

ISBN, 978-602-19877-4-2



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN STATISTIKA

(SEMASTAT) 2016

Diselenggarakan Oleh :
Jurusan Matematika FMIPA UNP
Bekerjasama dengan FORSTAT
25-26 FEBRUARI 2016



Didukung Oleh:



SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalamualaikum Wr. Wb

Marilah kita bersyukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karuniaNya, Seminar Nasional Matematika dan Statistika serta Musyawarah Nasional ke-4 Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia (FORSTAT) dapat dilaksanakan. Syalawat beriring salam marilah kita hadiahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad, SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan sampai pada zaman berilmu pengetahuan sebagaimana yang kita nikmati hari ini. Rangkaian kegiatan Semnas dan Munas ini berlangsung selama tiga hari (25 – 27 Februari 2016) yang diselenggarakan oleh Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Merupakan kehormatan bagi Jurusan Matematika FMIPA UNP yang telah dipercaya sebagai penyelenggara Munas dan Semnas tahun 2016 ini, kita bermohon kepada Allah SWT, semoga seluruh rangkaian kegiatan yang telah diagendakan dapat berjalan dengan baik dan mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan. Selanjutnya, kami mengucapkan **SELAMAT DATANG DI KOTA PADANG** kepada seluruh peserta Seminar dan Munas ke-4 FORSTAT 2016, semoga kita semua dapat menikmati suasana Kota Padang dengan makanan khasnya.

Seminar Nasional dan Musyawarah Nasional FORSTAT tahun ini bertemakan “**Peran Matematika dan Statistika dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa**”. Kegiatan Musyawarah Nasional ke-4 Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia (FORSTAT), diikuti oleh Ketua Departemen/Jurusan/Program Studi Statistika seluruh Indonesia, Pengurus Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia Periode 2014-2016, dan Anggota Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia Wakil Institusi. Agenda dalam kegiatan Munas adalah (1) Evaluasi Kegiatan FORSTAT Periode 2014 – 2016; (2) Pemilihan Pengurus FORSTAT Periode 2016 – 2018; dan (3) Pembahasan Rencana Kerja FORSTAT Periode 2016 – 2018. Selanjutnya, Seminar Nasional Matematika dan Statistika diikuti oleh 221 orang peserta, yang berasal dari 66 Institusi (Universitas Negeri, Universitas Swasta, UIN/IAIN, STIS, Guru, Mahasiswa Pascasarjana, serta Badan Pusat Statistik Provinsi dan Kabupaten/Kota) di seluruh Indonesia. Kegiatan seminar nasional ini menghadirkan tiga orang *keynote speaker*, yaitu Dr. Suryamin, M. Sc (Kepala Badan Pusat Statistik Indonesia), Prof. Dr. Khairil Anwar Notodiputro, M.S. (Guru Besar Statistika Institut Pertanian Bogor), dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M. Pd, M. Sc (Guru Besar Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang). Pada kegiatan seminar ini, juga disajikan 172 makalah hasil penelitian pada sesi paralel yang dikelompokkan ke dalam tiga bidang (Statistika, Matematika, dan Pendidikan Matematika). Untuk menikmati keindahan alam dan budaya Sumatera Barat, kepada peserta kami tawarkan paket tour berupa wisata ke Danau Singkarak, Istano Basa Pagaruyuang, Ngarai Sianok, dan Jam Gadang Bukittingi, serta tidak lupa menikmati masakan Padang. Kegiatan Tour ini akan dilaksanakan pada hari Sabtu/27 Februari 2016.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Gubernur Provinsi Sumatera Barat, Rektor Universitas Negeri Padang, Dekan FMIPA Universitas Negeri Padang, Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang, dan seluruh panitia yang telah bekerja keras untuk mempersiapkan dan menyelenggarakan kegiatan ini. Selanjutnya, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada sponsor (Pemerintah Provinsi Sumatera Barat, Bank Nagari, Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, PT. Semen Padang, PT. SAS Indonesia, dan BNI 46,) serta pihak-pihak lain yang telah mendukung terlaksananya kegiatan ini.

Atas nama panitia, kami mohon maaf kepada seluruh peserta dan hadirin, jika dalam pelayanan kami masih terdapat kekurangan selama penyelenggaraan kegiatan ini. Akhirnya, kami mengucapkan selamat mengikuti kegiatan Seminar dan Munas FORSTAT 2016, semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua.

Wabillahi taufiq walhidayah, wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, 26 Februari 2016,
Ketua Panitia,

Drs. Syafriandi, M. Si

SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji dan syukur tak henti-hentinya kita sampaikan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya kepada kita semua, sehingga Seminar Nasional Matematika dan Statistika serta Musyawarah Nasional ke-4 Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia (FORSTAT) dapat terselenggara dengan baik. Syalawat beserta salam marilah kita hadiahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad, SAW. yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah ke zaman yang berilmu pengetahuan sebagaimana yang kita nikmati hari ini.

Rektor beserta sivitas akademika Universitas Negeri Padang, mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta Seminar dan Munas ke-4 FORSTAT 2016, teristimewa kepada *keynote speaker*, Dr. Suryamin, M. Sc (Kepala Badan Pusat Statistik Indonesia), Prof. Dr. Khairil Anwar Notodiputro, M.S. (Guru Besar Statistika Institut Pertanian Bogor), dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M. Pd, M. Sc (Guru Besar Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang). Semoga kehadiran kita semua, memberikan dampak positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia.

Tema kegiatan ini, yakni **“Peran Matematika dan Statistika dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa”** sejalan dengan Visi Kemristekdikti 2015-2019, yaitu “Terwujudnya pendidikan tinggi yang bermutu serta kemampuan IPTEK dan inovasi untuk mendukung daya saing bangsa”. Dalam hal ini Perguruan tinggi diharapkan menjadi aktor utama dalam meningkatkan daya saing bangsa. Salah satu peran strategis yang bisa dilakukan adalah memperbanyak riset dan publikasi ilmiah.

Kami sangat senang dan bangga, atas kerja keras panitia yang telah dapat menghadirkan *keynote speaker*, dan 167 orang peneliti yang berasal dari 66 institusi dari seluruh Indonesia yang akan menyajikan makalah hasil penelitiannya. Selanjutnya, kami mengucapkan selamat kepada Forum Pendidikan Tinggi Statistika Indonesia (FORSTAT) yang melakukan Musyawarah Nasional ke-4 di Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dan berpartisipasi dalam mensukseskan kegiatan ini. Teristimewa kepada Pemerintah Provinsi Sumatera Barat, para sponsor (Bank Nagari, Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat, PT. Semen Padang, PT. SAS Indonesia, dan BNI 46,) dan seluruh panitia yang telah bekerja keras menyelenggarakan kegiatan ini.

Atas nama pimpinan universitas dan segenap civitas akademika Universitas Negeri Padang, mohon maaf kepada seluruh peserta dan undangan, jika dalam penyelenggaraan kegiatan ini masih terdapat kekurangan. Akhirnya, kami mengucapkan selamat mengikuti kegiatan Seminar dan Munas FORSTAT 2016, semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua.

Wabillahi taufiq walhidayah, wassalamualaikum Wr. Wb.

Padang, 26 Februari 2016
Rektor Universitas Negeri Padang,

Prof. Dr. Phil. Yanuar Kiram.

PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN STATISTIKA
(SEMASTAT) 2016**

EDITOR

Dr. Ir. Hari Wijayanto, M.Si

Dr. Anang Kurnia, M.Si

Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd, M.Sc

Prof. Dr. I Made Arnawa, M.Si

Dr. Yerizon, M.Si

STRUKTUR PANITIA
SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN MUSYAWARAH
NASIONAL FORSTAT 2016

Pelindung : Rektor Universitas Negeri Padang
 Penanggung Jawab : Dekan FMIPA Universitas Negeri Padang
 Pengarah : 1. Dr. Anang Kurnia, M. Si. (Ketua FORSTAT)
 2. Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNP
 (M. Subhan, M. Si)

Panitia Pelaksana

Ketua	:	Drs. Syafriandi, M. Si
Sekretaris	:	Yenni Kurniawati, M.Si
Bendahara	:	Dra. Nonong Amalita, M. Si
Kesekretariatan	:	Koordinator : Suherman, M.Si Anggota : 1. Dra.Media Rosha, M.Si 2. Fitri Mudia Sari, M. Si 3. Elvi Silvia, S.Si
Divisi Publikasi	:	Koordinator : Dr. Yerizon, M.Si Anggota : 1. Dr. Armiami, M.Pd 2. Dra. Helma, M.Si 3. Doni Fisko, S.Si 4. Julianto
Divisi Acara	:	Koordinator : Dra. Sri Elniati, M.A Anggota : 1. Heru Maulana, M.Si 2. Meira Parma Dewi, M.Kom
Divisi Dana	:	Koordinator : Drs. H. Yarman, M.Pd Anggota : 1. Dra. Arnellis, M.Si 2. Dr. Ali Asmar, M.Pd
Divisi Transportasi	:	Koordinator : Dr. Irwan, M.Si Anggota : 1. Drs. Hendra Syarifuddin, Ph.D 2. Fridgo Tasman, M.Sc

Divisi Tamu	:	Koordinator : Drs. Mukhni, M.Pd Anggota : 1. Dra. Elita Zusti Djamaan, M.A 2. Dra. Fitriani Dwina, M.Ed
Divisi Tempat dan Perlengkapan	:	Koordinator : Dr. Edwin Musdi Anggota : 1. Riry Sriningsih, M. Sc 2. Defri Ahmad, S.Pd, M.Si 3. Drs. Yusmet Rizal, M.Si 4. Afridon
Divisi Konsumsi	:	Koordinator : Dra. Dewi Murni, M.Si Anggota : 1. Mirna, M.Pd 3. Dra. Minora L. Nasution, M.Pd 2. Dra. Jazwinarti, M.Pd

DAFTAR ISI

	Halaman
1 ANALISIS SPATIAL DAN PREDIKSI MUTU AIR SUNGAI PH DAN SUHU UNTUK BERBAGAI FUNGSI AUTOKOVARIANS (KASUS: SUNGAI CITARIK, JAWA BARAT) Achmad Bachrudin, Sukono, Sudradjat, Norizan Bt Mohamed	1
2 PENERAPAN METODE <i>ADVANCED MEASURED APPROARCH</i> PADA DATA EKSTRIM DALAM MENANGGULANGI MODAL OPERASIONAL PERBANKAN INDONESIA Achmad Zanbar Soleh, Lienda Noviyanti	14
3 EFEK MODERASI PADA PEMODELAN STRUKTURAL (Studi Kasus: Kinerja Dosen dan Karyawan Universitas Nusantara PGRI Kediri) Amin Tohari	23
4 <i>LISA</i> DALAM MENGANALISA PENYEBARAN PEMINAT PRODI MATEMATIKA FMIPA UNM JALUR SNMPTN 2015 Aswi, Sukarna, Muhammad Abdy	33
5 PENGAJARAN MATERI STATISTIKA DESKRIPTIF DENGAN PERANGKAT LUNAK SUMBER TERBUKA <i>RCMDRPLUGIN.SPSS</i> Dedi Rosadi	43
6 PENDUGAAN PARAMETER OVERDISPERSI DALAM PENGEPASAN MODEL PADA DATA DENGAN RESPON BANYAK NOL (<i>SPARSE DATA</i>) Dian Handayani, Anang Kurnia, Kusman Sadik	50
7 MODIFIKASI METODE ARRSES DAN APLIKASINYA Erna Tri Herdiani, Riska Amalia, M. Saleh AF	60
8 SKEWED LAPLACE DISTRIBUTION FOR EUROPEAN CALL OPTION PRICING Evy Sulistianingsih, Neva Satyahadewi, Muhlasah Novitasari Mara Yundari	66
9 PENERAPAN TEKNIK BOOTSTRAP PADA ANALISIS SEM Ferra Yanuar	73

10	PEMBENTUKAN MODEL PEMOGRAMAN STOKASTIK LINIER PADA MANAJEMEN ASET DAN LIABILITAS PERUSAHAAN ASURANSI Feni Andriani, Karmilasari, Adang Suhendra, Tri Handhika	79
11	PERAMALAN CURAH HUJAN EKSTRIM SECARA SPASIAL (STUDI KASUS: CURAH HUJAN BULANAN DI KABUPATEN INDRAMAYU) Fitri Mudia Sari	85
12	PROYEKSI PENDUDUK PEKANBARU 2015-2035 MENGGUNAKAN MODEL DETERMINISTIK Granita	95
13	KLASIFIKASI RUMAH SAKIT BERDASARKAN PELAYANAN DASAR RAWAT INAP Hanan Hana Nadia, Titin Siswantining, Saskya Mary Soemartojo	104
14	BAYESIAN MODEL AVERAGING UNTUK MENGANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA KEMATIAN BAYI: STUDI KASUS DI JAWA TIMUR Heri Kuswanto, Veni Freista, Dwi Atmono Agus Widodo, Mutiah Salamah	112
15	PENERAPAN MULTIPLE CLASSIFICATION ANALYSIS (MCA) DALAM PENENTUAN UPAH MINIMUM PROVINSI (UMP) DI INDONESIA I Made Arcana	122
16	PROFILING PRESCHOOL EDUCATION PARTICIPATION IN INDONESIA: BAYESIAN MULTILEVEL ANALYSIS USING WinBUGS Ika Yuni Wulansari	128
17	BAYESIAN HIERARCHICAL SMALL AREA MODEL FOR UNMATCHED SAMPLING Ika Yuni Wulansari	136
18	PENDEKATAN ANALISIS BILOT DAN SWOT UNTUK MENGANALISIS DAYA SAING EKONOMI INDONESIA MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN Iqbal Hanif	145
19	MODEL LOG-LINEAR PADA FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BERHENTI STUDI MAHASISWA Lely Kurnia	155

20	THE IMPACT OF EDUCATION, SCREENING AND TREATMENT PROGRAM ON THE HIV TRANSMISSION DYNAMICS Marsudi	165
21	SISTEM PERINGATAN DINI BENCANA TSUNAMI MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY Meira Parma Dewi	175
22	ANALISIS CLUSTER UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA DI PROVINSI SUMATERA BARAT BERDASARKAN INDIKATOR KEMISKINAN Mira Meilisa	179
23	PENDEKATAN <i>BI-RESPON MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESI SPLINE (B-MARS)</i> PADA PEMODELAN <i>CAPITAL STRUCTURE</i> DAN <i>MACRO ECONOMY</i> TERHADAP PROFITABILITAS PERUSAHAAN MANUFAKTUR YANG TERDAFTAR DI BEI PERIODE 2013-2014 Muhammad Bisyri Effendi	185
24	IMPLEMENTASI <i>GRAPH PARTITIONING</i> PADA PARALELISASI PERKALIAN MATRIKS-VEKTOR Murni, Tri Handhika, Ilmiyati Sari, Dina Indarti	194
25	REPRESENTASI BILANGAN KOMPLEKS DENGAN MATRIKS PERSEGI Muzamil Huda	200
26	PERBEDAAN CAPAIAN PENDIDIKAN ANAK BERDASARKAN PERUBAHAN PENGELUARAN RUMAH TANGGA DI INDONESIA TAHUN 2011-2013 Novi Hidayat Puspongoro, Dewi Purwanti	214
27	PERANCANGAN ZONA TARIF BRT TRANS MUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>GREEDY</i> DAN <i>SPANNING TREE</i> Putra Bahtera Jaya Bangun, Sisca Octarina, Azmi Gita Natasha	223
28	PERBANDINGAN PROPORTIONAL ODD, ADJACENT-CATEGORY DAN CONTINUATION RATIO LOGIT MODEL PADA RESPON ORDINAL Restu Arisanti, Anang Kurnia, Kusman Sadik	232

- 29 **PENGGUNAAN PENDIDIKAN UNTUK MENGURANGI KESENJANGAN UPAH GENDER DI INDONESIA: APLIKASI METODE REGRESI KUANTIL** 239
Ribut Nurul Tri Wahyuni
- 30 **KAJIAN PENDIDIKAN DALAM MENGURANGI KESENJANGAN UPAH GENDER DI INDONESIA** 246
Ribut Nurul Tri Wahyuni
- 31 **DAMPAK PENGALIHAN SUBSIDI BBM KE PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR TERHADAP PEREKONOMIAN INDONESIA : ANALISIS INPUT-OUTPUT** 253
Ribut Nurul Tri Wahyuni
- 32 **PENGARUH *PEER SUPPORT* DAN *LEADER SUPPORT* TERHADAP TINGKAT *AUTONOMY* DARI PEKERJA DKI JAKARTA** 261
Rianti Setiadi, Titin Siswantining, Astari Karamina, Baizura Fahma
- 33 **PENGARUH *PEER SUPPORT* DAN *LEADER SUPPORT* TERHADAP TINGKAT *AUTONOMY* DARI PEKERJA DKI JAKARTA YANG DIBEDAKAN MENURUT *GENDER* DAN SECARA *GENERAL*** 269
Rianti Setiadi, Titin Siswantining, Astari Karamina, Baizura Fahma
- 34 **POLA HUBUNGAN KOMPONEN KECERDASAN MAJEMUK, GAYA BELAJAR DAN GAYA MENGAJAR YANG DISUKAI SISWA SMP KRISTEN KALAM KUDUS SOLO** 277
Rianti Setiadi, Riana Setiadi, dan Rosi Melati
- 35 **KORELASI ANTARA NILAI STATISTIKA MATEMATIKA I DENGAN STATISTIKA MATEMATIKA II MAHASISWA JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA IAIN STS JAMBI** 286
Rini Warti, Ali Murtadlo, Rizalamsah
- 36 **FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI IPK LULUSAN JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA IAIN STS JAMBI** 290
Rini Warti, Ali Murtadlo, Wahyudi Amnur
- 37 **PENGARUH PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN INQUIRY TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DITINJAU BERDASARKAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA UIN SUSKA RIAU** 296
Risnawati, Ramon Muhandaz

38	PERSPEKTIF GRAMSCI DALAM POLEMIK DATA STATISTIK	302
	RR.Immamul Muttakhidah	
39	KAJIAN TENTANG KEMAMPUAN PENALARAN DAN KEPENTINGAN DATA STATISTIK	312
	RR.Immamul Muttakhidah	
40	<i>STATISTIK UJI RASIO LIKELIHOOD UNTUK MENDETEKSI DATA OUTLIER PADA MODEL AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC</i>	319
	Sediono	
41	ANALISIS TIME SERIES DENGAN MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER UNTUK PENDUGAAN CURAH HUJAN DI KABUPATEN KEPAHANG	327
	Siska Yosmar, Dyah Setyo Rini, Herlin Fransiska, Nur Afandi	
42	PENAKSIRAN MATRIK PERJALANAN KENDARAAN RINGAN BERDASARKAN PENGAMATAN VOLUME LENGAN DENGAN PENDEKATAN INFERENSI BAYES (Studi Kasus : Persimpangan Veteran – Sumbersari Kota Malang)	338
	Sobri Abusini	
43	ANALISIS REGRESI DATA PANEL DALAM PEMODELAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA BARAT TAHUN 2010-2013 MELALUI FIX EFFECT MODEL	345
	Soemartini	
44	PENDEKATAN TEKNIK BOX JENKINS DALAM MEMODELKAN KURVA PENURUNAN PRODUKSI MINYAK BUMI	355
	Sri Wahyuningsih, Rahmat Gunawan	
45	PEMETAAN WILAYAH DI INDONESIA MENURUT BESARAN MODAL SOSIAL: PENDEKATAN METODE MODEL-BASED CLUSTERING	362
	Tiodora Hadumaon Siagian, Agung Priyo Utomo, Mohammad Dokhi	
46	KAJIAN METODE ESTIMASI PARAMETER <i>CONTINUUM-GENERALIZED METHOD OF MOMENTS</i>	372
	Tri Handhika, Murni	

47	MODEL REGRESI COX WEIBULL UNTUK MENENTUKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAMA STUDI MAHASISWA Triyani Hendrawati, Anang Kurnia, Kusman Sadik	380
48	METODE CART UNTUK IDENTIFIKASI PENGARUH KONDISI SOSIAL EKONOMI LANSIA TERHADAP KEPUTUSAN BEKERJA Wahyu Wibowo, Dwiatmono Agus Widodo, Pitri Ariska Susilowati	388
49	ANALISIS BILOT DENGAN DNS BIASA DAN KEKAR UNTUK PEMETAAN HASIL BELAJAR MAHASISWA IPB BOGOR Warsito	396
50	PEMBENTUKAN MODEL PDRB KABUPATEN/KOTA DI SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN ANALISIS REGRESI DATA PANEL KOEFISIEN TETAP Yenni kurniawati, Nonong Amalita	407
51	ANALISIS FLEKSIBILITAS MODEL REGRESI UNTUK MENGATASI OVERDISPERSI PADA DATA CACAH Lusi Eka Afri	417
52	PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN PENDEKATAN INKUIRI UNTUK MEMBANTU SISWA SMA KELAS X DALAM MEMAHAMI MATERI PELUANG Endang Novita Tjiptiany, Abdur Rahman As'ari, Makbul Muksar	423
53	VALIDITAS PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PEMECAHAN MASALAH UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VII SMP Tomi Tridaya Putra, Armiami, Irwan	429
54	TAHAP <i>PRELIMINARY RESEARCH</i> PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS STRATEGI ACE PADA MATERI RELASI FUNGSI DAN PERSAMAAN GARIS LURUS UNTUK KELAS VIII SMP Fitria Pratama Ningsih, Yerizon, Hendra Syarifuddin	437
55	PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA DENGAN METODE INKUIRI PADA SISWA SMA Yerizon	446

- 56 **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVISME PADA MATERI BANGUN RUANG SISI DATAR DI KELAS VIII SMP** 455
Ira Asyura, Hendra Syarifuddin, Ridwan
- 57 **PENGARUH STRATEGI *SCAFFOLDING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS DITINJAU DARI KEMAMPUAN SPASIAL** 462
Fiqih Wulandari, Anah Suhaenah Suparno, Acep Kusdiwelirawan
- 58 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERORIENTASI KONSTRUKTIVISME UNTUK MATERI BILANGAN DI KELAS VII SMP** 471
Aidil Safitra, Ahmad Fauzan, Syahrul R
- 59 **PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN PECAHAN BERBASIS *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* (RME) UNTUK SISWA KELAS IV SD** 481
Oci Yulinasari, Ahmad Fauzan, Yuni Ahda
- 60 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS STRATEGI PEMBELAJARAN INKUIRI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VIII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA** 491
Gezi Afrianti, Irwan, Indrati Kusumaningrum
- 61 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* YANG VALID UNTUK KELAS IV SD** 498
Alfi Sabri, Edwin Musdi, Yulkifli
- 62 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP** 506
Rena Revita, I Made Arnawa, Darmansyah
- 63 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK SISWA KELAS VII SMP** 516
Sri Devi
- 64 **KAJIAN TENTANG PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK KELAS VII SMP/MTs** 523
Yuri Safriani, Yerizon, Armiami

- 65 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP** 532
Aan Putra, Hendra Syarifuddin, Indrati Kusumaningrum
- 66 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK KELAS X SMA** 541
Anton Suhendra, Hendra Syarifuddin, Irwan
- 67 **THE EFFECT OF LEARNING METHOD AND SELFCONCEPT PERSPECTIVE OF STUDENTS' MATHEMATICS ABILITY** 551
Rukmini Handayani
- 68 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS KONSTRUKTIVISME UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP** 559
M.Rezki Putra
- 69 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING PADA MATERI PERSAMAAN GARIS LURUS DAN TEOREMA PYTHAGORAS DI SMP KELAS VIII** 566
Wiga Ariani, Yerizon, Jasrial
- 70 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINEAR DAN KUADRAT UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK KELAS X SMA** 576
Edwin Musdi, Ridwan
- 71 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP** 586
Melati Ardeliza, Edwin Musdi, Yerizon

- 72 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA MATERI PYTHAGORAS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP** 593
Sherlyane Hendri
- 73 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *INQUIRY* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIKA PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP** 603
Mayona Chantika
- 74 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *GUIDED INQUIRY* UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA** 608
Artita Salmi, Yerizon, Hendra Syarifuddin
- 75 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING PADA MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP** 618
Wahyu Saswika, Armiami, Darmansyah
- 76 **PENINGKATAN KOMUNIKASI DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN *OPEN-ENDED* PADA SISWA KELAS XI AKUTANSI SMK NEGERI 1 KERUMUTAN** 625
Muhar Rira
- 77 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VII SMP** 634
Alimatu Saqdhah, Armiami, Yerizon
- 78 **PROFIL BERPIKIR SISWA *CLIMBER* PADA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA** 642
Silvia Fitriani
- 79 **PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN TOPIK PERBANDINGAN DENGAN PENDEKATAN RME** 651
Elva Yezita, Ahmad Fauzan, Lufri

- 80 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL PADA MATERI BARISAN DAN DERET KELAS XI SMK** 663
Ita Desnatalia, I Made Arnawa, Irwan
- 81 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS MASALAH DI KELAS VIII SMP** 673
Rani Valicia Anggela
- 82 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS X SMK** 679
Helvia Sri Dewi, Edwin Musdi, Indrati Kusumaningrum
- 83 **TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA** 686
Cherly Mardelfi
- 84 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK SISWA KELAS XI SEKOLAH MENENGAH ATAS** 696
Dina Sardi, Irwan, Yuni Ahda
- 85 **EKSPLORASI PEMBELAJARAN LITERASI STATISTIKA DALAM PARADIGMA KONSTRUKTIVISME** 705
Muhammad Arif Tiro, Muhammad Nusrang
- 86 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK MATERI TRIGONOMETRI PADA KELAS X SMA** 716
Reni Oktaviani Hersika, Armiami, Edwin Musdi
- 87 **PEMBELAJARAN LITERASI STATISTIKA MELALUI PENDEKATAN SAINTIFIK DALAM MODEL KOOPERATIF TIPE TPS** 722
Muhammad Nusrang, Suwardi Annas
- 88 **KEVALIDAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA KELAS X SMA** 733
Nita Putri Utami, I Made Arnawa, Lufri

- 89 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK KELAS VII SMP** 743
Novita Anggraini, Armiami, Irwan
- 90 **ANALISIS PROSES BERPIKIR SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PADA MATERI ARITMETIKA SOSIAL BERDASARKAN TEORI POLYA DI KELAS VII SMP NEGERI 20 SINGKAWANG** 750
Rien Anitra
- 91 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENTIFIC* DI KELAS VII SMP** 761
Mayang Intan Suri
- 92 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS METODE PENEMUAN TERBIMBING PADA TAHAP INVESTIGASI AWAL** 769
Sherly Adrila Fitri, Irwan, Hendra Syarifuddin
- 93 **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVIS PADA MATERI DIMENSI TIGA UNTUK SISWA KELAS X IPA** 777
Lusi Englita
- 94 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS KONTEKSTUAL UNTUK SISWA SMA KELAS X PADA MATERI DIMENSI TIGA** 780
Rezki Donheri
- 95 **PERSEPSI MAHASISWA CALON GURU TERHADAP SUATU ARGUMENTASI MATEMATIS** 787
Sukirwan
- 96 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONSTRUKTIVISME MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN LANGSUNG PADA KELAS V DI SEKOLAH DASAR** 801
Ali Asmar

- 97 **APLIKASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SEKOLAH NON FORMAL PKBM KASIH BUNDO SEBAGAI JALUR PENDIDIKAN YANG MEMUTUS “ANAK PUTUS SEKOLAH” DI KOTA BUKITTINGGI** 809
Eka Pasca Surya Bayu
- 98 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VIII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA** 816
Yuriska Mayasari
- 99 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP** 822
Lydia Dwiana Putri, Edwin Musdi, Ngusman
- 100 **PENGEMBANGAN CD MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVISME UNTUK MATERI BANGUN DATAR SEGITIGA DAN SEGIEMPAT DI KELAS VII SMP** 832
Hidayatul Fitri, Ahmad Fauzan, Jazwinarti
- 101 **PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MATERI MATEMATIKA SEMESTER 1 KELAS VIII SMP TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH*** 842
Zulfah, Ahmad Fauzan, Armiati
- 102 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) UNTUK SMP** 852
Erma Dewita, I Made Arnawa, Lufri
- 103 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *INQUIRY* UNTUK MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN KELAS VIII SMP** 864
Susni Irma Yanti
- 104 **PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *GROUP INVESTIGATION* TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN DAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VII SMP NEGERI KOTA JAMBI** 869
Ayu Yarmayani

- 105 **ASOSIASI (KEERATAN HUBUNGAN) KEMAMPUAN REPRESENTASI DAN PEMAHAMAN MATEMATIS SISWA MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DALAM MATERI PECAHAN DI KELAS VII SMP NEGERI 1 SUNGAI KUNYIT** 879
Resy Nirawati
- 106 **PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODEL *DISCOVERY LEARNING* DENGAN PENDEKATAN *SCIENTIFIC* PADA MATERI PERSAMAAN DAN PERTIDAKSAMAAN LINEAR KELAS X SMA** 888
Wisnaneri, Irwan, Yulkifli
- 107 **HUBUNGAN FUNGSI TERINTEGRAL HENSTOCK SERENTAK DARI \mathcal{R}^n KE ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$) DENGAN SIFAT *UNIFOMLY GLOBALLY SMALL RIEMANNSUMS*** 893
Aniswita
- 108 **ANALISIS KESULITAN GURU MATEMATIKA SEKOLAH MENENGAH DALAM MEMPERSIAPKAN PEMBELAJARAN YANG BERPUSAT PADA SISWA** 901
Armiami
- 109 **PENGINTEGRASIAN MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PERKULIAHAN PENGANTAR RISET OPERASI DI JURUSAN MATEMATIKA FMIPA UNP PADANG** 910
Hendra Syarifuddin
- 110 **PENGARUH PENERAPAN TEKNIK PROBING PROMPTING TERHADAP PENALARAN MATEMATIS SISWA** 924
Fitrani Dwina, Aiza Priwahyuni Candra
- 111 **MATHEMATICAL REASONING SKILLS ANALYSIS OF CLASS X SMA 5 BUKITTINGGI THROUGH APPLICATION OF PROBLEM BASED LEARNING MODEL** 932
Mukhni, Mirna, Rahmi Hijri
- 112 **PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN *THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING* (TAPPS) TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMPN 11 PADANG** 940
Minora Longgom Nasution, Dini Widiyastuti

113	TAHAP <i>PRELIMINARY RESEARCH</i> PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING PADA MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP	945
	Wahyu Saswika, Armiami, Darmansyah	

ANALISIS SPATIAL DAN PREDIKSI MUTU AIR SUNGAI PH DAN SUHU UNTUK BERBAGAI FUNGSI AUTOKOVARANS (KASUS: SUNGAI CITARIK, JAWA BARAT)

Achmad Bachrudin¹ Sukono² Sudradjat³ Norizan Bt Mohamed⁴

¹Departemen Statistika, Universitas Padjadjaran
achmad.bachrudin@unpad.ac.id , a.bachrudin49@gmail.com

²Departement Matematika, Universitas Padjadjaran
fsukono@yahoo.com

³Departemen Matematika, Universitas Padjadjaran
Adjat03@yahoo.com

⁴Pusat Pengajian Informatik dan Matematik Gunaan, Universiti Malaysia
Terengganu
norizan@umt.edu.my

Abstract. Analisis spasial untuk suatu jaringan sungai (stream networks) merupakan era baru dalam bidang geostatistika. Analisis spasial untuk jaringan suatu sungai dikembangkan oleh Ver Hoef dkk (2006) dan Cressie dkk (2006). Berbagai fungsi autokovarians telah dikembangkan yang menggunakan fungsi moving average yang didasarkan kepada jarak hidrologik. Pendekatan yang dikembangkan tersebut digunakan untuk menganalisis spasial dan interpolasi dengan menggunakan kriging dari 25 titik pengamatan Sungai Citarik, Jawa Barat. Perhitungan untuk analisis spasial digunakan debit air anak-anak sungai Citarik. Hasilnya menunjukkan bahwa analisis spasial di sungai tersebut pengaruh spasial kurang dari 20 km dan pengaruhnya semakin kecil jika jarak hidrologik semakin kecil. Hasil tersebut sesuai dengan hukum Tobler I. Hasil interpolasi untuk Ph dan suhu air sungai tersebut relative sama dengan hasil penelitian Garreta dkk (2010) melalui ukuran root mean square prediction error (RMSPE)

Kata Kunci: *Amalisis sapatial, geostatistika, jarak hidrologik, dan fungsi autokovarians, kriging, RMSPE*

1. Pendahuluan

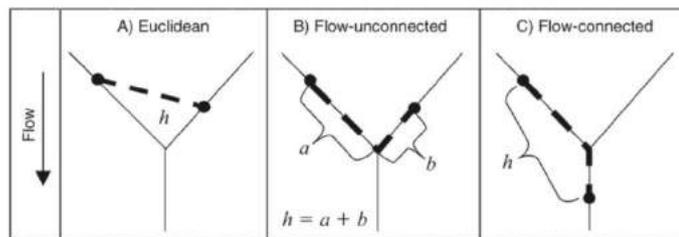
Analisis spasial untuk suatu jaringan sungai umumnya dilakukan tanpa mempertimbangkan jaringan (networks) sungai (misalnya dalam Cahyaningsih dan Harsoyo, 2010) dan analisisnya digunakan jarak Euclid yang tidak valid untuk analisis spasial (Curriero, F.C., 2006). Dalam geostatistik atau data spasial secara umum perhitungan jarak digunakan konsep Euclid atau jarak Euclid (misalnya dalam Cressie, 1993; Issaks dkk, 1989). Sekarang ini telah berkembang perhitungan jarak untuk data spasial didasarkan kepada Non Euclidean (Curriero, F.C., 2006). Penerapan jarak tersebut terutama persoalan data *streaming*. Data yang demikian tidak valid jika jarak Euclid digunakan untuk analisis data spasial. Ver Hoef, dkk (2006) dan Cressie dkk (2006) telah mengembangkan fungsi-fungsi autokovarians didasarkan jarak *Non Euclidean* yang diterapkan dalam analisis spasial suatu jaringan sungai (*river networks*) melalui metode pembentukan fungsi *moving averages*.

Tujuan makalah ini yaitu melakukan analisis spasial dan prediksi variabel lingkungan Ph dan suhu sungai Citarik, Jawa Barat melalui metode yang dikembangkan oleh Ver Hoef

dkk (2006). Untuk perhitungan bobot spaial digunakan debit air dari anak-anak sungai Citarik.

1.2 Jarak Hidrologik

Dalam statistik spasial klasik, perhitungan jarak didasarkan kepada Euclid atau *Euclidean distance* untuk analisis keragaman spasial (misalnya lihat Isaaks dan Srivastava, 1989) yang bersifat linier, sedangkan jarak dalam sungai tidak linier karena ada aliran material dalam suatu jaringan atau *network* (Li, 2009) sehingga jarak Euclid tidak lagi valid untuk analisis data *streaming* (Ver Hoef et al., 2006), dalam hal ini digunakan konsep jarak *stream* atau jarak hidrologik. Perbedaan konsep jarak Euclid dan hidrologi dapat dilihat dalam Gambar 1. Pada Gambar tersebut diperlihatkan jarak sebesar h untuk kedua jarak. Jarak hidrologik memiliki hubungan dengan panjang aliran sungai, sedangkan jarak Euclid tidak ada kaitannya dengan aliran sungai.



Gambar 1. Perbedaan Jarak Hidrologik dan Euclid

1.3 Analisis Spasial untuk Jaringan Sungai

Seperti sudah dijelaskan sebelumnya bahwa fungsi autokovarians didasarkan kepada jarak Euclid tidak valid lagi untuk analisis suatu jaringan sungai (stream/river networks). Ver Hoef dkk (2006) telah mengembangkan berbagai fungsi autikovarians untuk jarak hidrologik. Secara umum fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

$$C(h|\theta) = \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty} (g(x|\theta))^2 dx + v_j^2 & \text{jika } h = 0 \\ \int_{-\infty}^{\infty} g(x|\theta)g(x-h|\theta)dx & \text{jika } h > 0 \end{cases} \quad (1)$$

di mana diberlakukan diskontinuitas v_j^2 pada $h = 0$, yang merupakan efek “nugget” dalam istilah geostatistika

Ada beberapa model autokovarians dasar yang biasa digunakan dalam penelitian-penelitian geostatistika, di antaranya *Linear with sill*, *Spherical*, dan *Eksponensial*, serta *Mariah* sebagai tambahan. Dari pendekatan model-model autokovarians tersebut, Ver Hoef dkk. (2006) menyederhanakan fungsi autokovarians menjadi sebagai berikut,

$$C_1(h|\theta) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1 & \text{jika } h = 0 \\ \theta_1 \rho(h/\theta_2) & \text{jika } h > 0 \end{cases} \quad (2)$$

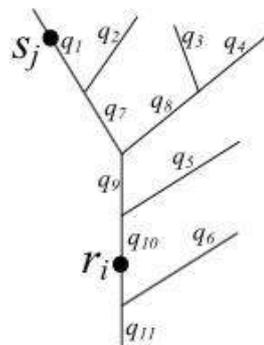
di mana $\rho(h)$ diperoleh dari fungsi autokorelasi yang diketahui dari tiap model autokovarians. Dalam istilah geostatistik, parameter θ_0 merupakan efek “nugget” atau variasi skala kecil yang menyebabkan diskontinuitas, parameter θ_1 merupakan *partial sill* sebagai parameter varians secara keseluruhan, dan parameter θ_2 merupakan parameter *range* yang mengontrol jumlah dari matriks autokovarians. Tabel 1 menunjukkan fungsi-fungsi autokovarians dari berbagai fungsi moving average. Fungsi autokovarians pada Tabel 1 diperoleh dari Persamaan 1. Salah satu pembuktian dapat dilihat pada lampran.

Table 1. Fungsi-fungsi Autokovarians yang Valis

Name	Autoovariance function
Linear with sill	$C(h|\boldsymbol{\theta}) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1 & h = 0 \\ \theta_1 \left(1 - \frac{h}{\theta_2}\right) & 0 < h < \theta_2 \\ 0 & h \geq \theta_2 \end{cases}$
Spherical	$C(h|\boldsymbol{\theta}) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1 & h = 0 \\ \theta_1 \left(1 - \frac{h}{2\theta_2} + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{\theta_2}\right)^3\right) & 0 < h < \theta_2 \end{cases}$
Mariah	$C(h|\boldsymbol{\theta}) = \begin{cases} \theta_0 & h = 0 \\ \theta_1 \ln \left(\frac{h/\theta_2 + 1}{h/\theta_2}\right) & 0 < h \end{cases}$
Exponential	$C(h|\boldsymbol{\theta}) = \begin{cases} \theta_0 + \theta_1, h = 0 \\ \theta_1 \exp(-h/\theta_2), h > 0 \end{cases}$

1.4 Bobot Spatial

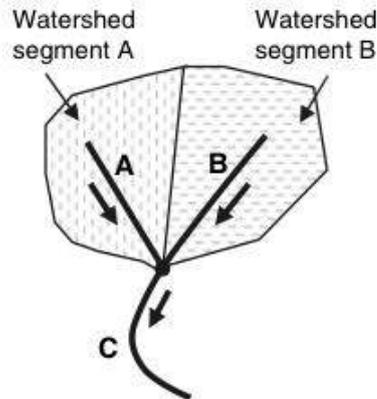
Pembobotan anak-anak sungai dalam suatu jaringan sungai yang sering digunakan *stream order* dari Shreve (1967). Perhatikan Gambar 2 dengan menggunakan metode ini



Gambar 2 Contoh Pembobotan dengan *Stream Order* Shreve

Pada gambar tersebut jika nilai bobot $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q_5 = q_6 = 1$, maka nilai bobot $q_7 = 2$ dan $q_{10} = 5$; pembobotan segmen-segmen ini dikenal sebagai *order stream* dari Shreve (Shreve, 1967). Pembobotan metode ini tidak memberikan informasi apa-apa

tentang pembobotan sehingga Ver Hoef dkk, (2006) menggunakan bobot spasial umumnya didasarkan kepada karakteristik fisik sungai seperti debit air, lebar sungai, atau luas DAS. Setiap anak-anak sungai dalam jaringan sungai akan memiliki karakteristik fisik sungai yang berbeda. Perbedaan inilah diperlukan pembobotan untuk setiap anak-anak sungai. Secara umum, pembobotan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembobotan Anak-Anak Sungai

Fungsi kovarians tanpa memperhatikan bobot antara dua lokasi dapat digunakan Persamaan (2). Dalam hal ini h adalah jarak hidrologik, misalnya dalam Gambar 1 $h = a + b$. Fungsi kovarians yang memperhatikan bobot dirumuskan oleh Ver Hoef, Peterson, dan Theobald (2006) adalah:

$$C_{ij}(r_i, s_j | \theta) = \begin{cases} \pi_{ij} C_{ij}(h | \theta), & \text{jika } r_i \text{ dan } s_j \text{ flow-connected} \\ 0, & \text{jika } r_i \text{ dan } s_j \text{ flow-unconnected} \end{cases} \quad (3)$$

Dalam hal ini, π_{ij} merupakan bobot spasial antara lokasi s_i dan s_j yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\pi_{ij} = \sqrt{\frac{\Omega(s_i)}{\Omega(s_j)}} \quad (4)$$

Pembahasan lebih detil tentang bobot spasial bisa ditemukan dalam Ver Hoef dan Peterson (2010). Pembobotan ini hamper mirip yang dikembangkan oleh Shreve, 1967. Analisis spasial untuk suatu jaringan sungai diberikan sebagai berikut:

$$\Sigma(\theta) = \{c_{ij}(h | \theta)\}, i, j = 1, \dots, n \quad (5)$$

yang menunjukkan suatu matriks kovarians dengan unsur-unsurnya Persamaan (3).

1.5 Metode Kriging

Dalam geospasial klasik, metode *kriging* kerap kali diterapkan untuk tujuan interpolasi suatu titik yang tidak tersampel (*unsample*). Metode ini diterapkan untuk pertama kali oleh seorang insinyur praktisi dalam bidang pertambangan dari Afrika Selatan bernama D.G Krieg (1951) dan selanjutnya metode ini “diilmiahkan” oleh Matheron (1963) untuk menghasilkan suatu penaksir *best linear unbiased predictors* (BLUP) dengan metode kuadrat kecil dan untuk pertama kalinya Matheron menggunakan istilah “*kriging*”. Pada sub-bab ini metode *kriging* untuk diterapkan dalam *river network* yang dikutip dari Garreta dkk, (2010).

Andaikan kovarians antara $Y(s_i)$ dan $Y(s_j)$ adalah $C(s_i, s_j | \theta)$, dan misalkan nilai interpolasi untuk titik yang tidak tersampel adalah Y_0^* pada titik x_0 dari *random field* $Y(\cdot)$ melalui *ordinary kriging*. Berdasarkan Cressie (1993) bahwa prediktor ini memiliki sifat BLUP.

Andaikan kovarians antara $Y(s_i)$ dan $Y(s_j)$ adalah $C(s_i, s_j | \theta)$, dan misalkan nilai interpolasi untuk titik yang tidak tersampel adalah Y_0^* pada titik x_0 dari *random field* $Y(\cdot)$ melalui *ordinary kriging*. Berdasarkan Cressie (1993) bahwa prediktor ini memiliki sifat BLUP.

Y_0^* merupakan prediktor linier:

$$Y_0^* = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} Y_{\alpha}$$

Dengan asumsi agar penaksir tersebut adalah tak bias dengan kendala, $\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$.

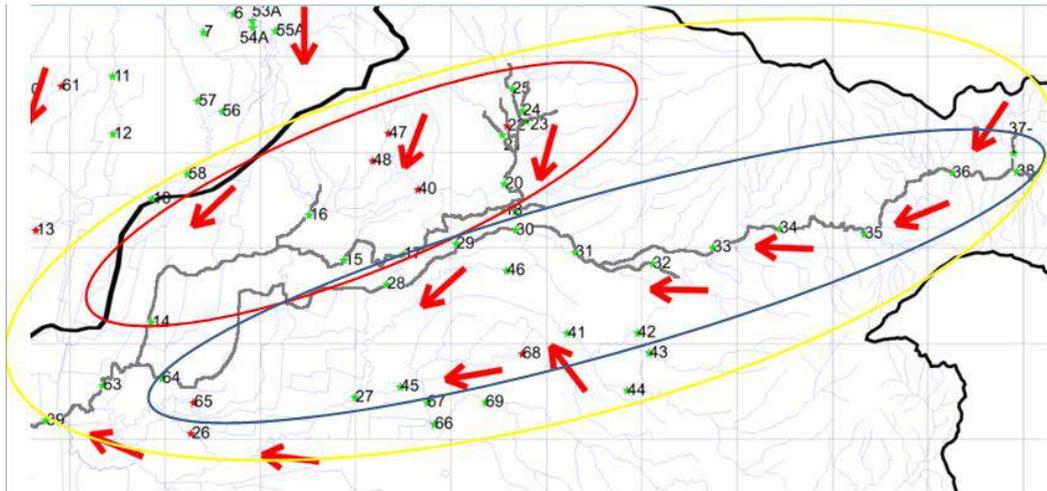
Penaksir λ_k dihitung sehingga varians kekeliruan prediktor sekecil mungkin (Garreta, 2010), akhirnya diperoleh suatu persamaan:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n \lambda_j C(s_i, s_j | \theta) - \eta = C(s_i, s_0 | \theta), \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \end{array} \right. \quad (6)$$

Persamaan (6) terdapat sebanyak $(n+1)$ persamaan, dan η adalah pengganda Lagrange.

2. Metode

Yang menjadi kasus dalam penelitian ini adalah sungai Citarik merupakan bagian terkecil dari sungai Citarum. Banyak titik pengamatan adalah 25. Jaringan sungai tersebut dibagi tiga bagian masing-masing banyak titik pengamatan adalah 25. Variabel-variabel lingkungan berupa mutu air sungainya adalah Ph dan suhu. Peta geologi daerah penelitian dinyatakan dalam Gambar 4



Gambar 4. Peta Jaringan Sungai Citarik

1. Hitung jarak hidrologik DAS Citarik yang keluarannya berupa matriks jarak hidrolgik anantara titik pengamatan yang berada di DAS;
2. Menentukan matrisk bobot spasial berdasarkan debit air anak-nak DAS Citarik
3. Tentukan matriks kovarians $\Sigma(\theta)$ dengan elemen-elemennya Persamaan (4) dengan fungsi autokovariansnya pada Tabel 1
4. Tentukan taksiran parameter $\theta^t = (\theta_0, \theta_1, \theta_2)$ dengan metode *maximum likelihood* (ML) dengan memininalkan fungsi berikut ini:

$$l(\mathbf{y}, \theta) = -2\log(L(\mathbf{y}, \theta))$$

$$= \sum_{i=1}^n \log(\text{eigen}(\Sigma(\theta)) + \mathbf{y}^t \Sigma(\theta)^{-1} \mathbf{y})$$

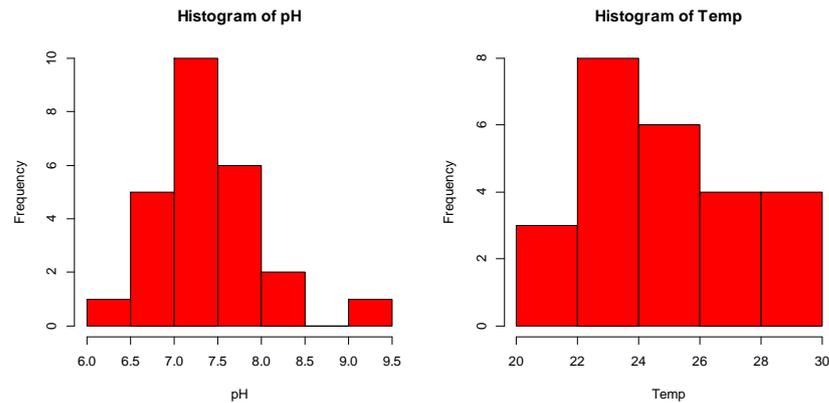
Dalam hal ini, \mathbf{y} adalah vektor mutu air sungai Citarik, Ph dan suhu.

5. Tentukan prediksi titik pengamatan yang tersampel dan tidak dengan menggunakan metode kriging stream networks melalui Persamaan (6).
6. Hitung *root-mean squared prediction error* (RMSPE)

$$RMPE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data Sungai (lampiran) Citarik hasil statistik deskritif dalam Gambar 2 dan Tabel 2



Gambar 3. Histogram untuk Ph dan Suhu

Tabel 2. Statistik Deskriptif untuk Ph dan Suhu Air Sungai

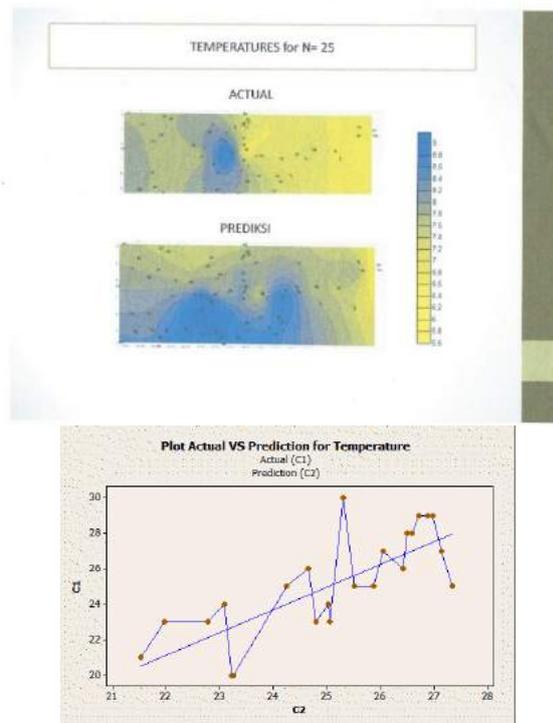
<i>pH</i>		<i>Temp</i>	
Mean	7.44	Mean	25.04
Standard Error	0.135277	Standard Error	0.567098
Median	7.3	Median	25
Standard Deviation	0.676387	Standard Deviation	2.835489
Kurtosis	2.473181	Kurtosis	-0.77294
Skewness	1.106285	Skewness	0.003662
Range	3.2	Range	10
Minimum	6.3	Minimum	20
Maximum	9.5	Maximum	30
Sum	186	Sum	626
Count	25	Count	25

Taksiran parameter-parameter dengan menggunakan metode kemungkinan maksimum dinyatakan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Taksiran Paramter

Taksiran Parameter	Ph	Suhu
Nuget	4.04	1291
Sill	22.23	2592
Range	19999	20000

Matriks korelasi untuk menunjukkan efek spatial dinyatakan dalam Persamaan (7), (8), (9), dan (10).



Gambar 6 Plot antara Nilai Suhu yang sebenarnya dan nilai Prediksi Suhu

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa kualitas air sungai Ph cenderung terdapat nilai pencilaan, sedangkan histogram untuk kualitas air sungai yaitu suhu relatif simetris. Pada Tabel 2 pola data ph cenderung tdk simetris, hal ini dapat dilihat dari nilai skewness untuk ph masih jauh dari nol dan sebaliknya nilai skewness untuk pola data suhu cenderung simetris karena nilai skewnessnya mendekati nol. Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 bawa mutu air berdasarkan derajat keasaman (Ph) antara 6-9. Nilai minimum Ph = 6.3 dan nilai terbesar Ph=9.5. sehingga dapat disimpulkan bahwa mutu ar sungai Citarik dengan indikator Ph adalah rendah, sedangkan nilai minimum suhu = 20⁰ C , dan nilai suhu terbesar = 30⁰ C juga memperlihatkan mutu air sunggai Citarik di luar mutu air yag diperbolehkan yaitu 25⁰C -32⁰C. Mutu air sungai Citarik karena lingkungan sekitarnya terdapat beberapa industri tekstil yang diduga sangat mempengaruhi mutu air Sungai Citarik.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa nilai range untuk Ph dan suhu relatif sama sekitar 20000 meter. Ini artinya bahwa tidak ada hubungan spatal jarak hidrologik sungai di atas 20000 meter, tetapi efek spatal untuk mutu air suhu jauh lebih kuat daripada Ph seperti hasilnya ditunjukkan nilaii Sill untuk Ph = 22.23 dan untuk suhu = 2592 pada Tabel 3 hal ini bisa jadi karena efek nugget secara umum untuk mutu air suhu jauh lebih besar daripada mutu air Ph.

Peta jaringan sungai Citarik pada Gambar 4 bahwa titik pengamatan No 37-38-36-35-34 -33-31-30-29-28-64 dalam satu aliran sungai. Matrik korelasi antara pengamatan tersebut dengan fungsi autokovarians untuk *suhu* dan *ph* dalam Persamaan (7), dan (8) Dalam peta tersebut titik pengamatan No 25--23-22-21-20=19-17-15 dalam satu aliran sungai, matriks korelasi untuk *suhu* dan *Ph* dinyatakan dalam Persamaan (9), dan (10).

Kolom pertama Persamaan (7) memperlihatkan korelasi spasial titik pengamatan atau Lokasi 37 dengan lokasi 38, 36,35, 34, 33, 31, 30,29, 28, dan 64. Pada Gambar 4 bahwa lokasi-lokasi tersebut berada dari hulu samapi hilir dengan nilai korelasi spasialnya semakin berkurang seperti dilihat pada Kolom ke-1 dari Persamaan (8) untuk suhu dan Ph. Demikian juga untuk Kolom ke-2, ke-3, dan seterusnya menunjukkan nilai korelasi spasial semakin kecil. Demikian juga halnya untuk Persamaan (9) dan (10) hasil hampir sama bahwa semakin jauh suatu lokasi dengan lokasi lain maka nilai korelasi spasial semakin kecil.

Dari hasil ini menunjukkan bahawa analisis spasial sungai Citarik secara umum mengikuti hokum Tobler I, yang berbunyi kurang lebih jarak-jarak lokasi semakin jauh, maka efek spasialnya semakin berkurang.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa fungsi autokovarians adalah linier relatif lebih kecil daripada fungsi-fungsi lainnya jika dilihat dari RMSPE. Artinya, fungsi autokovarians linier memiliki kapabilitas prediksi untuk Ph dan suhu daripada fungsi autokovarians lain, yang masing-masing nilainya adalah 0.62 dan 2.05. Hasil nilai RMSPE ini sesuai dengan hasil penelitian Garreta dkk (2010). Hasil prediksi akan lebih tepat jika banyak lokasi lebih dari 50 seperti yang dianjurkan oleh Ver Hoef dkk (2006) karena berdasarkan Gambar 5 dan 6 masing-masing memperlihatkan bahawa hasil prediksi Ph lebih asam dan suhu lebih panas.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mutu air sungai Citarik kalau dilihat dari indikator Ph dan suhu sudah di luar batas-batas kewajaran
2. Efek spasial sungai Citarik kurang lebih di bawah 20000 meter
3. Efek spasial sungai Citarik untuk titik lokasi yang berdekatan lebih kuat daripada lokasi yang lebih jauh
4. Fungsi autokovarians yang fit dengan mutu air sungai Citarik adalah linier
5. Hasil interpolasi atau prediksi jauh akan lebih tepat jika banyak titik lokasi lebih dari 25

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyaningsih dan Harsoyo, 2010. Distribusi Spasial Tingkat Pencemaran Air Das Citarum, 11, 1-9
- [2] Cressie, N.A.C 1993. *Statistics for Spatial data*, revised edition, John Wiley & Sons, Inc., New York
- [3] Cressie, Frey, B., Frey, B.H. dan Smith, M. 2006. Spatial prediction on a river network. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, 11, 127-150
- [4] Curriero, F.C. 2006. On the use of non-Euclidean distance measures in geostatistics. *Math. Geology*, 38, 907-925
- [5] Garreta, V., Moniestier, P, dan Ver Hoef, J.M. 2010. Spatial modelling and prediction on river network: up model, down model or hybrid?. *Environmetrics*, 21, 439-456

- [6] Issaks dan Sritavasta, 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press., Inc., New York
- [7] Li, Jie 2009. *Spatial Multivariate design in the plane and stream networks, Dissertation*, University of Iowa
- [8] Peterson, E.E. dan Ver Hoef J.M. 2010. A mixed model moving average approach to geostatistical modeling in stream network. *Ecology*, 91, 644-655
- [9] Ver Hoef, J.M. dan Peterson, E.E. 2010. A moving average approach for spatial statistical models of stream networks. *Journal of the American Statistical Association*, 105, 6-18
- [10] Ver Hoef, Peterson, E.E, dan Theobald, D. 2006. Spatial statistical models that use flow and stream distace. *Environ Ecol Stat.* 13, 449-464
- [11] Ver Hoef, Peterson, E.E., Clifford, D., dan Shah, R. 2014. SSN: An R package for spatial statistical modeling on stream networks. *Journal of Statistical Software*, 56, 1-45.

Lampiran

Pembuktian fungsi autokovarians dengan jarak hidrologik.

Diketahui $X(l, j)$ merupakan variable dengan titik j dengan jarak hidrologik l pada suatu jaringan sungai melalui persamaan sebagai berikut:

$$X(l, j) = \int_{-\infty}^l du g(u-l)W(u, V_j(u)),$$
 dalam hal ini $g(u-l)$ pada R^1 merupakan fungsi moving average dan W merupakan white noise dengan $E(W(\cdot))=0$, dan $Cov(W(u, j), W(u', j')) = \partial_{j,j} \delta(u-u')$. Dalam hal ini, $\partial_{j,j}$ dan $\delta(u-u')$ masing-masing menunjukkan fungsi kronecker dan fungsi dirac. Misalkan fungsi autokovariansnya adalah bentuk eksponensial.

$$\begin{aligned} Cov(r, r') &= Cov(X(l, i), X(l', i')) = \\ &E \left[\int_{-\infty}^l du g(u-l) W(u, V_i(u)) \int_{-\infty}^{l'} du' g(u'-l') W(u', V_i(u')) \right] \\ &= 2 \int_{-\infty}^l du \exp(u-l) \int_{-\infty}^{l'} du' \exp(u'-l') E[W(u, V_i(u)) W(u', V_i(u'))] \\ &= 2 \int_{-\infty}^l du \exp(u-l) \int_{-\infty}^{l'} du' \exp(u'-l') \delta_{V_i(u), V_i(u')} \delta(u-u') \\ &= 2 \int_{-\infty}^l du \exp(u-l) \exp(u-l') \delta_{V_i(u), V_i(u)} \\ cov(r, r') &= 2 \int_{-\infty}^l du \exp(u-l) \exp(u-l') = 2 \int_{-\infty}^0 dv \exp(v) \exp(v-(l'-l)) \\ &= \exp(-(l'-l)) 2 \int_{-\infty}^0 dv \exp(2v) = \exp(-(l'-l)) \\ &= \exp(-d_r(r, r')) \end{aligned}$$

Dalam hal ini $d_r(r, r') = l' - l$ menunjukkan jarak hidrologik, dan bernilai positif.

PENERAPAN METODE *ADVANCED MEASURED APPROACH* PADA DATA EKSTRIM DALAM MENANGGULANGI MODAL OPERASIONAL PERBANKAN INDONESIA

Achmad Zanbar Soleh¹ dan Lienda Noviyanti²

Program Studi Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran

¹a.zanbar.soleh@unpad.ac.id

²lienda@unpad.ac.id

Abstract. The establishment of the ASEAN Economic Community (AEC) in 2015 is a major milestone in the regional economic integration agenda in ASEAN. The Indonesian banking sector has the opportunity to win as well as lose out in the changing ASEAN environment. There are also using generale methods for estimate capital loss. Now bank must be use Advance Measured Approach (AMA) is a method for estimate capital loss base on loss distribution pattern. This method have a diffirent of Basic Indicator Approach (BIA) and Standardized Approach (SA) that base on total gross income. The Basel II committee defines Operational risk as the risk of loss resulting from inadequate or failed internal processes, people and systems or from external events. The bank must provide a number of capital to overcome the operational risk. Loss data for operational risk have a heavy-tail distribution which means that there are chances of extreme values to happen on operational risk. Identification of extreme data was using Block Maxima (BM) base on Generalized Extreme Value (GEV) distribution and Peak Over Threshold (POT) base on Generalized Pareto Distribution (GPD).

Keywords: *AMA, BM, POT, GEV, GPD.*

1. Pendahuluan

Bank merupakan badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk pinjaman dan atau bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak [3]. Dalam menjalankan tugas dan fungsinya, Bank dihadapkan pada delapan risiko kerugian yang harus dihadapi yaitu risiko kredit, pasar, likuiditas, operasional, hukum, reputasi, strategik, dan kepatuhan. Tiga risiko perbankan digunakan dalam perhitungan rasio kecukupan modal (CAR) suatu bank yaitu risiko kredit, operasional, dan pasar [3]. Risiko operasional merupakan salah satu jenis risiko yang sulit untuk diprediksi karena risiko ini jarang terjadi tetapi memberikan dampak kerugian yang berfluktuasi sehingga bank berpeluang mengalami kebangkrutan akibat dari kerugian yang disebabkan oleh risiko ini.

Risiko Operasional merupakan risiko akibat ketidakcukupan dan/atau tidak berfungsinya proses internal, kesalahan manusia, kegagalan sistem, dan kejadian kejadian eksternal yang mempengaruhi operasional Bank [1]. Salah satu kategori risiko operasional adalah fraud yakni kerugian akibat tindakan seperti penggelapan, ketidaksesuaian properti atau pelanggaran peraturan, hukum, atau kebijakan perusahaan yang melibatkan pihak intenal dan atau pihak eksternal [1]. Contoh dari risiko operasional kategori fraud adalah transaksi yang sengaja tidak dilaporkan, penyuaipan, pemalsuan cek, dan penggelapan dana debitur.

Permasalahan di atas dapat ditanggulangi bank dengan cara menyediakan sejumlah modal sesuai dengan kebutuhan untuk menutupi kerugian akibat tidak berfungsinya operasional internal dan eksternal perbankan seperti yang diharapkan. Apabila modal yang disediakan terlalu besar maka pengalokasian dana yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain sedangkan apabila modal yang disediakan kurang dari kebutuhan risiko operasional maka akan mengakibatkan kerugian besar yang dapat mengganggu neraca dan kesehatan perbankan.

Nilai ekstrim pada risiko operasional mengacu pada peristiwa yang berkarakteristik *low frequency/high impact* dengan fokus kepada perilaku dari ekor distribusi peluang. Pasar finansial menghasilkan suatu data deret waktu yang memiliki ekor distribusi lebih gemuk (*heavy tail*), sehingga kerugian ini tidak dapat dimodelkan dengan pendekatan distribusi normal sehingga peluang terjadinya nilai ekstrim pada risiko finansial akan lebih besar jika dibandingkan dengan distribusi normal [7].

2. Metode

Menurut Alexander [1], beban modal (*capital charge*) merupakan total modal yang harus disediakan Bank untuk menutupi kerugian yang tidak diharapkan selama jangka waktu tertentu. Bank Indonesia mewajibkan perbankan untuk menggunakan tiga metode dalam menghitung beban modal pada risiko operasional, yaitu *Basic Indicator Approach (BIA)*, *Standardized Approach (SA)*, dan *Advanced Measured Approach (AMA)*.

Data yang dilibatkan dalam metode BIA adalah total *gross income* yaitu pendapatan bunga bersih ditambah pendapatan bunga non-bersih positif selama tiga tahun terakhir. Perhitungan jumlah modal dengan menggunakan metode BIA diperoleh dengan menghitung jumlah rata-rata *gross income* selama tiga tahun terakhir dikalikan dengan *persentase* yang ditetapkan sebesar 15% [3].

Standardized Approach (SA) merupakan metode perhitungan beban modal risiko operasional yang diperkenalkan oleh Basel II. Metode SA membagi aktifitas Bank ke dalam delapan lini bisnis yaitu *corporate finance, trading and sales, retail banking, commercial banking, payment and settlement, agency services, asset management*, dan *retail brokerage*. Modal untuk masing-masing lini bisnis dihitung dengan cara mengalikan *gross income* dengan *factor beta* (berkisar 12%-18% untuk setiap lini bisnis). Kemudian hasil perhitungan modal untuk masing-masing lini bisnis dijumlahkan untuk mendapatkan total modal. Jumlah modal dihitung setiap tahun selama tiga tahun terakhir sehingga jumlah modal risiko operasional yang dibutuhkan adalah rata-rata dari data tiga tahun terakhir.

Metode AMA merupakan metode yang kompleks untuk diterapkan oleh bank dalam menghitung beban modal risiko operasional. Metode ini menggunakan pendekatan internal untuk mengukur risiko operasional [3]. Metode AMA melibatkan data eksisting dari kerugian operasional sehingga untuk mengestimasi besarnya modal maka bank harus memiliki database setiap kerugian akibat risiko operasional sekurang-kurangnya 2 tahun ke belakang. Salah satu metode AMA yang akan diterapkan dalam perhitungan risiko operasional adalah *Ekstrem Value Theory (EVT)*.

Ekstrem Value Theory merupakan pendekatan statistika untuk menganalisis data kerugian yang bersifat ekstrim dan jarang terjadi. Dua cara dalam mengidentifikasi data ekstrim adalah mengambil nilai-nilai maksimum dalam suatu blok periode yang dikenal dengan metode *Block Maxima* dan atau mengidentifikasi data ekstrim adalah dengan melihat nilai-nilai yang melampaui batas *threshold* yang dikenal dengan metode *Peak Over Threshold* ([4],[5],&[6]).

2.1 Metode *Block Maxima* (BM)

Tiga tahapan sebelum menentukan nilai *Value at Risk* (VaR) dari metode BM adalah seleksi data severitas ekstrim, menentukan distribusi peluang dari data severitas ekstrim, dan estimasi parameter $\xi_{xe}^{[BM]}$, $\mu_{xe}^{[BM]}$ dan $\sigma_{xe}^{[BM]}$ dari distribusi peluang data severitas ekstrim melalui *Maximum Likelihood Estimation* (MLE).

Tahap pertama adalah memilih data severitas ekstrim berdasarkan nilai tertinggi dari data severitas yang dikelompokkan berdasarkan periode waktu tertentu misalnya bulanan, triwulan, semester atau tahunan. Selanjutnya dipilih nilai severitas maksimum dari masing masing blok. Nilai maksimum ini akan dikelompokkan menjadi nilai severitas ekstrim.

Misalkan X merupakan variabel acak severitas maka misalkan pula $X_e^{[BM]}$ merupakan variabel acak severitas ekstrim. Nilai tertinggi atau maksimum variabel acak X dari setiap blok merupakan nilai nilai dari variabel acak $X_e^{[BM]}$ yang dikenal dengan nilai-nilai ekstrim. Misalkan X_1, X_2, \dots, X_{12} merupakan nilai severitas kerugian variabel acak X selama satu tahun yang dikelompokkan ke dalam empat kelompok (blok) maka terdapat empat nilai ekstrim yang secara berturut-turut dimisalkan adalah X_1, X_5, X_7 dan X_8 . Nilai tersebut selanjutnya merupakan nilai dari variabel acak $X_e^{[BM]}$.

Metode *Block Maxima* mengaplikasikan teorema *Fisher-Tippet-Gnedenko* dengan data ekstrim yang berdistribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) dengan parameter $\xi_{xe}^{[BM]}$, $\mu_{xe}^{[BM]}$ dan $\sigma_{xe}^{[BM]}$. Penaksir parameter distribusi GEV dengan pendekatan MLE (untuk $\xi \neq 0$) diperoleh dari solusi Persamaan (1), (2), dan (3) berikut ini.

1. Hasil turunan pertama dari fungsi likelihood untuk parameter $\mu_{xe}^{[BM]}$

$$\left(\frac{1+\xi_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right) \sum_{i=1}^{N_u} \left(1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right)\right)^{-1} - \frac{1}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \sum_{i=1}^{N_u} \left(1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right)\right)^{-\frac{1}{\xi_{xe}^{[BM]}-1}} = 0 \quad (1)$$

2. Hasil turunan pertama dari fungsi likelihood untuk parameter $\sigma_{xe}^{[BM]}$

$$-\frac{N_u}{\sigma_{xe}^{[BM]}} + \left(1 + \xi_{xe}^{[BM]}\right) \sum_{i=1}^{N_u} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right) \left(1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right)\right)^{-1} - \sum_{i=1}^{N_u} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right) \left(1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}}\right)\right)^{-\frac{1}{\xi_{xe}^{[BM]}-1}} = 0 \quad (2)$$

3. Hasil turunan pertama dari fungsi likelihood untuk parameter $\xi_{xe}^{[BM]}$

$$\begin{aligned}
& -\frac{1}{\xi_{xe}^{2[BM]}} \sum_{i=1}^{N_u} \ln \left\{ 1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) \right\} - \left(\frac{1}{\xi_{xe}^{[BM]}} + 1 \right) \sum_{i=1}^{N_u} \left(1 + \right. \\
& \left. \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) \right)^{-1} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) - \sum_{i=1}^{N_u} \left(1 + \right. \\
& \left. \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right)^{\frac{1}{\xi_{xe}^{[BM]}}} \right) \left[\frac{1}{\xi_{xe}^{2[BM]}} \sum_{i=1}^{N_u} \ln \left\{ 1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) \right\} - \right. \\
& \left. \frac{1}{\xi_{xe}^{[BM]}} \sum_{i=1}^{N_u} \frac{\left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right)}{1 + \xi_{xe}^{[BM]} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right)} \right] = 0
\end{aligned}
\tag{3}$$

Sedangkan persamaan untuk estimasi parameter distribusi GEV dengan pendekatan MLE untuk $\xi = 0$ adalah solusi dari Persamaan (4) dan (5) berikut ini.

1. Hasil turunan pertama dari fungsi likelihood untuk parameter $\mu_{xe}^{[BM]}$

$$\frac{N_u}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \left(\frac{1 + \xi_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) - \frac{1}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \sum_{i=1}^{N_u} \exp \left(-\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) = 0
\tag{4}$$

2. Hasil turunan pertama dari fungsi likelihood untuk parameter $\sigma_{xe}^{[BM]}$

$$-\frac{N_u}{\sigma_{xe}^{[BM]}} + \sum_{i=1}^{N_u} \left(\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{2[BM]}} \right) + \sum_{i=1}^{N_u} \left(-\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{2[BM]}} \right) \exp \left(-\frac{x_{ei}^{[BM]} - \mu_{xe}^{[BM]}}{\sigma_{xe}^{[BM]}} \right) = 0
\tag{5}$$

2.2 Metode Peak Over Threshold (POT)

Tiga tahapan metode *POT* yaitu seleksi severitas ekstrim, penentuan distribusi peluang dari data severitas ekstrim dan estimasi parameter $\xi_{xe}^{[POT]}$ dan $\sigma_{xe}^{[POT]}$ dari distribusi peluang data severitas ekstrim dengan pendekatan MLE.

Penentuan *threshold* sangat penting untuk dilakukan sebagai dasar untuk penyaringan data ekstrim. *Threshold* adalah nilai awal pada ekor sebaran yang memenuhi sebaran nilai ekstrim. Salah satu cara untuk menentukan nilai *threshold* adalah metode persentase. Chavez-Demoulin dalam [9] merekomendasikan untuk memilih *threshold* sebesar 10% dari keseluruhan data (N_u), hal ini berdasarkan analisis sensitivitas yang dilakukan dan diketahui bahwa apabila *threshold* tersebut digeser sedikit maka estimasi yang dihasilkan tidak akan terpengaruh oleh pergeseran tersebut ([4] dan [6]). Sedangkan Jaffarus ([8]) merekomendasikan untuk memilih *threshold* sebesar 25% dari keseluruhan data (N_u). Langkah-langkah menentukan *threshold* dengan cara persentase adalah sebagai berikut:

- Kalikan banyaknya data severitas (N) dengan 10% atau 25% untuk memperoleh banyaknya severitas ekstrim (N_u). Secara matematis dituliskan sebagai berikut :
 $N_u = N \times 0,1$ atau $N_u = N \times 0,25$
- Setelah diperoleh banyaknya data severitas ekstrim; X_e maka urutkan seluruh data severitas (X) yang akan di pergunakan untuk perhitungan OpVaR sebagai berikut $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq \dots \leq x_{(N_u-1)} \leq x_{(N_u)} \leq \dots \leq x_{(N)}$.

- Nilai *threshold* adalah nilai terkecil dari 10% atau 25% dari data; $x_{(N_u)}$ adalah $x_{(N_u-1)}$, nilai inilah yang kemudian dijadikan sebagai ukuran menentukan nilai dari variabel acak ekstrim; X_e .

Data yang melebihi nilai ambang atau *threshold* tersebut akan diidentifikasi sebagai nilai ekstrim dan mengikuti distribusi peluang *General Pareto Distribution (GPD)* dengan parameter $\xi_{xe}^{[POT]}$ dan $\sigma_{xe}^{[POT]}$. Estimasi parameter GPD dengan pendekatan MLE untuk $\xi \neq 0$ adalah solusi dari Persamaan (6) dan (7) berikut ini.

$$\hat{\xi}_{xe}^{[POT]} = \frac{\sum_i^{N_u} \ln\left(1 + \frac{\xi_{xe}^{[POT]} x_{ei}^{[POT]}}{\sigma_{xe}^{[POT]}}\right)}{\left(1 + \xi_{xe}^{[POT]}\right) \sum_i^{N_u} \frac{x_{ei}^{[POT]}}{\sigma_{xe}^{[POT]} + \xi_{xe}^{[POT]} x_{ei}^{[POT]}}} \quad (6)$$

$$\hat{\sigma}_{xe}^{[POT]} = \frac{\left(1 + \xi_{xe}^{[POT]}\right) \sum_{i=1}^{N_u} x_{ei}^{[POT]}}{N_u^2} \quad (7)$$

Sedangkan estimasi parameter GPD dengan pendekatan MLE untuk $\xi_{xe} = 0$ adalah sebagai berikut.

$$\hat{\sigma}_{xe}^{[POT]} = \frac{1}{N_u} \sum_{i=1}^{N_u} x_{ei}^{[POT]} \quad (8)$$

Solusi dari Persamaan (6), (7) dan (8) akan diselesaikan secara numerik metode *Newton Rhapson*.

2.3 Menentukan Nilai Value at Risk (VaR)

Pada risiko operasional, *Value at Risk (VaR)* disebut juga *Operational Value at Risk (OpVaR)*. *Value at Risk (VaR)* adalah besarnya kerugian yang dapat terjadi pada selang dan tingkat kepercayaan tertentu ([7]). OpVaR digunakan sebagai ukuran risiko terburuk pada suatu periode dan tingkatan tertentu. Adapun nilai OpVaR untuk metode BM didapatkan dengan menggunakan Persamaan (9) berikut ini.

$$OpVaR_{BM} = \mu_{xe} - \frac{\sigma_{xe}}{\xi_{xe}} \left[1 - (-\ln(1 - \alpha))^{-\xi_{xe}}\right]$$

(9)

sedangkan perhitungan OpVaR metode *Peak Over Threshold* didapatkan dengan menggunakan Persamaan (10) berikut ini.

$$OpVaR_{POT} = \begin{cases} u + \frac{\sigma_{xe}}{\xi_{xe}} \left[\frac{N}{LN_u} (1 - (1 - \alpha)^{-\xi_{xe}}) \right] - 1 & , \xi_{xe} \neq 0 \\ u + \sigma_{xe} \ln \left[\frac{N}{LN_u} (1 - (1 - \alpha)) \right] & , \xi_{xe} = 0 \end{cases} \quad (10)$$

2.4 Backtesting

Tahap selanjutnya adalah melakukan uji validasi atau *backtesting* untuk mengetahui seberapa cocok/sesuai metode BM atau POT tersebut dalam mengestimasi kerugian maksimal yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang. Apabila metode BM atau POT dikatakan valid untuk tingkat keberartian tertentu maka metode tersebut dapat digunakan untuk memproyeksi potensi kerugian operasional atau dengan kata lain nilai OpVaR yang digunakan telah dapat mengukur potensi kerugian pada seluruh nilai dari variabel acak severitas operasional perbankan; X .

2.5 Menentukan Besar Modal

Modal adalah sejumlah dana yang harus disediakan oleh bank untuk menutup kerugian operasional yang mungkin terjadi (*Unexpected Loss*). Perhitungan modal melibatkan OpVaR dan nilai ekspektasi dari variabel acak severitas operasional ekstrim; X_e (*Expected Loss*). Ekspektasi dari variabel acak severitas ekstrim; X_e merupakan nilai rata-rata severitas ekstrim. Menurut Jorion (dalam [10]), perhitungan besarnya modal yang harus dikeluarkan oleh bank dengan menggunakan metode *BM* adalah sebagai berikut.

$$M^{[BM]} = OpVaR^{[BM]} - E[X_e]^{[BM]} \quad (11)$$

dengan $OpVaR^{[BM]}$ merujuk pada Persamaan (9) dan $E[X_e]^{[BM]}$ sebagai berikut.

$$E[X_e]^{[BM]} = \mu_{xe}^{[BM]} + \sigma_{xe}^{[BM]} \frac{(T(1-\xi_{xe}^{[BM]}))^{-1} - 1}{\xi_{xe}^{[BM]}} \quad (12)$$

Sedangkan perhitungan besarnya modal yang harus dikeluarkan oleh bank dengan menggunakan metode *POT* adalah sebagai berikut.

$$M^{[POT]} = OpVaR^{[POT]} - E[X_e]^{[POT]} \quad (13)$$

dengan $OpVaR^{[POT]}$ merujuk pada Persamaan (10) dan $E[X_e]^{[POT]}$ sebagai berikut.

$$E[X_e]^{[POT]} = \frac{\xi_{xe}^{[POT]}}{1 - \sigma_{xe}^{[POT]}} \quad (14)$$

Estimasi modal dalam rentang waktu tertentu (T) adalah perkalian nilai OpVaR dengan akar dari $T \xi_{xe}$ dikurangi rata-rata data severitas ekstrimnya. Secara matematis dituliskan dalam Persamaan (15) berikut ini.

$$M_t = OpVaR \times \sqrt{T} - E[X_e] \quad (15)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Deskriptif data severitas kerugian operasional bulan April 2014 sampai dengan Agustus 2015 ditampilkan pada Tabel 1. Selain itu Tabel 1 juga menampilkan Deskripsi dari data severitas ekstrim dengan pendekatan *BM* dan *POT* dengan nilai *threshold* 25%.

Melalui Tabel 1 diketahui nilai rata-rata untuk ketiga kelompok data lebih besar dari nilai median artinya sebaran data risiko operasional kategori *fraud* memiliki distribusi *positif* yang berarti memiliki bentuk distribusi condong ke kanan. Selanjutnya *skewness* (*kemiringan data*) bernilai positif menunjukkan sebaran data memiliki kecenderungan condong kanan (*right skewness*). Sedangkan berdasarkan nilai kurtosis yang lebih besar dari 3 menunjukkan bahwa data risiko operasional kategori *fraud* memiliki distribusi yang berekor tebal (*heavy-tailed*) sehingga memungkinkan peluang terjadinya nilai ekstrim.

Tabel 1. Statistik data severitas risiko operasional kategori Fraud

Statistik	Data Eksisting	Data Ekstrim (BM)	Data ekstrim POT (25%)
Mean (Rp)	348.550.701	1.296.800.234	1.212.670.731
Median (Rp)	35.758.000	505.997.629	471.831.000
Simpangan Baku (Rp)	934.994.829	1.722.403.603	1.545.478.927
Kurtosis	19,58	3,25	4,10
Skewness	4,24	1,95	2,08
Minimum (Rp)	39.000	134.197.950	250.000.000
Maximum (Rp)	5.400.000.000	5.400.000.000	5.400.000.000
N	49	10	13

3.1 Metode *Block Maxima (BM)*

Langkah selanjutnya adalah seleksi severitas ekstrim dan penentuan distribusi peluang dari severitas ekstrim, serta estimasi parameter. Menentukan blok severitas ekstrim dilakukan dengan membagi data pengamatan ke dalam 10 blok data pengamatan dengan satuan waktu 3 bulan (triwulan) sehingga diperoleh 10 nilai ekstim.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai kurtosis yang lebih dari 3 yang menunjukkan distribusi nilai ekstrim severitas fraud untuk metode *BM* memiliki ekor distribusi yang tebal (*heavy-tailed*). Sesuai dengan teorema Fisher-Trippet [4], nilai-nilai maksimum dari suatu blok dapat didistribusikan dengan fungsi distribusi *GEV*. Hasil uji *kolmogrof-smirnov* diperoleh nilai p-value dari severitas ekstrim fraud *BM* sebesar 0.954507 dan untuk $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa nilai severitas ekstrim dengan menggunakan metode *block maxima* mengikuti distribusi *GEV* dengan nilai masing-masing dari penaksir parameternya (berdasarkan Persamaan (1), (2), dan (3)) adalah $\hat{\xi}_{x\alpha}^{[BM]} = 2,73263$, $\hat{\mu}_{x\alpha}^{[BM]} = 1.356.092.000$ dan $\hat{\sigma}_{x\alpha}^{[BM]} = 621.966.600$.

3.2 Metode *Peak Over Treshold (POT)*

Berbeda dengan metode *BM*, metode *POT* mengidentifikasi nilai severitas ekstrim dengan cara menentukan nilai *threshold*. Penentuan besarnya *threshold* didasarkan pada metode persentase dengan banyak data severitas ekstrim adalah 25% dari keseluruhan data. *Threshold* diperoleh bernilai Rp 195,334,891.00 dengan banyaknya nilai ekstrim sebanyak 13 pengamatan.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai kurtosis yang lebih dari 3 yang menunjukkan distribusi nilai ekstrim severitas fraud untuk metode *POT* memiliki ekor distribusi yang tebal (*heavy-tailed*) sehingga dapat menggunakan distribusi *GPD* ([4]). Hasil uji *kolmogrof-smirnov* diperoleh nilai p-value dari severitas ekstrim fraud *POT* sebesar 0.60769 dan untuk $\alpha=5\%$ dapat disimpulkan bahwa nilai severitas ekstrim dengan menggunakan metode *POT* mengikuti distribusi *GPD* dengan nilai penaksir parameter menggunakan MLE (Persamaan (6) dan (7)) adalah $\hat{\xi}_{x\alpha}^{[BM]} = 0,8632$ dan $\hat{\sigma}_{x\alpha}^{[BM]} = 312.933.000$.

3.3 Perhitungan *OpVaR*

Nilai *OpVaR* untuk pendekatan metode *BM* dan *POT* ditampilkan pada Tabel 2. Dengan menggunakan Persamaan (9) dan (10) nilai *OpVaR* dihitung dengan memilih $\alpha=95\%$, 96% , 97% , 98% , 99% , dan $99,9\%$. Hal ini bertujuan untuk melihat sensitivitas perubahan nilai α terhadap nilai *OpVaR* yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa metode *POT* menghasilkan nilai *OpVaR* yang lebih kecil jika dibandingkan dengan metode *BM* untuk setiap nilai α . Tingkat kepercayaan yang dipilih akan sangat mempengaruhi nilai *OpVaR* yang dihasilkan. Semakin besar tingkat kepercayaan yang digunakan maka semakin besar pula nilai *OpVaR* yang didapatkan.

Tabel 2. Perhitungan Nilai *OpVaR* untuk Severitas Risiko Operasional berdasarkan metode *BM* dan *POT*

Confidence Level (%)	Metode <i>BM</i> (Rp)	Metode <i>POT</i> (Rp)
95	2.973.898.244	1.525.881.630
96	5.176.097.310	1.894.134.353
97	10.647.689.896	2.485.476.057
98	39.369.168.033	3.608.141.584
99	169.291.913.280	6.713.819.524
99,9	210.647.689.896	49.552.253.497

Setelah mendapatkan nilai OpVaR, maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji validasi atau *backtesting* yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Uji Kecocokan model BM dan POT

Confidence Level (%)	Metode	LR	Kesimpulan
95	BM	0,7181	Karena nilai LR lebih kecil dari $\chi^2_{(\alpha,1)}$ maka metode BM dapat diterapkan oleh pihak Perbankan dalam mengestimasi risiko operasional kategori Fraud
96		0,5715	
97		0,4264	
98		0,2828	
99		0,1407	
99,9		0,0140	
95	POT	0,7181	Karena nilai LR lebih kecil dari $\chi^2_{(\alpha,1)}$ maka metode POT dapat diterapkan oleh pihak Perbankan dalam mengestimasi risiko operasional kategori Fraud.
96		0,5715	
97		0,4264	
98		0,2828	
99		0,1407	
99,9		0,0140	

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa kedua metode baik BM maupun POT cocok digunakan oleh Bank dalam mengestimasi risiko operasional jenis kategori fraud.

3.4 Estimasi Modal

Modal yang seharusnya digunakan oleh bank adalah modal yang dapat mencerminkan kondisi yang sebenarnya dari kerugian risiko operasional. Dengan menggunakan Persamaan (11) dan Persamaan (13) diperoleh besarnya modal yang harus disediakan oleh bank untuk periode harian dan bulanan (asumsi 22 hari kerja per bulan) berdasarkan nilai α yang berubah-ubah dan selengkapnya ditampilkan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh besarnya modal harian dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan metode BM dan POT secara berturut turut adalah sebesar Rp 318.066.646,01 dan Rp (762,187,228.56). Besarnya modal menggunakan metode POT pada tingkat kepercayaan 95% menghasilkan nilai estimasi negatif artinya bank tidak perlu menyediakan modal harian.

Sedangkan besarnya modal yang didapatkan menggunakan metode BM dan POT dengan tingkat kepercayaan 98% diperoleh nilai estimasi modal secara berturut-turut adalah Rp 26.901.986.926,20 dan Rp 1,320,072,725.44. Hasil estimasi modal dengan pendekatan BM menggunakan tingkat kepercayaan 98% melonjak sangat tinggi dibandingkan menggunakan tingkat kepercayaan 95%. Sedangkan peningkatan estimasi modal pada pendekatan POT tidak melonjak tajam seperti pendekatan BM saat perubahan nilai tingkat kepercayaan. Artinya terdapat selisih yang sangat besar untuk kedua metode dalam mengestimasi besar modal Bank.

Tabel 4. Estimasi Modal yang harus disiapkan oleh Bank dalam

menanggulangi risiko Operasional kategori Fraud berdasarkan BM dan POT

Confidence Level (%)	Metode	Estimasi Modal Harian (Rp)	Estimasi Modal bulanan (Rp)
95	Metode BM	318.066.646,01	11.292.987.595,18
96		2.520.265.712,03	21.622.216.800,72
97		7.991.858.298,01	47.286.260.897,33
98		26.901.986.926,20	135.982.626.235,26
99		166.636.081.681,71	791.393.626.461,16
99,9		207.991.858.298,01	985.369.412.862,02
95	Metode POT (25%)	(762.187.228,56)	4.868.950.386,41
96		(393.934.505,56)	6.596.208.761,97
97		197.407.198,44	9.369.847.209,85
98		1.321.411.964,44	14.641.896.878,41
99		4.425.750.665,44	29.202.536.045,42
99,9		47.264.184.638,44	230.132.601.878,53

4. Kesimpulan

Bank sebaiknya menggunakan pendekatan POT dalam mengestimasi besarnya modal harian atau bulanan akibat kerugian risiko operasional karena perubahan nilai kepercayaan tidak menghasilkan lonjakan estimasi besar modal yang sangat tinggi. Selanjutnya Bank dapat memilih nilai tingkat kepercayaan sesuai dengan kemampuan Bank dalam menyiapkan dana untuk menanggulangi kerugian operasional akibat kejadian fraud. Dengan demikian bank dapat menerapkan metode AMA yang ditetapkan Basel II pada setiap laporan keuangannya pada Bank Indonesia dan OJK.

Daftar Pustaka

- [1] Alexander, Carol.(editor), (2003), *Operational Risk*, Prentice Hall.
- [2] Bank Indonesia. (2009). *PBI Nomor 11/25/PBI/2009 Perubahan atas Peraturan Bank Indonesia No. 5/8/PBI/2003 Tentang Penerapan Risiko bagi Bank Umum*.
- [3] Basel Commite On Banking Supervision. (2011). *International convergence of capital measurement and capital standards*.
- [4] Coles, Stuart, (2001), *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*, Springer.
- [5] Cruz, Marceleo G.,(2002), *Modelling, Measuring and Hedging Operational Risk*, John Wiley & Sons, Ltd.,England.
- [6] D.Reiss, R. (2007), *Statistical Analysis of Extreme Values*, Third Edition, Birkhauser Verlag AG, Switzerland.
- [7] Djuraidah, A. (2011). Analisis Risiko Operasional Bank XXX dengan Metode Teori Nilai Ekstrim. *Jurnal Statistika*, Vol.11, No. 2: 115-126.
- [8] Jafarus, Setiawan dan Stutikno, (2012). Pengukuran Risiko pada Klaim Asuransi "X" dengan menggunakan metode Generaized ekstrim Value (GEV) dan Generalized Pareto Distribution (GPD),*Jurnal Sains Dan Seni ITS*Vol. 1, No. 1.
- [9] Jockovic, Jelena, (2012). Quantile Estimation for The Generalized Pareto Distribution with Application to Finance. *Yugoslav Journal of Operations Resarch*, 2977-311.
- [10] Muslich, M. (2007). *Manajemen Risiko Operasional*. Jakarta : Bumi Aksara.

EFEK MODERASI PADA PEMODELAN STRUKTURAL (Studi Kasus: Kinerja Dosen dan Karyawan Universitas Nusantara PGRI Kediri)

Amin Tohari

Fakultas Ekonomi Universitas Nusantara PGRI Kediri
e-mail: amin.tohari@unpkediri.ac.id

Abstract. Frequently social and management research faced by the situation that there is more than one dependent variable that must be connected each other to an unknown degree of relationship, so that the appropriate analysis method is needed in dealing with complex issues that multivariate analysis using Structural Equation Modeling (SEM). In its development, SEM enable an association between an exogenous variables to endogenous variables influenced by the other latent variables. The influence of a latent variables that effect the relationship between a latent variable exogenous and endogenous latent variable called Moderated Structural Equation Modeling (MSEM). The study was conducted to know whether the individual personality can moderate the effect of job stress to performance or not by using software Amos 21. The analysis result showed that the statistically significant effect of job stress to performance and individual personality can not moderate job stress to performance.

Keywords: *Moderation Effects, Structural Modeling, Job Stress, Individual Personality and Performance*

1. Pendahuluan

Dalam penelitian, ada banyak variabel yang diamati saling berpengaruh, sehingga analisis secara univariate tidak bisa dilakukan, karena harus memperhitungkan pengaruh variabel satu terhadap variabel yang lain. Menghadapi permasalahan seperti ini maka penyelesaiannya adalah menggunakan pendekatan analisis multivariat.

Kenyataannya, seringkali dalam penelitian sosial dan manajemen dihadapkan pada situasi bahwa variabel yang digunakan berbentuk laten atau konstruk yang dibangun dari beberapa variabel manifes atau indikator, sehingga diperlukan metode analisis multivariate yang mengakomodir hubungan antar variabel laten yaitu *structural equation modeling* (SEM). Variabel observasi atau juga disebut *manifest variable* adalah variabel yang datanya harus dicari melalui penelitian lapangan misalnya melalui instrumen-instrumen survey [1]. Variabel observasi digunakan sebagai indikator dari *latent constructs* atau variabel laten.

Pada hakekatnya pengembangan model dalam SEM adalah pencarian atau pengembangan sebuah model yang mempunyai justifikasi teoritis yang kuat, sehingga kajian teori yang mendalam untuk mendapatkan sebuah justifikasi teoritis untuk model yang akan diuji adalah syarat mutlak dalam SEM [2]. Lebih lanjut Ghozali [3] mengungkapkan bahwa SEM merupakan gabungan dari analisis faktor dan analisis jalur (*path analysis*) menjadi satu metode statistika yang komprehensif.

Dalam contoh-contoh SEM (*Structural Equation Modeling*) model hanya memiliki hubungan langsung ataupun tidak langsung. Namun dikembangkan lagi suatu pendekatan yang memungkinkan hubungan antara suatu variabel independen terhadap variabel dependen yang dipengaruhi oleh variabel laten lainnya. Pengaruh suatu variabel laten yang berpengaruh terhadap hubungan antara suatu variabel laten

independen dan variabel laten dependen disebut *Moderated Structural Equation Modeling*.

Variabel moderasi menurut Sekaran [4] adalah variabel yang mempunyai ketergantungan (*contingent effect*) yang kuat dengan hubungan variabel terikat (endogen) dan variabel bebas (eksogen). Tujuan adanya variabel moderating yaitu mempengaruhi atau mengubah hubungan awal antara variabel bebas (eksogen) dan variabel terikat (endogen).

Pengertian dan Konsep Dasar *Structural Equation Model (SEM)*

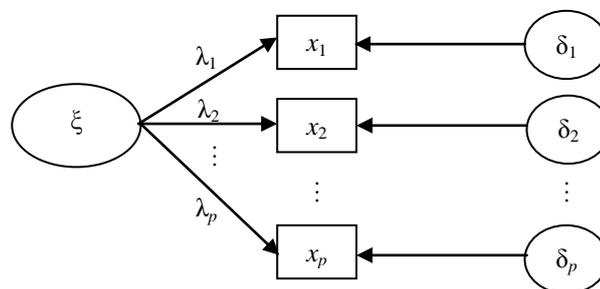
Dalam pemodelan menggunakan *Structural Equation Modelling (SEM)* terdapat beberapa bagian yang saling berhubungan dalam membentuk model [5].

- Konstruk laten, yaitu konsep yang tidak secara langsung dapat didefinisikan, tetapi diukur berdasarkan indikator.
- Variabel *manifest*, yaitu indikator-indikator untuk mengukur variabel laten.
- Variabel eksogen, yaitu variabel yang memberikan efek pada variabel lainnya.
- Variabel endogen, yaitu efek dari variabel eksogen.
- Diagram Jalur, yaitu diagram yang menggambarkan hubungan kausal antar variabel.

Pada metode SEM dilakukan pengujian model struktural dan model pengukuran secara bersama-sama. Pengujian model struktural merupakan pengujian hubungan antara konstruk (variabel laten yang tidak dapat diukur secara langsung dan memerlukan beberapa indikator dalam pengukurannya) yang meliputi independen dan dependen, sedangkan pengujian model pengukuran merupakan pengujian hubungan antara indikator dengan konstruk.

Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Confirmatory Factor Analysis (CFA) merupakan metode yang digunakan untuk menguji *measurement model* yang menggambarkan hubungan antara variabel laten dengan indikator-indikatornya [2]. Pada *measurement model* dilakukan pengujian model yang terdiri dari satu variabel laten dengan p indikator yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Measurement Model*

Secara matematis Gambar 1 dijelaskan dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} x_1 &= \lambda_1 \xi + \delta_1 \\ x_2 &= \lambda_2 \xi + \delta_2 \\ &\vdots \\ x_p &= \lambda_p \xi + \delta_p \end{aligned}$$

Persamaan-persamaan tersebut dapat dinotasikan dalam bentuk matriks yang ditunjukkan pada persamaan 1.

$$\mathbf{X} = \mathbf{\Lambda}_x \xi + \delta \quad (1)$$

dengan :

- \mathbf{X} = matriks variabel indikator
- Λ_x = matriks lambda (*loading* faktor)
- ξ = matriks variabel laten
- δ = *error*

CFA bertujuan untuk mengkonfirmasi teori yang telah ada dalam mengukur keakuratan parameter. Signifikansi indikator-indikator dalam mengukur variabel laten dapat diketahui dengan menggunakan statistik uji t. Statistik uji t digunakan karena *loading factor* (λ_i) dalam CFA menggunakan *standardized estimate* dimana memiliki kedudukan yang sama dengan besaran regresi [2].

$H_0 : \lambda_i = 0$ (*loading* faktor tidak signifikan dalam mengukur variabel laten)

$H_1 : \lambda_i \neq 0$ (*loading* faktor signifikan dalam mengukur variabel laten)

dimana $i = 1, 2, \dots, p$ variabel indikator

Statistik uji t dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$t = \frac{\hat{\lambda}_i}{S(\hat{\lambda}_i)} \quad (2)$$

dimana

$\hat{\lambda}_i$ = taksiran parameter hubungan kausal

$$S(\hat{\lambda}_i) = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}$$

$\hat{\sigma}^2$ = varian dari variabel pengamatan X

X_i = nilai pengamatan X

\bar{X} = rata-rata nilai pengamatan X

Bila $t < t_{(\alpha, df)}$ atau P-value lebih besar dari α maka gagal tolak H_0 dan λ_i tidak signifikan dalam mengukur dimensi variabel laten sehingga dikatakan tidak terbentuk unidimensionalitas [2]. Reliabilitas variabel laten dapat diketahui dengan menghitung nilai *construct reliability* (ρ_c) yang ditunjukkan dalam persamaan 3.

$$\rho_c = \frac{\left(\sum_{i=1}^p \lambda_i \right)^2}{\left[\left(\sum_{i=1}^p \lambda_i \right)^2 + \left(\sum_{i=1}^p \delta_i \right)^2 \right]} \quad (3)$$

dimana

ρ_c = *construct reliability*

λ = *loading factor* indikator

δ = *error* indikator

p = banyaknya indikator variabel laten

Variabel laten dikatakan reliabel jika nilai *Construct Reliability* yang dihasilkan lebih besar dari 0,7 [6].

Persamaan Matematis *Structural Equation Modelling* (SEM)

Model lengkap (*hybrid*) dalam *Structural Equation Modeling* diberikan oleh persamaan sebagai berikut [5]:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{B}) \boldsymbol{\eta} = \boldsymbol{\Gamma} \boldsymbol{\zeta} + \boldsymbol{\zeta} \quad (4)$$

keterangan:

- \mathbf{I} = Matriks identitas $m \times m$
- \mathbf{B} = Matriks koefisien variabel laten endogen $m \times m$
- $\mathbf{\Gamma}$ = Matriks koefisien variabel laten eksogen $m \times n$
- $\boldsymbol{\eta}$ = Vektor kolom variabel laten endogen m
- $\boldsymbol{\xi}$ = Vektor kolom variabel laten eksogen m
- $\boldsymbol{\zeta}$ = Vektor *error* model m

Selanjutnya untuk model pengukuran diberikan oleh persamaan sebagai berikut.

$$\mathbf{Y} = \Lambda_y \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (5)$$

$$\mathbf{X} = \Lambda_x \boldsymbol{\xi} + \boldsymbol{\delta} \quad (6)$$

dimana model persamaan (5) berkaitan dengan model pengukuran variabel laten endogen, sedangkan persamaan (6) adalah model pengukuran variabel laten eksogen. Sehingga jika $\Lambda_y = \mathbf{I}_m$; $\Lambda_x = \mathbf{I}_n$ dan $\boldsymbol{\Theta}\boldsymbol{\delta} = \boldsymbol{\Theta}\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{0}$ maka model tereduksi kedalam model klasik ekonometrika yang merupakan model regresi linear sebagai berikut :

$$(\mathbf{I} - \mathbf{B}) \mathbf{Y} = \mathbf{\Gamma}\mathbf{X} + \boldsymbol{\zeta} \quad (7)$$

Keseuaian Model SEM

Indikator kesesuaian model SEM dapat dilihat dari beberapa ukuran diantaranya *Chi-Square Statistic*, *Goodness of Fit Indices (GFI)*, *Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)*, *Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)*, dan *Comparative Fit Index (CFI)* [6].

Nilai kritis yang direkomendasikan untuk indikator-indikator kesesuaian model dapat ditunjukkan pada tabel 1 [7].

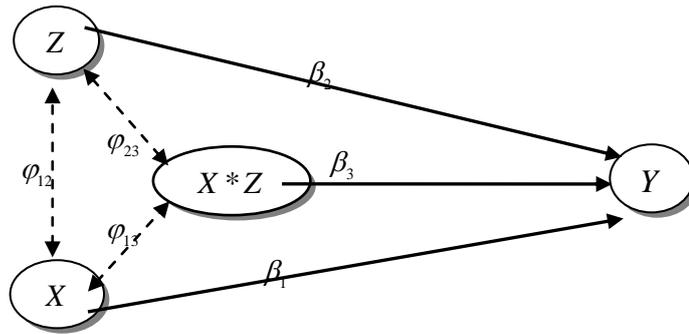
Tabel 1 Nilai Kritis Indikator Kesesuaian Model

Indikator Kesesuaian Model	Model Fit	Model Dapat Diterima
<i>Chi-square</i>	$0 \leq \chi^2 \leq 2df$	$2df < \chi^2 \leq 3df$
P-value	$0,05 < \text{P-value} \leq 1,00$	$0,01 \leq \text{P-value} \leq 0,05$
GFI	$0,95 \leq \text{GFI} \leq 1,00$	$0,90 \leq \text{GFI} < 0,95$
AGFI	$0,90 \leq \text{AGFI} \leq 1,00$	$0,85 \leq \text{AGFI} < 0,90$
RMSEA	$0 \leq \text{RMSEA} \leq 0,05$	$0,05 < \text{RMSEA} \leq 0,08$
CFI	$0,97 \leq \text{CFI} \leq 1,00$	$0,95 \leq \text{CFI} < 0,97$
TLI	$0,97 \leq \text{TLI} \leq 1,00$	$0,95 \leq \text{CFI} < 0,97$

Moderating Structural Equation Modeling (MSEM)

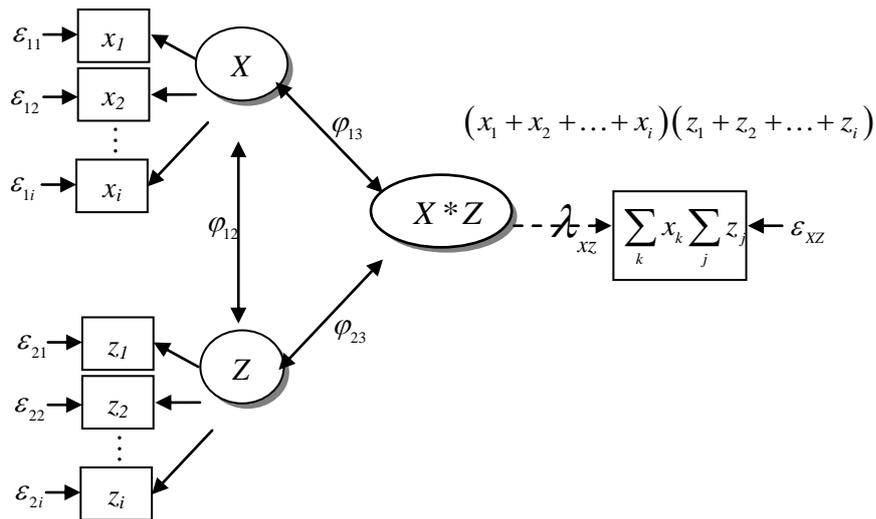
Pada MSEM (*Moderating Structural Equation Modeling*) terdapat ketergantungan hubungan yang kuat antara variabel eksogen dalam mempengaruhi variabel endogen. Dalam hal ini efek *moderating* dapat dikatakan sebagai interaksi antara variabel eksogen [8].

Efek moderating yang dapat memperkuat hubungan antara variabel eksogen terhadap variabel endogen diilustrasikan pada Gambar 2 [9].



Gambar 2. Moderating Structural Equation Modeling

Sementara, interaksi antara variabel eksogen ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut.

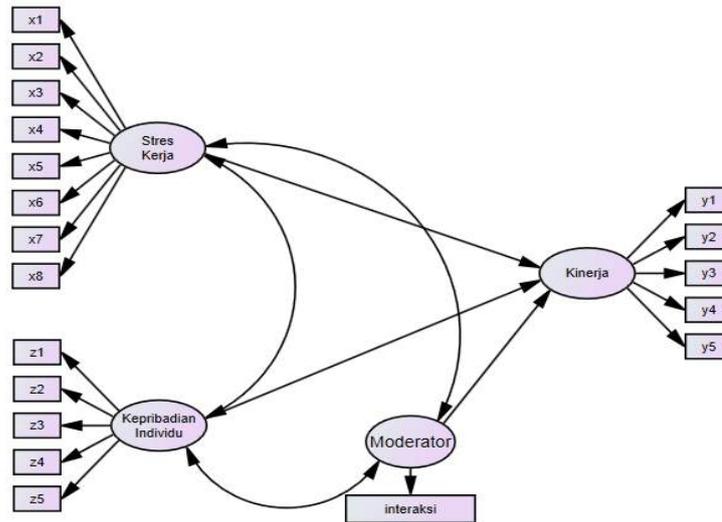


Gambar 3. Interaksi Variabel Eksogen Pada MSEM

2. Metode

Metode dan tahapan analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan model berbasis teori untuk merancang model struktural (hubungan antar variabel laten) dan model pengukuran (hubungan variabel laten dengan indikatornya).
- b. Membuat diagram jalur (*path diagram*) yang menjelaskan pola hubungan antara variabel laten eksogen dengan variabel laten endogen serta variabel laten dengan indikatornya, seperti berikut.



Gambar 4. Diagram Jalur (*Path Diagram*) MSEM.

Dari model pada gambar 4 diatas, maka hipotesis yang diajukan dalam makalah ini adalah sebagai berikut :

- H₁ : Stres Kerja berpengaruh signifikan terhadap kinerja.
- H₂ : Kepribadian Individu berpengaruh signifikan terhadap kinerja.
- H₃ : Kepribadian Individu merupakan variable moderating pengaruh stress kerja terhadap kinerja

- c. Mengkonversi diagram jalur ke sistem persamaan *measurement* dan *structural*
- d. Menilai Kriteria *Goodness of Fit*
- e. Mengestimasi parameter β (estimasi koefisien jalur), λ (estimasi *loading factor*)
- f. Menguji hipotesis
- g. Interpretasi hasil
Menginterpretasi hasil-hasil pengujian yang telah dilakukan dan membuat kesimpulan akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

Confirmatory Factor Analysis (CFA)

Analisis konfirmatori atau sering disebut dengan *Confirmatory Factor Analysis (CFA)* digunakan untuk menguji validitas suatu konstruk teoritis. Variabel laten yang digunakan dalam penelitian dibentuk berdasarkan konsep teoritis dengan beberapa indikator atau *manifest* atau dapat dikatakan apakah indikator-indikator tersebut merupakan indikator yang valid dan reliabel sebagai pengukur konstruk laten. Berdasarkan hasil analisis diketahui indikator-indikator pada variabel laten stres kerja, kepribadian individu dan kinerja dinyatakan valid karena memiliki *loading factor* (λ) lebih besar 0.5. Masing-masing variabel laten juga dinyatakan reliabel, karena memiliki nilai *construct reliability* lebih besar dari 0.7, dimana nilai *construct reliability* untuk variabel stress kerja adalah sebesar 0.814, nilai *construct reliability* untuk variabel kepribadian individu adalah sebesar 0.735 dan nilai *construct reliability* untuk variabel kinerja adalah sebesar 0.830.

Analisis SEM Moderating

Tahap pertama yang harus dilakukan adalah menganalisis pengaruh antara stres kerja dan kepribadian individu terhadap kinerja. Hasil dari SEM dengan menggunakan

Amos 21.0 menghasilkan estimasi λ dan θ pada variabel stres kerja dan kepribadian individu seperti dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2 Error Variance dan Loading Factor

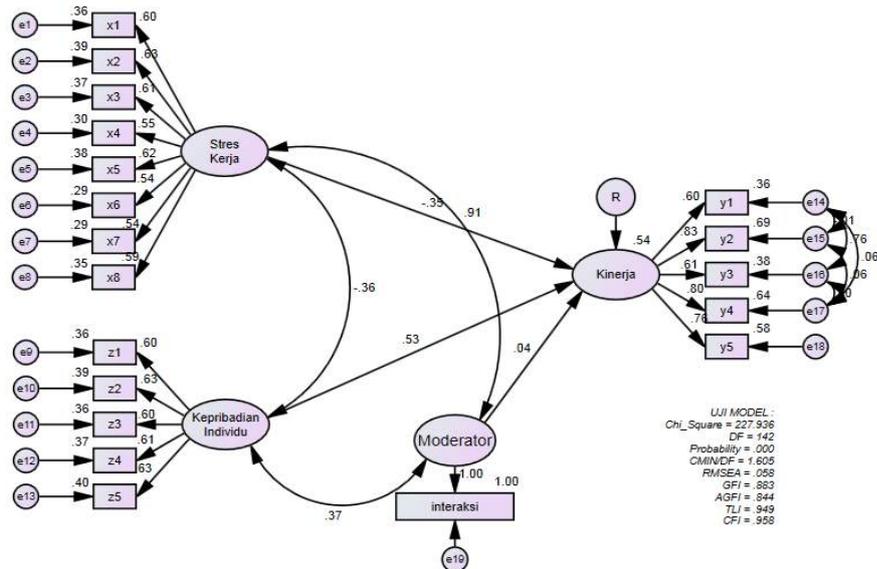
Indikator	Stres Kerja		Indikator	Kepribadian Individu	
	θ (error variance)	λ (loading factor)		θ (error variance)	λ (loading factor)
x1	0.186	0.599	z1	0.165	0.556
x2	0.198	0.651	z2	0.183	0.536
x3	0.193	0.592	z3	0.122	0.712
x4	0.133	0.574	z4	0.145	0.648
x5	0.217	0.579	z5	0.155	0.613
x6	0.112	0.549		0.770	3.065
x7	0.142	0.564			
x8	0.186	0.563			
	1.367	4.671			

Untuk mendapatkan λ interaksi yang merupakan *loading factor* dari variabel laten ineteraksi dan *error variance* dari indikator variabel laten interaksi dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\text{moderating}} &= (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_8)(\lambda_9 + \lambda_{10} + \dots + \lambda_{13}) \\
 &= (4.671)(3.065) \\
 &= 14.317 \\
 \theta &= (\lambda_{x_1} + \lambda_{x_2} + \dots + \lambda_{x_8})^2 \text{VAR}(\text{stres kerja})(\theta_{z_1} + \theta_{z_2} + \dots + \theta_{z_5}) \\
 &\quad + (\lambda_{z_1} + \lambda_{z_2} + \dots + \lambda_{z_5})^2 \text{VAR}(\text{kepribadian individu})(\theta_{x_1} + \theta_{x_2} + \dots + \theta_{x_8}) \\
 &\quad + (\theta_{x_1} + \theta_{x_2} + \dots + \theta_{x_8})(\theta_{z_1} + \theta_{z_2} + \dots + \theta_{z_5}) \\
 &= (21.818)(0.086)(0.770) + (9.394)(0.093)(1.367) + (1.367)(0.770) \\
 &= 1.445 + 1.194 + 1.053 \\
 &= 3.692
 \end{aligned}$$

Setelah λ moderating dan θ moderating diperoleh dari tahap pertama, maka nilai λ moderating sebesar 14.317 dan θ moderating sebesar 3.692 dimasukkan pada tahap ke dua. Sebelum masuk dalam analisis SEM lebih lanjut model harus memenuhi asumsi *normal multivariate* dan tidak ada *outlier*.

Hasil akhir *moderating structural equation modeling* (MSEM) adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil Analisis MSEM

Berikut adalah hasil pengujian *goodness of fit* pada MSEM:

Tabel 3 Pengujian *Goodness Of Fit* MSEM

<i>Goodness Of Fit Index</i>	<i>Cut-off Value</i>	Hasil Model	Keterangan
Chi-Square	176.294	227.939	Tidak Baik
Probability Chi-Square	≥ 0.05	0,000	Tidak Baik
Cmin/DF	≤ 2.00	1.605	Baik
RMSEA	≤ 0.08	0.058	Baik
GFI	≥ 0.90	0.883	Marginal
AGFI	≥ 0.90	0.844	Marginal
CFI	≥ 0.95	0.958	Baik
TLI	≥ 0.95	0.949	Baik

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa sebagian besar kriteria *goodness of fit* sudah baik dan marginal, sehingga model sudah dapat diterima dan dapat dilakukan pengujian hipotesis.

Pengujian Hipotesis

Berikut adalah *standardized regression weight* model persamaan struktural sebagai hasil pengujian:

Tabel 4 *Standardized Regression Weight Structural Model*

Kausalitas		<i>Standardized Estimate</i>	S.E.	C.R.	P
Kinerja	<--- Stres_Kerja	-0.349	0.105	-5.059	0.000
Kinerja	<--- Kepribadian_Individu	0.535	0.129	6.211	0.000
Kinerja	<--- Moderator	0.043	0.011	0.572	0.568

Berdasarkan dalam tabel 4 di atas maka dapat dilakukan pengujian hipotesis sebagai berikut:

a. Stres Kerja terhadap kinerja

$H_0 : \beta_1 = 0$, stress kerja tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ stress kerja berpengaruh signifikan terhadap kinerja

Hasil penelitian menunjukkan $\beta_1 = -0.349$ dengan p-value = 0,000 (tolak H_0), hal ini berarti stress kerja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja. Koefisien *path* yang negative menunjukkan bahwa semakin tinggi stress kerja maka Kinerja akan semakin menurun.

b. Kepribadian Individu

$H_0 : \beta_2 = 0$, kepribadian individu tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja

$H_1 : \beta_2 \neq 0$, kepribadian individu berpengaruh signifikan terhadap kinerja

Hasil penelitian menunjukkan $\beta_2 = 0.535$ dengan p-value = 0,000 (tolak H_0), hal ini berarti kepribadian individu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja. Koefisien *path* yang positif menunjukkan bahwa semakin baik kepribadian maka Kinerja akan semakin meningkat.

c. Variabel moderating (interaksi stress kerja dan kepribadian individu) terhadap kinerja

$H_0 : \beta_3 = 0$, variabel moderator tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja

$H_1 : \beta_3 \neq 0$, variabel moderator berpengaruh signifikan terhadap kinerja

Hasil penelitian menunjukkan $\beta_3 = 0.043$ dengan p-value = 0,568 (gagal tolak H_0), hal ini berarti variabel moderator tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja atau dapat dikatakan bahwa kepribadian individu tidak dapat menjadi variabel moderator dari pengaruh antara stress kerja terhadap kinerja.

4. Kesimpulan

Moderating Structural Equation Model dapat diterapkan pada kasus faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dosen dan karyawan di Universitas Nusantara PGRI Kediri, dan diperoleh hasil (1) stress kerja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja. Koefisien *path* yang negative menunjukkan bahwa semakin tinggi stress kerja maka kinerja dosen dan karyawan akan semakin menurun, (2) kepribadian individu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja. Koefisien *path* yang positif menunjukkan bahwa semakin baik kepribadian maka kinerja akan semakin meningkat, dan (3) variabel moderator tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja atau dapat dikatakan bahwa kepribadian individu tidak dapat menjadi variabel moderator dari pengaruh antara stress kerja terhadap kinerja.

Daftar Pustaka

- [1] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson, R. E. (2010). *Multivariate Data Analysis*: Pearson Prantice Hall, London
- [2] Ferdinand, A. (2005). *Structural Equation Modeling dalam Penelitian Manajemen*. Badan Penerbit-Undip, Semarang
- [3] Ghazali, I. (2013). *Model Persamaan Struktural Konsep dan Aplikasi dengan Program Amos 21.0*. Badan Penerbit Undip, Semarang
- [4] Sekaran, U. (2003). *Research Methods For Business*. John Wiley & Sons, Inc. USA
- [5] Ullman, J. B. (2006). Structural Equation Modeling: Reviewing the Basics and Moving Forward, *Journal of Personality Assesment*; **87**; 35-50

- [6] Ghozali, I. and Fuad. (2012). *Structural Equation Modeling: Teori, Konsep, dan Aplikasi Dengan Program Lisrel 8.80*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
- [7] Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. and Müller, H. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures, *Methods of Psychological Research Online*; **8**; 23-74
- [8] Ping, R. A. (1996). Latent Variable Interaction and Quadratic Effect Estimation: A Two-Step Technique Using Structural Equation Analysis, *Psychological Bulletin*; **119**; 166-175
- [9] Steinmetz, H., Davidov, E. and Schmidt, P. (2011). Three Approaches to Estimate Latent Interaction Effects: Intention and Perceived Behavioral Control in the Theory of Planned Behavior, *Methodological Innovations Online*; **6**

LISA DALAM MENGANALISA PENYEBARAN PEMINAT PRODI MATEMATIKA FMIPA UNM JALUR SNMPTN 2015

Aswi¹, Sukarna², dan Muhammad Abdy³

¹Program Studi Statistika FMIPA UNM
e-mail: aswikarne@yahoo.com

²Program Studi Matematika FMIPA UNM
e-mail: sukarna@unm.ac.id

³Program Studi Statistika FMIPA UNM
e-mail: muhammad.abdy@unm.ac.id

Abstract. In general, the selection of paths used to be able to go to college there are three (3) lines, namely SNMPTN (National Selection), SBMPTN (Joint Selection Entrance by Testing), and Independent. Many enthusiasts of graduate SMA/SMK/MA what want to get into courses or majors PTN, but there are still too few majors or courses in Universities enthusiasts what, for various reasons. Some of these reasons is the lack of popularity of the course, many enthusiasts to study program(SP) paforit, and less about him enthusiasts SP would be selected. All of this could be over through direct or indirect promotion. Therefore, researchers wanted to map the condition of interest in the study of mathematics program through SNMPTN 2015. Hopefully with the maps and data results from this study it would be easier for the leadership of the study program, the head of department, head of faculty, or university leaders to devise ways, techniques, methods, and promote the study of mathematics in the future. There is a science that allows to study this map, which is spatial. To measure the level of spatial relationships between regions is used LISA (Local Indicator of Spatial Association). So comes the powerful idea to examine and assess a study titled LISA in analyzing the spread of interest in Study program of Mathematics. The results showed that there were 500 applicants for the Study Program of Mathematics and 461 enthusiasts from South Sulawesi. Analysis of LISA showed that there were no correlation or correlation with a random pattern. LISA significant area in just Makassar and Gowa.

Keywords: *LISA, enthusiasts, and SNMPTN*

1. Pendahuluan

Jalur seleksi yang digunakan untuk bisa masuk atau kuliah di perguruan tinggi negeri memang dikenal sangat ketat persaingannya. Tiap perguruan tinggi memiliki cara masuk atau seleksi yang berbeda, namun pada umumnya melalui 3 (tiga) jalur, yaitu SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri), SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri), dan Mandiri. Jalur SNMPTN merupakan jalur masuk perguruan tinggi negeri tanpa melalui ujian tertulis, namun jalur SBMPTN menggunakan seleksi ujian tulis untuk menyeleksi calon mahasiswa di sebuah PTN. Adapun jalur Mandiri sangat bergantung pada Perguruan Tinggi penyeleksi, yakni ada yang melakukan tes langsung, ada yang melalui hasil ujian SBMPTN yang digunakan sebagai nilai seleksi.

Namun, dibalik banyaknya peminat dari jurusan atau program studi yang ingin masuk, ternyata masih ada juga beberapa jurusan atau program studi di Perguruan Tinggi Negeri yang sepi peminat, karena berbagai alasan. Diantara alasan tersebut adalah kurang populernya jurusan atau program studi PTN tersebut, atau karena banyak

peserta yang lebih memilih jurusan atau prodi paporit yang dianggap mempunyai prospek kedepan bagus atau gemilangwalau memiliki konsekuensi para peserta mesti melalui persaingan yang amat ketat.

Dalam okezone termuat data yang diambil dari SBMPTN tahun 2013 (*Gamadesa.com*), ada 5 program studi di Perguruan Tinggi Negeri (PTN) favorit yang sepi peminat jika dibandingkan prodi yang lain. Kelima PTN tersebut adalah **Universitas Gadjah Mada (UGM), Universitas Indonesia (UI), Universitas Padjadjaran (Unpad), Universitas Diponegoro (Undip), dan Universitas Brawijaya.**

Data yang ditampilkan dalam okezone (*Gamadesa.com*) berdasar data yang diambil dari SBMPTN tahun 2013, terdapat 29 program studi yang tanpa peminat (peminat nol), yaitu **(1) Universitas Syiah Kuala, 3 program studi; (2) Universitas Riau, 2 program studi; (3) Universitas Jambi, 14 program studi; (4) Universitas Udayana, 1 program studi; (5) Universitas Hassanuddin, 1 program studi; (6) Universitas Sriwijaya, 2 program studi; dan (7) Universitas Negeri Jakarta, 6 program studi.**

Pada umumnya, peminat suatu perguruan tinggi yang bukan hanya bergantung pada tingkat favorit saja namun bisa juga karena faktor pertemanan, keluarga, promosi/tingkat ketahuan siswa terhadap prodi tersebut. Promosi yang diharapkan menjadi satu-satu alat yang dapat digenjot untuk menaikkan reteng atau rangking dari suatu program studi. Hal ini dikarena karenakan bahwa promosi masih bisa dikendalikan oleh pihak institusi dibandingkan dengan faktor keluarga atau pertemanan yang sangat bersifat pribadi.

Oleh karena itu, peneliti berkeinginan untuk memetakan kondisi peminat prodi matematika melalui jalur SNMPTN 2015 ini. Semoga dengan adanya peta dan data hasil dari penelitian ini sehingga akan dapat mempermudah bagi pimpinan prodi, pimpinan jurusan, pimpinan fakultas, ataupun pimpinan universitas untuk merancang cara, teknik, metode, dan tempat mempromosikan prodi matematika ke depan.

Ada satu bidang ilmu yang memungkinkan untuk menelaah peta ini, yaitu spatial. Spatial ini telah banyak digunakan dalam penelitian dalam bidang kesehatan dalam mendeteksi penyebaran suatu penyakit. Penelitian yang membahas tentang penyakit menggunakan konsep matematika yang tujuannya untuk menanggulangi masalah dari segi penyembuhannya sangat banyak menggunakan pendekatan spasial. Analisis spasial telah banyak digunakan untuk mengetahui pola penyebaran penyakit. Diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Arrowiyah (2014) yang menganalisis penyakit demam berdarah menggunakan indeks Moran dan indeks Geary, Praja (2013) menganalisis penyakit demam berdarah dengan menggunakan Indeks Moran dan *Local Indicator of Spatial Association (LISA)*, Hijrayanti (2015) menganalisis penyakit TBC menggunakan LISA di kota Makassar.

Untuk mengukur tingkat hubungan antar wilayah digunakan autokorelasi spasial (*spatial autocorrelation*), sedangkan ukuran yang digunakan dalam autokorelasi spasial adalah indeks Moran (*Moran's I*). Indeks Moran mengidentifikasi koefisien *global autocorrelation*, sedangkan untuk mengidentifikasi *local autocorrelation* digunakan *Local Indicator of Spatial Association (LISA)* pada indeks Moran.

Program Studi Matematika sebagai bagian dari suatu perguruan tinggi membutuhkan mahasiswa dari berbagai elemen atau lokasi. Hal ini bisa terjadi apabila peminat dari program studi matematika berasal dari berbagai lokasi juga. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu promosi atau perkenalan prodi ini diberbagai lokasi (kabupaten/kota) di Indonesia, terkhusus Provinsi Sulawesi Selatan. Namun sebelum ini

dilakukan, diperlukan suatu gambaran awal dari peminat-peminat Prodi Matematika FMIPA UNM ini minimal SNMPTN 2015.

Berdasarkan uraian di atas, maka secara umum studi ini bertujuan untuk memetakan dan menganalisis hubungan spasial menggunakan LISA pada peminat Prodi Matematika FMIPA jalur SNMPTN 2015. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui autokorelasi spasial menggunakan indeks Moran pada peminat Prodi Matematika jalur SNMPTN 2015 di Provinsi Sulawesi Selatan.
- b. Menentukan hasil *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) penyebaran peminat dan pola penyebaran peminat di Sulawesi Selatan.
- c. Membuat pemetaan peminat Prodi Matematika di Sulawesi Selatan.

Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis.

2. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Provinsi Sulawesi Selatan dan Program Studi Matematika Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar.

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu menjelaskan keterkaitan (hubungan dan pengaruh) dan pemetaan pada peta geografi spasial. Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data yang bersifat kuantitatif. Adapun sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang ada di Bank Data UNM untuk mahasiswa yang mendaftar di jalur SNMPTN tahun 2015 dan memilih Program Studi Matematika, baik sebagai pilihan pertama ataupun kedua.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyurat ke pusat data UNM agar dapat diberi akses atau data yang bisa diproses dalam bentuk penelitian. Data yang akan dikumpulkan hanya jumlah mahasiswa per-kabupaten se Sulawesi Selatan yang mendaftar melalui jalur SNMPTN tahun 2015.

Prosedur pelaksanaan penelitian yang diterapkan pada penelitian adalah:

- a. Identifikasi masalah yang terkait peminat, kemudian merumuskan masalah serta merumuskan tujuan dan manfaat penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini.
- b. Mencari referensi yang terkait dengan objek penelitian.
- c. Pengumpulan data. Dalam tahap ini data yang dikumpulkan ada dua, yakni data lokasi berupa peta provinsi Sulawesi Selatan dan data peminat Prodi Matematika jalur SNMPTN dalam kurun waktu tertentu.
- d. Pengolahan data. Dalam tahap pengolahan data langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Data lokasi peta Provinsi Sulawesi Selatan diolah untuk menunjukkan kekuatan interaksi antar lokasi dengan menggunakan matriks contiguity yang telah distandarisasi yang disebut matriks pembobot spasial.
- 2) Matriks pembobot spasial dan data jumlah peminat dihitung dengan menggunakan indeks Moran (*Moran's I*),

$$I = \frac{[x_j - \bar{x}]' w_{ij} [x_j - \bar{x}]}{[x_j - \bar{x}]' [x_j - \bar{x}]} \quad (1)$$

dan diuji dengan uji statistik indeks moran,

$$Z_{hitung} = \frac{I - I_0}{\sqrt{Var(I)}} \sim N(0,1) \quad (2)$$

dalam pengujian indeks Moran ini ingin dilihat autokorelasi spasial dari lokasi pengamatan yakni provinsi Sulawesi Selatan.

- 3) Pengolahan data selanjutnya adalah menentukan Moran scatterplot.
- 4) Melakukan uji LISA.

$$I_i = \frac{[x_{ij} - \bar{x}] w_{ij} [x_j - \bar{x}]}{[x_j - \bar{x}]^2} \quad (3)$$

Untuk mengidentifikasi bagaimana hubungan antara suatu lokasi pengamatan terhadap lokasi pengamatan yang lainnya.

e. Membuat peta tematik.

3. Hasil dan Pembahasan

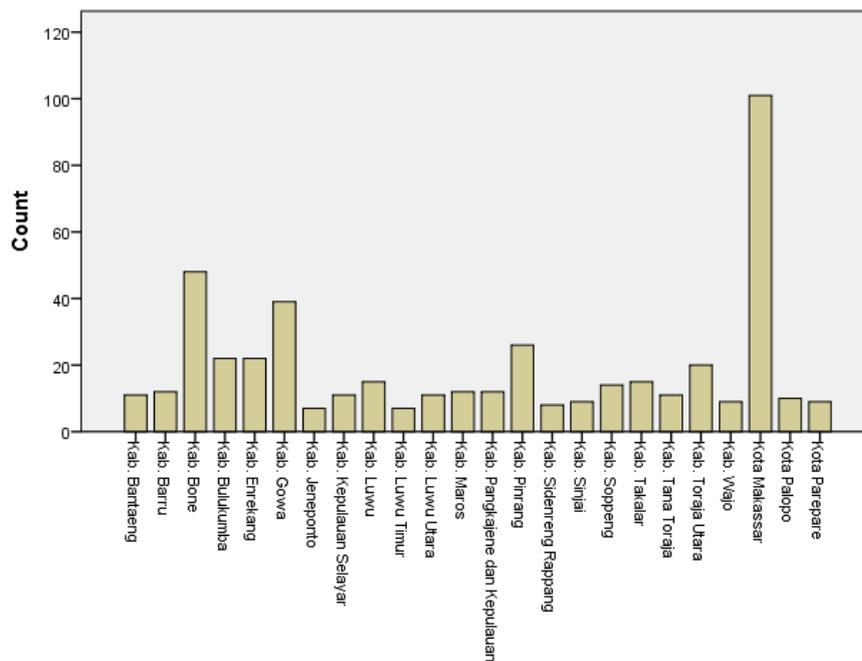
Jumlah peminat Prodi Matematika FMIPA UNM melalui jalur SNMPTN tahun 2015 adalah 500 siswa yang berasal dari berbagai provinsi dan kabupaten/kota di seluruh Indonesia, walau sebagian besar berasal dari Sulawesi Selatan. Berikut ini penjabaran peminat matematika menurut kabupaten/kota.

Tabel 1. Statistika Deskriptif peminat menurut kabupaten/kota

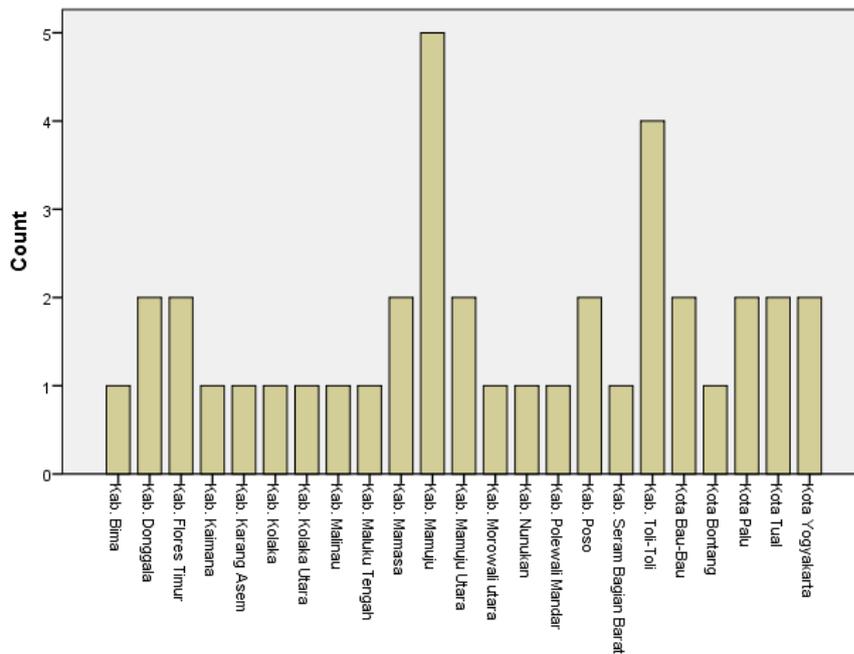
Kabupaten/Kota	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Kab. Bantaeng	11	2.2	2.2
Kab. Barru	12	2.4	4.6
Kab. Bima	1	0.2	4.8
Kab. Bone	48	9.6	14.4
Kab. Bulukumba	22	4.4	18.8
Kab. Donggala	2	0.4	19.2
Kab. Enrekang	22	4.4	23.6
Kab. Flores Timur	2	0.4	24.0
Kab. Gowa	39	7.8	31.8
Kab. Jeneponto	7	1.4	33.2
Kab. Kaimana	1	0.2	33.4
Kab. Karang Asem	1	0.2	33.6
Kab. Kepulauan Selayar	11	2.2	35.8
Kab. Kolaka	1	0.2	36.0
Kab. Kolaka Utara	1	0.2	36.2
Kab. Luwu	15	3.0	39.2
Kab. Luwu Timur	7	1.4	40.6
Kab. Luwu Utara	11	2.2	42.8
Kab. Malinau	1	0.2	43.0
Kab. Maluku Tengah	1	0.2	43.2
Kab. Mamasa	2	0.4	43.6
Kab. Mamuju	5	1.0	44.6
Kab. Mamuju Utara	2	0.4	45.0
Kab. Maros	12	2.4	47.4
Kab. Morowali utara	1	0.2	47.6
Kab. Nunukan	1	0.2	47.8
Kab. Pangkep	12	2.4	50.2
Kab. Pinrang	26	5.2	55.4
Kab. Polewali Mandar	1	0.2	55.6
Kab. Poso	2	0.4	56.0
Kab. Seram Bagian Barat	1	0.2	56.2
Kab. Sidrep	8	1.6	57.8
Kab. Sinjai	9	1.8	59.6
Kab. Soppeng	14	2.8	62.4
Kab. Takalar	15	3.0	65.4

Kabupaten/Kota	Frequency	Percent	Cumulative Percent
Kab. Tana Toraja	11	2.2	67.6
Kab. Toli-Toli	4	0.8	68.4
Kab. Toraja Utara	20	4.0	72.4
Kab. Wajo	9	1.8	74.2
Kota Bau-Bau	2	0.4	74.6
Kota Bontang	1	0.2	74.8
Kota Makassar	101	20.2	95.0
Kota Palopo	10	2.0	97.0
Kota Palu	2	0.4	97.4
Kota Parepare	9	1.8	99.2
Kota Tual	2	0.4	99.6
Kota Yogyakarta	2	0.4	100.0
Total	500	100.0	

Nampak bahwa peminat Prodi Matematika jalur SNMPTN tahun 2015 ini tersebar pada 12 provinsi dalam 46 kabupaten/kota. Bila ditampilkan dalam histogram dapat dilihat berikut ini.



Gambar 1. Histogram peminat kabupaten/kota se-Sulawesi Selatan



Gambar 2. Histogram peminat kabupaten/kota selain Provinsi Sulawesi Selatan

Histogram menunjukkan bahwa peminat utama berasal dari Provinsi Sulawesi Selatan, dimana terdapat salah satu kabupaten/kota yang jumlah peminatnya sekitar 100 orang. Adapun yang berasal dari luar Provinsi Sulawesi Selatan, peminat tertinggi menurut kabupaten/kota adalah 5 orang.

Mahasiswa Prodi Matematika jalur SNMPTN

Pada sub-bagian 1 di atas, telah dijabarkan peminat Prodi Matematika FMIPA UNM. Adapun, pada sub-bagian 2 ini akan dititikberatkan pada

Tabel 2. Statistika Deskriptif menurut kabupaten/kota dan kelulusan

Provinsi	Kabupaten/Kota	Diterima		Total
		No	Yes	
Bali	Kab. Karang Asem	0	1	1
DI Yogyakarta	Kota Yogyakarta	2	0	2
Kalimantan Timur	Kota Bontang	1	0	1
Kalimantan Utara	Kab. Malinau	0	1	1
	Kab. Nunukan	1	0	1
Maluku	Kab. Maluku Tengah	0	1	1
	Kab. Seram Bagian Barat	1	0	1
	Kota Tual	2	0	2
Nusa Tenggara Barat	Kab. Bima	0	1	1
Nusa Tenggara Timur	Kab. Flores Timur	2	0	2
Papua Barat	Kab. Kaimana	0	1	1
Sulawesi Barat	Kab. Mamasa	2	0	2
	Kab. Mamuju	5	0	5
	Kab. Mamuju Utara	2	0	2
	Kab. Polewali Mandar	1	0	1
Sulawesi Selatan	Kab. Bantaeng	9	2	11
	Kab. Barru	12	0	12

Provinsi	Kabupaten/Kota	Diterima		Total
		No	Yes	
	Kab. Bone	47	1	48
	Kab. Bulukumba	20	2	22
	Kab. Enrekang	21	1	22
	Kab. Gowa	37	2	39
	Kab. Jenepono	7	0	7
	Kab. Kepulauan Selayar	11	0	11
	Kab. Luwu	15	0	15
	Kab. Luwu Timur	7	0	7
	Kab. Luwu Utara	11	0	11
	Kab. Maros	10	2	12
	Kab. Pangkep	12	0	12
	Kab. Pinrang	23	3	26
	Kab. Sidenreng Rappang	8	0	8
	Kab. Sinjai	8	1	9
	Kab. Soppeng	12	2	14
	Kab. Takalar	15	0	15
	Kab. Tana Toraja	11	0	11
	Kab. Toraja Utara	20	0	20
	Kab. Wajo	9	0	9
	Kota Makassar	91	10	101
	Kota Palopo	10	0	10
	Kota Parepare	9	0	9
Sulawesi Tengah	Kab. Donggala	2	0	2
	Kab. Morowali utara	1	0	1
	Kab. Poso	2	0	2
	Kab. Toli-Toli	3	1	4
	Kota Palu	2	0	2
Sulawesi Tenggara	Kab. Kolaka	1	0	1
	Kab. Kolaka Utara	1	0	1
	Kota Bau-Bau	2	0	2
Total		468	32	500

Peminat Prodi Matematika adalah 500 orang dan yang diterima cuman 32 orang (hanya 6.4% saja yang lolos), walau akhirnya yang mendaftar ulang 15 orang (hanya 3% yang lolos) saja. Oleh karena itu, karena cuman 3 dari 100 orang yang lolos atau diterima melalui jalur SNMPTN sehingga dapat dikatakan tingkat ketetapan yang cukup tinggi.

Jumlah peminat Prodi Matematika FMIPA UNM yang berasal dari Provinsi Sulawesi Selatan adalah 461 orang dan non-Sulawesi Selatan sejumlah 39 orang. Peminat terbanyak ada di Kota Makassar (101 peminat) dan paling sedikit 7 peminat ada masing-masing di Kabupaten Luwu Timur dan Kabupaten Jenepono.

Penyebaran peminat Prodi Matematika FMIPA UNM telah diuraikan cukup rinci pada sub-bagian A poin 3 tentang Peminat Prodi Matematika di Sulawesi Selatan menurut Kabupaten/Kota. Hasil ini digunakan untuk mencari keterkaitan atau korelasional antar daerah yang berdekatan untuk mengetahui tingkat autokorelasi atau saling mempengaruhi antar daerah yang berdekatan dalam menentukan pilihannya

melalui jalur SNMPTN terhadap Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA UNM Makassar. Statistika yang digunakan untuk membantu menentukan tingkat kedekatan antar daerah adalah uji spatial korelasional LISA.

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai LISA dan Penolakan Hipotesis

Kabupaten/Kota	Lisa	Z Lisa	Hipotesis (0.05; 1.92))
1	-0.059250709	-0.022566391	H0
2	-0.011992867	0.090249015	H0
3	-0.000885036	0.122332665	H0
4	-0.041258387	0.004497564	H0
5	1.33060401	2.785063509	H1
6	-0.286086193	-0.697197318	H0
7	-0.432252013	-1.249548636	H0
8	-0.292019153	-0.948161344	H0
9	0.027045572	0.226868359	H0
10	-0.053891087	-0.029934381	H0
11	0.111078934	0.444095279	H0
12	0.097809451	0.498363574	H0
13	-0.03037715	0.037644747	H0
14	-0.117804684	-0.213500818	H0
15	-0.032720858	0.030902588	H0
16	0.110540341	0.381853274	H0
17	-0.079574686	-0.089631413	H0
18	0.45750801	2.041820806	H1
19	-0.08930876	-0.113915599	H0
20	0.003882341	0.15230089	H0
21	-0.015267646	0.080958988	H0
22	0.067553985	0.423012318	H0
23	0.040673841	0.170529344	H0
24	0.25910751	0.432816235	H0

Hipotesis yang diterima ditampilkan pada kolom terakhir pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$ dengan $Z_{tabel} = 1.96$. Sehingga penerimaan H_0 apabila nilai Z_{lisa} terletak pada interval $[-1.96, 1.96]$. Apabila ditampilkan di peta Sulawesi Selatan maka dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Peta Lisa pada Gambar 4.5 menyimpulkan bahwa terjadi autokorelasi random atau tak ada korelasi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa peminat untuk Prodi Matematika Jurusan Matematika FMIPA UNM Makassar belum dapat dikatakan terjadi interaksi atau saling mempengaruhi antar kabupaten/kota yang berdekatan. Jadi masih diperlukan promosi yang lebih untuk memperoleh input atau peminat yang lebih banyak.

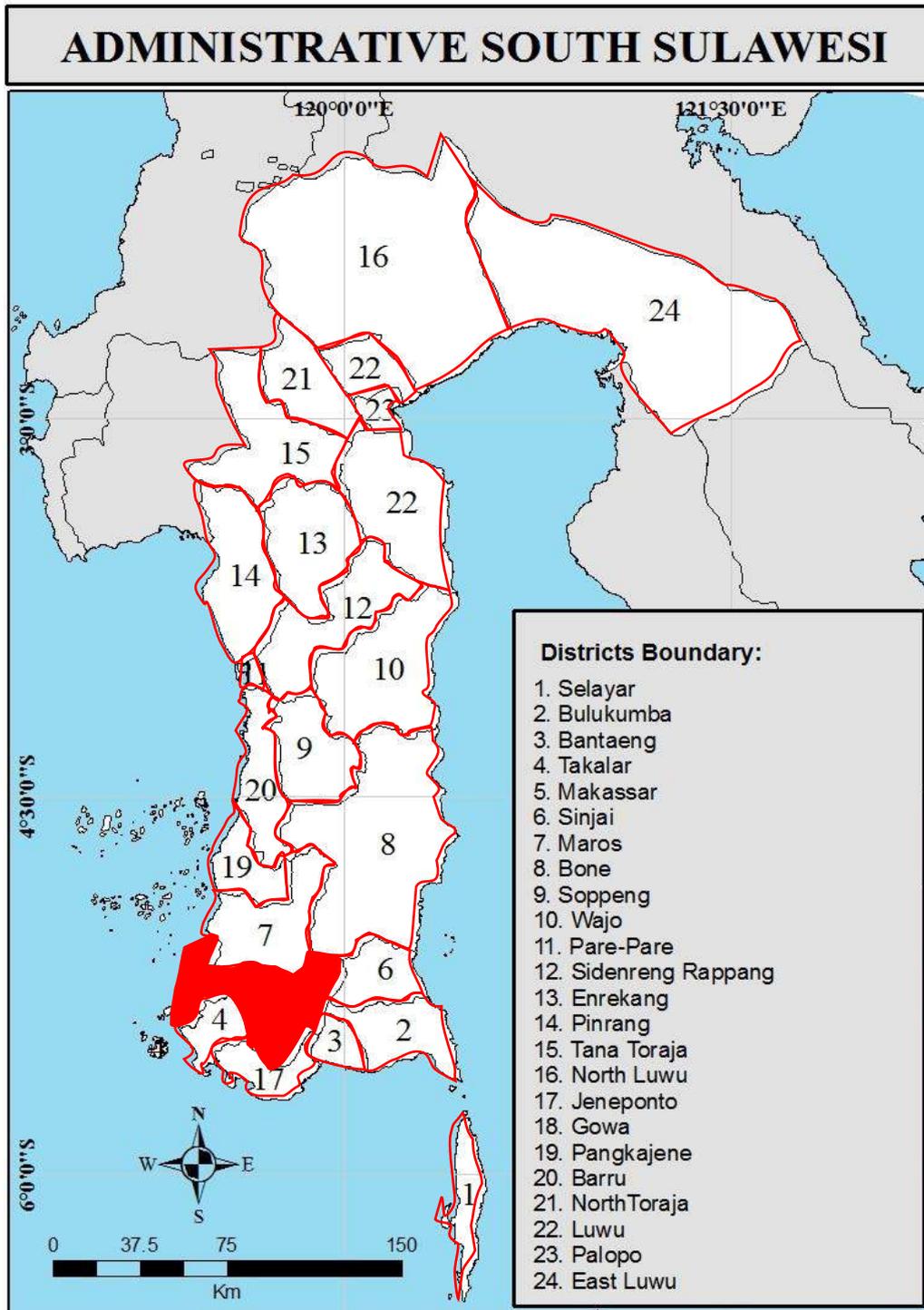
4. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah (1) Autokorelasi spasial menggunakan indeks Moran pada peminat Prodi Matematika jalur SNMPTN 2015 di Provinsi Sulawesi Selatan cukup baik dimana semua kabupaten/kota memiliki peminat yang berkisar antara 7 sampai dengan 101 peminat. Oleh karena itu, data ini

sudah cukup untuk menentukan nilai LISA melalui indeks Moran; (2) Hasil *Local Indicator of Spatial Association* (LISA) penyebaran peminat Prodi Matematika FMIPA UNM Makassar terdapat 22 kabupaten/kota yang tidak signifikan korelasinya dan 2 kabupaten/kota saja yang signifikan. Kedua kabupaten/kota yang signifikan autokorelasi LISA-nya adalah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa; (3) Hasil pemetaan peminat Prodi Matematika Jurusan Matematika FMIPA UNM Makassar se-ulawesi Selatan menunjukkan masih perlunya sosialisasi yang lebih serius. Hal ini ditunjukkan karena hasil LISA tidak ada korelasi antar-kabupaten/kota. Sehingga, tidak terdapat keterkaitan antar kabupaten/kota yang berdekatan saling mempengaruhi.

Daftar Pustaka

- [1] Gamadesa, (2014). *5 Program Studi PTN yang Sepi Peminat*, situs: <http://www.gemadesa.com/2014/06/05/1052/5-program-studi-ptn-yang-sepi-peminat.html>, didownload: 19 Maret 2015; 11.11 WITA.
- [2] GeoDa. <http://en.wikipedia.org/wiki/GeoDA>. [29 oktober 2014]
- [3] Noname, (2014). *Daftar Program Studi di Universitas Negeri Makassar*. Situs: <http://www.daftarptn.com/2014/10/daftar-jurusan-di-unm-universitas.html>, didownload: 19 Maret 2015; 11.11 WITA.
- [4] Noname, (2014). *Daya Tampung dan Pesaing UNS Surakarta*, situs: <http://daftarsnmptnsbmptn.blogspot.com/2015/01/daya-tampung-dan-pesaing-uns-surakarta.html>, didownload: 19 Maret 2015; 11.11 WITA.
- [5] Noname, (2014). *Simak Universitas Indonesia*. Situs: <http://simak.ui.ac.id/reguler.html>, didownload: 19 Maret 2015; 11.11 WITA.
- [6] Praja, W.P. (2013). *Analisis Pola Penyebaran Spasial Penyakit Demam Berdarah Dengue (Studi Kasus: Kejadian Penyakit Demam Berdarah Dengue di kota Bogor Tahun 2007-2010)*. Institut Pertanian Bogor.
- [7] Sistem Informasi Geografis (Ak-011225), Informasi Geografis Dan Informasi Keruangan. http://p3b.bappenas.go.id/handbook/docs/15.%20%20Modul_ArcGIS/Modul_ArcGIS_Dasar.pdf



PENGAJARAN MATERI STATISTIKA DESKRIPTIF DENGAN PERANGKAT LUNAK SUMBER TERBUKA *RCMDRPLUGIN.SPSS*

Dedi Rosadi

Jurusan Matematika FMIPA UGM
Email: dedirosadi@ugm.ac.id

Abstract. Materi pembelajaran statistika, khususnya statistika deskriptif telah dikenalkan cukup dini kepada siswa SD dan siswa SMP dalam kurikulum 2013, dan matakuliah Statistika (dasar) menjadi matakuliah wajib disemua program studi di Indonesia. Dalam metodologi pembelajaran *computer assisted learning* (CAL), proses belajar mengajar dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer atau secara lebih luas, fasilitas teknologi informasi (lihat missal Henri-Paul, 2010). Dalam tulisan ini di bahas metodologi CAL untuk pembelajaran materi Statistika Deskriptif dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak sumber terbuka khususnya menggunakan *RCmdrplugin.SPSS*, sebagai pengembangan terbaru *tool* komputasi statistika (lihat Rosadi, 2016). Sebagai tambahan, diberikan pula overview penggunaan R pada bidang-bidang statistika lainnya.

Keywords: *computer assisted learning, Software Freeware/ Open Source*

1. Pendahuluan

Computer-assisted Learning (CAL) adalah suatu strategi proses belajar mengajar yang dilakukan menggunakan bantuan komputer, atau secara lebih umum, teknologi informasi. Didalam literature, metodologi ini sering di sebut dengan terminologi yang berbeda, seperti *Computer Aided* atau *Assisted Instruction* (CAI), *Computer-Based Education/Learning* (CBL), *Computer-Managed Learning/Instruction* (CML), dan lain-lain. Manfaat komputer atau teknologi informasi (TI) dalam proses belajar mengajar dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk, seperti (lihat juga Rosadi, 2015):

- Sebagai alat untuk peningkatan mutu pembelajaran, seperti sebagai alat visualisasi dan alat komputasi, multimedia untuk pengayaan pengajaran, alat untuk simulasi, alat untuk pencarian informasi
- Untuk *assessment* siswa, komputer dapat menjadi alat untuk otomatisasi proses *assessment* siswa
- Sumber material dan informasi yang mudah dan murah dan media pembelajaran untuk pengajaran, sering disebut *hypermedia* atau *hypertext*, atau lebih umum disebut *hypertechnology*
- Sumber informasi *non-online*, seperti CD Ensiklopedi
- Dan lain sebagainya

Salah satu aspek CAL yang akan diamati dalam tulisan ini adalah manfaat komputer /TI sebagai alat untuk peningkatan mutu pembelajaran, khususnya sebagai alat komputasi dan visualisasi pengajaran Statistika. Secara ringkas, tulisan ini dibagi sebagai berikut. Pada bagian pertama, dibahas secara ringkas pengertian CAL. Pada

bagian selanjutnya, akan di bahas secara singkat pengenalan software *open source/freeware R* (9789791635332

R Development Core Team, 2016), dan secara lebih khusus paket RCmdrplugin.SPSS, sebagai pengembangan terbaru *tool* komputasi statistika (lihat Rosadi, 2016). Sebagai tambahan, pada bagian akhir tulisan diberikan pula overview penggunaan R pada bidang-bidang statistika lainnya.

2. Pengenalan R

R merupakan salah satu *software open source* yang terpopuler dan telah menjadi bahasa “standar” untuk keperluan komputasi statistika saat ini. Banyak keunggulan yang ditawarkan oleh *software* ini, misalnya bersifat *multiplatforms* (tersedia untuk sistem operasi Windows, Linux, Macintosh dan Unix), reliabilitas dari *software* yang baik, ketersediaan *update* dan *library* yang lengkap, fasilitas *help* untuk *user* yang bersifat *free of charge*, dan lain-lain.

R yang telah dikenal dalam versinya yang sekarang ini (versi terakhir per 1 Februari 2016 adalah 3.2.3) merupakan suatu sistem analisa statistika yang relatif komplet. Versi paling awal R dibuat tahun 1992 di Universitas Auckland, New Zealand oleh Ross Ihaka dan Robert Gentleman (yang menjelaskan asal muasal akronim nama R untuk *software* ini). Pada awalnya R dikembangkan menggunakan bahasa *LISP* dan di implementasikan berdasarkan sistem semantik bahasa *Scheme* di bawah sistem operasi Macintosh. Saat ini *source code kernel* R dikembangkan oleh R Core Team, yang beranggotakan sejumlah statistisi dari berbagai penjuru dunia (lihat <http://www.r-project.org/contributors.html>), dan oleh masyarakat statistisi di seluruh penjuru dunia yang memberikan kontribusi berupa kode, melaporkan *bug* dan membuat dokumentasi untuk R. R bersifat *multiplatforms*, dengan file instalasi binary/file *source tarball* tersedia untuk sistem operasi Windows, Mac OS, Mac OS X, Free BSD, NetBSD, Linux, Irix, Solaris, AIX dan HPUX.

Fungsionalitas dan kemampuan dari R sebagian besar diperoleh dari *Add-on packages/library*. Suatu *library* adalah kumpulan perintah/fungsi yang dapat digunakan untuk melakukan analisa tertentu (mirip halnya dengan *Toolbox* dalam MATLAB). Instalasi standar dari R memuat berbagai *library* dasar seperti stats, graphics, utils, datasets dan base. Diluar *library-library* dasar ini, terdapat sejumlah besar *library* hasil kontribusi dari pengguna R. Daftar semua *library* yang tersedia dapat diakses dari *link download* CRAN pada alamat <http://cran.rproject.org/>.

Untuk keperluan analisa statistika yang beragam, telah tersedia cukup lengkap paket/library dari R (lihat *taskviews* pada CRAN) dengan interaksi berupa R-CLI/Command Line Interface. Akan tetapi, untuk keperluan pengajaran, penggunaan R-CLI dirasakan kurang *user friendly* dan relatif sulit untuk digunakan dibandingkan paket komersial ekonometri sejenis yang telah memiliki GUI yang baik (seperti *software SPSS*). Dalam tulisan ini, akan dikenalkan dan dibahas paket RCmdrPlugin.SPSS, yang merupakan pengembangan terbaru versi GUI dari R untuk keperluan analisa statistika (lihat Rosadi, 2016).

3. R-GUI dan RCmdrplugin.SPSS

Interaksi utama dengan R adalah menggunakan CLI (Command Line Interface), sehingga dirasakan bagi banyak *user* relatif lebih susah untuk dipelajari, khususnya jika dibandingkan dengan mempelajari *software* statistika dengan menu GUI. Untuk itu, beberapa kalangan statistikawan berusaha mengembangkan versi GUI dari R, yang mana saat ini telah tersedia menu *Point and Click GUI* seperti:

- R-commander. R commander merupakan library tambahan untuk R untuk memfasilitasi interaksi GUI bagi berbagai analisa statistika dasar. Dikembangkan oleh John Fox dari Department of Sociology, Mc. Master University. Tersedia untuk versi sistem operasi linux dan Windows (Fox, 2005).
- *R-Sciviews* (<http://www.sciviews.org/SciViews-R>) adalah versi GUI alternative dari R-commander, yang dikembangkan oleh Philippe Grosjean dan Eric Lecoutre. Memberikan *interface* untuk melakukan analisa statistika dasar yang didasari atas perintah-perintah dalam R-commander. Hanya tersedia untuk versi OS windows.
- *JGR*, R GUI Interface using Java (<http://www.rosuda.org>) adalah versi GUI yang dibangun menggunakan bahasa Java. Memberikan *interface* yang sangat mirip dengan R versi windows, namun dengan beberapa kelebihan seperti kemudahan dalam browsing objects dalam direktori kerja. Sampai saat ini hanya berjalan dalam versi OS windows.

Lihat <http://www.sciviews.org> untuk informasi lebih lanjut mengenai R-GUI.

3.1 Tcl/Tk dan paket R tcltk

Tcl (singkatan dari "Tool Command Language") merupakan salah satu bahasa pemrograman open source dan bersifat multiplatforms, dapat berjalan dibawah sistem operasi Unix (Linux dan non linux), MacOS, Windows 95/98//NT/2000/XP/Vista/..., sistem PDA dan lain-lain. Pada awalnya, Tcl di buat sebagai bahasa perintah untuk keperluan computer aided design (CAD). Interpretasinya dibangun menggunakan bahasa C, dan secara struktur dapat dipandang mirip dengan bahasa LISP/Scheme dan memiliki kemampuan untuk melakukan script pemrograman / command line shells.

Tk ditulis oleh John Ousterhout, penemu bahasa Tcl. Tk adalah tools untuk keperluan pembuatan GUI bagi Tcl. Dengan menggunakan Tk, dapat dibuat dan sejumlah widgets, yakni jendela pada layar yang memiliki sejumlah feature untuk pembuatan interaksi grafis (GUI) bagi bahasa Tcl.

Software R dapat berinteraksi dengan Tcl/Tk melalui paket R yang disebut 'tcltk'. Paket 'tcltk' package membuat dan menggunakan tcl/tk interpreter dari dalam R, sedemikian hingga interpreter ini dapat mengeksekusi perintah-perintah yang dikenal dalam bahasa R (lihat Daalgard, 2001a, 2001b dan 2002).

3.2 R Commander

Meskipun R bukan merupakan software yang berbasis *GUI* (*Graphical User Interface*) seperti pada S-PLUS (versi komersial dari bahasa S) tetapi pada R terdapat package *tcltk* dan *tcl/tk* (Welch, Jones dan Hoobs 2003) yang merupakan *GUI* toolkit untuk membangun *interface* GUI yang lebih mudah digunakan.

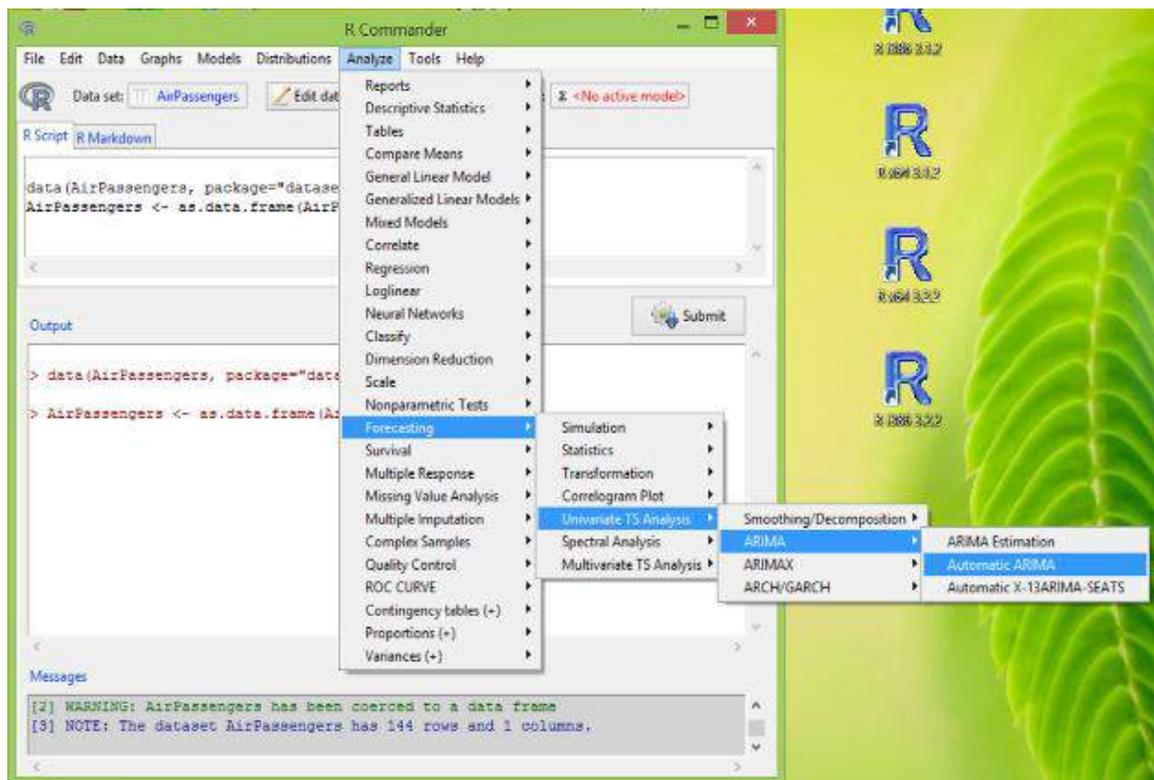
Salah satu paket GUI yang disusun dengan toolkit ini adalah *R Commander*. *R commander* (atau yang biasa disingkat *Rcmdr*) sendiri merupakan package atau library didalam R, yang memberikan *point and click* GUI untuk beberapa analisa statistika standar. Menu-menu yang tersedia di *Rcmdr* pada mulanya mungkin dirasa sudah cukup memadai untuk analisa-analisa statistik dasar yang paling sering digunakan pada masyarakat umum. Namun untuk keperluan analisa lebih lanjut, sebagai contoh untuk keperluan statistical quality control, menu ini masih belum tersedia.

3.3 RCmdrplugin.SPSS

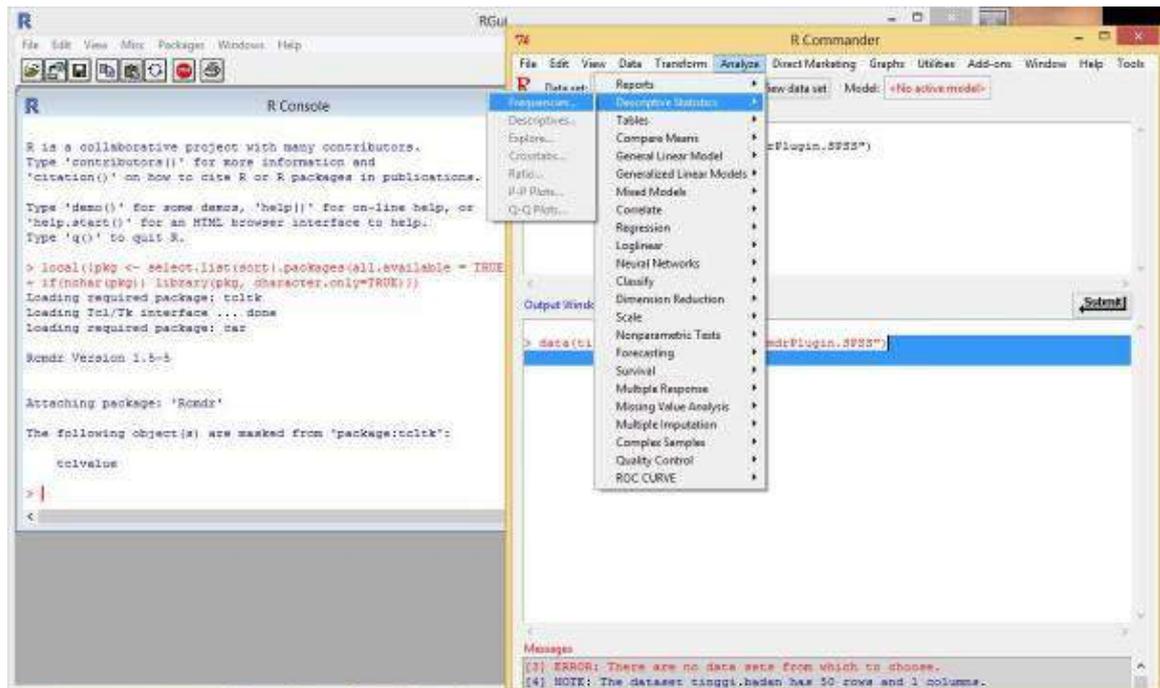
Rcmdr Plug-in merupakan suatu menu / fungsi tambahan (plug-in) yang disediakan untuk *Rcmdr* seperti layaknya fungsi *add-in* pada *Ms.Excel*. *Rcmdr Plugin* diperkenalkan oleh John Fox (pengembang *Rcmdr*) pada bulan April 2009 dalam

packagenya yang dinamakan *RcmdrPlugin.TeachingDemos* (Fox, 2009). Paket tersebut diperkenalkannya sebagai *guideline* bagi para pengguna *Rcmdr* yang ingin menambahkan atau membuat menu tambahan pada *Rcmdr*.

Saat ini di server CRAN, telah tersedia 29 *Rcmdr* plug-in. Plug-in ini memuat menu-menu GUI yang dapat digunakan untuk melakukan analisa statistika tertentu dan dapat digunakan dalam pengajaran statistika. Dalam tulisan ini, akan dikenalkan dan dibahas penggunaan paket R-GUI yang disebut *RcmdrPlugin.SPSS* (lihat Rosadi, 2016), khususnya submenu *Descriptive Statistics* untuk keperluan pengajaran statistika deskriptif. Menu-menu pada plugin ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Ilustrasi penggunaan menu ini yang tersedia pada paket *RcmdrPlugin.SPSS* ini diberikan pada bagian 4 berikut.



Gambar 1. R Commander dengan paket Rcmdrplugin.SPSS



Gambar 2. Screenshoot paket RcommanderPlugin.SPSS menu lengkap

4. Best Practices

Dalam proses belajar mengajar di lingkungan Program Studi Statistika UGM, metode CAL telah diimplementasikan oleh dosen dengan berbagai macam cara, seperti: penggunaan fasilitas komputer dan LCD dikelas sebagai alat bantu untuk presentasi materi pengajaran Statistika dan penggunaan internet yang telah terhubung online di kelas via kabel LAN dan Wifi, penggunaan Software-software Statistika/Matematika (komersial dan *freeware/open source*) dalam pelaksanaan kelas praktikum dan perkuliahan, dan lain-lain. Sejak tahun 1999 sampai sekarang, berbagai mata kuliah telah memanfaatkan penggunaan software R sebagai alat bantu perkuliahan. Berikut diberikan contoh pemanfaatan R untuk pengajaran statistika

4.1 Contoh Pemanfaatan RCmdrplugin.SPSS untuk pengajaran Statistika Deskriptif

Materi pembelajaran statistika, khususnya statistika deskriptif telah dikenalkan cukup dini kepada siswa SD dan siswa SMP dalam kurikulum 2013, dan matakuliah Statistika (dasar) menjadi matakuliah wajib disemua program studi di Indonesia. Secara khusus dikenalkan metode statistika deskriptif untuk keperluan meringkas data dalam bentuk ringkasan numerik, table dan gambar. Sebagai materi standar, salah satu nya dibahas metode meringkas data mentah (raw data) menjadi data dalam bentuk tabel distribusi frekuensi (dan relative serta kumulatif), dan ringkasan dalam bentuk gambar (seperti histogram, ogive, polygon frekuensi). Untuk mengilustrasikan penggunaan R dan RCmdrplugin.SPSS digunakan contoh berikut.

Di bawah ini disajikan data tinggi badan (cm) dari 50 orang dewasa

176	167	180	165	168	171	177	176	170	175
169	171	171	176	166	179	181	174	167	172
170	169	175	178	171	168	178	183	174	166
181	172	177	182	167	179	183	185	185	173
179	180	184	170	174	175	176	175	182	172

Untuk melakukan komputasi distribusi frekuensi dengan R, dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

```
>tinggibadan <- read.table("tinggibadan.txt", header=FALSE, sep="\t",
  na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
> library(fdth)
> tabelfrektb1=fdt(tinggibadan$tb, start=164.5, end=185.5, h=3)
> tabelfrektb1
> #histogram
> plot(tabelfrektb1)
> plot(tabelfrektb1, type='fh') #Absolut freq. histogram
> plot(tabelfrektb1, type='rfh') #Relative freq. hist
> plot(tabelfrektb1, type='rfph') #Relative freq. hist %
> plot(tabelfrektb1, type='cdh') # Cumulative histogram
> plot(tabelfrektb1, type='cfh')# Cumulative freq. hist
> plot(tabelfrektb1,type='cfph')#Cumulative freq. % hist
> # Poligons
> plot(tabelfrektb1, type='fp')# Absolut freq. poligon
> plot(tabelfrektb1, type='rfp')# Relative freq. poligon
> plot(tabelfrektb1, type='rfpp')#Relative freq. %
> plot(tabelfrektb1, type='cdp') # Cum. density poligon
> plot(tabelfrektb1, type='cfp') # Cum. freq. poligon
> plot(tabelfrektb1, type='cfpp') # Cum. freq. %
> plot(tabelfrektb1, type='d') #density plot
```

Komputasi dengan plugin RCmdrplugin.SPSS dapat dilakukan dengan menu **Descriptive Statistics/Frequencies**.

4.2 Contoh pemanfaatan R untuk Pengambilan Keputusan Bisnis

Seperti yang telah disinggung didepan, dengan tersedianya berbagai macam paket program di CRAN dan sejumlah besar plugins, maka R dapat dimanfaatkan untuk keperluan berbagai macam tipe analisa dan komputasi statistika . Contoh ilustrasi untuk keperluan pengajaran dengan CAL diberikan pada Rosadi (2015). Berikut diberikan penggunaan R untuk keperluan pengambilan keputusan bisnis.

Salah satu tren penelitian dan aplikasi ilmu Statistika terkini dapat di prediksi akan terus berkembang dengan pesat di masa yang akan datang, adalah kajian *Business Analytics* (BA). BA menggunakan data, teknologi informasi, analisis Statistika dan metode kuantitatif serta model matematika dan atau model lainnya untuk membantu manajer meningkatkan pemahaman terhadap bisnis model yang dilakukan perusahaan dan membantu dalam pengambilan keputusan yang bersifat *data based*. Beberapa tipe utama dari BA disebut *Decisive analytics*, *Descriptive Analytics*, *Predictive analytics* dan *Prescriptive analytics*. Metode BA digunakan pada berbagai bidang keilmuan

dengan beberapa aplikasi utama seperti *Analytical customer relationship management* (CRM), termasuk aplikasi pada bidang keuangan seperti dalam keperluan *Fraud detection*, *Risk Management*, *Credit Scoring* dan lain-lain. Lebih lanjut, perkembangan teknologi dan informasi telah menghasilkan data dengan *high volume*, *high variety* dan *high velocity*, yang lazim dikenal sebagai *Big Data*. Dengan demikian, penerapan ilmu Statistika membutuhkan pengembangan metodologi *big data analytics* untuk menghasilkan informasi yang berarti termasuk dalam mendukung proses BA di atas.

Pada Program Studi Statistika UGM, berbagai macam topik BA diajarkan pada mata kuliah Pengambilan Keputusan Bisnis di level S2. Dalam paper ini (hanya dibahas pada slide presentasi), diberikan contoh ilustrasi penggunaan R untuk melakukan analisis *churn* terhadap pelanggan dari suatu perusahaan telekomunikasi.

Daftar Pustaka

- [1] Dalgaard, P., (2001a), *The R-Tcl/Tk interface*. In Kurt Hornik and Fritz Leisch, editors, *Proceedings of the 2nd International Workshop on Distributed Statistical Computing, March 15-17, 2001, Technische Universität Wien, Vienna, Austria, 2001*. URL <http://www.ci.tuwien.ac.at/Conferences/DSC-2001/Proceedings/>. ISSN 1609-395X.
- [2] Dalgaard, P., (2001b), *A Primer on the R-Tcl/Tk Package*, *R News* vol. 1/3, September 2001
- [3] Dalgaard, P., (2002), *Changes to the R-Tcl/Tk package*, *R News* vol. 2/3, December 2002
- [4] Fox, J., (2005), *The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R*, *Journal of Statistical Software*, Volume 14, Issue 9
- [5] Fox, J., (2009), *RcmdrPlugin.TeachingDemos*. [Online] Available at www.cran.r-project.org
- [6] Henri-Paul, I. (2010), *An Exploration of Computer Based Learning Technologies for the Teaching of Mathematics: eLearning, Intelligent Tutoring Systems, Computer Algebra Systems, and Dynamic Geometry Systems Computer Based Learning Technologies*, diakses online di <https://hpindiogine.wordpress.com/article/an-exploration-of-computer-based-1g2r8go4ti4mm-32/> pada tanggal 1 Februari 2016
- [7] R Development Core Team, (2016), *R: A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. ISBN 3-900051-00-3.
- [8] Rosadi, D., (2016), *Statistical Analysis using R*, GamaPress, In Press.
- [9] Welch, B., Jones, K. and Hobbs, J., (2003), *Practical Programming in Tcl and Tk*, 4th eds, Prentice Hall

PENDUGAAN PARAMETER OVERDISPERSI DALAM PENGEPASAN MODEL PADA DATA DENGAN RESPON BANYAK NOL (*SPARSE DATA*)

Dian Handayani^{1,2}, Anang Kurnia² dan Kusman Sadik²

¹Program Studi Matematika Universitas Negeri Jakarta
e-mail: dian99163@yahoo.com

²Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor
e-mail: anangk@apps.ipb.ac.id, kusmansadik@gmail.com

Abstract. Overdispersion is a phenomenon that the actual of data variance is larger than the expected variance under specified model. This condition is often met when fitting generalized linear model in categorical data analysis. Quasilikelihood approach could be applied for fitting the overdispersed data. Its approach assumes that the actual data variance is to be proportional to that specified by the model. How large the actual variance is larger than the expected variance in overdispersed data could be indicated by an overdispersion parameter (constant of proportionality). The best estimate of overdispersion parameter is also important to be known because it can be used for getting standard error and making comparison model. One of the causes of overdispersion is an over-abundance of zero counts (sparse data). In this paper, we discussed some of the methods to estimate overdispersion parameter which is caused by sparse data.

Keywords: *overdispersion, deviance, Pearson's statistic, proportion data, count data*

1. Pendahuluan

Dalam pemodelan data kategori, untuk mengetahui layak atau tidaknya model yang dispesifikasikan dapat dilihat melalui statistik *deviance*. Nilai deviance sama dengan satu mengindikasikan bahwa model yang dispesifikasikan bersifat layak. Sebaliknya, nilai deviance lebih dari satu mengindikasikan bahwa model yang dispesifikasikan bersifat tidak layak. Terdapat beberapa penyebab nilai *deviance* lebih besar dari satu. Salah satu diantaranya adalah overdispersi, yaitu suatu kondisi dimana ragam data aktual lebih besar daripada ragam teoritis berdasarkan model yang dispesifikasikan. Salah satu penyebab overdispersi adalah banyaknya amatan respon yang bernilai nol (*sparse data*). Adanya overdispersi dapat mengakibatkan dugaan untuk galat baku dari penduga parameter model lebih kecil dari kondisi sebenarnya (bersifat *underestimate*). Pendugaan galat baku yang bersifat *underestimate* menyebabkan galat jenis I semakin besar, sehingga terdapat peningkatan kecenderungan selalu menolak H_0 padahal seharusnya H_0 tidak ditolak (menyatakan pengaruh suatu peubah penjelas terhadap peubah respon bersifat signifikan padahal sebenarnya tidak signifikan). Lebih lanjut, adanya overdispersi dapat mengakibatkan penarikan kesimpulan terhadap signifikansi dari parameter model menjadi tidak valid.

Pendekatan quasi-likelihood merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengatasi overdispersi. Pada pendekatan quasi-likelihood, ragam data aktual diasumsikan proporsional terhadap ragam teoritis berdasarkan model yang dispesifikasikan. Dugaan untuk besarnya konstanta proporsional/parameter overdispersi (dinotasikan oleh ϕ) penting untuk diketahui karena dapat digunakan untuk memperoleh informasi galat baku dari penduga parameter model dan juga untuk melakukan perbandingan model.

Parameter overdispersi seringkali diduga oleh statistik Pearson yang dibagi oleh derajat bebasnya. Metode ini dikemukakan oleh [1]. Namun demikian metode ini tidak reliabel digunakan pada data dengan respon nol banyak [2].

Farrington [3] melakukan pendugaan terhadap parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson (dinotasikan oleh P) yang telah dimodifikasi. Statistik yang diusulkan [3], dinotasikan oleh P_F , secara asimptotik memiliki ragam lebih kecil, terutama untuk kasus data *sparse*. Menurut [4] dugaan untuk parameter overdispersi diberikan oleh statistik yang diusulkannya (dinotasikan oleh P_F) dibagi oleh derajat bebasnya. Statistik yang diusulkan [4] memerlukan asumsi mengenai momen ketiga dari peubah respon

Fletcher [2] mengembangkan metode pendugaan parameter overdispersi berdasarkan momen yang lebih kecil daripada momen ketiga, namun secara asimptotik memiliki ragam yang lebih kecil daripada statistik Pearson yang diusulkan oleh [1] maupun statistik yang diusulkan oleh [4]. Pada paper ini dikaji karakteristik pendugaan parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson (dengan atau tanpa modifikasi Farrington) dan berdasarkan metode yang diusulkan oleh [2]. Perbandingan metode pendugaan bagi parameter overdispersi tersebut diterapkan dalam menganalisis banyaknya kasus penyakit malaria yang dijumpai di Provinsi Jawa Barat selama tahun 2012.

2. Pendugaan Parameter Overdispersi Berdasarkan Statistik Pearson

Misalkan Y_i adalah peubah acak yang saling bebas dengan mean μ_i dan ragam ϕV_i , dengan V_i adalah ragam untuk Y_i yang diasumsikan berdasarkan generalized linear model. Selain itu, misalkan pula $\mu_i = h(\eta_i)$ dan $\eta = X\beta$, dengan $h(\cdot)$ adalah fungsi kebalikan penghubung (*invers link*), $X = [x_{ir}]$ merupakan matriks model berukuran $(n \times p)$ dan β adalah vector parameter model berukuran $(p \times 1)$.

Pendugaan untuk parameter overdispersi ϕ menurut Wedderburn (1974) diberikan oleh statistik Pearson P dibagi oleh derajat bebas dari model yang dispesifikasikan :

$$\hat{\phi}_P = \frac{P}{(n-p)} \quad (1)$$

dengan $P = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i)^2 / \hat{V}_i$, dimana $\hat{\mu}_i$ dan \hat{V}_i diperoleh dengan menyamakan β terhadap penduga quasi-likelihood nya $\hat{\beta}$. Pada paper ini notasi $\hat{\phi}_P$, seperti yang diperlihatkan pada persamaan (1), digunakan untuk menunjukkan bahwa penduga bagi ϕ didasarkan pada statistik Pearson yang dibagi oleh derajat bebas model $(n-p)$. Sementara itu notasi $\hat{\phi}_P^*$ digunakan untuk menunjukkan penduga bagi ϕ yang didasarkan pada statistik Pearson yang hanya dibagi oleh ukuran contoh : $\hat{\phi}_P^* = P/n$.

3. Pendugaan Parameter Overdispersi Berdasarkan Metode Farrington

Farrington [3] melakukan pendugaan terhadap parameter overdispersi khususnya untuk data dimana terdapat banyak amatan respon yang bernilai nol. Farrington [3] mempertimbangkan bahwa pendugaan terhadap ϕ semata-mata sebagai alat untuk menguji hipotesis bahwa $\phi = 1$. Metode yang diusulkan [3] didasarkan pada statistik Pearson P yang telah dimodifikasi, yaitu :

$$\hat{\phi}_F = \frac{P_F}{(n-p)} = \hat{\phi}_P - \frac{n\bar{s}}{n-p} \quad (2)$$

dengan $P_F = P - \sum_{i=1}^n s_i/n$, $s_i = \frac{\hat{V}_i'}{\hat{V}_i} (y_i - \hat{\mu}_i)$, $\bar{V}_i' = \partial \hat{V}_i / \partial \hat{\mu}_i - \sum_{i=1}^n s_i/n$ dan $\bar{s} = \sum_{i=1}^n s_i/n$.

Penduga untuk parameter overdispersi diperoleh dengan menentukan solusi dari $g(\beta, \phi) = 0$, dengan $g(\beta, \phi)$ didefinisikan oleh :

$$g(\beta, \phi) = \sum_{i=1}^n \mathbf{a}_i (y_i - \hat{\mu}_i) + \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)}{\hat{V}_i} - \phi \right\} \quad (3)$$

dengan : \mathbf{a}_i tergantung pada β tapi tidak pada ϕ . Farrington [3] menunjukkan bahwa pemilihan $\mathbf{a}_i = -V_i'/V_i$ akan menghasilkan penduga bagi parameter overdispersi yang memiliki ragam minimum diantara kemungkinan penduga-penduga yang didefinisikan pada (3). Penduga yang dihasilkan untuk $\mathbf{a}_i = -V_i'/V_i$ adalah $\hat{\phi}_F^* = P_F/n$. Sementara itu, jika $\mathbf{a}_i = \mathbf{0}$ maka solusi dari persamaan (2) akan menghasilkan $\hat{\phi}_P^*$.

Farrington [4] mengusulkan $\hat{\phi}_F$ juga digunakan untuk kasus yang lebih umum dimana ϕ tidak diketahui, asalkan kumulasi ketiga dari Y_i yaitu $\kappa_{3i} = \phi^2 \kappa_{3i}^*$; $\kappa_{3i}^* = V_i V_i'$ diasumsikan berdasarkan generalized linear model dan $V_i' = \partial V_i / \partial \mu_i$.

Pada data cacahan dan data proporsional (data binomial), modifikasi terhadap $\hat{\phi}_P$ pada (2) akan dipengaruhi oleh data *sparse* karena s_i akan makin besar untuk data *sparse*. Dengan demikian, pada data cacahan, $V_i'/V_i = 1/\mu_i$ akan besar jika μ_i kecil, sedangkan pada data binomial, nilai mutlak $V_i'/V_i = (1 - 2\pi_i)/[n_i \pi_i (1 - \pi_i)]$ akan besar jika π_i mendekati nol atau satu dan n_i kecil.

4. Pendugaan Parameter Overdispersi Berdasarkan Metode Fletcher

Fletcher [2] melakukan pendugaan untuk parameter overdispersi ϕ dengan menganggap bahwa \mathbf{a}_i tergantung pada β dan ϕ . Misalkan $\hat{\phi}(\mathbf{a}_i)$ adalah penduga bagi ϕ berdasarkan metode Fletcher. Mean dan ragam untuk $\hat{\phi}(\mathbf{a}_i)$ masing-masing diberikan dalam persamaan (4) dan (5) sebagai berikut :

$$E[\hat{\phi}(\mathbf{a}_i)] = \phi(1 - P/n) - \frac{\phi}{2n} \sum_{i=1}^n \left[\{\phi V_i'' + 2(d_i - c_i)V_i'\} \frac{h_i'^2}{V_i} + c_i h_i'' \right] Q_{ii} \\ + \frac{\phi}{2n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_i \frac{h_i'}{V_j} h_j' h_j' Q_{ij} Q_{jj} + \frac{\phi}{n^2} \sum_{i=1}^n \frac{\partial \mathbf{a}_i}{\partial \phi} d_i V_i \\ - \frac{\phi}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\partial \mathbf{a}_i}{\partial \phi} d_j h_i' h_j' Q_{ij} + O(n^{-2}) \quad (4)$$

$$Var[\hat{\phi}(\mathbf{a}_i)] = \frac{\phi^2}{n^2} \sum_{i=1}^n \gamma_i + \frac{\phi}{n^2} \sum_{i=1}^n d_i^2 V_i \\ - \frac{\phi}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_i (2d_j - c_j) h_i' h_j' Q_{ij} + O(n^{-2}) \quad (5)$$

dengan : $c_i = \mathbf{a}_i + \phi V_i'/V_i$, $d_i = \mathbf{a}_i + \kappa_{3i}/(\phi V_i^2)$, $h_i' = \partial h(\eta_i)/\partial \eta_i$, Q_{ij} adalah elemen ke-(i,j) dari matriks kovarians Q untuk $\hat{\eta}$ jika $\phi = \mathbf{1}$ dengan $Q = X(X^T W X)^{-1} X^T$, $W = \text{diag}(w_{ij})$, $w_i = h_i'^2/V_i$, $\gamma_i = \kappa_{4i}/(\phi^2 V_i^2) - \kappa_{3i}^2/(\phi^3 V_i^3) + 2$ dan κ_{3i} serta κ_{4i} masing-masing merupakan kumulasi ketiga dan kumulasi keempat dari Y_i . Pembuktian (4) dan (5) dapat dilihat pada [2].

Persamaan (4) dan (5) lebih umum dibandingkan dengan hasil yang diperoleh [3] dan [5]. Jika $\frac{\partial \mathbf{a}_i}{\partial \phi} = \mathbf{0}$ dan $\kappa_{3i} = \phi^2 V_i V_i'$ maka akan diperoleh hasil yang dikemukakan oleh

Friedl. Sementara itu jika selain kedua syarat tersebut ditambah pula syarat $\phi = 1$ maka akan diperoleh hasil yang dikemukakan [3].

Persamaan (4) dan (5) tidak secara langsung menunjukkan pemilihan a_i yang optimal yaitu yang menghasilkan penduga dengan absolut bias atau ragam minimum. Jika $a_i = -\phi V_i'/V_i$ maka beberapa suku bias dan ragam akan tereliminasi. Jika $a_i = 0$ dan $a_i = -V_i'/V_i$ yang artinya masing-masing dari pemilihan a_i ini mengacu pada $\hat{\phi}_P^*$ dan $\hat{\phi}_F^*$ akan menyebabkan $\frac{\partial a_i}{\partial \phi} = 0$ sehingga mengeliminasi dua suku bias terakhir. Sebagai contoh, jika $a_i = -V_i'/V_i$ maka suku $\kappa_{3i} = \phi^2 V_i V_i'$ akan tereliminasi.

Misalkan $\hat{\phi}^*$ adalah notasi yang menunjukkan solusi untuk (3) jika dipilih $a_i = -\phi V_i'/V_i$ maka:

$$\hat{\phi}^* = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{V}_i^{-1} (y_i - \hat{\mu}_i)^2}{n + \sum_{i=1}^n \hat{V}_i' \hat{V}_i^{-1} (y_i - \hat{\mu}_i)}$$

Suku pertama pada (4) menyarankan penduga alternatif sebagai berikut :

$$\hat{\phi} = \frac{n\hat{\phi}^*}{n-p} = \frac{\phi_p}{1+\bar{s}} \quad (6)$$

Pembandingan terhadap (2) dan (6) memperlihatkan bahwa $\hat{\phi}_F$ dan $\hat{\phi}$ melibatkan perbedaan tipe dalam pengaturan terhadap $\hat{\phi}_P$ dengan menggunakan \bar{s} .

Penggunaan $\hat{\phi}^*$ lebih disukai daripada $\hat{\phi}_P^*$ atau $\hat{\phi}_F^*$ jika perhatian diberikan pada penduga dengan $a_i = -\phi V_i'/V_i$, karena ketiga penduga tersebut merupakan anggota dari kelompok ini dengan nilai a_i untuk masing-masing adalah $a_i = -\phi, 0$ dan -1 . Untuk data cacahan dan data binomial, mekanisme yang menyebabkan overdispersi adalah $\kappa_{3i} = \alpha V_i V_i'$ dengan $\alpha \geq \phi^2$. Hal ini akan diperlihatkan melalui kasus pada data cacahan dimana $V_i = \mu_i$ dan $V_i' = 1$ sehingga $\kappa_{3i} \geq \kappa_{2i}^2 / \kappa_{1i}$. Misalkan Y menyebar Poisson majemuk (*stopped-sum*), yaitu $Y = \sum_{i=1}^N C_i$, dengan $N \sim \text{Poisson}(\lambda)$ dan C_1, C_2, \dots, C_N adalah peubah acak yang saling bebas dan memiliki sebaran identik dan juga bebas terhadap N . Kumulan ke- r dari Y adalah $\kappa_r = \lambda \mu_r'$, dengan $\mu_r' = E(C^r)$. Kondisi ini terpenuhi jika $\mu_3' \mu_1' \geq \mu_2'^2$. Karena C adalah peubah acak cacahan, pertidaksamaan tersebut dapat juga dituliskan sebagai berikut :

$$\sum_{k=0}^{\infty} k^3 p_k \sum_{k=0}^{\infty} k p_k \geq \left(\sum_{k=0}^{\infty} k^2 p_k \right)^2$$

dengan: $p_k = P(C = k)$. Dengan menuliskan $k^3 = (k^{3/2})^2$ dan $k = (k^{1/2})^2$, hasil ini mengikuti pertidaksamaan Cauchy. Beberapa sebaran yang termasuk dalam kelompok sebaran Poisson majemuk (*stopped-sum*) adalah negatif binomial, Neyman Type A, Polya-Aeppli dan sebaran Hermite. Begitu pula dengan sebaran Poisson campuran (*mixture Poisson distribution*) seperti sebaran Poisson-lognormal dan Poisson-inverse Gaussian memenuhi kondisi tersebut, yaitu masing-masing memiliki nilai $\alpha = \phi(2\phi - 1) + u(\phi - 1)^2$ untuk $u > 1$ dan $\alpha = 3\phi(\phi - 1) + 1$.

Untuk data binomial, berlaku $V_i = n_i \pi_i (1 - \pi_i)$ dan $V_i' = 1 - 2\pi_i$. Untuk n_i konstan, pembangkitan Y_i dari sebaran beta binomial, yang diparameterisasi sedemikian sehingga $\text{var}(Y_i) = \phi n_i \pi_i (1 - \pi_i)$, akan menghasilkan $\alpha = d\phi^2$ dengan $d \geq 1$.

Kondisi ini belum diketahui apakah terpenuhi juga pada model-model binomial campuran seperti model logistik-normal yang tidak mempunyai bentuk tertutup (*closed form*) pada momen-momennya.

Untuk sebaran yang memenuhi kondisi $\kappa_3 = \alpha V_i V_i'$, dengan $\alpha \geq \phi^2$, Fletcher (2012) telah mengembangkan teorema-teorema sebagai berikut :

Teorema 1. Misalkan $\tilde{\phi}(\alpha)$ adalah solusi dari persamaan (3) untuk $\alpha_i = -\alpha V_i'/V_i$. Jika $\kappa_3 = \alpha V_i V_i'$, maka mean dan ragam $\tilde{\phi}(\alpha)$ diberikan oleh :

$$E[\tilde{\phi}(\alpha_i)] = e_0 + e_1(\alpha) + O(n^{-2})$$

$$var[\tilde{\phi}(\alpha_i)] = v_0 + v(\alpha) + O(n^{-2}) \quad (7)$$

dengan :

$$e_0 = \phi(1 - P/n) - \frac{\phi}{2n} \sum_{i=1}^n \left[\left\{ \phi V_i'' + 2 \left(\frac{\alpha}{\phi} - \phi \right) \frac{V_i'^2}{V_i} \right\} w_i Q_{ii} \right],$$

$$e_1(\alpha) = -\frac{\phi}{2n} \left(\alpha + \phi \right) S_1 + \frac{\phi}{n^2} \frac{\partial \alpha}{\partial \phi} \left(\alpha + \frac{\alpha}{\phi} \right) S_2,$$

$$v_0 = \frac{\phi^2}{n^2} \sum_{i=1}^n \gamma_i + \frac{\phi}{n^2} \left(\frac{\alpha}{\phi} - \phi \right)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{V_i V_j'}{V_i V_j} h_i' h_j' Q_{ij},$$

$$v_1(\alpha) = \frac{\phi}{n^2} \left(\alpha + \frac{\alpha}{\phi} \right)^2 S_2,$$

$$S_1 = \sum_{i=1}^n \frac{V_i'}{V_i} h_i'' Q_{ii} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{V_i' h_j''}{V_i V_j} h_i' h_j' Q_{ij} Q_{jj}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \frac{V_i'^2}{V_i} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{V_i' V_j'}{V_i V_j} h_i' h_j' Q_{jj}$$

Pembuktian Teorema 1 dapat dilihat pada [2].

Teorema 2. Berdasarkan asumsi bahwa $\kappa_3 = \alpha V_i V_i'$ dengan $\alpha \geq \phi^2$ dan mengabaikan suku $O(n^{-2})$ maka $var(\tilde{\phi}^*) \leq var(\tilde{\phi}_F^*) < var(\tilde{\phi}_P^*)$. Hal ini berimplikasi $var(\tilde{\phi}) \leq var(\tilde{\phi}_F) < var(\tilde{\phi}_P)$.

Bukti.

Pertama, dapat dilihat bahwa $v_1(\alpha)$ adalah nonnegatif karena $S_2 = z' [I - U(U^T U)^{-1} U^T] z$ adalah jumlah kuadrat sisaan untuk regresi z pada U , dengan $z^T = [z_1, z_2 \dots z_n]$, $z_1 = V_i'/V_i^{1/2}$ dan $U = W^{1/2} X$. Kedua, kondisi pada (8) berikut akan berlaku

$$\left(\frac{\alpha}{\phi} - \phi \right)^2 \leq \left(\frac{\alpha}{\phi} - 1 \right)^2 < \left(\frac{\alpha}{\phi} \right)^2 \quad (8)$$

untuk $\alpha \geq \phi^2$ dan $\phi \geq 1$.

Pertidaksamaan (8) berimplikasi penurunan ragam yang diperoleh akibat penggunaan $\hat{\phi}^*$ akan makin tinggi jika ϕ makin tinggi. Akibatnya, jika $\phi \approx 1$, ada sedikit perbedaan antara $\hat{\phi}^*$ dan $\hat{\phi}_F$, kedua penduga ini lebih baik daripada $\hat{\phi}_F$ meskipun ketika $\phi = 1$.

Dengan melihat persamaan (6), tidak dapat menyatakan bahwa $\alpha = -\phi$ akan meminimumkan absolut bias. Namun, secara umum, kuadrat bias akan $O(n^{-2})$ sedangkan ragam akan $O(n^{-1})$, tanpa dipengaruhi oleh pemilihan nilai α , sehingga meminimumkan ragam bersifat lebih penting.

Seperti yang telah didiskusikan oleh [3], kelompok penduga yang didefinisikan pada persamaan (3) dapat dipandang dalam konteks persamaan pendugaan kuadratik (*quadratic estimating equations*). Dengan menggunakan hasil pada [6], dapat diperlihatkan bahwa jika $\kappa_3 = \phi^2 \kappa_{3i}^*$ dan $\kappa_{4i} = \phi^3 \kappa_{4i}^*$ dengan κ_{3i}^* dan κ_{4i}^* adalah kumulatif ketiga dan keempat dari Y_i yang diasumsikan berdasarkan generalised linear model, maka penggunaan $\hat{\beta}$ dan $\hat{\phi}^*$ adalah optimal, dalam artian matriks asimptotik kovarians sekecil mungkin. Meskipun kondisi pada momen ketiga dan momen keempat tidak mungkin dijumpai secara pasti untuk data cacahan dan data binomial, hasil-hasil yang diperoleh mendukung pada penggunaan $\hat{\phi}$.

5. Studi Kasus

Untuk melihat perbedaan dari tiga metode pendugaan parameter overdispersi yaitu metode berdasarkan statistik Pearson, Farrington dan Fletcher digunakan data mengenai jumlah kasus malaria yang ditemukan di Propinsi Jawa Barat selama tahun 2012. Data diperoleh dari Jabar Dalam Angka 2013 dan Riskesdas Dalam Angka 2013. Ukuran contoh yang diamati adalah 26 wilayah (area) : 17 area kabupaten dan 9 area kota.

Peubah respon (Y) yang diamati adalah banyaknya kasus malaria yang dijumpai di Provinsi Jawa Barat selama tahun 2012. Peubah penjelas yang diamati adalah :

1. Status area (kabupaten atau kota).
2. Kepadatan penduduk per km².
3. Jumlah rumah tangga.
4. Timbunan sampah per kapita (liter/orang/hari).
5. Prevalensi malaria berdasarkan diagnosis or gejala.
6. Proporsi rumah tangga menggunakan kelambu untuk mencegah gigitan nyamuk.
7. Proporsi rumah tangga menggunakan kasa nyamuk untuk mencegah gigitan nyamuk.
8. Proporsi rumah tangga menguras bak 1 kali seminggu.
9. Proporsi rumah tangga menguras bak lebih dari 1 kali seminggu.
10. Proporsi rumah tangga tidak pernah menguras bak.

Dari data yang diperoleh, 53.8 % (14 dari 26 area) amatan peubah respon Y bernilai nol. Informasi selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel.1 Klasifikasi frekuensi area berdasarkan banyaknya kasus malaria yang ditemukan

y_i	0	1	6	8	9	11	32	36	69	296	323
Frekuensi	14	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

Jumlah kasus malaria terbanyak (yaitu 323 kasus) dijumpai di Kabupaten Sukabumi. Berikutnya disusul oleh Kabupaten Garut (296 kasus), Kabupaten Tasikmalaya (69 kasus), Kabupaten Ciamis (36 kasus), Kabupaten Sumedang (32 kasus) dan Kota Sukabumi (11 kasus). Sementara itu banyaknya kasus malaria pada kabupaten atau kota selainnya adalah kurang dari 10 kasus, dengan 0 kasus (tidak ditemukan kasus malaria) pada 14 wilayah.

Amatan peubah respon dalam penelitian ini adalah banyaknya kasus malaria yang dijumpai di suatu wilayah, artinya data amatan dari peubah respon ini tergolong data cacahan (*count data*). Data cacahan umumnya diasumsikan menyebar Poisson, sehingga pemodelan mengenai kasus malaria ini dicoba terlebih dahulu berdasarkan regresi Poisson. Berdasarkan pemodelan regresi Poisson, hampir seluruh peubah penjelas yang diamati memiliki pengaruh signifikan terhadap banyaknya kasus penyakit malaria di Provinsi Jawa Barat, kecuali status area (kabupaten atau kota) yang tidak memiliki pengaruh terlalu besar dan juga kepadatan penduduk tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah penyakit malaria yang ditemukan di Provinsi Jawa Barat. Namun demikian, pengepasan (*fitting*) model regresi Poisson ini menunjukkan bahwa hasil bagi antara deviance dengan derajat bebas adalah 30.9956 dan hasil bagi antara statistik Pearson dengan derajat bebasnya adalah 867.5764. Hasil bagi tersebut sangat jauh lebih besar dari satu, maka hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan model regresi Poisson yang dispesifikasikan bersifat tidak layak. Salah satu kemungkinan penyebab dari ketidaklayakan model ini adalah karena terdapat overdispersi yang disebabkan oleh banyaknya amatan Y yang bernilai nol.

Dugaan untuk parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson, Farrington dan Fletcher disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dugaan untuk parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson, metode Farrington dan metode Fletcher untuk kasus malaria di Provinsi Jawa Barat selama tahun 2012

Metode	Nilai Dugaan
Pearson	$\hat{\phi}_P = 867.6$
Farrington	$\hat{\phi}_F = 762.4$
Fletcher	$\hat{\phi}_{FL} = 14.1$

Ketiga nilai statistik tersebut jauh lebih besar daripada satu sehingga mengindikasikan bahwa pada data yang diamati terdapat indikasi adanya overdispersi. Pemodelan kasus malaria dengan regresi Poisson telah menunjukkan hasil yang tidak layak, sehingga perlu dipilih pendekatan lain untuk memodelkan kasus malaria tersebut.

Beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk memodelkan data overdispersi diantaranya adalah dengan menggunakan regresi binomial negatif [7]. Artinya, peubah respon tidak diasumsikan menyebar Poisson tapi diasumsikan menyebar binomial negatif. Selain binomial negatif, pendekatan yang dapat digunakan dalam pemodelan data yang terindikasi terdapat overdispersi adalah melalui pendekatan quasi-likelihood [7]. Dalam pendekatan quasi-likelihood, peubah respon Y tidak diasumsikan mengikuti sebaran tertentu. Pada pendekatan quasi-likelihood, hanya diasumsikan bahwa ragam dari peubah respon Y memiliki hubungan dengan rata-rata (mean). Dengan kata lain, ragam dari peubah respon Y merupakan suatu fungsi dari rata-rata (bersifat proporsional/sebanding terhadap rata-rata). Hal ini dinotasikan oleh :

$Var(Y) = \phi V(\mu)$, dengan ϕ adalah suatu konstanta kesebandingan (*constant of proportionality*) atau disebut juga parameter overdispersi, sedangkan $V(\mu)$ adalah suatu fungsi dalam μ . Sementara itu alternatif untuk pemodelan data cacahan yang terindikasi overdispersi karena banyaknya amatan yang bernilai nol dapat menggunakan model zero inflated Poisson [8] dan [9].

Dalam penelitian ini dicobakan regresi binomial negatif, zero inflated Poisson (ZIP) dan pendekatan quasi-likelihood untuk memodelkan kasus malaria di Propinsi Jawa Barat. Pada Tabel 3 ditampilkan hasil uji kebaikan suai berdasarkan pendekatan regresi binomial negatif, zero inflated Poisson dan pendekatan quasi-likelihood.

Tabel.3 Hasil Uji Kebaikan Suai

Pendekatan	Pearson/df	Deviance/df
Binomial Negatif	0.9037	1.224
Zero inflated Poisson	6.0572	
Quasi-likelihood	1	

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil bagi antara statistik Pearson dengan derajat bebas untuk pendekatan quasi-likelihood adalah sama dengan satu. Hasil bagi antara statistik Pearson dengan derajat bebas model sama dengan satu dapat dicapai yaitu dengan memilih dugaan untuk konstanta proporsional ragam pada pendekatan quasi-likelihood sama dengan nilai dugaan untuk parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson. Dengan demikian, berdasarkan kriteria tersebut, pendekatan quasi-likelihood nampaknya yang paling baik untuk dipilih dalam memodelkan kasus malaria di Propinsi Jawa Barat. Dugaan untuk parameter model regresi dengan pendekatan quasi-likelihood disajikan pada Tabel 4. Sebagai perbandingan, pada Tabel 4 juga disajikan dugaan parameter model regresi Poisson.

Tabel 4. Dugaan Parameter Model Berdasarkan Regresi Poisson dan Pendekatan Quasi-Likelihood

Parameter	Regresi Poisson			Parameter	Quasi-Likelihood		
	Estimate	SE	Pr > Chi-Sq		Estimate	SE	Pr > Chi-Sq
Intercept	10.413	1.028	<.0001	Intercept	10.4131	30.272	0.7356
status	-1.118	0.570	0.0515	Status	-1.1179	16.901	0.9481
padat	-0.005	0.082	0.9534	Padat	-0.0048	2.4125	0.9984
rmhtgg	-4.430	0.319	<.0001	Rmhtgg	-4.4301	9.3782	0.6435
sampah	4.811	0.302	<.0001	Sampah	4.8106	8.8924	0.5965
preval	0.395	0.070	<.0001	Preval	0.3952	2.0728	0.8514
kelambu	0.326	0.036	<.0001	Kelambu	0.3259	1.0553	0.7617
kasa	-0.761	0.074	<.0001	Kasa	-0.7613	2.1706	0.7307
satu	-0.039	0.012	0.0021	Satu	-0.0389	0.3728	0.9184
lbhsatu	-0.223	0.026	<.0001	Lbhsatu	-0.2230	0.7757	0.7777
tidak	-0.179	0.026	<.0001	Tidak	-0.1792	0.7533	0.8152

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa baik itu regresi Poisson maupun quasi-likelihood menghasilkan nilai dugaan parameter model yang sama, yang membedakan adalah nilai untuk galat bakunya (*standard error*). Untuk galat baku berdasarkan regresi Poisson jauh lebih kecil daripada galat baku berdasarkan pendekatan quasi-likelihood. Galat baku yang dihasilkan melalui regresi Poisson bersifat *underestimate* dibandingkan dengan kenyataannya, sehingga menyebabkan terjadinya kecenderungan untuk melakukan penolakan H_0 (menyatakan suatu peubah bersifat signifikan padahal mungkin kondisi sebenarnya tidak signifikan).

Jika dilihat berdasarkan pendekatan regresi Poisson, terlihat bahwa hampir seluruh peubah penjelas (kecuali status area dan kepadatan penduduk) secara signifikan mempengaruhi banyaknya kasus malariadi Propinsi Jawa Barat selama tahun 2012 ($\alpha=0.05$). Sementara itu berdasarkan pendekatan quasi-likelihood terlihat bahwa dari semua peubah penjelas yang dimasukkan pada model, tidak ada satu pun yang bersifat signifikan ($\alpha=0.05$). Hal ini disebabkan oleh dugaan galat baku berdasarkan quasi-likelihood jauh lebih besar daripada regresi Poisson. Namun demikian hasil dugaan galat baku berdasarkan quasi-likelihood tersebut relatif lebih mencerminkan kondisi yang sebenarnya, karena dalam pendekatan quasi-likelihood sudah dilakukan koreksi terhadap galat baku sedemikian sehingga rasio antara statistik Pearson dengan derajat bebas model sama dengan satu (artinya masalah overdispersi dalam hal ini sudah teratasi).

6. Kesimpulan

Nilai dugaan untuk parameter overdispersi yang diusulkan Fletcher lebih kecil daripada nilai dugaan Farrington dan Pearson untuk data cacahan yang tidak menyebar sesuai dengan sebaran yang diasumsikan (dalam hal ini khususnya untuk data cacahan yang diasumsikan menyebar Poisson). Penanganan parametrik pada kasus overdispersi belum tentu dapat menyelesaikan masalah overdispersi secara pasti dan baik. Khususnya pada data cacahan yang dicobakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penanganan overdispersi dengan pendekatan quasi-likelihood memberikan hasil yang relatif lebih baik dibandingkan dengan metode parametrik yang dicobakan (yaitu binomial negatif dan zero inflated Poisson). Pada pendekatan quasi-likelihood, jika faktor pengali (*constant of proportionality*) yang dipilih sama dengan nilai dugaan untuk parameter overdispersi berdasarkan statistik Pearson, maka akan dapat mengatasi masalah overdispersi data dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1]. Wedderburn (1974). Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and Gauss-Newton method, *Biometrika*, 61, 439-47.
- [2]. Fletcher, D.J (2012). Estimating overdispersion when fitting a generalized linear model to sparse data, *Biometrika*, 99, 230-37.
- [3]. Farrington, C.P (1996). On assessing goodness of fit of generalized linear models to sparse data. *J. R. Statist.Soc.*, 58, 349-60.
- [4]. Farrington, C.P (1995). Pearson statistics, goodness of fit, and overdispersion in generalized linear models. In Proc. 10th Int. Workshop Statist.Mod., Ed. G. Seeber, B. Francis, R. Hatzinger and Steckel-Berger, pp.109-16. New York: Springer.

- [5]. Friedl (1997). On the asymptotic moments of Pearson type statistics based on resampling procedures. *Comp. Statist*, 12, 265-78.
- [6]. Crowder, M. (1987). On linear and quadratic estimating functions. *Biometrika*, 74, 591-597.
- [7]. Hinde, J. and Demetrio, C.G.B (1998). Overdispersion: Models and Estimation, *Computational Statistics & Data Analysis*, 98, 151-70
- [8]. Lambert, D. (1992). Zero-inflated Poisson regression, with an application to defects in manufacturing. *Technometrics*, 34, 1-14.
- [9]. Fletcher, D., MacKenzie, D., Villouta E. (2005). Modelling skewed data with many zeros : A simple approach combining ordinary and logistic regression. *Journal of Environmental and Ecological Statistics*, 12, 45-54.

MODIFIKASI METODE ARRSES DAN APLIKASINYA

Erna Tri Herdiani¹, Riska Amalia² dan M. Saleh AF³

¹Jurusan Matematika Universitas Hasanuddin
e-mail: herdiani.erna@gmail.com

²Jurusan Matematika Universitas Hasanuddin
e-mail: ikariskamalia@yahoo.com

³Jurusan Matematika Universitas Hasanuddin
e-mail: afsaleh54@yahoo.co.id

Abstract. Method of smoothing (smoothing) is used to reduce the random element of the data and to make a positive influence and negative random cancel each other out in a series of past data. Several methods are commonly used, among other methods of single exponential smoothing (SES) and the method of adaptive response rate of single exponential smoothing (ARRSES). ARRSES method has advantages compared to the SES in terms of the value of α , where α is a smoothing parameter that controls the new observations performed. This paper aims to establish a model ARRSES by modifying the previous results and apply them to the Indonesian inflation data by expenditure groups clothing category.

Keywords: forecasting, exponential smoothing, ARRSES, MSE, MAPE

1. Pendahuluan

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk peramalan diantaranya adalah pemulusan eksponensial. Metode penghalusan (*smoothing*) digunakan untuk mengurangi unsur random dari data yang lalu. Metode ini menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan terdahulu, Montgomery (1990).

Dalam kategori ini terdapat beberapa metode yang umum dipakai, antara lain metode *single exponential smoothing* (SES), *Brown's one-parameter double exponential smoothing*, *Holt's two-parameter double exponential smoothing*, metode *adaptive response rate single exponential smoothing* (ARRSES). Metode ARRSES memiliki kelebihan dibandingkan SES dalam hal nilai α , dimana α merupakan parameter yang bergantung terhadap waktu. Makridakis (1999), Taylor (2004), Safee dan Ahmad (2014), Nazhim, Ahmad dan Aftharnorhan (2014).

Taylor (2004) menyatakan bahwa metode baru adaptive exponential smoothing berasal dari pengembangan parameter smoothing yang dimodelkan sebagai fungsi logistic dari variabel yang digunakan atau disebut juga dengan smooth transition exponential smoothing (STES) yaitu :

$$f_{t+1} = \alpha_t y_t + (1 - \alpha_t) f_t$$

Dimana :

$$\alpha_t = \frac{1}{1 + \exp(\beta + \gamma V_t)}$$

Sedangkan, pada paper ini akan diusulkan metode ARRSES yang merupakan modifikasi dari Makridakis (1999).

1. Single Exponential Smoothing (SES)

Kasus yang sederhana dari SES memiliki persamaan awal, yaitu sebagai berikut :

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right) \quad (1)$$

dimana : F_t = Nilai ramalan pada waktu t , X_t = data aktual pada waktu t , N = jumlah seluruh data. Jika X_{t-N} tidak tersedia sehingga tempatnya harus digantikan dengan suatu nilai pendekatan. Salah satu pengganti yang mungkin adalah nilai ramalan periode yang sebelumnya yaitu F_t sehingga persamaan (1) menjadi

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{F_t}{N} \right) \quad (2)$$

karena nilai N positif maka bobot $\left(\frac{1}{N}\right)$ nilainya berkisar antara 0 dan 1 dengan mengganti nilai $\left(\frac{1}{N}\right)$ dengan α maka persamaan (2) menjadi

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (3)$$

Persamaan ini merupakan bentuk umum yang digunakan dalam menghitung ramalan dengan metode pemulusan eksponensial. Metode ini banyak mengurangi masalah penyimpanan data, karena tidak perlu lagi menyimpan semua data historis. Hanya pengamatan terakhir, ramalan terakhir, dan suatu nilai α yang harus disimpan (Makridakis, 1999).

2. Adaptive Response Rate Single Exponential Smoothing (ARRSES)

Metode peramalan SES memerlukan spesifikasi nilai α dan telah ditunjukkan bahwa ukuran MAPE dalam Makridakis (1999) bergantung pada pemilihan ini. Metode ARRSES memiliki kelebihan dari SES, nilai α dapat berubah secara terkendali dengan adanya perubahan dalam pola datanya. Metode ARRSES bersifat adaptif dalam arti bahwa nilai α akan berubah secara otomatis jika terdapat perubahan dalam pola data dasar.

Persamaan dasar untuk peramalan dengan metode ARRSES hampir serupa dengan persamaan (3) perbedaannya nilai α diganti dengan α_t

$$F_{t+1} = \alpha_t X_t + (1 - \alpha_t)F_t \quad (4)$$

dengan:

$$\alpha_{t+1} = \left| \frac{E_t}{M_t} \right| \text{ (bobot pada tiap data),}$$

$$E_t = \beta e_t + (1 - \beta)E_{t-1} \text{ (error yang dihaluskan)}$$

$$M_t = \beta |e_t| + (1 - \beta)M_{t-1} \text{ (error absolute yang dihaluskan)}$$

$$e_t = X_t - F_t \text{ (data aktual-ramalan)}$$

α dan β merupakan parameter bernilai antara 0 dan 1.

2. Hasil dan Pembahasan

Metode ARRSES dimulai dengan pembahasan rata-rata bergerak. Rata-rata ini akan menjadi acuan untuk periode mendatang. Secara aljabar, rata-rata bergerak dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F_{T+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_T}{T} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T X_i \quad (8)$$

$$F_{T+2} = F_{T+1} + \frac{1}{T}(X_{T+1} - X_1) \quad (9)$$

F_{T+2} merupakan ramalan baru penyesuaian dari ramalan satu periode sebelumnya (F_{T+1}). Diketahui kasus paling sederhana yaitu SES:

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right) \quad (10)$$

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (11)$$

Akibatnya pemulusan eksponensial dapat diperluas dengan memasukkan nilai F_t dengan komponennya

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \\ &= \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1} \end{aligned} \quad (12)$$

Jika proses substitusi ini diulang dengan mengganti F_{t-1} dengan komponennya, F_{t-2} dan seterusnya dengan komponennya, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{N-1} X_{t-(N-1)} \\ &\quad + (1 - \alpha)^N F_{t-(N-1)} \end{aligned} \quad (13)$$

Adanya perubahan dalam pola data maka ARRSES diperoleh, nilai α berubah secara terkendali berdasarkan pola data.

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha_t X_t + (1 - \alpha_t)F_t \\ F_{t+2} - F_{t+1} &= \alpha_{t+1}(X_{t+1} - F_{t+1}) \end{aligned} \quad (14)$$

$$\alpha_{t+1} = \frac{X_{t+1} - F_{t+1}}{F_{t+2} - F_{t+1}}$$

Karena mengikuti metode ARRSES sebelumnya, maka didefinisikan berdasarkan persamaan 14 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E_t &= X_{t+1} - F_{t+1} \\ M_t &= F_{t+2} - F_{t+1} \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan nilai E_t dan M_t baru inilah maka metode ARRSES dapat dijalankan. Dan untuk selanjutnya metode ARRSES dengan nilai E_t dan M_t baru ini disebut dengan modifikasi metode ARRSES. Selanjutnya, hasil yang telah diperoleh ini akan di aplikasikan pada data inflasi Indonesia dan dibandingkan dengan hasil peneliti yang lainnya yaitu Taylor (2004) dan Makridakis (1999).

Data yang digunakan adalah data sekunder, yakni Data Inflasi Indonesia. Menurut kelompok pengeluaran kategori sandang periode Januari 2011 sampai Juni 2015 yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia <http://bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/901>.

1. ARRSES berdasarkan Makridakis (1999)

Pada tahap ini akan dilakukan metode ARRSES dengan mengambil nilai awal : $F_2 = X_1$, $\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \beta = 0.2$ dan $E_1 = M_1 = 0$, dapat dilihat hasil pengolahan dari data pertama sampai data ke 54 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. ARRSES berdasarkan Makridakis (1999)

Bulan	X_t	F_{t+1}	e_t	E_t	$e_t \text{ abs}$	M_t	α_{t+1}	β
Jan-2011	0,15			0		0		
Feb-2011	-0,08	0,15	-0,23	-0,046	0,23	0,046	0,2	0,2
Mar-2011	0,38	0,10	0,28	0,0184	0,276	0,092	0,2	0,2
Apr-2011	0,75	0,16	0,59	0,1329	0,5908	0,1918	0,2	0,2
Mei-2011	0,64	0,28	0,36	0,1788	0,3626	0,2259	0,6929	0,2
Jun-2011	0,57	0,53	0,04	0,1513	0,0413	0,189	0,7915	0,2
Jul-2011	0,62	0,56	0,06	0,1328	0,0586	0,1629	0,8006	0,2
Ags-2011	3,07	0,61	2,46	0,5986	2,4617	0,6227	0,815	0,2
Sep-2011	0,97	2,61	-1,64	0,1499	1,6445	0,8271	0,9613	0,2
Okt-2011	-1,26	1,03	-2,29	-0,339	2,2937	1,1204	0,1813	0,2
Nov-2011	1,36	0,62	0,74	-0,123	0,7422	1,0447	0,3024	0,2
Des-2011	0,20	0,84	-0,64	-0,227	0,6423	0,9642	0,1173	0,2
⋮								
Apr-2015	0,24	0,13	0,11	0,0876	0,1097	0,3569	0,1961	0,2
Mei-2015	0,23	0,15	0,08	0,0857	0,0782	0,3011	0,2455	0,2
Jun-2015	0,28	0,17	0,11	0,0904	0,109	0,2627	0,2847	0,2

2. ARRSES berdasarkan Modifikasi

Tahap selanjutnya adalah dengan melakukan peramalan pada saat $t = 0$, sehingga $X_0 = 0, E_0 = 0,15$ dan $M_0 = 0,15$ serta mengambil $\beta = 0,2$. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. ARRSES berdasarkan Modifikasi

Bulan	X_t	F_{t+1}	e_t	E_t	$e_t \text{ abs}$	M_t	α_{t+1}	β
	0,00			0,15		0,15		0,2
Jan-2011	0,15	0	0,15	0,15	0,15	0,15	1	0,2
Feb-2011	-0,08	0,15	-0,23	0,074	0,23	0,166	1	0,2
Mar-2011	0,38	-0,08	0,46	0,1512	0,46	0,2248	0,4458	0,2
Apr-2011	0,75	0,1251	0,62	0,2459	0,6249	0,3048	0,6726	0,2
Mei-2011	0,64	0,5454	0,09	0,2157	0,0946	0,2628	0,8068	0,2
Jun-2011	0,57	0,6217	-0,05	0,1622	0,0517	0,2206	0,8207	0,2
Jul-2011	0,62	0,5793	0,04	0,1379	0,0407	0,1846	0,7354	0,2
Ags-2011	3,07	0,6092	2,46	0,6025	2,4608	0,6398	0,747	0,2
Sep-2011	0,97	2,4475	-1,48	0,1865	1,4775	0,8074	0,9416	0,2
Okt-2011	-1,26	1,0563	-2,32	-0,314	2,3163	1,1092	0,231	0,2
Nov-2011	1,36	0,5213	0,84	-0,084	0,8387	1,0551	0,2832	0,2
Des-2011	0,20	0,7588	-0,56	-0,179	0,5588	0,9558	0,0791	0,2
⋮								
Apr-2015	0,24	0,1304	0,11	0,0876	0,1096	0,3569	0,1961	0,2
Mei-2015	0,23	0,1519	0,08	0,0857	0,0781	0,3012	0,2455	0,2
Jun-2015	0,28	0,1711	0,11	0,0904	0,1089	0,2627	0,2846	0,2

3. ARRSES berdasarkan Taylor (2004)

Tahap berikutnya adalah peramalan dengan Metode Taylor. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 3.

Pemilihan Metode Terbaik

Dari hasil pengolahan data di atas dapat dihitung nilai *mean square error* (MSE) dan *Mean Absolute Presentage Error* (MAPE) dari masing-masing metode. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 3. ARRSES berdasarkan Taylor

Bulan	Xt	beta	vt=et2	gamma	at taylor	Ft taylor
Jan-2011	0.15					0
Feb-2011	-0.08	0.2	0.0225	0.1	0.449609	-0.03597
Mar-2011	0.38	0.2	0.001939	0.1	0.450118	0.151266
Apr-2011	0.75	0.2	0.052319	0.1	0.448871	0.420021
Mei-2011	0.64	0.2	0.108886	0.1	0.447472	0.518455
Jun-2011	0.57	0.2	0.014773	0.1	0.4498	0.54164
Jul-2011	0.62	0.2	0.000804	0.1	0.450146	0.576914
Agt-2011	3.07	0.2	0.001856	0.1	0.45012	1.699102
Sep-2011	0.97	0.2	1.879362	0.1	0.404214	1.404388
Okt-2011	-1.26	0.2	0.188693	0.1	0.4455	0.217403
Nov-2011	1.36	0.2	2.18272	0.1	0.39693	0.670935
Des-2011	0.20	0.2	0.474811	0.1	0.438444	0.464456
Apr-2015	0.24	0.2	0.116153	0.1	0.447293	0.251503
Mei-2015	0.23	0.2	0.000132	0.1	0.450163	0.241823
Jun-2015	0.28	0.2	0.00014	0.1	0.450163	0.259009
Jul-2015	0.39	0.2	0.000441	0.1	0.450155	0.317975

Tabel 4. Nilai MAPE dan MSE

Metode	MSE	MAPE
Makridakis	0.82	1.69
Modifikasi Makridakis	0.80	1.66
Taylor	0.29	1.28

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pengolahan data menggunakan model ARRSES dengan Metode Taylor memiliki nilai MAPE dan MSE yang lebih kecil dibandingkan dengan model ARRSES makridakis ataupun modifikasi. Metode modifikasi makridakis lebih efisien dari makridakis tetapi masih lebih efisien lagi metode Taylor. Hal ini berarti nilai peramalan dengan menggunakan model ARRSES dengan Metode Taylor lebih mendekati nilai sebenarnya.

Peramalan

Nilai peramalan data inflasi Indonesia menurut kelompok pengeluaran kategori sandang sehingga hasil nilai peramalan dan nilai sebenarnya untuk bulan Juli 2015 – Januari 2016, dituliskan dalam tabel 5 yaitu:

Tabel 5. Nilai Peramalan dan Nilai Sebenarnya dari Metode Taylor

No	Nilai Peramalan	Nilai Sebenarnya
1	0.18	0.01
2	0.47	0.83
3	0.37	0.25
4	0.10	-0.23
5	0.10	0.09
6	0.81	2.2

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model ARSES dengan metode modifikasi makridakis lebih efektif dibandingkan makridakis tetapi masih belum bisa mengungguli metode Taylor.
2. Aplikasi metode ARSES pada data inflasi Indonesia menurut kelompok pengeluaran kategori sandang menghasilkan peramalan untuk bulan Juli 2015 – Januari 2016 masing-masing adalah 0,18; 0,47; 0,37; 0,1; 0,1 dan 0,81.

Daftar Pustaka

- [1] Data Inflasi Indonesia Menurut Kelompok Pengeluaran Kategori Sandang. <http://bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/901> (diakses Juli 2015, 10.55)
- [2]. Makridakis, S., Wheelwright, S.C., & Mc Gee, V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan*, jilid Satu. Edisi Kedua. Binarupa Aksara: Jakarta
- [3]. Montgomery DC, Johnson LA, Gardiner JS. (1990). *Forecasting and Time series Analysis. 2nd Edition*. Singapore (SG): McGraw-Hil.
- [4]. Nazim, Ahmad., Afthanorhan, A. (2014). A Comparison Between Single Exponential Smoothing (SES), Double Exponential Smoothing (DES), Holt's (Brown) and Adaptive Response Rate Single Exponential Smoothing (ARSES) Techniques in Forecasting Malaysia Population. *Global Journal Of Mathematical Analysis*, 2 (4), 276-280.
- [5]. Safee, S. and Ahmad, S. (2014), Comparing the Univariate Modeling Techniques, Box-Jenkins and Artificial Neural Network (ANN) for Measuring of Climate Index, *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 8, no. 32, 1557 - 1568
- [6]. Taylor, J.W. (2004), Smooth Transition Exponential Smoothing, *Journal of Forecasting*, Vol. 23, pp. 385-394

SKEWED LAPLACE DISTRIBUTION FOR EUROPEAN CALL OPTION PRICING

Evy Sulistianingsih¹, Neva Satyahadewi², Muhlasah Novitasari Mara³, Yundari⁴

¹Jurusan Matematika Universitas Tanjungpura
e-mail: evysulistianingsih@math.untan.ac.id

²Jurusan Matematika Universitas Tanjungpura
e-mail: neva.satya@math.untan.ac.id

³Jurusan Matematika Universitas Tanjungpura
e-mail: muhlasah.novitasari.mara@math.untan.ac.id

⁴Jurusan Matematika Universitas Tanjungpura
e-mail: yundari@math.untan.ac.id

Abstract. This paper proposes about parameter estimation of Skewed Laplace Distribution (SL) by Moment Method and Third Order Taylor Series approach. SL has a flexible scale parameter. It can capture excess kurtosis that was founded frequently in log returns of assets. So that, under the assumptions of risk neutrality and absence of arbitrage opportunities in asset investment, a close form solution for the European call option price model, when log return assets that have excess kurtosis and tend to follow SL, can be obtained. Furthermore, European call option price model using SL approach covers Black-Scholes Model when parameter scale of SL is one.

Keywords: *log return, black-scholes, option*

1. Introduction

Black-Scholes model is well known model used in option pricing. Black-Scholes model limited the problem by making an assumption that stock returns follow a normal distribution while stock prices follow lognormal distribution.

In reality, the return data are often not normally distributed. The return data are frequently found in excess kurtosis condition, see Hsieh [2], Huisman, Koedijk and Pownall [3], Nelson [7], and Theodossiou [8]. Thus, the normal distribution for return and lognormal distribution for stock data which are the assumptions in Black-Scholes model are less able to explain the existence of this excess kurtosis. This phenomenon has encouraged researchers to build some models for pricing option based on distribution of asset-return approach. Using this approach, the characteristics of return data, which is used for analysis, can be modeled properly. Skewed Laplace distribution (SL) is one of the distributions that can be used to achieve the purpose. Therefore, this paper will discuss the utilization of SL to formulate the price of European call option.

The paper is organized as follows. The next section presents some theories that will be used as a basis for further discussion. The third section will derive SL approach to build a model for pricing an European-call options and the last section will offer the conclusions.

2. Results

Itô's Lemma, Brownian Motion, and Black-Scholes Model

2.1 Itô's Lemma

Price of each derivative securities is a function of the underlying derivative-securities's price and time. Therefore, it is needed an understanding of the nature of the functions of stochastic variables. An important result in understanding this area was discovered by the mathematician, K. Ito in 1951, and later is known as Itô's Lemma [5][6].

Itô's Lemma. Defined a stochastic differential equation with drift rate $a(x,t)$ and variance rate $b^2(x,t)$,

$$dx = a(x,t) dt + b(x,t) dW, \quad x(0) = x_0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (2.1)$$

where dW is Wiener Process, a and b are function of x and t . If $F(x,t)$ is a continuous function and twice differentiable function of x and t

$$\frac{\partial F}{\partial t}, \frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}$$

and

$$\{x(t), t \geq 0\}$$

then a function F of x and t follows the process:

$$dF = \left\{ \frac{\partial F}{\partial x} a(x,t) + \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} b^2(x,t) \right\} dt + \frac{\partial F}{\partial x} b(x,t) dW. \quad (2.2)$$

2.2 Brownian Motion of Stock Price Process

Defined a Geometric Brownian Motion of stock price as follows

$$dS = \mu S dt + \sigma S dW, \quad (2.3)$$

where μ and σ are constants. Equation (2.3) is known as a model of stock price behavior.

Using Itô's Lemma, the solution of equation (2.3) is [4]

$$S_T = S_0 \exp \left\{ \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T + \sigma W_T \right\}. \quad (2.4)$$

2.3 Black-Scholes Model

Black-Scholes model is well known model used in option pricing.

Hull [5] states that european call option with corresponding payoff $f_T = (S_T - K, 0)^+$, rational price C_{BS} builds Black-Scholes model as follows

$$C_{BS} = S_0 N(d_1) - Ke^{-r\tau} N(d_2) \quad (2.5)$$

where

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + \tau(r + \sigma^2 / 2)}{\sigma \sqrt{\tau}}, \quad (2.6)$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / K) + \tau(r - \sigma^2 / 2)}{\sigma \sqrt{\tau}} = d_1 - \sigma \sqrt{\tau}, \quad (2.7)$$

and $N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-y^2/2} dy$ is the cumulative standard normal distribution.

SL Approach for Determining The Price of European Call Option

This section describes the calculation of European call option price by using SL approach for asset returns. This approach has been executed by Theodossiou and Trigeorgis [9], but in this paper, Moment Method and Taylor Series will be proposed to contribute new alternative for deriving the option price. Before analyzing probability density function (pdf) of SL, skewed GED, which is a generalization of SL, will be discussed previously.

Density Function of Skewed GED (SGED) and SL

A continuous random variable Y follows SGED with parameter μ, σ, k, λ if it has probability density function as follows [9]

$$f(y|\mu, \sigma, k, \lambda) = \frac{C}{\sigma} \exp\left(-\frac{1}{(1 + \text{sign}(y - \mu + \delta\sigma)\lambda)^k \theta^k \sigma^k} |y - \mu + \delta\sigma|^k\right) \quad (3.1)$$

where

$$C = \frac{k}{2\theta} \Gamma\left(\frac{1}{k}\right)^{-1}, \quad (3.2)$$

$$\theta = \Gamma\left(\frac{1}{k}\right)^{\frac{1}{2}} \Gamma\left(\frac{3}{k}\right)^{-\frac{1}{2}} S(\lambda)^{-1}, \quad (3.3)$$

$$\delta = 2\lambda A S(\lambda)^{-1}, \quad (3.4)$$

$$S(\lambda) = \sqrt{1 + 3\lambda^2 - 4A^2\lambda^2}, \text{ and} \quad (3.5)$$

$$A = \Gamma\left(\frac{2}{k}\right) \Gamma\left(\frac{1}{k}\right)^{-\frac{1}{2}} \Gamma\left(\frac{3}{k}\right)^{-\frac{1}{2}}. \quad (3.6)$$

The μ and σ at (3.1) represent the expected value and standard deviation of random variable Y , sign is a symbol of Signum Function, while $\Gamma(\cdot)$ is Gamma Function. Parameters $k > 0$, controls the height and tails of the density function, whilst λ , which obey the following constraint $-1 < \lambda < 1$ is a skewness parameter, as in Theodossiou [8].

In the case of positive skewness, $\lambda > 0$, the density function is skewed to the right, whereas for the case of negative skewness $\lambda < 0$, the density function is skewed to the left. Theodossiou and Trigeorgis [9] state that the probability density function of SL is a special case of the probability density function of Generalized Error Distribution with parameter values $k=1$. It can be proved directly by substitution $k=1$ in (3.1).

Substitution $Y - \mu + \delta\sigma = X$ in (3) will be obtained the probability density function of SL as follows

$$f(x|\mu, \sigma, \lambda) = \frac{C}{\sigma} \exp\left(-\frac{1}{[1 + \text{sign}(x)\lambda]\theta\sigma} |x|\right). \quad (3.7)$$

where $C = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{1+\lambda^2})}{2}$, $\theta = \frac{1}{\sqrt{2}(\sqrt{1+\lambda^2})}$, $\delta = \frac{\sqrt{2}}{(\sqrt{1+\lambda^2})}\lambda$, $S(\lambda) = \sqrt{1+\lambda^2}$,

and $A = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Can be calculated directly that $E(X) = \delta\sigma$, $\text{Var}(X) = \sigma^2$, $\Psi_1 = 0$, $\Psi_2 = \sigma^2$, and

$$\Psi_3 = \frac{1}{\sqrt{(1+\lambda^2)}}\sigma^3 \left[3\sqrt{2}\lambda - \frac{2\sqrt{2}}{(1+\lambda^2)}\lambda^3 \right].$$

Estimation of SL Parameter by Moment Method

This section derives estimating of SL parameters by using moment method.

Let mean, variance and scale parameter of SL respectively are μ , σ^2 , and λ .

If skewness is defined as SK, it can be easily calculated that

$$E(Y^2) = \mu^2 + \sigma^2 \text{ dan } E(Y^3) = SK(\sigma^2)^{\frac{3}{2}} + 3\sigma^2\mu + \mu^3. \quad (3.8)$$

Based on the definition of sample moment, it is known that sample moments of SL are

$$m_1 = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} = \bar{Y}, \quad m_2 = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t^2}{n}, \quad \text{dan } m_3 = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t^3}{n}. \quad (3.9)$$

Furthermore, the calculation shows that estimation of μ and σ^2 respectively

$$\text{are } \hat{\mu} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} = \bar{Y} \text{ and } \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}{n}.$$

Meanwhile $\hat{\lambda}$ can be founded by solving equation (3.10) that is written as follows

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{(1+\lambda^2)}} \left[3\sqrt{2}\lambda - \frac{2\sqrt{2}}{(1+\lambda^2)}\lambda^3 \right] \right\} - \frac{\frac{\sum_{t=1}^n Y_t^3}{n} - \mu^3 - 3\sigma^2\mu}{(\sigma^2)^{\frac{3}{2}}} = 0. \quad (3.10)$$

Using Taylor Series, founding solution for equation (3.10) is equal with discovering real root of equation (3.10). Some steps that was used to find real root of equation (3.10) by Scientific Work Place (SWP) is explained by some steps as follows:

1. For simplifying purpose, the first term of left segment of equation (3.8) was simplified by using command *simplify* in SWP. The result is

$$\sqrt{2}\lambda \frac{3\sqrt{\lambda^2+1}-2\lambda^2}{(\lambda^2+1)}. \quad (3.11)$$

2. Substitution of equation (3.8), (3.9), (3.11) into equation (3.10) yields

$$\sqrt{2}\lambda \frac{3\sqrt{\lambda^2+1}-2\lambda^2}{(\lambda^2+1)} - SK. \quad (3.12)$$

3. Then, equation (3.12) was approached by Third Order of Taylor Series using *Power Series* command in SWP. It generates

$$-\sqrt{K} + 3\sqrt{2}\lambda - \frac{7}{2}\sqrt{2}\lambda^3 + O(\lambda^4) \quad (3.13)$$

4. Cutting on error term at (3.13) gains

$$-\sqrt{K} + 3\sqrt{2}\lambda - \frac{7}{2}\sqrt{2}\lambda^3 \quad (3.14)$$

5. Finding real root of Taylor Series at (3.14) was done by Polynomial Roots command that derives three roots. The roots will determine $\hat{\lambda}$.

On this step, root that is chosen to acquire $\hat{\lambda}$ is real root which is written as follows

$$\frac{2}{7\sqrt[3]{\sqrt{\frac{1}{98}K^2 - \frac{8}{343} - \frac{1}{14}\sqrt{2}K}}} + \sqrt[3]{\sqrt{\frac{1}{98}K^2 - \frac{8}{343} - \frac{1}{14}\sqrt{2}K}} \quad (3.15)$$

Those steps are a new alternative that is proposed in this paper. The steps can be used as an alternative to estimate scale parameter of SL.

SL Approach for European Call Option Pricing

According to Björk [1], price of call option can be written as follows

$$\begin{aligned} C_0 &= e^{-rt} \int_K^\infty (S_T - K)^+ f(S_T) dS_T \\ &= e^{-rt} \int_K^\infty (S_T - K)^+ \left[\begin{array}{l} P(S_T > K) f(S_T | S_T > K) \\ + P(S_T \leq K) f(S_T | S_T \leq K) \end{array} \right] dS_T. \end{aligned} \quad (3.16)$$

If $p = P(S_T > K)$, then (3.16) can be expressed as follows

$$\begin{aligned} C_0 &= e^{-rt} p \int_K^\infty (S_T - K)^+ f(S_T | S_T > K) dS_T \\ &= e^{-rt} p E[S_T - K | S_T > K] \\ &= e^{-rt} E(S_T | S_T > K) p - e^{-rt} K p. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Based on (2.4) and assumption of risk neutral in the market, $S_T > K$ can be rewritten as

$$z > -\frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r - 0.5\sigma^2)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} = -d_2, \quad (3.18)$$

where d_2 is stated previously at (2.7).

Define probability p as (3.19)

$$p = P(z > -d_2) = 1 - P(z < -d_2) = 1 - F(-d_2), \quad (3.19)$$

where $F(-d_2) = \int_{-\infty}^{-d_2} f(z, k, \lambda) dz$ is cumulative distributive function of SL.

Substitution (3.19) into (3.17) results call option pricing using SL approach as follows

$$C_0 = e^{-0.5\sigma^2\tau} S_0 \int_{-d_2}^{\infty} e^{\sigma\sqrt{\tau}z} f(z; k=1, \lambda) dz - e^{-r\tau} K p. \quad (3.20)$$

For simplification purpose in formulating call european option pricing by SL approach, equation (3.7) was reparameterized to become

$$f(z; k=1, \lambda) = \begin{cases} B \exp\left(\sqrt{2}(b_1(z+m))^2\right) & \text{for } z \leq -m \\ B \exp\left(-\sqrt{2}(b_2(z+m))^2\right) & \text{for } z > -m \end{cases}, \quad (3.21)$$

and

$$L(z) = \begin{cases} \frac{1}{2} \exp(\sqrt{2}z) & \text{for } z \leq 0 \\ 1 - \frac{1}{2} \exp(-\sqrt{2}z) & \text{for } z > 0 \end{cases}$$

where $B = \frac{S(\lambda)}{\sqrt{2}}$, $b_1 = \frac{S(\lambda)}{(1-\lambda)}$, $b_2 = \frac{S(\lambda)}{(1+\lambda)}$, $S(\lambda) = \sqrt{1+\lambda^2}$,

$D = \sqrt{\frac{2}{\pi}}$ and $m = 2\lambda DS(\lambda)^{-1}$ and $L(z)$ is cumulative standardised Laplace Distribution.

Derivation of call european option pricing by SL approach in this paper comprised three steps. Those steps are calculation of p, calculation of q, and using the results from previously steps to formulate close form solution for european call option price based on SL approach.

Calculation of p

This section describes about result from the first stage of the explicit formula calculation process of the call european option pricing by SL approach.

This stage considered the two cases as follows:

1. for $d_2 - m < 0$, can be derived $F(-d_2) = 1 - (1+\lambda)L[b_2(d_2 - m)]$ so that $p = \frac{1}{2}(1+\lambda)L[b_2(d_2 - m)] = \frac{1}{2}(1+\lambda)\exp(-\sqrt{2}b_2|d_2 - m|)$.

2. for $d_2 - m > 0$, can be obtained $F(-d_2) = (1-\lambda) - (1-\lambda)L[b_1(d_2 - m)]$ so $p = \lambda + (1-\lambda)L[b_1(d_2 - m)]$.

Calculation of q

This section describes about result from the second stage of the explicit formula calculation process of the call european option pricing by SL approach.

Analogue with the first stage, this stage is also looking at two cases as follows:

1. for $d_2 - m < 0$,
$$q = S_0 \exp(-m\sigma\sqrt{\tau} - 0.5\sigma^2\tau) \frac{2B}{\sqrt{2}b_2 - \sigma\sqrt{\tau}} L\left[\left(b_2 - \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\sigma\sqrt{\tau}\right)(d_2 - m)\right].$$

2. for $d_2 - m > 0$, can be derived

$$q = S_0 B \exp(-m\sigma\sqrt{\tau} - 0,5\sigma^2\tau) \left[\frac{1 - \exp(-(\sqrt{2}b_1 + \sigma\sqrt{\tau})|d_2 - m|)}{\sqrt{2}b_1 + \sigma\sqrt{\tau}} \right] + \frac{1}{\sqrt{2}b_2 - \sigma\sqrt{\tau}}.$$

Call Option Price with SL Approach

Based on the results of p and q calculations, call option price with SL approach for $d_2 - m < 0$ is

$$C_0 = S_0 H \left[\frac{\exp(-(\sqrt{2}b_2 - \sigma\sqrt{\tau})|d_2 - m|)}{\sqrt{2}b_2 - \sigma\sqrt{\tau}} \right] - e^{-r\tau} K \frac{1}{2} (1 + \lambda) \exp(-(\sqrt{2}b_2)|d_2 - m|),$$

and for $d_2 - m > 0$ is

$$C_0 = S_0 H \left[\frac{1 - \exp(-(\sqrt{2}b_1 + \sigma\sqrt{\tau})|d_2 - m|)}{\sqrt{2}b_1 + \sigma\sqrt{\tau}} + \frac{1}{\sqrt{2}b_2 - \sigma\sqrt{\tau}} \right] - e^{-r\tau} K \left[1 - \frac{1}{2} (1 - \lambda) \exp(-\sqrt{2}b_1|d_2 - m|) \right].$$

4. Conclusion

Based on the results that were obtained in the previous section, it can be concluded that Skewed Laplace Distribution (SL) is a special case of Skewed Generalized Error Distribution with parameter value $k = 1$. A closed form formula for determining european call option price based on SL can be obtained by application moment method and second order of taylor series approach in estimation of SL's scale parameter.

Acknowledgement. I would like to thank Nanang Susyanto, Dedi Rosadi, Abdurrahman and the referees for the comments.

References

- [1] Björk, P. (2004). *Arbitrage Theory in Continuous Time*, Second Edition, Oxford University Press Inc, New York.
- [2] Hsieh, D. (1989). Modeling Heteroskedasticity in Daily Foreign Exchange Rates, *Journal of Business and Economic Statistics*; 7; 307-317.
- [3] Huisman, R, Koedijk, C, and Pownall, R. (1998). VAR-x: Fat Tails in Financial Risk Management, *Journal of Risk*; 1; 43-61.
- [4] Hull, J. (1989). *Option, Futures, and Other Derivative Securities*, Prentice-Hall International, Inc., Toronto.
- [5] Jiang, L. (2005). *Mathematical Modeling and Methods of Option Pricing* (Translated by Canguo Li). Word Scientific. Singapore.
- [6] Klebaner, F.C. (2005). *Introduction to Stochastic Calculus With Applications*, Imperial College Press, London.
- [7] Nelson, D. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach, *Econometrica*; 59; 347-370.
- [8] Theodossiou, P. (1998). Skewed Generalized Error Distribution of Financial Assets and Option Pricing, *Social Science Electronic Publishing, Inc.*
- [9] Theodossiou, P. and Trigeorgis, L. (2003). Option Pricing When Log Returns are Skewed and Leptokurtic. <http://mfs.rutgers.edu/MFC/MFC11/mcfindex/files/MFC223%20TheodossiouTrigeorgis.pdf>, accessed on 2 January 2010.

PENERAPAN TEKNIK BOOTSTRAP PADA ANALISIS SEM

Ferra Yanuar

Jurusan Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
e-mail: ferrayanuar@yahoo.co.id

Abstract. Bootstrap method is a technique of non-parametric approach to estimate the quantity of various statistics such as mean, standard error, and bias an estimate or to establish a confidence interval. Bootstrap method to get the sample by means of sampling with replacement from the original sample. The method of Structural Equation Modeling (SEM) is a statistical technique that analyzes the pattern of relationship between latent variables and indicators, the latent variables are to one another as well as measurement errors directly. In this study merging Bootstrap methods to the analysis of SEM and its application using secondary data. This study resulted in that the bootstrap method can be used in the analysis of SEM for the results of the estimation parameters obtained between SEM and SEM Bootstrap methods produce nearly the same value (the bias is small).

Keywords: *Bootstrap method*, non-parametric approach, *Structural Equation Modeling (SEM)*.

1. Pendahuluan

Teknik *bootstrap* pertama kali dikembangkan oleh Bradley Efron dan banyak diaplikasikan dalam bidang statistika. Teknik *bootstrap* merupakan suatu teknik pendekatan nonparametrik untuk menaksir berbagai kuantitas statistik seperti *mean*, *standar error*, dan bias suatu estimasi atau bisa juga digunakan untuk membentuk interval konfidensi dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi komputer. Teknik ini memiliki banyak keunggulan dibanding teknik penaksir parameter lainnya, diantaranya tidak harus dibentuk dari asumsi statistik parametrik, dengan kata lain, parameternya tidak harus mengikuti distribusi normal [1].

Teknik *bootstrap* mendapatkan sampelnya dengan cara sampling dengan pengembalian dari sampel asli. Kuncinya adalah pengembalian dari observasi setelah sampling, yang memungkinkan para peneliti untuk membuat sebanyak apapun sampel yang dibutuhkan dan tidak pernah khawatir akan penduplikasian sampel kecuali kebetulan. Setiap sampel dapat dianalisis secara bebas dan hasilnya dikompilasikan dari sampel.

Structural Equation Modeling (SEM) merupakan suatu teknik analisis multivariat yang menggabungkan antara analisis faktor dan analisis jalur. SEM yaitu suatu teknik statistika yang mempelajari hubungan sebab akibat antar variabel yang di dalamnya memuat variabel laten dan variabel indikator dan dalam proses pengolahannya dapat melibatkan kekeliruan model.

Asumsi terpenting yang berkaitan dengan SEM dalam analisis struktur kovarian dan *mean* adalah data harus berskala kontinu dan berdistribusi normal secara multivariat [2]. Yanuar et al. [2,3] menyarankan untuk menggunakan metode *bootstrap* sebagai salah satu metode alternatif untuk memecahkan masalah non-normal multivariat dalam analisis SEM. Selain itu hasil pemodelan SEM ini juga perlu untuk diuji kebenaran

hasilnya. Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk menguji keakuratan hasil analisis SEM tersebut, salah satunya sebagaimana yang disarankan oleh Yanuar, et al [3] yaitu dengan menggunakan metode Bootstrap. Artikel ini menguraikan penerapan metode bootstrap pada analisis SEM yang bertujuan untuk membandingkan hasil pendugaan parameter dari kedua metode tersebut.

2. Metode

2.1 Konsep Dasar Bootstrap

Teknik *bootstrap* merupakan suatu teknik pendugaan parameter dengan menggunakan data asli sebagai sampel *bootstrap*. Data asli yang digunakan dianggap sebagai data populasi, kemudian dari populasi ini akan dilakukan penyampelan secara acak dengan teknik pengembalian. Ilustrasi pembentukan sampel teknik *bootstrap* yaitu mengambil sejumlah m sampel dari n populasi yang ada. Proses ini dilakukan secara acak dan berulang sebanyak B kali dengan teknik pengembalian. Pengambilan sampel dari populasi akan memberikan peluang yang sama. Peluang terambilnya sampel dari populasi dari teknik *bootstrap* adalah $1/n$ [1].

Setelah sampel *bootstrap* diperoleh, selanjutnya akan dilakukan estimasi parameter untuk mengetahui seberapa dekat nilai estimasi parameter menggunakan teknik *bootstrap* dengan nilai estimasi parameter yang sebenarnya. Estimasi parameter dengan menggunakan teknik *bootstrap* dilakukan dengan replikasi teknik *bootstrap* yang jumlahnya dapat mencapai 10 kali, 25 kali atau bahkan 50 kali.

Misalkan terdapat sampel $S = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ dari sebuah populasi $P = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$. S adalah sampel acak sederhana dan saling bebas dengan P . Misalkan akan ditentukan nilai suatu statistik $\tau = t(S)$ yaitu suatu estimasi dari parameter populasi $\theta = t(P)$, θ merupakan vektor parameter populasi, jadi τ adalah estimasi nilai statistik sampel *bootstrap*. Kebiasaannya, untuk membuat inferensi dalam statistik harus dibuat asumsi tentang struktur dari populasi (misalkan asumsi kenormalan). Tetapi pada pensampelan teknik *bootstrap* tidak diperlukan asumsi tentang struktur populasi itu. Teknik *bootstrap* membolehkan peneliti untuk mengestimasi distribusi pensampelan dari statistik yang diminati tanpa membuat sebarang asumsi terhadap struktur populasi.

Ide dasar dari teknik *bootstrap* diuraikan dalam urutan langkah-langkah pensampelan teknik *bootstrap* berikut :

1. Lakukan pengambilan sampel berukuran n untuk setiap unsur dari S , sehingga dihasilkan sampel teknik *bootstrap* $S_1^* = \{X_{11}^*, X_{12}^*, \dots, X_{1n}^*\}$. Pensampelan dengan pengembalian ini penting untuk dilakukan supaya memudahkan peneliti dalam menghasilkan sampel yang memiliki ciri-ciri yang sama dengan S . Sampel S diasumsikan sebagai estimasi dari populasi P , dimana setiap unsur X_i dalam S dipilih oleh pensampelan teknik *bootstrap* dengan peluang $1/n$.
2. Ulangi langkah pertama sebanyak B kali, ukuran B biasanya cukup besar. Sehingga dihasilkan sampel teknik *bootstrap* $S_b^* = \{X_{b1}^*, X_{b2}^*, \dots, X_{bn}^*\}$ dengan $b=1, 2, \dots, B$.
3. Hitung statistik τ (nilai faktor loading sampel *bootstrap*) untuk setiap sampel teknik *bootstrap* yang menggunakan teknik SEM. Setelah melakukan pendugaan parameter dengan teknik SEM, kemudian dihasilkan $\hat{\tau}_b$, untuk $\hat{\tau}_b$ merupakan estimasi statistik sampel *bootstrap*, untuk setiap $b=1, 2, \dots, B$.
4. Hitung rata-rata dan variansi untuk statistik teknik *bootstrap* $\hat{\tau}_b$, dengan

$$\bar{\hat{\tau}}_b = \frac{\sum_{b=1}^B \hat{\tau}_b}{B}$$

dimana:

$\bar{\hat{\tau}}_b$: Estimasi nilai rata-rata dari statistik sampel *bootstrap* $\hat{\tau}_b$

$\hat{\tau}_b$: Estimasi statistik sampel *bootstrap*, untuk setiap $b=1,2,\dots,B$ (nilai faktor loding dengan teknik SEM)

Sedangkan variansi dari statistik teknik *bootstrap* $\hat{\tau}_b$ dirumuskan sebagai berikut

$$Var(\hat{\tau}_b) = \frac{\sum_{b=1}^B (\hat{\tau}_b - \bar{\hat{\tau}}_b)^2}{B - 1}$$

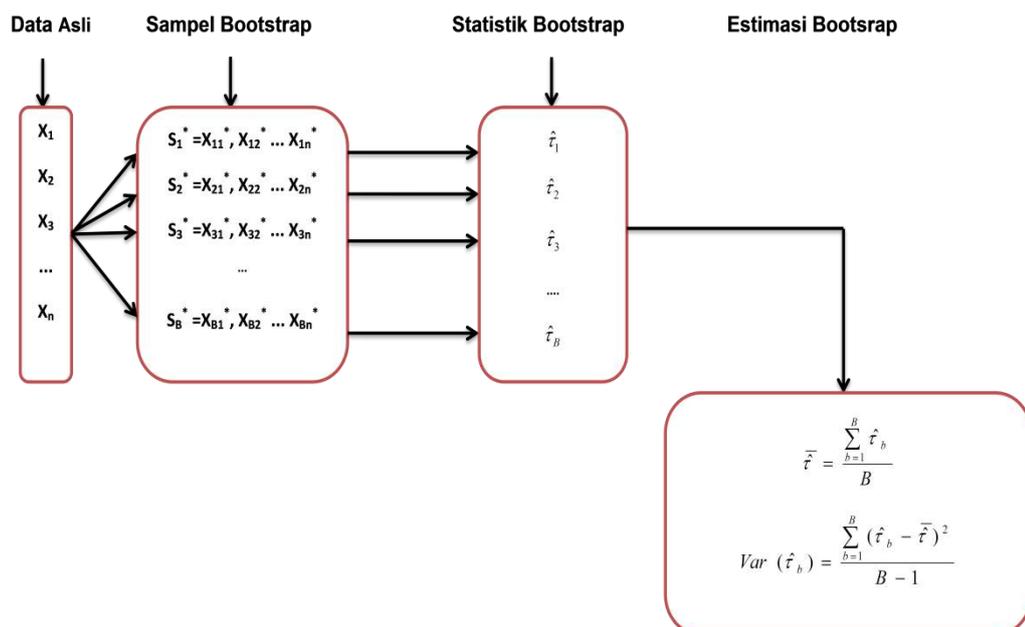
dimana:

$Var(\hat{\tau}_b)$: Variansi dari statistik sampel *bootstrap* $\hat{\tau}_b$

$\hat{\tau}_b$: Estimasi statistik sampel *bootstrap* untuk setiap $b=1,2,\dots,B$ (faktor loding dengan teknik SEM)

$\bar{\hat{\tau}}_b$: Estimasi nilai rata-rata dari statistik sampel *bootstrap* $\hat{\tau}_b$

Gambar berikut skema algoritma teknik *bootstrap* secara umum:



Gambar 2.1 Skema Algoritma Teknik *bootstrap*

2.2 Selang Kepercayaan Teknik *Bootstrap*

Teknik *bootstrap* merupakan suatu teknik simulasi berdasarkan pada data untuk menarik kesimpulan secara statistika. Teknik *bootstrap* diantaranya berguna untuk menduga ukuran akurasi suatu statistik dari suatu contoh tunggal, menduga bias suatu statistik dari suatu contoh dan membentuk dugaan selang kepercayaan [1,2,3].

Terdapat beberapa pendekatan digunakan untuk menghitung selang kepercayaan teknik *bootstrap*. Menurut selang teori normal diasumsikan bahwa statistik teknik *bootstrap* $\hat{\tau}_b$ berdistribusi normal, biasanya untuk statistik *bootstrap* $\hat{\tau}_b$ ini dihasilkan

dari ukuran sampel yang cukup besar. Maka untuk menentukan selang kepercayaan $(1-\alpha)100\%$ teknik *bootstrap* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\bar{\hat{\tau}}_b \pm Z_{\alpha/2} SE(\hat{\tau}_b)$$

dimana:

$\bar{\hat{\tau}}_b$: Nilai rata-rata dari statistik sampel *bootstrap*

$SE(\hat{\tau}_b)$: Galat baku statistik *bootstrap* $\hat{\tau}_b$

$Z_{\alpha/2}$: Nilai Z tabel (pada kajian ini digunakan 1,96 untuk selang kepercayaan 95% atau $\alpha=0,05$).

Untuk menguji bahwa hasil estimasi model dengan teknik SEM telah menghasilkan nilai yang semestinya adalah dengan melakukan perbandingan antara selang kepercayaan 95% teknik *bootstrap* dengan estimasi parameter hasil teknik SEM. Jika nilai estimasi parameter dengan teknik SEM berada di dalam selang kepercayaan 95% teknik *bootstrap* maka nilai estimasi parameter hasil teknik SEM berarti telah menghasilkan nilai yang sebenarnya.

2.3 Keakuratan Penduga Teknik *Bootstrap*

Pemodelan dengan teknik Bootstrap SEM menghasilkan nilai rata-rata untuk setiap parameter model (selanjutnya disebut dengan estimasi Bootstrap) dan galat baku estimasi teknik *bootstrap*. Selisih estimasi teknik *bootstrap* dan estimasi SEM disebut dengan bias dan nilai galat baku bias dapat ditentukan untuk setiap parameter model.

Berikut rumus mencari nilai Bias menurut Efron [1]:

$$Bias = \bar{\hat{\tau}}_b - \lambda_{ir}$$

dimana:

Bias :Nilai bias (Selisih estimasi teknik *bootstrap* dan estimasi SEM)

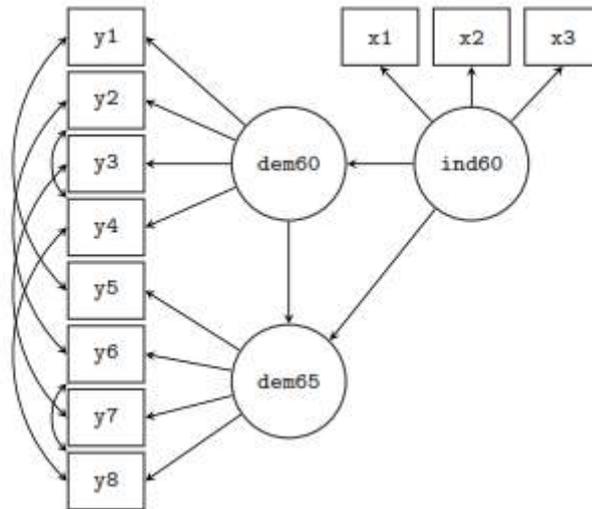
$\bar{\hat{\tau}}_b$:Nilai rata-rata dari statistik sampel *bootstrap*

λ_{ir} :Nilai estimasi faktor loading SEM (data asal)

Tahap ini juga merupakan pengujian terhadap prosedur estimasi *bootstrap*. Untuk uji keakuratan penduga teknik *bootstrap* dilakukan dengan membandingkan nilai galat baku bias dengan dengan galat baku estimasi teknik *bootstrap*. Model dikatakan tak bias jika nilai galat baku Bias lebih kecil dari galat baku estimasi teknik *bootstrap* untuk setiap parameter model yang dihasilkan [1,3].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan diuraikan penerapan dari metode Bootstrap SEM sebagaimana yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Data yang digunakan pada tulisan ini adalah data “Political Democracy” yaitu data skunder yang diambil dari program R, uraian detail tentang variabel yang digunakan pada data set ini dituliskan pada Bollen [4]. Pada model ini terdapat tiga variabel laten yaitu “ind60”, “dem60” dan “dem65”. Ind60 diukur oleh tiga variabel indikator yaitu x1, x2 dan x3. Dem60 diukur oleh y1, y2, y3 dan y4, sedangkan dem65 diukur oleh y5, y6, y7 dan y8. Skala pengukuran variabel indikator ada yang kualitatif dan ada juga yang kuantitatif. Model hipotesis SEM yang digunakan untuk membuat model Political Democracy ini diilustrasikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Model Hipotesis “Political Democracy”

Selanjutnya data tersebut dipadankan dengan model hipotesis dengan menggunakan pendekatan SEM dan bootstrap SEM. Jumlah replikasi untuk metode bootstrap SEM yang dipilih disini adalah 5 kali. Tabel 3.1 berikut menyajikan hasil analisis SEM dan hasil Bootstrap SEM dengan mengambil replikasi sebanyak 5 kali.

Tabel 1. Perbandingan Antara Estimasi SEM dengan Estimasi Bootstrap SEM pada data “Political Democracy”.

No	Variabel	Estimasi SEM	Estimasi Bootstrap	Galat baku Bootstrap	Bias	Galat Baku Bias
1	X1	0,920	0,914	0.055	0,006	0.002
2	X2	0,973	0,974	0.083	0,001	0.002
3	X3	0,872	0,862	0.064	0,010	0.002
4	Y1	0,850	0,847	0.095	0,003	0.001
5	Y2	0,717	0,756	0.043	0,039	0.002
6	Y3	0,722	0,699	0.083	0,023	0.004
7	Y4	0,846	0,848	0.069	0,002	0.002
8	Y5	0,808	0,798	0.061	0,010	0.002
9	Y6	0,746	0,747	0.077	0,001	0.004
10	Y7	0,824	0,804	0.088	0,020	0.002
11	Y8	0,828	0,808	0.101	0,020	0,003
	Ind60 → Dem60	0,447	0,353	0,064	0,094	0,007
	Dem65 →					
	Ind60	0,182	0,198	0,051	0,016	0,000
	Dem60	0,885	0,904	0,044	0,019	0,002

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa nilai estimasi SEM untuk X1 adalah 0,920 dan hasil estimasi Bootstrap adalah 0.914. Perbedaan antara kedua nilai (Bias) adalah 0.006, nilai galat baku Bias adalah 0.002 dan nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai galat baku Bootstrap, 0.055. Untuk itu perbedaan nilai estimasi SEM dan estimasi Bootstrap adalah cukup kecil dan nilai tersebut tak bias. Proses yang sama kemudian dilanjutkan untuk nilai parameter model berikutnya. Dapat diamati bahwa semua nilai galat baku Bias menghasilkan nilai yang lebih kecil dari

galat baku Bootstrap. Hal ini menunjukkan bahwa hasil estimasi SEM dan estimasi Bootstrap telah menghasilkan nilai yang hampir sama, hal ini juga bermakna bahwa kedua metode pendugaan telah menghasilkan nilai yang tak bias dan sekaligus nilai yang konsisten. Oleh karena itu model dikatakan telah stabil.

4. Kesimpulan

Artikel ini menunjukkan penerapan metode bootstrap dalam menduga parameter model yang berbasis SEM. Dengan menggunakan data skunder yang berjumlah sebanyak 75 observasi, studi ini menghasilkan bahwa hasil dugaan parameter dengan menggunakan metode SEM dan metode bootstrap menghasilkan nilai dugaan parameter yang hampir sama. Berdasarkan uji ketakbiasan dihasilkan bahwa nilai dugaan parameter dari dua penduga ini menghasilkan nilai yang tak bias. Dengan demikian hasil dugaan dengan metode SEM disimpulkan telah menghasilkan nilai dugaan parameter yang benar karena hasilnya konsisten dengan yang dihasilkan oleh analisis bootstrap SEM.

Daftar Pustaka

- [1] Efron, Bradley dan R.J. Tibshirani. (1993). *An Introduction to The Bootstrap*. New York : Chapman and Hall/CRC.
- [2] Ferra, Y., Kamarulzaman, I. dan Abdul, A. J. (2013). Bayesian Structural Equation Modeling for the Health Index. *Journal of Applied Statistics*; **40** (6) ; 1254 – 1269.
- [3] Ferra, Y., Dodi, D., Susi, M. dan Aidinil, Z. (2015). Consistency Test of Reliability Index in SEM Model. *Applied Mathematical Sciences*; **9** (106); 5283 – 5292.
- [4] Bollen, K.A. (1989). *Structural Equation with Latent Variables*. John Wiley & Sons, New York, NY.

PEMBENTUKAN MODEL PEMOGRAMAN STOKASTIK LINIER PADA MANAJEMEN ASET DAN LIABILITAS PERUSAHAAN ASURANSI

Feni Andriani¹, Karmilasari², Adang Suhendra³, Tri Handhika⁴

¹Jurusan Teknik Informatika Universitas Gunadarma
e-mail : feni.andriani@staff.gunadarma.ac.id

²Jurusan Teknik Informatika Universitas Gunadarma
e-mail : karmila@staff.gunadarma.ac.id

³Jurusan Teknik Informatika Universitas Gunadarma
e-mail : adang@staff.gunadarma.ac.id

⁴Pusat Studi Komputasi Matematika, Universitas Gunadarma
e-mail : trihandika@staff.gunadarma.ac.id

Abstract. The issue of decision-making is a crucial thing for insurance companies, particularly in terms of optimization of the company's profits. Profits derived from the difference between assets and liabilities. The problem occurs when there are many parameters that affect the assets and liabilities that are uncertain as the random movement of interest rates, investment returns, substantial leverage and liability itself. Stochastic modeling used a linear programming model of two stages in the management of assets and liabilities of insurance companies in Indonesia with the objective of maximizing corporate profits. Uncertainty in stochastic linear programming is represented in the form of a scenario tree. The stages of the formation of stochastic programming models is to identify the problem, the establishment of tree scenario, identify the decision variables, objective function identification, identify constraints and stochastic linear programming model building. The result showed that linear stochastic programming models created can be used for asset and liability management of insurance companies in Indonesia in maximizing profits.

Keywords: *Manajemen Asset dan Liabilitas, Pemograman Stokastik Linier, Leverage, Tingkat Suku Bunga*

1. Pendahuluan

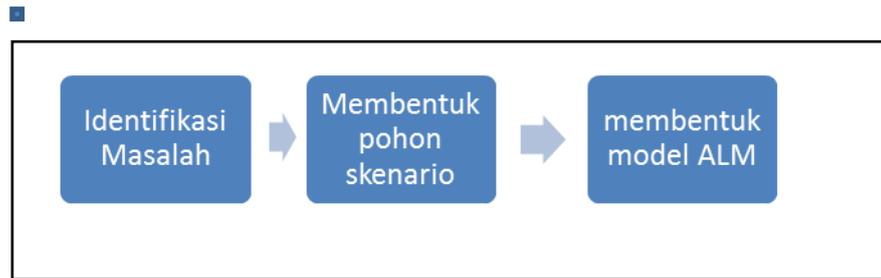
Ditengah arus globalisasi dan kemajuan teknologi yang sangat pesat, perusahaan asuransi khususnya perusahaan asuransi di Indonesia dituntut untuk dapat mencapai keuntungan yang sebesar-besarnya. Pengertian asuransi menurut undang-undang tentang usaha perasuransian (UU Republik Indonesia No. 2/1992) adalah "Asuransi atau pertanggungan merupakan perjanjian antara dua pihak atau lebih yang pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung dengan menerima premi asuransi untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul akibat suatu peristiwa yang

tidak pasti, atau untuk memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungjawabkan". Keuntungan perusahaan asuransi diperoleh ketika penerimaan lebih besar daripada pengeluaran. Dengan perkataan lain kekayaan perusahaan asuransi dapat dilihat sebagai selisih antara aset dan liabilitas. Liabilitas dapat berupa total benefit yang harus dibayarkan kepada nasabah dan biaya-biaya operasional lainnya. Sedangkan aset perusahaan asuransi sebagian besar berupa total premi yang diterima, investasi, dan *leverage*. Menurut Mehari dan Aemiro (2013), *leverage* merupakan rasio keuangan yang mengindikasikan persentase aset perusahaan yang didanai oleh pinjaman. Dalam penelitian yang dilakukannya ditemukan bahwa terdapat hubungan positif antara *leverage* terhadap performa perusahaan asuransi, dimana baik tidaknya performa suatu perusahaan sangat menentukan besar tidaknya keuntungan yang dicapai [8].

Masalah optimisasi pada perusahaan asuransi dapat berupa optimisasi dalam memaksimalkan keuntungan atau optimisasi dalam meminimumkan biaya, sehingga hal ini terkait dengan baik tidaknya manajemen aset dan liabilitas (ALM) perusahaan asuransi. ALM merupakan hubungan timbal balik antara sumber-sumber dan penggunaan dana dalam jangka waktu yang pendek. Menurut Barret F. Binder dan Thomas Linqvist, ALM merupakan pengelolaan aktiva (harta) dan passiva (kewajiban) secara terpadu dan berkisinambungan untuk mencapai keuntungan dalam lingkungan bisnis yang selalu berubah. Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa tujuan ALM adalah untuk menghasilkan pendapatan keuntungan yang optimal sekaligus membatasi resiko sekecil mungkin. Agar keuntungan mencapai maksimum maka besar aset harus jauh lebih besar dibandingkan dengan liabilitas dan besar ratio *leverage* terhadap besar cash held tidak lebih dari 2. Namun masalah terjadi ketika faktor-faktor yang mempengaruhi besar tidaknya nilai aset bersifat random atau acak, seperti harga saham, tingkat suku bunga ataupun besar liabilitas perusahaan. Sehingga pemodelan optimisasi deterministik tidak dapat digunakan untuk masalah ini karena model optimisasi deterministik tidak dapat menangkap sifat keacakan dari suatu masalah. Oleh karena itu untuk mengatasinya, diperlukan suatu model optimisasi pemograman stokastik linier dalam memodelkan suatu masalah yang didalamnya mengandung unsur ketidakpastian. Menurut (Linderoth, 2013), model optimisasi pemograman stokastik linier merupakan suatu pemograman matematika khususnya dalam masalah optimisasi, dimana parameter yang mendefinisikan masalah bersifat tidak pasti atau stokastik. Pada penelitian ini dilakukan pembentukan model pemograman stokastik linier pada manajemen aset dan liabilitas pada perusahaan asuransi dengan tujuan agar keuntungan maksimum dapat tercapai.

2. Metode

Adapun kerangka proses metode pembentukan model ALM melalui pemograman stokastik linier dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



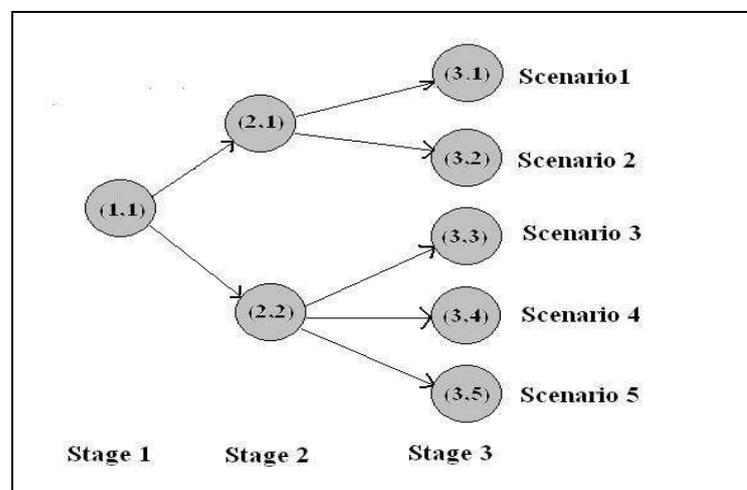
Gambar 2.1 Kerangka Proses Pembentukan Model ALM

Langkah 1. Identifikasi Masalah

Tujuan identifikasi masalah adalah untuk mengenal secara pasti ancaman ketidakpastian pada perusahaan asuransi. Dalam penelitian ini ancaman ketidakpastiannya adalah harga saham yang tidak menentu setiap hari sehingga mengakibatkan *return* investasi juga bersifat acak. Selain itu pergerakan tingkat bunga juga bersifat acak. Untuk liabilitas, kontribusi dan *leverage* jika tidak diperoleh data dari perusahaan dapat digunakan data hasil simulasi acak dengan disertai beberapa asumsi yang dapat diterima.

Langkah 2. Pembentukan Pohon Skenario

Pada langkah kedua ini dilakukan pembentukan pohon skenario terhadap beberapa kemungkinan yang dapat terjadi. Untuk masalah manajemen aset dan liabilitas pada perusahaan asuransi, dalam memaksimalkan keuntungan diperlukan nilai aset yang lebih besar terhadap liabilitasnya. Namun nilai aset sendiri dipengaruhi oleh hasil investasi, dimana hasil investasi bersifat acak. Jika investasi dilakukan pada produk investasi saham, maka harga saham atau return saham dapat direpresentasikan melalui pohon skenario, dimana masing-masing node mencerminkan harga atau return saham harian dengan asumsi telah diketahui distribusi probabilitas dari data. Untuk lebih jelasnya salah satu contoh skenario pada pemrograman stokastik dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Pohon Skenario

Keputusan yang diperoleh dari pemrograman stokastik linier yang akan dibentuk ini, bergantung pada pohon skenario yang dibuat. Skenario merupakan hasil yang berbeda

yang dapat diperoleh dari variabel random. Pada penelitian ini variabel random mewakili harga saham, sehingga pohon skenario yang dibuat mencerminkan harga saham yang berbeda-beda setiap harinya. Hasil dari pohon skenario yang telah dibuat digunakan sebagai input untuk model optimasi program stokastik.

Langkah 3. Pembentukan model ALM

Setelah diketahui masalah dan pohon skenario dari data, selanjutnya pada langkah ketiga ini dilakukan pembentukan model ALM menggunakan pemrograman stokastik linier. Pembentukan model pemrograman stokastik linier ini diawali dengan identifikasi variabel keputusan, identifikasi fungsi tujuan, dan identifikasi kendala. Fungsi objektif memaksimalkan keuntungan perusahaan disertai dengan beberapa kendala yang terjadi pada proses manajemen aset dan liabilitasnya. Adapun model pemrograman stokastik linier adalah

$$\begin{aligned} \min & g_0(x, \xi) \\ \text{s.t. } & g_1(x, \xi) \leq 0, i = 1, \dots, m, \\ & x \in X \subset \mathbb{R}^n \end{aligned} \quad (2.1)$$

Dengan ξ merupakan vektor random. Pemrograman stokastik terjadi ketika ketiga koefisien dan fungsi $g_0(x)$ pada model pemrograman linier tidak dapat ditentukan dengan pasti, dengan kata lain bersifat acak atau tidak pasti. Hal ini mengakibatkan parameter tersebut dapat digambarkan melalui distribusi probabilitas.

4. Hasil dan Pembahasan

Model pemrograman stokastik linier pada ALM yang dibentuk diharapkan dapat mengoptimalkan keuntungan perusahaan. Digunakan periode waktu T untuk setiap stage $t, t=0, \dots, T$, keputusan dibuat untuk setiap unit aset yang diinvestasikan dan besar *cash held* yang disimpan. Diasumsikan faktor acak mengikuti distribusi diskrit dan distribusi probabilitasnya telah diketahui.

Keuntungan diperoleh dari hasil selisih antara pemasukan dan pengeluaran. Pemasukan untuk perusahaan asuransi dapat berupa aset tidak bergerak, hasil investasi, ditambahkan dengan himpunan premi, cash dan besarnya leverage Sedangkan pengeluaran perusahaan yang paling utama adalah liabilitas. Liabilitas perusahaan dapat berbentuk benefit yang harus dibayarkan kepada nasabah ditambah dengan biaya operasional lainnya.

Adapun fungsi tujuan dari manajemen aset dan liabilitas pada pemrograman stokastik linier ini adalah memaksimalkan keuntungan yang dihitung berdasarkan selisih dari ekspektasi kekayaan akhir dengan liabilitasnya yang berbentuk. Kekayaan akhir ini terdiri dari total aset investasi yang dihitung berdasarkan perkalian antara jumlah aset yang di *hold* ($xh_{i,jT}^T$) dengan harga produk investasi tersebut (W_i). Biaya transaksi (γ) dilibatkan sebagai pengurang dari aset investasi yang dimiliki. Selain itu kekayaan akhir juga mengandung penjumlahan dari total *cash* yang di *hold* (c_{jT}^T). Sedangkan liabilitas terdiri dari total benefit yang harus dibayarkan perusahaan ditambahkan dengan biaya operasional lainnya (b_{jT}^T). Fungsi tujuan dari pemrograman stokastik linier pada manajemen aset dan liabilitas pada perusahaan asuransi dapat dilihat pada persamaan (4.1) berikut ini.

$$\max \sum_{jT \in N_T} \pi_{jT}^T (\sum_{i \in I} (1 - \gamma) W_i x h_{i,jT}^T + c_{jT}^T - b_{jT}^T) \quad (4.1)$$

Dalam mencapai keuntungan yang maksimum, terdapat beberapa pertimbangan atau kendala yang harus dipenuhi agar tujuan dapat tercapai. Pertama adalah mengenai inisial budget. Initial budget memastikan bahwa dana awal (G) setelah ditambahkan dengan kontribusi (D_0) dan dikurangi dengan liabilitas (A_0) harus sama dengan total kepemilikan saham yang dimiliki ($W_i x h_{i,0}^0$) ditambahkan dengan dana tunai atau cash held sebelum biaya transaksi dibayarkan (c_0) dan besar *leverage* (l), dengan besarnya leverage tidak melebihi setengah dari cash held. Formula kendala initial budget dapat dilihat pada persamaan (4.2) berikut ini.

$$(1 + \gamma) \sum_{i \in I} W_i x h_{i,0}^0 + l + c_0 = G - A_0 + D_0 \quad (4.2)$$

Untuk kendala selanjutnya diharuskan terjadinya *balance sheet*. Balance sheet yaitu terjadinya keseimbangan anatar aset dan liabilitas. Aset pada permasalahan ini dihitung berdasarkan penjumlahan total aset yang dibeli saat t ($W_i x b_{i,jt}^t$) ditambahkan dengan *cash held* saat t (c_{jt}^t). Sedangkan liabilitas disini dihitung berdasarkan penjumlahan total aset yang dijual saat t ($W_i x s_{i,jt}^t$) ditambahkan dengan akumulasi dana *cash held* pada periode sebelumnya ($c_{a(t,jt)}^{t-1}$) ditambahkan dengan premi (D_{jt}^t) dan dikurangi dengan benefit yang harus dibayarkan pada nasabah (A_{jt}^t). Sehingga formula untuk *balance-sheet* dapat dilihat pada persamaan (4.3) sebagai berikut.

$$\sum_{i \in I} W_i x b_{i,jt}^t + c_{jt}^t = \sum_{i \in I} W_i x s_{i,jt}^t + (1 + R_{c,jt}^t) c_{a(t,jt)}^{t-1} - A_{jt}^t + D_{jt}^t, \quad j_t = 1, \dots, n_t, t = 1, \dots, T \quad (4.3)$$

Selain *Balance-sheet*, terdapat kendala lain yang diberi nama *inventory constrain*. Dimana pada *inventory constrain* ini, besar akumulasi investasi saham pada periode sebelumnya ($x h_{i,a(i,jt)}^{t-1}$) ditambahkan dengan besar investasi saham yang dibeli saat t ($x b_{i,jt}^t$) dikurangi dengan besar investasi saham yang dijual ($x s_{i,jt}^t$) ekuivalen dengan besar investasi saham yang di *hold* pada periode sekarang ($x h_{i,jt}^t$). Formula untuk *inventory constrain* dapat dilihat pada persamaan (4.4) sebagai berikut.

$$(1 + R_{i,jt}^t) x h_{i,a(i,jt)}^{t-1} + x b_{i,jt}^t - x s_{i,jt}^t = x h_{i,jt}^t, \quad i \in I, j_t = 1, \dots, n_t, t = 1, \dots, T. \quad (4.4)$$

5. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah terbentuknya model pemograman stokastik linier pada manajemen aset dan liabilitas untuk perusahaan asuransi dalam permasalahan optimasi yang didalamnya mengandung unsur ketidakpastian. Dalam pembentukan model ini terlebih dahulu dilakukan tahapan identifikasi masalah, dan dibentuknya pohon skenario yang mana dalam hal ini skenario dari harga saham harian. Adapun saran yang dapat dilakukan setelah penelitian ini adalah mencari bagaimana menentukan solusi dari model pemograman stokastik dengan teknik analitik ataupun numerik.

Daftar Pustaka

- [1] Ang, A., and Sherris, M., (1997), *Interest Rate Risk Management: Developments in Interest Rate Term Structure Modelling for Risk Management and Valuation of Interest Rate Dependent Cash Flows*. Macquarie University, Sydney, NSW 2109, Australia.
- [2] Bradley, S, P. and Crane, D, B., 1972, A Dynamic Model for Bond Portfolio Management, *Management Science*, 19 (2, Application Series) : 139-151.
- Einarsson, A., (2007), *Stochastic Scenario Generation for The Term Structure of Interest Rates*, Informatics and Mathematical Modelling, Technical University of Denmark.
- [3] Ferstl, R, Weissensteiner, A., (2007). *Cash Management Using Multi-Stage Stochastic Programming*. Institute for Operations Research, Vienna University of Economics and Business Administrations.
- [4] GARP and BSMR., (2006), *Indonesian Certificate in Banking Risk and Regulation*, Workbook Level 1 and 2.
- [5] Golub, B., Holmer, M., McKendall, R., Pohlman, L., and Zenioa, S, A., (1995). A Stochastic Programming Model for Money Management , *European J. Oper. Res.*, 85(2):282-296.
- [6] Helliari, C., Dhanani, A., Fifield, S., and Stevenson, L. (2005), *An Investigation Into The Management of Interest Rate Risk in Large UK Companies*, Elsevier.
- Kall, P., and Wallace, S., (1994), *Stochastic Programming*, John Wiley and Sons, New York.
- [7] Lu, Li-Yong., Ji, Xiou-Dong., and Wang, Shou-Yang., (2003), *Stochastic Programming Models in Financial Optimization: A Survey*, Adv. Model. Optim., Volume 5, Number 1: 1 26.
- [8] Mehari, D & Aemiro, T. (2013). Firm Specific Factors That Determine Insurance Companies' Performance In Ethiopia, *European Scientific Journal*, 9(10): 245255.
- [9] Rogachev, Andrey, (2002). Dynamic Value at Risk. Downloadable at www.glorian.org/picsresources/andv.pdf on April, and 2009
- [10] Ross, Omri., (2007), *Interest Rate Scenario Generation for Stochastic Programming*, The Section of Operation Research, Informatics and Mathematical Modelling. Technical University of Denmark.
- [11] Sclavaounos, Paul, D., (2007), *Modelling, Valuation, and Risk Management of Assets and Derivatives in Energy and Shipping*, Departement of Mathematical Engineering, Massachusetts Institutes of Technology.

PERAMALAN CURAH HUJAN EKSTRIM SECARA SPASIAL (STUDI KASUS: CURAH HUJAN BULANAN DI KABUPATEN INDRAMAYU)

Fitri Mudia Sari¹⁾

¹⁾Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang
e-mail: fitrimudiasari@yahoo.co.id

ABSTRACT. Global climate change could increase the extreme events such as extreme rainfall, extreme temperatures, and windstorm intensity. The study of extreme rainfall prediction is necessary to be conducted to minimize the impact of the global climate change. The currently developing extreme rainfall estimation method nowadays is the spatial extreme modeling which takes into account the spatial correlation in the modeling. In this study, spatial correlation was calculated by using madogram and extremal coefficient. Madogram is a modification of variogram and extreme value distributions. Extreme spatial modeling was analyzed with copula approach and max-stable process. The objective of this study was to predict the extreme rainfall by using copula approach. The data used were monthly rainfall in the period of 1979-2008 at 15 weather stations in Indramayu Regency. Madogram and extremal coefficients showed spatial correlation in Indramayu Regency. Copula parameter estimation for 1979-2003, 1982-2006, 1984-2008 year interval showed that the parameter estimation of extreme rainfall in Indramayu Regency tends to be stable. The results of this study showed that the best prediction value was for the next 9 months and this prediction is quite relevant to be used in the field.

Key words: *copula, madogram, extremal coefficient, spatial extreme rainfall*

1 PENDAHULUAN

Perubahan iklim global dapat meningkatkan kejadian ekstrim, seperti curah hujan ekstrim, suhu udara ekstrim, dan intensitas badai (Frich *et al.* 2002). Berkaitan dengan masalah di bidang pertanian (ketahanan pangan) yang melanda belahan dunia, tanaman padi merupakan tanaman yang rentan terhadap kejadian ekstrem seperti El-Nino (kekeringan) dan La-Nina (kebanjiran) (Naylor *et al.* 2002). Untuk itu diperlukan informasi mengenai pendugaan curah hujan ekstrim yang terjadi di suatu wilayah untuk meminimalkan dampak dari perubahan iklim global. Manfaat mempelajari pendugaan curah hujan ekstrim adalah petani dan *stakeholder* akan memiliki pengetahuan yang baik tentang iklim, terutama kejadian iklim ekstrim agar produksi tanaman padi bisa dimaksimalkan dan kerugian bisa diminimalkan.

Pendekatan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan dampak kerugian produksi padi akibat perubahan iklim adalah dengan memodelkan nilai ekstrim dari curah hujan. Kejadian curah hujan ekstrim biasanya diukur berdasarkan lokasi, sehingga dibutuhkan pemodelan spasial ekstrim dalam menduga curah hujan ekstrim. Pemodelan spasial ekstrim merupakan gabungan dari teori nilai ekstrim dan geostatistik. Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah memprediksi curah hujan ekstrim dengan menggunakan pemodelan spasial ekstrim. Kabupaten Indramayu merupakan penyuplai beras terbesar di Jawa Barat dengan kontribusi sebesar 35 persen dari total 17.6 persen produksi Jawa Barat untuk nasional. Namun berdasarkan data BPS tahun 2013, saat ini areal persawahan di Indramayu berkurang akibat dampak perubahan iklim dan pemanasan global.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data intensitas curah hujan bulanan periode 1979 sampai tahun 2008 pada 15 stasiun penakar curah hujan di

kabupaten Indramayu propinsi Jawa Barat, yaitu stasiun Bangkir, Bondan, Bulak, Cidempet, Cikedung, Juntinyuat, Kedokan Bunder, Krangkeng, Lohbener, Losarang, Sudimampir, Sukadana, Sumurwatu, Tugu, dan Ujungaris. Data ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Pemodelan untuk pendugaan curah hujan ekstrim menggunakan data curah hujan tahun 1979-2007 dan pengujian ketepatan model menggunakan data curah hujan tahun 2008.

2 TEORI NILAI EKSTRIM

Teori nilai ekstrim bertujuan untuk mengkaji perilaku stokastik suatu proses pada suatu nilai ambang tertentu. Analisis ini juga memungkinkan untuk menaksir peluang suatu kejadian melebihi nilai ambang. Kejadian yang melebihi nilai ambang disebut kejadian ekstrim. Dalam pemodelan nilai maksimum dari suatu peubah acak, teori nilai ekstrim menyerupai teori limit pusat (*Central Limit Theorem*) dalam memodelkan jumlah peubah acak. Berdasarkan teori ini diketahui bahwa secara asimtotik nilai ekstrim curah hujan akan konvergen mengikuti fungsi sebaran nilai ekstrim (*Extreme Value Distribution/EVD*).

Misal X_1, \dots, X_n merupakan peubah acak dengan fungsi peluang F , dan $Z = \max(X_1, \dots, X_n)$ merupakan nilai maksimumnya. Jika M_n konvergen ke salah satu limit *non-degenerate*, maka limit tersebut merupakan anggota keluarga parametrik, yaitu jika terdapat konstanta $a_n > 0$, b_n , dan G , maka:

$$P\left(\frac{Z-b_n}{a_n} \leq x\right) = F^n(a_n x + b_n) \rightarrow G(x),$$

ketika $n \rightarrow \infty$, dengan G adalah fungsi sebaran *non-degenerate*. Fungsi sebaran G mengikuti sebaran nilai ekstrim yang memiliki fungsi sebaran kumulatif sebagai berikut:

$$G(x) = \begin{cases} \exp\left\{-\left(1 + \xi \frac{x-\mu}{\sigma}\right)_+^{-1/\xi}\right\}, & \xi \neq 0 \\ \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right], & \xi = 0 \end{cases} \quad (1)$$

dengan μ adalah parameter lokasi, $\sigma > 0$ adalah parameter skala, dan ξ adalah parameter bentuk. Parameter bentuk ξ menentukan karakteristik ujung sebaran, jika $\xi < 0$ maka fungsi peluangnya mempunyai suatu titik ujung kanan yang terhingga dan jika $\xi \geq 0$ fungsi peluangnya akan mempunyai suatu titik ujung kanan yang tak terhingga (Coles and Tawn 1996). Fungsi sebaran ini disebut sebaran nilai ekstrim terampat (*Generalized Extreme Value/GEV*).

GEV merupakan kombinasi dari tiga tipe sebaran nilai ekstrim. Ketiga bentuk sebaran yang dimaksud adalah sebaran Gumbel, sebaran Fréchet, dan sebaran Weibull, dengan persamaan masing-masing:

$$\begin{aligned} \text{i: } G(x) &= \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)\right]\right\}; & -\infty < x < \infty \\ & & ; x \leq a \\ \text{ii: } G(x) &= \begin{cases} 0 \\ \exp\left\{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^{-\alpha}\right\} \end{cases}; & x > a \end{aligned}$$

$$\text{iii: } G(x) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)\right]^\alpha\right\}; & x < a \\ 1 & ; x \geq a \end{cases}$$

dengan a adalah parameter lokasi, $b > 0$ adalah parameter skala, dan $\alpha > 0$ adalah parameter bentuk. Bentuk parameter GEV akan mengarah pada sebaran Gumbel untuk limit $\xi \rightarrow 0$, sebaran Fréchet jika $\xi > 0$, dan sebaran Weibull jika $\xi < 0$. Sebaran GEV akan diperoleh setelah parameternya ditentukan sebagai berikut: untuk sebaran Fréchet parameternya ditentukan menjadi $\xi = \frac{1}{\alpha} > 0$, $\sigma = \frac{b}{\alpha} > 0$, dan $\mu = a + b$; sedangkan sebaran Weibull parameternya ditentukan menjadi $\xi = -\frac{1}{\alpha} < 0$, $\sigma = \frac{b}{\alpha} > 0$, dan $\mu = a - b$.

3 UKURAN KETERGANTUNGAN SPASIAL

3.1 Madogram

Dalam geostatistik terdapat model variogram yang berguna untuk menunjukkan korelasi spasial antara data yang diukur. Variogram merupakan keragaman spasial antar lokasi dengan saling ketergantungan satu sama lain dalam ruang berdimensi d yang dapat didefinisikan oleh persamaan berikut:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E|Z(x+h) - Z(x)|^2$$

dimana $Z(x)$ merepresentasikan spasial dan proses stasioner dengan fungsi kovarians dan $x \in \mathbb{R}^2$. Namun variogram tidak bisa digunakan untuk data ekstrim karena variogram hanya terbatas untuk distribusi ekor pendek (*light tail*). Untuk mengatasi hal itu, Cooley *et al.* (2006) menggunakan semi-variogram orde pertama yang disebut *madogram* yang bisa digunakan untuk data ekstrim.

Madogram merupakan semivariogram orde pertama yang didasarkan pada geostatistik serta sifat-sifatnya. Teori tentang *madogram* telah dipelajari oleh Matheron pada tahun 1987 (diacu dalam Cooley *et al.*, 2006) yang didefinisikan sebagai berikut:

$$v(h) = \frac{1}{2} E|Z(x+h) - Z(x)|.$$

Karena *madogram* mengharuskan keterbatasan pada momen pertama yang tidak selalu terjadi pada kasus ekstrim, Cooley memperkenalkan *F-madogram* yang mentransformasi peubah acak dengan menggunakan fungsi sebaran kumulatif nilai ekstrim. Jika $Z(x)$ merupakan proses *max-stable* yang stasioner dan isotropik dengan sebaran marginal G , maka *F-madogram*nya adalah sebagai berikut:

$$v_F(h) = \frac{1}{2} E|G(Z(x+h)) - G(Z(x))|$$

(untuk kekonsistenan, digunakan G , bukan F , untuk melambangkan distribusi marginal nilai ekstrim).

Dalam proses penentuan pola semivariogram terkadang melibatkan banyak titik pada plot semivariogram sehingga sulit untuk melihat pola tertentu. Untuk mengatasi hal tersebut, maka *madogram* dikelompokkan berdasarkan kesamaan jarak. Oleh karena itu, perhitungan *F-madogram* dapat dinyatakan sebagai berikut (Cooley *et al.* 2006):

$$\hat{v}_F(h) = \frac{1}{2|N(h)|} \sum_{i=1}^{N(h)} |F(Z(x_i + h)) - F(Z(x_i))|$$

dengan $\hat{v}_F(h)$ adalah *F-madogram* pada lag h , x_i adalah lokasi titik contoh, $Z(x_i)$ adalah nilai pengamatan pada lokasi ke x_i , h adalah jarak antara dua lokasi, $(x_i, x_i + h)$ adalah pasangan data yang berjarak h , dan $N(h)$ adalah banyaknya pasangan lokasi yang berjarak h .

3.2 Koefisien Ekstremal

Dalam analisis spasial ektrim yang perlu diperhatikan adalah ukuran ketergantungan spasial pada lokasi, koefisien ekstremal adalah karakterisasi metrik dari dependensi ekornya. Misal \mathbf{X} adalah peubah acak berdimensi d yang memiliki sebaran marginal umum $F(\mathbf{x})$. Koefisien ekstremal θ_d bisa didefinisikan melalui hubungan:

$$P\{\max(X_1, \dots, X_d) \leq x\} = F^{\theta_d}(x).$$

Asumsikan bahwa masing-masing fungsi marginal berasal dari sebaran Fréchet, Selanjutnya dependensi setiap komponen dari sebaran marginal dapat dikarakterisasi secara bebas. Misal \mathbf{Z} adalah *maxima* berdimensi d dengan sebaran marginal Fréchet dan sebaran nilai ektrimnya ditunjukkan oleh:

$$P\{Z_1 \leq z_1, \dots, Z_d \leq z_d\} = \exp\{-V(z_1, \dots, z_d)\},$$

dengan ukuran eksponen V adalah fungsi homogen berorde 1. Karena sifat kehomogenan V , dependensi ekstremal bisa diukur melalui V yang menunjukkan dependensi penuh jika $V(z_1, \dots, z_d) = \max\left(\frac{1}{z_1}, \dots, \frac{1}{z_d}\right)$ dan independensi penuh jika $V(z_1, \dots, z_d) = \frac{1}{z_1} + \dots + \frac{1}{z_d}$.

Hubungan antara koefisien ekstremal θ_d dan ukuran eksponen V dilihat dari $\theta_d = V(1, \dots, 1)$ dan sebaran nilai ektrim multivariat \mathbf{Z} yang dinyatakan dalam koefisien ekstremal:

$$P\{Z_1 \leq z, \dots, Z_d \leq z\} = \exp\left\{-\frac{\theta_d}{z}\right\},$$

dengan $1 \leq \theta_d \leq d$ yang memiliki batas atas dan batas bawah yang sesuai untuk dependensi penuh dan independensi penuh. Jeon dan Smith (2012) berpendapat bahwa koefisien ekstremal θ_d dan ukuran eksponen V merupakan kasus khusus dalam domain spasial.

Koefisien ekstremal memiliki hubungan yang sangat kuat dengan *F-madogram* yang ditunjukkan sebagai berikut (Cooley *et al.* 2006):

$$\theta(h) = \frac{1 + 2v_F(h)}{1 - 2v_F(h)}.$$

3 PENDUGAAN PARAMETER SPASIAL EKSTRIM

4.1 Kopula

Kopula adalah suatu fungsi yang memetakan pasangan berurutan d fungsi sebaran marginal ke fungsi sebaran multivariat dimensi d , dengan d adalah bilangan bulat

positif. Kopula dapat mengeksplorasi dan mengkarakterisasi struktur dependensi antar peubah acak melalui sebaran marginal (Genest and Segers 2010). Suatu kopula berdimensi d adalah suatu fungsi sebaran dari vektor acak dengan sebaran marginal seragam $(0,1)$. Fungsi kopula $\mathbb{C}: [0,1]^d \rightarrow [0,1]$ memenuhi sifat:

- i. $\mathbb{C}(u_1, \dots, u_d) = 0$, jika $u_i = 0$ paling sedikit pada suatu $i = 1, 2, \dots, d$,
- ii. $\mathbb{C}(1, \dots, 1, u_i, 1, \dots, 1) = u_i, \forall_i \in 1, \dots, d; u_i \in [0,1]$.

Misal G merupakan sebaran nilai ekstrim multivariat dengan fungsi sebaran marginal G_1, \dots, G_d maka terdapat suatu kopula $\mathbb{C} \ni \forall X \in [-\infty, \infty]^d$,

$$G(x_1, \dots, x_d) = \mathbb{C}(G_1(x_1), \dots, G_d(x_d)) \quad (2)$$

dengan \mathbb{C} adalah ekstrim kopula dan G adalah sebaran GEV yang didefinisikan pada persamaan (1).

Pendugaan parameter kopula dapat dilakukan dengan menggunakan metode *pseudo maximum likelihood Estimation* (PMLE) (Weiß 2010). PMLE mentransformasikan data asli ke dalam pengamatan *pseudo* kemudian dilanjutkan dengan penduga kemungkinan maksimum. Misal X_{ij} adalah sampel berukuran n dan berdimensi $d, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, d$. Dengan menggunakan fungsi sebaran kumulatif G dari pengamatan *pseudo* $\mathbf{U} \equiv U_{ij}$ yang ditunjukkan oleh (McNeil *et al.* 2005):

$$U_{ij} = \frac{n}{n+1} G_j(X_{ij})$$

Penduga PML $\hat{\theta}_n^{PML}$ dihitung melalui pengamatan *pseudo* \mathbf{U} dengan memaksimalkan:

$$\ell_{\mathbf{U}}(\theta) = \sum_{i=1}^n \log c(U_{i1}, \dots, U_{id} | \theta)$$

dengan $\theta = (\mu, \sigma, \xi)$ adalah vektor parameter dari kopula, dan c adalah fungsi kepadatan peluang dari parameter θ yang diberikan oleh:

$$c(u_1, \dots, u_d | \theta) = \frac{\partial \mathbb{C}(u_1, \dots, u_d | \theta)}{u_1 \cdot \dots \cdot u_d}, u_1, \dots, u_d \in [0; 1]$$

Penduga PMLE diberikan oleh:

$$\hat{\theta}_n^{PML}(\mathbf{U}) = \arg \max_{\theta \in \Theta} \ell_{\mathbf{U}}(\theta). \quad (3)$$

4.2 Tingkat Pengembalian (*Return Level*)

Dalam praktik, besaran atau kuantitas yang menjadi perhatian bukan hanya tertuju pada pendugaan parameter itu sendiri, tetapi pada kuantil yang juga disebut sebagai tingkat pengembalian (*return level*) dari penduga GEV. Nilai dugaan tingkat pengembalian curah hujan maksimum yang diperoleh akan dipakai untuk validasi pada data curah hujan.

Jika F adalah besaran dari nilai maksimum untuk pengamatan pada jangka waktu yang sama, maka tingkat pengembalian akan mengikuti persamaan berikut:

$$R_{ip}^k = F_i^{-1} \left(1 - \frac{1}{k} \right) \quad (4)$$

dengan F^{-1} adalah fungsi kuantil dari fungsi sebaran F , k adalah jangka waktu, p adalah periode dan i adalah stasiun curah hujan. Nilai tingkat pengembalian merupakan nilai maksimum yang diharapkan akan dilampaui satu kali dalam jangka waktu k dengan periode p , atau dengan kata lain dalam k jangka waktu, curah hujan

akan mencapai nilai maksimum R_p^k satu kali (Gilli and Kellezi 2006). Setelah diperoleh dugaan parameter $\hat{\mu}_i$, $\hat{\sigma}_i$, dan $\hat{\xi}_i$ dan disubstitusikan pada persamaan (4), maka akan diperoleh dugaan tingkat pengembalian sebagai berikut:

$$\hat{R}_{ip}^k = \begin{cases} \hat{\mu}_i + \frac{\hat{\sigma}_i}{\hat{\xi}_i} \left[\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{k}\right) \right)^{-\hat{\xi}_i} - 1 \right], \hat{\xi}_i \neq 0 \\ \hat{\mu}_i - \hat{\sigma}_i \log(-\log(1 - \frac{1}{k})), \hat{\xi}_i = 0 \end{cases} \quad (5)$$

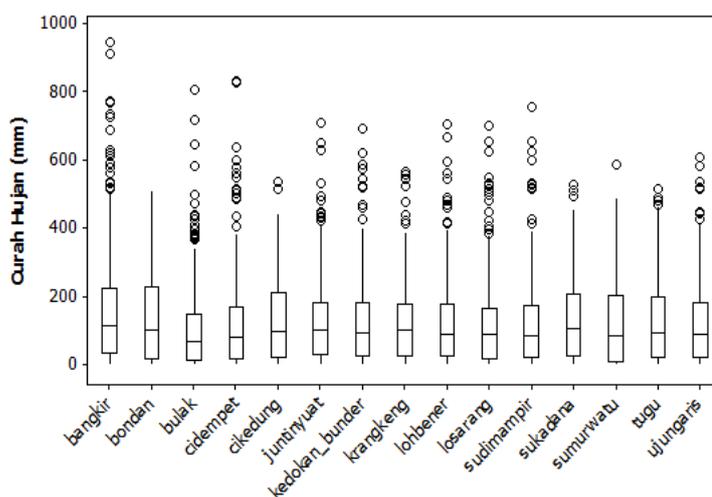
Pengukuran tingkat kesalahan antara nilai tingkat pengembalian (ramalan) dengan nilai aktual dapat menggunakan Rata-rata Kesalahan Absolut Relatif (*Mean Absolute Percent Error/MAPE*) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum |aktual - ramalan| / aktual}{\text{banyaknya data amatan}} \quad (6)$$

Semakin kecil nilai MAPE maka hasil peramalan semakin mendekati nilai sebenarnya (Chatfield 1984).

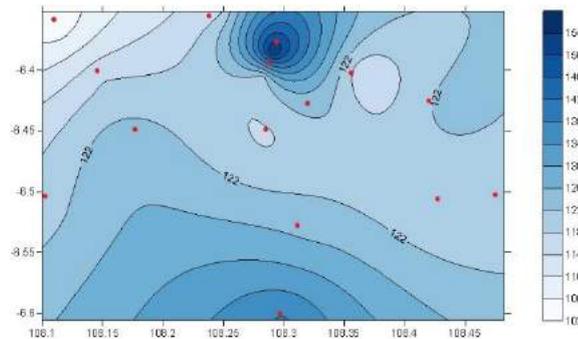
5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara eksplorasi, curah hujan bulanan pada stasiun curah hujan di Kabupaten Indramayu untuk tahun 1979-2008 menunjukkan adanya nilai-nilai ekstrim kecuali pada stasiun Bondan seperti yang terlihat pada Gambar 1. Selanjutnya penelitian ini akan mengkaji curah hujan di stasiun yang memiliki nilai ekstrim, yaitu stasiun Bangkir, Bulak, Cidempet, Cikedung, Juntinyuat, Kedokan Bunder, Krangkeng, Lohbener, Losarang, Sudimampir, Sukadana, Sumurwatu, Tugu, dan Ujungaris.



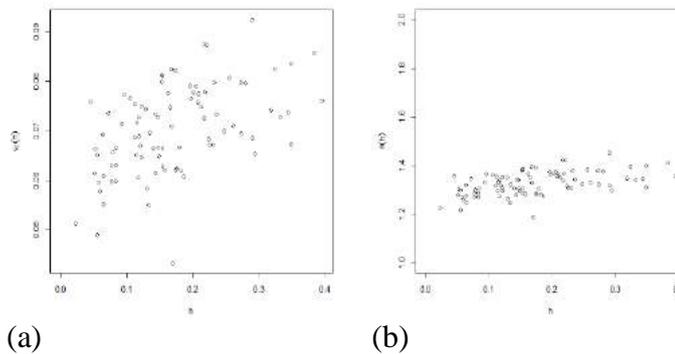
Gambar 1 Diagram kotak garis curah hujan stasiun curah hujan Kabupaten Indramayu.

Gambar 2 menunjukkan peta kontur curah hujan dengan perbedaan warna menunjukkan tinggi rendahnya intensitas curah hujan di Kabupaten Indramayu. Intensitas curah hujan yang cukup tinggi ditandai dengan warna kontur gelap dengan kisaran intensitas curah hujan 154-158 mm/bln, sedangkan penurunan intensitas curah hujan ditunjukkan dengan warna yang semakin terang. Titik merah menunjukkan posisi stasiun curah hujan.



Gambar 2 Peta Kontur Rata-rata Intensitas Curah Hujan Bulanan Kabupaten Indramayu

Madogram diperoleh melalui plot antara nilai semivarian $v_F(h)$ dengan jarak h . Dalam perhitungan nilai semivarian $v_F(h)$, diperlukan informasi mengenai jarak antar stasiun yang dihitung menggunakan konsep jarak euclid. Berdasarkan hasil perhitungan jarak antar dua stasiun, tidak ada pasangan stasiun yang mempunyai jarak yang sama, sehingga terdapat 91 semivarian $v_F(h)$ (14 kombinasi 2) yang diplotkan terhadap jarak h . Madogram (Gambar 3a) menunjukkan pola yang mengikuti model ideal semivarian, yaitu model yang menunjukkan bahwa semakin meningkat jarak stasiun, semakin meningkat keragaman curah hujannya.



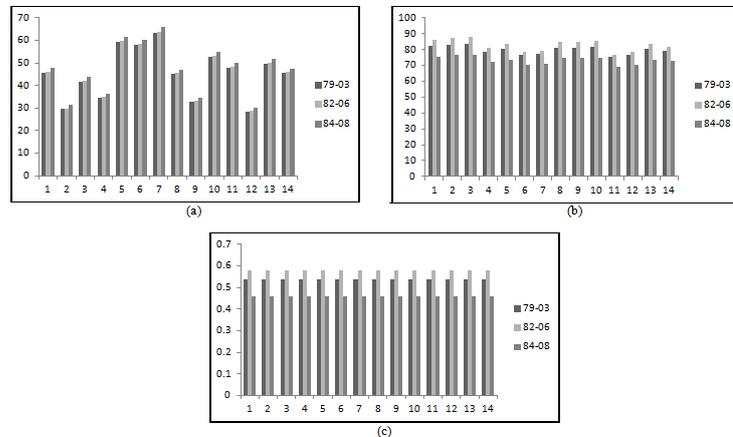
Gambar 3 Madogram (a) dan Koefisien Ekstremal (b)

Koefisien ekstremal (Gambar 3b) menunjukkan bahwa semakin meningkat jarak stasiun, semakin meningkat keragaman curah hujan. Nilai koefisien ekstremal yang mendekati 1 menunjukkan ketergantungan spasial. Koefisien ekstremal diperoleh melalui plot antara nilai koefisien ekstremal $\theta(h)$ dengan jarak h . Dari plot madogram dan plot koefisien ekstremal mengindikasikan adanya unsur spasial dari curah hujan bulanan di Kabupaten Indramayu. Berdasarkan hal itu, dibutuhkan Kopula untuk menduga nilai ekstrim curah hujan secara spasial di Kabupaten Indramayu.

Pendugaan parameter lokasi μ , parameter skala σ dan parameter bentuk ξ memberikan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda untuk ketiga kelompok data. Gambar 4 memperlihatkan grafik perbedaan nilai parameter lokasi μ , parameter skala σ dan parameter bentuk ξ untuk periode tahun 1979-2003, 1982-2006, dan 1984-2008. Hal ini menunjukkan bahwa parameter pendugaan curah hujan ekstrim di Indramayu memiliki pola yang cukup stabil.

Tabel 1 Nilai dugaan parameter spasial ekstrim data curah hujan

Stasiun	Nilai dugaan parameter								
	μ			σ			ξ		
	79-03	82-06	84-08	79-03	82-06	84-08	79-03	82-06	84-08
Bangkir	45.80	46.23	47.88	82.13	86.25	75.54	0.54	0.58	0.46
Bulak	29.48	29.88	31.30	83.06	87.58	76.42	0.54	0.58	0.46
Cidempet	41.77	42.19	43.78	83.53	88.24	76.86	0.54	0.58	0.46
Cikedung	34.44	34.84	36.33	78.65	81.30	72.24	0.54	0.58	0.46
Juntinyuat	59.28	59.73	61.57	80.10	83.35	73.61	0.54	0.58	0.46
Kedokan Bunder	58.00	58.45	60.26	76.87	78.77	70.55	0.54	0.58	0.46
Krangkeng	63.41	63.87	65.76	77.13	79.13	70.79	0.54	0.58	0.46
Lohbener	44.98	45.40	47.04	81.24	84.98	74.69	0.54	0.58	0.46
Losarang	32.79	33.19	34.65	81.28	85.04	74.73	0.54	0.58	0.46
Sudimampir	52.68	53.12	54.86	81.41	85.22	74.85	0.54	0.58	0.46
Sukadana	48.01	48.44	50.11	75.30	76.54	69.07	0.54	0.58	0.46
Sumurwatu	28.29	28.69	30.09	76.53	78.29	70.23	0.54	0.58	0.46
Tugu	49.66	50.09	51.79	80.10	83.35	73.61	0.54	0.58	0.46
Ujungaris	45.44	45.86	47.51	79.08	81.91	72.64	0.54	0.58	0.46



Gambar 4 Grafik nilai parameter lokasi μ (a), parameter skala σ (b) dan parameter bentuk ξ (c)

Hasil pendugaan parameter untuk curah hujan maksimum periode tahun 1979-2007 dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan nilai dugaan parameter lokasi μ yang paling besar terdapat pada stasiun Krangkeng dengan rata-rata 63.87 mm, dan yang paling kecil pada stasiun Sumurwatu dengan rata-rata 28.69 mm. Pada stasiun Cidempet dimungkinkan terjadinya curah hujan yang menjauh dari rata-ratanya, yang ditunjukkan dengan nilai parameter skala σ yang paling besar yaitu 88.24 mm.

Berdasarkan informasi BMKG, adanya perbedaan antara peramalan dengan data aktual sebesar 25-30% dianggap masih cukup baik. Hasil analisis pada Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara nilai ramalan dan nilai aktual pada masing-masing stasiun dengan tingkat kesalahan melebihi 30% dan nilai MAPE sebesar 66.89%, maka dapat disimpulkan bahwa ramalan curah hujan ekstrim untuk 3 bulan ke depan belum cukup baik. Peramalan untuk rentang 6 bulan ke depan juga menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antara nilai ramalan dan nilai aktual pada beberapa stasiun dengan rata-rata tingkat kesalahan melebihi 30%, yaitu 35.80%.

Peramalan untuk rentang 9 bulan ke depan memiliki nilai MAPE sebesar 22.19%. Hasil peramalan untuk rentang 12 bulan ke depan memiliki nilai MAPE sebesar 24.12%.

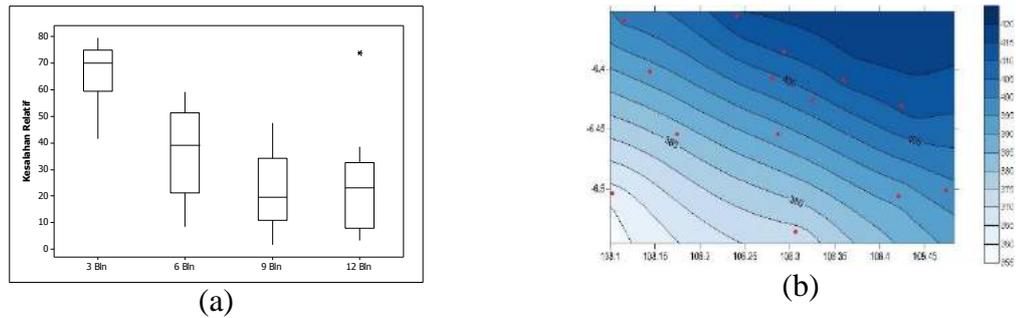
Tabel 2 Nilai dugaan parameter spasial ekstrim data curah hujan tahun 1979-2007

Stasiun	Nilai dugaan parameter		
	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	$\hat{\xi}$
Bangkir	46.23	86.25	0.58
Bulak	29.88	87.58	0.58
Cidempet	42.19	88.24	0.58
Cikedung	34.84	81.30	0.58
Juntinyuat	59.73	83.35	0.58
Kedokan Bunder	58.45	78.77	0.58
Krangkeng	63.87	79.13	0.58
Lohbener	45.40	84.98	0.58
Losarang	33.19	85.04	0.58
Sudimampir	53.12	85.22	0.58
Sukadana	48.44	76.54	0.58
Sumurwatu	28.69	78.29	0.58
Tugu	50.09	83.35	0.58
Ujungaris	45.86	81.91	0.58

Tabel 3 Ramalan tingkat pengembalian curah hujan

Stasiun	3 bulan		6 bulan		9 bulan		12 bulan	
	Ramalan (mm)	Kesalahan Relatif (%)	Ramalan (mm)	Kesalahan Relatif (%)	Ramalan (mm)	Kesalahan Relatif (%)	Ramalan (mm)	Kesalahan Relatif (%)
Bangkir	148.45	79.58	296.08	59.27	410.72	43.51	508.96	29.99
Bulak	133.67	77.03	283.57	51.28	399.97	31.28	499.73	14.14
Cidempet	146.76	73.89	297.80	47.01	415.09	26.14	515.60	8.26
Cikedung	131.19	64.73	270.36	27.32	378.42	1.73	471.03	26.62
Juntinyuat	158.52	74.84	301.19	52.19	411.98	34.61	506.93	19.53
Kedokan Bunder	151.80	54.69	286.63	14.44	391.32	16.81	481.05	32.52
Krangkeng	157.65	41.61	293.09	8.55	398.27	47.51	488.41	73.81
Lohbener	146.12	69.50	291.58	39.13	404.54	15.55	501.34	4.66
Losarang	133.97	73.52	279.54	44.76	392.57	22.42	489.45	3.27
Sudimampir	154.12	75.42	299.99	52.15	413.27	34.09	510.35	18.6
Sukadana	139.14	59.79	270.15	21.92	371.88	7.48	459.06	32.68
Sumurwatu	121.46	71.01	255.47	39.03	359.52	14.2	448.69	7.09
Tugu	148.87	61.73	291.55	25.05	402.34	3.43	497.29	27.84
Ujungaris	142.93	59.16	283.13	19.11	391.99	12.00	485.29	38.65

Diagram kotak garis pada Gambar 5 menunjukkan adanya trend menurun, median box-plot yang paling rendah terdapat pada periode peramalan 9 bulan ke depan. Peramalan untuk 12 bulan ke depan juga memberikan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda dengan 9 bulan ke depan. Hal ini menunjukkan bahwa peramalan untuk 9 bulan dan 12 bulan ke depan cukup baik dan masih cukup relevan digunakan di lapangan. Gambar 6 menunjukkan peta kontur peramalan curah hujan ekstrim untuk 9 bulan ke depan.



Gambar 5 Diagram kotak garis kesalahan relatif ramalan nilai tingkat pengembalian curah hujan (a) dan Peta kontur peramalan curah hujan ekstrim untuk 9 bulan ke depan (b)

6 KESIMPULAN

Data curah hujan bulanan di Kabupaten Indramayu memiliki ketergantungan spasial yang ditunjukkan melalui plot madogram dan plot koefisien ekstremal, sehingga dalam analisis datanya dibutuhkan kopula untuk menduga curah hujan ekstrim secara spasial. Hasil pendugaan parameter dari ketiga kelompok tahun; yaitu tahun 1979-2003, 1982-2006, dan 1984-2008; menunjukkan kestabilan parameter untuk setiap stasiun. Pendugaan parameter skala untuk setiap stasiun tidak terlalu jauh berbeda, sedangkan pendugaan parameter lokasi memberikan hasil yang sangat bervariasi yaitu antara 28.69 – 63.87. Dugaan parameter bentuk $\xi > 0$ menunjukkan bahwa fungsi peluang pada stasiun-stasiun tersebut akan menjulur tidak terhingga ke arah kanan dan bentuk fungsi peluangnya sama untuk setiap stasiun. Hasil peramalan untuk 9 bulan ke depan memberikan hasil ramalan terbaik dari semua periode analisis yang digunakan dan masih cukup relevan untuk digunakan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Chatfield C. 1984. *The Analysis of Time Series An Introduction*. Third Edition. London: Chapman and Hall.
- [2.] Cooley D, Naveau P, Poncet P. 2006. Variograms for spatial max-stable random fields, *Lecture Notes in Statistics*. 187: 373-390, Springer, New York.
- [3.] Davison AC, Padoan S, Ribatet M. 2012. Statistical modeling of spatial extremes. *Statistical Science*. 27: 161-186.
- [4.] Frich P, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Tank AMGK, Peterson T. 2002. Observed Coherent Changes In Climatic Extremes During The Second Half Of The Twentieth Century. *Journal Climate Research*. 19: 193-212.
- [5.] Genest C, Segers J. 2010. On the covariance of the asymptotic empirical copula process. *Journal of Multivariate Analysis*. 101: 1837-1845.
- [6.] Gilli M, K llezi E. 2006. An application of extreme value theory for measuring financial risk. *Computational Economics*. 27: 207-228, Springer, New York.
- [7.] Naylor RL, Falcon WP, Nikolaswada, Daniel RD. 2002. Using el niño/southern oscillation climate data to improve food policy planning in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*. 38: 75-91.
- [8.] Wei  GNF. 2010. Copula parameter estimation: numerical considerations and implications for risk management. *The Journal of Risk*. 13(1):17-53.

PROYEKSI PENDUDUK PEKANBARU 2015-2035 MENGUNAKAN MODEL DETERMINISTIK

Granita

Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
e-mail: granitafc@gmail.com

Abstract. A long-term development plan requires the data of population growth. The data not only contains information about the current population growth, but also includes the projection of the population growth. The Indonesian Central Bureau of Statistics (BPS) has made the projections in terms of Indonesia population using the component method. However, in this study, the projection was carried out using a deterministic model especially in projecting the population of Pekanbaru city. This study started by finding its ideal population or carrying capacity and then made backcasting. To find the best model, the mean absolute percentage error (MAPE), standard deviation and correlation coefficient were used. The best two models were obtained. Then, the best models were used to project the population of Pekanbaru city in future twenty years. Generally, the projection shows that the total population increases every year. Meanwhile, the growth per year is differently shown by each model. The first model show that the growth increases per year, while the trend of the second model decreases per year. This shows that the projection using the second model is line with the projection of Indonesia population by BPS.

Keywords: *Population Projection, Deterministic Model, Population Growth Model, Carrying Capacity.*

1. Pendahuluan

Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2005-2025 merupakan penjabaran dari tujuan dibentuknya pemerintah Negara Republik Indonesia yang tercantum dalam UUD 1945, dalam bentuk visi, misi dan arah pembangunan nasional. Dokumen RPJPN harus dilengkapi dengan informasi jumlah penduduk saat ini dan yang akan datang, dengan melakukan proyeksi penduduk yang sangat diperlukan dalam penyusunan perencanaan pembangunan. Pentingnya informasi ini karena dapat menunjang perencanaan pembangunan di masa yang akan datang, baik tingkat nasional maupun provinsi, Badan Pusat Statistik [1].

Kota Madya Pekanbaru, sebagai kota yang tengah berkembang, tingkat pertumbuhan penduduk Ibu Kota Provinsi Riau ini, mencapai empat persen per tahun atau melebihi tingkat pertumbuhan penduduk nasional yang belum mencapai dua persen, Tribun [2]. Pada sensus terakhir tahun 2010, diperkirakan penduduk Pekanbaru mengalami penambahan sekitar 71 ribu jiwa. Jika pada 2007 jumlah penduduk Pekanbaru 779.899 jiwa, maka tahun 2010 menjadi 850.000 jiwa. Kepala Badan Pusat Statistik (BPS) Pekanbaru, Ruslan Harus mengatakan, “Angka 850 ribu jiwa itu merupakan hasil sensus sementara yang telah dilakukan per 1 Mei 2010. Pada pekan keempat sensus ini jumlah penduduk Pekanbaru yang telah berhasil dicacah jumlahnya sekitar 830 jiwa, tapi untuk data resmi BPS Pekanbaru, data jumlah penduduk yang telah disensus yang kemudian diolah, baru mencapai 60 persen. Namun secara umum, data yang masuk sekitar 80 persen”. Bappeda [3]

Hampir semua rencana pembangunan perlu dukungan data (penduduk). Pembangunan infra struktur seperti jalan, listrik, air dan lain sebagainya, perlu ditunjang dengan data jumlah penduduk. Data yang diperlukan tidak hanya menyangkut keadaan pada waktu rencana disusun tapi juga adalah informasi perkiraan pada masa yang akan datang. Untuk itu perlu adanya proyeksi penduduk, yaitu perkiraan jumlah penduduk dan komposisinya di masa mendatang. Badan Pusat Statistik telah melakukan proyeksi ini dengan mempublikasikan buku yang berjudul “Proyeksi Penduduk Indonesia (*Indonesia Population Projection*) 2010-2035”. Proyeksi secara lengkap per provinsi telah dilakukan meliputi jumlah dan laju pertumbuhan penduduk, susunan umur, jenis kelamin dan lain sebagainya. Untuk Jumlah penduduk dalam proyeksi tersebut digunakan Metode Komponen yang menghasilkan proyeksi total penduduk dan kelompok umurnya.

Menurut Karyana [4], Karyana dan Wachidah [5] hasil proyeksi penduduk dengan menggunakan metode matematika lebih baik dibandingkan dengan Metode Komponen. Sehingga mereka mengusulkan metode campuran yaitu kombinasi antara Metode Matematika dengan Metode Komponen. Total penduduk diambil dari metode matematika setelah memilih metode matematika terbaik (yaitu model pertumbuhan eksponensial, pertumbuhan geometri dan pertumbuhan penduduk linier), sedangkan proporsi per kelompok umur diambil dari Metode Komponen.

Terdapat beberapa metode/model matematika yang digunakan untuk memproyeksi pertumbuhan penduduk, pada makalah ini yang digunakan adalah empat model deterministik yang didasar pada model pertumbuhan populasi yang disajikan oleh Roberts and Thompson [6]. Langkah awal adalah mencari jumlah penduduk ideal setelah itu dilakukan proyeksi kilas balik dengan menggunakan metode matematika yang biasa digunakan BPS yaitu metode geometri, serta model deterministik yang diajukan, kemudian dicari metode mana yang memiliki kesalahan proyeksi terkecil dengan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*), MAPE is average error when the direction of error is ignored. The proportions of error less than 5% dan greater 10% indicated the frequency of relatively small and large errors, respectively.” [5,7], nilai korelasi yang mendekati satu dan standard deviasi terkecil. Metode/Model yang terbaik yang terpilih digunakan untuk melakukan proyeksi penduduk Kota Pekanbaru 2015-2035.

2. Rumusan

Pada bagian ini dibahas tentang jumlah penduduk ideal atau jumlah penduduk maksimal yang dalam istilah matematika disebut dengan *carrying capacity* dan rumusan model yang digunakan.

2.1. Jumlah Ideal Penduduk Pekanbaru

Luas kota Pekanbaru $632,26 \text{ km}^2$, data terakhir hasil registrasi yang ada di BPS Provinsi Riau yaitu data penduduk tahun 2012 yang diketahui dari pencacahan tahun 2013, jumlah Penduduk Pekanbaru adalah 927.771 jiwa. Sementara itu, jumlah penduduk Kota Pekanbaru tahun 2014 menurut Statistik Daerah Kota Pekanbaru 2015 [8], adalah 1.001.467 jiwa. Dari definisikan kepadatan penduduk pada tahun 2012 kepadatan penduduk Kota Pekanbaru adalah $1,467 \text{ jiwa/km}^2$ dan pada tahun 2015 adalah 1600 jiwa/km^2 berdasarkan rumus kepadatan penduduk [9]. Berapa sebenarnya jumlah penduduk ideal Kota Pekanbaru? Apakah kota ini sudah kelebihan atau masih masih pada tahap ideal? Kondisi ini perlu diketahui mengingat perlunya daya dukung lingkungan, beban sosial, kompetisi sumber-sumber ekonomi, ketersediaan sarana-prasarana dan lain-lain.

Menurut Lukman Ismail kepala BPS Jawa Barat dalam Pikiran Rakyat [10], ketika mengomentari penduduk Jabar yang jauh dari kondisi ideal, menyebutkan, “Semestinya, setiap satu kilometer persegi jumlah penduduk adalah 1.000 orang atau 40 orang per hektar”. Kalau dilihat dari konversi km^2 ke hektar dapat diketahui bahwa satu $\text{km}^2 = 100$ hektar, dari perhitungan kalau 1000 orang per kilometer persegi itu artinya adalah 10 orang per hektar. Menurut konversi luas, satu hektar = 10.000 m^2 , ini berarti seluas lapangan bola $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$. Bila per hektar 10 orang, kalau dibuat dalam kepala keluarga atau rumah tangga hanya sekitar 3 - 4 rumah tangga dengan rata-rata 3 jiwa per rumah tangga, lebih kecil dari rata-rata Penduduk Pekanbaru yang 4 jiwa per rumah tangga pada tahun 2010, dan bila dianggap 40 jiwa per hektar atau untuk area seluas lapangan sepak bola berarti berarti sekitar 13 rumah tangga lengkap dengan tempat ibadah, jalan dan tempat bermain,. Sehingga peneliti lebih menganggap 40 jiwa per hektar lebih mendekati.

Sementara itu menurut lawan website Badan Pusat Statistik, Sirusa [9] menjelaskan tentang definisi Indeks Kepadatan Penduduk (IKP) adalah suatu Indeks yang menyatakan kualitas lingkungan suatu berdasarkan kepadatan penduduknya. Semakin padat penduduk maka tekanan terhadap lingkungan akan semakin besar yang akan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, memberikan rumus IKP sebagai berikut;

$$IKP = 100 - (K - 96)$$

K = kepadatan penduduk yang lebih dari 96 jiwa per hektar.

Untuk kepadatan penduduk yang kurang dari atau sama dengan 96 jiwa per hektar diberi nilai indeks 100. Kegunaan IKP adalah untuk menilai kualitas lingkungan berdasarkan kepadatan penduduknya. Nilai indeks berkisar dari 0 sampai 100. Nilai 100 menunjukkan bahwa kepadatan penduduk di kota tersebut merupakan kepadatan yang ideal. Dari hasil penghitungan IKP menunjukkan bahwa mayoritas ibukota provinsi di Indonesia memenuhi acuan ideal WHO. Sementara itu Mardana [12] menghitung penduduk ideal Kota Blitar berdasarkan, Kompas, 23 September 2008, untuk masyarakat dengan karakter urban seperti Kota Blitar, idealnya tingkat kepadatan penduduknya adalah 75 jiwa per hektar.

Terlepas dari perbedaan yang dikemukakan di atas, Wikipedia [13], dalam pembahasan *Optimum Population*, mengutip pembahasan dari berbagai sumber tentang hal ini beberapa diantaranya, “*The concept of an optimum, or ideal, size of population concerns both theory and policy. Theoretically, there is for any given state or the arts and any given supply of available natural resources, together with a given supply of capital instruments and a given social organization, a certain size of population which can operate these resources to the best advantage and produce the largest per capita income of consumers' goods possible under the given conditions.*” Kemudian, “*Some commentators disagree with the concept of "optimum population", believing that the human population will always, in the long-term, be able to adapt to the requirements of a larger population*”. Dan pernyataan berikut,” *Any conception of an optimum population level must lie between a [minimum viable population](#) of the human species and the maximum level of population that can be sustained by the [carrying capacity](#) of the planet [Earth](#)*”.

Di dalam pemodelan matematika jumlah maksimal atau jumlah ideal ini disebut “*carrying capacity*” atau kapasitas pembatas/daya dukung. *Carrying capacity* adalah jumlah maksimal penduduk suatu daerah tanpa mengalami kerusakan lingkungan, yang merupakan limit dari ruang atau terbatasnya jumlah makanan yang tersedia yang dapat dicapai oleh populasi, biasanya disimbolkan dengan k .

Dari konversi telah diketahui bahwa satu $km^2 = 100$ hektar, sehingga dapat dihitung bahwa bila luas kota Pekanbaru $632,26 km^2$, maka ini sama dengan 63226 hektar. Berdasarkan beberapa pembahasan tentang jumlah ideal/maksimal yang telah disebutkan, tanpa mengabaikan perbedaan yang ada peneliti mengambil *carrying capacity* berdasarkan: (1). Standard WHO yaitu 96 jiwa per hektar. sehingga apabila setiap 1 hektar 96 jiwa, diketahui ambang batas jumlah penduduk Kota Pekanbaru dilihat dari luas wilayah kotanya adalah $63226 \times 96 = 6.006.470$ jiwa. Sepanjang kurang dari jumlah itu, menurut pendekatan ini, jumlah penduduk Kota Pekanbaru masih ideal, sehingga diperoleh nilai $k_1 = 6.006.470$. Bila Penduduk Pekanbaru seperti pada data registrasi pada tahun 2012 adalah 927.771 jiwa maka penduduk saat itu hanya baru 15,5%, sementara menurut menurut Statistik Daerah Kota Pekanbaru 2015 jumlah penduduk Kota Pekanbaru 2014 adalah 1.001.467 jiwa, berarti 16,7 % dari jumlah penduduk ideal/maksimal. (2). Mardana berdasarkan Kompas yaitu 75 jiwa per hektar. Sehingga diketahui $63226 \times 75 = 4.741.950$ jiwa, jadi jumlah maksimalnya disimbolkan dalam $k_2 = 4.741.950$. Penduduk Pekanbaru seperti pada data registrasi pada tahun 2012 adalah 927.771 jiwa maka penduduk saat itu hanya baru 19,6%, sementara menurut menurut Statistik Daerah Kota Pekanbaru 2015 jumlah penduduk Kota Pekanbaru adalah 1.001.467 jiwa, berarti 21,1 % dari jumlah penduduk ideal/maksimal. (3). Lukman Ismail yaitu 40 jiwa per hektar. Dengan jumlah area 63226 hektar dikali 40 jiwa, sehingga jumlah penduduk ideal Kota Pekanbaru adalah $2.529.040$ jiwa, disimbolkan $k_3 = 2.529.040$ dalam hal ini berarti Penduduk Pekanbaru dari hasil registrasi 2012 adalah 36,68 % dan bila 1.001.467 jiwa dari hasil statistik Daerah Kota Pekanbaru 2015 hanya 39,6% dari jumlah penduduk ideal.

Melihat jumlah penduduk ideal/maksimal Penduduk Kota Pekanbaru masih jauh dari jumlah ideal yang paling besar sekitar 40% oleh karena itu serupa seperti apa yang dikatakan oleh Mardana, peneliti menaruh harapan untuk pemerintah Kota Pekanbaru bahwa pembangunan kota ini masih dapat dirancang dan ditata dengan baik, agar dapat mewariskan kondisi kota yang baik bagi generasi mendatang. Mengingat anak dan cucu kita juga perlu dan berhak atas udara segar untuk bernafas, tanah yang subur untuk bercocok tanam, air jernih untuk sumber kehidupan, dan kondisi sosial budaya yang layak untuk hidup.

2.2. Model Deterministik

Selain proyeksi ke depan, perlu juga untuk melakukan proyeksi kebelakang, hal ini dilakukan untuk melihat model mana yang paling bagus. Adapun metode yang dipakai BPS adalah Metode Geometri, dengan Persamaan

$$N_t = n_0 (1 + \lambda)^t$$

Dan

$$\lambda = \left(\frac{N_t}{n_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

dimana:

N_t = Jumlah penduduk pada waktu t

n_0 = Jumlah penduduk pada tahun awal

t = waktu

λ = rata-rata pertumbuhan persatuan waktu.

Empat model proses kelahiran murni berikut, sudah dikenal dengan baik dan digunakan dalam pemodelan biologi, dalam hal ini model yang dipakai adalah model

deterministic berdasarkan [6]. Berikut adalah rumusan model deterministik yang akan digunakan, dalam hal ini dibagi menjadi 4 model sesuai asumsi;

- a. Penduduk dapat menghasilkan individu baru dengan rata-rata pertumbuhan λ persatuan waktu ($\lambda_n = \lambda$), dengan persamaan diferensial:

$$\frac{dN_t}{dt} = \lambda$$

Model 1 : $N_t = n_0 + \lambda t$ dan $\lambda = \frac{N_t - n_0}{t}$

Dikenal dengan Metode Aritmatik atau Model Linier Aritmatik, dalam rumusan yang lain biasa juga ditulis: $N_t = n_0(1 + \lambda t)$.

- b. Pertumbuhan penduduk rata-rata λ persatuan waktu adalah proporsional ke ukuran populasi ($\lambda_n = n\lambda$), dengan persamaan diferensial:

$$\frac{dN_t}{dt} = \lambda N_t$$

Model 2: $N_t = n_0 e^{\lambda t}$ dan $\lambda = \frac{1}{t} \ln \left| \frac{N_t}{n_0} \right|$

Model 2 sama dengan model pertumbuhan eksponensial,

- c. Penurunan rata-rata pertumbuhan sebagai kenaikan ukuran populasi ($\lambda_n = \lambda(k - n)$), dengan persamaan diferensial:

$$\frac{dN_t}{dt} = \lambda(k - N_t)$$

Model 3: $N_t = k - (k - n_0)e^{-\lambda t}$ dan $\lambda = -\frac{1}{t} \ln \left| \frac{k - N_t}{k - n_0} \right|$

- d. Masing-masing n individu di dalam populasi secara “normal” akan mereproduksi pada rata-rata λ yang sama tetapi menuju kelimit pertumbuhan maksimal suatu sistem atau ekuivalen dengan meningkat ukuran populasi, menurunnya rata-rata pertumbuhan perindividu ($\lambda_n = \lambda n \left(\frac{k - n}{k} \right)$), dengan persamaan diferensial:

$$\frac{dN_t}{dt} = \lambda N_t \left(\frac{k - N_t}{k} \right)$$

Model 4: $N_t = \frac{k n_0}{n_0 + (k - n_0)e^{-\lambda t}}$ dan $\lambda = -\frac{1}{t} \ln \left| \frac{n_0}{(k - n_0) \left(\frac{k}{N_t} - 1 \right)} \right|$

Dimana, Model 3 dan model 4 adalah model logistik. Pada kedua model ini akan digunakan nilai k , $k = carrying\ capacity$ yang kita bagi menjadi 3 yaitu; $k_1 = 6.006.470$, $k_2 = 4.741.950$ dan $k_3 = 2.529.040$ (lihat penduduk ideal).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini proyeksi kilas balik dilakukan dengan dua cara, perbedaan ini terjadi berdasarkan perbedaan mencari nilai λ , yaitu; Cara 1: Nilai λ dicari berdasarkan rumus dengan menggunakan nilai t dan N_t yang bergerak. Cara 2: Nilai λ dicari dengan hanya menghitung selisih tahun awal dan tahun akhir, jumlah penduduk awal dan penduduk akhir. Cara kedua ini yang biasa dipakai dalam melakukan proyeksi kilas balik oleh peneliti lain maupun BPS. Hasil proyeksi pada masing-masing cara akan dibagi lagi menjadi tiga berdasarkan nilai k yang digunakan. Nilai k hanya untuk model 3 dan model 4 saja, sedangkan model/metode yang tidak menggunakan nilai k tidak mengalami perubahan.

3.1 Cara 1

Proyeksi Kilas Balik dengan cara satu dapat dilihat pada tabel berikut, agar lebih fokus tiga kesalahan proyeksi terkecil saja yang dihitung koefisien korelasi dan standar deviasinya. Hasil proyeksi terbaik akan digunakan untuk proyeksi ke depan. Pada tabel

satu diperoleh Model 4 dengan k_2 sebagai hasil proyeksi terbaik yang akan digunakan untuk proyeksi kedepan.

Tabel 1. Hasil Proyeksi Kilas Balik Menggunakan Cara 1

Thn	t	Jumlah Penduduk N_t	Perkiraan Jumlah Penduduk \hat{N}_t								
			Geometri	M1	M2	M3			M4		
						k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
1993	0	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477
1994	1	412918	420132	425035	420099	425601	425776	426651	420484	420602	421190
1995	2	431464	439653	448593	439584	449622	449940	451526	440320	440546	441670
1996	3	481681	460082	472152	459974	473539	473968	476108	461015	461335	462927
1997	4	512123	481459	495710	481309	497354	497861	500398	482598	482995	484970
1998	5	523076	503830	519268	503634	521065	521621	524401	505100	505551	507804
1999	6	531635	527241	542826	526994	544675	545248	548120	528550	529030	531433
2000	7	586223	551739	566384	551438	568183	568742	571559	552979	553457	555860
2001	8	597971	577376	589942	577015	591590	592105	594720	578419	578857	581083
2002	9	625313	604203	613501	603779	614896	615337	617607	604899	605254	607099
2003	10	653435	632278	637059	631784	638102	638439	640223	632450	632672	633900
2004	11	689834	661657	660617	661089	661208	661412	662572	661102	661134	661477
2005	12	722957	692401	684175	691752	684215	684256	684656	690885	690660	689817
2006	13	754467	724573	707733	723838	707122	706972	706479	721829	721273	718904
2007	14	779899	758240	731291	757412	729931	729561	728044	753963	752990	748718
2008	15	799213	793472	754850	792543	752642	752024	749354	787313	785829	779236
2009	16	802788	830341	778408	829304	775255	774361	770411	821908	819805	810432
2010	17	898017	868923	801966	867770	797770	796573	791219	857774	854934	842276
2011	18	898391	909297	825524	908020	820189	818660	811781	894934	891225	874734
2012	19	927771	951548	849082	950137	842511	840624	832100	933412	928690	907769
λ			0,046465	23558,2	0,04534	0,00431	0,00561	0,0119	0,04965	0,05095	0,05724
MAPE			0,03039	0,0410	0,0307	0,04168	0,0419	0,04273	0,02949	0,02943	0,03114
SD			170649,6						165564,22	164246,7	
R			0,99381						0,994919	0,99519	

3.2 Cara 2

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya perbedaan cara kedua dengan cara pertama adalah pada cara menghitung nilai λ nya. Sementara cara melakukan proyeksi kilas baliknya serupa dengan cara pertama. Pada tabel 2 dapat kita lihat bahwa kesalahan proyeksi terkecil adalah Model 4 k_3 2,24%, standard deviasi terkecil ada pada Model 1 yaitu 163874, tetapi standard deviasi yang paling mendekati satu adalah Model 4 yaitu 0,996147, sehingga Model 4 k_3 akan mewakili cara dua untuk proyeksi kedepan.

Tabel 2. Hasil Proyeksi Kilas Balik Menggunakan Cara 2

Thn	T	Jumlah Penduduk N_t	Perkiraan Jumlah Penduduk \hat{N}_t								
			Geometri	M1	M2	M3			M4		
						k_1	k_2	k_3	k_1	k_2	k_3
1993	0	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477	401477
1994	1	412918	419572	429177	419572	430489	430905	433062	420336	420578	421822
1995	2	431464	438484	456876	438484	459352	460134	464178	440012	440495	442984
1996	3	481681	458247	484576	458247	488064	489164	494832	460533	461254	464973
1997	4	512123	478901	512276	478901	516629	517998	525031	481928	482883	487799
1998	5	523076	500486	539975	500486	545045	546636	554782	504227	505405	511467
1999	6	531635	523044	567675	523044	573314	575080	584091	527459	528848	535982
2000	7	586223	546619	595375	546619	601437	603332	612965	551654	553236	561345
2001	8	597971	571257	623074	571257	629415	631391	641410	576842	578594	587555
2002	9	625313	597004	650774	597004	657247	659261	669433	603053	604947	614606
2003	10	653435	623913	678474	623913	684936	686941	697040	630317	632317	642490
2004	11	689834	652034	706174	652034	712481	714434	724237	658663	660729	671196
2005	12	722957	681423	733873	681423	739883	741740	751030	688120	690202	700708
2006	13	754467	712136	761573	712136	767144	768862	777426	718718	720758	731008
2007	14	779899	744233	789273	744233	794264	795799	803430	750485	752415	762071
2008	15	799213	777778	816972	777778	821243	822554	829047	783447	785192	793871
2009	16	802788	812834	844672	812834	848083	849127	854285	817632	819103	826378
2010	17	898017	849470	872372	849470	874784	875520	879147	853065	854163	859557
2011	18	898391	887758	900071	887758	901346	901734	903641	889771	890382	893368
2012	19	927771	927771	927771	927771	927771	927771	927771	927771	927771	927771
λ			0,04507	27699, 7	0,0440 9	0,0052	0,0068 0	0,0149 6	0,0492 8	0,0508 89	0,0590 4
MA PE			0,03636	0,0253 2	0,0364	0,0316	0,0335 6	0,0434 8	0,0313 1	0,0297 3	0,0225 4
SD				163873 ,6						163959 ,7	164705 ,9
R				0,9960 6						0,9952	0,9961 5

3.3 Proyeksi Penduduk Pekanbaru 2015-2035

Proyeksi kedepan dilakukan dengan menggunakan model terbaik dari dua cara yang telah disajikan yaitu; Cara Pertama adalah Model 4 k_2 dan Cara kedua adalah Model 4 k_3 . Kedua model ini mewakili 18 metode matematika yang telah dihitung proyeksi kilas baliknya. Pengajuan kedua model ini diharapkan mewakili untuk proyeksi kedepan, namun yang hasil terbaik hanya dapat diketahui setelah membandingkan dengan hasil Sensus Penduduk 2020. Bisa jadi satu dari 16 yang tidak digunakan untuk proyeksi kedepan pada makalah ini justru mendekati hasil SP 2020 nanti, ini hanya sekedar perhitungan ilmiah saja.

Pada tabel 3 hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Pekanbaru 20 tahun mendatang terus meningkat yaitu 1048171 atau 1034049 jiwa pada tahun 2015 menjadi 2087200 atau 1751569 pada tahun 2035. Walaupun demikian penambahan penduduk pertahunnya untuk Model 4 k_3 terus menurun. Melihat kecenderungan Model 4 k_3 dapat diketahui, ini lebih berhubungan dengan hasil proyeksi penduduk

Indonesia oleh BPS yang menunjukkan kecenderungan laju pertumbuhan penduduk yang terus menurun.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk Kota Pekanbaru 2015-2035

Tahun	M4, c1-k2	Penambahan Pertahun	M4, c2-k3	Penambahan Pertahun
2015	1048171		1034049	
2016	1090364	42193	1070324	36275
2017	1133735	43371	1106929	36605
2018	1178274	44539	1143805	36876
2019	1223969	45695	1180889	37084
2020	1270804	46835	1218118	37229
2021	1318760	47956	1255428	37310
2022	1367813	49053	1292754	37326
2023	1417934	50121	1330030	37276
2024	1469092	51158	1367193	37163
2025	1521251	52159	1404178	36985
2026	1574371	53120	1440922	36744
2027	1628408	54037	1477366	36444
2028	1683315	54907	1513449	36083
2029	1739038	55723	1549115	35666
2030	1795524	56486	1584310	35195
2031	1852712	57188	1618984	34674
2032	1910540	57828	1653089	34105
2033	1968944	58404	1686581	33492
2034	2027854	58910	1719420	32839
2035	2087200	42193	1751569	36275

4. Kesimpulan

Proyeksi yang disajikan dalam tulisan ini dimaksud untuk mengetahui data tentang kependudukan dimasa yang akan datang, sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan pembangunan Kota Pekanbaru bagi yang pengambil kebijakan dan yang memerlukan. Hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Kota Pekanbaru selama 20 tahun mendatang terus meningkat yaitu 1048171 atau 1034049 jiwa pada tahun 2015 menjadi 2087200 atau 1751569 pada tahun 2035, namun masih dibawah jumlah penduduk ideal yaitu $k_1 = 6.006.470$, $k_2 = 4.741.950$ dan $k_3 = 2.529.040$.

Kedua cara menunjukkan model 4 adalah model terbaik dibandingkan Metode Geometri dan tiga model yang lain. Berdasarkan Karyana dan Wachidah [5], dapat dilanjutkan model/metode matematika ini dengan melakukan kombinasi dengan metode komponen.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia (Indonesia Population Projection) 2010-2015*. BPS-Jakarta

- [2] Tribun Pekanbaru. (2012). *Pertumbuhan Penduduk Pekanbaru Lebih Nasional*. <http://pekanbaru.tribunnews.com/2012/06/20/pertumbuhan-penduduk-pekanbaru-lebih-nasional>.
- [3] Bappeda Minggu, 20 Januari 2013, *Jumlah Penduduk Pekanbaru Bertambah 71 Ribu Jiwa*, <http://bappeda.pekanbaru.go.id/berita/381/jumlah-penduduk-pekanbaru-bertambah-71-ribu-jiwa/page/1/>
- [4] Karyana, Y. (2002). *Proyeksi Penduduk dengan menggunakan Metode Campuran*, *Jurnal Berkala Ilmiah MIPA UGM*. Yogyakarta
- [5] Karyana, Y. dan L. Wachidah. (2011). *Pengembangan Metode Komponen Dalam Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2050 Menggunakan Metode Campuran Dengan Pendekatan Demografi Multiregional*, Prosiding SNaPP2011: Sosial, Ekonomi dan Humaniora. h:467-476
- [6] Roberts, H. M. and M. Thompson. (1976). *Life science Models*, Springer-Verlag, New York.
- [7] Smith, S. K. and S. Cody. (2004). *An Evaluating of population estimation in Florida: April 1, 2000*. *Journal of Population Research and Policy Review* 23: 1-24.
- [8] Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru. (2015). *Statistik Daerah Kota Pekanbaru 2015*. BPS-Pekanbaru
- [9] Badan Pusat Statistik, Sirusa. (2015). *Kepadatan Penduduk*. <http://sirusa.bps.go.id/index.php?r=indikator/view&id=85>. *Indeks Kepadatan Penduduk*. <http://sirusa.bps.go.id/index.php?r=indikator/view&id=111>.
- [10] Pikiran-Rakyat. (2010). *Penduduk Kota Bandung terpadat se-Jabar*. <http://www.pikiran-rakyat.com/bandung-raya/2010/09/01/121285/penduduk-kota-bandung-terpadat-se-jabar/>.
- [11] Mardana, G. (2009). <http://gigihmardana.blogspot.co.id/2009/10/berapa-jumlah-penduduk-ideal-kota.html>.
- [12] Wikipedia. (2015). *Optimum Population*. https://en.wikipedia.org/wiki/Optimum_population

KLASIFIKASI RUMAH SAKIT BERDASARKAN PELAYANAN DASAR RAWAT INAP

Hanan Hana Nadia¹, Titin Siswantining², dan Saskya Mary Soemartojo³

¹Departemen Matematika Universitas Indonesia, Depok
e-mail: hananhana05@gmail.com

²Departemen Matematika Universitas Indonesia, Depok
e-mail: titin@sci.ui.ac.id

³Departemen Matematika Universitas Indonesia, Depok
e-mail: saskya@sci.ui.ac.id

Abstract. PT. ABC as a third party administration has a job to manage claims of insurance participants from his insurance company partners. The biggest claim cost came from inpatient service charge. Inpatient basic service charge of hospital consist of treatment room's charge, ER doctor consultation, ER observation, ICU's charge, doctor visit, specialist doctor visit, specialist doctor consultation, and operation charge. Each hospitals have different inpatient basic service charge because the government just manage the charge of grade 3. Therefore, this research focus on grade 2 which has treatment room's charge range from Rp 181.000,- to Rp 361.000,-. The research is done to classify hospital based on inpatient basic service charge into seven hospital groups and determine the characteristics of each groups. From the result of this grouping are known the hospitals of each groups with different characteristics of each groups.

Keywords: *clustering analysi;factor analysis; inpatient basic service charge*

1. Pendahuluan

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) No.1787 Tahun 2010, fasilitas pelayanan kesehatan adalah tempat yang menyelenggarakan upaya pelayanan kesehatan, baik promotif, preventif, kuratif maupun rehabilitatif yang dilakukan oleh pemerintah, pemerintah daerah, dan/atau masyarakat termasuk swasta. Fasilitas kesehatan terdiri dari pelayanan kesehatan primer, sekunder, dan tersier yang di dalamnya terdapat puskesmas, klinik, dan rumah sakit. Namun untuk selanjutnya, dalam penelitian ini fasilitas pelayanan kesehatan yang dibahas hanya rumah sakit.

Sebagai tempat pelayanan kesehatan, rumah sakit dituntut dapat memenuhi seluruh kebutuhan perawatan dan pengobatan bagi masyarakat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut rumah sakit haruslah memenuhi standar pelayanan yang telah ditetapkan oleh pemerintah yang diatur dalam Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) RI No. 129 tahun 2008, yang biasanya disebut sebagai Standar Pelayanan Minimum (SPM). SPM kesehatan merupakan standar pelayanan publik dari pemerintah untuk menjamin pelayanan kesehatan yang berhak diperoleh masyarakat. Dalam rangka penyediaan sarana dan prasarana yang setidaknya memenuhi SPM, rumah sakit memerlukan biaya yang tidak murah, sehingga rumah sakit tersebut menetapkan tarif yang sebanding dengan pelayanan yang diberikan pada pasien.

Namun, tidak ada peraturan pemerintah yang mengatur besarnya tarif, sehingga setiap rumah sakit dibebaskan untuk mengatur sendiri tarif rumah sakit yang berlaku. Dengan berkembangnya teknologi, alat – alat sarana kesehatan semakin canggih dan bahan kebutuhan operasional rumah sakit pun meningkat. Hal ini menyebabkan melambungny tarif rumah sakit.Tingginya biaya perawatan dan resiko yang dihadapi

masyarakat menyadari akan pentingnya asuransi. Dimana setiap peserta asuransi membayarkan sejumlah uang yang disebut premi dan akan menerima klaim sebagai ganti rugi terhadap resiko yang mungkin dialaminya. Besarnya klaim yang diperoleh sesuai dengan besarnya premi yang dibayarkan. Beberapa perusahaan asuransi tidak mengelola biaya klaim sendiri, mereka menyerahkan kepada pihak ketiga atau yang sering disebut *Third Party Administration* (TPA). PT. ABC merupakan salah satu TPA yang bekerjasama dengan perusahaan asuransi dalam hal *claim processing* peserta asuransi perusahaan asuransi rekanannya. PT.ABC bertanggungjawab atas pengelolaan premi hingga proses klaim selesai. Biaya klaim yang terbesar yaitu berasal dari biaya rawat inap peserta asuransi.

Rawat inap merupakan salah satu standar pelayanan yang harus ada pada setiap rumah sakit. Dalam rawat inap, setiap pasien setidaknya mendapatkan perawatan dan pengobatan dasar yang berhubungan dengan sarana kesehatan, terlepas dari penyakit yang diderita. Tarif pelayanann dasar pada pasien rawat inap ini bergantung pada kelas kamar yang diambil oleh pasien. Penentuan tarif dan kelas kamar yang ada pada setiap rumah sakit berbeda. Sedangkan rumah sakit itu sendiri diklasifikasikan seperti yang ditetapkan dalam Permenkes No. 56 Tahun 2014 yaitu berdasarkan jenis pelayanan, kepemilikan, fasilitas dan kapasitas tempat tidur. Tarif yang berlaku pada setiap kelompok rumah sakit juga berbeda, sehingga menyebabkan tarif pelayanan rawat inap sangat bervariasi.

Berdasarkan masalah di atas, dalam penelitian ini, peneliti akan mencari 7 kelompok rumah sakit berdasarkan tarif pelayanan dasar rawat inap bagi pasien dewasa, yaitu berdasarkan tarif kamar perawatan, konsultasi dokter UGD, observasi UGD, kamar perawatan khusus (ICU), jasa visit dokter umum dan spesialis, jasa konsultasi dokter spesialis, paket operasi kecil, paket operasi sedang, paket operasi besar, paket operasi kompleks dan mencari karakteristik setiap kelompok yang terbentuk. Tarif kamar pelayanan sangat bervariasi, oleh karena itu pada penelitian ini akan difokuskan pada kelas II dengan tarif kamar perawatan Rp 181.000,- s/d Rp 361.000,-.

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan oleh PT. ABC dalam menganalisis biaya klaim peserta dan asuransi perusahaan asuransi rekanannya dan mengetahui daftar rumah sakit setiap kelompok agar dapat memberikan saran pada peserta asuransi rumah sakit mana saja yang sesuai biaya klaim yang diprolehnya.

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diambil dari PT. ABC sebagai pihak pengelola klaim yang menjembatani antara perusahaan asuransi dan rumah sakit yang selanjutnya disebut *provider*. PT. ABC mendapatkan data tersebut dari *provider* rekanannya. Data yang diperoleh berupa tarif pelayanan dasar rawat inap rumah sakit rekanan PT. ABC yang berlaku pada tahun 2015. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh *provider* rekanan PT.ABC yang tersebar di seluruh Indonesia, namun pada penelitian ini diambil sampel sebanyak 512 *provider*.

Metode yang digunakan untuk menganalisis data agar mendapatkan hasil yang diinginkan menggunakan metode analisis faktor konfirmatori dan analisis *cluster*. Analisis faktor konfirmatori merupakan salah satu analisis statistik yang digunakan untuk mengelompokkan beberapa variabel menjadi beberapa faktor (variabel laten) yang lebih sedikit jumlahnya daripada variabel asal namun mencakup sebanyak mungkin informasi dari variabel asal. Pada analisis faktor, variabel asal dinyatakan sebagai kombinasi linier dari variabel yang disebut dengan *common factor* dengan banyaknya *common factor* kurang dari banyaknya variabel.

Banyaknya variabel penelitian terkadang menyulitkan proses pengolahan data dan interpretasi, padahal variabel – variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat atau kesamaan karakteristik sehingga dapat dibentuk k buah variabel baru yang merupakan pengelompokan dari variabel asal yang sejenis. Pengambilan k variabel baru ini tidak mengurangi nilai atau arti dari seluruh variabel asal, sehingga dengan adanya pengurangan variabel ini sangat bermanfaat. Penggunaan analisis faktor pada penelitian ini digunakan untuk mendapatkan variabel baru yang saling bebas sehingga dapat digunakan pada analisis *cluster*.

Persamaan pembentukan variabel yang merupakan kombinasi linier dari faktor – faktor akan berbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y_1 - \mu_1 &= \lambda_{11}f_1 + \lambda_{12}f_2 + \dots + \lambda_{1m}f_m + \varepsilon_1 \\ y_2 - \mu_2 &= \lambda_{21}f_1 + \lambda_{22}f_2 + \dots + \lambda_{2m}f_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \\ y_p - \mu_p &= \lambda_{p1}f_1 + \lambda_{p2}f_2 + \dots + \lambda_{pm}f_m + \varepsilon_p \end{aligned}$$

dimana:

y_i : variabel asal ke – i , $i = 1, 2, \dots, p$

λ_{ij} : *loadings factor* ke – j dari variabel ke – i , dengan $j = 1, 2, \dots, m$

f_j : *common factor* ke – j

ε_i : *specific factor* ke – j

Setelah mendapatkan model faktor, model tersebut harus dikonfirmasi atau divalidasi agar disimpulkan pembentukan faktor tersebut telah benar dan sesuai dengan data. Kelayakan suatu model faktor dapat ditentukan berdasarkan beberapa indikator seperti uji Chi – Square, GFI (*Goodness of Fit Index*), AGFI (*Adjusted Goodness of Fit Index*), RMSEA (*Root Mean Square of Error Approximation*). Model dikatakan baik jika nilai GFI > 0.9, AGFI > 0.8, dan RMSEA < 0.08 (Sharma, 1996). Kemudian, apabila model telah sesuai, dihitung skor faktor masing – masing individu untuk selanjutnya digunakan dalam proses *clustering*.

Analisis *cluster* adalah suatu analisis statistik yang bertujuan memisahkan objek ke dalam beberapa kelompok. Objek – objek yang berada pada kelompok yang sama saling berhubungan erat, variansi *intercluster* kecil atau yang sering disebut homogen, sedangkan variansi antar *cluster* besar atau bersifat heterogen (Prayudho, 2008). Pada analisis *cluster* untuk mendapatkan kelompok objek yang diinginkan terdapat dua metode yang digunakan yaitu metode hirarki dan non-hirarki. Pada penelitian ini, metode analisis *cluster* yang digunakan yaitu metode *K-Means* dimana metode tersebut salah satu metode dalam analisis *cluster* non-hirarki.

Metode *K-Means* mengelompokkan data yang ada ke dalam beberapa kelompok, dimana data dalam satu kelompok memiliki karakteristik yang sama satu sama lain dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan data di kelompok lain. Secara umum, tahapan proses *clustering* metode *K-Means* dimulai dengan menentukan banyaknya kelompok atau yang selanjutnya disebut *cluster*. Banyaknya *cluster* (sebut g) dipilih berdasarkan latar belakang permasalahan penelitian. Fungsi jarak yang digunakan yaitu jarak Euclidean. Jenis variabel yang dapat digunakan pada metode ini yaitu variabel kontinu (Hair *et al*, 1998).

Setelah menentukan banyaknya g , lalu membentuk g *cluster* secara acak dari data yang ada dan menentukan pusat setiap *cluster*. Selanjutnya menghitung *centroid* yaitu rata – rata data yang ada pada masing – masing *cluster*. Alokasikan setiap objek ke *centroid* terdekat, sehingga data berpindah dari *cluster* awalnya. Setelah semua objek berpindah *cluster* sesuai dengan jarak *centroid* terdekatnya, maka hasil *clustering*

terakhir diperoleh. Hasil *clustering* yang telah diperoleh selanjutnya dilakukan pengujian variabel secara bersamaan menggunakan uji ANOVA. *Cluster* yang baik yaitu yang mempunyai sifat sehomogen mungkin dalam satu *clusternya* dan seheterogen mungkin antar *cluster*, yaitu dapat dilihat dari nilai signifikansi untuk semua variabel yang digunakan pada proses *clustering* kurang dari suatu taraf tertentu (biasanya 0.05).

3. Pembahasan dan Hasil Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan terdiri dari tarif 11 pelayanan rawat inap antara lain tarif kamar perawatan, konsultasi UGD, observasi UGD, kamar ICU, visit dokter umum, visit dokter spesialis, konsultasi dokter spesialis, paket operasi kecil, paket operasi sedang, paket operasi besar, dan paket operasi kompleks (y_1, y_2, \dots, y_{11}). Hasil penelitian dengan menggunakan metode analisis faktor konfirmatori dan analisis *cluster* dengan metode *K-Means* diperoleh untuk kelas II yang mempunyai tarif kelas perawatan Rp 181.000,- s/d Rp 361.000,- sebagai berikut: Pertama – tama dilakukan cek korelasi, karena untuk melakukan analisis faktor dibutuhkan adanya korelasi yang kuat antar beberapa variabel. Variabel- variabel tersebut mengelompok berdasarkan kekuatan korelasinya, sehingga kelompok- kelompok tersebut diindikasikan menjadi faktor atau variabel baru yang lebih sedikit namun mencakup semua informasi semula. Diperoleh matriks korelasi seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Matriks Korelasi 11 Variabel Penelitian

	Kamar Perawatan	Observasi UGD	Konsul UGD	ICU	VisitDr. Umum	Visit Dr. Spesialis	Konsul Dr. Spesialis	Paket Op. Kecil	Paket Op. Sedang	Paket Op. Besar	Paket Op. Kompleks
Kamar Perawatan	1,000	-,001	,112	,110	,207	,237	,104	,121	,159	,168	,149
Observasi UGD	-,001	1,000	,362	,143	,046	,035	,002	,000	,018	,040	,055
Konsul UGD	,112	,362	1,000	,349	,241	,321	,252	,126	,185	,186	,170
ICU	,110	,143	,349	1,000	,095	,159	,158	,064	,072	,097	,062
Visit Dr. Umum	,207	,046	,241	,095	1,000	,346	,217	,246	,274	,235	,189
Visit Dr. Spesialis	,237	,035	,321	,159	,346	1,000	,351	,273	,336	,316	,275
Konsul Dr. Spesialis	,104	,002	,252	,158	,217	,351	1,000	,206	,256	,244	,207
Paket Op. Kecil	,121	,000	,126	,064	,246	,273	,206	1,000	,829	,759	,595
Paket Op. Sedang	,159	,018	,185	,072	,274	,336	,256	,829	1,000	,866	,686
Paket Op. Besar	,168	,040	,186	,097	,235	,316	,244	,759	,866	1,000	,697
Paket Op. Kompleks	,149	,055	,170	,062	,189	,275	,207	,595	,686	,697	1,000

Berdasarkan matriks korelasi pada Tabel 1 terlihat adanya kelompok - kelompok variabel yang mempunyai korelasi kuat dalam kelompok itu. Kelompok – kelompok tersebut diduga dapat membentuk variabel laten baru yang berjumlah lebih sedikit menggunakan analisis faktor konfirmatori. Pada analisis ini telah ditentukan banyaknya faktor terlebih dahulu. Penentuan banyaknya faktor dan variabel yang menentukan suatu faktor tertentu berdasarkan *judgement* kebutuhan penelitian yang dipertimbangkan dari substansi variabel penelitian yang ada dan kelompok yang terbentuk dari matriks korelasi yang mempunyai korelasi tinggi di dalamnya. Dalam penelitian ini, dari 11 variabel penelitian dibuat 4 faktor yaitu faktor 1 berisi variabel kamar perawatan. Faktor

2 berisi variabel observasi UGD, konsultasi dokter UGD, dan kamar ICU, sehingga faktor 2 diberi nama faktor tarif pelayanan gawat darurat. Faktor 3 berisi variabel visit dokter umum, visit dokter spesialis, dan konsultasi dokter spesialis, sehingga faktor 3 dinamai faktor jasa pelayanan dokter. Sedangkan faktor 4 berisi variabel paket operasi kecil, sedang, besar, dan kompleks, sehingga faktor 4 dapat dinamai faktor tarif paket operasi.

Selanjutnya dihitung bobot dari setiap variabel pada faktor yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil analisis faktor didapatkan bobot dari setiap variabel yang dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$z_1 = y_1$$

$$z_2 = 0.349y_2 + 1.045y_3 + 0.334y_4$$

$$z_3 = 0.499y_5 + 0.68y_6 + 0.501y_7$$

$$z_4 = 0.853y_8 + 0.962y_9 + 0.903y_{10} + 0.725y_{11}$$

Setelah terbentuk persamaan faktor di atas, akan dilakukan tahap konfirmasi atau validasi dari pembentukan faktor – faktor tersebut apakah variabel – variabel pada masing – masing faktornya telah sesuai mewakili faktor tersebut atau belum. Uji validasi dilakukan dengan hasil nilai GFI = 0.984, AGFI = 972, dan RMSEA = 0.032 sehingga disimpulkan bahwa model dari persamaan keempat faktor tersebut telah sesuai, sehingga selanjutnya akan dihitung faktor skor yang merupakan estimasi nilai faktor yang mewakili variabel – variabel asal yang tergolong dalam satu faktor untuk setiap individu observasi. Dari faktor skor inilah individu observasi yang dalam penelitian ini yaitu kelas perawatan setiap rumah sakit yang masuk dalam kelompok kelas II akan diklusterkan menjadi tujuh *cluster* atau kelompok rumah sakit. Hasil *clustering* kelas perawatan diperoleh pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2 Frekuensi Kelas Kamar Perawatan Setiap *Cluster*

Cluster	1	77,000
	2	2,000
	3	1,000
	4	1,000
	5	52,000
	6	532,000
	7	13,000
Valid		678,000
Missing		,000

Berdasarkan hasil *clustering* diketahui bahwa adanya beberapa kelas kamar perawatan dari satu rumah sakit yang mengumpul pada satu *cluster*, namun ada juga beberapa yang tidak mengumpul jadi satu *cluster*. Hal ini disebabkan adanya perubahan tarif antar kelas perawatan yang tidak seimbang, sehingga ada beberapa kelas yang mengumpul dan ada juga kelas yang berbeda *clusters* sendiri padahal kelas – kelas tersebut ada pada satu rumah sakit yang sama. Dari ketujuh *cluster* yang terbentuk akan dilihat karakteristik setiap *cluster*nya dengan melihat tarif rata – rata setiap pelayanan dasar rawat inap (11 variabel penelitian asal) pada masing – masing *cluster* yang tertera pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3 Rata – Rata Tarif Setiap Variabel pada Setiap Cluster

	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>	<i>Cluster 5</i>	<i>Cluster 6</i>	<i>Cluster 7</i>
Kamar Perawatan	284099	275000	350000**	350000**	261154*	277867	307769
Observasi UGD	139803	15000*	15000*	172800**	99558	117918	109038
Konsul UGD	76449	40000*	40000*	120000**	51154	57988	75308
ICU	644675	350000*	500000	1000000**	563750	622755	759769
Visit Dr.Umum	65010	100000	150000	180000**	41024*	48852	68846
Visit Dr.Spesialis	123130	150000	200000**	180000	82159*	101241	122615
Konsul Dr.Spesialis	132571	300000	400000**	250000	113361*	115853	132731
Paket Op.Kecil	4697855	16930000	19380000**	7565425	1153198*	2643036	7589438
Paket Op.Sedang	7734773	21550000	27070000**	18793556	1570973*	4339342	10367549
Paket Op.Besar	10945587	32360000	40490000**	25997475	2079177*	6198248	16584731
Paket Op.Kompleks	14811282	37780000	47150000**	38788230	2682288*	8991008	23475606

* Tarif Terendah
** Tarif Tertinggi

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa rata – rata tarif antar *cluster* tidak jauh berbeda, namun untuk membuktikan bahwa pemilihan banyaknya 7 *cluster* telah benar yaitu menggunakan uji ANOVA dan diperoleh nilai signifikansi < 0.05 sehingga karakteristik antar *cluster* berbeda signifikan secara bersamaan. Rata – rata tarif *cluster* 2, 3, dan 4 hampir sama dan ketiga *cluster* tersebut memiliki tarif yang sangat mahal dibanding *cluster* lainnya. Berdasarkan daftar frekuensi pada Tabel 2 juga *cluster* 2, 3, dan 4 mempunyai daftar anggota yang sangat sedikit, sehingga ketiga *cluster* ini dapat digabungkan menjadi satu *cluster*. Sehingga *finalcluster* yang diperoleh ada 5 dengan frekuensi kelas kamar perawatan setiap *cluster* yang tertera pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Frekuensi Kelas Kamar Perawatan Setiap Cluster Baru

Cluster	1	77
	2	4
	3	52
	4	532
	5	13
Valid		678
Missing		0

Dari kelima *cluster* baru dilakukan uji ANOVA dan memperoleh nilai signifikansi < 0.05 sehingga kelima *cluster* tersebut berbeda signifikan. Frekuensi setiap *cluster* pada Tabel 3 merupakan frekuensi kelas perawatan dari 512 rumah sakit menjadi 678 individu, sehingga selanjutnya akan ditentukan frekuensi rumah sakit setiap *cluster* yang diperoleh pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Frekuensi Rumah Sakit Setiap Cluster Baru

<i>Cluster</i>	Frekuensi
1	55
2	2
3	30
4	300
5	11

Selanjutnya akan dihitung tarif rata – rata *cluster 2* yang baru, dimana *cluster 3, 4, dan 5* merupakan *cluster 5, 6, dan 7* secara berurutan pada analisis sebelumnya. Sehingga diperoleh karakteristik *cluster 2* merupakan *cluster* yang memiliki tarif perawatan rawat inap yang mahal, sedangkan *cluster 4* merupakan *cluster* yang memiliki tarif yang sedang. Karakteristik kelima *cluster* yang baru ini dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6 Rata – Rata Tarif Setiap Variabel pada Setiap Cluster Baru

	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>	<i>Cluster 5</i>
Kamar Perawatan	284099	312500**	261154*	277867	307769
Observasi UGD	139803**	54450*	99558	117918	109038
Konsul UGD	76449**	60000	51154*	57988	75308
ICU	644675	550000*	563750	622755	759769**
Visit Dr.Umum	65010	132500**	41024*	48852	68846
Visit Dr.Spesialis	123130	170000**	82159*	101241	122615
Konsul Dr.Spesialis	132571	312500**	113361*	115853	132731
Paket Op.Kecil	4697855	15201356**	1153198*	2643036	7589438
Paket Op.Sedang	7734773	22240889**	1570973*	4339342	10367549
Paket Op.Besar	10945587	32801869**	2079177*	6198248	16584731
Paket Op.Kompleks	14811282	40374558**	2682288*	8991008	23475606

* Tarif Terendah

** Tarif Tertinggi

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa *cluster 2* dominan (8 dari 11 variabel) memiliki tarif tertinggi, sehingga *cluster 2* dapat dikatakan *cluster* yang memiliki biaya rawat inap paling mahal. Sedangkan *cluster 3* dominan (9 dari 11) memiliki tarif terendah, sehingga *cluster 3* merupakan rumah sakit yang memiliki biaya rawat inap yang murah.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengelompokan rumah sakit menjadi tujuh kelompok diperoleh menggunakan metode *K-Means*, namun terdapat tiga *cluster* yang digabung sehingga banyaknya *cluster* yang diperoleh menjadi lima *cluster*.

2. Berdasarkan uji ANOVA, kelima kelompok tersebut berbeda secara signifikan, sehingga pembentukan lima kelompok telah benar.
3. Banyaknya rumah sakit pada setiap *cluster* yang terbentuk yaitu 55, 2, 30, 300, dan 11 rumah sakit untuk setiap *cluster* secara berurutan dari *cluster* 1 hingga *cluster* 5.
4. Karakteristik setiap *cluster* yang diperoleh adalah sebagai berikut:
 - a. *Cluster* 1 mempunyai tarif konsultasi dokter UGD dan observasi UGD yang tinggi, sedangkan tarif pelayanan lainnya sedang.
 - b. *Cluster* 2 merupakan kelompok rumah sakit yang mempunyai tarif pelayanan rawat inap yang mahal dikarenakan tarif rata – rata dari pelayanan dasar rawat inap dominan (8 dari 11 pelayanan) paling tinggi dari rata – rata tarif pelayanan dasar rawat inap *cluster* lainnya.
 - c. *Cluster* 3 mempunyai tarif murah dikarenakan tarif rata – rata pelayanan dasar inap dominan (9 dari 11 pelayanan) paling kecil dibanding tarif rata – rata pada *cluster* lainnya.
 - d. *Cluster* 4 mempunyai tarif yang sedang dibanding *cluster* lainnya, namun pada *cluster* ini memiliki tarif observasi UGD yang tinggi dan konsultasi dokter UGD dan jasa visit dokter umum yang rendah.
 - e. *Cluster* 5 mempunyai tarif ICU tertinggi dibanding tarif ICU *cluster* lainnya, sedangkan tarif pelayanan lainnya sedang.

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas pada pembahasan, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam memberikan saran kepada rumah sakit rekanannya, PT. ABC perlu mempertimbangkan karakteristik rumah sakit berdasarkan tarif pelayanan dasar rawat inap yang ada sehingga dapat memberikan saran yang lebih akurat.
2. PT. ABC dapat menentukan tarif pelayanan rawat inap sendiri sebagai saran pada perusahaan asuransi rekanannya agar dapat menyiapkan dana cadangan dan acuan penetapan harga premi dan klaim yang ditawarkan kepada peserta asuransi.

Daftar Pustaka

- [1] B.J. Prayudho (2008). *Analisis Cluster* [online]. Diakses pada tanggal 20 Desember 2015 di <https://prayudho.wordpress.com/2008/12/30/analisis-cluster/>.
- [2] Charles M. Friel (2015), *Notes on Factor Analysis*. Criminal Justice Center, Sam Houston State University.
- [3] Hair et al. (1998). *Multivariate Data Analysis Fifth Edition*. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey.
- [4] Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 129 Tahun 2008.
- [5] Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 56 Tahun 2014.
- [6] Peraturan Menteri Kesehatan RI No.1787 Tahun 2010.
- [7] Rencher, Alvin C., Christensen, William F. (2012). *Methods of Multivariate Analysis Third Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons.\
- [8] Sharma, S (1996). *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [9] Tahta Alfina, Budi Santosa, dan Ali Ridho Barakbah (2012), Analisa Perbandingan Metode *Hierarchical Clustering*, K-means dan Gabungan Keduanya dalam *Cluster Data* (Studi kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS). Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BAYESIAN MODEL AVERAGING UNTUK MENGANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI ANGKA KEMATIAN BAYI: STUDI KASUS DI JAWA TIMUR

Heri Kuswanto¹, Veni Freista², Dwi Atmono Agus Widodo³ dan Mutiah Salamah⁴

¹Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail: heri_k@statistika.its.ac.id

²Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail: fr_istha@statistika.its.ac.id

³Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail : dwiatmono@statistika.its.ac.id

⁴Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
e-mail : mutiah_s@statistika.its.ac.id

Abstract. This research applies Bayesian Model Averaging (BMA) approach to develop a regression model which explains the factor influencing baby mortality rate in East Java. The BMA uses probabilistic concept to cover uncertainty induced by several factors by means of model combination. In case of linear regression, the uncertainty is mainly due to inability of the best model to generate best prediction for all cases. In the examined case, referring to the standard error of the model, the BMA outperforms standard OLS regression. Moreover, the BMA is able to generate smaller error prediction compared to the OLS regression. Both approaches consistently found that there are four factors which significantly influence the baby mortality rate.

Keywords: BMA, , regression, uncertainty

1. Pendahuluan

Angka kematian bayi (AKB) di Jawa Timur dari tahun ke tahun menurun secara perlahan. Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur mencatat AKB menurun dari 39.6 per 1000 kelahiran hidup pada tahun 2004 menjadi 31.41 per 1000 kelahiran hidup tahun 2009. Angka kematian ini turun kembali menjadi 31.28 pada tahun 2010. Namun AKB ini masih tergolong tinggi karena masih jauh dari target *Millennium Development Goals* (MDGs) tahun 2015 sebesar 23 per 1.000. MDGs merupakan komitmen bersama masyarakat internasional untuk mempercepat pembangunan manusia dan pengentasan kemiskinan yang salah satu tujuannya adalah menurunkan angka kematian bayi.

AKB yang masih jauh dari target MDGs ini menunjukkan bahwa upaya penurunan kematian bayi belum maksimal diperlukan intervensi. Intervensi yang efektif dapat dilakukan jika faktor-faktor signifikan yang mempengaruhi kematian bayi dapat diketahui. Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur telah dilakukan oleh Ardiyanti (2010) menggunakan metode *geographically weighted poisson regression* (GWPR). Rani (2011) juga meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi di Jawa Timur dengan pendekatan *geographically weighted poisson regression semiparametric* (GWPRS). Keduanya melibatkan efek spasial dalam penelitiannya. Sementara itu, Basilia (2003) juga pernah meneliti tentang AKB di Jawa Timur tahun 2000, namun tidak melibatkan efek spasial yaitu dengan regresi.

Hasil model yang didapat pada penelitian diatas merupakan model tunggal yang tidak melibatkan ketidakpastian model. Hal ini memungkinkan terjadinya estimasi yang kurang tepat dalam pemilihan model tersebut. Kasus AKB diatas merupakan kasus yang melibatkan ketidakpastian model sehingga diperlukan suatu metode yang melibatkan ketidakpastian model dalam pemilihan model terbaik. *Bayesian Model Averaging* (BMA) merupakan metode statistik yang mempertimbangkan model yang tidak pasti dalam pemilihan variabel dengan mengkombinasikan model-model yang terbentuk dari variabel prediktor. Penelitian tentang aplikasi BMA telah dilakukan oleh Raftery, dkk (1998) mengenai kasus kriminal di US tahun 1960. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa BMA memberikan keakuratan hasil prediksi yang lebih tinggi daripada regresi linier. Penelitian lain tentang aplikasi BMA juga dilakukan oleh Volinsky (1997), Hoeting, dkk (1999), Liang, dkk (2001), Madigan (1994), Mubwandarikwa, dkk (2005), Montgomery dan Nyhan (2010), Viallefont, dkk (2001).

Prinsip dasar BMA adalah memprediksi model terbaik berdasarkan rata-rata terboboti dari seluruh model. Hasil dari estimasi mencakup semua model yang kemungkinan terbentuk sehingga bisa mendapatkan hasil estimasi yang lebih baik (Madigan dan Raftery 1994). Oleh karena itu, pada penelitian kali ini peneliti menggunakan metode *Bayesian Model Averaging* (BMA) untuk memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi angka kematian bayi di Jawa Timur yang hasilnya akan dibandingkan dengan model terbaik pada regresi liner. Penelitian tentang aplikasi BMA pada regresi linier belum pernah dilakukan untuk memodelkan kasus-kasus di Indonesia.

2. Metode

Pada metodologi penelitian akan dibahas mengenai sumber data, variabel penelitian dan langkah analisis.

2.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari dinas kesehatan propinsi Jawa Timur tahun 2009 yang terdiri dari 38 kabupaten/kota. Data memuat informasi dari tiap kabupaten/kota yang akan digunakan sebagai variabel penelitian sebagai berikut:

1. Jumlah kematian bayi (Y)
2. Rasio puskesmas (X_1)
Rasio jumlah puskesmas diperoleh dengan membagi jumlah puskesmas dengan jumlah penduduknya dan dikali dengan 30.000 karena satu puskesmas membawahi 30.000 penduduk dalam suatu daerah.
3. Rasio tenaga medis (X_2).
Rasio jumlah tenaga medis diperoleh dengan membagi jumlah tenaga medis dengan jumlah penduduknya dan dikali 100.000 penduduk.
4. Rasio posyandu (X_3)
Rasio jumlah posyandu diperoleh dengan membagi jumlah posyandu dengan jumlah penduduknya dan dikali 1000 penduduk.
5. Prosentase kelahiran ditolong non medis (X_4)
6. Prosentase bayi yang tidak diberi ASI eksklusif (X_5)
7. Prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi (X_6)
8. Prosentase ibu hamil risti (X_7)
9. Prosentase berat badan lahir rendah (BBLR) (X_8)
10. Prosentase rumah tidak sehat (X_9)
11. Rasio penduduk miskin (X_{10})

Rasio jumlah penduduk miskin diperoleh dengan membagi jumlah penduduk miskin dengan jumlah penduduknya dan dikali 1000 penduduk.

2.2 Langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah

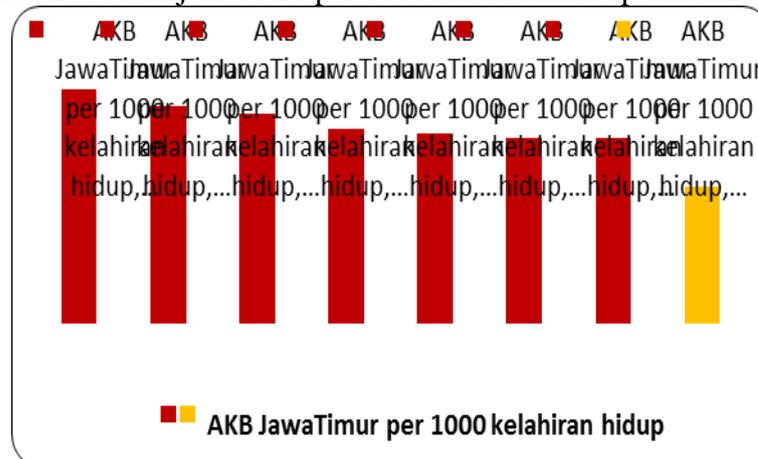
1. Mendeskripsikan jumlah kematian bayi di Jawa Timur dengan histogram
2. Membagi data ke dalam dua bagian, yaitu data training dan data testing. Data training sebanyak 30 data digunakan dalam proses pemilihan model terbaik. Sedangkan data testing sebanyak 8 data digunakan untuk menguji hasil prediksi model terbaik.
3. Untuk mencapai tujuan pertama maka dilakukan pemilihan model menggunakan BMA dengan langkah-langkah sebagai berikut
 - a. Meregresikan variabel respon dengan variabel predickor data training
 - b. Menyeleksi model yang masuk dalam persamaan BMA dengan metode *Occam's Window*
 - c. Memilih model prediksi terbaik dengan BMA
 - d. Melakukan estimasi parameter
 - e. Menghitung kesalahan prediksi model yang terpilih dengan data testing
4. Untuk mencapai tujuan kedua, maka dilakukan pemilihan model menggunakan regresi linier dengan langkah-langkah sebagai berikut
 - a. Meregresikan variabel respon dengan variabel prediktor
 - b. Menguji asumsi residul (Identik, Independent, dan berdistribusi normal) dan asumsi pada variabel
 - c. Memilih model terbaik
 - d. Menghitung kesalahan prediksi dengan data testing
5. Membandingkan hasil estimasi parameter, koefisien parameter, standart error, kesalahan prediksi, dan MSE menggunakan BMA dan regresi linier.
6. Membuat kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada analisis dan pembahasan akan dibahas mengenai hasil analisa data yang merupakan jawaban dari permasalahan penelitian.

3.1 Deskripsi Jumlah Kematian Bayi di Jawa Timur

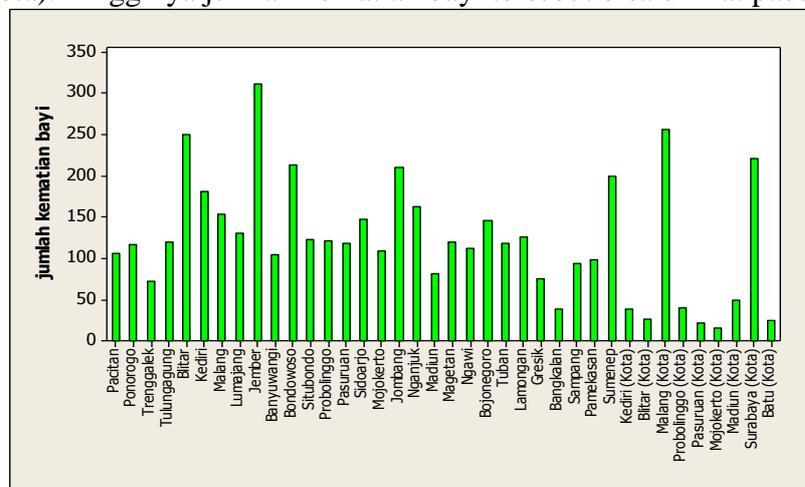
Angkakematian bayi di Jawa Timur mengalami penurunan dari tahun 2004 hingga tahun 2010. Penurunan ini bisa dilihat pada Gambar 1 yaitu dari 39.6 per 1000 kelahiran hidup pada tahun 2004 menjadi 31.28 per 1000 kelahiran hidup tahun 2010.



Gambar 1. Angka kematian bayi tahun 2004-2010

Sumber: Badan Pusat Statistik Jawa Timur

Namun angka tersebut masih tergolong tinggi karena masih jauh dari target MDGs yaitu sebesar 23 per 1000 kelahiran hidup. Penurunan angka kematian bayi harus terus diupayakan agar bisa mencapai target MDGs karena menurunnya AKB merupakan gambaran adanya peningkatan dalam kualitas hidup dan pelayanan kesehatan masyarakat. Akan tetapi, ada beberapa daerah masih perlu mendapatkan perhatian lebih serius karena AKB-nya masih cukup tinggi yaitu lebih dari 200, di antaranya adalah kabupaten Jember, Blitar, Bondowoso, Jombang, Malang (kota), Sumenep, dan Surabaya (kota). Tingginya jumlah kematian bayi tersebut bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Jumlah Kematian Bayi di Kabupaten/Kota Jawa Timur
Sumber: Dinas kesehatan provinsi Jawa Timur

Sedangkan ada juga beberapa daerah yang memiliki jumlah kematian bayi rendah yaitu dibawah 50, antara lain Bangkalan, kota Kediri, kota Probolinggo, kota Pasuruan, kota Mojokerto, kota Madiun dan kota Batu.

3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kematian Bayi

Untuk memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi maka dilakukan dengan menggunakan metode *Bayesian Model Averaging* dan regresi linier berganda.

3.2.1 Bayesian Model Averaging (BMA)

Probabilitas posterior masing-masing variabel prediktor disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1 Probabilitas Posterior Variabel Prediktor

Variabel Prediktor	Posterior	koefisien	SE
	probabilities (%)		
Konstan	100*	164.0812	45.1
Rasio puskesmas	100*	-153.641	39.77
Rasio tenaga medis	100*	-1.07207	0.19
Rasio posyandu	10.3	-0.02449	0.22
% kelahiran ditolong non medis	27.7	-0.57506	1.29
% bayi yang tidak diberi ASI eksklusif	12.3	0.02508	0.15
% ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi	98.8*	1.9771	0.71
% ibu hamil risti	9.7	0.05027	0.68
% berat badan lahir rendah	100*	32.76275	7.42
% rumah tidak sehat	38.9	-0.20849	0.34
Rasio j penduduk miskin	12.8	0.03433	0.28

Catatan: * menunjukkan variabel yang berpengaruh

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat empat variabel prediktor yang memiliki prosentase probabilitas posterior sangat tinggi sebesar 100%, yaitu rasio puskesmas, rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi, dan prosentase berat badan lahir rendah (BBLR). Enam variabel prediktor selainnya memiliki probabilitas posterior dibawah 50% yang menunjukkan variabel-variabel tersebut tidak berpengaruh dalam model. Oleh karena itu, variabel prediktor yang berpengaruh terhadap variabel jumlah kematian bayi rasio puskesmas, rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi, dan prosentase berat badan lahir rendah (BBLR).

Probabilitas posterior diatas diperoleh dengan menjumlahkan probabilitas model posterior seluruh model untuk masing-masing prediktor. Hasil BMA menunjukkan bahwa terdapat 19 model terpilih dan ada lima model terbaiknya dari 1024 model yang terbentuk. Hasil pemilihan model terbaik BMA disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Lima Model Terbaik BMA

Variabel	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
Intercept	152.1	179.2	160.2	177.2	156.6
X ₁	-159.8	-153.2	-146.6	-146.8	-150.5
X ₂	-1.02	-1.11	-1.09	-1.13	-1.08
X ₃	-	-	-	-	-
X ₄	-	-	-2.22	-1.36	-
X ₅	-	-	-	-	0.27
X ₆	1.92	1.88	2.38	2.12	1.89
X ₇	-	-	-	-	-
X ₈	34.81	31.35	31.07	29.94	33.25
X ₉	-	-0.52	-	-0.39	-0.57
X ₁₀	-	-	-	-	-
R²	0.762	0.785	0.78	0.79	0.79
Post prob.	0.212	0.168	0.124	0.044	0.044

Catatan: - menunjukkan variabel tidak berpengaruh dalam model

Model 1 memiliki PMP paling besar yaitu 0,13 yang berarti berpengaruh sebanyak 21,2% dari total probabilitas posterior. Begitu juga dengan model 2 yang memberi pengaruh sebesar 16,8% dari total probabilitas posterior. Probabilitas posterior kumulatif dari lima model terbaik diatas adalah sebesar 0.5924 yang artinya memberi pengaruh sebanyak 59,24% dari total probabilitas posterior.

Jika dilihat dari pengaruh setiap variabel prediktor, variabel X₁ (rasio puskesmas) berkontribusi di semua lima model terbaik sehingga memiliki pengaruh yang besar terhadap variabel respon didalam model. Begitu juga dengan variabel X₂, X₆, X₈ (rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi, dan prosentase BBLR) juga berkontribusi dalam semua model. Oleh karena itu, empat variabel prediktor tersebut memiliki probabilitas posterior yang besar.

Berdasarkan probabilitas posterior diatas maka model *Bayesian Model Averaging* untuk memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi di Jawa Timur antara lain sebagai berikut

$$E(\Delta Y) = 0.212M_1 + 0.168M_2 + 0.124M_3 + 0.04M_4 + \dots + PMPM_{19}$$

Kesalahan Prediksi BMA

Untuk mengetahui keakuratan hasil BMA, maka dilakukan prediksi untuk pengamatan baru menggunakan selang kepercayaan. Tabel 3 menunjukkan kesalahan prediksi dari metode BMA dengan menggunakan data testing.

Tabel 3 Kesalahan Prediksi BMA

Pengamatan	CI		Y	Keterangan
	Y bawah	Y atas		
Y ₁	36.3884	159.0519	120	Masuk
Y ₂	127.4541	250.1175	311	Tidak masuk
Y ₃	27.0387	149.7022	213	Tidak masuk
Y ₄	127.885	250.5484	123	Tidak masuk
Y ₅	66.87081	189.5343	118	Masuk
Y ₆	30.86404	153.5275	76	Masuk
Y ₇	52.93162	175.5951	93	Masuk
Y ₈	-66.7899	55.87355	49	Masuk
Kesalahan prediksi			37,5%	

Terdapat lima dari delapan pengamatan (Y) yaitu Y₁, Y₅, Y₆, Y₇, Y₈ pada data testing masuk dalam selang kepercayaan, sedangkan tiga lainnya tidak masuk dalam selang kepercayaan. Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan prediksi dengan metode BMA adalah sebesar 37,5%.

3.2.2. Regresi Linier Berganda

Model regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut

$$y = 189 - 139X_1 - 1.15X_2 - 0.4X_3 - 0.24X_4 + 0.217X_5 + 2.02X_6 + 0.37X_7 + 31.9X_8 - 0.624X_9 + 0.59X_{10}$$

Untuk mengetahui signifikansi parameter dari variabel prediktor maka dilakukan pengujian secara serentak dan individu.

1. Uji Serentak

Statistik uji yang digunakan adalah ANOVA seperti yang dijelaskan pada persamaan (9). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_i \neq 0, i=1,2,\dots,p$$

Hasil pengujian serentak ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Serentak

Sumber	SS	F	P Value
Regresi	105325	7.69	0.000
Eror	26028		
Total	131353		

Hasil uji serentak menunjukkan bahwa minimal ada satu dari sepuluh variabel prediktor yang berpengaruh terhadap jumlah kematian bayi. Hal ini dapat dilihat dari *p-value* yang kurang dari 0.05

2. Uji Individu

Statistik uji yang digunakan seperti yang dijelaskan pada persamaan (10). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0: \beta_i = 0, \text{ artinya variabel prediktor tidak berpengaruh terhadap variabel respon}$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$, artinya variabel prediktor berpengaruh terhadap variabel respon
 Hasil pengujian secara individu disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Uji Individu Variabel Bebas

Variabel Prediktor	Koefisien	SE	Pvalue
Konstan	188.61	92.64	0.056
Rasio puskesmas	-138.97	60.68	0.034*
Rasio tenaga medis	-1.1546	0.2485	0.000*
Rasio posyandu	-0.4001	0.6832	0.565
% kelahiran ditolong non medis	-1.241	2.122	0.565
% bayi yang tidak diberi ASI eksklusif	0.2170	0.4013	0.595
% ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi	2.0248	0.7913	0.019*
% ibu hamil risti	0.370	2.398	0.879
% berat badan lahir rendah	31.866	9.005	0.002*
% rumah tidak sehat	-0.6243	0.4767	0.206
Rasio j penduduk miskin	0.5904	0.8265	0.484
R²	80.2 %		

Catatan: * menunjukkan variabel yang signifikan

Hasil uji individu menunjukkan bahwa terdapat empat variabel prediktor yang signifikan dengan *p value* yang lebih kecil dari 0.05 yaitu rasio puskesmas, rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi, dan prosentase BBLR. Nilai R² sebesar 80.2% yang menunjukkan bahwa model yang dihasilkan sudah baik karena variabel prediktor mampu menjelaskan variabel jumlah kematian bayi dengan baik. Pengujian terhadap asumsi pada residual model menunjukkan semua asumsi (normalitas, heteroskedastisitas dan autokorelasi) terpenuhi.

Kesalahan Prediksi

Kesalahan prediksi digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari hasil yang diperoleh. Tabel 5 menunjukkan kesalahan prediksi dari metode regresi dengan menggunakan data testing.

Tabel 5 Kesalahan Prediksi dengan Regresi

Pengamatan	CI		Y	Keterangan
	Y bawah	Y atas		
Y ₁	77.50916	194.9473	120	Masuk
Y ₂	171.5122	288.9503	311	Tidak masuk
Y ₃	66.24999	183.6881	213	Tidak masuk
Y ₄	168.9632	286.4013	123	Tidak masuk
Y ₅	112.41	229.8482	118	Masuk
Y ₆	80.7371	198.1752	76	Tidak masuk
Y ₇	115.6103	233.0485	93	Tidak masuk
Y ₈	-9.65762	107.7805	49	Masuk
Kesalahan prediksi				62,5%

Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat tiga pengamatan (Y) yaitu Y_1 , Y_5 , Y_8 pada data testing yang masuk dalam selang kepercayaan, sedangkan lima lainnya tidak masuk dalam selang kepercayaan. Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan prediksi dengan metode regresi adalah sebesar 62,5%.

3.3 Perbandingan Bayesian Model Averaging dan Regresi Linier

Perbandingan estimasi parameter dan standart error yang dihasilkan dalam memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi antara metode *Bayesian Model Averaging* dengan regresi disajikan dalam tabel 6. Hasil estimasi parameter variabel prediktor antara BMA dan regresi sama yaitu terdapat empat variabel prediktor yang berpengaruh didalam model, diantaranya rasio puskesmas, rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi dan prosentase berat badan lahir rendah (BBLR).

Namun jika dilihat dari standart error setiap parameter yang dihasilkan, BMA memiliki standart error yang lebih kecil daripada regresi pada semua variabel prediktornya. Hal ini menunjukkan bahwa BMA memberikan estimasi parameter yang lebih efisien dalam memprediksi faktor-faktor yang mempengaruhi kematian bayi.

Tabel 6 Estimasi Parameter dan Standar Error dengan BMA dan Regresi

Variabel	BMA		Regresi	
	Probabilitas posterior (%)	SE	Pvalue	SE
Rasio jumlah sarana kesehatan	100*	39.77	0.034*	60.68
Rasio jumlah tenaga kesehatan	100*	0.19	0.000*	0.2485
Rasio jumlah posyandu	10.3	0.22	0.565	0.6832
% kelahiran ditolong non medis	27.7	1.29	0.565	2.122
% bayi yang tidak diberi ASI eksklusif	12.3	0.15	0.595	0.4013
% ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi	98.8*	0.71	0.019*	0.7913
% ibu hamil risti	9.7	0.68	0.879	2.398
% BBLR	100*	7.42	0.002*	9.005
% rumah tidak sehat	38.9	0.34	0.206	0.4767
Rasio jumlah penduduk miskin	12.8	0.28	0.484	0.8265

Catatan: * menunjukkan variabel yang berpengaruh

Apabila dilihat dari koefisien parameternya, BMA dan regresi memiliki nilai koefisien yang tidak terlalu jauh selisihnya. Hal ini bisa dilihat dalam tabel 7.

Tabel 7. Koefisien parameter BMA dan Regresi

Variabel Prediktor	Koef.BMA	Koef.Regresi
Intercept	164.0812	188.61
X_1	-153.641	-138.97
X_2	-1.07207	-1.1546
X_3	-0.02449	-0.4001
X_4	-0.57506	-1.241
X_5	0.02508	0.2170
X_6	1.9771	2.0248
X_7	0.05027	0.370

X_8	32.76275	31.866
X_9	-0.20849	-0.6243
X_{10}	0.03433	0.5904

Tabel 7 menunjukkan bahwa semua variabel prediktor memiliki tanda koefisien yang sama untuk koefisien parameter BMA dan regresi dan selisih koefisien antara kedua metode tidak terlalu besar. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang besar antara koefisien hasil BMA dan regresi.

Jika dilihat dari kesalahan prediksi, metode BMA memberikan kesalahan prediksi yang lebih kecil daripada regresi yaitu sebesar 37.5% dibanding regresi sebesar 62.5% yang menunjukkan bahwa BMA memberi prediksi yang lebih tepat. Namun, berbanding terbalik jika dilihat dari MSE data training maupun data testingnya, MSE regresi lebih kecil daripada BMA. Hal tersebut bisa dilihat pada Tabel 8..

Tabel 8. Kesalahan Prediksi dan Nilai MSE BMA dan Regresi.

	BMA	Regresi
Kesalahan prediksi	37.5%	62.5%
MSE data training	946.5314	867.6068
MSE data testing	4891.749	4869.828

Prinsip dasar BMA adalah mengatasi masalah ketidakpastian model dan memprediksi pengamatan baru melalui selang kepercayaan sehingga pemilihan metode terbaik didasarkan pada kesalahan prediksinya. Berdasarkan kesalahan prediksinya, BMA memberikan kesalahan prediksi yang lebih kecil daripada regresi sehingga metode ini memiliki kemampuan prediksi pengamatan baru yang lebih baik daripada regresi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari hasil pembahasan adalah faktor-faktor yang diprediksi berpengaruh terhadap jumlah kematian bayi di Jawa Timur dengan BMA dan regresi adalah sama, yaitu rasio puskesmas, rasio tenaga medis, prosentase ibu yang tidak melakukan kunjungan bayi, dan prosentase berat badan lahir rendah (BBLR). Standart error dari setiap parameter yang dihasilkan BMA lebih kecil daripada regresi pada semua variabel prediktornya yang menunjukkan bahwa BMA memberikan estimasi parameter β yang lebih efisien daripada regresi. Selain itu, jika dilihat dari kesalahan prediksinya, BMA memberikan kesalahan prediksi yang lebih kecil daripada regresi yang menunjukkan bahwa BMA lebih tepat dalam memprediksi.

Daftar Pustaka

- [1] Ardiyanti, S.T. (2010). *Pemodelan Angka Kematian Bayi dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2009). *Survei Sosial Ekonomi Nasional Propinsi Jawa Timur*. Surabaya.
- [3] Brown, P.J., Vannucci, M., Fearn, T. (2002). *Bayes model averaging with selection of regressors*. *J. R. Statist. Soc. B Part 3*, pp. 519–536.
- [4] Dinas Kesehatan. (2009). *Profil Kesehatan Propinsi Jawa Timur*. Surabaya.

- [5] Draper N and Smith H, (1992). *Analisis Regresi Terapan Edisi 2*: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6] Hoeting, J., Madigan, D., Raftery, A.E., dan Volinsky, C.T. (1999). Bayesian Model Averaging: A Tutorial. *Statistical Science* 14:382–401.
- [7] Liang, F. M., Troung, Y., and Wong, W. H. (2001). *Automatic Bayesian model averaging for linear regression and applications in Bayesian curve fitting*. *Statistica Sinica*, 11(4):1005-1029.
- [8] Madigan, D., Raftery, A. E. (1994). Model Selection and Accounting for Model Uncertainty in Graphical Models Using Occam's Window. *Journal of the American Statistical Association*, Vol.89, No.428,1535-1546.
- [9] Montgomery, J. dan Nyhan, B. (2010). Bayesian Model Averaging: Theoretical developments and practical applications. *Society for Political Methodology working paper*.
- [10] Raftery, A. E., Madigan, D., dan Hoeting, J. (1997). Bayesian model averaging for linear regression models. *Journal of the American Statistical Association*. 92.
- [11] Rani, D.S. (2011). *Pemodelan Angka Kematian Bayi dengan Pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression Semiparametric di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [12] Volinsky, C. T. (1997). *Bayesian model averaging for censored survival models*. Ph.D. dissertation, Univ. Washington, Seattle.

PENERAPAN MULTIPLE CLASSIFICATION ANALYSIS (MCA) DALAM PENENTUAN UPAH MINIMUM PROVINSI (UMP) DI INDONESIA

I Made Arcana

Jurusan Statistika Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS) Jakarta
e-mail: arcana@stis.ac.id

Abstract . Multiple Classification Analysis (MCA) is an additive model recently having a wider application than linear regression models or logistic regression models. An advantage of applying MCA is that the variables in MCA model could represent any scale, like interval or nominal scale. In addition, an influence of independent variable on dependent variable could be estimated in the control variables. The presented paper is aimed to identify factors that statistically influence to determine minimum wage at provincial level in Indonesia

Keywords: *MCA, minimum wage, labour, multiple classification*

1. Pendahuluan

Pada KTT ASEAN ke-12 yang diselenggarakan di Cebu, Filipina pada Januari 2007, para pemimpin ASEAN sepakat untuk mempercepat pembentukan Komunitas Ekonomi ASEAN pada tahun 2015. Dengan diberlakukannya Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) akan membentuk ASEAN sebagai pasar dan basis produksi tunggal yang membuat ASEAN semakin terbuka, inklusif dan berorientasi pasar ekonomi yang konsisten dengan aturan multilateral. Sebagai langkah awal untuk mewujudkan MEA, maka dilakukan berbagai upaya, antara lain mempercepat integrasi regional di sektor-sektor prioritas, memfasilitasi pergerakan bisnis, menyediakan tenaga kerja yang terampil dan kompetitif, serta memperkuat kelembagaan mekanisme ASEAN. Lebih jauh lagi, MEA menjadi sangat dibutuhkan untuk memperkecil kesenjangan antara negara-negara ASEAN dalam hal pertumbuhan perekonomian dengan meningkatkan ketergantungan anggota-anggota di dalamnya (ASEAN, 2008)

Dari aspek ketenagakerjaan, terdapat kesempatan yang sangat besar bagi para pencari kerja karena dapat banyak tersedia lapangan kerja dengan berbagai kebutuhan akan keahlian yang beraneka ragam. Namun, dari sisi pendidikan dan produktivitas tenaga kerja di Indonesia masih kalah bersaing dengan tenaga kerja yang berasal dari Malaysia, Singapura dan Thailand. Salah satu yang menjadi penyebab rendahnya produktivitas tenaga kerja di Indonesia adalah adanya ketimpangan tingkat gaji/upah buruh dibanding negara-negara lain di kawasan ASEAN.

International Labour Organization (ILO) menyebutkan bahwa ketimpangan tingkat upah yang berdampak pada ketimpangan pendapatan penduduk yang digambarkan oleh nilai gini rasio dapat diatasi melalui kebijakan pemerintah dengan menerapkan upah minimum (ILO, 2015). Hasil penelitian yang dilakukan oleh ILO menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan, baik langsung maupun tak langsung, antara peningkatan upah minimum dengan peningkatan kompetensi tenaga kerja. Sekalipun demikian, penetapan upah minimum berkontribusi secara efektif terhadap pengurangan tingkat ketimpangan upah.

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi telah mengeluarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi nomor 7 tahun 2013 yang mengatur upah minimum. Dalam peraturan tersebut dikatakan bahwa upah minimum adalah upah bulanan terendah yang terdiri atas upah pokok termasuk tunjangan tetap yang ditetapkan oleh gubernur sebagai jaring pengaman. Dan pada pasal 3 ayat 2 disebutkan bahwa penetapan upah minimum diarahkan pada pencapaian Kebutuhan Hidup Layak (KHL) dengan memperhatikan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi. Nilai KHL sangat dipengaruhi oleh harga barang yang menjadi komponennya yang dipicu oleh tingkat inflasi.

Dari informasi yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang secara statistik signifikan berpengaruh terhadap penentuan besarnya upah minimum di tingkat provinsi dengan mengaplikasikan Multiple Classification Analysis (MCA).

Variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah besarnya upah minimum yang telah ditetapkan berdasarkan keputusan gubernur di 33 provinsi di Indonesia pada tahun 2014 dan 2015. Variabel bebas yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah Garis Kemiskinan Provinsi (GKP), pengeluaran rata-rata per kapita per bulan (PKB), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Gini Ratio (GR), dan Inflasi (I). Uraian mengenai setiap variabel bebas dan tak bebas yang digunakan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Uraian Variabel Bebas dan Variabel Tak Bebas Yang Digunakan

VARIABEL	PENJELASAN	KATEGORI
UMP	Upah Minimum Provinsi	Numerik dalam ribuan rupiah
GKP	Garis Kemiskinan Provinsi	0: di bawah garis kemiskinan nasional 1: di atas garis kemiskinan nasional
PKB	Pengeluaran rata-rata per kapita per bulan	1: Pengeluaran kuartil 1 2: Pengeluaran kuartil 2 3: Pengeluaran kuartil 3 4: Pengeluaran kuartil 4
PDRB	Produk Domestik Regional Bruto	1: PDRB kuartil 1 2: PDRB kuartil 2 3: PDRB kuartil 3 4: PDRB kuartil 4
GR	Gini Ratio	0: di bawah gini ratio nasional 1: di atas gini ratio nasional
I	Tingkat inflasi	0: di bawah inflasi nasional 1: di atas inflasi nasional

2. Landasan Teori dan Metodologi

Multiple Classification Analysis (MCA) merupakan salah satu metode analisis inferensia yang menggunakan uji statistik dan hampir mirip dengan analisis regresi dengan variabel bebasnya berupa dummy variable. MCA digunakan untuk menunjukkan hubungan antara beberapa variabel bebas yang berskala nominal atau ordinal dengan sebuah variabel tak bebas yang berskala interval atau rasio.

Di samping itu, MCA memiliki kemampuan untuk menunjukkan pengaruh masing-masing variabel bebas sebelum dan sesudah dikontrol oleh variabel bebas yang lain. Pengaruh setiap variabel bebas dalam persamaan model MCA dapat dinyatakan dalam bentuk nilai rata-rata keseluruhan dari variabel tak bebas setelah dikontrol variabel-variabel lainnya. Oleh karena itu, *adjusted mean score* dapat dihitung dan lebih mudah diinterpretasikan dibanding koefisien regresi yang dihasilkan melalui analisis regresi yang melibatkan dummy variable. Pada analisis regresi dengan dummy variabel,

kategori yang menjadi acuan (*reference category*) harus dikeluarkan dari analisis ketika menyusun persamaan model regresinya. Dengan demikian, bagi kategori yang menjadi acuan tidak akan diperoleh nilai koefisien regresinya, padahal koefisien-koefisien regresi lainnya dinyatakan sebagai perbandingan dari kategori yang menjadi acuan. Sebaliknya, koefisien MCA dihitung untuk seluruh kategori pada setiap variabel bebasnya, yaitu dalam bentuk variabel berskala nominal dan dinyatakan sebagai deviasi dari angka rata-ratanya. MCA bebas dari pembatasan-pembatasan penggunaan skala ukuran untuk variabel bebasnya, artinya variabel bebas dapat berskala ukuran yang paling lemah (nominal).

Model Multiple Classification Analysis dituliskan dalam bentuk persamaan berikut (Andrew, 1973):

$$Y_{ij\dots n} = \bar{y} + \alpha_i + \beta_j + \dots + (\alpha\beta)_{ij} + \dots + e_{ij\dots n}$$

dimana:

$Y_{ij\dots n}$ adalah nilai variabel tak bebas yang didasarkan pada kategori ke- i dari variabel bebas A, kategori ke- j dari variabel bebas B, dan seterusnya; \bar{y} merupakan nilai rata-rata variabel tak bebas; α_i adalah besarnya pengaruh variabel bebas A terhadap variabel tak bebas; β_j adalah besarnya pengaruh variabel bebas B terhadap variabel tak bebas; $(\alpha\beta)_{ij}$ adalah besarnya pengaruh interaksi variabel bebas A dan B terhadap variabel tak bebas; dan $e_{ij\dots n}$ menunjukkan *random error*.

Estimasi parameter model $(\hat{\alpha}, \hat{\beta}, \dots)$ diperoleh dengan meminimalkan nilai *sum of squared error* atau dengan mencari penyelesaian dari sejumlah persamaan normal (*normal equations*) berdasarkan banyaknya variabel bebas dalam model.

Uji Simultan

Uji simultan bertujuan untuk menguji signifikansi pengaruh variabel bebas dalam model secara simultan terhadap keragaman variabel tak bebas Y. Statistik uji yang digunakan adalah :

$$F = \frac{E/(C - P)}{Z/(N - C + P - 1)} \sim F_{(C-P);(N-C+P-1)}$$

dengan:

$$E = \sum_i \sum_j \dots \sum_n W_{ij\dots n} (\hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_j + \dots)^2$$

$$Z = \left(\sum_k W_k (Y_k - \bar{Y})^2 \right) - E$$

dimana:

N : jumlah sampel; C : jumlah kategori pada variabel bebas; P : jumlah variabel bebas

Pengaruh variabel bebas

Untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas tertentu terhadap keragaman variabel tak bebas digunakan pendekatan dengan 2(dua) jenis statistik yaitu:

Statistik Eta (η_i)

Statistik Eta digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas ke- i dalam model terhadap variabel tak bebas Y sebelum dilakukan *adjustment*

Statistika Eta diperoleh dengan mengaplikasikan formula berikut:

$$\eta_i = \sqrt{\frac{U_i}{T}}$$

dimana:

$$U_i = \sum_i \left(\sum_j W_{ijk} \right) (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y})^2$$

$$T = \sum_k W_k (Y_k - \bar{Y})^2$$

Statistik Beta (β_i)

Statistik Beta digunakan untuk mengukur hubungan variabel bebas ke- i dalam model terhadap variabel tak bebas Y setelah dilakukan *adjustment*

Statistika Beta diperoleh dengan mengaplikasikan rumus berikut:

$$\beta_i = \sqrt{\frac{D_i}{T}}$$

dengan:

$$D_i = \sum_i \left(\sum_j W_{ijk} \right) (\hat{\alpha}_{ij})^2$$

dimana $\hat{\alpha}_{ij}$ adalah besarnya deviasi variabel bebas ke- i kategori ke- j yang telah disesuaikan.

3. Hasil dan Pembahasan

Estimasi model MCA yang dihasilkan dengan melibatkan secara simultan semua variabel bebas terhadap Upah Minimum Provinsi adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{ij\dots n} = 0,116^{**}(GKP)_i + 0,368^{**}(PKB)_j + 0,206(PDRB)_k + 0,263^{**}(GR)_l + 0,092(I)_m$$

Keterangan: ** signifikan pada taraf nyata $\alpha=5\%$

Berdasarkan hasil pengujian dengan ANOVA untuk setiap variabel bebas dalam model tersebut, diperoleh hasil bahwa variabel bebas PDRB dan tingkat inflasi (I) tidak signifikan pada taraf nyata $\alpha=5\%$. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Variabel Bebas dalam Model MCA

SUMBER VARIASI		JUMLAH KUADRAT	DB	RATA-RATA KUADRAT	F	P-VALUE
Main Effects	(Combined)	2634252.414	9	292694.713	2.698	0.011

	GKP	557280.329	1	557280.329	5.137	0.027
	PKB	1189947.715	3	396649.238	3.656	0.018
	PDRB	198227.262	3	66075.754	0.609	0.612
	GR	626704.438	1	626704.438	5.776	0.020
	I	62092.670	1	62092.670	0.572	0.453
Model		2634252.414	9	292694.713	2.698	0.011
Residual		6075649.545	56	108493.742		
Total		8709901.959	65	133998.492		

Dengan mengeluarkan variabel bebas yang tidak signifikan pada taraf nyata $\alpha=5\%$ yaitu PDRB dan Tingkat Inflasi (I) serta memperhitungkan interaksi antar variabel bebas yang terlibat, diperoleh estimasi model MCA sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{ij...n} = 0,103^{**}(GKP)_i + 0,409^{**}(PKB)_j + 0,139^{**}(GR)_k + 0,358^{**}(GR * I)_l$$

Keterangan: ** signifikan pada taraf nyata $\alpha=5\%$

Hasil rinci pengujian secara simultan semua variabel bebas, baik tunggal maupun interaksi, ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Variabel Bebas dalam Model MCA

SUMBER VARIASI		JUMLAH KUADRAT	DB	RATA-RATA KUADRAT	F	P-VALUE
Main Effects	(Combined)	3234708.738	6	539118.123	5.809	0.000
	GKP	557280.329	1	557280.329	6.005	0.017
	PKB	1189947.715	3	396649.238	4.274	0.008
	GR	498783.075	1	498783.075	5.375	0.024
	GR*I	988697.619	1	988697.619	10.654	0.002
Model		3234708.738	6	539118.123	5.809	0.000
Residual		5475193.221	59	92799.885		
Total		8709901.959	65	133998.492		

Rata-rata upah minimum di tingkat provinsi dengan menerapkan model MCA pada setiap kategori ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rata-rata Upah Minimum Provinsi (Ribuan Rupiah) Menurut Kategori Variabel Bebas

VARIABEL		KATEGORI	ESTIMASI RATA-RATA	
			TIDAK DISESUAIKAN	DISESUAIKAN DENGAN FAKTOR LAIN
UMP	GKP	0	1542.645	1610.030
		1	1730.703	1686.903
	PKB	1	1409.221	1434.503

		2	1690.763	1711.223
		3	1641.017	1618.908
		4	1860.049	1839.042
	GR	0	1608.227	1623.265
		1	1767.924	1733.337
	GR*I	0	1626.776	1628.202
		1	2283.333	2253.384

Pengaruh untuk setiap variabel bebas terhadap variabel tak bebas Upah Minimum Provinsi (UMP) yang diukur dengan Statistik Eta (η) dan Statistik Beta (β) ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Statistik Eta (η) dan Statistik Beta (β) Untuk Variabel Bebas dalam Model MCA

		Statistik Eta (η)	Statistik Beta (β)
UMP	GKP	0.253	0.103
	PKB	0.448	0.409
	GR	0.202	0.139
	GR*I	0.376	0.358

4. Kesimpulan

Dengan menerapkan Multiple Classification Analysis (MCA) terhadap penetapan upah minimum provinsi di Indonesia menunjukkan bahwa variabel Inflasi yang menentukan besaran Kebutuhan Hidup Layak (KHL) secara tunggal tidak memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik pada taraf nyata $\alpha=5\%$. Namun, ketika berinteraksi dengan Gini Ratio yang mengukur ketimpangan distribusi pendapatan penduduk, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap upah minimum provinsi. Variabel lain yang memiliki pengaruh signifikan adalah Garis Kemiskinan Provinsi, Rata-rata Pengeluaran Per kapita Per Bulan dan Gini Ratio. Hasil ini mendukung pendapat yang tertuang dalam laporan ILO bahwa penetapan upah minimum oleh pemerintah merupakan upaya untuk menurunkan tingkat ketimpangan distribusi pendapatan penduduk.

Daftar Pustaka

- [1] Andrew, F., Morgan J. N., Sonquist J. A., Klem L. (1973), *Multiple Classification Analysis. A report on a computer program for multiple regression using categorical predictors, Second Edition*, The University of Michigan.
- [2]. Association of Southeast Asian Nations (2008), *ASEAN Economic Community Blueprint*. Jakarta:ASEAN Secretariat.
- [3]. Bambang Suwarno (1995), *Multiple Classification Analysis*,. Fakultas Pasca Sarjana UPI, Bandung
- [4]. International Labour Organization (2015), *Global Wage Report 2014/2015: Wages and income inequality*. International Labour Office - Geneva
- [5]. Retherford R.D., Choe M.J. (1993), *Statistical models for causal analysis*, Wiley and Sons, New York

PROFILING PRESCHOOL EDUCATION PARTICIPATION IN INDONESIA: BAYESIAN MULTILEVEL ANALYSIS USING WinBUGS

Ika Yuni Wulansari

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS) Jakarta
e-mail: ikayuni@stis.ac.id ; ikayuni86@gmail.com

Abstract. Preschool education plays an important role in the success of basic education. In the developing countries, the awareness of parents to put their children in preschool education is still lacking. As a developing country, Indonesia allegedly also experienced it. This study tried to analyze the participation of preschool education in each province in Indonesia. The analysis is Bayesian approach, comparing the model with fixed effect and the model with random effect using WinBUGS14. In random effect model, we assume that the logit of each provincial preschool participation rate is related to each other. One advantage of Bayesian analysis is the ability to estimate (particularly the uncertainty associated it) any function of the parameters by examining the corresponding posterior distribution. Papua is the province with the lowest preschool participation. But, D.I Yogyakarta is the province with the highest preschool participation. This paper also tracks the rank of the preschool participation rate and compares among provinces. So, it can be seen the heterogeneity among provinces. Hence, it may help the Indonesia government to allocate education funding more accurately.

Keywords: *preschool education, Bayesian Analysis, WinBUGS*

1. Pendahuluan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) Indonesia melaporkan bahwa hanya 37.8% dari anak Indonesia dibawah umur 6 (enam) tahun yang mendapat akses program pendidikan anak usia dini (*early childhood education*) pada tahun 2013. Penelitian *Early Childhood Education Development* (ECED) di Indonesia yang dilakukan oleh World Bank, bekerja sama dengan Kemendikbud, Universitas Western Australia, dan Universitas Amsterdam, selama tahun 2009 sampai 2012 menunjukkan bahwa 80% dari anak usia 4 (empat) tahun memiliki kemampuan kognitif yang masih rendah dan 28% memiliki kedewasaan emosional lemah. Di samping itu, terdapat 78% anak usia 4 (empat) tahun yang tidak pernah membaca buku. Hal ini menunjukkan bahwa peran dan keterlibatan orang tua dalam pendidikan anak usia dini di Indonesia masih rendah.

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan investasi bagi negara. Barnett (2002) menyimpulkan bahwa terdapat keuntungan jangka panjang yang akan diperoleh negara apabila PAUD berhasil dilakukan. PAUD yang dikelola secara baik akan menghasilkan perkembangan jangka panjang dalam keberhasilan studi anak, termasuk pencapaian nilai yang lebih tinggi pada ujian sekolah lanjutan dan sekolah menengah. Di samping itu, akan menurunkan tingkat tinggal kelas, dan menurunkan jumlah kriminalitas baik pada masa kanak-kanak maupun dewasa nantinya. Penelitian Barnett(1996), Masse dan Barnett (2002), Reynolds, Temple, dkk.(2002) menunjukkan bahwa PAUD adalah investasi secara akademis, sosial, maupun ekonomi. Tiga studi

yang dilakukan oleh *the High/Scope Perry Preschool program*, *the Abecedarian Early Childhood Intervention program*, dan *the Title I Chicago Child-Parent Centers* menghasilkan bukti yang komprehensif bahwa PAUD dapat meningkatkan perekonomian negara di masa mendatang, seperti meningkatnya SDM berkualitas, terbukanya lapangan usaha yang lebih luas dan kompetitif, serta meningkatkan daya saing satu bangsa.

Berbagai upaya telah dilakukan di negara maju untuk mengawal perkembangan pendidikan anak usia dini/ prasekolah. Janus, dkk. (2007) menyusun *Early Development Instrument* (EDI) yang mengukur kesiapan anak usia dini untuk masuk ke jenjang sekolah dasar, yang meliputi 5 (lima) aspek umum, yaitu: 1. Kesejahteraan dan kesehatan fisik, 2. Kompetensi sosial, 3. Kedewasaan emosional, 4. Kemampuan kognitif dan bahasa, 5. Kemampuan komunikasi dan pengetahuan umum. Pada kenyataannya, kelima aspek ini masih belum terpenuhi di Indonesia.

Dirjen PAUDNI, Lydia Freyani Hawadi menyatakan bahwa kendala terbesar di Indonesia adalah keterbatasan dana. Pemerintah pada tahun 2014 mengalokasikan 2.4 triliun rupiah untuk PAUD. Dengan dana tersebut, hanya akan mampu untuk membangun 1491 PAUD baru. Berdasarkan data tahun 2012, terdapat 25834 desa di Indonesia yang belum tersentuh PAUD sehingga diperlukan waktu setidaknya minimal 15 tahun untuk memenuhi target pembangunan PAUD di seluruh pelosok Indonesia. Di samping itu, pembangunan PAUD diharapkan akan menurunkan angka buta huruf. Persentase buta huruf terbesar adalah di Papua. Sebesar 34.5% penduduk Papua mengalami buta huruf. Menurut Lidya, satu wilayah dengan jumlah penduduk buta huruf lebih dari 30% lebih rentan terhadap konflik. Persentase buta huruf akan dapat diminimalisir dengan adanya PAUD dan kesadaran orang tua untuk memasukkan anaknya ke PAUD.

Penelitian ini akan mengkaji partisipasi PAUD/pendidikan prasekolah antar provinsi di Indonesia. Data yang digunakan bersumber dari Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2012. Kajian juga dilakukan untuk melihat kesamaan tingkat partisipasi PAUD antar provinsi dan distribusi peringkatnya.

2. Metode

Metode analisis yang digunakan adalah analisis bayesian 2 (dua) level, yaitu Binomial-Normal model. Kemudian, dikarenakan asumsi bahwa tingkat partisipasi PAUD antar provinsi saling berkorelasi, maka digunakan model dengan efek acak (*random effect*). Berikut adalah model yang digunakan:

$$r_i \sim \text{Bin}(p_i, n_i) \quad (1)$$

$$\log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) \sim N(\mu, \tau^2) \quad (2)$$

Pada model ini diasumsikan bahwa logit tingkat partisipasi PAUD tiap provinsi saling berkorelasi. Prior yang digunakan adalah:

$$\mu \sim N(0, 1 \times 10^6) \quad (3)$$

$$1/\tau^2 \sim \text{GAM}(0.01, 0.001) \quad (4)$$

Pada model ini, rata-rata tingkat partisipasi PAUD dapat diestimasi dengan:

$$p = \frac{e^\mu}{1+e^\mu} \quad (5)$$

Berikut adalah penulisan model dalam WinBUGS14:

```
model{
for (i in 1: N) {
r[i] ~ dbin (p[i], n[i]) #Model
```

```

b[i] ~ dnorm(mu, prec.tau2)
logit(p[i]) <- b[i]
}
mu ~ dnorm(0.0,1.0E-6) #Priors
prec.tau2 ~dgamma(0.01,0.001)
tau <- 1/sqrt(prec.tau2)
pop.mean<- exp(mu)/(1+exp(mu))
}

```

3. Hasil dan Pembahasan

Simulasi Gibbs dilakukan dengan iterasi sebanyak 5000, data yang diolah adalah berdasarkan variabel partisipasi dalam prasekolah/PAUD (kode 0=tidak pernah, kode 1=pernah atau sedang) hasil SUSENAS 2012. Berikut adalah hasil estimasi proporsi/tingkat partisipasi PAUD di 33 provinsi di Indonesia:

Tabel 1 Hasil Estimasi Tingkat Partisipasi PAUD di 33 Provinsi di Indonesia

Propinsi	node	mean	Sd	MC error	2.50 %	media n	97.50 %	sampl e
Aceh	p[1]	0.2059	0.0052	0.0001	0.1956	0.2058	0.2162	5000
Sumut	p[2]	0.1612	0.0035	0.0000	0.1545	0.1612	0.1681	5000
Sumbar	p[3]	0.2230	0.0057	0.0001	0.2118	0.2230	0.2341	5000
Riau	p[4]	0.1697	0.0057	0.0001	0.1587	0.1697	0.1812	5000
Jambi	p[5]	0.2342	0.0078	0.0001	0.2192	0.2342	0.2500	5000
Sumsel	p[6]	0.1437	0.0051	0.0001	0.1338	0.1436	0.1540	5000
Bengkulu	p[7]	0.1823	0.0076	0.0001	0.1678	0.1821	0.1976	5000
Lampung	p[8]	0.1974	0.0059	0.0001	0.1858	0.1974	0.2092	5000
Kep. BaBel	p[9]	0.2378	0.0098	0.0001	0.2187	0.2376	0.2573	5000
Kep. Riau	p[10]	0.2375	0.0098	0.0001	0.2186	0.2373	0.2571	5000
DKI Jakarta	p[11]	0.2908	0.0100	0.0001	0.2715	0.2909	0.3108	5000
Jawa Barat	p[12]	0.2420	0.0043	0.0000	0.2337	0.2420	0.2504	5000
Jawa Tengah	p[13]	0.3357	0.0044	0.0001	0.3271	0.3357	0.3443	5000
DIY	p[14]	0.5200	0.0148	0.0002	0.4907	0.5202	0.5488	5000
JawaTimur	p[15]	0.3656	0.0046	0.0001	0.3565	0.3655	0.3746	5000
Banten	p[16]	0.207	0.006	0.0001	0.194	0.2074	0.2212	5000

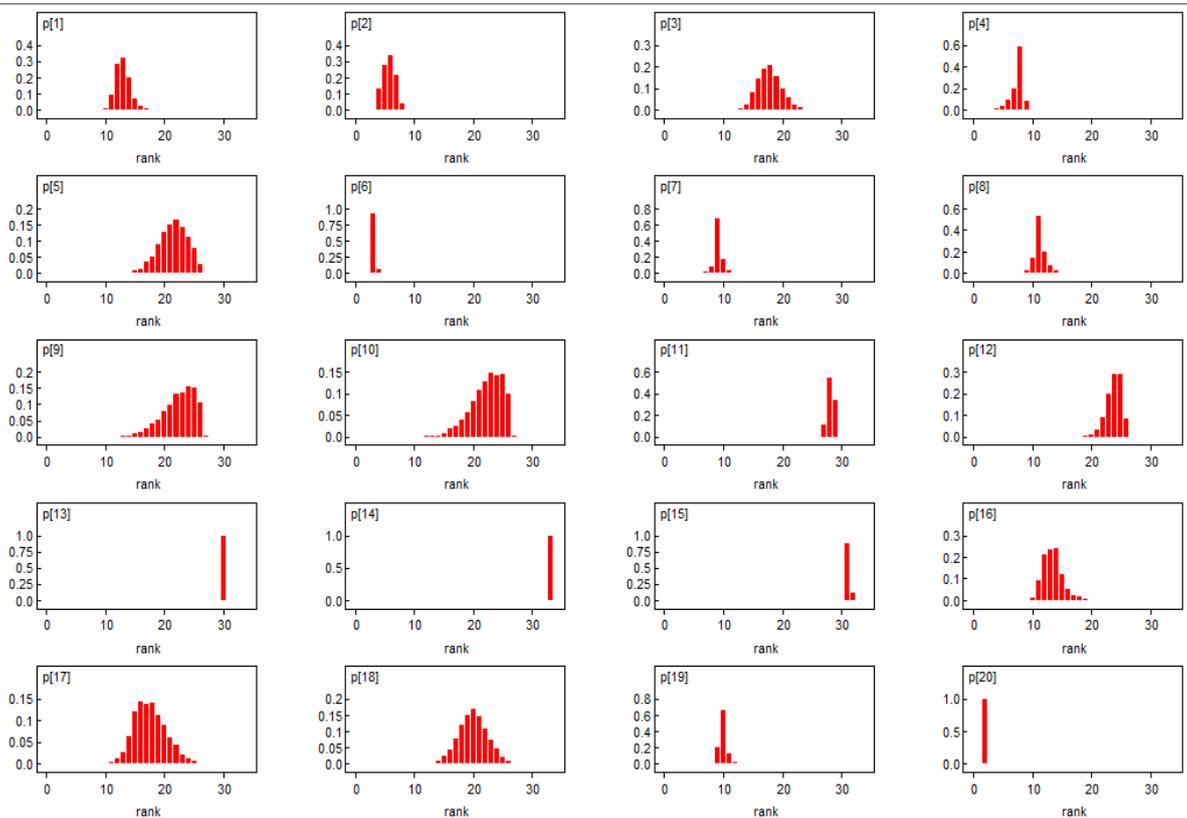
	]	5	9		4			
Bali	p[17]	0.222 1	0.008 5	0.0001	0.205 5	0.2219	0.2390	5000
NTB	p[18]	0.229 2	0.007 4	0.0001	0.215 1	0.2291	0.2441	5000
NTT	p[19]	0.189 3	0.004 3	0.0001	0.181 2	0.1893	0.1977	5000
Kalbar	p[20]	0.113 8	0.005 0	0.0001	0.103 9	0.1137	0.1240	5000
Kalteng	p[21]	0.217 7	0.007 3	0.0001	0.203 8	0.2176	0.2321	5000
Kalsel	p[22]	0.296 1	0.008 0	0.0001	0.280 9	0.2962	0.3119	5000
Kaltim	p[23]	0.231 9	0.006 8	0.0001	0.218 5	0.2319	0.2454	5000
Sulut	p[24]	0.274 9	0.008 1	0.0001	0.259 1	0.2749	0.2911	5000
Sulteng	p[25]	0.250 1	0.007 3	0.0001	0.236 2	0.2500	0.2646	5000
Sulsel	p[26]	0.218 5	0.004 9	0.0001	0.209 0	0.2185	0.2281	5000
Sultra	p[27]	0.206 5	0.006 6	0.0001	0.193 7	0.2064	0.2196	5000
Gorontalo	p[28]	0.381 3	0.012 3	0.0002	0.356 4	0.3814	0.4056	5000
Sulbar	p[29]	0.231 6	0.010 0	0.0002	0.212 7	0.2315	0.2518	5000
Maluku	p[30]	0.161 6	0.006 2	0.0001	0.149 6	0.1616	0.1740	5000
Malut	p[31]	0.160 2	0.007 1	0.0001	0.146 7	0.1601	0.1742	5000
Papua Barat	p[32]	0.159 1	0.006 9	0.0001	0.145 8	0.1590	0.1731	5000
Papua	p[33]	0.070 7	0.003 3	0.0000	0.064 3	0.0706	0.0772	5000

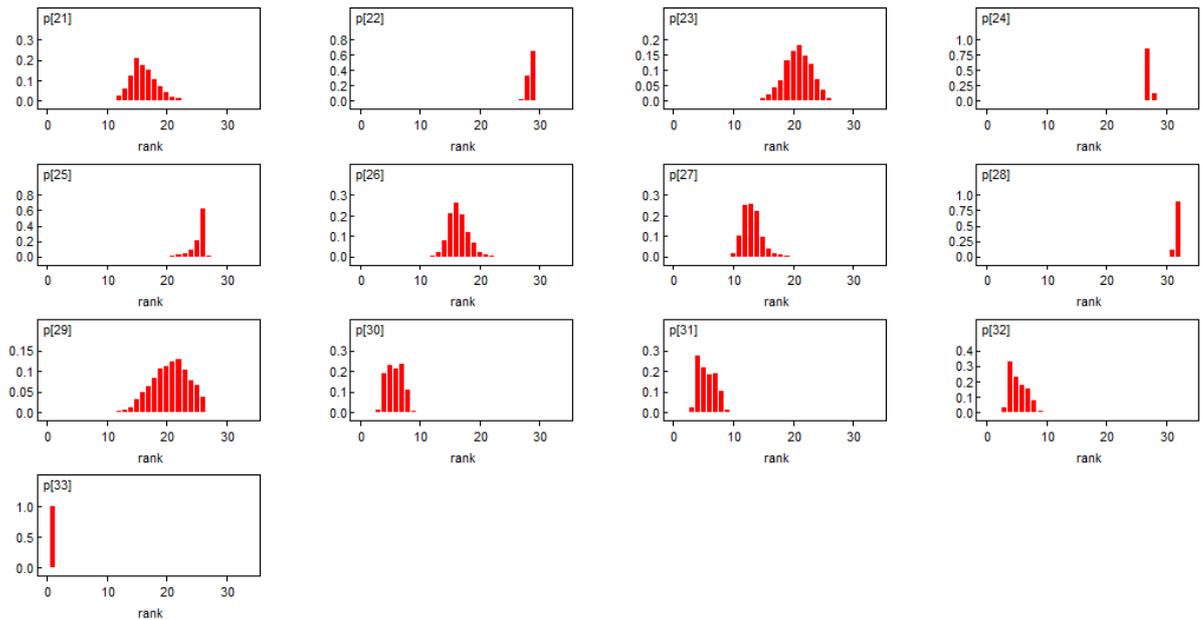
Berdasarkan Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa secara umum tingkat partisipasi PAUD di Indonesia masih di bawah 50%. Papua adalah provinsi dengan tingkat partisipasi PAUD terendah, yaitu hanya 7%. Peringkat terendah kedua adalah Kalimantan Barat dengan tingkat partisipasi PAUD sebesar 11.4%. Sedangkan D.I. Yogyakarta adalah provinsi dengan tingkat partisipasi PAUD tertinggi, yaitu 52%. Dari tabel terlihat bahwa terdapat kecenderungan tingkat partisipasi PAUD yang lebih tinggi pada provinsi di Pulau Jawa. Sebaliknya, terdapat kecenderungan tingkat partisipasi PAUD yang masih rendah pada provinsi-provinsi di bagian timur Indonesia, seperti NTT, Maluku, Maluku Utara, dan Papua Barat.

Tabel 2 Hasil Estimasi Rata-Rata Tingkat Partisipasi PAUD di Indonesia

node	Mean	Sd	MC error	2.50%	median	97.50%	sample
pop.mean	0.2203	0.0157	0.0003	0.1916	0.2202	0.2505	5000
tau	0.5344	3.0810	0.0482	0.3775	0.4805	0.6317	5000

Tabel 2 menunjukkan estimasi rata-rata tingkat partisipasi PAUD di Indonesia adalah sebesar 22% dengan standard deviasi sebesar 0.5344. Standard deviasi yang cukup besar (di atas 0.5) menunjukkan bahwa tingkat partisipasi PAUD antar provinsi di Indonesia cukup bervariasi. Untuk melihat keragaman peringkat tingkat partisipasi PAUD tiap provinsi, dapat dilihat dalam distribusi/histogram peringkat seperti pada Gambar 1. Peringkat 1 (satu) adalah peringkat terendah (*lowest*), artinya tingkat partisipasi PAUD terendah. Semakin tinggi peringkat maka semakin tinggi tingkat partisipasi PAUD.





Gambar 1. Distribusi Ranking Tingkat Partisipasi PAUD di 33 Provinsi di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat *uncertainty* (ketidakpastian) peringkat yang lebar (ranking 10 sd. 30) tingkat partisipasi PAUD pada beberapa provinsi, yaitu: Sumatera Barat (p[3]), Jambi (p[5]), Kep. Bangka Belitung (p[9]), Kep. Riau (p[10]), Bali (p[17]), NTB (p[18]), Kalimantan Tengah (p[21]), Kalimantan Timur (p[23]), Sulawesi Barat (p[29]).
2. Terdapat *uncertainty* (ketidakpastian) peringkat yang cukup lebar pada ranking atas (ranking 20 sd. 30), yaitu Jawa Barat (p[12]).
3. Terdapat *uncertainty* (ketidakpastian) peringkat yang cukup lebar (ranking 10 sd. 20), yaitu: Aceh (p[1]), Banten (p[16]), Sulawesi Selatan (p[26]), Sulawesi Tenggara (p[27]).
4. Terdapat *uncertainty* (ketidakpastian) peringkat yang cukup lebar pada ranking bawah (ranking 0 sd. 10), yaitu: Sumatera Utara (p[2]), Riau (p[4]), Maluku (p[30]), Maluku Utara (p[31]), Papua Barat (p[32]).
5. Terdapat *certainty* (kepastian) peringkat pada ranking bawah (0 sd. 10), yaitu: Sumatera Selatan (p[6]), Bengkulu (p[7]), Lampung (p[8]), NTT (p[19]), Kalimantan Barat (p[20]), Papua (p[33]).
6. Terdapat *certainty* (kepastian) peringkat pada ranking atas (ranking di atas 20), yaitu: DKI Jakarta (p[11]), Jawa Tengah (p[13]), DI Yogyakarta (p[14]), Jawa Timur (p[15]), Kalimantan Selatan (p[22]), Sulawesi Utara (p[24]), Sulawesi Tengah (p[25]), Gorontalo (p[28]).

Dengan demikian, terdapat 6 (enam) kelompok karakteristik tingkat partisipasi PAUD di Indonesia. Kelompok *uncertainty* (ketidakpastian) peringkat yang lebar (ranking 10 sd. 30) menunjukkan bahwa distribusi rankingnya bervariasi. Kelompok yang perlu mendapat perhatian khusus adalah kelompok yang memiliki *certainty* (kepastian) peringkat pada ranking bawah (0 sd. 10), yaitu: Sumatera Selatan (p[6]), Bengkulu (p[7]), Lampung (p[8]), NTT (p[19]), Kalimantan Barat (p[20]), Papua (p[33]).

Apabila dilihat dari lokasi geografis, Sumatera Selatan, Bengkulu, dan Lampung adalah berdekatan. Karakteristik penduduk dan wilayahnya pun hampir sama. Begitu pula NTT dan Papua, memiliki karakteristik yang hampir sama, baik dari segi geografis maupun penduduknya. Kelima provinsi ini berada pada kelompok peringkat terbawah dari 33 provinsi yang ada. Maka, seyogyanya kelima provinsi ini yang perlu dijadikan sebagai target utama pembangunan pendidikan anak usia dini. Pada kelompok ini, seyogyanya yang perlu dilakukan adalah pembangunan PAUD beserta infrastrukturnya, pengadaan tenaga pendidik yang berkualitas, serta peningkatan investasi dan pendanaan.

Sebaliknya, kelompok *certainty* (kepastian) peringkat pada ranking atas (ranking di atas 20), yaitu: DKI Jakarta (p[11]), Jawa Tengah (p[13]), DI Yogyakarta (p[14]), Jawa Timur (p[15]), Kalimantan Selatan (p[22]), Sulawesi Utara (p[24]), Sulawesi Tengah (p[25]), Gorontalo (p[28]). Provinsi-provinsi ini secara relatif selalu berada pada ranking atas, artinya tingkat partisipasi PAUDnya tinggi. Hal yang menarik adalah adanya provinsi di luar Jawa yang masuk dalam kelompok ini. Padahal, umumnya pembangunan ekonomi dan pendidikan terpusat di Pulau Jawa. Pada kelompok ini, seyogyanya yang perlu dilakukan adalah pengawasan terhadap kualitas PAUD.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tingkat partisipasi prasekolah/PAUD di Indonesia secara umum masih rendah, yaitu di bawah 50%. Papua merupakan provinsi dengan tingkat partisipasi PAUD terendah, yaitu 7%. Sebaliknya, DI Yogyakarta adalah provinsi dengan tingkat partisipasi PAUD tertinggi, yaitu 52%.
2. Tingkat partisipasi prasekolah/PAUD antar provinsi di Indonesia bervariasi/heterogen.
3. Meskipun heterogen, namun terlihat ada kesamaan tingkat partisipasi PAUD pada provinsi berdekatan dan yang memiliki karakteristik geografi dan kependudukan yang sama.
4. Dari 33 provinsi, dapat dikelompokkan dalam 6 (enam) kelompok distribusi peringkat tingkat partisipasi PAUD.
5. Kelompok yang perlu mendapat perhatian adalah kelompok dengan *certainty* (*kepastian*) peringkat tingkat partisipasi PAUD rendah, yaitu: Sumatera Selatan (p[6]), Bengkulu (p[7]), Lampung (p[8]), NTT (p[19]), Kalimantan Barat (p[20]), Papua (p[33]).
6. Penggunaan efek random dalam model tepat digunakan karena mampu mengakomodir korelasi antar wilayah/provinsi.

Daftar Pustaka

- [1] Barnett, W. S. (1996). *Lives in the balance: Age 27 benefit-cost analysis of the High/Scope Perry Preschool Program*. Ypsilanti, MI: High/Scope Press.
- [2] Barnett, W. S. (1998). Long-term effects on cognitive development and school success. In W. S. Barnett & S. S. Boocock (Eds.), *Early care and education for children in poverty: Promises, programs, and long-term results* (pp. 11–44). Albany, NY: SUNY Press.
- [3] Barnett, W. S. (2002). Early childhood education. In A. Molnar (Ed.), *School reform proposals: The research evidence* (pp. 1–26). Greenwich, CT: Information Age Publishing, Inc.

- [4] Janus, Magdalena, dkk. (2007). *The Early Development Instrument: A Population-based measure for communities*. A handbook on development, properties, and use. Offord Centre for Child Studies, Hamilton, ON.
- [5] Masse, L. N., & Barnett, W. S. (2002). *A benefit-cost analysis of the Abecedarian Early Childhood Intervention*. New Brunswick, NJ: National Institute for Early Education Research, Rutgers University.
- [6] Ntzoufras, Ioannis. (2009). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Reynolds, A., Temple, J., Robertson, D., & Mann, E. (2002). *Age 21 Cost-benefit analysis of the Title I Chicago Child-Parent Centers*. Madison, WI: University of Wisconsin (Institute for Research on Poverty Discussion Paper #1245-02).
- [8] World Bank. 2012. *Laporan Penelitian Early Childhood Education and Development (EDI) in Indonesia*.

BAYESIAN HIERARCHICAL SMALL AREA MODEL FOR UNMATCHED SAMPLING

Ika Yuni Wulansari

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (STIS) Jakarta
e-mail:ikayuni@stis.ac.id ; ikayuni86@gmail.com

Abstract. In Small Area Estimation (SAE), constructing a model is considerably more efficient than building design surveys for direct estimation due to constraints of time, effort, and cost. One of the problems faced in SAE is how to estimate the proportion of small area (count data) if the response variable (Y) has a nonlinear relationship with the parameter (θ) so it does not satisfy the condition of linear mixed models. Hierarchical Bayes (HB) is able to handle models with unmatched sampling like this by entering linking model. Our research applies HB with linking function Logit Normal on a binary response variable to estimate the proportion of villages level. Response variable is Ownership Status of Poor Card (SKTM) in Sampang Regency. Modeling based on Fay Herriot - Type A model by inserting hyperparameter at random effect area to improve accuracy. HB estimation is better than direct estimation, reflected by the design effects (DEFF). Standard error of HB estimation are less than direct estimation.

Keywords: *Small Area Estimation (SAE), Hierarchical Bayes (HB), Unmatched Sampling, Logit Normal*

1. Pendahuluan

Pada umumnya, statistik diperoleh dari suatu survei yang didesain untuk memperoleh statistik nasional. Artinya, survei semacam ini didesain untuk inferensia bagi daerah yang luas. Permasalahan muncul ketika dari survei seperti ini ingin diperoleh informasi untuk area yang lebih kecil, misalnya informasi pada level provinsi, kabupaten, kecamatan, atau bahkan level kelurahan.

Dalam survei skala nasional, karakteristik dari area yang lebih kecil direpresentasikan oleh objek survei yang jumlahnya sangat sedikit sehingga analisis yang didasarkan hanya pada objek-objek tersebut menjadi sangat tidak dapat diandalkan karena akan tidak representatif. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan metode estimasi yang menggabungkan antara informasi spesifik di dalam area kecil yang hendak diteliti dengan informasi lain di luar area tersebut.

Pada domain survei yang memiliki sampel kecil, metode estimasi langsung untuk area yang bersangkutan menjadi tidak layak atau tidak representatif. Oleh karena itu, diperlukan adanya metode estimasi area kecil dengan pendekatan estimasi tidak langsung (*indirect*), di mana pendekatan ini memanfaatkan variabel pendukung (*auxiliary/predictor variable*) spesifik area bersangkutan. Prinsip dasar dalam pemodelan area kecil adalah menduga nilai statistik area kecil dengan memanfaatkan kekuatan (*borrowing strength*) dari sekelompok variabel pendukung yang bersesuaian dengan area kecil tersebut. Konsep *borrowing strength* juga mengandung arti bahwa pendugaan statistik suatu area kecil dilakukan dengan memperhitungkan efek dari area kecil di sekitarnya (*neighbouring area*).

Estimasi tidak langsung berbasis pada model (*model based*) sehingga memerlukan adanya pemodelan yang tepat agar diperoleh estimasi yang lebih akurat dan reliabel. Terdapat beberapa metode estimasi area kecil yang telah digunakan, di antaranya adalah

Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), *Empirical Best Linear Unbiased Prediction (EBLUP)*, *Empirical Bayes (EB)*, dan *Hierarchical Bayes (HB)*. Metode BLUP dan EBLUP digunakan terbatas pada variabel respon yang kontinu, sedangkan EB dan HB dapat digunakan secara lebih luas baik untuk variabel respon kontinu maupun biner dan cacahan.

Pemodelan SAE dengan Bayes menjadi hal yang sangat diperhatikan oleh para peneliti pada kurun waktu belakangan ini. Penelitian yang berbasis klasik atau frekuentis dalam SAE telah mulai ditinggalkan. Hal ini karena pada estimasi pada domain dengan sampel yang sedikit sangat membutuhkan informasi pendukung, baik yang berasal dari penelitian sebelumnya, dari data sekunder, bahkan dari sebuah penilaian yang subjektif atau spesifik tiap domain/area. Pada pemodelan SAE dimasukkan pula pengaruh acak area. Hal ini sangat memungkinkan untuk menganggap bahwa parameter yang tidak diketahui dalam model adalah bersifat acak/random mengikuti distribusi tertentu.

Pada pemodelan SAE dengan HB, distribusi prior yang subjektif dari hiperparameter dimasukkan dalam model kemudian distribusi posterior dari parameter yang ingin diestimasi akan diperoleh. HB disebut sebagai Bayes EB atau *fully Bayes* karena mengakomodir distribusi prior subjektif dan prior empiris (berdasarkan data). Sedangkan EB hanya memasukkan distribusi prior empiris. Alasan utama mengapa EB kurang baik dibanding HB adalah bahwa model tersebut tidak memperhitungkan keragaman dalam pendugaan pada hiperparameter. Selain itu, kelebihan HB dibandingkan EB adalah pada sisi inferensia yaitu distribusi posterior dari HB setelah diperoleh maka dapat langsung digunakan untuk seluruh inferensia. Keunggulan HB berikutnya adalah mampu mengatasi model yang kompleks seperti *unmatched sampling* dan *linking models* (Rao, 2003). HB juga mampu mengatasi model dengan efek acak mengikuti kelas distribusi selain distribusi normal. Keunggulan HB yang lain adalah kemudahannya dalam mengakomodir ketidakpastian dalam penghitungan ragam penduga dengan cara memasukkan distribusi prior.

Penelitian ini hendak mengkaji bagaimana mengestimasi statistik area kecil pada level kelurahan dengan metode HB. Untuk mendukung penerapan metode HB pada SAE, penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari hasil SUSENAS 2012, PODES 2011, dan SP 2010. Data yang digunakan adalah data rumah tangga di Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur yang merupakan sampel SUSENAS pada tahun 2012. Kabupaten Sampang dipilih karena merupakan kabupaten dengan persentase penduduk miskin terbesar di Jawa Timur tahun 2013. Respon variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah status rumah tangga dengan kepemilikan Kartu Miskin/SKTM (kode 1) atau rumah tangga tanpa kepemilikan Kartu Miskin/SKTM (kode 0).

Selanjutnya akan diperoleh proporsi rumah tangga dengan kepemilikan Kartu Miskin/SKTM pada tiap desa/kelurahan yang terpilih sebagai sampel SUSENAS 2012. Berdasarkan data proporsi tersebut selanjutnya dibangun pemodelan HB dengan menggunakan fungsi hubung logit-normal. Fungsi hubung logit-normal digunakan karena variabel respon adalah biner (0 dan 1) serta diasumsikan bahwa sampel area kecil tersebar secara acak mengikuti distribusi normal. Variabel pendukung/ prediktor yang digunakan dalam model adalah variabel yang bersumber dari PODES 2011 dan SP 2010. Model yang didapat selanjutnya dievaluasi kelayakan hasil estimasi HB untuk mendapatkan model terbaik. Selanjutnya, model terbaik digunakan untuk mengestimasi proporsi pada desa/kelurahan lainnya yang tidak terpilih sebagai sampel SUSENAS

dengan memasukkan variabel prediktor spesifik area tersebut ke dalam model yang telah diduga nilai-nilai parameternya melalui HB logit-normal.

Metode HB dipilih karena peneliti hendak menduga parameter-parameter dalam model dengan mempertimbangkan kelengkapan informasi prior tidak hanya berdasarkan data empiris, namun juga prior subjektif sebagai *hyperprior*. Di samping itu, alasan penggunaan HB adalah dikarenakan pendugaan proporsi rumah tangga dengan kepemilikan Kartu Miskin/SKTM pada level kelurahan melibatkan pemodelan yang tidak linier. Proses linierisasi pada kasus *small sample* akan menyebabkan tidak terpenuhinya asumsi *zero sampling error* pada pemodelan campuran yang melibatkan *sampling error (design-induced error)* tiap area kecil dan *model error* sehingga diperlukan metode yang mampu menangani *unmatched sampling dan linking models*. Satu-satunya metode yang dapat digunakan adalah pendekatan HB.

2. Metode

Model area kecil yang digunakan adalah *Basic Area Level Model (Type A)*, di mana menghubungkan estimasi langsung dari area kecil dengan data pendukung spesifik area. Penelitian ini menerapkan pemodelan HB Logit-Normal pada variabel respon biner yaitu status rumah tangga dengan atau tanpa kepemilikan Kartu Miskin/SKTM sehingga parameter yang diduga adalah proporsi rumah tangga penerima Kartu Miskin per desa di Kabupaten Sampang. Dalam pemodelan HB diperlukan juga variabel prediktor (X). Penentuan variabel prediktor didasarkan pada kajian teori dan literatur tentang kemiskinan area kecil. Berdasarkan kajian teori, diambil sejumlah 5 (lima) variabel prediktor yang diasumsikan mempengaruhi proporsi penerima SKTM, yaitu:

X_1 = Persentase keluarga pertanian (PKP)

X_2 = Persentase keluarga pengguna listrik PLN (PKPLN)

X_3 = Jumlah sekolah (TK, SD, SMP, SMA, PT) baik negeri maupun swasta (JS)

X_4 = Jumlah keluarga yang berlangganan telepon kabel (JTEL)

X_5 = Jumlah koperasi yang masih aktif beroperasi (JKOP)

Model HB dinyatakan sebagai berikut:

(i) Hirarki 1: $y_i | p_i \sim i.i.d \text{ Binomial } (n_i, p_i)$

(ii) Hirarki 2: $\xi_i = \text{logit}(p_i) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + v_i, v_i \stackrel{iid}{\sim} N(0, \sigma_v^2)$

Prior: $\boldsymbol{\beta}$ dan σ_v^2 adalah saling bebas (*mutually independent*) dengan prior atas koefisien regresi $\boldsymbol{\beta}$, $\boldsymbol{\beta} \sim N(0, \text{precision})$ dan prior varians *random effect area* adalah $\sigma_v^{-2} \sim G(0.0001, 0.0001)$

Dimana p_i adalah proporsi rumah tangga yang memiliki Kartu Miskin/SKTM di desa/kelurahan ke- i . Untuk $i = 1, \dots, 66$ dengan p_i diasumsikan memiliki model regresi logistik dengan efek acak area, dituliskan $\text{logit}(p_i) = \bar{\theta}_i = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + v_i$ dengan $v_i \sim \text{ind } N(0, \sigma_v^2)$. Vektor kovariat \mathbf{x}_i sebagai variabel prediktor sedangkan $p_i = y_i / n_i, i = 1, \dots, 66$.

Fungsi hubung logit normal digunakan karena hendak menduga proporsi sehingga sudah dapat dipastikan bahwa variabel respon mengikuti distribusi peluang binomial (variabel respon biner), yaitu kategori memiliki SKTM dan tidak memiliki SKTM. Di samping itu, pengaruh acak area menyebar menurut distribusi normal. Hal inilah yang mendasari pemakaian fungsi hubung Logit-Normal. Pemodelan Tipe A berbasis pada model Fay Herriot, yaitu:

$$\hat{\theta}_i = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + \mathbf{v}_i + \mathbf{e}_i, i = 1, \dots, m$$

di mana v_i adalah *random effects* yang berdistribusi normal dengan rata-rata = 0 dan varian = σ_v^2 yang dinotasikan sebagai $N(0, \sigma_v^2)$. Kemudian adalah area kecil (dalam hal ini desa/kelurahan) dan $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_k)^T$ adalah vektor koefisien regresi ($k \times 1$) di mana k adalah banyaknya variabel prediktor.

Persamaan Fay Herriot merupakan *mixed model* antara persamaan pada *sampling model* dan *linking model*. *Linking model* adalah $\theta_i = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} + \mathbf{v}_i$ dimana diasumsikan bahwa variabel prediktor memiliki hubungan yang linier dengan parameter yang dicari yaitu θ_i . Kemudian *sampling model* adalah $\hat{\theta}_i = f(\hat{Y}_i) = \theta_i + e_i$. Persamaan Fay Herriot merupakan *mixed model* di bawah asumsi linieritas antara θ_i dengan y_i dan asumsi bahwa $\hat{\theta}_i$ adalah *unbiased estimation* untuk θ_i ($E(e_i | \theta_i) = 0$). Dalam kasus pendugaan proporsi kepemilikan Kartu Miskin/SKTM, $\theta_i = p_i$. Sehingga θ_i memiliki hubungan yang non linier terhadap y_i . Linierisasi dilakukan dengan menggunakan fungsi hubung yaitu fungsi hubung logit. Proses linearisasi pada domain dengan sampel kecil ini (n_i dalam area kecil ke- i) mengakibatkan tidak terpenuhinya asumsi $E(e_i | \theta_i) = 0$. Sehingga menyebabkan perubahan pada bentuk *sampling model* menjadi $\hat{Y}_i = Y_i + e_i^*$. Hal ini mengakibatkan *sampling model* tidak lagi bisa dipasangkan dengan *linking model* menjadi *mixed model* seperti pada persamaan Fay Herriot. Menurut Rao(2003) pendekatan yang bisa digunakan untuk kasus *unmatched sampling* dan *linking model* ini adalah model HB.

Berikut adalah tahapan alur pendugaan parameter proporsi pada HB:

1. Mengambil nilai awal sembarang $p^{(0)}, \sigma_v^{2(0)}, y^{(0)}$
2. Membangkitkan $\beta^{(1)}$ dengan informasi $p^{(0)}, \sigma_v^{2(0)}, y^{(1)}$ dari $(\beta | p, \sigma_v^2, y) \sim N_p(\beta^*, \sigma_v^2 (\sum_{i=1}^m \sigma_v^2 (x_i x_i')^{-1}))$, informasi x merupakan gugus variabel prediktor.
3. Melakukan iterasi ke- k , dibangkitkan contoh acak $\beta^{(k)}$ dengan informasi $p^{(k-1)}, \sigma_v^{2(k-1)}, y^{(k)}$
4. Membangkitkan contoh acak $\sigma_v^{2(k)}$ dengan informasi $\beta^{(k)}, p^{(k-1)}, y^{(k)}$ dengan prior Gamma (0.0001, 0.0001).
5. Mengulangi sampai sejumlah D contoh acak/iterasi yang telah ditetapkan sampai rantai konvergen
6. Melakukan "burn in" dengan cara membuang d iterasi pertama untuk menghilangkan pengaruh nilai awal. Dalam penelitian ini digunakan "burn-in" sebesar 5000.
7. Mengecek kekonvergenan rantai Markov. Saat rantai konvergen, maka diperoleh nilai estimasi posterior.
8. Memperoleh nilai estimasi posterior p_i dan ragam dari p_i yaitu:

$$\hat{p}_i^{HB} \approx \frac{1}{D} \sum_{k=d+1}^{d+D} p_i^{(k)} \text{ dan } V(p_i | \hat{p}) \approx \frac{1}{D-1} \sum_{k=d+1}^{d+D} (p_i^{(k)} - \hat{p}_i^{HB})^2 \quad (1)$$

9. Selanjutnya melakukan evaluasi kelayakan model dengan cara menghitung nilai SBP, GBMC, dan RG.

$$SBP = \sqrt{\frac{1}{D-1} \sum_{k=d+1}^{d+D} (p_i^{(k)} - \hat{p}_i^{HB})^2} \quad (2)$$

Pendekatan Monte Carlo adalah tidak eksak sehingga untuk menghitung GBMC dilakukan dengan menduga ragam dari *asymptotic distribution* dari \bar{g}_n . Diketahui bahwa $g(\theta^1), \dots, g(\theta^n)$ membentuk sampel dari sebaran posterior $g(\theta)$. $\bar{g}_n = \sum_{j=1}^n g(\theta^j)$ dan $g = E[g(\theta)]$. Di bawah kondisi regular, pada saat $n \rightarrow \infty$, rantai Markov dan fungsi g berdasarkan dalil limit pusat (CLT) akan mencapai:

$$\sqrt{n}(\bar{g}_n - g) \xrightarrow{D} N(0, \sigma_g^2) \quad (3)$$

$$\text{Dimana } \sigma_g^2 = \text{var}[g(\theta)] + 2 \sum_{j \neq k=1}^n \text{cov}[g(\theta^j), g(\theta^k)]$$

$$\bar{g}_n \approx N(g, \sigma_g^2/n) \quad (4)$$

sehingga Galat Baku Monte Carlo (GBMC) adalah: $\sqrt{(\sigma_g^2/n)} = \sigma_g/\sqrt{n}$. Rasio Galat adalah (GBMC/SBP).

10. Menyimpan hasil estimasi parameter β dari model terbaik.
11. Membandingkan \hat{p}_i^{HB} dengan hasil estimasi langsung \hat{p}_i^{DE} untuk melihat *Design Effect* (DEFF).

$$p_i^{DE} = \frac{\sum_j y_{ij}}{n_i} = \frac{y_i}{n_i} \text{ dan } \hat{V}(p_i^{DE}) = \frac{pq}{n-1} \text{ dimana } q = 1 - p(5)$$

12. Melakukan estimasi proporsi untuk desa/kelurahan yang tidak terpilih sebagai sampel (nonsampel) dengan cara, memasukkan nilai x_i tiap desa/kelurahan nonsampel ke dalam model HB logit normal hasil model terbaik, yaitu: $\text{logit}(p_i) = \mathbf{x}_i^T \beta$

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta \cdot \mathbf{X}_i(6)$$

$$p_i = \text{logit}^{-1}(\beta \cdot \mathbf{X}_i) = \frac{1}{1 + e^{-\beta \cdot \mathbf{X}_i}} \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter β

Parameter	Estimate	Confidence Interval (CI)		median	burn in (d)	sample (D-d)
		2.5% (lower)	97.5% (upper)			
beta0	-3.4660	-5.2480	-1.8040	-3.4280	5000	53001
beta1	3.1810	1.4650	5.0850	3.1600	5000	53001
beta2	-0.0487	-1.7510	1.5660	-0.0426	5000	53001
beta3	-0.0101	-0.0491	0.0272	-0.0099	5000	53001
beta4	0.0270	-0.0002	0.0554	0.0269	5000	53001
beta5	0.0963	-0.2403	0.4434	0.0950	5000	53001

Sumber: Hasil Olah

Pemodelan dengan memasukkan semua variabel prediktor menghasilkan estimasi parameter model yang konvergen pada iterasi ke 53001 setelah dilakukan *burn in* sebesar 5000 iterasi pertama.

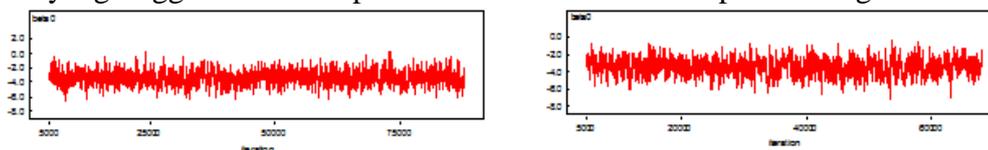
Tabel 2. Nilai SBP, GBMC, dan Rasio Galat Model

Parameter	Estimate	SBP	GBMC	GBMC/SBP
beta0	-3.4660	0.8830	0.0402	0.0455

beta1	3.1810	0.9266	0.0386	0.0417
beta2	-0.0487	0.8382	0.0298	0.0356
beta3	-0.0101	0.0192	0.0006	0.0305
beta4	0.0270	0.0141	0.0003	0.0236
beta5	0.0963	0.1732	0.0026	0.0149

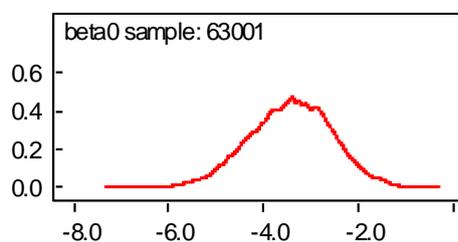
Sumber: Hasil Olah

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa seluruh parameter β hasil pendugaan menghasilkan nilai Rasio Galat (GBMC/SBP) yang lebih kecil dari 5% (Ntzoufras, 2009) sehingga dapat dikatakan bahwa $\hat{\beta}$ telah konvergen dan model memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Hasil ini diperoleh setelah rantai mencapai konvergensi.

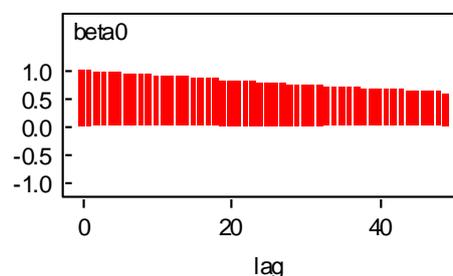


Gambar 1. Trace Plot

Trace plot menunjukkan bahwa sudah terjadi konvergensi setelah dilakukan burn in 5000 iterasi pertama. Hal ini terlihat dari tidak adanya fluktuasi yang ekstrem pada rantai. Diagnosis konvergensi juga dilakukan melalui density plot dan autocorrelation plot.



Gambar 2a. Kernel Density



Gambar 2b. Autocorrelation Plot

Plot Kernel Density menunjukkan bahwa hasil estimasi parameter pada posteriornya berdistribusi normal pada domain yang negatif, hal ini sejalan dengan nilai estimasi parameter $\hat{\beta}_0$ yang bertanda negatif. Sedangkan plot autokorelasi menunjukkan penurunan pada tiap lag hingga cenderung stabil pada lag 40. Kernel density yang smooth dan plot autokorelasi yang turun kemudian stabil pada lag 40 menunjukkan bahwa rantai telah konvergen.

Tabel 3. Hasil Perbandingan HB dengan Estimasi Langsung dan DEFF

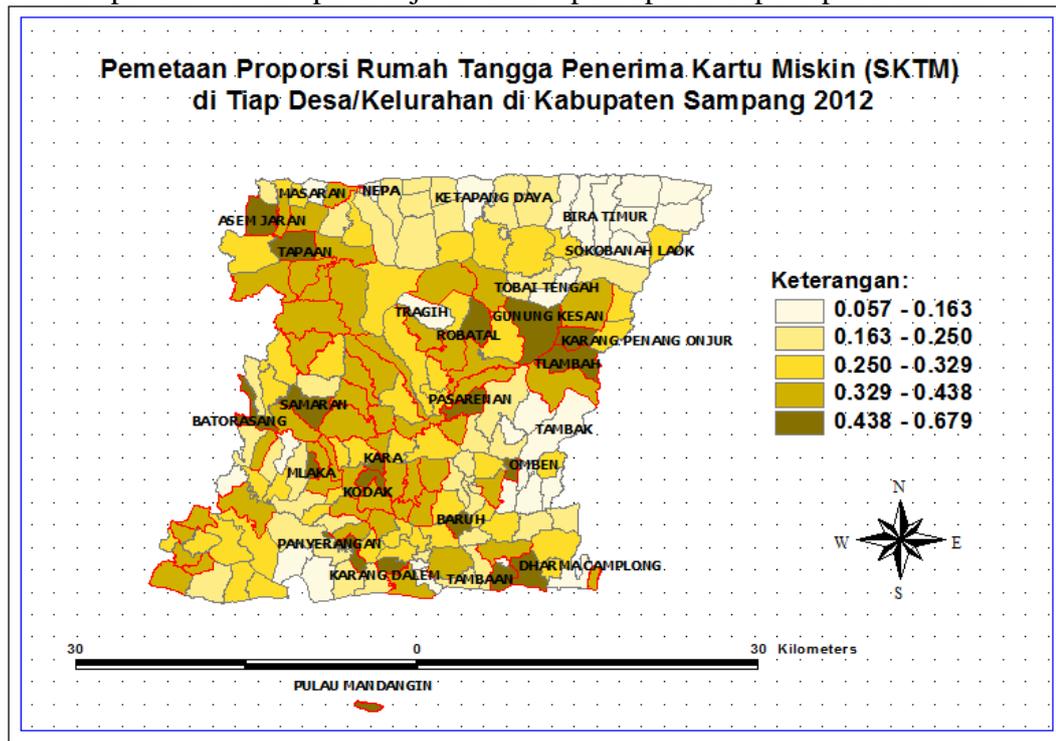
Kode Kelurahan	Nama Kelurahan	\hat{p}_i	Se	\hat{p}_{iHB}	Se_{HB}	DEFF
3	TAMAN SRESEH	0.3000	0.0233	0.2879	0.0072	0.3093
7	DULANG	0.4000	0.0267	0.3782	0.0054	0.2015
12	TORJUN	0.3000	0.0233	0.3368	0.0054	0.2305
15	KODAK	0.7778	0.0216	0.5603	0.0070	0.3238
16	KANJAR	0.6250	0.0335	0.4836	0.0064	0.1912
12	MADUPAT	0.2632	0.0108	0.2588	0.0051	0.4758

14	PLAMPAAN	0.0000	0.0000	0.1732	0.0081	
7	MADULANG	0.0000	0.0000	0.1056	0.0102	
8	KAMONDUNG	0.3333	0.0278	0.3280	0.0045	0.1635
9	BANJAR	0.3000	0.0233	0.3332	0.0077	0.3307
17	PASARENAN	0.6000	0.0267	0.5187	0.0098	0.3694
2	ASEM NONGGAL	0.5000	0.0278	0.3438	0.0077	0.2772
9	MLAKA	0.6316	0.0129	0.5324	0.0061	0.4714
11	KOTAH	0.0000	0.0000	0.1139	0.0088	
12	JRENGIK	0.1000	0.0100	0.1767	0.0058	0.5820
13	TAMAN JRENGIK	0.4000	0.0267	0.3448	0.0046	0.1727

Sumber: Hasil Olah

Keterangan: $DEFF = Se_{HB}/Se$

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa secara umum, nilai DEFF adalah kurang dari 1 (satu) sehingga dapat disimpulkan bahwa penduga HB lebih baik daripada penduga langsung. Pada beberapa desa/kelurahan sampel yang pada dugaan langsungnya menghasilkan proporsi sebesar 0, yang artinya tidak terdapat rumah tangga sampel yang memiliki Kartu Miskin, diperoleh hasil dugaan HB yang lebih baik. Misalnya, Desa Plampaan, pada pemodelan HB diperoleh dugaan proporsi sebesar 0,1732 padahal dugaan langsungnya sebesar 0. Hasil dugaan 0,1732 dipandang lebih masuk akal dikarenakan pertimbangan adanya rumah tangga di luar sampel yang memiliki Kartu Miskin. Hasil model terbaik kemudian digunakan untuk menghitung proporsi kepemilikan Kartu Miskin pada desa/kelurahan nonsampel. Selanjutnya, proporsi sampel dan nonsampel disajikan dalam peta spasial seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemetaan Proporsi Rumah Tangga Penerima Kartu Miskin (SKTM) Tiap Desa di Kabupaten Sampang.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa dari 14 kecamatan yang ada, kecamatan yang paling banyak desa miskin (banyak rumah tangga dengan kepemilikan Kartu Miskin/SKTM) adalah Kecamatan Karang Penang dan Kecamatan Banyuates. Sedangkan kecamatan dengan desa miskin paling sedikit adalah Kecamatan Sokobanah, Kecamatan Omben, Kecamatan Pangarengan, dan Kecamatan Ketapang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemodelan HB SAE untuk menduga proporsi kepemilikan Kartu Miskin/SKTM di Kabupaten Sampang memberikan hasil yang bagus pada model dengan prior *random effect* Gamma dengan melibatkan lima variabel prediktor yaitu X_1 = Persentase keluarga pertanian (PKP), X_2 = Persentase keluarga pengguna listrik PLN (PKPLN), X_3 = Jumlah sekolah (TK, SD, SMP, SMA, PT) baik negeri maupun swasta (JS), X_4 = Jumlah keluarga yang berlangganan telepon kabel (JTEL), dan X_5 = Jumlah koperasi yang masih aktif beroperasi (JKOP).
2. HB SAE secara umum memberikan efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan pendugaan langsung. Hal ini tercermin pada nilai DEFF yang kurang dari 1 (satu).
3. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa dari 14 kecamatan yang ada, kecamatan yang paling banyak desa miskin (banyak rumah tangga dengan kepemilikan Kartu Miskin/SKTM) adalah Kecamatan Karang Penang dan Kecamatan Banyuates. Sedangkan kecamatan dengan desa miskin paling sedikit adalah Kecamatan Sokobanah, Kecamatan Omben, Kecamatan Pangarengan, dan Kecamatan Ketapang.
4. Pemetaan memperlihatkan estimasi proporsi kepemilikan Kartu Miskin (SKTM) pada seluruh desa/ kelurahan di Kabupaten Sampang. Gradasi warna kuning yang semakin gelap menunjukkan proporsi yang lebih besar. Sebaliknya, gradasi yang semakin terang menunjukkan proporsi yang lebih kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Abadi, Slamet. (2011). *Pendugaan Statistik Area Kecil Menggunakan Model Beta-Binomial*. [Tesis]. Bogor: FMIPA IPB.
- [2] Apriyanto, Imam. (2011). *Pendugaan Area Kecil dengan Transformasi pada Pendugaan Proporsi Keluarga Miskin di Kabupaten Jember*. [Skripsi]. Bogor: FMIPA IPB.
- [3] Badan Pusat Statistik [BPS]. (2012). *Data dan Informasi Kemiskinan Tahun 2012 Buku 2: Kabupaten*. Jakarta: BPS.
- [4] _____. (2012). *Hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Jakarta: BPS Jawa Timur.
- [5] BPS-JICA. (2007). *Penggunaan, Analisis, dan Aplikasi Statistik Area Kecil* [Makalah Seminar]. 7 Maret 2007. BPS-JICA.
- [6] Browne, W. J. dan Draper, D. (2005). *A comparison of Bayesian and likelihood-based methods for fitting multilevel models*. *Bayesian Analysis* 1, No.3: 473-514.
- [7] Dewi, Losita. (2006). *Penerapan Metode Empirical Bayes pada Model Small Area Estimation dalam Pendugaan Pengeluaran Perkapita di Kota Bogor*. [Skripsi]. Bogor: FMIPA IPB.

- [8] Elazar, Daniel, Lewis Conn. (2004). *Small Area Estimation of Disability in Australia*. Australia: Australian Bureau of Statistics (ABS).
- [9] Farrell PJ, B. MacGibbon, dan T.J. Tomberlin. (1997). *Empirical Bayes Small Area Estimation Using Logistic Regression Models and Summary Statistics*. *Journal of Business and Economic Statistics* 15: 101-103.
- [10] Fay RE, R.A. Herriot. (1979). *Estimates of Income for Small Places: An Application of James-Stein Procedures to Census Data*. *Journal of The American Statistical Association* 74: 269-277.
- [11] Gelfand AE, A.F.M. Smith. (1990). *Sampling-Based Approaches to Calculating Marginal Densities*. *Journal of The American Statistical Association* 85: 398-409.
- [12] Gelman, Andrew. (2006). *Prior Distributions for Variance Parameters in Hierarchical Models*. *Bayesian Analysis* 1 No. 3: 515-534.
- [13] Ghosh, Malay dan J.N.K. Rao. (1994). *Small Area Estimation: An Appraisal*. *Statistical Science* 9: 55-93.
- [14] Ghosh, Malay dan Tapabrata Maiti. (1999). *Adjusted Bayes Estimators with Applications to Small Area Estimation*. *Sankhya: The Indian Journal of Statistics, Special Issue on Sample Surveys* 61: 71-90, Series B, Pt. 1.
- [15] Hajarisman, Nusar. (2013). *Pemodelan Area Kecil untuk Menduga Angka Kematian Bayi Melalui Pendekatan Model Regresi Poisson Bayes Berhierarchy Dua-Level*. [Disertasi]. Bogor: FMIPA IPB.
- [16] Hidayati, Nurul. (2013). *Aplikasi Metode Molina dan Rao pada Pendugaan Ukuran Kemiskinan Moneter di Kabupaten dan Kota Malang*. [Tesis]. Bogor: FMIPA IPB.
- [17] Indahwati dan Khairil A. Notodiputro. (2006). *Effect of Inconsistency of Sampling Design to Reliability of Small Area Estimates*. IPB: Departemen Statistika, FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- [18] Institut Pertanian Bogor [IPB]. (2005). *Pendekatan General Linear Mixed Model pada Small Area Estimation*. *Forum Statistika dan Komputasi* 10 No.2: 12-16. Jakarta: IPB.
- [19] Jiang, Jiming dan Partha Lahiri. (2006). *Mixed Model Prediction and Small Area Estimation*. *Sociedad de Estadística e Investigación Operativa* 15 No. 1: 1-96.
- [20] Kurnia, Anang. (2009). *Prediksi Terbaik Empirik untuk Model Transformasi Logaritma di Dalam Pendugaan Area Kecil dengan Penerapan Pada Data Susenas*. [Disertasi]. Bogor: FMIPA IPB.
- [21] Notodiputro, Khairil A. dan Anang Kurnia. (2005). *Pendekatan General Linear Mixed Model pada Small Area Estimation*. *Forum Statistika dan Komputasi* 10 No. 2: 12-16, Oktober 2005.
- [22] Notodiputro KA *et al.* (2006). *Pengembangan Metode Pendugaan Area Kecil dan Penerapannya pada Data BPS*. *Laporan Penelitian Hibah Penelitian Tim Pascasarjana-HPTP IPB Angkatan IV Tahun I*. IPB: Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Institut Pertanian Bogor.
- [23] Ntzoufras, Ioannis. (2009). *Bayesian Modeling Using WinBUGS*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- [24] Rao JNK. (2003). *Small Area Estimation*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

PENDEKATAN ANALISIS BILOT DAN SWOT UNTUK MENGANALISIS DAYA SAING EKONOMI INDONESIA MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN

Iqbal Hanif¹

¹Alumni Statistika Institut Pertanian Bogor e-mail:

iqbal.hanif.ipb@gmail.com

Abstract. The enactment of ASEAN Economic Community (AEC) at the end of 2015 has forced all countries in the Association of South East Asian Nations (ASEAN) including Indonesia to rush preparing their economy to face ASEAN single market competition. This study is aimed at analyzing the Indonesian economic competitiveness to face AEC using statistic data of these countries in 2013, recapitulated in 2014 and published in www.asean.org in 2015. Analysis techniques used in this study were „Biplot“ and SWOT (Strength-Weaknesses-Opportunities-and-Threats) analyses. In this analysis ASEAN countries were divided into 4 groups. Indonesia, included in the third group, has the same characteristics with Malaysia and Thailand. In SWOT matrices, the fact shows that Indonesia as the biggest country in ASEAN with the largest population, the largest national territory, and the highest foreign investment has potential to go through AEC, but if these are not managed optimally, they will be the weaknesses and Singapore, Malaysia and Thailand are ready to invade Indonesian market (The biggest ASEAN market) in terms of their export commodities.

Keywords: AEC, Biplot, Indonesia, SWOT

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Pembentukan komunitas Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) yang disepakati pada KTT ASEAN ke-9 di Bali tahun 2003 mulai diberlakukan akhir tahun 2015 yang lalu. Deklarasi Komunitas Ekonomi ASEAN bertujuan untuk membentuk ASEAN sebagai pasar tunggal dan basis produksi yang menggerakkan para pelaku usaha, suatu kawasan dengan pembangunan ekonomi yang merata, kawasan ekonomi yang berdaya saing tinggi serta kawasan yang terintegrasi penuh dengan ekonomi global (Tedjasukmana 2014). Terbentuknya MEA menuntut semua negara anggota ASEAN untuk bersiap menghadapi pasar tunggal ASEAN yang ditandai dengan kebebasan arus barang, jasa, investasi dan pekerja terampil antar negara ASEAN (Fadli 2014). Intinya, seluruh pelaku ekonomi di Indonesia harus siap bersaing dengan pelaku ekonomi di negara ASEAN lainnya. Akibatnya, saat ini MEA menjadi „trending topic“ dalam berbagai diskusi. Hal ini dikarenakan aspek ekonomi merupakan aspek yang sangat sensitif, karena menyangkut hajat hidup masyarakat luas di suatu negara.

MEA bagaikan dua sisi mata uang yang sama bagi Indonesia. Jika ditanggapi dengan tepat, MEA bisa menjadi peluang bagi pelaku ekonomi untuk melakukan ekspansi bisnis, yang secara tidak langsung juga memperkuat perekonomian Indonesia.

Jika tidak, justru pasar Indonesia-lah yang akan menghadapi gempuran produk impor dari negeri tetangga, membebani para pelaku usaha lokal yang belum tentu mampu menghadapi persaingan domestik, apalagi bersaing dengan produk asing. Untuk itu, perlu dikaji bagaimana kondisi ekonomi Indonesia untuk menyusun strategi ekonomi yang tepat dalam menghadapi MEA.

Tujuan

Tujuan studi ini adalah untuk menganalisis daya saing perekonomian Indonesia dalam menghadapi MEA dengan menggunakan analisis biplot, serta penyusunan strategi melalui analisis SWOT (*Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats*).

2. Data dan Metode

Data

Data yang digunakan adalah data statistik negara-negara ASEAN pada tahun 2013 hasil rekapitulasi tahun 2014 dan dipublikasikan tahun 2015. Data tersebut meliputi data total populasi, luas wilayah negara, *Gross Domestic Product* (GDP) per kapita, *Net Foreign Direct Investment* (FDI) Intra-ASEAN, *Trade in Goods* Intra-ASEAN baik ekspor (TIGX) maupun impor (TIGM), *Trade in Services* Intra-ASEAN baik ekspor (TISX) maupun impor (TISM), dan *Tourist Arrivals* (TA) Intra-ASEAN. Data diakses dari *website* ASEAN (<http://www.asean.org/resource/statistics/asean-statistics>). Rincian data dapat dilihat pada *lampiran 1*.

Metode

Secara garis besar, penelitian ini menggunakan dua metode analisis, yaitu analisis biplot dan analisis SWOT (*Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats*). Menurut Jolliffe (2002), analisis biplot adalah teknik statistika deskriptif yang disajikan secara visual guna menyajikan secara simultan n objek amatan dan p peubah dalam ruang bidang berdimensi dua, sehingga ciri-ciri peubah dan objek amatan serta posisi relatif antara objek amatan dengan peubah dapat dianalisis. Analisis biplot didasarkan pada teknik *Singular Value Decomposition* (SVD). Misalkan \mathbf{X} adalah matriks data berisikan n objek amatan dan p peubah, maka dengan teknik tersebut dapat dituliskan menjadi:

$$\mathbf{X} = \mathbf{U} \mathbf{L} \mathbf{A}'$$

dimana \mathbf{L} adalah matriks diagonal berdimensi $r \times r$ dengan unsur diagonalnya adalah akar kuadrat akar ciri dari matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ (λ_i), \mathbf{A} merupakan matriks berdimensi $p \times r$ yang tersusun dari vektor ciri yang berpadanan dengan akar ciri λ_i (a_i) dan \mathbf{U} adalah matriks berdimensi $n \times r$ yang tersusun dari vektor-vektor hasil persamaan berikut:

$$U_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \times a_i$$

Setelah dilakukan penguraian dengan teknik SVD, matriks \mathbf{X} dapat difaktorkan dalam bentuk:

$$\mathbf{X} = \mathbf{U} \mathbf{L}^\alpha \mathbf{L}^{1-\alpha} \mathbf{A}' = \mathbf{G} \mathbf{H}'$$

Dimana matriks $\mathbf{G} = \mathbf{U} \mathbf{L}^\alpha$ memiliki dimensi $n \times r$, matriks $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha} \mathbf{A}'$ memiliki dimensi $r \times p$, dan α adalah bilangan sembarang yang terletak diantara 0 dan 1 ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Gabriel (dalam Matjik dan Sumertajaya, 2011) menyatakan bahwa himpunan data pada matriks \mathbf{X} yang terdiri dari n objek amatan dan p peubah dapat tereduksi menjadi himpunan data yang terdiri dari n objek dan m unsur pertama, dan $m=2$ disebut sebagai biplot. Unsur matriks \mathbf{X} tereduksi dapat dinyatakan sebagai:

$$x_{ij}^* = g_i^* h_k^*$$

dimana x_{ij}^* adalah unsur pendekatan matriks \mathbf{X} pada dimensi dua, sedangkan g_i^* dan h_k^* masing-masing mengandung dua unsur pertama dari vektor baris g_i' pada matriks \mathbf{G} dan vektor kolom h_j pada matriks \mathbf{H} . Besar keragaman yang mampu diterangkan oleh biplot dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\rho^2 = \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{\sum \lambda}$$

dengan λ_1 adalah nilai akar ciri terbesar pertama pada matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$, λ_2 adalah nilai akar ciri terbesar kedua pada matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$, dan \sum) merupakan penjumlahan semua nilai akar ciri pada matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$.

Sartono dkk. (dalam Matjik dan Sumertajaya, 2011) berpendapat bahwa ada 4 hal penting yang bisa didapatkan dari tampilan biplot:

1. Kedekatan anatar objek yang diamati, dimana dua objek yang memiliki karakteristik yang sama akan digambarkan sebagai dua titik yang berdekatan
2. Keragaman peubah, dimana peubah yang memiliki keragaman yang kecil digambarkan sebagai vektor pendek sedangkan peubah yang memiliki keragaman yang besar digambarkan sebagai vektor panjang.
3. Korelasi antar peubah, dimana dua peubah yang memiliki korelasi positif digambarkan sebagai dua buah garis dengan arah yang sama atau membentuk sudut yang sempit. Sebaliknya, dua peubah yang memiliki korelasi negatif digambarkan dengan arah yang berlawanan atau membentuk sudut lebar (tumpul). Jika dua peubah tidak berkorelasi, maka digambarkan dalam bentuk dua garis dengan sudut mendekati 90° .
4. Nilai peubah suatu objek, dimana objek yang terletak searah dengan arah vektor peubah dikatakan bahwa objek tersebut mempunyai nilai di atas rata-rata. Sebaliknya jika objek terletak berlawanan arah dari vektor peubah tersebut, maka objek tersebut memiliki nilai di bawah rata-rata.

Analisis SWOT (*Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats*) adalah analisis yang didasarkan pada matriks SWOT, yaitu sebuah alat pencocokan yang membantu para manajer untuk mengembangkan empat jenis strategi (David dan David, 2015).

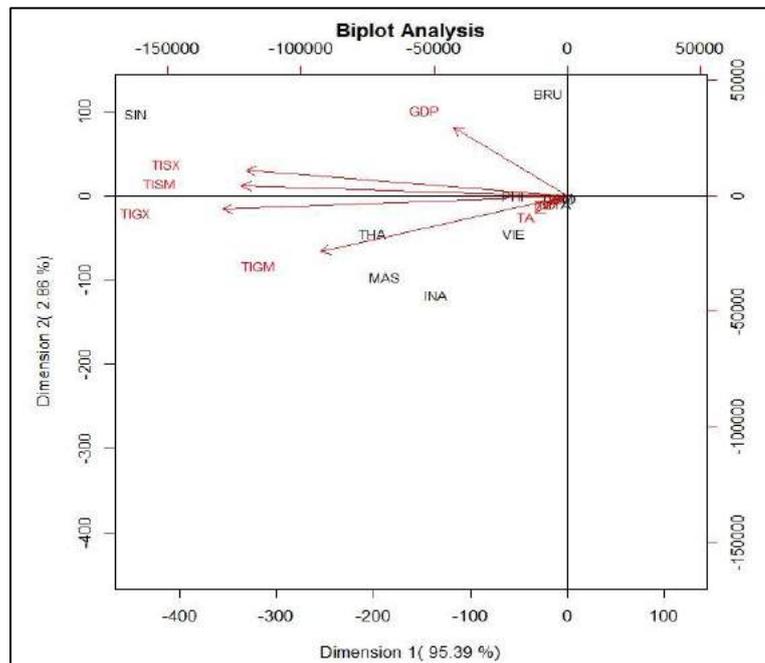
1. Strategi SO (*Strength-Opportunities*), yaitu memanfaatkan kekuatan internal untuk menarik keuntungan dan peluang dari eksternal.
2. Strategi WO (*Weaknesses-Opportunities*), yaitu memperbaiki kelemahan internal dengan cara mengambil keuntungan dari peluang eksternal.
3. Strategi ST (*Strength-Threats*), yaitu menggunakan kekuatan internal untuk menghindari atau mengurangi dampak ancaman eksternal.
4. Strategi WT (*Weaknesses-Threats*), yaitu taktik defensif yang diarahkan untuk mengurangi kelemahan internal serta menghindari ancaman eksternal.

Disamping metode analisis biplot dan SWOT, juga digunakan metode statistika deskriptif. Peubah-peubah yang digunakan dalam analisis biplot adalah GDP, FDI TIGX, TIGM, TISX, TISM, dan TA, sedangkan peubah jumlah populasi dan luas wilayah negara akan ditampilkan menggunakan statistika deskriptif. Semua hasil analisis tersebut akan digunakan untuk menyusun matriks SWOT. Analisis biplot dilakukan dengan menggunakan *software* R dan ketetapan $\alpha=0.5$, dengan rincian sintaks yang digunakan dapat dilihat pada *lampiran 2*.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Biplot

Hasil analisis biplot dapat dilihat pada Gambar 1. Total keragaman yang mampu dijelaskan oleh biplot adalah sebesar 98,25 %. Dimensi pertama mampu menjelaskan keragaman data sebesar 95,39%, sedangkan dimensi kedua hanya sebesar 2,86%.



Gambar 1 Hasil analisis biplot

Keterangan Peubah:

GDP : <i>Gross Domestic Product</i> per kapita	TSIX : <i>Trade in Service</i> Intra-ASEAN (ekspor)
FDI : <i>Foreign Direct Investment</i> Intra-ASEAN	TSIM : <i>Trade in Service</i> Intra-ASEAN (impor)
TGIX : <i>Trade in Good</i> Intra-ASEAN (ekspor)	TA : <i>Tourist Arrivals</i> Intra-ASEAN
TIGM : <i>Trade in Good</i> Intra-ASEAN (impor)	

Keterangan Objek:

BRU : Brunei Darussalam	MYA : Myanmar
CAM : Kamboja	PHI : Filipina
INA : Indonesia	SIN : Singapura
LAO : Laos	THA : Thailand
MAS : Malaysia	VIE : Vietnam

Dari segi keeratan hubungan antar peubah (korelasi), hubungan antara peubah TISX, TIGM, dan TISM adalah korelasi positif yang cukup besar, terlihat dari masing-masing vektor ketiga peubah tersebut membentuk sudut lancip. Hal yang sama juga berlaku antara peubah TIGM, FDI, dan TA, tetapi ketiga peubah tersebut memiliki korelasi yang cukup kecil terhadap peubah GDP karena membentuk sudut hampir mendekati 90° . Dari segi keragaman yang dimiliki setiap peubah, peubah TISX, TISM, TIGX, dan TIGM memiliki keragaman yang cukup besar, dibuktikan dengan panjangnya vektor yang dimiliki oleh peubah tersebut dalam grafik biplot. Sedangkan peubah GDP, FDI, dan TA memiliki keragaman yang lebih kecil karena memiliki panjang vektor yang lebih pendek, bahkan peubah FDI dan TA memiliki panjang vektor yang sangat pendek mendekati titik koordinat (0,0), menandakan ragam dari kedua peubah tersebut sangatlah kecil.

Berdasarkan kedekatan posisi antara objek dan posisi objek terhadap arah vektor setiap peubah pada grafik biplot, objek amatan dibagi ke dalam empat kelompok:

1. Kelompok pertama terdiri dari CAM, LAO, MYA, PHI, VIE. Karakteristik kelompok ini adalah memiliki nilai dibawah rata-rata di semua peubah. Hal ini terlihat dari posisi objek yang berlawanan arah dengan semua vektor peubah, bahkan beberapa diantaranya (CAM, LAO dan MYA) memiliki posisi mendekati koordinat (0,0), yang artinya memiliki nilai yang sangat kecil hampir di semua peubah¹. Bisa dikatakan bahwa negara-negara dalam kelompok ini termasuk kategori negara miskin, karena memiliki nilai transaksi ekonomi intra-ASEAN, investasi-ASEAN, dan GDP per

kapita yang sangat kecil, kecuali VIE dan PHI yang mampu memiliki nilai yang sedikit lebih baik namun masih di bawah rata-rata.

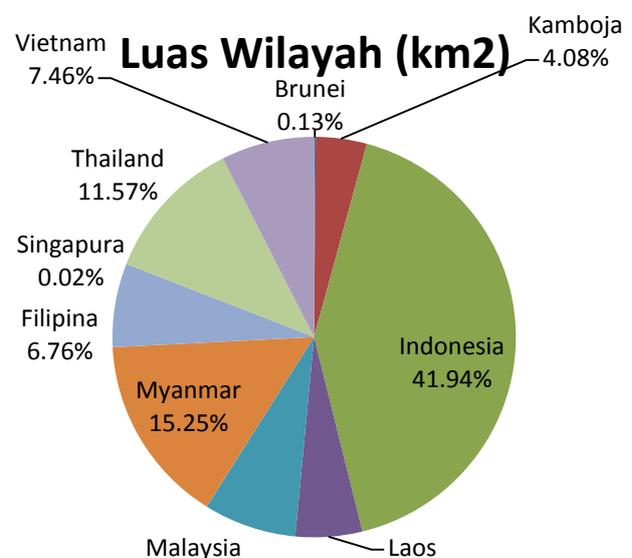
2. Kelompok kedua terdiri dari BRU. Karakteristik kelompok ini adalah memiliki nilai dibawah rata-rata di semua peubah, kecuali GDP. Hal ini terlihat dari posisi objek yang mendekati arah vektor peubah GDP. Meskipun memiliki nilai transaksi ekonomi intra-ASEAN, investasi intra-ASEAN, dan jumlah kedatangan turis intraASEAN dibawah rata-rata, BRU memiliki nilai GDP/kapita yang cukup tinggi, yang kemungkinan besar dihasilkan dari perdagangan diluar ASEAN.
3. Kelompok tiga terdiri dari INA, MAS, dan THA. Karakteristik kelompok ini adalah memiliki nilai diatas rata-rata¹ hampir di semua peubah, kecuali GDP. Hal ini terlihat dari posisi objek yang searah/mendekati arah vektor semua peubah kecuali peubah GDP. Objek MAS memiliki nilai TA paling besar dibandingkan objek lainnya, sedangkan INA memiliki nilai FDI paling besar dibandingkan objek lainnya. Bisa dikatakan bahwa negara dalam kelompok ini adalah negara berkembang dan mengungguli negara-negara yang berada dalam kelompok 1 dan 2.
4. Kelompok empat terdiri dari SIN. Karakteristik kelompok ini adalah memiliki nilai diatas rata-rata untuk semua peubah, bahkan jauh mengungguli objek-objek lainnya di beberapa peubah (kecuali peubah TA dan FDI). Hal ini terlihat dari posisi objek yang jauh terpisah dengan objek-objek lainnya namun posisinya tetap mendekati arah vektor peubah, kecuali peubah TA dan FDI. Bisa dikatakan bahwa kelompok ini adalah kelompok negara maju yang jauh mengungguli negara ASEAN lainnya.

Hasil pengelompokan di atas menunjukkan bahwa Indonesia berada di kelompok 3. Walaupun demikian, Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan dua negara tersebut dari segi GDP/kapita, transaksi ekonomi intra-ASEAN, dan jumlah turis Intra-ASEAN.

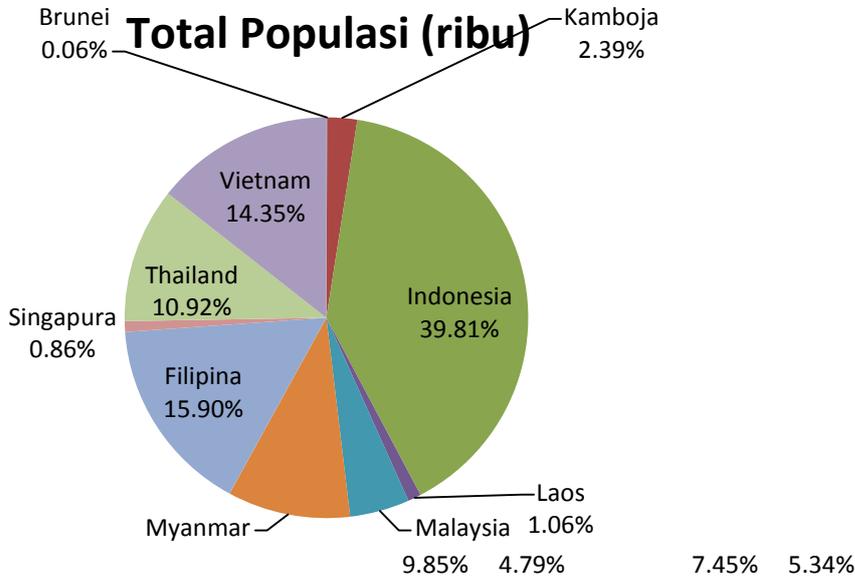
Statistika Deskriptif (Untuk peubah jumlah populasi dan luas wilayah negara)

Metode statistika deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan dua peubah yang tidak dimasukkan ke dalam analisis biplot. Teknik visualisasi yang digunakan adalah diagram lingkaran yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Note: ¹kecuali LAO memiliki nilai peubah TA mendekati rata-rata



¹ kecuali INA memiliki nilai TISX sedikit dibawah rata-rata



Gambar 2. Diagram Lingkaran Jumlah Populasi dan Luas Wilayah

Pada Gambar 2, terlihat bahwa Indonesia sangat dominan dengan menguasai hampir separuh total populasi dan luas wilayah ASEAN. Negara-negara ASEAN lainnya memiliki total populasi dan luas wilayah yang cukup merata, kecuali Kamboja yang memiliki total populasi dan luas wilayah dibawah 5% dari total seluruh negara ASEAN, serta Singapura dan Brunei Darussalam yang bahkan memiliki total populasi dan luas wilayah tidak sampai 1% dari total seluruh negara ASEAN.

Hasil Analisis SWOT

Hasil analisis SWOT disajikan dalam tabel 1. Dari hasil analisis tersebut, disusun 4 jenis strategi bagi Indonesia dalam menghadapi MEA.

1. Strategi SO

- a. Menarik investor asing, terutama negara tetangga yang memiliki pendapatan lebih besar (O3, S1, S2). Negara ASEAN seperti Brunei Darussalam dan Singapura memiliki pendapatan per kapita yang sangat besar, namun memiliki luas wilayah yang sangat kecil. Akibatnya, negara tersebut tentu memiliki pertimbangan untuk berinvestasi di luar negeri demi menambah pemasukan/devisa. Indonesia dengan luas wilayahnya yang sangat luas, sumber daya alamnya yang kaya, serta sumber daya manusianya yang banyak, bisa menjadi pilihan yang menarik bagi investor di negara-negara kaya tersebut untuk berinvestasi.
- b. Memanfaatkan dana investasi dan sumber daya sebaik-baiknya untuk meningkatkan nilai ekspor (O1, S3). *Net-Foreign Direct Investment* yang tinggi bisa menjadi modal bagi Indonesia untuk memacu pertumbuhan ekonomi. Dana investasi, beserta sumber pendanaan lainnya, akan mampu mendorong geliat ekonomi nasional, tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan domestik, tetapi juga meningkatkan ekspor nasional. Komoditas ekspor yang diproduksi disesuaikan dengan kebutuhan impor negara-negara ASEAN lainnya, mengingat ketergantungan negara ASEAN lainnya terhadap impor masih tinggi.

Tabel 1. Tabel matriks SWOT (*Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats*)

Internal Eksternal	Kekuatan (<i>Strength-S</i>) 1. Memiliki jumlah populasi paling banyak se-ASEAN. 2. Memiliki luas wilayah paling luas se-ASEAN. 3. Memiliki <i>Net-FDI</i> paling tinggi di ASEAN.	Kelemahan (<i>Weaknesses-W</i>) 1. Nilai GDP/kapita rendah. 2. Nilai ekspor masih kalah dibanding negara pesaing (kelompok 1 dan 2). 3. Ketergantungan impor tinggi. 4. Jumlah ke datang turis yang masih sedikit.
Peluang (<i>Opportunities-O</i>) 1. Besarnya kebutuhan impor negara-negara pesaing (kelompok 3 dan 4). 2. Sekitar 376 juta penduduk ASEAN (60.2 %) merupakan penduduk di luar Indonesia. 3. Negara dengan pendapatan per kapita tinggi (kelompok 2 dan 4) memiliki luas wilayah yang kecil.	Strategi SO 1. Menarik investor asing terutama negara tetangga yang memiliki pendapatan lebih besar (O3, S1, S2). 2. Memanfaatkan dana investasi dan sumber daya sebaik-baiknya untuk meningkatkan nilai ekspor (O1, S3).	Strategi WO 1. Membangun infrastruktur penunjang dan meningkatkan promosi pariwisata demi menarik kedatangan turis asing (O2, W1, W2, W4). 2. Memanfaatkan sumber daya untuk memproduksi komoditas ekspor sesuai kebutuhan impor negara tetangga (O1, W1, W2).
Ancaman (<i>Threats-T</i>) 1. Negara pesaing (kelompok 2 dan 1) memiliki nilai ekspor yang lebih tinggi. 2. Indonesia merupakan pasar terbesar ASEAN.	Strategi ST Memanfaatkan sumber daya yang ada untuk bersaing dalam meningkatkan ekspor, baik dari segi kualitas maupun kuantitas (T1, S1, S2, S3)	Strategi WT Melakukan kebijakan proteksi, terutama usaha UMKM dari gempuran komoditas impor (T1, T2, W3)

2. Strategi WO

- a. Membangun infrastruktur penunjang dan meningkatkan promosi pariwisata demi menarik kedatangan turis asing (O2, W1, W2, W4). Wilayah Indonesia yang luas dan kaya keanekaragaman hayati memiliki potensi wisata yang jauh lebih besar dibanding negara ASEAN. Perlu dilakukan promosi wisata Indonesia di negara-negara ASEAN yang berpotensi menjadi penyumbang wisatawan, serta pembangunan infrastruktur yang mempermudah wisatawan untuk berkunjung. Dengan begitu, jumlah wisatawan akan meningkat, yang secara tidak langsung juga memberi sumbangsih terhadap ekonomi Indonesia, seperti meningkatkan TISX (jasa penerbangan, telekomunikasi, dll.) serta meningkatkan pendapatan masyarakat di sekitar daerah wisata (meningkatkan GDP per kapita).
- b. Memanfaatkan sumber daya untuk memproduksi komoditas ekspor sesuai kebutuhan impor negara tetangga (O1, W1, W2). Seperti yang telah dibahas sebelumnya pada poin 1b, kebutuhan impor negara-negara ASEAN yang begitu tinggi bisa menjadi celah bagi pelaku ekonomi Indonesia untuk melakukan ekspansi bisnis atau meningkatkan eksportnya.

3. Strategi ST

Memanfaatkan sumber daya yang ada untuk bersaing dalam meningkatkan ekspor, baik dari segi kualitas maupun kuantitas (T1, S1, S2, S3). MEA membuka kesempatan bagi seluruh pelaku ekonomi di negara anggota ASEAN untuk bersaing secara terbuka di pasar tunggal ASEAN. Untuk itu, pemerintah berkoordinasi dengan pelaku ekonomi harus mampu melihat celah agar bisa meningkatkan ekspor sembari memperkuat pasar domestik dari gempuran komoditas impor dari negara tetangga. Tidak hanya kuantitas, kualitas juga perlu ditingkatkan agar preferensi konsumen terhadap produk Indonesia meningkat dibanding produk negara lain yang sejenis.

4. Strategi WT

Melakukan kebijakan proteksi pasar domestik, terutama usaha UMKM dari gempuran komoditas impor (T1, T2, W3). Jumlah populasi Indonesia mewakili 39.81% jumlah penduduk negara-negara ASEAN, tentu menjadi sasaran empuk bagi negara tetangga untuk melakukan ekspansi bisnis, terutama negara yang sudah berpengalaman dalam mengeksport komoditasnya (memiliki nilai ekspor tinggi). Pemerintah harus bertindak untuk melindungi Usaha Kecil dan Menengah (UMKM) agar tidak “tergilas” dengan komoditas impor dengan kualitas yang lebih baik. Di samping proteksi, diperlukan pembinaan kepada UMKM tersebut agar mampu berkembang dan menjadi pelaku bisnis yang kelak akan memiliki daya saing tinggi dan siap menghadapi MEA.

4. Kesimpulan

Hasil analisis biplot membagi negara-negara ASEAN menjadi 4 kelompok. Bersama Thailand dan Malaysia, Indonesia tergolong dalam kelompok 3, yaitu negara ASEAN yang tergolong “sedikit lebih maju” dibanding negara ASEAN lainnya kecuali Singapura. Meskipun berada dalam kelompok yang sama, Indonesia masih kalah bersaing dengan Malaysia dan Thailand dalam hal GDP per kapita, transaksi perdagangan intra-ASEAN, dan jumlah kedatangan turis intra-ASEAN. Potensi yang dimiliki Indonesia adalah wilayah negara yang luas, jumlah populasi yang banyak, serta besarnya dana investasi asing intra-ASEAN yang masuk ke Indonesia. Matriks SWOT dibentuk untuk mengidentifikasi 4 jenis strategi untuk memanfaatkan potensi dan peluang demi membenahi kelemahan dan menghadapi ancaman yang akan dihadapi Indonesia dalam MEA.

Daftar Pustaka

- [1] David, F. R. dan David, F. R. (2015). *Strategic Management: Concept and Cases Fifteenth Edition*, Pearson, Essex.
 - [2] Fadli, M. Optimalisasi Kebijakan Ketanagakerjaan dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN 2015, *Jurnal Rechts Vinding* 2014; 3; 281-296.
 - [3] Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis Second Edition*, SpringerVerlag, New York.
 - [4] Matjik, A.A. dan Sumertajaya, I.M. (2011). *Sidik Peubah Ganda: dengan Menggunakan SAS*, IPB Press, Bogor.
 - [5] Tedjasuksmana, B. Potret UMKM Indonesia Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN 2015, *The 7th NCFB and Doctoral Colloquium* 2014; 189-202.
- Tedjasuksmana, B. Potret UMKM Indonesia Menghadapi Masyarakat

Lampiran 1. Data populasi, luas wilayah, GDP/kapita, FID Intra-ASEAN, transaksi perdagangan Intra-ASEAN, dan kedatangan turis IntraASEAN

Negara	Total Populasi (ribu)	Total Wilayah Negara (km2)	Gross Domestic Product/Capita (US \$)	Foreign Direct Investment Net Inflows Intra-ASEAN (juta US \$)	Trade in Goods IntraASEAN (juta US \$)		Trade in Service IntraASEAN (juta US \$)		Tourism Arrivals (ribu)
					Ekspor	Impor	Ekspor	Impor	
Brunei Darussalam	406.20	5,769	39,678.70	-72.6	2,644.30	1,843.60	1,133.70	1,680.10	122.7
Kamboja	14962.60	181,035.00	1,036.70	298.8	1,300.90	2,818.20	3,178.20	1,849.20	1,831.50
Indonesia	248818.10	1,860,360.00	3,459.80	8,721.10	40,630.80	54,031.00	22,514.00	35,015.90	3,516.10
Laos	6644.00	236,800.00	1,547.70	104.06	1,234.30	2,495.00	781.2	533.8	3,041.20
Malaysia	29948.00	330,290.00	10,420.50	2,187.50	63,981.60	55,050.60	40,131.40	45,413.00	19,105.90
Myanmar	61568.00	676,577.00	887.80	1,186.80	5,624.90	4,244.00	1,965.70	1,451.00	218.7
Filipina	99384.50	300,000.00	2,706.90	-41.7	8,614.90	14,171.40	22,643.00	16,214.10	422.10
Singapura	5399.20	716.00	55,182.50	5,706.20	128,787.00	77,885.30	130,102.10	129,325.70	6,114.70
Thailand	68251.00	513,120.00	5,678.70	1,256.80	59,320.50	44,348.10	58,994.00	55,264.00	7,410.40
Vietnam	89708.90	330,951.00	1,908.60	2,078.60	18,178.90	21,353.00	10,451.20	11,850.00	1,440.30

Lampiran 2. Sintaks software R yang digunakan dalam analisis biplot.

```
#pembuatan matriks data
ASEANm<-matrix(c(GDP_Capita, Net_FID, TIG_Export, TIG_Import, TIS_Export,
                 TIS_Import, Tourist),10,7)

#pembuatan label untuk biplot
xlabs<-c("BRU","CAM","INA", "LAO", "MAS", "MYA", "PHI","SIN", "THA","VIE") ylabs<-
c("GDP", "FID", "TIGX", "TIGM", "TISX", "TISM", "TA")

#proses metode SVD (Single Value Decomposition)
y<-svd(ASEANm) U<-
y$u
L<-diag(y$d)
A<-y$v

#proses faktorisasi matriks X menjadi matriks G dan H dengan alpha = 0.5
G<-U%*%sqrt(L)
H<-t(Ht)
G<-U%*%sqrt(L)
Ht<-L%*%t(A)
H<-t(Ht)
G2<-G[,1:2]
H2<-H[,1:2]

#perhitungan besar keragaman yang mampu dijelaskan oleh biplot
cek<-eigen(t(ASEANm)%*%ASEANm)$values
dim1<-sum(cek[1])/sum(cek)*100 dim2<-
sum(cek[2])/sum(cek)*100
dim1+dim2

#pembuatan label "keragaman yang mampu dijelaskan" untuk biplot
xlab<-paste("Dimension 1(",round(dim1,2),"%") ylab<-
paste("Dimension 2(",round(dim2,2),"%")

#pembuatan biplot (diimport ke format png)
png(file="biplot.png",width=800,height=750,res=100)
biplot(G2,H2, xlabs=xlabs, ylabs=ylabs, cex=0.8, main="Biplot Analysis", xlab=xlab,
       ylab=ylabel)
abline(h=0)
abline(v=0)
```

MODEL LOG-LINEAR PADA FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BERHENTI STUDI MAHASISWA

Lely Kurnia

Abstract. This research studies the association between variables that become characteristics or factors affecting durability for students to continue their studies. In this study, the data used are the characteristics of students in the form of data counting and categories so that statistical methods used was loglinear. The results of loglinear analysis, major at secondary schools, Grade Point Average (GPA) at the first semester and the status study of student shows that there is an influence of these variables and their interactions are two levels of interaction. Variables significant of them are majoring in secondary schools, GPA at the first semester and the status study of student, while the interaction between variables was interaction major at the secondary schools and the GPA at the first semester, the interaction of the majors and the status of a student's study, interaction GPA at the first semester and the status study of student. .

Keywords : loglinear models, status study of student.

1. Pendahuluan

Peningkatan kualitas lulusan diperguruan tinggi sangat bergantung pada tiga faktor utama yaitu input (calon mahasiswa), proses pendidikan dan kompetensi lulusan. Ketiga hal tersebut menjadi sasaran utama dalam peningkatan mutu lulusan pada STAIN Batusangkar. Pada dasarnya perguruan tinggi berusaha semaksimal mungkin untuk meningkatkan lulusannya baik secara kualitas maupun secara kuantitas. Secara kuantitas maksudnya jumlah mahasiswa yang masuk atau terdaftar sama dengan jumlah mahasiswa yang lulus, berarti tidak ada yang *drop out* maupun mengundurkan diri. Secara kualitas, diharapkan mahasiswa lulus dengan Indeks Prestasi kumulatif yang maksimal dan lulus tepat waktu.

Tingginya tingkat keberhasilan dan rendahnya tingkat kegagalan mahasiswa dapat mencerminkan kualitas dari suatu Perguruan Tinggi. Mahasiswa yang berhenti merupakan salah satu cerminan dari tingkat kegagalan suatu perguruan tinggi khususnya program studi. Mahasiswa yang berhenti studi menjadi masalah tersendiri baik bagi program studi maupun bagi perguruan tinggi, karena ini akan memberikan dampak negatif terhadap kualitas suatu program studi. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian terhadap faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi berhentinya studi mahasiswa sehingga dapat dijadikan informasi yang bermanfaat bagi keberhasilan pendidikan.

Penelitian ini merupakan kelanjutan penelitian sebelumnya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi berhentinya studi mahasiswa, hasil penelitian menunjukkan jurusan pada sekolah menengah dan Indeks Prestasi pada semester pertama (Lely, 2013) terbukti secara signifikan berpengaruh terhadap daya tahan kelanjutan studi mahasiswa.

Dari penjelasan diatas, hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut dari hasil penelitian tersebut adalah bagaimana asosiasi antara faktor-faktor yang mempengaruhi daya tahan kelanjutan studi mahasiswa. Secara umum data mengenai faktor yang mempengaruhi kelanjutan studi mahasiswa merupakan data cacah yang dapat disajikan dalam bentuk tabel kontingensi.

Salah satu metode statistik yang dapat menjelaskan asosiasi antara beberapa peubah pada data kategorik dengan bentuk data cacahan adalah analisis loglinear. Analisis loglinear merupakan metode statistik yang dapat diterapkan pada kasus-kasus data kualitatif untuk mengetahui resiko atau pengaruh dari setiap kategori suatu peubah terhadap peubah lainnya

Tujuan penelitian ini adalah (1) Menyusun model loglinear yang paling sederhana dan dapat menggambarkan asosiasi antar peubah-peubah yang signifikan mempengaruhi keberlanjutan studi mahasiswa. (2) Analisis residual pada model loglinear yang terbentuk untuk uji kebaikan model.

Model Loglinear untuk Tabel Kontingensi

Model loglinear merupakan salah satu kasus khusus dari model linear umum untuk data terdistribusi Poisson (Agresti 1991). Model ini mempelajari hubungan antara multivariabel yang mempunyai skala pengukuran nominal yang membentuk tabel kontingensi multidimensional. Model loglinear ini menyatakan probabilitas sel dari tabel kontingensi multidimensional dalam bentuk efek utama dan efek interaksi, peubah kategori dianalisis dengan mengambil logaritma natural dari frekuensi sel dalam tabel kontingensi.

Model Loglinear untuk Tabel Kontingensi Dua Arah

Misalkan terdapat dua peubah A dan B dengan $P(A=i)$ dan $P(B=j)$ masing-masing adalah peluang peubah pada taraf (kategori) ke-i dan peubah pada taraf (kategori) ke-j. Dengan asumsi peubah A dan peubah B adalah saling bebas dan ukuran contohnya tetap.

Distribusi bersama dari dua peubah, misalkan jika π_{ij} adalah peluang amatan pada peubah kategori ke-i dan peubah kategori ke-j, maka peluang suatu pengamatan akan jatuh pada sel ke- ij sebagai berikut (Payne 1977):

$$P(A = i) \cdot P(B = j) = \pi_{ij} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, I \text{ dan } j = 1, 2, \dots, J$$

$$\text{dengan } \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \pi_{ij} = 1 \quad \text{dan } \pi_{ij} > 0$$

Untuk menguji kebebasan kedua peubah digunakan hipotesis berikut :

$$H_0 : \pi_{ij} = \pi_{i.} \cdot \pi_{.j}, \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

$$H_1 : \text{minimal } \exists \pi_{ij} \neq \pi_{i.} \cdot \pi_{.j}, \text{ untuk semua } i \text{ dan } j$$

Distribusi marjinal dari setiap peubah, misalkan $\pi_{i.}$ adalah peluang peubah baris jatuh pada nilai ke-i dan $\pi_{.j}$ adalah peluang peubah kolom jatuh pada nilai ke-j sehingga $\pi_{i.}$ peluang marjinal baris ke-i dan $\pi_{.j}$ peluang marjinal baris ke-j.

$$\pi_{i.} = \Pr\{A = i\} \text{ dan } \pi_{.j} = \Pr\{B = j\}$$

$$\sum_{i=1}^I \pi_{i.} = \sum_{j=1}^J \pi_{.j} = 1$$

Misalkan f_{ij} adalah frekuensi sel pada kategori ke-i untuk peubah A dan kategori ke-j untuk peubah B. Dalam kondisi hipotesis benar, nilai harapan f_{ij} (dinotasikan dengan m_{ij}) adalah :

$$E(f_{ij}) = m_{ij} = n \cdot \pi_{ij} = n \cdot \pi_{i.} \cdot \pi_{.j}$$

Pendugaan $\pi_{i.}$ dan $\pi_{.j}$ dengan menggunakan teknik kemungkinan maksimum, yaitu :

$$\pi_{i.} = \frac{f_{i.}}{n} \text{ untuk semua } i$$

$$\pi_{.j} = \frac{f_{.j}}{n} \text{ untuk semua } j$$

$$\text{Dimana } f_{i.} = \sum_j f_{ij} = \text{total marjinal peubah A}$$

$$f_{.j} = \sum_j f_{ij} = \text{total marginal peubah B}$$

maka :

$$\hat{m}_{ij} = \frac{f_{i.} \cdot f_{.j}}{n} \quad (1)$$

Model loglinear dibentuk dengan melogaritmakan frekuensi harapan tiap sel (persamaan1)

$$\log m_{ij} = \log f_{i.} + \log f_{.j} - \log n \quad (2)$$

Payne (1977) menunjukkan bahwa persamaan ini dapat di formulasikan kembali dengan model loglinear yang analog dengan notasi sidik ragam :

$$\log m_{ij} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} \quad (3)$$

dengan :

$$\mu = \frac{1}{(IJ)} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \log m_{ij}$$

$$\mu_{1(i)} = \left(\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \log m_{ij} \right) - \mu \quad \text{dan} \quad \mu_{2(j)} = \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \log m_{ij} \right) - \mu$$

Persamaan 3 merupakan model loglinear untuk kondisi H_0 benar yaitu peubah A dan B saling bebas. Apabila peubah A dan peubah B tidak saling bebas, (persamaan 3) dapat diperluas dengan menambahkan interaksi antar peubah, sehingga diperoleh model loglinear secara umum yaitu :

$$\log m_{ij} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} + \mu_{12(ij)} \quad (4)$$

dengan $\mu_{12(ij)} = \log m_{ij} - \mu - \mu_{1(i)} - \mu_{2(j)}$

Parameter μ adalah nilai tengah umum logaritma frekuensi harapan, sedangkan $\mu_{1(i)}$ dan $\mu_{2(j)}$ adalah pengaruh utama logaritma frekuensi kategori ke-i dari peubah A dan kategori ke-j dari peubah B. $\mu_{12(ij)}$ adalah pengaruh dua arah (interaksi) antara kategori ke-i peubah A dan kategori ke-j peubah B. Pengaruh utama menggambarkan simpangan terhadap nilai tengah umum, dan pengaruh interaksi menggambarkan simpangan terhadap $\mu, \mu_{1(i)}, \text{ dan } \mu_{2(j)}$, terdapat kendala berikut :

$$\sum_{i=1}^I \mu_{1(i)} = \sum_{j=1}^J \mu_{2(j)} = 0$$

Hipotesis nol untuk uji kebebasan kedua peubah adalah

$$H_0 : m_{ij} = (m_{i.} \cdot m_{.j})/n \quad \text{atau} \quad H_0 : \mu_{12(ij)} = 0$$

Model Loglinear Untuk Tabel Kontingensi Tiga Arah

Misalkan peluang suatu peubah A pada kategori ke-i, peubah B pada kategori ke-j dan peubah C pada kategori ke-k adalah :

$$P(A = i) \cdot P(B = j) \cdot P(C = k) = \pi_{ijk}$$

$$\text{dengan} \quad \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \pi_{ijk} = 1$$

Nilai harapan peubah acak f_{ijk} adalah m_{ijk} :

$$E(f_{ijk}) = m_{ijk} = n \cdot \pi_{ijk}$$

Model loglinear penuh untuk tabel kontingensi tiga arah $i \times j \times k$ adalah :

$$\log m_{ijk} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} + \mu_{3(k)} + \mu_{12(ij)} + \mu_{13(ik)} + \mu_{23(jk)} + \mu_{123(ijk)} \quad (5)$$

dengan kendala : $\sum_{i=1}^I \mu_{1(i)} = \sum_{j=1}^J \mu_{2(j)} = \dots = \sum_{k=1}^K \mu_{123(ijk)} = 0$

dengan

$$\mu_{1(i)} = \frac{1}{JK} \sum_j \sum_k \log m_{ijk} - \mu$$

$$\begin{aligned} \mu_{12(ij)} &= \frac{1}{K} \sum_k \log m_{ijk} - \frac{1}{JK} \sum_j \sum_k \log m_{ijk} - \frac{1}{IK} \sum_i \sum_k \log m_{ijk} + \mu \\ \mu_{123(ijk)} &= m_{ijk} - \frac{1}{K} \sum_k \log m_{ijk} - \frac{1}{J} \sum_j \log m_{ijk} - \\ &\frac{1}{I} \sum_i \log m_{ijk} + \frac{1}{JK} \sum_j \sum_k \log m_{ijk} \\ &+ \frac{1}{IK} \sum_i \sum_k \log m_{ijk} + \frac{1}{IJ} \sum_i \sum_j \log m_{ijk} - \mu \\ \text{dan } \mu &= \frac{1}{IJK} \sum_i \sum_j \sum_k \log m_{ijk} \end{aligned}$$

Analisis Residual

Analisis residual menunjukkan kesesuaian sel frekuensi observasi dan sel frekuensi harapan. Dari analisis ini dapat diketahui sel yang menjadi pencilan dimana model *parsimonious* tidak memenuhi kesesuaian model. Pada model yang baik, idealnya sisaan harus kecil (Agresti 2007). Nilai pencilan dari model dapat dideteksi dengan menganalisis sisaan baku. Sisaan baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$z_{ijkl} = \frac{(x_{ijkl} - m_{ijkl})}{\sqrt{m_{ijkl}}}$$

$i = 1, 2, \dots, I$
 $j = 1, 2, \dots, J$
 $k = 1, 2, \dots, K$
 $l = 1, 2, \dots, L$

Dimana m_{ijkl} adalah nilai harapan sel ke- $ijkl$

x_{ijkl} adalah nilai pengamatan sel ke- $ijkl$

2. Metode

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang diperoleh dari hasil rekap data mahasiswa Tadris matematika yang berhenti studi oleh bagian Akademik Kemahasiswaan dan Program Studi. Berhenti studi dalam hal ini didefinisikan sesuai dengan peraturan akademik STAIN Batusangkar Pasal 34 mengenai evaluasi kelangsungan studi dan pengunduran diri atas inisiatif sendiri. Data yang digunakan adalah seluruh mahasiswa program studi Tadris Matematika yang terdaftar dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2012.

Metode Analisis

Berdasarkan tujuan penelitian pada bab pendahuluan, maka tahapan analisis data serta metode yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

1. Menyeleksi/ *screening* data
2. Eksplorasi data

Eksplorasi data yang dilakukan yaitu membuat tabel kontingensi tiga arah yang masing-masing menggambarkan peubah-peubah yang signifikan mempengaruhi keberlanjutan studi mahasiswa dengan kategori pada masing-masing :

- a. Jurusan Sekolah menengah

Peubah jurusan pada sekolah menengah terdiri dari 5 kategori diantaranya IPA, IPS, Bahasa, Perkantoran, Administrasi dan Keagamaan, kemudian dengan menggabungkan beberapa kategori diperoleh tiga kategori yaitu IPA, IPS dan kejuruan (DLL) yang termasuk disini adalah Bahasa, Administrasi, Perkantoran, Keagamaan.

- b. Indeks Prestasi Semester I

Peubah Indeks Prestasi semester I dikategorikan menjadi tiga kategori yaitu : IP < 2, IP 2.00-3.00, dan IP >3.00 .

- c. Peubah status studi mahasiswa
Peubah status studi mahasiswa yaitu bertahan dan Drop out. Dalam hal ini DO diartikan sebagai mahasiswa yang terkena sanksi akademik maupun mahasiswa yang mengundurkan diri atas kemauan sendiri atau pindah program studi.
3. Membuat deskripsi umum mengenai karakteristik mahasiswa berdasarkan peubah yang diamati
4. Menyusun model loglinear dan uji kesesuaian model.
Persamaan loglinear model penuh :
$$\log m_{ij} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} + \mu_{3(k)} + \mu_{12(ij)} + \mu_{13(ik)} + \mu_{23(jk)} + \mu_{123(ijk)}$$
5. Analisis lanjut untuk melihat interaksi antar peubah baik interaksi tingkat dua, tiga dan membentuk model loglinear yang paling sederhana dengan prosedur *backward elimination*.
6. Analisis residual pada model loglinear yang terbentuk untuk melihat kebaikan model.

Tahapan analisis penelitian ini akan dianalisis dengan bantuan *software statistic SPSS* versi 19.0

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Mahasiswa Berdasarkan Peubah Penjelas

Data mahasiswa yang diamati pada penelitian ini adalah semua mahasiswa Program Studi Tadris Matematika yang terdaftar angkatan 2008/2009 dan 2011/2012 seluruhnya berjumlah 279 mahasiswa, namun data yang memenuhi syarat kelengkapan data hanya 260 mahasiswa.

Dari Gambar 1 diketahui persentase terbesar mahasiswa yang DO/ mengundurkan diri pada prodi tadris Matematika adalah mahasiswa angkatan 2009/2010 yaitu sebesar 21.79% dari jumlah mahasiswa pada angkatan tersebut. Dilanjutkan mahasiswa angkatan 2008/2009 sebesar 19.05%. Mahasiswa angkatan 2010/2011 sebanyak 17.65% dan angkatan 2011/2012 sebesar 4.05%.



Gambar 1. Persentase mahasiswa DO/ mengundurkan diri berdasarkan angkatan

Tabel 1. Deskripsi mahasiswa berdasarkan peubah penjelas.

Peubah	Kategori peubah	Bertahan	DO/ mengundurkan diri	% DO	Total
Jurusan pada Sekolah Menengah	IPA	162	17	9	179
	IPS	34	16	32	50
	DLL	21	10	32	31
Total		217	43		260

IP Semester 1	< 2.00	6	24	80	30
	2.00 - 3.00	92	15	14	107
	> 3.00	119	4	3	123
	Total	217	43		260

Dari Tabel 1 dapat diketahui persentase mahasiswa tadrir matematika DO/ mengundurkan diri terbesar merupakan mahasiswa dengan kategori jurusan “dan lain-lain” (DLL) dan jurusan IPS pada sekolah menengah yaitu masing-masing sebesar 32%, jurusan ini merupakan jurusan pada sekolah menengah kejuruan seperti jurusan akuntansi, teknik mesin, elektro dan lain-lain.

Tabel 2. Sebaran mahasiswa DO/ mengundurkan diri berdasarkan waktu (dalam satuan semester)

Waktu sampai berhenti studi (dalam satuan semester)	DO/ mengundurkan diri
2	15
3	13
4	10
5	3
6	2
Total	43

Pada Tabel 2 diketahui bahwa persentase mahasiswa DO/ mengundurkan diri yaitu pada semester II yaitu sebesar 39.4%. Hal ini didukung oleh cukup banyaknya mahasiswa yang memperoleh IP rendah pada semester pertama. Sekitar 27.9% dari total mahasiswa yang DO/ mengundurkan diri berasal dari mahasiswa semester II dengan IP semester I < 2.00.

B. Hasil Analisis Loglinear

Analisis loglinear dilakukan pada peubah-peubah yang berpengaruh terhadap daya tahan mahasiswa melanjutkan studi berdasarkan klasifikasi silang tiga peubah yang diamati yaitu jurusan pada sekolah menengah, indeks prestasi semester pertama dan status studi mahasiswa dengan ukuran 3x3x2. Tabel kontingensi tiga arah untuk model ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel kontingensi tiga arah antara jurusan, IP semester I dan status studi mahasiswa

Jurusan pada sekolah menengah	Indeks Prestasi semester I	Status studi Mahasiswa	
		bertahan	DO/ mengundurkan diri
IPA	< 2.00	4	10
	2.00 - 3.00	54	5
	> 3.00	104	2
IPS	< 2.00	2	9
	2.00 - 3.00	22	6
	> 3.00	10	1

	< 2.00	1	4
DLL	2.00 - 3.00	15	5
	> 3.00	5	1

Berdasarkan Tabel 3 akan dilakukan analisis loglinear yang melibatkan ketiga peubah diatas. Dengan model loglinear yang diperoleh dapat dilihat pengaruh masing-masing peubah dan pengaruh dari interaksi antar peubah. Model loglinear yang digunakan adalah model loglinear penuh sampai didapatkan model loglinear yang paling sederhana.

Loglinear Model Penuh

Model penuh didapatkan dengan memasukkan semua kemungkinan pengaruh yang terjadi, pengaruh satu arah masing-masing peubah, pengaruh interaksi dua arah, interaksi tiga arah. Jika peubah Jurusan pada sekolah menengah (1), Indeks Prestasi semester I (2), status study mahasiswa (3) maka persamaan model loglinear penuh dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\log m_{ijk} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} + \mu_{3(k)} + \mu_{12(ij)} + \mu_{13(ik)} + \mu_{23(jk)} + \mu_{123(ijk)}$$

Banyaknya kombinasi yang mungkin dari model loglinear dengan tiga peubah adalah tujuh kombinasi ditambah konstanta terdiri dari tiga pengaruh utama, tiga kombinasi pengaruh interaksi dua arah, satu kombinasi pengaruh interaksi tiga arah. Kombinasi pengaruh peubah ini dapat dilihat dari asosiasi dan interaksi parsial antar peubah seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Asosiasi parsial dan interaksi peubah yang mempengaruhi daya tahan mahasiswa melanjutkan studi

Partial Associations				
Effect	Df	Partial Chi-Square	Sig.	Number of Iterations
Jurusan*IP	4	23.593	.000	2
Jurusan*Status	2	7.029	.030	2
IP*Status	2	62.917	.000	2
Jurusan	2	140.918	.000	2
IP	2	67.579	.000	2
Status	1	127.221	.000	2

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa semua peubah yang diamati dan interaksi peubah-peubah tersebut signifikan berdasarkan nilai Khi-kuadrat parsial pada taraf $\alpha = 0.05$.

Loglinear Parsimonious Models

Untuk mendapatkan model yang terbaik, peubah-peubah dan interaksi yang tidak signifikan akan direduksi dengan menggunakan prosedur *backward elimination*. Prosedur ini digunakan untuk mencari model loglinear yang paling sederhana yang dapat menjelaskan asosiasi dan interaksi antar peubah.

Prosedur *backward elimination* menyaring semua model yang mungkin dalam loglinear hirarkis untuk menghasilkan model yang paling sederhana (*parsimonious models*). Algoritma *backward elimination* berhenti ketika pengaruh signifikansi yang di

hapus adalah nyata. Hasil akhir dari prosedur *backward elimination* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil akhir dari prosedur *backward elimination*

Convergence Information^a	
<i>Generating Class</i>	Jurusan*IP, Jurusan*Status, IP*Status

Jika peubah jurusan pada sekolah menengah (1), Indeks prestasi semester I (2), status studi mahasiswa (3) maka dari prosedur *backward elimination* ini diperoleh model loglinear yaitu :

$$\ln m_{ijk} = \mu + \mu_{1(i)} + \mu_{2(j)} + \mu_{3(k)} + \mu_{12(ij)} + \mu_{13(ik)} + \mu_{23(jk)}$$

Model yang diperoleh dari prosedur *backward elimination* ini adalah model yang paling sederhana (*parsimonious models*) yang dapat menjelaskan frekuensi sel harapan. $\mu_{1(i)}$, $\mu_{2(j)}$, $\mu_{3(k)}$ masing-masing adalah pengaruh utama logaritma frekuensi kategori ke- i peubah 1, kategori ke- j peubah 2, dan kategori ke- k peubah 3. $\mu_{12(ij)}$ adalah pengaruh dua arah antara kategori ke- i peubah 1 dan kategori ke- j peubah 2, $\mu_{13(ik)}$ adalah pengaruh dua arah antara kategori ke- i peubah 1 dan kategori ke- k peubah 3, $\mu_{23(jk)}$ adalah pengaruh dua arah antara kategori ke- j peubah 2 dan kategori ke- k peubah 3. Dengan kata lain $\mu_{12(ij)}$, $\mu_{23(jk)}$ dan $\mu_{13(ik)}$ menunjukkan adanya asosiasi atau hubungan antara jurusan pada sekolah menengah dengan indeks prestasi pada semester pertama dan asosiasi antara indeks prestasi pada semester pertama dengan status studi mahasiswa serta adanya asosiasi indeks prestasi pada semester pertama dengan status studi mahasiswa.

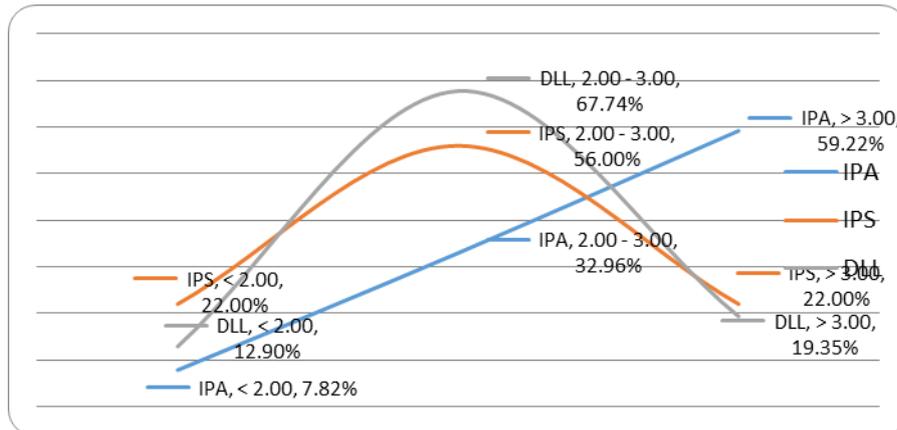
Dengan menggunakan analisis loglinear dapat diketahui efek asosiasi antar peubah dengan dikontrol oleh peubah lain, asosiasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Selanjutnya akan dibandingkan asosiasi peubah dengan kontrol peubah lain dan asosiasi peubah secara bebas. Tabel 6 merupakan asosiasi dua peubah secara bebas atau tanpa kontrol peubah lain. Dari nilai-p yang diperoleh pada Tabel 6 diketahui bahwa secara umum asosiasi yang terjadi antar peubah dengan dikontrol oleh peubah lain lebih signifikan daripada asosiasi peubah secara bebas kecuali asosiasi peubah IP semester I dan status studi mahasiswa. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan hasil *Chi-square* pada Tabel 6 dan Tabel 4.

Tabel 6 Uji asosiasi dua peubah secara bebas

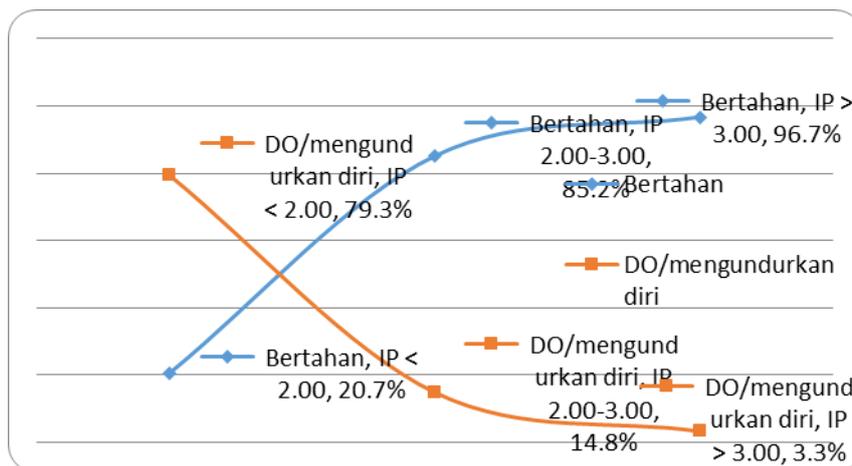
Effect	df	Chi-square	p value
Jurusan * status studi	2	20.639	.000*
IP semester I * status studi	2	58.747	.000*
Jurusan * IP semester I	4	20.210	.000*

*Nyata pada $\alpha = 5\%$

Gambar 2 dan 3 merupakan asosiasi dua arah tanpa peubah kontrol. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa mahasiswa dengan latar belakang jurusan IPA pada sekolah menengah sebagian besar (59.2%) memperoleh IP semester pertama lebih besar dari 3, dan yang memperoleh IP < 2.00 hanya 7.82%. Sedangkan untuk mahasiswa dengan latar belakang jurusan IPS dan kejuruan memiliki pola IP semester pertama yang hampir mirip, yaitu sebagian besar berada pada rentangan IP 2.00-3.00. Untuk asosiasi peubah jurusan dengan status studi mahasiswa dapat dilihat secara visual pada Gambar 3.



Gambar 2. Asosiasi peubah Jurusan pada sekolah menengah dan IP semester I



Gambar 3. Asosiasi peubah IP semester I dan status studi mahasiswa

Uji Kebaikan Model

Dengan menggunakan model yang paling sederhana (*parsimonious models*) diharapkan frekuensi harapan mendekati frekuensi sel data yang sebenarnya. Untuk menguji kesesuaian nilai frekuensi harapan sel dengan nilai frekuensi pengamatan pada model loglinear sederhana ini digunakan statistik uji nisbah kemungkinan (*likelihood Ratio Test Statistic*) seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Uji kebaikan model Loglinear

	Chi-Square	df	p value
Likelihood Ratio	21.367	16	.165
Pearson	21.163	16	.172

Dari Tabel 7 diperoleh nilai *likelihood ratio* sebesar 21.367 dan uji *pearson* sebesar 21.163 dengan nilai signifikan masing-masingnya 0.165 dan 0.172. Pada taraf $\alpha = 5\%$ dapat dikatakan tidak cukup bukti untuk menolak H_0 atau dengan kata lain model yang diperoleh dari prosedur eliminasi *backward elimination* memenuhi kriteria uji kesesuaian model.

Analisis Residual

Kebaikan model yang diperoleh juga dapat dilihat dengan analisis terhadap sisaan (Tabachnick dan Fidell, 1996). Sisaan dibentuk berdasarkan model loglinear yang diperoleh dari prosedur *backward elimination*. Dari tabel *Cell Count and Residuals* pada output program dapat dilihat bahwa sisaan yang diperoleh tidak begitu besar. nilai pencilan dari model dapat diketahui dengan menganalisis sisaan baku sebagaimana

terlihat dari plot sisaan pada Gambar 4. Sebaran sisaan baku pada Gambar 4 memperlihatkan rentang yang cukup kecil yaitu $-1.96 < \text{std. residual} < 1.96$ dan terlihat tidak ada nilai ekstrim. Hal ini mengindikasikan model yang diperoleh memiliki kesesuaian yang tinggi.



Gambar 4 Plot sisaan baku terhadap frekuensi observasi

5. Kesimpulan

Berdasarkan kajian pada uraian sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan hasil analisis loglinear terhadap peubah jurusan pada sekolah menengah, indeks prestasi semester pertama dan status studi mahasiswa bahwa terdapat pengaruh utama dari peubah tersebut dan interaksi tingkat dua.

Interaksi antar peubah yang signifikan adalah Jurusan pada sekolah menengah dan indeks prestasi pada semester I, Jurusan pada sekolah menengah dan status studi mahasiswa, dan interaksi indeks prestasi semester I dan status studi mahasiswa.

Pada penelitian ini, data yang diolah untuk mendapatkan informasi hanya berupa data sekunder. Hal ini disebabkan keterbatasan waktu dan dana, disarankan pada penelitian berikutnya untuk menambah atau memanfaatkan data primer misalnya berupa wawancara atau angket yang diambil langsung dari mahasiswa yang DO/ mengundurkan diri untuk melihat deskriptif mahasiswa yang telah DO/ mengundurkan diri. Sehingga kesimpulan dari penelitian lebih akurat dan tajam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti A. 2007. *Categorical data Analysis*, Ed ke-2. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Freeman DH. 1979. *Applied Categorical Data Analysis*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- O'Muircheartaigh AC, Payne C. 1977. *The Analysis of Survey Data Vol. 2*. Toronto John Wiley & Sons:
- Tabachnick BG and LS Fidell. 1996. *Using Multivariat Statistic*. Ed. ke-3. New York USA: Harper Collins.
- Kurnia, Lely (2010). *Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Mahasiswa Berhenti Studi pada Program Studi Tadris Matematika STAIN Batusangkar*. (Penelitian tidak dipublikasikan). P3M STAIN Batusangkar.

THE IMPACT OF EDUCATION, SCREENING AND TREATMENT PROGRAM ON THE HIV TRANSMISSION DYNAMICS

Marsudi¹

¹Jurusan Matematika Universitas Brawijaya
e-mail: marsudi61@ub.ac.id

Abstract. This paper examines the impact of HIV education program in individuals who are vulnerable, screening HIV-infected individuals who do not know that they are infected and treatment in individuals infected with HIV in the dynamics of the spread of HIV. The third program is a control strategy and we consider it as a case of constant control in a nonlinear mathematics model. The effective reproduction number of the normalised model system was obtained by using the next generation operator method and then analyzed four state in population for evaluating the impact of education, screening and treatment program on the spread of HIV infection in the population. From the sensitivity analysis and numerical simulations indicate that by increasing the rate of effectiveness parameters of education, screening rate and the rate of treatment will reduce the spread of HIV infection. A combination of education, screening and treatment program is more efficient than the combination of education and screening program. A combination of education and screening program more efficient than screening and treatment programs. Screening and treatment program more efficiently than with any screening program.

Keywords: *Human Immunodeficiency Virus (HIV), effective reproduction number, sensitivity analysis*

1. Pendahuluan

Infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) merupakan salah satu masalah kesehatan yang menimbulkan dampak yang sangat luas dan sampai saat ini belum ditemukan vaksin. HIV adalah virus yang menyerang dan menghancurkan sistem kekebalan dalam tubuh manusia. AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) merupakan kondisi pada pengidap HIV yang mengalami sakit serius karena sistem kekebalan tubuhnya tidak dapat lagi berfungsi secara efektif melawan penyakit. Penderita AIDS kehilangan begitu banyak sel darah putih (sel CD4). Jika sel CD4 yang tersedia ± 200 sel/mm³ darah, maka tubuh tidak cukup terlindungi.

Sepanjang sejarah epidemi infeksi HIV/AIDS, program pencegahan ditujukan terutama untuk menurunkan resiko penularan pada individu yang negatif HIV atau individu yang tidak mengetahui status HIVnya. Salah satu prioritas kegiatan penanggulangan HIV/AIDS adalah perubahan perilaku resiko tinggi pada kelompok rentan (*susceptible* aktif-seksual), kelompok beresiko tertular (*Infected* HIV tanpa gejala AIDS) dan kelompok tertular (*Infected* HIV dengan gejala AIDS). Salah satu intervensi program untuk meminimalisasi prevalensi HIV/AIDS adalah program edukasi HIV/AIDS, skrining VCT (*voluntary counselling and testing*) dan terapi ARV (*antiretroviral*) bagi orang yang terdeteksi positif HIV maupun orang yang negatif HIV.

Saat ini, perkembangan efektifitas program edukasi, skrining dan terapi HIV belum memadai meskipun cakupan program meningkat. Banyak aspek penanggulangan yang belum diketahui, misalnya fenomena penyebaran epidemik HIV. Banyaknya kasus *unaware infectives* yang sangat mendesak dan perlu mengetahui parameter-parameter penting dalam penyebaran penyakit dan mengembangkan sebuah

strategi-strategi optimal dan efektif untuk mencegah dan mengontrol penyebaran penyakit HIV/AIDS. Pemodelan matematika dalam telah berguna dalam menganalisis berbagai dinamika penyakit seperti HIV/AIDS. (misalnya [1], [2], [3], [6], [7] dan [8]). Berdasarkan uraian di atas, orientasi daripenelitian ini adalah untuk mengkaji dan mempelajari dampakprogram edukasi, skrining dan terapi pada dinamika penyebaran HIV melalui model matematika nonlinear.

2. Metode

Dalam mengevaluasi dampak program edukasi, skrining dan terapi pada dinamika penyebaran HIV, model yang dikaji merujuk pada model dari [9]. Model ini dapat diterjemahkan dari model kompartemen di mana populasi total (N) dibagi menjadi enam subpopulasi: *susceptibles* atau negatif HIV adalah individu-individu yang tidak mengidap infeksi HIV (S), individu-individu *susceptibles* yang tidak mengidap infeksi HIV dan mendapat edukasi HIV/AIDS (E), *unawareinfectives* atau positif HIV tetapi tidak mengetahui mereka terinfeksi (I_1), *awareinfectives* atau positif HIV dan mengetahui mereka terinfeksi setelah terdeteksi secara medik dengan metode skrining (I_2), *therapy infectives* atau positif HIV dan menerima terapi (T), dan AIDS *patients* adalah populasi dari individu-individu dengan klinis AIDS (A). Secara matematis, transisi antara keenam subpopulasi dapat disajikan ke dalam model matematika berbentuk sistem persamaan diferensial nonlinear sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= (1-p)\Lambda + \kappa E - (\lambda + \eta + \mu)S \\ \frac{dE}{dt} &= p\Lambda + \eta S - [(1-\psi)\lambda + \kappa + \mu]E \\ \frac{dI_1}{dt} &= \lambda S + (1-\psi)\lambda E - (\theta + \sigma_1 + \mu)I_1 \\ \frac{dI_2}{dt} &= \theta I_1 - (\delta + \sigma_2 + \mu)I_2 \\ \frac{dT}{dt} &= \delta I_2 - (\sigma + \mu)T \\ \frac{dA}{dt} &= \sigma_1 I_1 + \sigma_2 I_2 + \sigma T - (\gamma + \mu)A \end{aligned} \quad (1)$$

di mana $\lambda = \frac{c_1\beta_1 I_1 + c_2\beta_2 I_2 + c_3\beta_3 T}{N}$ dan $N = S + E + I_1 + I_2 + T + A$ dengan kondisi awal

$$S(0) = S_0, E(0) = E_0, I_1(0) = I_{10}, I_2(0) = I_{20}, T(0) = T_0, A(0) = A_0. \quad (2)$$

Parameter Λ adalah laju rekrutmen susceptible, γ adalah laju kematian karena penyakit, η adalah laju pemberian edukasi, κ adalah laju penyusutan adanya edukasi, μ adalah laju kematian alami, σ_1 (σ_2) adalah laju progresi dari I_1 (I_2) ke A, λ adalah laju infeksi dari S ke I_1 , θ adalah laju skrining dari I_1 ke I_2 , δ adalah laju terapi dari I_2 ke T dan σ adalah laju progresi dari T ke A, p adalah proporsi rekrutmen educated susceptible dan ψ ($0 \leq \psi \leq 1$) adalah laju keefektifan edukasi.

Selanjutnya, dilakukan analisis perilaku model penyebaran HIV menggunakan teori kestabilan, analisis sensitivitas dan simulasi numerik dengan alat bantu perhitungan Matlab dan Maple.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Model

Karena model (1) memonitor perubahan dalam populasi manusia, maka variabel-variabel dan parameter-parameter model diasumsikan nonnegatif dan dapat ditunjukkan bahwa solusi dari sistem adalah nonnegatif jika diberikan nilai-nilai awal nonnegatif. Model (1) akan dianalisis dalam sebuah daerah fisibel secara biologi $\Gamma \subset \mathbb{R}_+^6$ dengan

$$\Gamma = \left\{ (S(t), E(t), I_1(t), I_2(t), T(t), A(t)) \in \mathbb{R}_+^6 \mid 0 \leq N(t) \leq \frac{\Lambda}{\mu} \right\}.$$

Langkah-langkah berikut menunjukkan bahwa Γ adalah daerah invarian positif (solusi dalam Γ berada dalam Γ untuk semua $t > 0$). Laju perubahan populasi diperoleh dengan menambahkan persamaan-persamaan dalam model (1),

$$\frac{dN(t)}{dt} = \Lambda - \mu N(t) - \gamma A \leq \Lambda - \mu N(t). \quad (3)$$

Menyelesaikan pertidaksamaan diferensial (3) menggunakan teorema dari [10] diperoleh

$$N(t) \leq N(0)e^{-\mu t} + \frac{\Lambda}{\mu}(1 - e^{-\mu t}). \quad (4)$$

Ini berarti, $N(t) \leq N(0)$ untuk $t \rightarrow 0$ dan $N(t) \leq \frac{\Lambda}{\mu}$ untuk $t \rightarrow \infty$. Akibatnya,

$0 \leq N(t) \leq \frac{\Lambda}{\mu}$. Jadi, daerah Γ adalah daerah invarian positif. Dengan demikian, setiap

solusi dari model (1) dengan kondisi awal dalam Γ berada dalam Γ untuk semua $t > 0$. Oleh karena itu, himpunan ω -limit dari sistem (1) adalah termuat dalam Γ . Hasil ini dirumuskan dalam lemma berikut.

Lemma 1 Daerah $\Gamma \subset \mathbb{R}_+^6$ adalah invarian positif untuk model (1) dengan kondisi-kondisi awal nonnegatif dalam Γ .

Titik kesetimbangan model diperoleh dengan mengambil ruas kanan dari sistem (1) sama dengan nol. Titik kesetimbangan bebas penyakit diperoleh jika tidak ada infeksi dalam populasi ($I_1 = 0, I_2 = 0, T = 0$ dan $A = 0$), yaitu:

$$E_0 = \left(\frac{[(1-p)(\kappa + \mu) + p\kappa]\Lambda}{\mu(\kappa + \eta + \mu)}, \frac{[(1-p)\eta + p(\eta + \mu)]\Lambda}{\mu(\kappa + \eta + \mu)}, 0, 0, 0, 0 \right). \quad (5)$$

Titik kesetimbangan yang kedua adalah titik kesetimbangan endemik $E_1 = (S^*, E^*, I_1^*, I_2^*, T^*, A^*)$ yang dapat diperoleh jika $I_1^* \neq 0, I_2^* \neq 0, T^* = 0, A^* \neq 0$.

Angka reproduksi efektif mengukur rata-rata jumlah infeksi baru yang disebabkan oleh satu individu terinfeksi HIV dalam suatu populasi di mana program edukasi, skrining dan terapi HIV digunakan sebagai strategi kontrol. Angka reproduksi efektif (R_e) dari sistem (1) diperoleh menggunakan metode matriks generasi berikutnya. Secara matematis, angka reproduksi efektif adalah radius spektral (nilai eigen terbesar (dominan)) dari matriks generasi berikutnya ([4]).

$$\left[\frac{\partial \mathcal{F}_i(E_0)}{\partial X_j} \right] \left[\frac{\partial \mathcal{V}_i(E_0)}{\partial X_j} \right]^{-1} \quad (7)$$

di mana \mathcal{F}_i adalah laju yang muncul dari infeksi baru dalam kompartemen i karena interaksi antara individu yang terinfeksi dan individu yang tidak terinfeksi, $\mathcal{V}_i = \mathcal{V}_i^- - \mathcal{V}_i^+$ dengan \mathcal{V}_i^+ adalah laju transfer dari individu-individu yang masuk ke dalam kompartemen i dan \mathcal{V}_i^- adalah laju transfer dari individu-individu yang keluar dari kompartemen i dan $X = (I_1, I_2, T, A)^T$. Maka

$$R_e = \frac{c_1 \beta_1 [p(\kappa + (1-\psi)(\eta + \mu)) + (1-p)(\kappa + \mu + (1-\psi)\eta)]}{(\kappa + \eta + \mu)(\sigma_1 + \theta + \mu)} + \frac{c_2 \beta_2 \theta [p(\kappa + (1-\psi)(\eta + \mu)) + (1-p)(\kappa + \mu + (1-\psi)\eta)]}{(\kappa + \eta + \mu)(\theta + \sigma_1 + \mu)(\delta + \sigma_2 + \mu)} + \frac{c_3 \beta_3 \theta \delta [p(\kappa + (1-\psi)(\eta + \mu)) + (1-p)(\kappa + \mu + (1-\psi)\eta)]}{(\kappa + \eta + \mu)(\theta + \sigma_1 + \mu)(\delta + \sigma_2 + \mu)(\sigma + \mu)}. \quad (8)$$

Dari ekspresi angka reproduksi efektif (10), R_e merupakan jumlahan angka reproduksi dari *unaware infectives* I_1 (R_{e1}), angka reproduksi dari *aware infectives* I_2 (R_{e2}), dan angka reproduksi dari *therapy infectives* T (R_{e3}). Dari ekspresi persamaan-persamaan R_{e1} , R_{e2} dan R_{e3} di atas, tampak bahwa $R_{e1} > R_{e2} > R_{e3}$ artinya: *unaware infectives* (I_1) mempunyai kontribusi yang signifikan pada penyebaran infeksi HIV/AIDS. Dalam hal tidak ada infeksi, ukuran populasi mendekati sebuah titik mantab Λ/μ .

Selanjutnya dianalisis empat keadaan dalam populasi untuk mengevaluasi dampak program edukasi, skrining dan terapi HIV pada penyebaran infeksi HIV dalam populasi:

(a) *Model tanpa intervensi* ($E = 0, I_2 = 0, T = 0$)

Jika model tanpa intervensi atau ekuivalen dengan mengambil $\theta = \delta = \eta = \kappa = \sigma_2 = \sigma = 0$, maka angka reproduksi efektif R_e dapat direduksi menjadi angka reproduksi dasar,

$$R_0 = \frac{c_1 \beta_1}{\sigma_1 + \mu}. \quad (9)$$

Dari persamaan (8) dan (9), tampak bahwa $R_e \ll R_0$. Hal ini berarti bahwa intervensi edukasi, skrining dan terapi HIV mempunyai dampak positif pada penurunan penyebaran infeksi HIV dalam populasi.

(b) *Model hanya dengan skrining* ($E = 0, T = 0$)

Jika model hanya dengan intervensi skrining (tanpa edukasi dan tanpa terapi) atau ekuivalen dengan mengambil $\delta = \eta = \kappa = \sigma = 0$, maka angka reproduksi efektif R_e dapat direduksi menjadi angka reproduksi terinduksi-skrining,

$$R_{eS} = \frac{c_1 \beta_1}{(\sigma_1 + \theta + \mu)} + \frac{c_2 \beta_2 \theta}{(\sigma_1 + \theta + \mu)(\sigma_2 + \mu)}. \quad (10)$$

Jika $\theta \rightarrow 0$, maka $R_{eS} \rightarrow R_0$. Daripersamaan (10), HIV dapat dieliminasi dari populasi (masyarakat) jika $R_{eS} < 1$ dan ini hanya mungkin jika laju skrining (θ) meningkat.

(c) *Model hanya dengan skrining dan edukasi ($T = 0$)*

Jika model hanya dengan intervensi skrining dan edukasi (tidak ada terapi) atau ekuivalen dengan mengambil $\delta = \sigma = 0$, maka angka reproduksi efektif R_e dapat direduksi menjadi angka reproduksi terinduksi-skrining dan edukasi,

$$R_{eSE} = \frac{c_1\beta_1[p(\kappa + (1-\psi)(\eta + \mu)) + (1-p)(\kappa + \mu + (1-\psi)\eta)]}{(\sigma_1 + \theta + \mu)(\kappa + \eta + \mu)} + \frac{c_2\beta_2\theta[p(\kappa + (1-\psi)(\eta + \mu)) + (1-p)(\kappa + \mu + (1-\psi)\eta)]}{(\sigma_1 + \theta + \mu)(\sigma_2 + \mu)(\kappa + \eta + \mu)}. \quad (11)$$

Laju progresi dari kelas infeksi ke AIDS *patients* dapat diperlambat dengan cara menaikkan laju skrining dan laju terapi. Jika laju edukasi (η) turun, maka HIV ada dan menjadi endemik dalam populasi.

(d) *Model hanya dengan skrining dan terapi HIV ($E = 0$)*

Jika model hanya dengan intervensi skrining dan terapi (tanpa edukasi HIV) atau ekuivalen dengan mengambil $p = \eta = \kappa = 0$, maka angka reproduksi efektif R_e dapat direduksi menjadi angka reproduksi terinduksi-skrining dan terapi,

$$R_{eST} = \frac{c_1\beta_1}{(\sigma_1 + \theta + \mu)} + \frac{c_2\beta_2\theta}{(\sigma_1 + \theta + \mu)(\sigma_2 + \delta + \mu)} + \frac{c_3\beta_3\theta\delta}{(\sigma_1 + \theta + \mu)(\sigma_2 + \delta + \mu)(\sigma + \mu)}. \quad (12)$$

Daripersamaan (12), tampak bahwa ketidakhadiran edukasi kesehatan, laju skrining (θ) dan laju terapi (δ) sangat penting dalam mereduksi penyebaran penyakit dalam populasi. Nilai parameter θ dan δ besar akan menurunkan R_{eST} dan akan mengeliminasi penyakit jika $R_{eST} < 1$.

Angka reproduksi efektif R_e yang diperoleh dari metode matriks generasi berikutnya menentukan kestabilan lokal dari titik kesetimbangan bebas penyakit. Menggunakan teori kestabilan dan dari Teorema 2 dalam [4], diperoleh hasil sebagai berikut.

Teorema 1. Titik kesetimbangan bebas penyakit E_0 dari sistem (1) adalah stabil asimptotik lokal jika $R_e < 1$ dan tidak stabil jika $R_e > 1$.

Teorema 2. Titik kesetimbangan endemik tunggal E_1 sistem (1) adalah stabil asimptotik lokal jika $R_e > 1$.

Dari Teorema 1 diperoleh kesimpulan bahwa HIV dapat dieliminasi dari komunitas jika $R_e < 1$, artinya jika ukuran subpopulasi awal dari model dengan program edukasi, skrining dan terapi HIV diberikan dalam daerah stabil E_0 . Dari Teorema 2, titik kesetimbangan endemik sistem (1), $E_1 = (S_1^*, S_2^*, I_1^*, I_2^*, T^*, A^*)$ ada dan positif jika $R_e > 1$.

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menemukan parameter-parameter model yang berpengaruh tinggi pada nilai angka reproduksi efektif R_e . Indeks sensitivitas dari R_e mengukur penyebaran penyakit awal dan untuk mengukur perubahan relatif dalam R_e jika suatu parameter berubah sementara parameter-parameter lain tetap. Indeks sensitivitas dari nilai R_e dihitung menggunakan rumus normalisasi maju dari R_e yang bergantung pada suatu parameter ϕ ,

$$I_{\phi}^{R_e} = \frac{\partial R_e}{\partial \phi} \times \frac{\phi}{R_e} \quad (13)$$

Menggunakan nilai-nilai parameter model dari [2], [6] dan [8]:

$$\beta_1 = 0.96, \beta_2 = 0.22, \beta_3 = 0.20, \theta = 0.6, \mu = 0.143, \delta = 0.99, c_1 = 3, c_2 = 2, c_3 = 1, \sigma_1 = 0.20, \sigma_2 = 0.01, \sigma = 0.001, \eta = 0.32, \kappa = 0.015, \delta = 0.99, \psi = 0.615, p = 0.145 \text{ dan } \Lambda = 434981 \quad (14)$$

diperoleh nilai angka-angka reproduksi:

$$R_e = 2.2826, R_{eSE} = 2.7428, R_{eST} = 4.0644, R_{eS} = 4.8839, \text{ dan } R_0 = 8.3965. \quad (15)$$

Dari (15), diperoleh $R_e < R_{eSE} < R_{eST} < R_{eS} < R_0$. Ini berarti, kombinasi program edukasi, skrining dan terapi lebih efisien dibandingkan dengan kombinasi program edukasi dan skrining. Kombinasi program edukasi dan skrining lebih efisien dibandingkan dengan program skrining dan terapi. Program skrining dan terapi lebih efisien dibandingkan dengan program skrining saja. Program skrining lebih efisien dibandingkan dengan tanpa intervensi (edukasi, skrining dan terapi).

Menggunakan nilai-nilai parameter (14), indeks sensitivitas dari R_e terhadap parameter-parameter model disajikan dalam Tabel 1. Secara umum menunjukkan bahwa parameter-parameter $\beta_1, \beta_2, \beta_3, c_1, c_2, c_3$ dan κ mempunyai indeks sensitivitas positif, artinya jika salah satu parameter ini dinaikkan (diturunkan) sementara parameter-parameter yang lain dianggap konstan, maka nilai R_e akan naik (turun). Sebaliknya, parameter-parameter $\psi, \mu, \sigma_1, \theta, \eta, \delta, p, \sigma_2$ dan σ mempunyai indeks sensitivitas negatif, artinya jika salah satu parameter ini dinaikkan (diturunkan) sementara parameter-parameter yang lain dianggap konstan, maka nilai R_e turun (naik).

Tabel 1 Indeks Sensitivitas dari Angka Reproduksi

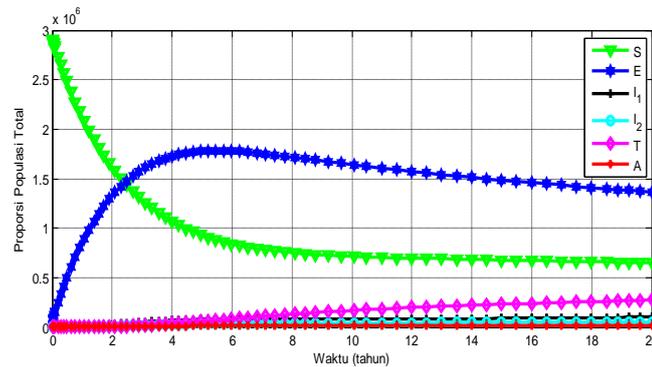
No	Parameter	Indeks sensitivitas				
		R_e	R_{eSE}	R_{eST}	R_{eS}	R_0
1	ψ	-0.7806	-0.7806	-	-	-
2	β_1 and c_1	0.7514	0.6253	0.7514	0.6253	1
3	θ	-0.3877	-0.2616	-0.3877	-0.2616	-
4	σ_1	-0.2121	-0.2121	-0.2121	-0.2121	-0.5831
5	η	-0.2105	-0.2105	-	-	-
6	β_3 and c_3	0.1883	-	0.1883	-	-
7	μ	-0.1837	-0.3158	-0.3698	-0.5018	-0.3333
8	β_2 and c_2	0.0603	0.3747	0.0603	0.3747	-
9	p	-0.0475	-0.0475	-	-	-
10	δ	-0.0270	-	-0.0270	-	-
11	κ	0.0245	0.0245	-	-	-
12	σ_2	-0.0022	-0.0245	-0.0022	-0.0245	-
13	σ	-0.0013	-	-0.0013	-	-

Tabel 1 kolom tiga menunjukkan urutan indeks sensitivitas dari parameter-parameter yang paling sensitif sampai yang kurang sensitif terhadap perubahan R_e . Parameter yang paling sensitif adalah laju keefektifan edukasi ψ , diikuti oleh laju kontak (frekwensi hubungan) dari *unawareinfectives* dengan *susceptibles* ($\beta_1(c_1)$), diikuti oleh laju skrining dan parameter yang kurang sensitif adalah laju progresi dari *therapy infectives* ke *AIDS patient* (σ). Perhatikan bahwa nilai indeks sensitivitas laju progresi dari *unawareinfectives* ke *AIDS patients* adalah sama besar untuk ketiga keadaan model dengan intervensi (edukasi, skrining dan terapi; skrining dan edukasi; skrining dan terapi; skrining) dalam polpulasi.

Simulasi numerik

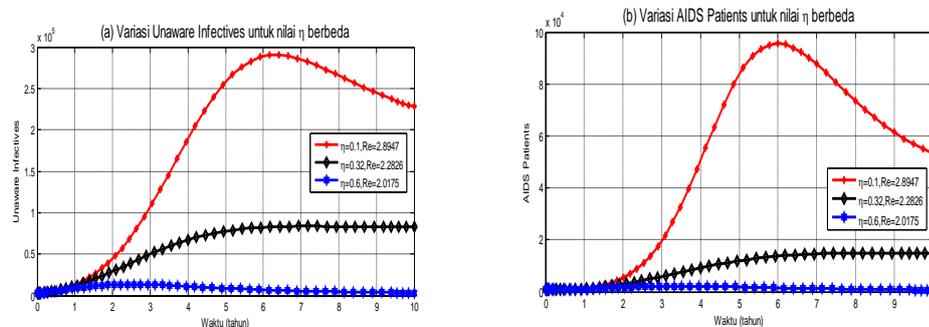
Menggunakan nilai-nilai parameter di atas (14) dan kondisi inisial dari [6]:

$N(0) = 2.991.893$, $S(0) = 2.912.403$, $E(0) = 75.000$, $I_1(0) = 2.408$, $I_2(0) = 539$, $T(0) = 519$ dan $A(0) = 1.024$, diperoleh diagram proporsi populasi total dalam kelas-kelas yang berbeda (Gambar 1),



Gambar 1. Proporsi populasi total dalam kelas berbeda

Gambar 1 menunjukkan bahwa dinamika populasi *susceptible* (S) turun seiring berjalannya waktu karena infeksi HIV. Sebelum diberikan intervensi, *unaware infectives* (I_1) naik dengan bertambahnya waktu dan akhirnya menuju ke nilai yang konstan. Demikian juga halnya dengan *susceptible* yang menerima edukasi (E), *aware infectives* (I_2) dan *AIDS patient* (A). Akan tetapi, dinamika *therapy infectives* (T) naik sejak awal hingga menuju ke nilai yang konstan (titik kesetimbangan endemik).

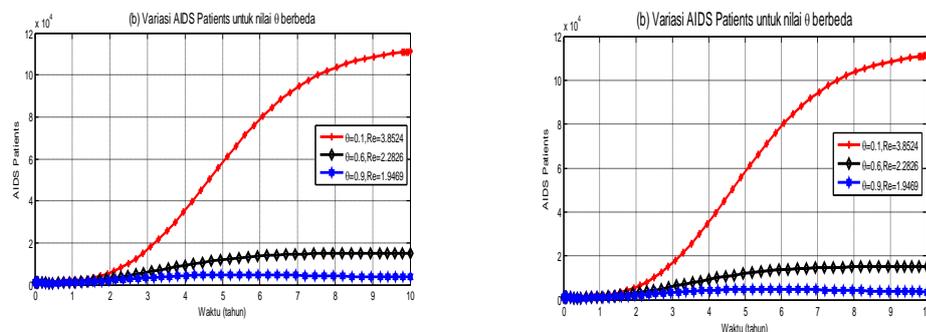


Gambar 2. Variasi *unware infectives* dan *AIDS patients* untuk laju edukasi berbeda

Gambar 2 menunjukkan variasi dari *unawareinfectives* dan *AIDS patients* untuk laju edukasi (η) yang berbeda. Tampak bahwa jika laju edukasi η naik, maka nilai angka reproduksi efektif turun dan populasi *unware infectives* (Gambar 2(a)) dan populasi *AIDS patient* (Gambar 2(b)) turuntidak menuju nol karena $R_e > 1$. Jadi, program edukasi

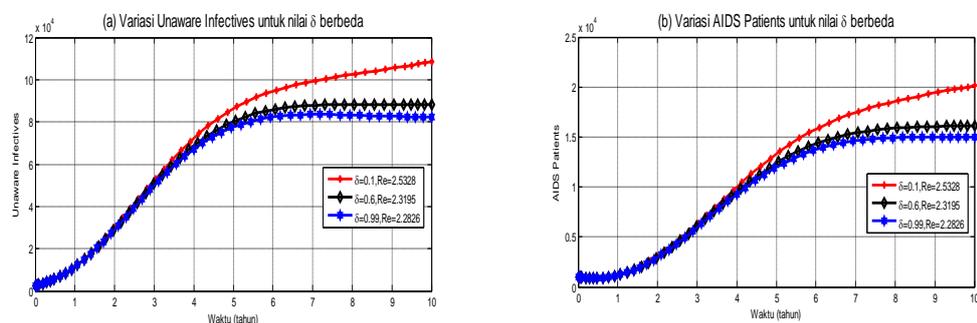
HIV pada *susceptibles* mempunyai pengaruh dalam pereduksian penyebaran infeksi HIV.

Gambar 3 menunjukkan variasi dari *unawareinfectives* dan *AIDS patients* untuk laju skrining (θ) yang berbeda. Tampak bahwa jika laju skrining θ naik, maka nilai angka reproduksi efektif R_e turun dan populasi *unware infectives* (Gambar 3(a)) dan populasi *AIDS patient* (Gambar 3(b)) turut tidak menuju nol karena $R_e > 1$. Ini berarti, penyebaran infeksi HIV hanya dapat direduksi tetapi tidak dapat dihilangkan dari populasi. Jadi, program skrining pada *unawareinfectives* mempunyai pengaruh dalam pereduksian penyebaran infeksi HIV.



Gambar 3. Variasi *unware infectives* dan *AIDS patients* untuk laju skrining berbeda

Gambar 4 menunjukkan variasi dari *unawareinfectives* dan *AIDS patients* untuk laju terapi (δ) berbeda. Tampak bahwa jika laju terapi δ naik, maka nilai angka reproduksi efektif R_e turun dan populasi *unware infectives* (Gambar 4(a)) dan populasi *AIDS patient* (Gambar 4(b)) turut tidak menuju nol karena $R_e > 1$. Ini berarti, penyebaran infeksi HIV hanya dapat direduksi tetapi tidak dapat dihilangkan dari populasi. Jadi, program terapi pada *awareinfectives* mempunyai pengaruh dalam pereduksian penyebaran infeksi HIV.



Gambar 4. Variasi *unware infectives* dan *AIDS patients* untuk laju terapi berbeda

4. Kesimpulan

Model penyebaran infeksi HIV dengan program edukasi, skrining dan terapi HIV berbentuk sistem persamaan diferensial *nonlinear* yang diturunkan dari enam kompartemen (*susceptibles*, *educatedsusceptibles*, *unawareinfectives*, *aware infectives*, *therapy infectives* dan *AIDS patients*). Secara analitik, model penyebaran infeksi HIV dengan program edukasi, skrining dan terapi ARV menunjukkan bahwa model mempunyai titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Menggunakan metode matriks generasi berikutnya diperoleh angka reproduksi

efektif R_e . Titik kesetimbangan bebas penyakit adalah stabil asimtotik lokal jika angka reproduksi efektif lebih kecil satu dan tidak stabil jika angka reproduksi efektif lebih besar satu. Titik kesetimbangan endemik ada dan stabil asimtotik lokal jika angka reproduksi efektif lebih besar satu.

Menggunakan data demografi di Malang dengan populasi awal pada tahun 2012 dan data epidemiologi dari literatur yang relevan, angka reproduksi efektif sama dengan 2,2826 ($R_e > 1$) artinya infeksi HIV tetap ada di dalam populasi. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa parameter yang paling sensitif adalah laju keefektifan edukasi, diikuti oleh laju kontak (frekuensi hubungan) dari *unawareinfectives* dengan *susceptibles*, laju progresi *unawareinfectives* ke *IDS patients*, kemudian diikuti oleh laju skrining dan laju edukasi. Jika laju keefektifan edukasi, laju skrining, laju terapi, laju edukasi dan laju progresi dinaikkan, maka akan menurunkan penyebaran infeksi HIV.

Kombinasi program edukasi, skrining dan terapi lebih efisien dibandingkan dengan kombinasi program edukasi dan skrining. Kombinasi program edukasi dan skrining lebih efisien dibandingkan dengan program skrining dan terapi. Program skrining dan terapi lebih efisien dibandingkan dengan program skrining saja. Program skrining lebih efisien dibandingkan dengan tanpa intervensi (tanpa edukasi, skrining atau terapi).

Daftar Pustaka

- [1] Naresh, R., Tripathi, A., and D. Sharma, D. (2009). Modelling the Effect of Risky Sexual Behavior on The Spread of HIV/AIDS, *International Journal of Applied Mathematics and Computation*; **1** (3); 132-147.
- [2] R. Safiel, R., Massawe, E.S. and Makinde, D.O. (2012). Modelling the Effect Screening and Treatment on Transmission of HIV/AIDS Infection in a Population, *American Journal of Mathematics and Statistics*; **2** (4); 75-88.
- [3] N. Hussaini, M. Winter, and A.B. Gumel, "Qualitative Assessment of The Role of Public Health Education Program on HIV Transmission Dynamics," *Mathematical Medicine and Biology*, Vol. 28 No.3, pp. 245-270. 2011.
- [4] Van den Driessche, P. and J. Watmough, J. (2002). Reproduction Numbers and Subthreshold Endemic Equilibria for Compartmental Models of Disease Transmission, *Mathematical Biosciences*; **180**; 29-48.
- [5] Chitnis, N, Hyman, J.M. and Cushing, J.M. (2008). Determining Important Parameter in the Spread of Malaria Through the Sensitivity Analysis of Mathematical Model, *Department of Public Health and Epidemiology*; **70**, 1272-1296.
- [6] Marsudi (2014). Analisis Sensitivitas Model Epidemiologi HIV dengan Edukasi, *Prosiding KNM XVII 2014*, ISBN:978-602-96426-3-6, 907-917.
- [7] Marsudi, Marjono and Andari, A. (2014). Sensitivity Analysis of Effect of Screening and HIV Therapy on the Dynamics of Spread of HIV, *Applied Mathematical Sciences*, **8** (155), 7749-7763.
- [8] Marsudi, Marjono and Andari, A. (2014). Modelling The Effect of Screening and Therapy on The Dynamics of HIV Transmission in Malang, *Proceeding The 5th Annual Basic Science International Conference*, ISSN: 2338-0128; **5**, 310-313.
- [9] Marsudi, Hidayat, N. dan Wibowo, R.B.E. (2015). Kontrol Optimal dan Analisis Sensitivitas Model Penyebaran HIV dengan Intervensi Skrining VCT dan Terapi

ARV, *Laporan Akhir PUPT 2015* (Tidak dipublikasikan), LPPM Universitas Brawijaya Malang.

[10] Birkhoff, G. And Rota, G.C. (1982). *Ordinary Differential Equation*, Ginn

Sistem Peringatan Dini Bencana Tsunami Menggunakan Logika Fuzzy

Meira Parma Dewi

Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang
e-mail: meiradaud@gmail.com

Abstract - This research aimed to analyses the probability of an earthquake occurring potential to cause a Tsunami. The Tsunami wave may occur if the earthquake become in ocean, which is called tectonic earthquake. Tectonic earthquake caused of several thingst on the ocean e.g. volcanoes, avalanches, and the movement of earth's plates. Fuzzy logic were used to observed that the earthquakes have Tsunami potential cause or not. There are two of input variable that implement in fuzzy logic, both are the strange of earthquake and the distance of earth's plates movement. Tsunami potential cause is set as the output variable. We will know that the earthquake will cause the Tsunami earlier so we can manage the prevention measures.

Keyword: Earthquake, Tsunami, Fuzzy Logic

1. PENDAHULUAN

Wilayah Negara Indonesia merupakan salah satu Negara yang rentan dan sering mengalami gempa bumi. Gempa bumi merupakan peristiwa alam yang tidak dapat diperiksi atau diperkirakan kapan dan bagaimana datangnya. Gempa bumi dapat terjadi karena aktivitas gunung berapi (vulkanik) dan dapat juga terjadi karena pergerakan lempeng bumi di dasar laut (tektonik). Gempa bumi yang terjadi dengan skala kecil dan sedang biasanya tidak menimbulkan dampak besar, namun jika gempa yang terjadi dalam skala besar dapat menimbulkan dampak yang cukup besar seperti runtuhnya bangunan, rusaknya jalan raya dan jembatan bahkan menimbulkan Tsunami.

Tsunami merupakan gelombang laut yang besar yang terjadi akibatnya adanya pergerakan pada patahan lempeng bumi didasar laut. Sebelumnya sebagian besar masyarakat Indonesia tidak mengetahui Tsunami hingga akhir Desember 2003 Tsunami menerjang Nanggro Aceh Darusslama (NAD) dan menimbulkan korban jiwa yang sangat banyak. Kejadian ini menimbulkan trauma pada masysrakat tidak hanya masyarakat NAD tetapi juga masyarakat Indonesia lainnya.

Pada umumnya masyarakat awam tidak dapat mengetahui jenis gempa yang terjadi (vulkanik/tektonik) sebelum ada informasi dari BMKG. Sehingga jika gempa itu terjadi selalu ada ketakutan bahwa gempa itu akan diiringi oleh gelombang Tsunami. Jika ketakutan itu hanya sekedar ketakutan yang jika tidak terbukti kemudian mungkin tidak masalah. Namun sangat memprihatinkan jika ketakutan itu justru menimbulkan korban jiwa. Karena takut akan Tsunami, banyak orang yang lari dengan maksud menyelamatkan diri justru menjadi korban kecelakaan. Sehingga sangat diperlukan suatu Sistem terintegrasi yang dapat memberikan informasi kepada masyarakat apakah gempa yang terjadi berpotensi menimbulkan Tsunami atau tidak.

Gelombang Tsunami dapat terjadi jika gempa bumi bersal dari pergerakan vertikal dari lempengan bumi. Pergerakan lempengan bumi tersebut bersifat seperti pegas yang dapat kembali ke posisi semula. Jika patahan cukup jauh kemudian kembali ke posisi semula maka

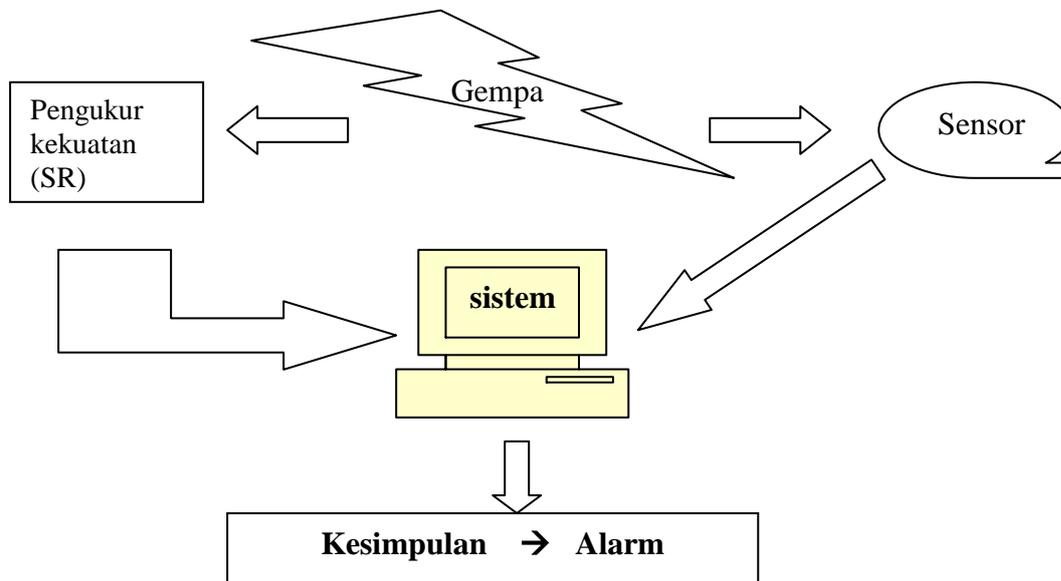
patahan tersebut akan mendorong air laut ke atas hingga berkali-kali sampai patahan tersebut kembali ke posisi semula.

Untuk dapat memprediksi apakah gempa bumi yang terjadi akan menimbulkan bencana Tsunami atau tidak maka dilakukan penelitian dengan judul sistem peringatan dini Tsunami menggunakan logika Fuzzy.

2. METODE

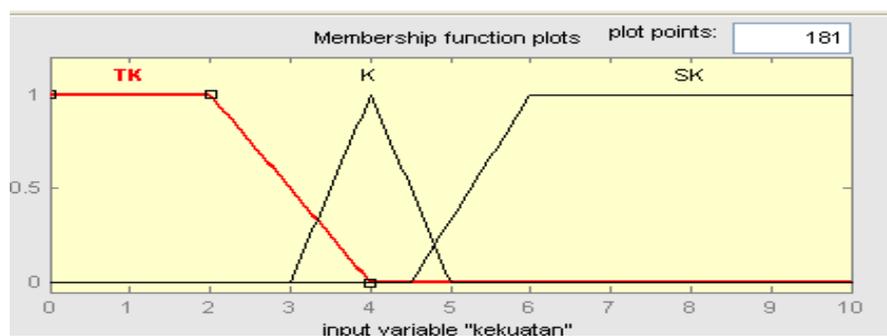
Pada penelitian ini digunakan logika Fuzzy sebagai aplikasi dalam menyelesaikan masalah. Terdapat dua variabel yang digunakan, yaitu kekuatan gempa dan jarak pergerakan vertikal lempengan bumi. Kekuatan gempa dibagi atas 3 yaitu tidak kuat (TK), kuat (K) dan sangat kuat (SK). Jarak pergerakan vertikal lempengan bumi juga dibagi menjadi 3 yaitu tidak jauh (TJ), jauh (J) dan sangat jauh (SJ).

Jika terjadi gempa tektonik maka kekuatan gempa akan diukur dan menghasilkan kekuatan gempa dalam skala Richer (SR). Alat sensor yang dipasang didaerah pantai akan mengukur jarak patahan pergerakan lempengan bumi. Kekuatan gempa (SR) dan jarak patahan (Meter) dikirim ke sistem. Kemudian diproses dan menghasilkan suatu kesimpulan apakah gempa berpotensi menimbulkan Tsunami atau tidak.

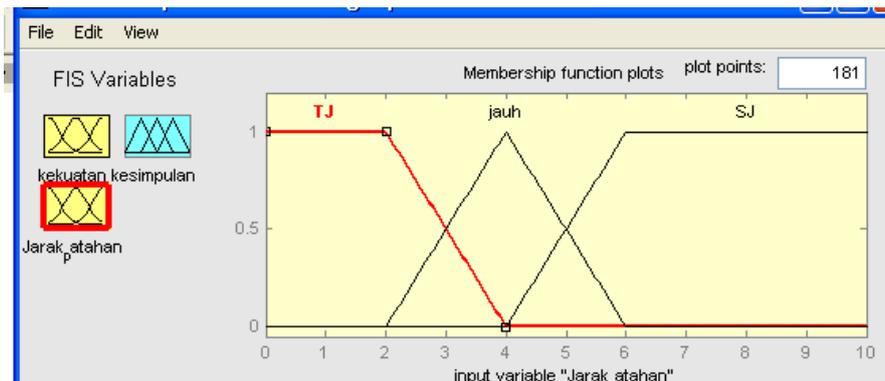


Gambar 1. Rancangan Sistem Peringatan Dini Tsunami

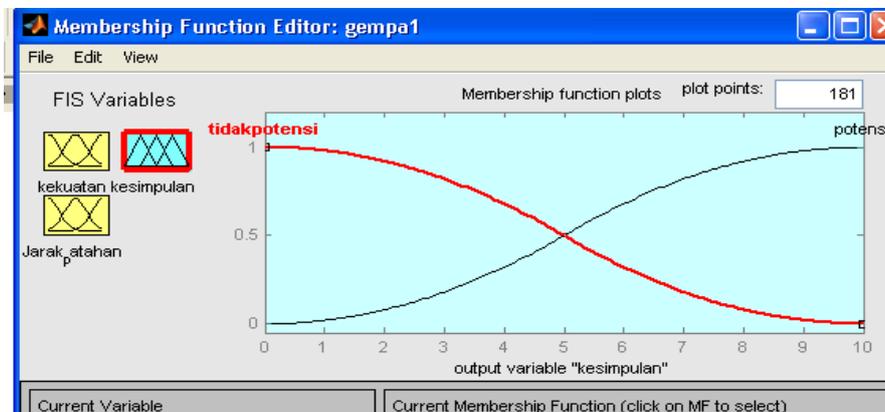
Dari variabel-variabel yang dibentuk diperoleh *membership function* sebagai berikut :



Gambar 2. Membership Function Variabel Kekuatan Gempa



Gambar 3. Membership Function Variabel Jarak Pergerakan Lempeng Bumi



Gambar 4. Membership Function Variabel Output

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan yang dilakukan terhadap membership function yang dirancang maka diperoleh inference rule sebagai berikut :

1. Jika kekuatan= TK dan jarak = TJ maka kesimpulan = tidak berpotensi
2. Jika kekuatan= TK dan jarak = J maka kesimpulan = tidak berpotensi
3. Jika kekuatan= K dan jarak = TJ maka kesimpulan = tidak berpotensi
4. Jika kekuatan= K dan jarak = J maka kesimpulan = berpotensi
5. Jika kekuatan= K dan jarak = SJ maka kesimpulan = berpotensi
6. Jika kekuatan= SK dan jarak = TJ maka kesimpulan = tidak berpotensi
7. Jika kekuatan= SK dan jarak = J maka kesimpulan = berpotensi
8. Jika kekuatan= SK dan jarak = SJ maka kesimpulan = berpotensi

Gempa bumi yang terjadi tidak akan berpotensi menimbulkan Tsunami apabila memenuhi salah satu dari kejadian berikut (1) gempa tersebut berkekuatan tidak kuat atau kuat dan jarak pergerakan lempeng bumi tidak jauh; (2) gempa bumi berkekuatan sangat kuat dan jarak pergerakan lempeng bumi tidak jauh. Sedangkan gempa bumi yang berpotensi menimbulkan Tsunami adalah gempa bumi yang berkekuatan kuat atau sangat kuat dengan jarak pergerakan lempeng bumi jauh atau sangat jauh.

Pada inference rules diatas tidak digambarkan jika kekuatan gempa tidak kuat (TK) tetapi jarak patahan sangat jauh (SJ), karena gempa tektonik yang terjadi akibat adanya patahan lempeng bumi yang jauh akan menimbulkan getaran yang kuat.

4. KESIMPULAN

Sistem peringatan dini bencana Tsunami merupakan sistem yang bekerja dengan dukungan dari beberapa sistem lainnya. Sangat diperlukan adanya integritas agar informasi yang diperoleh tepat dan akurat. Disamping adanya sistem ini diharapkan masyarakat lebih bijak dalam menghadapi bencana dan diharapkan adanya suatu sistem penanganan terpadu jika terjadi bencana gempa seperti pelatihan dan penyuluhan yang diberikan kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Irjaya Desmonda, Niko.Pamungkas,Adjie. (2014). *Penentuan Zona Kerentanan Gempa Bumi Tektonik Di Kabupaten Malang Wilayah Selatan*. Jurnal Teknik Pomits Vol.3 No.2 ISSN 2337-3539.
2. Kusumadewi,Sri. Purnomo,Hari. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
3. Mustofa Nur,Arif. (2010). *Gempa Bumi, Tsunami dan Mitigasinya*. Jurnal Geografi Vol. 7 No.1. ISSN. 2085-191X
4. Yasir Baeda, Ahmad. Husain,Firman. (2012). *Kajian Potensi Tsunami Akibat Gempa Bumi Bawah Laut di Perairan Pulau Sulawesi*. Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil Vol 19 No 1 ISSN 0853-2982

ANALISIS CLUSTER UNTUK PENGELOMPOKAN KABUPATEN/KOTA DI PROVINSI SUMATERA BARAT BERDASARKAN INDIKATOR KEMISKINAN

Mira Meilisa

Program Studi Matematika STKIP Ahlussunnah Bukittinggi
e-mail: miecko7@gmail.com

Abstract. The problem of poverty always receive the main concern in Indonesia. This is because an awareness that the government that failure overcome the problem of poverty will be can cause the emergence of various social issues, economic, and politics in the midst of society. One a prerequisite development program success depends heavily on appropriate indentifying target group and the target area. Hence, very important indicators using cluster analysis with single linkage method. Clustering asked the government and the community knew weakness and lack any regional government to the policy based on an indicatyor owned each region be reclassified using euclidian distance. Because the pretty flexible to do indoor modification of data weaknesses. Research results clasification of district/city in West Sumatera to 3 group. Namely group 1 (Mentawai island and West Pasaman district), group 2 (has Pesisir Selatan district, Solok Selatan, Lima Puluh Kota, Pasaman, Solok city, Pariaman district, Dhamasraya, Agam, Padang and Bukittinggi city, Sawahlunto/Sijunjung district, Tanah Datar, and Padang Pariaman, Sawahlunto city, Payakumbuh city, Solok city), and group 3 (has Padang Panjang city).

Keywords: *Cluster Analysis, euclidian distances, poverty west sumatera.*

4. Pendahuluan

Masalah kemiskinan selalu memperoleh perhatian utama di Indonesia. Hal ini terjadi karena adanya kesadaran pemerintah bahwa kegagalan mengatasi persoalan kemiskinan akan dapat menyebabkan munculnya berbagai persoalan sosial, ekonomi, dan politik di tengah-tengah masyarakat. Secara lokal maupun nasional, kemiskinan mempunyai empat dimensi pokok, yaitu kurangnya kesempatan (lack of opportunity), rendahnya kemampuan (low of capabilities), kurangnya jaminan (low-level of security), dan ketidakberdayaan (low of capacity or empowerment). Dalam memahami masalah kemiskinan di Indonesia, perlu diperhatikan lokalitas yang ada di masing-masing daerah, yaitu kemiskinan pada tingkat lokal yang ditentukan oleh komunitas dan pemerintah setempat. Dengan demikian kriteria kemiskinan, pendataan kemiskinan, penentuan sasaran, pemecahan masalah dan upaya-upaya penanggulangan kemiskinan dapat lebih objektif dan tepat sasaran.

Sumatera Barat adalah salah satu propinsi di Indonesia. Hasil survey Badan Pusat Statistik (BPS) 2011 menyatakan jumlah orang miskin di Indonesia sebanyak 30.02 juta jiwa atau 12,49 persen dari total jumlah penduduk. Peningkatan persentase kemiskinan setiap tahunnya diiringi dengan pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia. Rangkaian perubahan kondisi sosial, ekonomi, budaya, dan politik telah membentuk kekhasan karakter kemiskinan di Indonesia. Dalam melaksanakan program pembangunan perlu adanya identifikasi berdasarkan karakteristik kemiskinan di tiap daerah agar dalam mengambil kebijakan dan strategi pembangunan bisa tepat sasaran dan tepat guna. Salah satu prasyarat keberhasilan program-program pembangunan sangat tergantung pada ketepatan pengidentifikasian target group dan target area. Oleh karena itu, sangat penting mempertimbangkan pengelompokan dan karakteristik 19 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan indikator kemiskinan.

Provinsi Sumatera Barat sendiri termasuk salah satu provinsi yang berada ditepi barat pulau Sumatera. Berdasarkan topologi desa, mayoritas wilayah pemerintahan di Sumatera

Barat berupa lembah (63%), sisanya berupa lereng/puncak dan dataran dengan nilai masing-masing sebesar 19% dan 18%. Dengan kondisi tersebut, Provinsi Sumatera Barat memiliki nilai Indeks Kesulitan Geografis (IKG) yang bervariasi antar desa dengan rentang 12,51 sampai dengan 87,49]. IKG menunjukkan tingkat kesulitan geografis, jika nilai IKG suatu daerah besar maka tingkat kesulitan geografisnya juga tinggi. Provinsi Sumatera Barat terdiri dari 19 Kabupaten/kota, oleh karena itu, sangat penting mempertimbangkan pengelompokan dan karakteristik yang sama darimasing-masing kabupaten/kota. Pengelompokan daerah (kabupaten/kota) berdasarkan karakteristik yang sama dapat dilakukan menggunakan analisis *cluster*.

Analisis *cluster* merupakan analisis yang digunakan untuk mengelompokkan pengamatan atau variabel menjadi beberapa kelompok pengamatan atau variabel yang jumlahnya lebih sedikit. Analisis *cluster* dilakukan jika peneliti belum mengetahui jumlah kelompok baru. Analisis *cluster* bertujuan untuk mengelompokkan n objek berdasarkan p variat yang memiliki kesamaan karakteristik diantara objek-objek tersebut. Objek tersebut akan diklasifikasikan ke dalam satu atau lebih klaster (kelompok) sehingga objek-objek yang berada dalam satu *cluster* akan mempunyai kemiripan atau kesamaan karakter.

Proses *cluster* atau pengelompokan data bisa dilakukan dengan dua metode yaitu metode *hierarki* dan metode *non hierarki* tetapi dalam penelitian ini hanya akan dibahas metode hierarki. Metode *hierarki* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *single linkage* (pautan tunggal). Metode ini didasarkan pada jarak minimum. Dimulai dengan dua objek yang dipisahkan dengan jarak paling pendek, maka keduanya akan ditempatkan pada *cluster* pertama, dan seterusnya. Metode ini dikenal pula dengan nama pendekatan tetangga terdekat. Metode Pautan Tunggal (*single linkage*) akan mengelompokkan dua objek yang mempunyai jarak terdekat dahulu. Jadi pada setiap tahapan, banyaknya *cluster* berkurang satu. Secara formal dua buah *cluster* A_r dan A_s , jarak antara A_r dan A_s . misalkan $h(A_r, A_s)$ didefinisikan sebagai:

$$h(A_r, A_s) = \min\{d(x_i, x_j); x_i \text{ anggota } A_r, x_j \text{ anggota } A_s\}$$

Hasil *Single Linkage Clustering* dapat disajikan dalam bentuk *Dendogram* atau diagram pohon. Cabang-cabang tersebut bertemu bersama-sama (menggabung) pada simpul posisinya sepanjang suatu sumbu jarak (kemiringan) menunjukkan tingkat dimana penggabungan terjadi.

Ada beberapa macam ukuran jarak yang biasa dipakai dalam analisis *cluster*, diantaranya yaitu: jarak *Euclidean*, *Manhattan*, dan *Pearson*. Namun pada umumnya, ukuran jarak yang sering dipakai adalah jarak *Euclidean*. Karena jarak ini cukup fleksibel untuk dilakukan modifikasi dalam mengatasi kelemahan data. Misalnya kelemahan karena unit pengukuran dan atau skala pengukuran yang berbeda bisa diperbaiki dengan melakukan transformasi baku (Z) dari rumus jaraknya. Konsep jarak *Euclidean* ini memperlakukan semua peubah adalah bebas (tidak berkorelasi). Transformasi baku yang dilakukan berarti menghilangkan pengaruh keragaman data atau dengan kata lain semua peubah akan memberikan kontribusi yang sama untuk jarak.

Jarak *Euclidean* adalah besarnya jarak suatu garis lurus yang menghubungkan antar objek. Misalkan ada dua objek yaitu A dengan koordinat (x_1, y_1) dan B dengan koordinat (x_2, y_2) maka jarak antar kedua objek tersebut dapat diukur dengan rumus

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

ukuran jarak atau ketidaksamaan antar objek ke- i dengan objek ke- j , disimbolkan dengan d_{ij} dan $k=1, \dots, p$. Nilai d_{ij} diperoleh melalui perhitungan jarak kuadrat *Euclidean* sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Dimana d_{ij} = jarak euclidian antara objek ke-i dengan objek ke-k; p= jumlah peubah *cluster*; x_{ik} =nilai dari objek ke-i pada peubah ke k; x_{jk} =nilai dari objek ke j pada peubah ke-k. Ciri-ciri kluster yang baik adalah :

1. Homogenitas (within-cluster), yaitu kesamaan yang tinggi antar anggota dalam satu kluster.
2. Heterogenitas (between-cluster), yaitu perbedaan yang tinggi antar cluster yang satu dengan kluster yang lain

5. Metode

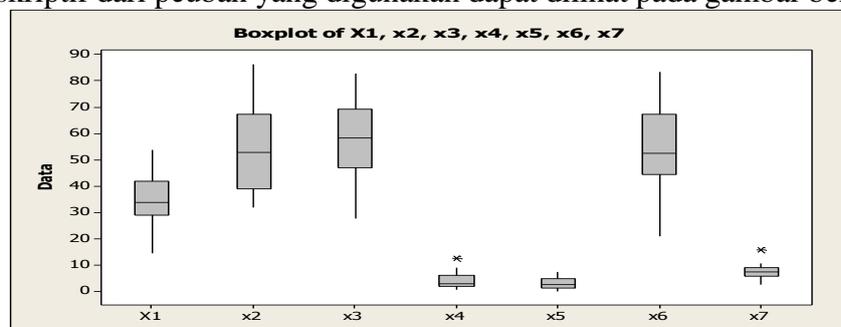
Data yang dipergunakan untuk mendukung penelitian ini adalah data sekunder yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada Data dan Informasi Kemiskinan 2012. Peubah yang digunakan ada tujuh yaitu, pendidikan rendah, luas lantai perkapita $8m^2$, jamkesmas, kartu sehat, surat miskin, penerima raskin, dan PDRB yang dinyatakan dalam persen.

Langkah yang dilakukan dalam pengklasteran :

1. Sampel yang diambil harus benar-benar bisa mewakili populasi.
2. Pengujian multikolinieritas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya variabel independen yang memiliki kemiripan dengan variabel independen lain.
3. Analisis *cluster*, Metode yang digunakan adalah metode *single linkage* dengan teknik *agglomerative* dan ukuran jarak *euclidean*
4. Membentuk dendogram dari metode yang ada.
5. Mengelompokkan kabupaten/kota berdasarkan dendogram yang dihasilkan berdasarkan selisih jarak terbesar dari perhitungan langkah 3 dan 4.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis deskriptif dari peubah yang digunakan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1 : Deskripsi peubah untuk kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat.

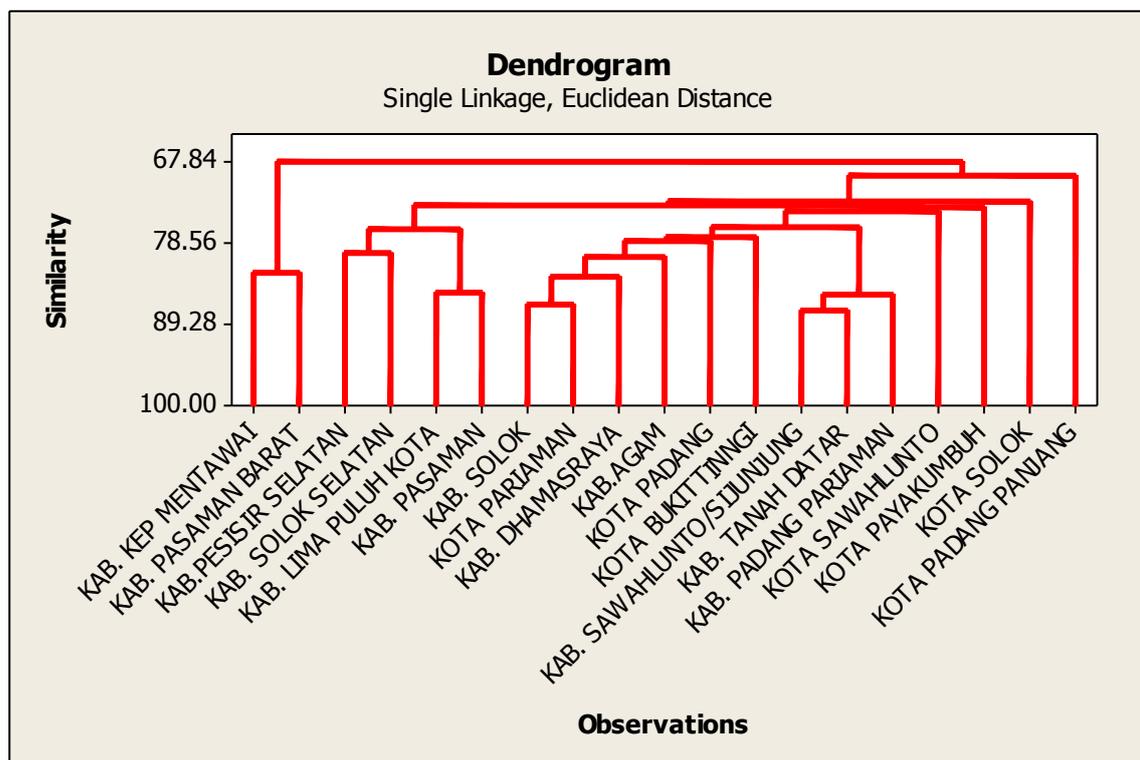
Sebelum data diolah terlebih dahulu dilakukan uji asumsi apakah terjadi multikolinearitas atau tidak dengan menggunakan nilai VIF. Nilai toleransi dan VIF untuk tiap-tiap peubah produksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Nilai toleransi dan VIF

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
x1	,544	1,839
x2	,889	1,125
x3	,443	2,259
x4	,817	1,224
x5	,816	1,225
x6	,406	2,463
x7	,808	1,237

Terlihat dari nilai toleransi dan VIF untuk tiap variabel disimpulkan tidak terjadi multikolinieritas.

Dari hasil analisis cluster dengan *single linkage*, 19 Kabupaten/kota terbagi kedalam delapan kelompok yang secara geografis terletak berdekatan. seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2 : dendogram analisis cluster

Cluster Analysis of Observations: pddk rendah, luas_intai, jamkesmas, ...

Euclidean Distance, Single Linkage
Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	18	87.4472	11.4400	4 5	4	2

2	17	86.5996	12.2124	3	19	3	2
3	16	85.4155	13.2916	4	6	4	3
4	15	85.1059	13.5737	8	9	8	2
5	14	83.1343	15.3705	3	11	3	3
6	13	82.5452	15.9074	1	12	1	2
7	12	80.5201	17.7530	3	7	3	4
8	11	79.9029	18.3155	2	10	2	2
9	10	78.2297	19.8404	3	13	3	5
10	9	77.9425	20.1021	3	17	3	6
11	8	76.7066	21.2284	2	8	2	4
12	7	76.4585	21.4545	3	4	3	9
13	6	74.4021	23.3286	3	15	3	10
14	5	73.9196	23.7683	3	18	3	11
15	4	73.5927	24.0663	2	3	2	15
16	3	73.2421	24.3858	2	14	2	16
17	2	69.6855	27.6271	2	16	2	17
18	1	67.8401	29.3089	1	2	1	19

Dari dendogram dan perhitungan diatas terlihat dari 19 Kabupaten/ Kota di Provinsi Sumatera Barat terbagi kedalam 3 cluster. Pengelompokan menggunakan metode single linkage dan jarak euclid berdasarkan indikator kemiskinan .

4. Kesimpulan

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Sumatera Barat yang terdiri dari 19 kabupaten/kota terbagi dalam 3 kelompok yaitu : kelompok 1 (Kep. Mentawai dan Kab Pasaman Barat), kelompok 2 (Kab. Pesisir Selatan, Kab Solok Selatan, Kab Lima Puluh Kota, Kab. Pasaman, Kab. Solok, Kota Pariaman, Kab. Dhamasraya, Kab. Agam, Kota Padang dan Kota Bukittinggi, Kab Sawahlunto/Sijunjung, Kab. Tanah Datar, Kab. Padang Pariaman, Kota Sawahlunto, Kota Payakumbuh, Kota Solok) dan Kelompok 3 adalah Kota Padang Panjang.
2. Jarak Euclidian mengelompokkan daerah berdasarkan letak geografis yang terdekat berdasarkan peubah yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1]. Agus, Ewan Purwanto. 2007. *Mengkaji Potensi Usaha Kecil dan Menengah (UKM) untuk Pembuatan Kebiasaan Anti Kemiskinan di Indonesia. Jurnal Ilmu Sosial dan Politik*. Volume 10 No 3 Maret 2007.
- [2]. Berita Resmi Statistik. 2015. *Topologi Wilayah Hasil Pendataan Potensi Desa (Podes) 2014 (No. 15/2/13 Th XVIII, 16 Februari 2015)*. BPS : Provinsi Sumatera Barat.
- [3]. Basri F H. 1995. *Perekonomian Indonesia Menjelang Abad XXI : Distorsi, Peluang dan Kendala*. Jakarta: Erlangga.
- [4]. Iriawan, N., Astuti S.P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Jakarta : CV ANDI.
- [5]. Mongi, E Charles. *Penggunaan Analisis Two Step Clustering untuk Data Campuran*. JdC, Vol. 4, No. 1, Maret, 2015.
- [6] Meilisa, Mira. 2015. *Model Otoregressif Simultan dan Otoregressif Bersyarat untuk Analisis Kemiskinan di Provinsi Sumatera Barat*. Prociding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika STKIP PGRI Sumatera Barat.
- [7]. Rusdarti & Karolina, Lesta S. *Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Jawa Tengah*. Universitas Negeri Semarang.
- [8]. Santoso, S. 2002. *Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat*. Jakarta : PT ElexMedia Komputindo.

- [9]. Supranto, J. 2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*. Jakarta : PT Rineka Cipta
- [10]. Yulianto,S, Hidayatullah HK. *Analisis Klaster Untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat*. Jurnal Statistika, Vol. 2, No. 1, Mei 2014.

PENDEKATAN *BI-RESPON MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESI SPLINE (B-MARS)* PADA PEMODELAN *CAPITAL STRUCTURE* DAN *MACRO ECONOMY* TERHADAP PROFITABILITAS PERUSAHAAN MANUFAKTUR YANG TERDAFTAR DI BEI PERIODE 2013-2014

Muhammad Bisyr Effendi

STIE Perbanas Surabaya
e-mail: bisyri@perbanas.ac.id

Abstract. Multivariate adaptive regression spline (MARS) is one of the nonparametric regression models, which assume functional relation between response variable and unknown predictor. MARS is a complex combination between spline method and partition recursive to yield continue regression estimation and used to predict and classify. The purpose of this research is to implement Birespon Multivariate Adaptive Regression Spline (B-MARS) model on the effect of capital structure and macro economy towards profitability. This research was using secondary data from the financial statement of the manufactured companies from 2013 to 2014. Purposive sampling was chosen as sampling method. The data was analyzed use MARS 2.0. The result show that modeling accuracy of the effect of capital structure and macro economy towards profitability was good, with small GCV, MSE and big R-square.

Keywords: *MARS, Capital Structure, Macro Economy, Profitabilitas*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) merupakan salah satu regresi nonparametrik, metode yang dapat mengatasi kesulitan *spline* pada kasus berdimensi tinggi (*curse of dimensionality*). MARS menentukan jumlah knot dan lokasi knot dengan suatu prosedur *stepwise* dari data (Abraham dan Steinberg, 2001). Friedman (1991) menyatakan bahwa MARS merupakan suatu metode dengan pendekatan regresi nonparametrik yang mengkombinasikan antara *spline* dengan *Recursive Partitioning Regression* (RPR). Metode ini menjadi populer karena tidak mengasumsikan hubungan fungsional mendasar dan khusus (linier, logistik dan sebagainya) diantara variabel prediktor dan variabel respon (Otok, Subanar dan Guritno, 2006). Dalam perkembangannya, MARS dapat digunakan untuk menyelesaikan dua permasalahan utama dalam statistika, yaitu prediksi pada saat variabel responnya kontinu dan klasifikasi pada saat variabel responnya kategorik.

Model MARS pertama kali dikembangkan oleh Friedman (1991) untuk kasus unirespon kontinu, dimana masih memodelkan pola hubungan nonparametrik antara satu variabel respon (unirespon) kontinu dengan beberapa variabel prediktor. Friedman (1991) mendapatkan estimasi parameter MARS menggunakan optimasi LS dan membangun model dengan algoritma *stepwise* yang terdiri dari *forward stepwise* dan *backward stepwise*. *Forward stepwise* membangun model dengan menambahkan basis fungsi *spline* (knot, interaksi) hingga diperoleh model dengan jumlah basis fungsi maksimum dan *backward stepwise* digunakan untuk mendapatkan model yang sesuai dengan memilih basis fungsi yang kontribusinya paling signifikan terhadap dugaan respon dari model yang dihasilkan oleh *forward stepwise* berdasarkan nilai GCV minimum

Tujuan utama didirikannya suatu perusahaan atau usaha bisnis adalah untuk menciptakan profitabilitas, sehingga dapat digunakan untuk menciptakan kesejahteraan bagi para *stakeholdernya*. Dari hasil penjualan yang tinggi, perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang semakin meningkat. Jumlah keuntungan yang diperoleh secara teratur merupakan salah satu faktor yang penting untuk menilai profitabilitas. Faktor profitabilitas sangat penting karena menunjukkan sejauh mana kemampuan bisnis tersebut menghasilkan keuntungan. Profitabilitas merupakan kemampuan perusahaan untuk menghasilkan laba dalam hubungannya dengan penjualan, total aktiva maupun modal sendiri yang sering digunakan untuk mengukur efisiensi penggunaan modal suatu perusahaan dengan membandingkan antara laba dengan modal yang digunakan dalam operasi, oleh karena itu keuntungan yang besar tidak menjamin atau bukan merupakan ukuran bahwa dalam perusahaan tersebut dapat melangsungkan hidupnya secara berkelanjutan. Riyanto (2005:29) mengemukakan bahwa bagi perusahaan pada umumnya masalah rentabilitas merupakan hal yang lebih penting dibanding dengan laba, karena laba yang besar belum merupakan ukuran bahwa perusahaan tersebut telah bekerja dengan efisien. Efisiensi baru dapat diketahui dengan membandingkan laba yang diperoleh dengan kekayaan atau modal yang menghasilkan laba, oleh karena itu profitabilitas merupakan pencerminan dari efisiensi, dengan demikian yang harus diperhatikan oleh perusahaan adalah tidak hanya bagaimana usaha untuk memperbesar laba, tetapi yang lebih penting adalah usaha untuk mempertinggi profitabilitasnya melalui efisiensi dari struktur modal perusahaan dengan memperhatikan situasi ekonomi makro yang sedang terjadi

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan profitabilitas antara lain dilakukan oleh Chen, dkk (2009) melakukan penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi struktur modal, makro ekonomi dan risiko operasional dalam profitabilitas dengan objek penelitian pada industri asuransi jiwa yang berada di Cina. Dalam penelitian ini variabel yang dipergunakan meliputi variabel *independent* yakni variabel struktur modal, dengan indikator rasio kewajiban, rasio ekuitas dan *reserve to liability ratio*. Sedangkan untuk variabel dependennya adalah variabel profitabilitas dengan indikator *Return On Assets* (ROA) dan *Profit Margin*. Selain dua variabel tersebut Chen, dkk menambahkan variabel tersembunyi yaitu variabel *macro economy* dengan indikator pertumbuhan ekonomi, tingkat inflasi dan tingkat pengangguran. Hasil dari pengujiannya menunjukkan bahwa hubungan masing-masing antar variabel berpengaruh signifikan dalam arah yang positif pada industri asuransi jiwa yang berada di Cina.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Wirdiyanto (2009), melakukan penelitian tentang pengaruh *capital structure* terhadap profitabilitas dengan objek penelitian pada perusahaan yang tergabung dalam Perusahaan Industri Pertambangan yang terdaftar di BEI dengan jumlah sampel 11 perusahaan, dalam penelitian ini variabel yang digunakan meliputi variabel *independent* (X) yaitu *long term debt*, *size company*, *sales growth*, *debt to equity ratio* dan *debt to asset ratio*, sedangkan untuk variabel dependennya (Y) yaitu dengan menggunakan *Return On Equity* (ROE).

Dari beberapa penelitian MARS diatas umumnya menggunakan satu variabel respon (uni-respon) dan mengacu pada hasil penelitian Chen, dkk (2009), Wirdiyanto (2009), maka penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model bi-respon multivariate adaptive regression spline (B-MARS) pada pemodelan pengaruh *capital structure* dan *macro economy* terhadap profitabilitas pada perusahaan manufaktur periode tahun 2013 - 2014.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, penerapan model Birespon multivariate adaptive regression spline pada pemodelan pengaruh capital structure dan macro economy terhadap profitabilitas pada perusahaan manufaktur .

2.2 Populasi dan Sampel

Unit analisis dalam penelitian ini adalah laporan keuangan, sedangkan populasinya adalah seluruh perusahaan manufaktur. dari populasi tersebut, yang dijadikan sampel dalam penelitian ini adalah perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI tahun 2013 - 2014 sesuai dengan karakteristik sampel yang peneliti harapkan (purposive sampling). Adapun kriteria pengambilan sampel antara lain :

1. Perusahaan manufaktur yang tercatat aktif di Bursa Efek Indonesia tahun 2013 -2014.
2. Perusahaan telah menerbitkan/mempublikasikan laporan keuangan tahunan (annual report) lengkap secara berturut-turut dan mempublikasikan laporan keuangan auditan secara lengkap dan dalam kurs rupiah
3. Perusahaan memperoleh laba bersih

Alasan pengambilan perusahaan manufaktur karena perusahaan tersebut lebih banyak di indonesia dan banyak memiliki perbedaan karakter daripada industri lainnya, sehingga hasil yang peneliti harapkan dapat menggambarkan kondisi perusahaan yang ada di indonesia secara umum.

2.3 Sumber data dan Teknik Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berupa laporan keuangan tahun 2013-2014, sedangkan sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang di peroleh dari situs BEI www.idx.co.id, ICMD 2013-2014, data Bank Indonesia dan dicari perusahaan berdasarkan purposive sample di atas. pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode studi pustaka dan dokumentasi. Studi pustaka dilakukan dengan mengolah literature, jurnal, artikel maupun media tertulis lainnya yang terkait dengan penelitian ini, sedangkan dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan sumber data documenter yaitu laporan keuangan.

2.4 Definisi Operasional dan Pengukuran variabel

2.4.1 Variabel Dependent (Y)

Variabel dependent dalam penelitian ini adalah

$y_1 = \text{Return On Equity (ROE)}$

Merupakan rasio profitabilitas yang menunjukkan tingkat pengembalian yang akan diterima pemegang saham, dan karena salah satu tujuan perusahaan adalah memberi keuntungan bagi pemegang saham maka ROE merupakan pengukuran kinerja keuangan perusahaan yang mendasar.

$y_2 = \text{Profit Margin (PM)}$

Profit Margin adalah rasio pendapatan terhadap penjualan yang diperoleh dari selisih antara penjualan bersih dikurangi dengan harga pokok penjualan dibagi dengan penjualan bersih. Rasio ini mengindikasikan kemampuan perusahaan untuk menghasilkan laba pada tingkat penjualan tertentu dan juga menilai kemampuan manajemen perusahaan untuk mengontrol berbagai pengeluaran yang langsung digunakan dalam menghasilkan penjualan yaitu pengeluaran untuk pembelian bahan baku, tenaga kerja langsung dan *overhead* pabrik

2.4.2. Variabel Independent (X)

Variabel independent dalam penelitian adalah sebagai berikut :

$x_1 = \text{Long Term Debt}$

Modal asing atau hutang jangka panjang adalah hutang yang jangka waktunya adalah panjang, umumnya lebih dari sepuluh tahun. Hutang jangka panjang ini pada umumnya digunakan untuk membelanjai perluasan perusahaan (*ekspansi*) atau modernisasi dari perusahaan, karena kebutuhan modal untuk keperluan tersebut meliputi jumlah yang besar.

$x_2 = \text{Sales Growth}$

Perusahaan dengan penjualan yang relative stabil berarti memiliki aliran kas yang relatif stabil pula, maka dapat menggunakan hutang lebih besar daripada perusahaan dengan penjualan yang tidak stabil

$x_3 = \text{Debt To Equity Ratio}$

DER dipergunakan untuk mengukur tingkat penggunaan utang terhadap total shareholders *equity* yang dimiliki suatu perusahaan. Semakin tinggi DER menunjukkan tingginya ketergantungan permodalan perusahaan terhadap pihak luar sehingga beban perusahaan juga semakin berat.

$x_4 = \text{Debt To Asset Ratio}$

Rasio ini merupakan perbandingan antara hutang lancar dan hutang jangka panjang serta jumlah seluruh aktiva yang diketahui. Rasio ini menunjukkan beberapa bagian dari keseluruhan aktiva yang dibelanjai oleh hutang.

$x_5 = \text{Inflasi}$

Inflasi dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan di mana harga barang-barang secara umum mengalami kenaikan dan berlangsung dalam waktu yang terus-menerus.

$x_6 = \text{nilai tukar/kurs rupiah terhadap dolar}$

2.5 Teknik Analisis Data

Langkah - langkah yang dilakukan peneliti dalam analisis untuk mengetahui pengaruh struktur modal dan ekonomi makro terhadap profitabilitas . Tahapan - tahapan analisis yang digunakan antara lain :

1. Pre procesing data
 - a) Mentabulasi data dengan metode documenter yaitu laporan keuangan
 - b) Metabulasi pos - pos keuangan
 - c) Menghitung masing - masing rasio keuangan dan variabel makro ekonomi
2. Analisis deskriptif masing - masing rasio keuangan
3. Membentuk model
 - 1) Mendefinisikan variabel respon dan variabel prediktor, dimana variabel prediktor (long term debt, sales growth, debt to equity ratio, debt to asset ratio, inflansi dan kurs rupiah terhadap dollar) dan variabel respon (PM dan ROE)
 - 2) Mendapat model MARS yang terbaik, maka dilakukan dengan cara *trial and error* dengan cara mengkombinasikan besarnya BF, MI dan MO.
 - a. Menentukan maksimum fungsi basis (max-BF), yaitu 2 s.d 4 kali jumlah prediktor yang akan digunakan.
 - b. Menentukan jumlah maksimum interaksi (MI), yaitu 1 s.d 3, dengan asumsi bahwa jika $MI > 3$ akan menghasilkan model yang semakin kompleks.
 - c. Menentukan minimal jumlah observasi setiap *knots* (MO), yaitu 5, 10, dan 20
 - d. Menetapkan model terbaik dengan nilai GCV yang paling minimum berdasarkan kriteria.

3. Pembahasan

3.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan tahap awal eksplorasi data yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran umum dari data yang digunakan dalam suatu penelitian. Tabel berikut ini menunjukkan deskriptif dari variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

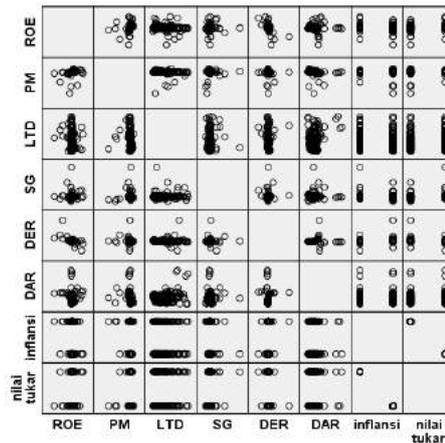
Tabel 1. Deskriptif Rasio Keuangan Tahun 2013

Variabel	Min	Max	Mean	Std
Roe	-2,337055048	1,18601505	0,057278743	0,369365998
Pm	-3,000836912	0,508730711	-0,017897678	0,419878174
LTD	0,006353504	0,985996048	0,283613501	0,225011527
SG	-0,734123275	2,943010211	0,152252331	0,389693947
DER	-21,23492376	70,83148629	1,849822787	7,650939873
DAR	0,037231583	2,728438685	0,518640366	0,388737265
Inflansi	0,069658333	0,069658333	0,069658333	1,39463E-16
Nilai Tukar Uang	10503,67073	10503,67073	10503,67073	1,64517E-11

Tabel 2. Deskripsi Rasio Keuangan tahun 2014

Variabel	Min	Max	Mean	Std
Roe	-1,538225416	1,631322695	0,112914399	0,325240628
Pm	-1,39507926	0,331271334	0,022820682	0,170258761
LTD	0,007186163	0,96857573	0,309873642	0,239567843
SG	-0,349922562	5,90678381	0,189578841	0,66283474
DER	-31,03674705	22,46109732	0,839579017	4,314781079
DAR	0,04133741	2,86355582	0,523107487	0,393812647
Inflansi	0,064191667	0,064191667	0,064191667	1,39463E-16
Nilai Tukar Uang	11937,72541	11937,72541	11937,72541	1,64517E-11

Dari tabel diatas dapat dijelaskan bahwa variabel DER memiliki nilai simpangan baku yang paling tinggi yaitu 7,650939873 pada periode tahun 2013 dan 4,314781079 pada periode tahun 2014. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman data debt equity ratio pada perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI periode 2013 - 2014 cukup besar dibandingkan dengan variabel yang lain. Selanjutnya langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat plot antara variabel respon dengan enam variabel prediktor untuk mengetahui ada tidaknya pola hubungan antara variabel respon dengan enam variabel prediktor tersebut. Plot yang menunjukkan pola hubungan enam variabel prediktor terhadap variabel respon adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Plot variabel Struktur modal, Ekonomi Makro dan Profitabilitas

Dari hasil plot variabel prediktor struktur modal dan ekonomi makro dengan profitabilitas (ROE dan PM) dengan variabel-variabel prediktor pada tahun 2013-2014 mengindikasikan bahwa terdapat beberapa plot yang tidak menunjukkan kecenderungan membentuk pola tertentu. Dengan adanya keterbatasan informasi mengenai bentuk fungsi dan tidak jelasnya beberapa pola hubungan antara variabel respon dan prediktor merupakan pertimbangan digunakan regresi nonparametrik untuk memodelkan data tersebut. Pendekatan regresi nonparametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah MARS salah satu model nonparametrik yang akurat.

3.2. Pembentukan Model MARS

Tahap pembentukan model MARS dilakukan dengan kombinasi antara jumlah maksimum Basis Fungsi (BF), Maksimum Interaksi (MI) dan Minimum Observasi (MO) diantara knot hingga diperoleh model optimal dengan GCV minimum. Basis Fungsi (BF) merupakan fungsi yang didefinisikan pada setiap *region*. Maksimum jumlah Interaksi (MI) merupakan banyak interaksi yang dapat terjadi dalam model. Jika MI yang digunakan adalah 1, berarti tidak ada interaksi antar variabel dalam model. Jika MI yang digunakan 2, maka ada interaksi antar 2 variabel dalam model. Begitu pula jika MI yang digunakan adalah 3, maka interaksi yang dapat terjadi paling banyak antar 3 variabel. Minimum Observasi (MO) merupakan minimum jumlah pengamatan diantara knot.

Variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini ada sebanyak enam variabel sehingga banyaknya basis fungsi (BF) yang digunakan adalah sebanyak 12, 18, dan 24 sesuai dengan Friedman (1991), yang menganjurkan pemilihan maksimal jumlah fungsi basis sebesar dua sampai empat kali banyaknya jumlah variabel prediktor. Maksimum interaksi (MI) yang digunakan pada penelitian ini adalah 1, 2 dan 3. Karena apabila terdapat lebih dari 3 interaksi, maka akan menimbulkan interpretasi model yang sangat kompleks. Untuk minimum observasi (MO) yang digunakan adalah 5, 10, 20 sehingga pada titik-titik tersebut diperoleh nilai GCV minimum (sutikno, 2008). Menentukan model terbaik dari kombinasi nilai BF, MI, dan MO yang mungkin dengan kriteria nilai GCV minimum serta melakukan penaksiran parameter. Kriteria pemilihan model terbaik adalah dengan membandingkan GCV minimum, jika memiliki nilai yang sama dapat dilihat dengan pertimbangan nilai MSE terkecil.

Tabel 3. Kombinasi BF,MI, dan MO

Bf	mi	Mo	ROE		PM	
			Gcv	Mse	gcv	mse
12	1	5	0,074	0,082	0,049	0,051
	1	10	0,078	0,084	0,052	0,054
	1	20	0,079	0,085	0,054	0,058
	2	5	0,051	0,061	0,02	0,024
	2	10	0,07	0,079	0,024	0,028
	2	20	0,073	0,082	0,035	0,043
	3	5	0,051	0,061	0,017	0,024
	3	10	0,066	0,072	0,021	0,028
	3	20	0,065	0,08	0,028	0,035
18	1	5	0,074	0,081	0,049	0,051
	1	10	0,08	0,085	0,052	0,054
	1	20	0,081	0,085	0,054	0,059
	2	5	0,038	0,061	0,018	0,024
	2	10	0,068	0,082	0,024	0,028
	2	20	0,072	0,082	0,033	0,04
	3	5	0,042	0,061	0,015	0,022
	3	10	0,053	0,069	0,021	0,028
	3	20	0,066	0,08	0,021	0,029
24	1	5	0,074	0,082	0,048	0,055
	1	10	0,08	0,085	0,052	0,054
	1	20	0,081	0,085	0,054	0,059
	2	5	0,04	0,062	0,018	0,025
	2	10	0,066	0,075	0,023	0,027
	2	20	0,072	0,082	0,028	0,037
	3	5	0,034	0,055	0,013	0,018
	3	10	0,051	0,065	0,01	0,014
	3	20	0,045	0,064	0,021	0,028

Hasil kombinasi BF, MI dan MO didapatkan nilai GCV dan MSE terkecil pada kombinasi BF=24 variabel prediktor, MI= 3 dan MO=5 dengan nilai GCV=0,034 dan MSE = 0,055 untuk profitabilitas yang diukur dengan ROE (variabel dependent = ROE). Untuk profitabilitas yang diukur dengan NPM dari hasil kombinasi BF, MI dan MO didapatkan nilai GCV dan MSE terkecil pada kombinasi BF=24 variabel prediktor, MI= 3 dan MO=10 dengan nilai GCV=0,01 dan MSE = 0,014. Model MARS terbaik yang didapatkan dengan masing - masing kombinasi adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Model Mars terbaik

	Bf	Mi	mo	Gcv	mse	R-square
ROE	24	3	5	0,034	0,055	0,548
PM	24	3	10	0,01	0,014	0,862

Model Mars dengan variabel dependent ROE

$$\begin{aligned}
 \text{BF1} &= \max(0, \text{SG} + 0.107); \\
 \text{BF2} &= \max(0, -0.107 - \text{SG}); \\
 \text{BF3} &= \max(0, \text{DAR} - 0.037) * \text{BF2}; \\
 \text{BF4} &= \max(0, \text{NILAI_TU} - 10503.671) * \text{BF2}; \\
 \text{BF5} &= \max(0, \text{DER} + 31.037) * \text{BF2}; \\
 \text{BF6} &= \max(0, \text{NILAI_TU} - 10503.671) * \text{BF5}; \\
 \text{BF8} &= \max(0, 0.854 - \text{DAR}); \\
 \text{BF9} &= \max(0, \text{SG} + 0.138) * \text{BF8}; \\
 \text{BF12} &= \max(0, \text{LTD} - 0.006) * \text{BF2}; \\
 \text{BF13} &= \max(0, \text{NILAI_TU} - 10503.671) * \text{BF3}; \\
 \text{BF14} &= \max(0, \text{LTD} - 0.006) * \text{BF3}; \\
 \text{BF16} &= \max(0, 0.835 - \text{DAR}) * \text{BF1}; \\
 \text{BF20} &= \max(0, 0.549 - \text{LTD}) * \text{BF8}; \\
 \text{BF21} &= \max(0, \text{SG} + 0.111) * \text{BF20}; \\
 \text{BF22} &= \max(0, -0.111 - \text{SG}) * \text{BF20}; \\
 \\
 \text{Y} &= -0.057 + 49.120 * \text{BF2} - 0.035 * \text{BF4} - 2.065 * \text{BF5} \\
 &\quad + .976331\text{E-}03 * \text{BF6} + 10.453 * \text{BF9} + 16.469 * \text{BF12} \\
 &\quad + 0.019 * \text{BF13} - 8.138 * \text{BF14} - 11.395 * \text{BF16} \\
 &\quad + 0.807 * \text{BF21} + 60.771 * \text{BF22};
 \end{aligned}$$

model PM = BF2 BF4 BF5 BF6 BF9 BF12 BF13 BF14 BF16 BF21 BF22;

Model Mars dengan variabel dependent NPM

$$\begin{aligned}
 \text{BF1} &= \max(0, \text{DER} - 5.152); \\
 \text{BF2} &= \max(0, 5.152 - \text{DER}); \\
 \text{BF3} &= \max(0, \text{DER} - 3.029); \\
 \text{BF5} &= \max(0, \text{DAR} - 0.837) * \text{BF3}; \\
 \text{BF6} &= \max(0, 0.837 - \text{DAR}) * \text{BF3}; \\
 \text{BF7} &= \max(0, \text{SG} - 0.135) * \text{BF3}; \\
 \text{BF8} &= \max(0, 0.135 - \text{SG}) * \text{BF3}; \\
 \text{BF11} &= \max(0, 0.313 - \text{LTD}) * \text{BF3}; \\
 \text{BF12} &= \max(0, \text{DER} - 2.594); \\
 \text{BF13} &= \max(0, 2.594 - \text{DER}); \\
 \text{BF14} &= \max(0, \text{LTD} - 0.006) * \text{BF13}; \\
 \text{BF15} &= \max(0, \text{INFLANSI} - 0.064) * \text{BF14}; \\
 \text{BF16} &= \max(0, \text{SG} + 0.734) * \text{BF14}; \\
 \text{BF17} &= \max(0, \text{NILAI_TU} - 10503.671) * \text{BF12}; \\
 \text{BF18} &= \max(0, \text{INFLANSI} - 0.064) * \text{BF13}; \\
 \text{BF19} &= \max(0, \text{SG} - 0.312) * \text{BF18}; \\
 \text{BF20} &= \max(0, 0.312 - \text{SG}) * \text{BF18}; \\
 \text{BF21} &= \max(0, \text{SG} - 0.087); \\
 \text{BF22} &= \max(0, 0.087 - \text{SG}); \\
 \text{BF24} &= \max(0, 0.086 - \text{LTD}) * \text{BF21}; \\
 \\
 \text{Y} &= -0.277 - 0.431 * \text{BF1} + 0.098 * \text{BF2} - 1.711 * \text{BF3} + 4.758 * \text{BF5} \\
 &\quad - 18.424 * \text{BF6} + 0.039 * \text{BF7} - 0.391 * \text{BF8} \\
 &\quad + 0.924 * \text{BF11} + 1.390 * \text{BF12} - 22.220 * \text{BF15} \\
 &\quad - 0.039 * \text{BF16} + .156449\text{E-}03 * \text{BF17} + 91.197 * \text{BF19} \\
 &\quad + 30.015 * \text{BF20} - 0.583 * \text{BF22} - 13.065 * \text{BF24};
 \end{aligned}$$

model ROE = BF1 BF2 BF3 BF5 BF6 BF7 BF8 BF11 BF12 BF15 BF16 BF17 BF19 BF20 BF22 BF24;

Tabel 5. Pengaruh masing masing variabel independent terhadap ROE

variabel	cost of omission	importance
DER	0,128	100.000
SG	0,073	48.966
DAR	0,071	46.574
LTD	0,067	39.656
INFLANSI	0,066	38.272
NILAI_TU	0,064	34.958

Tabel 6. Pengaruh masing masing variabel independent terhadap PM

variabel	cost of omission	importance
SG	0,103	100.000
LTD	0,06	71.930
DAR	0,043	56.707
NILAI_TU	0,042	56.012
DER	0,029	40.972
INFLANSI	0,014	0

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Model MARS terbaik diperoleh melalui kombinasi BF 24, MI 3, dan MO 5 untuk ROE dan kombinasi BF 24, MI 3 dan M) 10 untuk PM
2. Kelebihan metode MARS adalah model yang dihasilkan dapat berupa interaksi dari beberapa variabel. Dalam hal ini model MARS terbaik mengakomodir interaksi antara 3 variabel.
3. Dari model MARS terbaik, diperoleh 6 variabel yang ROE, dimana DER merupakan variabel yang paling berpengaruh dengan derajat kepentingan sebesar 100% dan 5 variabel yang mempengaruhi PM, dimana SG merupakan variabel yang paling berpengaruh dengan derajat kepentingan sebesar 100%
4. Ketepatan klasifikasi yang diperoleh dari model MARS tersebut mencapai 54,8% untuk ROE dan 86,2% PM

Daftar Pustaka

- [1]. Abraham, A. and Steinberg, D. (2001). *MARS: Still an Alien Planet in Soft Computing?*. School of Computing and Information Technology, Salford System. Inc, USA.
- [2].Chen, Shen Jian., Mei Ching Chen, Mei-Ching Chen, Wen-Ju Liao, Tsung-Hsien Chen, (2009). *Influence of Capital Structure and Operacional Risk on Profitability of Life Insurence Industry in TaiwÉn*, Jurnal Of Modeling in Management Vol 4 No 1, Taiwan, 2009.
- [3].Friedman, J.H. (1991). *Multivariate Adaptive Regression Splines (with discussion)*.Annual Statistics. 19:1-141.
- [4].Gitman, Lawrence J, (2006). *Corporations - Finance; Business enterprises - Finance; Business firms; Financial management ISBN: 0-321-31150-7 Edisi: 11th ed*, Addison-Wesley, Boston., 2006
- [5].Otok, B.W., Subanar and Guritno, S. (2006). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volume Perdagangan Saham Menggunakan Multivariate Adaptive Regression Splines, *Jurnal Widya Manajemen & Akuntansi*, Vol 6, Nomer 3, UWM, Surabaya.
- [6].Riyanto, Bambang, (2001). *Dasar-dasar Pembelanjaan Perusahaan*”, Edisi keempat, BPFE, Yogyakarta, 2001.
- [7].Riyanto, Bambang, (2005). *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan*, BPFE. Yogyakarta.
- [8].Sartono, Agus, (2001). *Manajemen Keuangan, Teori dan Aplikasi*, Edisi Keempat, Cetakan Pertama, BPFE, Yogyakarta.
- [9].Sutikno. (2008). *Statistical Downscaling Luaran GCM dan Pemanfaatannya untuk Peramalan Produksi Padi* Disertasi. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

IMPLEMENTASI *GRAPH PARTITIONING* PADA PARALELISASI PERKALIAN MATRIKS-VEKTOR

Murni¹, Tri Handhika², Ilmiyati Sari³, dan Dina Indarti⁴

^{1, 2, 3, 4}Pusat Studi Komputasi Matematika Universitas Gunadarma
e-mail:

¹murnipskm@staff.gunadarma.ac.id

²trihandika@staff.gunadarma.ac.id

³ilmiyati@staff.gunadarma.ac.id

⁴dina_indarti@staff.gunadarma.ac.id

Abstract. A common operation in many calculation problems is the matrix-vector multiplication. In practice, the calculation of large matrix-vector product takes a long time and therefore parallelization is needed to speed up the calculation process. This paper addresses the efficient parallelization of matrix-vector multiplication through graph partitioning techniques.

Keywords: *graph partitioning, paralelisasi, matriks-vektor*

1. Pendahuluan

Banyak permasalahan dunia nyata yang melibatkan aplikasi matriks baik secara numerik maupun non-numerik. Beberapa diantaranya adalah solusi persamaan linier dan penggambaran graf dengan melibatkan operasi perkalian matriks-vektor yang dapat dilakukan secara sekuensial maupun paralel. Dalam makalah ini, perkalian matriks dengan vektor dilakukan melalui komputasi paralel. Adapun teknik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan perkalian matriks-vektor tersebut diadopsi dari konsep graf yang dikenal dengan teknik *graph partitioning*. Misalkan diberikan matriks persegi ukuran $n \times n$ dimana setiap elemennya dinotasikan sebagai a_{ij} , dengan $i, j = 1, 2, \dots, n$ dan $a_{ij} \neq 0$, untuk $i = j$. Matriks tersebut dapat direpresentasikan sebagai suatu graf dimana baris ke- i pada matriks menyatakan verteks i pada graf. Dengan demikian, untuk matriks ukuran $n \times n$ dapat direpresentasikan sebagai graf dengan n buah verteks. Selanjutnya, nilai-nilai elemen matriks selain di diagonal didefinisikan sebagai *edge* dari graf tersebut. Apabila $a_{ij} \neq 0$, dengan $i \neq j$, maka terdapat *edge* yang menghubungkan antara verteks i dengan verteks j . Namun, tidak demikian halnya dengan $a_{ij} = 0$, dengan $i \neq j$. Setelah matriks ukuran $n \times n$ direpresentasikan sebagai graf, selanjutnya teknik *graph partitioning* diterapkan untuk mempartisi n buah verteks menjadi k himpunan yang saling lepas, yaitu $\mathcal{P}_1, \mathcal{P}_2, \dots, \mathcal{P}_k$ dengan meminimalkan banyak *edge* yang direduksi dimana bobot pada masing-masing partisi secara rata-rata bernilai sama. Setelah graf terbentuk menjadi k *partitioning*, maka dengan perkataan lain baris-baris dari matriks terpartisi menjadi k bagian. Begitu pula partisi terjadi pada kolom-kolom matriks mengikuti partisi pada baris-baris matriks sedemikian sehingga matriks tersebut berubah menjadi blok matriks. Adapun blok matriks yang terbentuk adalah sebanyak $k \times k$ [9].

Setelah blok matriks terbentuk, permasalahan perkalian matriks-vektor dapat dilanjutkan dengan menggunakan komputasi paralel dimana jumlah partisi yang diperoleh merupakan jumlah prosesor yang akan digunakan dalam perkalian matriks-vektor tersebut. Teknik *graph partitioning* ini mirip dengan prinsip komputasi paralel, yakni meminimumkan komunikasi antar prosesor dengan bobot rata-rata komputasi pada setiap prosesor bernilai relatif sama. Dengan demikian, pada makalah ini akan ditunjukkan proses perhitungan perkalian matriks-vektor secara paralel dengan mengadopsi teknik *graph partitioning* [8].

- **Graph Partitioning**

Misalkan graf tidak berarah dinotasikan sebagai $G = (V, \xi)$, dengan V adalah himpunan tak kosong dari verteks-verteks dimana $n = |V|$ menyatakan banyaknya verteks. Sedangkan, E adalah himpunan $edge e_{ij} \in \xi$ yang menghubungkan sepasang vertex berbeda yaitu, $v_i, v_j \in V$. Misalkan pula w_i menotasikan bobot dari verteks v_i dan c_{ij} menotasikan *cost* dari e_{ij} . Selanjutnya, misalkan $\Pi = \{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_K\}$ adalah himpunan k partisi dari V sedemikian sehingga setiap $\rho_k, 1 \leq k \leq K$, merupakan himpunan bagian tak kosong dari $V, V_k \cap V_l = \emptyset$, untuk semua $1 \leq k < l \leq K$ dan $\bigcup_{k=1}^K \rho_k = V$ Suatu partisi dikatakan *balance* jika setiap bagian ρ_k memenuhi *balance criterion* berikut ini:

$$W_k \leq W_{avg}(1 + \varepsilon), \text{ untuk } k = 1, 2, \dots, K \quad (2.1)$$

dengan

$$W_k = \sum_{v_i \in \rho_k} w_i \text{ dan } W_{avg} = \frac{\sum_{v_i \in V} w_i}{K}$$

serta ε (maksimum rasio *imbalance* yang ditentukan) merupakan suatu bilangan kecil nonnegatif.

Pada partisi Π , suatu *edge* dikatakan *cut* jika *edge* tersebut merupakan hubungan dari pasangan verteks yang berada pada dua partisi berbeda. Namun, jika *edge* merupakan hubungan dari pasangan verteks pada partisi yang sama maka *edge* dikatakan *uncut*. Masing-masing *Cut edge* dan *uncut edge* disebut sebagai eksternal dan internal *edge*. Adapun himpunan dari eksternal *edge* pada partisi Π dinotasikan sebagai ξ_E . Selanjutnya didefinisikan *cutsizes* yang merepresentasikan total *cost* pada partisi Π yaitu:

$$\chi(\Pi) = \sum_{e_{ij} \in \xi_E} c_{ij} \quad (2.2)$$

Pada persamaan (2.2), setiap *cut edge* e_{ij} berkontribusi pada *cutsizes* sebesar c_{ij} . Dengan demikian, teknik *graph partitioning* dapat didefinisikan sebagai suatu teknik untuk mempartisi suatu graf menjadi dua bagian atau lebih sedemikian sehingga *cutsizes* minimum dengan kendala *balance criterion* pada persamaan (2.1) dapat tercapai [1,2,5]. Adapun algoritma optimisasi yang digunakan dalam teknik *graph partitioning* pada makalah ini adalah algoritma Kernighan-Lin [10] dengan konsep penukaran sepasang verteks pada setiap iterasinya. Selain itu, algoritma ini terbatas hanya untuk kasus dua partisi saja. Pertama-tama, definisikan *initial state*, yakni himpunan verteks yang secara acak dipartisi menjadi dua bagian. Selanjutnya, setiap verteks saling bertukar posisi dari partisi yang satu ke partisi lainnya dengan konsep *gain*, yaitu nilai yang menandakan pengurangan *cutsizes*. *Gain* yang bertanda positif akan mengurangi *cutsizes* sedangkan *gain* bertanda negatif akan meningkatkan *cutsizes*. Proses ini dilakukan sehingga dua verteks dengan *gain* terbesar akan saling bertukar posisi. Kemudian, verteks yang telah berpindah posisi partisinya tidak diikutsertakan kembali dalam perhitungan *gain* pada iterasi selanjutnya. Selain itu, pertukaran tersebut menyebabkan perubahan nilai *gain* pada verteks-verteks yang lain. Proses ini dilakukan terus berulang kali sedemikian sehingga tidak terdapat verteks yang berpindah posisi lagi. Dengan demikian, solusi optimal dari algoritma Kernighan-Lin adalah partisi dengan *cutsizes* terkecil.

• Paralelisasi Matriks-Vektor

Teknik dasar untuk memparalelkan perkalian matriks-vektor adalah dengan cara mempartisi baris-baris pada matriks menjadi beberapa bagian. Dengan kata lain, baris-baris matriks tersebut akan dikomputasi secara paralel melalui beberapa prosesor. Pada makalah ini akan dibahas mengenai proses perhitungan perkalian matriks-vektor secara paralel dengan mengadopsi teknik *graph partitioning*. Adapun asumsi yang harus dipenuhi pada teknik *graph partitioning*, diantaranya matriks harus berukuran persegi dan simetris [6]. Misalkan diberikan matriks sembarang berukuran $n \times n$ dan vektor berukuran $n \times 1$ sebagai berikut:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad \bar{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}. \quad (3.1)$$

Matriks pada persamaan (3.1) selanjutnya dibentuk menjadi blok-blok matriks sebanyak $k \times k$ yang dapat dinyatakan pada persamaan (3.2) berikut ini.

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1k} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2k} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ A_{k1} & A_{k2} & \cdots & A_{kk} \end{bmatrix}, \quad (3.2)$$

dimana k merupakan banyaknya prosesor dengan setiap matriks A_{ij} berukuran $n_i \times n_j$, sedemikian sehingga

$$\sum_{i=1}^k n_i = n \text{ dan } \sum_{j=1}^k n_j = n.$$

Selanjutnya, dalam perkalian matriks-vektor secara paralel, vektor \bar{x} pun juga dibagi menjadi beberapa sub-vektor yang bersesuaian sebagai berikut:

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_k \end{bmatrix},$$

dimana \bar{x}_i terdiri dari n_i elemen ($\sum_{i=1}^k n_i = n$).

Adapun detail perkalian matriks-vektor diberikan pada persamaan (3.3).

$$A\bar{x} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1k} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2k} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ A_{k1} & A_{k2} & \cdots & A_{kk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \vdots \\ \bar{x}_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}\bar{x}_1 + A_{12}\bar{x}_2 + \cdots + A_{1k}\bar{x}_k \\ A_{21}\bar{x}_1 + A_{22}\bar{x}_2 + \cdots + A_{2k}\bar{x}_k \\ \vdots \\ A_{k1}\bar{x}_1 + A_{k2}\bar{x}_2 + \cdots + A_{kk}\bar{x}_k \end{bmatrix}. \quad (3.3)$$

Matriks A dalam perkalian matriks-vektor pada persamaan (3.1) dapat direpresentasikan sebagai graf, dimana setiap baris matriks A mewakili verteks-verteks dari graf tersebut. Sedangkan, jumlah baris pada persamaan (3.2) merupakan banyaknya partisi yang terbentuk dari graf tersebut. Selain itu banyak nilai tak nol pada blok matriks A_{ij} , dengan $i \neq j$, merupakan banyaknya *edge* pada graf yang menghubungkan verteks pada partisi i dengan verteks pada partisi j . Adapun *edge* tersebut dapat diinterpretasikan pula sebagai komunikasi antar prosesor, salah satunya adalah mengirimkan sub-vektor \bar{x}_i pada prosesor i ke prosesor j . Pada teknik *graph partitioning* blok-blok matriks yang tidak terletak pada diagonal utamadisusun sedemikian sehingga mayoritas elemen-elemen blok matriks tersebut banyak yang bernilai nol. Hal ini berarti bahwa komunikasi antar prosesor menjadi berkurang.

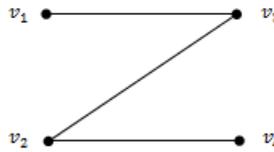
Terdapat dua algoritma untuk menghitung perkalian matriks-vektor pada pemrograman paralel yaitu, *row-based partitioning* dan *column-based partitioning* [7]. Namun, makalah ini hanya membahas algoritma *row-based partitioning* saja dimana setiap prosesor mengerjakan masing-masing baris blok matriks pada persamaan (3.2). Tahap awal algoritma *row-based partitioning* ini menyatakan bahwa prosesor i yang menyimpan sub-vektor \bar{x}_i , mengerjakan blok baris ke- i dari matriks A , yaitu $[A_{i1} \ A_{i2} \ \cdots \ A_{ik}]$. Selanjutnya, \bar{x}_i dikirim ke setiap prosesor $j \neq i$ dengan $A_{ji} \neq 0$. Selama pesan dari prosesor $i \neq j$ belum diterima oleh prosesor j , setiap prosesor menghitung $A_{jj}\bar{x}_j$. Adapun ketika \bar{x}_i telah diterima oleh prosesor $j \neq i$, untuk elemen A_{ji} tidak nol, selanjutnya prosesor j menghitung $A_{ji}\bar{x}_i$. Pada proses pengiriman pesan tersebut diasumsikan bahwa masing-masing prosesor telah mengetahui pesan yang akan dikirim oleh prosesor lainnya. Dengan demikian, prosesor $j, 1 \leq j \leq k$, menghasilkan perkalian matriks-vektor yang terdiri dari n_j elemen, yaitu $\sum_{i=1}^k A_{ji}\bar{x}_i$.

• Implementasi

Pada tahap implementasi berikut ini diberikan matriks persegi dan simetris berukuran 4×4 serta vektor berukuran 4×1 :

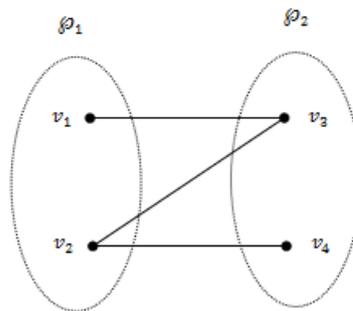
$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \bar{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}. \quad (4.1)$$

Selanjutnya, matriks A pada persamaan (4.1) dapat digambarkan sebagai graf dengan 4 verteks sebagai berikut, dimana bobot setiap *edge* yang menghubungkan dua verteks bernilai 1:



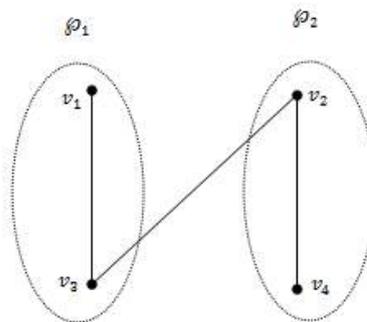
Gambar 1

Misalkan graf pada Gambar 1 dipartisi menjadi dua bagian dengan menggunakan teknik *graph partitioning*. Kemudian dengan menggunakan algoritma Kernighan-Lin, dibutuhkan *initial state* pada teknik *graph partitioning* tersebut. Contohnya, partisi pertama (\mathcal{P}_1) dan partisi kedua (\mathcal{P}_2) masing-masing beranggotakan $\{v_1, v_2\}$ dan $\{v_3, v_4\}$, seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



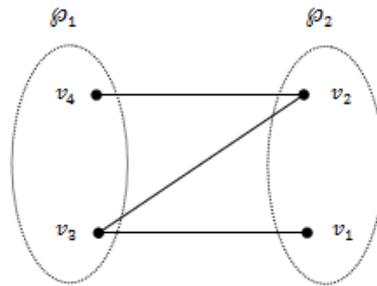
Gambar 2

Terlihat pada Gambar 2 bahwa *cutsizes* awal adalah sebesar 3. Dengan menggunakan *software* Matlab 7.01, diketahui bahwa verteks v_2 dan v_3 memiliki *gain* terbesar sehingga perlu ditukar pada iterasi pertama sedemikian sehingga $\mathcal{P}'_1 = \{v_1, v_3\}$ dan $\mathcal{P}'_2 = \{v_2, v_4\}$. Dengan demikian, diperoleh *cutsizes* baru, yaitu sebesar 1, seperti direpresentasikan pada Gambar 3.



Gambar 3

Algoritma Kernighan-Lin kemudian dilanjutkan dengan menukar verteks v_1 dengan v_4 pada iterasi kedua sehingga diperoleh *cutsizes* sebesar 3 (lihat Gambar 4).



Gambar 4

Proses komputasi algoritma Kernighan-Lin ini berakhir pada iterasi kedua dimana solusi optimum diperoleh pada iterasi pertama dengan *cutsizes* sebesar 1. Hasil yang diperoleh pada teknik *graph partitioning* tersebut berimplikasi terhadap perubahan susunan baris pada matriks A yang dapat direpresentasikan sebagai blok matriks berukuran 2×2 , seperti diberikan pada persamaan (4.2).

$$\begin{array}{c}
 \phi_1 \\
 \hline
 \phi_2
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 v_4 \\
 v_3 \\
 v_2 \\
 v_4
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 v_1 \\
 v_3 \\
 v_2 \\
 v_4
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 v_2 \\
 v_1 \\
 v_2 \\
 v_1
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 v_4 \\
 v_3 \\
 v_2 \\
 v_4
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 1 \\
 1 \\
 0 \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 1 \\
 1 \\
 1 \\
 0
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 0 \\
 1 \\
 1 \\
 1
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 0 \\
 0 \\
 1 \\
 1
 \end{array}
 \quad (4.2)$$

Pada persamaan (4.2), mayoritas elemen blok matriks yang tidak terletak pada diagonal utama bernilai nol. Hal ini berarti bahwa hanya terjadi sedikit komunikasi antar prosesor. Adapun susunan vektor \bar{x} pada persamaan (4.1) mengalami perubahan yang sama pula dengan persamaan (4.2), yaitu $\bar{x} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \end{bmatrix}$ dimana $\bar{x}_1 = [x_1, x_3]^T$ dan $\bar{x}_2 = [x_2, x_4]^T$.

Untuk memudahkan pemahaman, maka masing-masing blok matriks pada persamaan (4.2) dinotasikan kembali ke dalam beberapa sub-matriks berikut ini:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$$

dimana

$$A_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, A_{12} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, A_{21} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \text{ dan } A_{22} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

Berdasarkan hasil *graph partitioning* tersebut, proses perhitungan perkalian matriks-vektor dilakukan secara paralel. Pertama-tama masing-masing prosesor pertama dan kedua melakukan perkalian matriks A_{11} dengan \bar{x}_1 dan A_{22} dengan \bar{x}_2 secara paralel. Selanjutnya, prosesor pertama mengirimkan \bar{x}_1 kepada prosesor kedua dan mengalikannya dengan matriks A_{21} untuk kemudian dijumlahkan dengan hasil perkalian yang telah dilakukan sebelumnya dalam prosesor kedua, begitu pun sebaliknya. \bar{x}_i yang dikirimkan oleh prosesor- i kepada prosesor- j merupakan komunikasi yang terjadi dalam perkalian matriks-vektor. Dengan demikian, proses perhitungan perkalian matriks-vektor secara paralel dengan mengadopsi teknik *graph partitioning* dapat tercapai.

• Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada makalah ini, dapat disimpulkan bahwa teknik *graph partitioning* dapat digunakan dalam melakukan paralelisasi perkalian matriks-vektor dimana setiap prosesor hanya mengalikan baris-baris matriks yang terdapat pada hasil partisi *graph partitioning* saja. Paralelisasi dengan teknik *graph partitioning* ini berhasil mengurangi komunikasi yang terjadi antar prosesor sehingga proses komputasi yang dilakukan menjadi

lebih efisien [3]. Namun demikian teknik graph partitioning hanya dapat diimplementasikan pada paralelisasi perkalian matriks-vektor dimana matriks yang dikalikan berbentuk persegi dan simetris. Padahal, banyak permasalahan di dunia nyata melibatkan perkalian matriks-vektor dengan ukuran matriks sembarang. Oleh sebab itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat digunakan alternatif lain, seperti teknik *hypergraph partitioning*[4,5].

Daftar Pustaka

- [1] Barnes, E.R. (1982). An Algorithm for Partitioning the Nodes of A Graph. SIAM, Vol. 3, No. 4: 541-550.
- [2] Barnes, E.R., Vannelli, A. dan Walkers, J.Q. (1988). A New Heuristic for Partitioning the Nodes of A Graph. SIAM, Vol. 1, No. 3: 299-305.
- [3] Barney, B. (2015). Introduction to Parallel Computing. Retrieved June 2, 2015 from High Performance Computing: https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/
- [4] Catalyürek, U.V. dan Aykanat, C. (1996). Decomposing Irregularly Sparse Matrices for Parallel Matrix-Vector Multiplication. In Parallel Algorithms for Irregularly Structured Problems, Irregular '96, Number 1117 In Lecture Notes in Computer Science: 75-86. Berlin: Springer.
- [5] Catalyürek, U.V. dan Aykanat, C. (1999). Hypergraph-Partitioning-Based Decomposition for Parallel Sparse-Matrix Vector Multiplication. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Vol. 10, No.7: 673-693.
- [6] Hendrickson, B. (1998). Graph Partitioning and Parallel Solvers: Has the Emperor No Clothes?. In Solving Irregularly Structured Problem in Parallel, Irregular '98, Number 1457 In Lecture Notes in Computer Science: 218-225. Berlin: Springer.
- [7] Hendrickson, B. dan Kolda, T.G. (1998). Partitioning Sparse Rectangular Matrices for Parallel Computations of Ax and $A^T v$. In Applied Parallel Computing in Large Scale Scientific and Industrial Problems, PARA '98, Number 1541 In Lecture Notes in Computer Science: 239-247. Berlin: Springer.
- [8] Hendrickson, B. dan Kolda, T.G. (2000). Graph Partitioning Models for Parallel Computing. Parallel Computing, Vol. 26, No. 12: 1519-1534.
- [9] Hendrickson, B. dan Kolda, T.G. (2000). Partitioning Rectangular and Structurally Unsymmetric Sparse Matrices for Parallel Processing. SIAM J., Vol. 21, No. 6: 2048-2072.
- [10] Kernighan, B. W. dan Lin, S. (1969). An Efficient Heuristic Procedure for Partitioning Graphs. The Bell System Technical Journal., hal. 291-307.

REPRESENTASI BILANGAN KOMPLEKS DENGAN MATRIKS PERSEGI

Muzamil Huda, M.Pd

e-mail: muzamilhudam.pd90@yahoo.co.id
Guru pada Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Babat
Kementerian Agama Republik Indonesia

Abstract. Hierarchically, *Complex numbers* ranks first in the number system. Because the *Complex numbers* is built on numbers *Real* and *Imaginary numbers*. Two decades ago, the students level MA/ SMA science department still "enjoy" this material. Unfortunately, a number of considerations, the two changes in the curriculum, the competency-based curriculum (CBC) which is then corrected with the advent of the education unit level curriculum (KTSP), then the current curriculum in 2013 (K-13) the material is dispensed. *Complex numbers* are numbers of the form $a + bi$ with $a, b \in \mathfrak{R}$, and $i = \sqrt{-1}$. The numbers $a + bi$ can be represented in Matrix form oblique symmetry is $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$, with $a, b \in \mathfrak{R}$. The set of skewed symmetry Matrix meets the properties group, namely: (1) is not empty, (2) apply commutative, (3) applies associative, (4) there is an element of identity, and (5) has an inverse element. Through the Matrix of learning, learners can be guided in familiar explore *Complex numbers*. Still need to be examined to determine the significance of learning at the level of Matrix Algebra MA / SMA in strengthening the implementation of Curriculum 2013.

Keywords: *matrices, complex numbers, matrix algebra, learning, mathematics.*

1. Pendahuluan

A. Bilangan Kompleks

Bilangan Kompleks adalah bilangan yang berbentuk $a + bi$ dengan $a, b \in \mathfrak{R}$, dan $i = \sqrt{-1}$. Bilangan $i = \sqrt{-1}$ disebut sebagai bilangan khayal (*imaginary numbers*). Jika $a = 0$ dan $b \neq 0$, maka $a + bi$ disebut hanya sebagai bilangan khayal (*imaginary numbers*). Tetapi jika $b = 0$, maka $a + bi$ disebut sebagai bilangan nyata (*real numbers*). Topik tentang bilangan nyata (*real numbers*) sudah dibahas secara mendalam di tingkat sekolah menengah.

Fenomena dari bilangan khayal (*imaginary numbers*) dapat ditelusuri dari bentuk-bentuk berikut: $i^2 = i \times i = -1$, $i^3 = i^2 \times i = -1 \times i = -i$, $i^4 = i^3 \times i = -i \times i = -i^2 = -(-1) = 1$, $i^5 = i^4 \times i = 1 \times i = i$, $i^6 = i^5 \times i = i \times i = -1 = i^2$, dan seterusnya. Dengan demikian bilangan khayal i akan kembali dalam bentuk semula jika dipangkatkan dengan kelipatan 4.

Bilangan Kompleks $a + bi$ dan $a - bi$ disebut saling sekawan (*conjugate*), disimbulkan sebagai $\overline{a + bi} = a - bi$ dan $\overline{a - bi} = a + bi$. Bentuk ini nantinya akan sangat bermanfaat pada operasi aljabar, terutama pada bentuk pembagian.

1. Operasi Aljabar pada Bilangan Kompleks

Misalkan $z_1 = a + bi$ dan $z_2 = c + di$, maka berlaku operasi aljabar sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 z_1 + z_2 &= a + bi + c + di \\
 &= a + c + bi + di \\
 &= (a + c) + (bi + di) \\
 &= (a + c) + (b + d)i \\
 z_1 - z_2 &= (a + bi) - (c + di) \\
 &= (a - c) + (bi - di) \\
 &= (a - c) + (b - d)i \\
 z_1 \times z_2 &= (a + bi) \times (c + di) \\
 &= ac + a(di) + (bi)c + (bi)(di) \\
 &= ac + adi + bci + bdi^2 \\
 &= ac + adi + bci + bd(-1) \\
 &= ac + adi + bci - bd \\
 &= ac - bd + adi + bci \\
 &= (ac - bd) + (ad + bc)i \\
 \frac{z_1}{z_2} &= \frac{z_1}{z_2} \times \frac{\overline{z_2}}{\overline{z_2}} \\
 &= \frac{a+bi}{c+di} \times \frac{c-di}{c-di} \\
 &= \frac{(ac + bd) + (-ad + bc)i}{c^2 + d^2} \\
 &= \frac{(ac + bd)}{c^2 + d^2} + \frac{(bc - ad)i}{c^2 + d^2} \\
 &= \frac{(ac + bd)}{c^2 + d^2} + \left(\frac{bc - ad}{c^2 + d^2}\right)i
 \end{aligned}$$

2. Kesamaan Bilangan Kompleks

Dua bilangan kompleks dikatakan *sama* jika bagian *real* pada bilangan kompleks yang pertama sama dengan bagian *real* pada bilangan kompleks yang kedua, dan

bagian *imaginer* pada bilangan kompleks yang pertama sama dengan bagian *imaginer* pada bilangan kompleks yang kedua.

Misalkan $z_1 = a + bi$ dan $z_2 = c + di$, jika $z_1 = z_2$, maka $a + bi = c + di$, sehingga $a = c$ dan $b = d$.

3. Wujud Geometri Bilangan Kompleks

Jika Bilangan *Real* dapat dinyatakan dalam *Diagram Kartesius*, maka Bilangan Kompleks juga dapat dinyatakan dalam *Diagram Kartesius*. Hanya saja istilahnya tidak lagi pada *Diagram Kartesius* tetapi *Diagram Argand*. Pada *Diagram Argand*, sumbu x digunakan untuk menentukan letak bagian *real* pada bilangan kompleks dan sumbu y digunakan untuk menentukan letak bagian *imaginer* pada bilangan kompleks. Sehingga pada *Diagram Argand* memuat sumbu *real* dan sumbu *imaginer*.

Karena Bilangan Kompleks dapat dinyatakan pada *Diagram Argand*, maka berlaku juga sifat-sifat Geometri. Jika $z_1 = a + bi$ dan $z_2 = c + di$ dipandang sebagai garis yang keduanya melalui titik pusat $(0, 0)$ pada *Diagram Argand*, sehingga berlaku $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, dan perkalian *scalar* terhadap z_1 atau z_2 .

4. Modulus

Modulus adalah besar atau panjang dari suatu Bilangan Kompleks. Jika $z_1 = a + bi$, maka Modulus dari z_1 adalah $\sqrt{a^2 + b^2}$. Dalam *Diagram Argand*, *Modulus* digunakan untuk mengetahui jarak suatu bilangan terhadap titik asal $(0, 0)$.

5. Argument

Argument (arg) adalah sudut yang dibentuk oleh suatu Bilangan Kompleks terhadap sumbu *real* positif. Besarnya *Argument* suatu Bilangan Kompleks dinyatakan dengan θ yang berada pada kisaran $-\pi < \theta \leq \pi$. Jika $z_1 = a + bi$, maka *Argument* z_1 dinyatakan sebagai $arg z_1 = \theta = \text{Arc Tan}\left(\frac{b}{a}\right)$.

6. Koordinat Kutub.

Karena pada Bilangan Kompleks sudah memiliki *Modulus* dan *Argument*, maka bilangan $z_1 = a + bi$ dapat dinyatakan dalam bentuk Koordinat Kutub sebagai berikut $z_1 = r (\text{Cos}\theta + i\text{Sin}\theta)$; dimana r adalah *Modulus* z_1 dan θ adalah $arg z_1$.

B. Group pada Aljabar Abstract

Group adalah suatu sistem matematika. Sistem matematika adalah suatu himpunan tak kosong yang dilengkapi dengan suatu operasi padanya. Sehingga group adalah suatu himpunan tak kosong yang dilengkapi dengan suatu operasi tertentu.

Definisi 1:

Sistem matematika (G, \times) disebut group jika memenuhi: (1) sifat assosiatif, untuk setiap unsur $a, b, c \in G$, maka berlaku $(ab)c = a(bc)$. (2) memiliki unsur satuan. Terdapat unsur $e \in G$ yang memenuhi $ae = ea = a$ untuk semua unsur a di G . Unsur e disebut unsur satuan, dan (3) memiliki unsur invers. Untuk setiap $a \in G$ terdapat unsur $a^{-1} \in G$ yang memenuhi $aa^{-1} = a^{-1}a = e$. Unsur a^{-1} disebut unsur invers a . Selanjutnya sistem matematika (G, \times) disebut sebagai group G .

Definisi 2:

Group G disebut *komutatif* jika untuk setiap $a, b \in G$ berlaku $ab = ba$.

Suatu group dikatakan *tak hingga* jika memuat unsur yang banyaknya tak hingga. Sebaliknya suatu group dikatakan *hingga* jika memuat unsur yang banyaknya hingga. Banyaknya unsur yang terkandung dalam group hingga disebut tingkat group yang disimbolkan $t(G)$. Berkaitan dengan unsur satuan dan unsur invers pada group, berlaku sifat-sifat berikut.

Sifat 1:

Suatu group G hanya memuat satu unsur satuan.

Bukti:

Misalkan e dan d menyatakan unsur satuan di G . Maka $e = ed = de = d$. Karena untuk semua unsur $g \in G$ berlaku $g = ge = eg$ dan $g = dg = gd$. Sehingga group G hanya mempunyai satu unsur satuan, yaitu $e = d$.

Sifat 2:

Setiap unsur di group G hanya mempunyai satu unsur invers.

Bukti:

Misalkan unsur $a \in G$ mempunyai invers b dan c . Maka berlaku $ab = ba = e$ dan $ac = ca = e$. Selanjutnya kita mempunyai: $b = be = b(ac) = (ba)c = ec = c$. Jadi unsur a hanya mempunyai satu invers.

Sifat 3:

Untuk setiap $a, b \in G$ berlaku $(a^{-1})^{-1} = a$, dan $(ab)^{-1} = b^{-1}a^{-1}$.

Bukti:

Untuk unsur a berlaku $aa^{-1} = a^{-1}a = e$. Menurut sifat 2, unsur a^{-1} hanya mempunyai satu invers. Jadi $(a^{-1})^{-1} = a$. Untuk unsur a dan b , dengan menerapkan sifat asosiatif, diperoleh $(ab)(b^{-1}a^{-1}) = e$ dan $(b^{-1}a^{-1})(ab) = e$. Menurut sifat 2, invers unsur ab tunggal, jadi $(ab)^{-1} = b^{-1}a^{-1}$.

Dari definisi 1 dan sifat-sifat yang melengkapinya, dapat diturunkan teorema berikut.

Teorema 1:

Misalkan $G = (G, \times)$ suatu system matematika yang bersifat asosiatif, maka pernyataan berikut ekivalen:

1. G suatu Group.
2. a. Terdapat $e \in G$ dengan sifat $ae = a$ untuk semua $a \in G$.
b. Untuk setiap $a \in G$ terdapat $b \in G$, yang memenuhi $ab = e$.

Bukti:

(1 \rightarrow 2) jelas berlaku.

(2 \rightarrow 1) telah diketahui $ab = e$. Akan dibuktikan bahwa $ba = e$. Untuk unsur b terdapat $c \in G$ yang memenuhi $bc = e$. Sehingga diperoleh: $ba = (ba)e = (ba)(bc) = ((ba)b)c = (b(ab))c = (be)c = bc = e$. Dengan demikian, untuk setiap $a \in G$ terdapat $b \in G$, yang memenuhi $ab = ba = e$. Dalam hal ini $b = a^{-1}$.

Selanjutnya diketahui $ae = a$ untuk semua $a \in G$. Akan dibuktikan $ea = a$. Dari hubungan $ab = ba = e$ diperoleh $ea = (ab)a = a(ba) = ae = a$. Jadi untuk semua $a \in G$ berlaku $ae = ea = a$. Sifat asosiatif diketahui berlaku. Dengan demikian G adalah group.

C. Matriks

Pada Kurikulum 2013, materi Matriks diberikan secara berkelanjutan dalam Matematika Wajib (Matematika 1) sejak kelas X hingga kelas XII. Kompetensi Inti 3 (KI-3) dalam Matematika Wajib (Matematika 1) kelas X adalah: memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. Kemudian KI-3 pada kelas XI

adalah: memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. Dilanjutkan lagi pada KI-3 kelas XII sebagai berikut: memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. Dari ketiga Kompetensi Inti tersebut, nampak bahwa “*tuntutan*” pada siswa untuk memahami materi ajar adalah senantiasa meningkat.

Untuk materi Matriks kelas X Kompetensi Dasar (KD) yang dapat dipilih meliputi: (1) memahami konsep Matriks sebagai representasi numerik dalam kaitannya dengan konteks nyata, dan (2) memahami operasi sederhana Matriks serta menerapkannya dalam pemecahan masalah. Kedua KD ini bersesuaian dengan pengalaman belajar yang diharapkan yaitu: (1) melatih berfikir kritis dan kreatif, (2) mengamati keteraturan data, (3) berkolaborasi dan bekerja sama menyelesaikan masalah, (4) berfikir independen mengajukan ide secara bebas dan terbuka, dan (5) mengamati aturan susunan objek. Materi Matriks yang dikaji pada kelas X meliputi: (1) unsur-unsur Matriks, (2) Jenis Matriks, (3) relasi pada Matriks, dan (4) operasi Aljabar pada Matriks. Dengan demikian, penyajian Bilangan Kompleks dengan matriks persegi dapat disisipkan pada pembelajaran Operasi Aljabar pada Matriks. Dengan kegiatan eksplorasi, siswa dapat dibimbing untuk menyatakan Bilangan Kompleks dari Matriks Persegi.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Bereksplorasi dengan Matriks Persegi

Matriks adalah susunan bilangan-bilangan yang tak kosong dan variabel yang berbentuk persegi atau persegi panjang dan diatur dalam baris dan kolom (diberi nama dengan huruf kapital). Suatu matriks biasanya dinotasikan dengan huruf kapital/besar. Diagonal suatu matriks adalah elemen-elemen matriks yang terletak pada baris pertama kolom pertama, baris kedua kolom kedua, baris ketiga kolom ketiga, dan

seterusnya. Ordo suatu matriks ditentukan oleh banyaknya baris dan banyaknya kolom yang terdapat di dalam matriks tersebut. Ordo suatu matriks ditulis sebagai baris \times kolom. Matriks persegi adalah Matriks yang jumlah baris dan kolomnya sama. Jika banyaknya baris suatu matriks adalah n maka banyaknya kolom Matriks tersebut adalah n , secara umum matriks persegi berordo $n \times n$ dengan $n \in$ Bilangan Asli. Transpos dari suatu matriks A ditulis A^t atau A' adalah suatu matriks yang diperoleh dengan cara mengubah setiap baris dari matriks A menjadi kolom pada matriks A^t atau sebaliknya.

Matriks nol adalah matriks yang semua elemennya/anggotanya adalah bilangan nol. Matriks satuan adalah matriks persegi yang berbentuk $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$.

Dua Matriks A dan B dikatakan sama ($A = B$) jika dan hanya jika ordo kedua Matriks sama dan elemen-elemennya yang bersesuaian (seletak) juga sama. Jika $\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 1 & a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b & 3 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}$, maka $a = -2$, dan $b = 2$.

Determinan dari Matriks persegi ordo 2×2 , misalkan $A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ ditentukan dengan $|A| = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$. Sedangkan determinan dari matriks ordo 3×3 , misalkan

$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$ maka $\det A = |A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$. Dengan metode Sarrus

diperoleh:

$$\det A = |A| = ((a_{11}a_{22}a_{33}) + (a_{12}a_{23}a_{31}) + (a_{13}a_{21}a_{32})) - ((a_{31}a_{22}a_{13}) + (a_{32}a_{23}a_{11}) + (a_{33}a_{21}a_{12})).$$

B. Matriks Simetri Miring

Matriks simetri adalah matriks persegi yang transposenya sama dengan dirinya sendiri, atau dengan kata lain adalah $A_{2 \times 2} = A^t_{2 \times 2}$. Contoh:

$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ dan $A^t = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$, maka A adalah Matriks simetris ordo 3×3 .

Sedangkan Matriks simetri miring ordo 2×2 adalah Matriks yang berbentuk $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$,

dengan $a, b \in \mathbb{R}$. Jika $a = b = 0$, maka Matriks simetri miring ini menjadi $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ disebut sebagai Matriks Nol. Jika $a = 1$ dan $b = 0$, maka Matriks simetri miring ini menjadi $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ disebut sebagai Matriks Satuan.

C. Operasi Aljabar pada Matriks Simetri Miring

Penjumlahan dan pengurangan dua Matriks hasilnya Matriks yang diperoleh dengan cara menjumlah atau mengurangkan elemen-elemen yang seletak antara kedua matriks tersebut. Penjumlahan dan pengurangan Matriks dapat dilakukan untuk Matriks-Matriks yang berordo sama.

Ambil 2 Matriks simetri miring yang berbeda, misalkan $A = \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix}$ dan $B = \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix}$, maka:

$$A + B = \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 + a_2 & -b_1 - b_2 \\ b_1 + b_2 & a_1 + a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 + a_1 & -b_2 - b_1 \\ b_2 + b_1 & a_2 + a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 + a_2 & -(b_1 + b_2) \\ b_1 + b_2 & a_1 + a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 + a_1 & -(b_2 + b_1) \\ b_2 + b_1 & a_2 + a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} = B + A.$$

Perkalian Matriks dengan bilangan real k hasilnya adalah Matriks yang diperoleh dengan cara mengalikan semua elemen Matriks dengan bilangan k . Perkalian dua Matriks dapat dilakukan, jika banyaknya kolom pada Matriks pertama harus sama dengan banyaknya baris pada Matriks kedua. Ordo Matriks baru hasil dari perkalian dua Matriks yaitu ditentukan dari banyaknya baris Matriks pertama dikali dengan banyaknya kolom Matriks kedua.

Jika $A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ dan $B = \begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix}$ maka perkalian matriks A dan B didefinisikan sebagai berikut:

$$A \times B = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} p & q \\ r & s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \times p + b \times r & a \times q + b \times s \\ c \times p + d \times r & c \times q + d \times s \end{bmatrix}.$$

Demikian pula misalkan $A = \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix}$ dan $B = \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix}$, maka $A \times B =$

$$\begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \times a_2 + -b_1 \times b_2 & a_1 \times -b_2 + -b_1 \times a_2 \\ b_1 \times a_2 + a_1 \times b_2 & b_1 \times -b_2 + a_1 \times a_2 \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} a_1 a_2 - b_1 b_2 & -(a_1 b_2 + b_1 a_2) \\ b_1 a_2 + a_1 b_2 & a_1 a_2 - b_1 b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 a_2 - b_1 b_2 & -(a_1 b_2 + b_1 a_2) \\ a_1 b_2 + b_1 a_2 & a_1 a_2 - b_1 b_2 \end{bmatrix}. \text{ Dengan cara}$$

yang sama $B \times A = \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix}$ menghasilkan

$$\begin{bmatrix} a_1 a_2 - b_1 b_2 & -(a_1 b_2 + b_1 a_2) \\ a_1 b_2 + b_1 a_2 & a_1 a_2 - b_1 b_2 \end{bmatrix}.$$

Ambil 3 Matriks simetri miring yang berbeda, misalkan $\begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix}$, dan $\begin{bmatrix} a_3 & -b_3 \\ b_3 & a_3 \end{bmatrix}$. Maka dengan mudah dapat ditunjukkan bahwa

$$\begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} + \left\{ \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_3 & -b_3 \\ b_3 & a_3 \end{bmatrix} \right\} = \left\{ \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} \right\} + \begin{bmatrix} a_3 & -b_3 \\ b_3 & a_3 \end{bmatrix}.$$

Demikian pula pada operasi perkalian berlaku

$$\begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} \times \left\{ \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_3 & -b_3 \\ b_3 & a_3 \end{bmatrix} \right\} = \left\{ \begin{bmatrix} a_1 & -b_1 \\ b_1 & a_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a_2 & -b_2 \\ b_2 & a_2 \end{bmatrix} \right\} \times \begin{bmatrix} a_3 & -b_3 \\ b_3 & a_3 \end{bmatrix}.$$

Pada Matriks simetri miring $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ dengan $a, b \in \mathfrak{R}$, jika $a = b = 0$, maka diperoleh matriks $\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ sehingga berlaku

$$\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}.$$

Demikian pula terdapat Matriks satuan pada Matriks simetri miring $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ dengan $a, b \in \mathfrak{R}$, jika $a = 1$ dan $b = 0$, yaitu $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ sehingga berlaku $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}.$

Untuk menunjukkan adanya unsur *invers* terhadap penjumlahan, maka dapat ditunjukkan melalui: $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} + A = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$, maka diperoleh $A = \begin{bmatrix} -a & b \\ -b & -a \end{bmatrix}$ yang juga merupakan Matriks simetri miring. Sehingga $\begin{bmatrix} -a & b \\ -b & -a \end{bmatrix}$ merupakan unsur *invers* terhadap penjumlahan. Demikian pula dalam menentukan unsur *invers* terhadap perkalian. Perhatikan bahwa $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, maka: $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$. Kedua ruas dikalikan dengan $\frac{1}{a^2 - (-b^2)}$, sehingga diperoleh bentuk berikut:

$$\frac{1}{a^2 - (-b^2)} \times \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = \frac{1}{a^2 - (-b^2)} \times \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\frac{1}{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = \frac{1}{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} \times a + \frac{b}{a^2+b^2} \times b & \frac{a}{a^2+b^2} \times -b + \frac{b}{a^2+b^2} \times a \\ \frac{-b}{a^2+b^2} \times a + \frac{a}{a^2+b^2} \times b & \frac{-b}{a^2+b^2} \times -b + \frac{a}{a^2+b^2} \times a \\ \frac{a}{a^2+b^2} \times 1 + \frac{b}{a^2+b^2} \times 0 & \frac{a}{a^2+b^2} \times 0 + \frac{b}{a^2+b^2} \times 1 \\ \frac{-b}{a^2+b^2} \times 1 + \frac{b}{a^2+b^2} \times 0 & \frac{-b}{a^2+b^2} \times 0 + \frac{a}{a^2+b^2} \times 1 \end{bmatrix} \times A =$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a^2}{a^2+b^2} + \frac{b^2}{a^2+b^2} & \frac{a \times -b}{a^2+b^2} + \frac{b \times a}{a^2+b^2} \\ \frac{-b \times a}{a^2+b^2} + \frac{a \times b}{a^2+b^2} & \frac{-b \times -b}{a^2+b^2} + \frac{a \times a}{a^2+b^2} \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} + 0 & 0 + \frac{b}{a^2+b^2} \\ \frac{-b}{a^2+b^2} + 0 & 0 + \frac{a}{a^2+b^2} \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a^2+b^2}{a^2+b^2} & \frac{-ab+ab}{a^2+b^2} \\ \frac{-ab+ab}{a^2+b^2} & \frac{b^2+a^2}{a^2+b^2} \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix}.$$

$$A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix}.$$

Sehingga dapat dibuktikan bahwa: $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times A = A \times \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

dengan $A = \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix}$. Demikian pula perkalian

$\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \\ -b & a \\ \frac{a}{a^2+b^2} & \frac{b}{a^2+b^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ akan kembali sebagai Matriks satuan.

$$\begin{bmatrix} a \times \frac{a}{a^2+b^2} + -b \times \frac{-b}{a^2+b^2} & a \times \frac{b}{a^2+b^2} + -b \times \frac{a}{a^2+b^2} \\ b \times \frac{a}{a^2+b^2} + a \times \frac{-b}{a^2+b^2} & b \times \frac{b}{a^2+b^2} + a \times \frac{a}{a^2+b^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a^2}{a^2+b^2} + \frac{b^2}{a^2+b^2} & \frac{a \times b}{a^2+b^2} - \frac{b \times a}{a^2+b^2} \\ \frac{b \times a}{a^2+b^2} + \frac{-b \times a}{a^2+b^2} & \frac{b^2}{a^2+b^2} + \frac{a^2}{a^2+b^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} \frac{a^2+b^2}{a^2+b^2} & \frac{ab-ab}{a^2+b^2} \\ \frac{ba-ba}{a^2+b^2} & \frac{b^2+a^2}{a^2+b^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} 1 & \frac{0}{a^2+b^2} \\ \frac{0}{a^2+b^2} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

D. Representasi Bilangan Kompleks dengan Matriks Simetri Miring

Dari uraian diatas, jelaslah bahwa pada matriks simetri miring $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ dengan $a, b \in \mathbb{R}$, berlaku sifat-sifat: (1) Tidak kosong, (2) komutatif, (3) asosiatif, (4) mempunyai unsur identitas, (5) dan ada unsur invers. Kelima sifat tersebut dalam Struktur Aljabar disebut sebagai sifat-sifat group.

Sehingga jika dibentuk himpunan Matriks simetri miring $\mathbb{C} = \left\{ \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}, a, b \in \mathbb{R} \right\}$ juga memenuhi kelima sifat diatas. Himpunan Matriks simetri miring inilah yang dapat direpresentasikan sebagai Bilangan Kompleks. Sebelumnya (sesuai kurikulum) siswa MA/SMA tidak mengenal Bilangan Kompleks. Tetapi dengan representasi himpunan Matriks simetri miring $\mathbb{C} = \left\{ \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}, a, b \in \mathbb{R} \right\}$, disertai dengan eksplorasi siswa dapat dibimbing untuk melihat keluasan Matematika. Sehingga untuk melihat $a + bi$, siswa cukup menyatakan dengan $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$. Lalu bagaimana siswa mengenal Bilangan Imaginer?

Pada himpunan $\mathbb{C} = \left\{ \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}, a, b \in \mathbb{R} \right\}$ terdapat Matriks simetri miring $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, yaitu jika $a = 0$ dan $b = 1$. Matriks ini mempunyai sifat $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}^2 = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = -\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$. Dengan demikian pada

Matriks simetri miring tersebut mempunyai sifat seperti i , yaitu $i^2 = -1$. Elemen inilah yang digunakan untuk menyatakan bilangan $a + bi$.

Dengan menggunakan sifat $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}^2 = -\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ maka bentuk $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ dapat dinyatakan sebagai $a \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + b \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, yang merupakan representasi dari $a \times 1 + b \times i = a + bi$. Berdasarkan hasil ini, maka setiap Matriks simetri miring dapat digambarkan sebagai titik atau sebagai vektor yang berpangkal di $(0, 0)$ dan berujung di titik (a, b) . Sedangkan panjang vektor atau Modulus dari Bilangan Kompleks dapat diperoleh dengan menghitung determinannya yaitu $\begin{vmatrix} a & -b \\ b & a \end{vmatrix} = a^2 + b^2$. Selanjutnya setiap Matriks simetri miring dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lain, yaitu:

$$\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix} = \sqrt{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} & -\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \\ \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} & \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \end{bmatrix} = \sqrt{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad \text{dengan}$$

$\tan \theta = \frac{b}{a}$. Besarnya θ disebut sebagai *argument* Bilangan Kompleks. Sehingga Bilangan

Kompleks $a + bi$ dapat dinyatakan sebagai $a \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + b \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$. Dan Bilangan

Kompleks $a + bi$ dapat dinyatakan sebagai $\sqrt{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$.

Dari uraian diatas, jelaslah bahwa $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ dengan $a, b \in \mathbb{R}$ adalah representasi dari Bilangan Kompleks yang diperoleh dari eksplorasi Matriks persegi 2×2 . Secara teori, materi ini dapat dikenalkan (kembali) kepada peserta didik MA/SMA. Maksud dikenalkan (kembali) karena pada dua dasa warsa yang lalu materi ini pernah disajikan pada peserta didik kelas III MA/SMA Jurusan IPA. Disamping itu pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) Matematika Wajib (Matematika 1) siswa sudah mempelajari materi Matriks.

4. Simpulan

- a. Materi Matriks diajarkan secara berkelanjutan pada peserta didik mulai dari kelas X hingga kelas XII.
- b. Materi Bilangan Kompleks dapat disajikan pada peserta didik kelas X, pada saat membahas submateri Operasi Aljabar pada Matriks.

- c. Bilangan Kompleks $a + bi$ dapat dinyatakan sebagai $a \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + b \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ atau $a + bi$ dapat dinyatakan sebagai $\sqrt{a^2 + b^2} \times \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$, dengan $\sqrt{a^2 + b^2}$ disebut sebagai *Modulus* dari $a + bi$ dan θ disebut sebagai *argument* dari $a + bi$.

Saran

- Urutan penyajian bahan ajar Matriks adalah dimulai dari pengertian tentang Matriks, mengenalkan jenis-jenis Matriks, kemudian baru Operasi Aljabar pada Matriks.
- Untuk mengenalkan Bilangan Kompleks $a + bi$ dapat dimulai ketika membahas tentang jenis-jenis Matriks. Kemudian pengenalan ini diulas lebih “mendalam” pada saat menyajikan submateri Operasi Aljabar pada Matriks.
- Diperlukan waktu tambahan dan lembar kerja yang memadai untuk membantu peserta didik memahami bentuk Bilangan Kompleks melalui penyajian Matriks simetri miring.
- Masih sangat terbuka penelitian lebih lanjut tentang kebermaknaan materi ini untuk peserta didik MA/SMA.

Daftar Pustaka

- Arifin, Achmad. *Aljabar*. 2000. Bandung: ITB Press.
- Budhi, Wono Setya. 2010. *Matematika sebagai Jalan Menuju Realitas*. Prociding pada Seminar Nasional Matematika, Vol. 5 Th. 2010. Bandung: Universitas Kristen Parahyangan.
- Dimiyati, Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). 2006. Jakarta: Depdikbud.
- Huda, Muzamil. 2013. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Matriks. Lamongan: MAN Babat.
- Huda, Muzamil. 2015. *Menemukan Bilangan Baru dari Matriks Persegi*. Makalah pada Simposium Nasional Guru dan Tenaga Kependidikan. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kurikulum 2013. Jakarta: Kemendikbud.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 69 tahun 2013: tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta.

Wahyudin. 2003. *Ensiklopedi Matematika & Peradaban Manusia*. Jakarta: Tarity Samudra Berlian.

PERBEDAAN CAPAIAN PENDIDIKAN ANAK BERDASARKAN PERUBAHAN PENGELUARAN RUMAH TANGGA DI INDONESIA TAHUN 2011-2013

Novi Hidayat Puspongoro¹ dan Dewi Purwanti²

¹Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik, Jakarta
e-mail: novie@stis.ac.id

²Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Statistik, Jakarta
e-mail: dewip@stis.ac.id

Abstract. Development is a multidimensional process and its performance not only assessed from economic indicators but also from social indicators such as the Quality of Life Index and Human Development Index (HDI). The social indicators have an important role in the improvement such as improving the quality or education of human resources. Improving the quality of children education is a strategy to keep pace with development achievements of social or educational aspects. Education expenditure of member household is part of total household expenditure and those expenditure pattern is different according to amount of household income. Therefore, this study aims to determine the differences of children educational attainment based on changes or mobility of household expenditure. The data used in this study is from the National Socioeconomic Survey (Susenas) Panel 2011-2013 in Indonesia. This study used quantile transition matrix to determine changes in per capita household expenditure and Mann-Whitney test to determine the differences of children educational attainment according to the changing or mobility in household expenditure. From the analysis we concluded that households in the middle of expenditure quantile are more dynamic or move rapidly from one quantile expenditure to other quantile. In general, the children educational attainment have significant differences in households living in urban and rural areas. Beside, children education attainment do not have significant differences in the changes of household expenditure living in rural areas. It shows that in rural areas, the increasing of household expenditure did not give any difference in children educational attainment in each group households. The implication of this study are the evaluation of government programs in the education sector based on direct cash aid and reform the strategy of education socialization, especially in rural areas.

Keywords: *expenditure, children education attainment, quantile transition matrix, Mann-Whitney test*

1. Pendahuluan

Beberapa ekonom modern mulai mengedepankan *dethronement of GNP* (penurunan tahta pertumbuhan ekonomi), pengentasan garis kemiskinan, pengangguran, distribusi pendapatan yang semakin timpang, dan penurunan tingkat pengangguran yang ada. Hal tersebut membawa perubahan dalam paradigma pembangunan menyoroti bahwa pembangunan harus dilihat sebagai suatu proses yang multidimensional (Kuncoro, 2003). Pemikiran tersebut juga sejalan dengan pemikiran Todaro yang menyatakan ukuran-ukuran ekonomi tersebut perlu untuk ditambahkan dengan indikator-indikator sosial umum seperti pemberantasan buta aksara, sekolah, kondisi-kondisi dan pelayanan kesehatan, penyediaan perumahan dalam mengevaluasi hasil pembangunan. Kuncoro (2004) juga menambahkan bahwa definisi yang cenderung melihat segi kuantitatif pembangunan ini perlu memperhatikan indikator-indikator sosial yang ada.

Istilah pembangunan tersebut yang dikenal dengan pembangunan sosial ekonomi yang mulai dikembangkan untuk dikaji lebih dalam.

Pemerintah Indonesia menggunakan istilah pembangunan ekonomi sebagai serangkaian usaha dan kebijakan yang bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat, memperluas lapangan kerja distribusi pendapatan yang merata, meningkatnya hubungan ekonomi regional dan mengusahakan pergeseran struktur ekonomi yang lebih tinggi (dari sektor pertanian ke sektor industri). Dengan kata lain, pembangunan ekonomi diarahkan agar pendapatan masyarakat dapat meningkat seiring dengan peningkatan sektor-sektor pembangunan lainnya. Beberapa ukuran pembangunan ekonomi yang sering digunakan pendapatan perkapita ataupun *GNP*. Sedangkan, indikator kemajuan pembangunan dari sisi non moneter adalah Indeks Kualitas Hidup dan Indeks Pembangunan Manusia.

Dalam ilmu ekonomi, pengeluaran diartikan sebagai semua penggunaan barang dan jasa yang dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Teori konsumsi Keynes (Mankiw, 2002) menyatakan bahwa konsumsi rumah tangga merupakan fungsi dari pendapatan saat ini, kekayaan rumah tangga, prakiraan pendapatan waktu yang akan datang, dan tingkat bunga investasi, atau merupakan fungsi dari penjumlahan pendapatan. Sehingga gambaran tingkat pengeluaran per kapita penduduk yang dapat dinyatakan sebagai kesejahteraan penduduk (Sen, 1970 dan Rachman, 2001) adalah hasil dari proses pembangunan ataupun gambaran perubahan kondisi sosial dan ketidaksamaan kesempatan (Friedman, 1962) pada rumah tangga di Indonesia pada kurun waktu tersebut.

Pembangunan Indonesia cenderung membaik, tetapi bukan berarti tanpa masalah karena masih tingginya persentase penduduk miskin, meningkatnya tingkat ketidakmerataan dan ketimpangan rata-rata pengeluaran penduduk miskin baik untuk rumah tangga yang bertempat tinggal di wilayah perkotaan ataupun perdesaan. Oleh karena itu, perlu adanya upaya mempertahankan atau bahkan meningkatkan kemajuan yang telah dicapai dan memperbaiki sistem pembangunan di Indonesia.

Perubahan nilai konsumsi rumah tangga yang juga mengindikasikan perubahan pendapatan, akan memberikan dampak pada perubahan struktur jenis barang atau jasa yang dikonsumsi. Makin tinggi tingkat penghasilan rumah tangga, makin kecil proporsi pengeluaran untuk makanan terhadap seluruh pengeluaran rumah tangga (Rahman, 2001). Perubahan nilai konsumsi ataupun struktur jenis barang dan jasa yang dikonsumsi oleh suatu rumah tangga akan memberikan dampak pada kondisi dan perkembangan anak-anak.

Selain itu, perubahan pendapatan rumah tangga juga dapat menjadi tolak ukur tingkat kesejahteraan suatu rumah tangga. Jika seseorang (kepala rumah tangga) berpendapatan tinggi maka daya beli juga tinggi, yang tidak menutup kemungkinan kebutuhan yang lain juga akan terpenuhi sehingga kesejahteraannya juga meningkat. Meningkatnya kesejahteraan kepala rumah tangga diasumsikan akan diikuti kesejahteraan anggota keluarga termasuk anak. Puspongoro (2012), menyatakan perpindahan nilai konsumsi rumah tangga lebih banyak terjadi pada tiga kuantil tengah dibandingkan dengan kuantil terendah ataupun teratas baik di perkotaan ataupun perdesaan. Hal tersebut dapat diinterpretasikan bahwa rumah tangga yang memiliki nilai konsumsi pada kuantil terbawah dan teratas mempunyai kecenderungan untuk tidak mengalami mobilitas, sehingga dapat dinyatakan kondisi sosial-ekonomi rumah tangga serta anggotanya termasuk anak, tidak mengalami perubahan yang berarti. Penelitian Gunn dan Duncan (2011) menyatakan bahwa anak yang hidup dalam kemiskinan yang ekstrim untuk beberapa tahun terutama pada masa pra sekolah dan pendidikan dasar akan memiliki taraf yang lebih rendah dalam menyelesaikan pendidikan dan mengalami

kemiskinan pada masa selanjutnya. Penelitian tersebut juga mengindikasikan hubungan yang sangat erat antara pendapatan rumah tangga atau pengeluaran per kapita dengan capaian pendidikan anak.

Didasarkan pada tujuan pembangunan jangka panjang, pendidikan anak merupakan strategi untuk mengejar ketertinggalan pembangunan yang tercemrin dengan nilai indeks pembangunan manusia yang masih kecil. Anak adalah tunas, potensi, dan generasi muda penerus cita-cita bangsa, yang memiliki peran strategis dan mempunyai ciri dan sifat khusus yang menjamin kelangsungan eksistensi bangsa dan negara pada masa depan. Sehingga anak yang berkualitas merupakan harapan bagi masa depan bangsa yang lebih baik, melalui pendidikan. Gambaran kondisi anak pada masa sekarang adalah cermin masa depan bangsa di masa yang akan datang. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan/mobilitas pengeluaran rumah tangga dan perbedaan rata-rata lama sekolah.

2. Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data mentah yang diperoleh dari hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) Panel Tahun 2011-2013 untuk wilayah Indonesia, baik KOR ataupun Modul. Untuk tujuan penelitian ini, data yang diambil adalah data rumah tangga yang merupakan gabungan dari masing-masing anggota rumah tangga. Kajian ini juga akan dibedakan menurut wilayah tempat tinggal (perkotaan dan perdesaan).

Definisi anak yang tertuang dalam UU No 23 tahun 2002, yang dimaksud dengan anak adalah seseorang yang belum berusia 18 (delapan belas) tahun, termasuk anak yang masih dalam kandungan, sedangkan konsep anak yang digunakan dalam penelitian ini adalah penduduk usia 5 s/d 18 tahun dikarenakan keterbatasan pada data pendidikan dalam SUSENAS yang ditanyakan pada anggota rumah tangga yang berusia 5 tahun ke atas.

Definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Capaian pendidikan anak (*mean year school/mys*) merupakan rata-rata pendidikan formal yang telah diselesaikan atau rata-rata dari jumlah tahun belajar dari anak yang berusia 5 sampai 18 tahun per rumah tangga dengan jumlah tahun konversi yaitu:
 - a. 0 jika tidak pernah sekolah
 - b. konversi ijazah terakhir + (kelas terakhir-1), jika masih sekolah di sd s.d s1
 - c. konversi ijazah terakhir + 1, jika masih sekolah di s2/s3
 - d. konversi ijazah terakhir, jika tidak bersekolah lagi dan tamat di kela terakhir
 - e. konversi ijazah terakhir + (kelas terakhir-1), jika tidak bersekolah lagi dan tidak tamat di kelas terakhir
 2. Pendapatan perkapita adalah pendapatan tiap anggota rumah tangga yang diperoleh dari total pendapatan dalam satu rumah tangga dibagi dengan jumlah anggota rumah tangga
 3. Wilayah tempat tinggal adalah jenis wilayah yang dibagi menurut perkotaan atau pedesaan
- Metode analisis yang digunakan adalah analisis matriks transisi kuantil pendapatan dan uji *Mann-Whitney*.

2.1 Rantai Markov Diskrit

A.A Markov, 1906 (dalam Taylor dan Karlin, 1994) mengemukakan teori ketergantungan peubah acak dalam proses acak yang dikenal dengan proses Markov. Taylor dan Karlin (1994) menyatakan bahwa sebuah proses Markov $\{X_t\}$ merupakan proses stokastik dengan sifat diketahui X_t dan nilai X_s , untuk $s > t$, serta tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai X_u untuk $u < t$. Hal ini dapat diartikan bahwa proses Markov adalah proses stokastik dimana keadaan masa yang akan datang hanya dipengaruhi oleh keadaan masa sekarang yang diketahui dan tidak dipengaruhi oleh keadaan masa lampau.

Sebuah rantai Markov diskrit merupakan sebuah proses Markov dengan ruang status terhingga atau terhitung (*Countable set*). Untuk waktu diskrit, rantai Markov dapat digambarkan sebagai diagram transisi status. Dari definisi tersebut, sifat Markov secara formal dinyatakan sebagai berikut:

$$P\{X_{n+1} = j | X_0 = i_0, \dots, X_{n-1} = i_{n-1}, X_n = i\} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}; \forall n \text{ dan status } i_0, \dots, i_{n-1}, i, j.$$

Persamaan tersebut secara narasi dapat diartikan bahwa proses selanjutnya hanya bergantung pada status saat ini, bukan pada sejarah dari proses tersebut. Dalam proses Markov, status-status proses yang terjadi selama ini dicerminkan oleh status saat ini (Taylor dan Karlin, 1994).

Untuk kemudahan, ruang status rantai Markov diberi label bilangan bulat non negatif $\{0, 1, 2, 3, \dots\}$, dengan nilai suatu variabel pada waktu ke- n yang dinyatakan sebagai X_n berada dalam status i jika $X_n = i$. Peluang transisi satu langkah bahwa X_{n+1} berada pada status j jika diketahui X_n berada dalam status i , dinyatakan dengan $P_{ij}^{n, n+1}$, yaitu

$$P_{ij}^{n, n+1} = P\{X_{n+1} = j | X_n = i\}$$

Notasi di atas memperlihatkan bahwa peluang transisi merupakan fungsi dari status awal dan akhir serta saat terjadinya transisi. Dalam notasi di atas i adalah status awal sedangkan j adalah status akhir dan awal waktu terjadinya transisi adalah n .

Rantai Markov mempunyai peluang transisi stasioner apabila peluang transisi satu langkah *independent* dari peubah waktu sehingga dalam hal ini:

$$P_{ij}^{n, n+1} = P_{ij},$$

dengan P_{ij} merupakan peluang bersyarat bahwa status menjalani transisi dari i ke j dalam satu langkah (Taylor dan Karlin, 1994). Nilai P_{ij} biasanya disusun dalam suatu matriks, yang disebut dengan matriks peluang transisi, dengan bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{P} = [P_{ij}],$$

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & \dots \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & \dots \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \vdots \\ P_{i0} & P_{i1} & P_{i2} & \dots \end{bmatrix}$$

Baris ke- i dari matriks \mathbf{P} menyatakan distribusi peluang dari X_{n+1} dengan syarat $X_n = i$. Sebagai peluang, maka elemen-elemen matriks \mathbf{P} memenuhi persyaratan:

$$P_{ij} \geq 0, \text{ untuk } i, j = 0, 1, 2, \dots$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} \geq 0, \text{ untuk } i, j = 0, 1, 2, \dots$$

2.2 Ukuran Kuantil

Kata statistik berasal dari bahasa Latin *status*, yang berarti keadaan. Kata statistika digunakan untuk merujuk kepada data tentang keadaan alam semesta, seperti misalnya data jumlah penduduk, data kejadian bencana, dan data perekonomian. Makna statistika

yang lebih luas dimaksudkan sebagai cara ilmiah untuk mengumpulkan, mengorganisasikan, menyajikan, dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan sah dan mengambil keputusan layak berdasarkan analisis yang dilakukan.

Berdasarkan fungsinya, statistika digolongkan ke dalam dua bidang yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensial. Fokus utama pada statistika deskriptif adalah menyajikan informasi dalam bentuk yang tepat. Statistika deskriptif juga berkenaan dengan bagaimana data dapat digambarkan dan dideskripsikan atau disimpulkan baik secara numerik (misal menghitung rata-rata dan deviasi standar) atau secara grafis (dalam bentuk tabel atau grafik) untuk mendapatkan gambaran sekilas mengenai data tersebut sehingga lebih mudah dibaca dan bermakna.

Ukuran letak data merupakan salah satu ukuran yang biasanya digunakan dalam statistika deskriptif, yang menggambarkan pembagian data menjadi kelompok-kelompok dengan bagian yang sama. Beberapa ukuran letak tersebut antara lain adalah kuartil, kuantil, desil dan persentil. Kuartil (Q) merupakan ukuran yang membagi data menjadi empat bagian yang sama, sedangkan kuantil (QU), desil (D) dan persentil (P) masing-masing merupakan ukuran yang membagi data menjadi 5, 10 dan 100 bagian yang sama. Penghitungan nilai kuantil ke- i dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Q_i = \frac{i \cdot n}{5},$$

Dimana:

$i = 1, 2, 3, 4, 5$

$N =$ banyaknya data

$Q_i =$ Nilai kuantil ke- i

Interpretasi dari nilai kuantil ke- i (Q_i) tersebut menggambarkan bahwa 20% nilai data terletak dibawah nilai Q_1 , 40% nilai data mempunyai nilai yang kurang dari nilai kuantil ke-2 (Q_2), dan seterusnya.

Berbagai kajian mengenai mobilitas pendapatan ataupun pengeluaran rumah tangga sering membagi nilai pendapatan ataupun pengeluaran ke dalam ukuran kuantil, pengeluaran rumah tangga pada kuantil terendah secara relatif lebih kecil dibandingkan dengan kuantil di atasnya. Pembagian pengeluaran rumah tangga tersebut diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar kemudian dibagi menjadi lima kelompok. Penggunaan kuantil sebagai ukuran letak merupakan ukuran yang dianggap cukup untuk menggambarkan distribusi nilai data.

2.3 Matriks Transisi Kuantil

Matriks transisi kuantil merupakan matriks transisi dengan lima ruang status atau kelas interval, dalam hal ini berarti n rumah tangga akan terbagi kedalam lima kelas interval dalam jumlah yang sama. Batas masing-masing kelas atau status dalam matriks transisi kuantil untuk distribusi x ataupun y ditentukan berdasarkan data, yaitu:

$$0 < QU^x_1 < QU^x_2 < \dots < QU^x_4 < \infty \text{ dan } 0 < QU^y_1 < QU^y_2 < \dots < QU^y_4 < \infty,$$

dengan x dan y menunjukkan indeks nilai kuantil pada x atau y .

Sehingga diperoleh matriks transisi yang dinotasikan sebagai $= \{p_{ij}\}$, dengan bentuk sebagai berikut:

$$P = [p_{ij}],$$

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{15} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{25} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{51} & p_{52} & \dots & p_{55} \end{bmatrix}$$

Elemen p_{ij} merupakan peluang bersyarat dari suatu rumah tangga untuk berpindah ke kelas konsumsi j pada y dari kelas konsumsi awal i pada x , dengan:

$$p_{ij} = \frac{Pr(QU^x_{i-1} \leq x < QU^x_i \text{ dan } QU^y_{j-1} \leq y < QU^y_j)}{Pr(QU^x_{i-1} \leq x < QU^x_i)}$$

Dardanoni (1993) mengasumsikan bahwa matriks transisi semua rejim penghasilan adalah selalu dalam keadaan tetap atau mencapai *steady-state*. Asumsi keadaan tetap atau *steady-state* merupakan asumsi yang menyatakan bahwa distribusi penghasilan tetap dan tidak berubah karena waktu, atau walaupun karena adanya mobilitas akan merubah susunan rumah tangga dalam distribusi namun jumlah rumah tangga dalam setiap kelas interval tetap sama. Dimisalkan sebuah matriks transisi P dengan ruang status yang *finite* yaitu 1,2,3,4, dan 5 merupakan matriks transisi reguler jika semua elemen dari P^k bernilai positif dengan $k > 0$ (Taylor dan Karlin, 1994). Dalam jangka panjang, matriks transisi reguler akan memiliki konvergensi dari nilai limit distribusi peluangnya yaitu:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} p_{ij}^{(n)} = \pi_j > 0, \text{ untuk } j=1, 2, 3, 4, 5.$$

Konvergensi tersebut menyatakan bahwa peluang untuk berpindah status ke- j adalah sekitar π_j tanpa memperhatikan status awalnya. Pada matriks transisi kuantil sebagai matriks yang *biostochastic* hal tersebut juga terpenuhi, sehingga dalam jangka panjang peluang rumah tangga untuk berpindah dalam kuantil pendapatan ke- j akan sama atau mendekati nilai π_j . Fomby *et.al* (2001) menyatakan bahwa matriks transisi yang selalu mencapai *steady-state* adalah matriks transisi yang memenuhi asumsi *biostochastic*.

3. Hasil dan Pembahasan

Metode analisis yang digunakan antara lain matriks transisi kuantil untuk mengetahui perpindahan/perubahan pengeluaran rumah tangga yang diamati dan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata lama sekolah anak per rumah tangga.

3.1 Matriks Transisi Kuantil Pengeluaran

Matriks transisi digunakan untuk mengetahui perpindahan/perubahan pengeluaran rumah tangga yang diamati. Elemen pada diagonal utama menyatakan proporsi rumah tangga yang tidak berpindah dari kuantil konsumsi masing-masing. Berdasarkan data Susenas panel tahun 2011-2013 diperoleh matriks transisi kuantil pengeluaran per kapita rumah tangga di perdesaan dan perkotaan yang disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Pada matriks transisi perkotaan dan perdesaan, 47,8% dan 56,1% rumah tangga akan memiliki nilai konsumsi yang tetap berada pada kuantil terendah di tahun 2011 dan 2013. Perpindahan nilai konsumsi rumah tangga lebih banyak terjadi pada tiga kuantil tengah dibandingkan dengan kuantil terendah ataupun teratas baik di perkotaan atau perdesaan. Temuan ini sejalan dengan temuan Bowles-Gintis (2002), Fisher-Johnson (2006) dan Khor-Pencavel (2010), hal ini dikenal dengan istilah '*twin peaks*'. Kejadian '*twin peaks*' ini secara umum dapat disebabkan karena jarak nilai konsumsi pada tiga kuantil tengah lebih kecil daripada jarak pada kuantil ujung distribusi. Sebagai konsekuensinya, perubahan nilai konsumsi yang kecil sudah dapat menyebabkan perpindahan kelas kuantil.

Tabel 1. Matriks Transisi Kuantil Pengeluaran per Kapita 2011-2013 untuk Wilayah Perkotaan

Kuantil Pengeluaran per Kapita tahun 2011	Kuantil Pengeluaran per Kapita tahun 2013				
	1	2	3	4	5
1	0.478	0.276	0.162	0.059	0.026
2	0.175	0.294	0.308	0.166	0.057
3	0.094	0.228	0.279	0.271	0.128
4	0.031	0.091	0.183	0.367	0.327
5	0.009	0.020	0.050	0.239	0.682

Tabel 2. Matriks Transisi Kuantil Pengeluaran per Kapita 2011-2013 untuk Wilayah Perdesaan

Kuantil Pengeluaran per Kapita tahun 2011	Kuantil Pengeluaran per Kapita tahun 2013				
	1	2	3	4	5
1	0.561	0.260	0.123	0.045	0.012
2	0.313	0.322	0.241	0.096	0.029
3	0.196	0.297	0.276	0.160	0.072
4	0.076	0.169	0.257	0.333	0.164
5	0.033	0.096	0.237	0.300	0.333

3.2 Perbedaan Rata-rata Lama Sekolah

Perbedaan nilai rata-rata lama sekolah anak per rumah tangga perlu untuk diuji signifikansinya melalui suatu uji formal statistik. Berdasarkan sebaran nilai rata-rata lama sekolah anak dalam rumah tangga yang memiliki nilai standar deviasi yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 3,3 sampai dengan 4,5 tahun mengakibatkan sebaran nilainya menjadi tidak setangkup. Sehingga perbedaan rata-rata lama sekolah anak dalam rumah tangga, tidak dapat diwakilkan melalui perbedaan rata-ratanya. Dalam hal ini, uji perbedaan rata-rata tersebut dapat dicapai dengan menggunakan uji non parametrik dengan anggapan sebaran nilai datanya tidak mengikuti distribusi tertentu.

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney*, diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata lama sekolah anak per rumah tangga di wilayah perkotaan dan perdesaan. Terdapat perbedaan antara capaian sekolah anak per rumah tangga di wilayah perkotaan dan perdesaan pada setiap tahun dengan tingkat signifikansi 5%. Hal tersebut menunjukkan capaian pendidikan anak akan berbeda sehingga perlu disusun model yang berbeda untuk menggambarkan kondisi pendidikan anak.

Rata-rata lama sekolah anak yang digunakan untuk menyajikan capaian pendidikan anak dalam kajian ini pada rumah tangga yang tidak mengalami perubahan pengeluaran pada masing-masing kelompok pengeluaran juga menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan signifikan tersebut terjadi pada rumah tangga yang tinggal di wilayah perkotaan, perdesaan ataupun secara total di Indonesia. Kondisi yang sama terjadi pada rumah tangga yang mengalami mobilitas pengeluaran turun baik di wilayah perkotaan, perdesaan ataupun secara total di Indonesia. Namun pada rumah tangga yang mengalami mobilitas pengeluaran naik, capaian pendidikan anak pada tiap-tiap kelompok rumah tangga hanya berbeda signifikan pada wilayah perkotaan dan Indonesia, dan di wilayah perdesaan justru tidak memberikan perbedaan capaian

pendidikan anak (tidak berbeda signifikan). Hal tersebut menunjukkan bahwa di perdesaan, rumah tangga yang mengalami kenaikan pengeluaran justru tidak memberikan perbedaan capaian pendidikan anak pada masing-masing kelompok rumah rumah tangga.

Berdasarkan hal tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa untuk wilayah perkotaan dan perdesaan, perubahan nilai pengeluaran rumah tangga memberikan perbedaan rata-rata lama sekolah anak per rumah tangga walaupun hal yang sedikit berbeda terjadi di wilayah perdesaan untuk rumah tangga yang mengalami perubahan pendapatan per kapita naik. Untuk itu perlu dilakukan, uji lanjutan untuk mengetahui pengaruh pengeluaran per kapita rumah tangga dengan capaian rata-rata lama sekolah anak tahun 2011 sampai dengan 2013.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa perpindahan nilai konsumsi rumah tangga lebih banyak terjadi pada tiga kuantil tengah dibandingkan dengan kuantil terendah ataupun teratas baik di perkotaan atau perdesaan. Selain itu dapat disimpulkan bahwa matriks transisi kuantil pengeluaran di perkotaan masih mengalami *twin-peaks*.

Sedangkan saran yang bisa diberikan yaitu kondisi data panel yang digunakan tidak terlalu panjang, sehingga kurang memungkinkan untuk mengkaji mobilitas capaian pendidikan anak berdasarkan tingkat pendidikan ataupun pekerjaan orang tua.

Daftar Pustaka

- [1] Alexander, K. L., Entwisle, D. R., & Bedinger, S. D. (1994). *When Expectations Work: Race and Socioeconomic Differences in School Performance. Social Psychology Quarterly*, 57, 283–299.
- [2] Badan Pusat Statistik [BPS]. (1999-2009). *Publikasi Survey Sosial Ekonomi Nasional 1999-2009*. BPS. Jakarta
- . (2010^a). *Berita Resmi Statistik*. No.45/07/Th.XIII.2010. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- . (2010^b). *Modul Pencacahan Survei Sosial Ekonomi Nasional Indonesia tahun 2010*. BPS. Jakarta
- . (2011^a). *Konsep PDB*. Diakses melalui: http://www.bps.go.id/aboutus.php?id_subyek=11&tabel=1&fl=2 Konsep PDB
- . (2011^b). *Perkembangan Beberapa Indikator Utama Sosial Ekonomi Indonesia*. BPS. Jakarta
- [3] Dardanoni, V. (1993). *On Measuring Social Mobility*. *Journal of Economic* 61, 372-394.
- [4] Fields, G an E. A. Ok. (1996). *The Meaning an Measurement of Income Mobility*. *Journal of Economics Theory* 71, 349-377.
- [5] Fisher, JD and Johnson DS. (2006). *Consumption Mobility in the United States: Evidence from Two Panel Data Sets*. The Berkeley Electronic Press Volume 6, Issue 1 Article 16. United States of America.
- [6] Formby, J.P, Smith, W.J, dan Zheng B. (2001). *Mobility Measurement, Transition Matrices and Statistical Inference*.
- [7] Kuncoro, Mudrajad. (2003). *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Erlangga
- [8] Kuncoro, Mudrajad. (2004). *Otonomi dan Pembangunan Daerah: Reformasi, Perencanaan, Strategi dan Peluang*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Perkasa

- [9] Mankiw, N Gregory. (2002). *Macroeconomics 5th Edition*. New York: Worth Publishers.
- [10] Mayer, Susan E. (2002). *The Influence of Parental Income on Children's Outcomes*. Knowledge Management Group, Ministry of Social Development, Te Manatu Whakahiato Ora
- [11] Puspongoro, Novi Hidayat. (2012). *Menentukan Indeks Kesejahteraan Masyarakat melalui Mobilitas Konsumsi Menggunakan Matriks Transisi Kuantil*. Thesis. Program Magister Statistika Terapan. Universitas Padjajaran. Bandung.
- [12] Rachman, HPS. (2001). *Kajian Pola Konsumsi dan Permintaan Pangan di Kawasan Timur Indonesia*. Disertasi Doktor. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [13] Sen, Amartya. (1963). *Distribution, Transitivity and Little's Welfare Criteria*. Economics Journal 73 (292).
- [14] Shorrocks, A. F. (1978). *The Measurement of Mobility*. Econometrica, Vol 46 No 5, 1013-1024
- [15] Taylor M, Howard dan Karlin S. (1994). *An Introduction to Stochastic Modelling*. Revised Edition. London: Academic Press.
- [16] Tilak, Jandhyala B G. (2009). *Household Expenditure on Education and Implications for Redefining the Poverty Line in India*
- [17] Lincoln Arsyad, (2004). *Ekonomi Pembangunan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Yogyakarta.
- [18] M.L Jhingan. (2000). *Ekonomi Pembangunan dan Perencanaan*, Rajawali Press.
- [19] Todaro, Michael P. (2000). *Pembangunan Ekonomi Dunia Ketiga, Edisi Ketujuh, Jilid 1*, terjemahan Haris Munandar, Penerbit Erlangga, Jakarta

PERANCANGAN ZONA TARIF BRT TRANS MUSI MENGGUNAKAN ALGORITMA *GREEDY* DAN *SPANNING TREE*

Putra Bahtera Jaya Bangun¹, Sisca Octarina², dan Azmi Gita Natasha³

¹Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
e-mail: teger_jm4959@yahoo.co.id

²Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
e-mail: tosca_0511@yahoo.co.id

³Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
e-mail: nazmigita@yahoo.com

Abstract Bus Rapid Transit (BRT) Trans Musi uses a unit tariff system. This tariff system is annoying for the respective customers. The tariff system based on zone is a fair tariff system so that the customer only pays tariff based on the zones traversed. This research aims to design zone tariff of BRT Trans Musi using Greedy algorithm and Spanning Tree. Based on the result and analysis, Greedy algorithm and Spanning Tree yields 4 zones each. Zones which are found by Greedy algorithm is better than Spanning Tree because it was similar to the expected number of zones with each zone has minimum three main stops.

Keywords: *Unit Tariff System, Zone Tariff, Greedy Algorithm, Spanning Tree*

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan media bagi manusia untuk menempuh perjalanan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Saat ini Kota Palembang telah memiliki sistem transportasi publik berjenis *Bus Rapid Transit* (BRT). Trans Musi dikelola oleh PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya yang merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Kota Palembang.

BRT Trans Musi menggunakan pembayaran dengan sistem tarif tetap, dimana harga tiket yang diberlakukan sama untuk jarak dekat maupun jauh. Sebagian penumpang menganggap sistem ini cukup merugikan karena jarak tempuh yang dilalui tidak mempengaruhi tarif yang harus dibayar. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dipertimbangkan penggunaan sistem tarif yang dapat memberikan solusi terbaik bagi kepentingan produsen dan konsumen (Wreksiwiro, 2001). Sistem tarif yang sering digunakan oleh perusahaan transportasi publik terbagi tiga, yaitu sistem tarif tetap, sistem tarif berdasarkan jarak, dan sistem tarif berdasarkan zona (Schobel, 2005).

Zainab *et.al.*, (2014) telah merancang model zona tarif BRT Trans Musi Palembang berdasarkan halte transit utama. Pada penelitian ini, BRT Trans Musi menggunakan sistem tarif berdasarkan zona yang merupakan gabungan dari sistem tarif tetap dengan sistem tarif berdasarkan jarak. Jaringan transportasi yang lengkap dibagi menjadi 3 zona berdasarkan halte transit utama dan kemudian dimodelkan ke dalam zona tarif.

Bangun dan Octarina (2014) menyatakan bahwa algoritma *Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping* (SAHN) memiliki iterasi yang lebih pendek dibandingkan algoritma *Greedy* dalam penentuan zona dan nilai fungsi tujuan yang diperoleh algoritma *Greedy* lebih baik. Octarina *et.al.*, (2015) menggunakan algoritma SAHN untuk merancang sistem zona tarif BRT Trans Musi. Sistem zona tarif adalah suatu sistem dimana seluruh wilayah dari transportasi publik dibagi menjadi beberapa zona. Dari penelitian ini diperoleh 4 model zona tarif.

Adiwazsha (2009) telah menerapkan algoritma *Greedy* dalam memecahkan permasalahan *Spanning Tree*. Algoritma *Greedy* merupakan jenis algoritma yang memecahkan

permasalahan setiap langkahnya, dimana setiap langkah membuat solusi optimum lokal dengan harapan bahwa pada langkah berikutnya mengarah ke solusi optimum global. Algoritma ini sering menjadi pilihan utama untuk memecahkan permasalahan sederhana karena memberikan solusi hampiran atau aproksimasi terhadap nilai optimum yang diinginkan. Sedangkan *Spanning Tree* merupakan teknik mencari jalan penghubung yang dapat menghubungkan semua titik dalam jaringan secara bersamaan. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan perancangan sistem zona tarif BRT Trans Musi menggunakan algoritma *Greedy* dan *Spanning Tree*.

2. Metode

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendapatkan peta lengkap rute BRT Trans Musi dari kantor PT. Sarana Pembangunan Palembang Jaya.
- b. Meninjau ke lokasi untuk mengecek kembali jaringan rute BRT Trans Musi.
- c. Merevisi peta rute BRT Trans Musi dan menggambarkan kembali peta tersebut hanya untuk rute BRT Trans Musi yang masih beroperasi.
- d. Mendeskripsikan data berupa :
 1. Data nama koridor, nama halte awal dan akhir setiap koridor, dan nama halte transit yang beroperasi di Kota Palembang. Data diperoleh dengan meninjau langsung ke lokasi.
 2. Data nama koridor yang melewati halte transit.
 3. Mendefinisikan nama halte menjadi variabel ($v_i; i=1,2,3,\dots,13$). Jumlah halte sebanyak 13 berdasarkan halte awal, halte akhir dan halte transit pada tiap koridor.
- e. Menentukan zona berdasarkan algoritma *Greedy*, dengan cara :
 1. Membuat peta sederhana BRT Trans Musi.
 2. Mengukur jarak antar halte. Misalkan $d(Z_u, Z_v) = d_{uv}$ untuk semua zona $Z_u \in \mathcal{Z}, Z_v \in \mathcal{Z}$. Pengukuran jarak dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS).
 3. Menyajikan jarak antar halte v_i dan halte v_j ke dalam matriks J.
 4. Menentukan jumlah zona (L) dengan ketentuan tiap zona minimal memiliki 3 halte utama.
 5. Mengawali perhitungan dimana jumlah zona awal $|V|=13$ sesuai dengan jumlah halte yang ada dan masing-masing zona mempunyai halte tunggal.
 6. Menentukan dua zona sehingga $Z_u \neq Z_v, Z_u \in \mathcal{Z}, Z_v \in \mathcal{Z}$, dimana \mathcal{Z} merupakan kumpulan semua zona awal.
 7. Menghitung nilai fungsi tujuan b_{max}^{uv} untuk menghasilkan partisi zona untuk setiap sisi $\{Z_u, Z_v\}$ dalam E_Z yang menghubungkan Z_u dan Z_v .
 8. Menggabungkan sisi $\{Z_u^o, Z_v^o\}$ secara tetap dengan Persamaan $b_{max}^{u^o, v^o} = \min_{\{Z_u, Z_v\} \in E_Z} b_{max}^{uv}$ sehingga diperoleh sebuah partisi Z baru.
 9. Jika graf mempunyai L simpul maka perhitungan dan penggabungan zona selesai.
- f. Menentukan zona berdasarkan *Spanning Tree*, dengan cara :
 1. Menentukan jumlah zona (L) dengan ketentuan tiap zona minimal memiliki 3 halte utama.
 2. Mencari *maximum spanning tree* T di dalam graf lengkap dengan bobot sisi d_{uv} .

3. Menghapus sisi $L - 1$ terbesar dari T sehingga diperoleh *forest* dengan L komponen.
- g. Menentukan zona tarif BRT Trans Musi, dengan cara :
 1. Membentuk matriks zona.
 2. Menghitung nilai $z^*(p)$ menggunakan

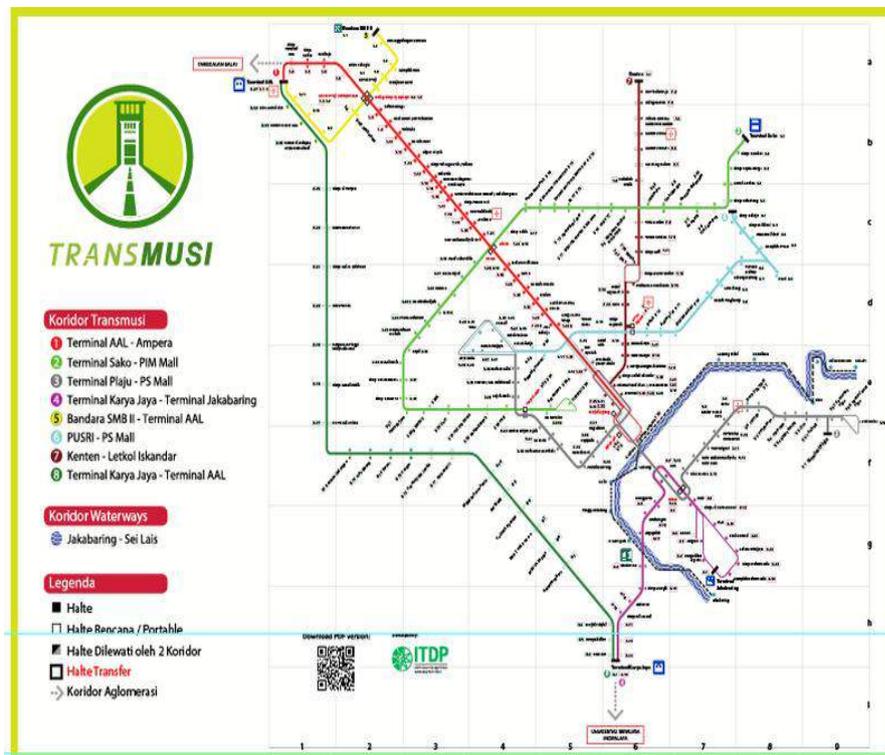
$$\text{Persamaan } z^*(p) = \max_{\substack{v_{i_1} \in V, v_{j_1} \in V, v_{i_2} \in V, v_{j_2} \in V, \\ n_{v_{i_1} v_{j_1}} + n_{v_{i_2} v_{j_2}} = p}} \frac{W_{i_1 j_1} W_{i_2 j_2}}{W_{i_1 j_1} + W_{i_2 j_2}} (p_{i_1 j_1} - p_{i_2 j_2}).$$
 3. Menghitung nilai $c^*(p)$ menggunakan

$$\text{Persamaan } z_{ij} = c_{maks}^*(p) = \max_{\substack{v_i \in V, v_j \in V, v_i \neq v_j, \\ n_{ij} = p}} p_{ij} - \frac{z^*(p)}{W_{ij}}$$
 berdasarkan nilai $z^*(p)$.
- h. Interpretasi hasil akhir.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Peta Lengkap Rute BRT Trans Musi

Peta lengkap rute BRT Trans Musi untuk semua koridor ditunjukkan pada Gambar 1.

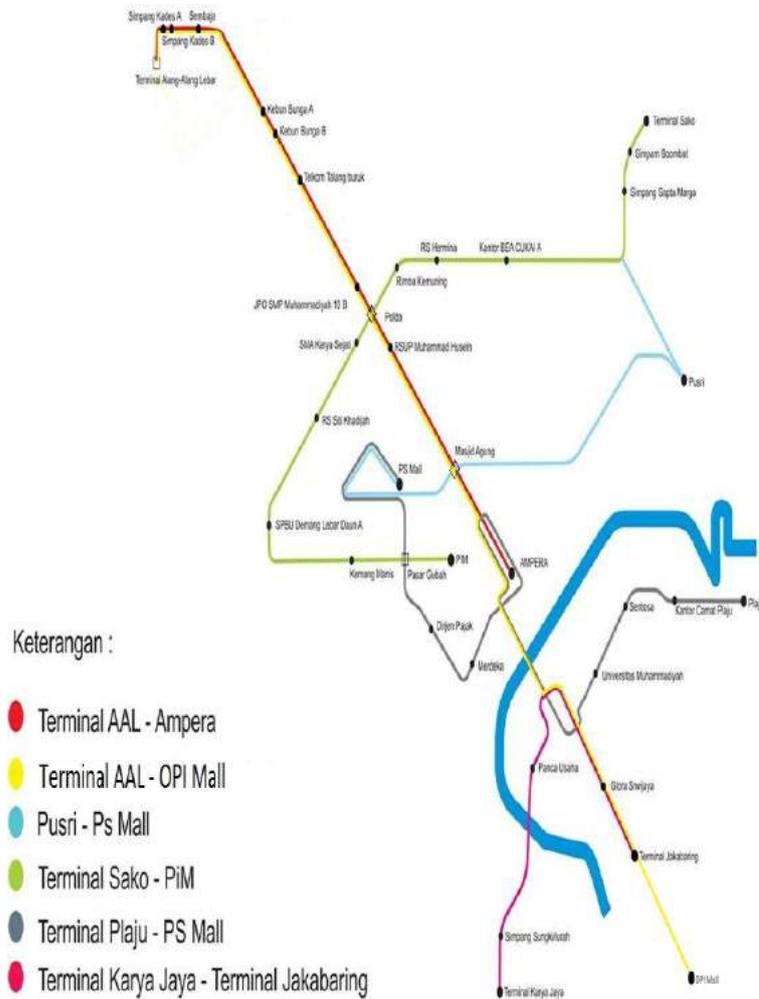


Sumber : [PT](#). Sarana Pembangunan Palembang Jaya (April 2014)

Gambar 1. Peta Lengkap Rute BRT Trans Musi

Berdasarkan Gambar 1 BRT Trans Musi memiliki 8 koridor, yaitu koridor I Terminal Alang-Alang Lebar – Ampera, koridor II Terminal Sako – PIM Mall, koridor III Terminal Plaju – PS Mall, koridor IV Terminal Karyajaya – Terminal Jakabaring, koridor V Bandara Sultan Mahmud Badaruddin (SMB) II – Terminal Alang-Alang Lebar, dan koridor VI Pusri – PS Mall, koridor VII Kenten – Letkol Iskandar, dan koridor VIII Terminal Karyajaya – Terminal Alang-Alang Lebar. Tiap koridor digambarkan dengan warna berbeda untuk memudahkan para pembaca memahami peta.

Peta lengkap rute BRT Trans Musi kemudian direvisi karena beberapa koridor sudah tidak beroperasi dan bertambahnya 1 koridor baru. Saat ini ada 6 koridor yang beroperasi, yaitu koridor I Terminal Alang-Alang Lebar – Ampera, koridor II Terminal Sako – PIM Mall, koridor III Terminal Plaju – PS Mall, koridor IV Terminal Karya Jaya – Terminal Jakabaring, koridor V Pusri – PS Mall, dan koridor VI Terminal Alang-Alang Lebar – OPI Mall. Gambar peta revisi BRT Trans Musi ditunjukkan pada Gambar 2. Setiap koridor digambarkan dengan warna yang berbeda seperti Gambar 1.



Gambar 2. Peta Revisi BRT Trans Musi

3.2. Pendeskripsian Data

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh data nama koridor dan nama halte transit BRT Trans Musi. Data ini diperlukan dalam perancangan model zona tarif BRT Trans Musi. Selain kedua data tersebut diperlukan pula data jarak antar halte pada masing-masing koridor. Nama koridor BRT Trans Musi yang beroperasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Nama Koridor BRT Trans Musi

Koridor	Jurusan
I	Terminal Alang-Alang Lebar – Ampera
II	Terminal Sako – PIM Mall
III	Terminal Plaju – PS Mall

IV	Terminal Karya Jaya – Terminal Jakabaring
V	Pusri – PS Mall
VI	Terminal Alang-Alang Lebar – OPI Mall

Nama jurusan pada setiap koridor menjadi nama halte awal dan akhir pada setiap koridor tersebut. Sebagai contoh halte awal pada koridor III adalah Terminal Plaju dan halte akhir adalah PS Mall. Nama halte transit yang dilalui BRT Trans Musi pada setiap koridor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Nama Halte Transit yang Dilalui Bus Trans Musi

Koridor	Nama Halte Transit					
	Simpang Polda	Masjid Agung	BNI / Cinde	Pasar Gubah	Jakabaring	Monpera
I	√	√	√			√
II	√			√		
III		√		√	√	√
IV					√	
V		√	√			
VI	√				√	

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa BRT Trans Musi memiliki 6 halte transit, yaitu halte transit Simpang Polda, Masjid Agung, Bank BNI Syariah/Cinde, Pasar Gubah, Jakabaring, dan Monpera. Halte transit Simpang Polda dilewati oleh koridor I, II, dan VI. Halte transit Masjid Agung dilewati oleh koridor I, III, dan V. Halte transit Bank BNI Syariah/Cinde dilewati oleh koridor I dan V. Halte transit Pasar Gubah dilewati oleh koridor II dan III. Halte transit Jakabaring dilewati oleh koridor III, IV, dan VI. Halte transit Monpera dilewati oleh koridor I dan III.

Nama halte yang digunakan dalam perancangan zona tarif BRT Trans Musi didefinisikan dalam bentuk variabel $v_i, i = 1, 2, 3, \dots, 13$ dan ditunjukkan pada Tabel 3.

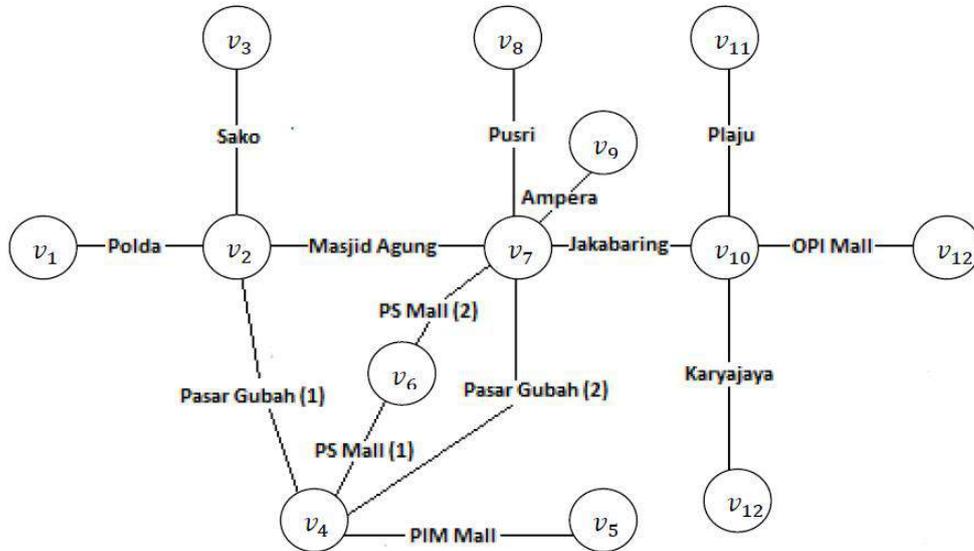
Tabel 3. Pendefinisian Nama Halte Menjadi Variabel

No.	Nama Halte	Variabel	No.	Nama Halte	Variabel
1.	Terminal Alang-Alang Lebar	v_1	8.	Pusri	v_8
2.	Simpang Polda	v_2	9.	Ampera	v_9
3.	Terminal Sako	v_3	10.	Terminal Jakabaring	v_{10}
4.	Pasar Gubah	v_4	11.	Terminal Plaju	v_{11}
5.	PIM Mall	v_5	12.	OPI Mall	v_{12}
6.	PS Mall	v_6	13.	Terminal Karya Jaya	v_{13}
7.	Masjid Agung	v_7			

Terminal Alang-Alang Lebar didefinisikan sebagai v_1 , Simpang Polda didefinisikan sebagai v_2 , Terminal Sako didefinisikan sebagai v_3 , dan seterusnya sampai Terminal Karya Jaya didefinisikan dengan v_{13} .

3.3. Penentuan Zona BRT Trans Musi Berdasarkan Algoritma Greedy

Ada 6 koridor BRT Trans Musi yang beroperasi di kota Palembang. Tersedia halte pada setiap koridor agar penumpang dapat naik atau turun. Selain itu, tersedia pula halte transit dimana penumpang dapat berpindah bus dari satu koridor ke koridor lain. Pada Gambar 3 dapat dilihat rute BRT Trans Musi yang telah dibentuk dalam peta sederhana.



Gambar 3. Peta Sederhana Rute BRT Trans Musi

Jarak tiap halte berdasarkan koridor yang masih beroperasi ditunjukkan pada Tabel 4.

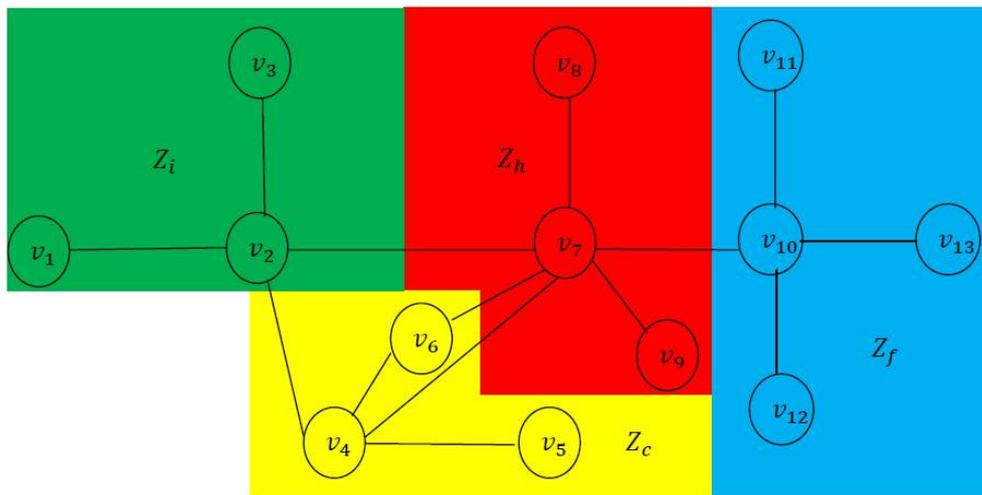
Tabel 4. Jarak Halte v_i ke Halte v_j dalam Satuan Km

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6	v_7	v_8	v_9	v_{10}	v_{11}	v_{12}	v_{13}
v_1	0	9,59	16,70	16,98	18,01	20,07	13,30	21,80	14,11	15,20	19,50	27,40	19,80
v_2	9,59	0	7,11	7,39	8,42	10,48	3,71	12,21	4,52	5,61	9,91	17,81	10,21
v_3	16,70	7,11	0	14,50	15,53	17,59	10,82	19,32	11,63	12,72	17,02	24,92	17,32
v_4	16,98	7,39	14,50	0	1,03	3,09	1,96	10,46	2,77	3,86	8,16	16,06	8,46
v_5	18,01	8,42	15,53	1,03	0	4,12	2,99	11,49	3,80	4,89	9,19	17,09	9,49
v_6	20,07	10,48	17,59	3,09	4,12	0	5,05	13,55	5,86	6,95	11,25	19,15	11,55
v_7	13,30	3,71	10,82	1,96	2,99	5,05	0	8,50	0,81	1,90	6,20	14,10	6,50
v_8	21,80	12,21	19,32	10,46	11,49	13,55	8,50	0	9,31	10,40	14,70	22,60	15,00
v_9	14,11	4,52	11,63	2,77	3,80	5,86	0,81	9,31	0	2,71	7,01	14,91	7,31
v_{10}	15,20	5,61	12,72	3,86	4,89	6,95	1,90	10,40	2,71	0	4,30	12,20	4,60
v_{11}	19,50	9,91	17,02	8,16	9,19	11,25	6,20	14,70	7,01	4,30	0	16,50	8,90
v_{12}	27,40	17,81	24,92	16,06	17,09	19,15	14,10	22,60	14,91	12,20	16,50	0	16,80
v_{13}	19,80	10,21	17,32	8,46	9,49	11,55	6,50	15,00	7,31	4,60	8,90	16,80	0

Berdasarkan Tabel 4 data jarak antar halte v_i dan halte v_j dapat dinyatakan dalam matriks J. Matriks J berukuran 13x13 yang menyatakan banyaknya halte yang ada yaitu halte awal, halte akhir, dan halte transit. Entri pada matriks J adalah jarak antar halte v_i dan v_j .

$$J = \begin{bmatrix} 0 & 9,59 & 16,70 & 16,98 & 18,01 & 20,07 & 13,30 & 21,80 & 14,11 & 15,20 & 19,50 & 27,40 & 19,80 \\ 9,59 & 0 & 7,11 & 7,39 & 8,42 & 10,48 & 3,71 & 12,21 & 4,52 & 5,61 & 9,91 & 17,81 & 10,21 \\ 16,70 & 7,11 & 0 & 14,50 & 15,53 & 17,59 & 10,82 & 19,32 & 11,63 & 12,72 & 17,02 & 24,92 & 17,32 \\ 16,98 & 7,39 & 14,50 & 0 & 1,03 & 3,09 & 1,96 & 10,46 & 2,77 & 3,86 & 8,16 & 16,06 & 8,46 \\ 18,01 & 8,42 & 15,53 & 1,03 & 0 & 4,12 & 2,99 & 11,49 & 3,80 & 4,89 & 9,19 & 17,09 & 9,49 \\ 20,07 & 10,48 & 17,59 & 3,09 & 4,12 & 0 & 5,05 & 13,55 & 5,86 & 6,95 & 11,25 & 19,15 & 11,55 \\ 13,30 & 3,71 & 10,82 & 1,96 & 2,99 & 5,05 & 0 & 8,50 & 0,81 & 1,90 & 6,20 & 14,10 & 6,50 \\ 21,80 & 12,21 & 19,32 & 10,46 & 11,49 & 13,55 & 8,50 & 0 & 9,31 & 10,40 & 14,70 & 22,60 & 15,00 \\ 14,11 & 4,52 & 11,63 & 2,77 & 3,80 & 5,86 & 0,81 & 9,31 & 0 & 2,71 & 7,01 & 14,91 & 7,31 \\ 15,20 & 5,61 & 12,72 & 3,86 & 4,89 & 6,95 & 1,90 & 10,40 & 2,71 & 0 & 4,30 & 12,20 & 4,60 \\ 19,50 & 9,91 & 17,02 & 8,16 & 9,19 & 11,25 & 6,20 & 14,70 & 7,01 & 4,30 & 0 & 16,50 & 8,90 \\ 27,40 & 17,81 & 24,92 & 16,06 & 17,09 & 19,15 & 14,10 & 22,60 & 14,91 & 12,20 & 16,50 & 0 & 16,80 \\ 19,80 & 10,21 & 17,32 & 8,46 & 9,49 & 11,55 & 6,50 & 15,00 & 7,31 & 4,60 & 8,90 & 16,80 & 0 \end{bmatrix}$$

Jumlah zona dinyatakan dengan L . Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Octarina *et.al.*, (2015) zona akhir ditentukan sebanyak 4 zona dengan syarat tiap zona memiliki 3 halte utama. Perhitungan diawali dengan jumlah zona awal sama dengan jumlah halte yang beroperasi yaitu sebanyak 13 zona (Z_1, Z_2, \dots, Z_{13}). Setiap zona memiliki halte tunggal. Perhitungan berhenti hingga didapat 4 zona sesuai yang diharapkan dan yang dapat dilihat pada Gambar 4.

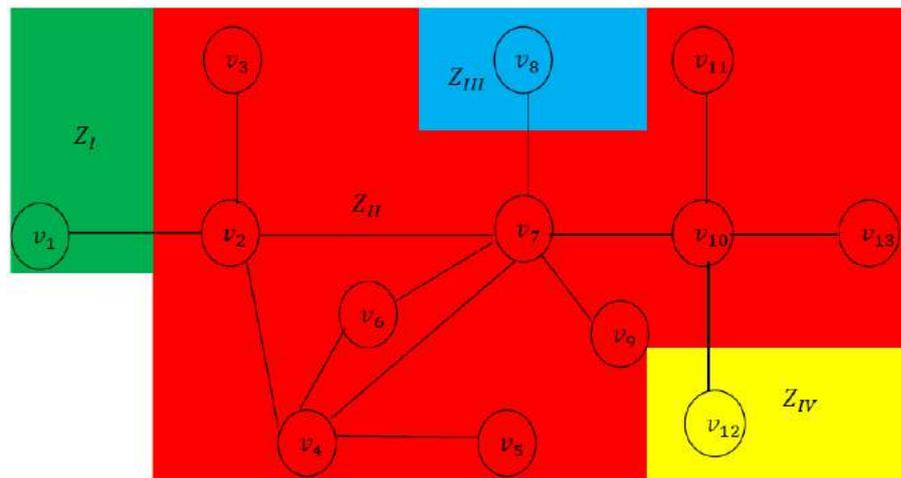


Gambar 4. Peta Zona Akhir BRT Trans Musi Berdasarkan Algoritma Greedy

Berdasarkan Gambar 4 terlihat jumlah zona menjadi 4 zona, yaitu Z_i (hijau), Z_c (kuning), Z_h (merah) dan Z_f (biru). Proses perhitungan berhenti karena jumlah zona yang diinginkan telah tercapai. Untuk selanjutnya, Z_i disebut dengan Z_I , Z_c disebut dengan Z_{II} , Z_h disebut dengan Z_{III} , dan Z_f disebut dengan Z_{IV} . Pada zona Z_I terdapat 3 halte utama (v_1, v_2 , dan v_3), zona Z_{II} terdapat 3 halte utama (v_4, v_5 , dan v_6), zona Z_{III} terdapat 3 halte utama (v_7, v_8 , dan v_9), dan zona Z_{IV} terdapat 4 halte utama (v_{10}, v_{11}, v_{12} , dan v_{13}).

3.4. Penentuan Zona BRT Trans Musi Berdasarkan *Spanning Tree*

Berdasarkan *maximum spanning tree T* yang telah didapat, dihapus sisi $L - 1$ terbesar dari T sehingga diperoleh *forest* dengan L komponen. Penghapusan sisi $L - 1$ terbesar dilakukan untuk mendapatkan pembagian zona seperti yang sudah ditentukan yaitu sebanyak 4 zona. Pembagian zona setelah dilakukan penghapusan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Zona Akhir BRT Trans Musi Berdasarkan *Spanning Tree*

Berdasarkan Gambar 5 terlihat jumlah zona akhir dari peta zona BRT Trans Musi berjumlah 4 zona, yaitu Z_I (hijau), Z_{II} (merah), Z_{III} (biru) dan Z_{IV} (kuning). Pada zona Z_I terdapat 1 halte (v_1), zona Z_{II} terdapat 10 halte ($v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_9, v_{10}, v_{11}$, dan v_{13}), zona Z_{III} terdapat 1 halte (v_8), dan zona Z_{IV} terdapat 1 halte (v_{12}).

3.5. Model Zona Tarif Berdasarkan Algoritma *Greedy* dan *Spanning Tree*

Model zona tarif yang diperoleh berdasarkan algoritma *Greedy* adalah sebagai berikut:

1. $c(0) = 0,496764 x_1 + 0,503236 x_2$ untuk perjalanan dalam satu zona.
2. $c(1) = 0,225266 x_1 + 0,637125 x_2 + 0,137609 x_3$ untuk perjalanan yang melewati satu zona.
3. $c(2) = 0,249263 x_1 + 0,658947 x_2 + 0,091789 x_3$ untuk perjalanan yang melewati dua zona.
4. $c(3) = x_2$ untuk perjalanan yang melewati tiga zona.

Sedangkan model zona tarif BRT Trans Musi berdasarkan *Spanning Tree* adalah:

1. $c(0) = x_1$ untuk perjalanan dalam satu zona.
2. $c(1) = x_2$ untuk perjalanan yang melewati satu zona.
3. $c(2) = x_2$ untuk perjalanan yang melewati dua zona.
4. $c(3) = 0,963504 x_3$ untuk perjalanan yang melewati tiga zona.

4. Kesimpulan

Pembentukan zona BRT Trans Musi menggunakan algoritma *Greedy* lebih baik dibandingkan menggunakan *Spanning Tree*. Hasil zona akhir dari algoritma *Greedy* sesuai dengan jumlah zona yang diharapkan di awal yaitu 4 zona dengan ketentuan tiap zona minimal memiliki 3 halte utama, sedangkan dari *Spanning Tree* juga sesuai dengan jumlah zona yang diharapkan di awal, tetapi tiap zona tidak memiliki minimal 3 halte utama.

Daftar Pustaka

- [1] Adiwazsha B. (2009). Penerapan algoritma *Greedy* untuk memecahkan masalah *Spanning Tree*. *Jurnal Teknik Informatika*. Institut Teknologi Bandung.
- [2] Aldous J.M., Wilson R.J. (2008). *Graphs and Applications*. Springer.

- [3] Bangun P.B.J., Octarina S. (2013). Kajian perencanaan sistem zona tarif dalam optimasi transportasi publik. *Prosiding Seminar Bidang Matematika dan Informatika BKS PTN Barat*. Universitas Lampung.
- [4] Bangun P.B.J., Octarina S. (2014). Perbandingan algoritma *Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping* (SAHN) dan algoritma *Greedy* dalam penentuan zona transportasi publik. *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS MIPA*, Institut Pertanian Bogor.
- [5] Hayati E.N., Yohanes A. (2014). Pencarian rute terpendek menggunakan algoritma *Greedy*. *Prosiding Seminar Nasional IENACO-2014*. Universitas Stikubank Semarang.
- [6] Octarina S., Bangun P.B.J., Rofflin E. dan Khoiri A. (2015). Planning The Zone Tariff of BRT Trans Musi Using Sequential Agglomerative Hierarchical Non-overlapping (SAHN) Algorithm. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. Volume 11, Number 5 (2015), pp. 3287-3295.
- [7] Octarina S., Indrawati dan Saputri D.P. (2013). Goal programming modeling and linier programming 0-1 in optimizing the revenue and bus stop placement of BRT Trans Musi. *Proceeding of International Conference on Computing, Mathematics and Statistics 2013*. Penang, Malaysia.
- [8] Schöbel A. (2005). *Optimization in Public Transportation*. New York: Springer.
- [9] Wreksiwiro, M.R. (2001). Analisa penerapan model tarif angkutan umum dengan perhitungan berdasarkan zona pelayanan. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Indonesia.
- [10] Zainab A., Octarina S. dan Bangun P.B.J. (2014). Perancangan model zona tarif BRT Trans Musi. *Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS. MIPA*, Institut Pertanian Bogor

PERBANDINGAN PROPORTIONAL ODD, ADJACENT-CATEGORY DAN CONTINUATION RATIO LOGIT MODEL PADA RESPON ORDINAL

Restu Arisanti^{1,2}, Anang Kurnia² dan Kusman Sadik²

¹Departemen Statistika Universitas Padjadjaran
e-mail: restu.arisanti@unpad.ac.id

²Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor
e-mail: anangk@apps.ipb.ac.id, kusmansadik@gmail.com

Abstract. Logistic regression was used to describe the relationship of the response variable with k ($k > 1$) The explanatory variables with suspected odds "success" an observation and an observation tendency to look for certain traits to be "successful" compared with other observations with a different characteristic. Ordinal logistic regression is an extension of binary logistic regression where ordinal logistic regression is a statistical method for analyzing data with ordinal response variable scale consisting of three or more categories. There are three types of commonly used logistic regression that is proportional odds models, adjacent-category logit, and the continuation ratio logit model (Dobson, 2002). From the three logit models in this case, based on the smallest AIC value, proportional odd model is better than the other two logit models. With English as the language of instruction in learning can improve the English proficiency of students in listening (Listening Skill) and reading (Reading Skill). Based on the older cohort (with category 1) states more easily understand the English language than the cohort afterwards. This indicates that a longer time to communicate in English can improve students' ability in English.

Keywords: *Proportional odd, adjacent-category, continuation logit model.*

1. Pendahuluan

Regresi Logistik merupakan salah satu metode regresi yang digunakan untuk mencari hubungan antara peubah respon bersifat kategorik berskala nominal, ordinal dengan satu atau lebih peubah penjelas kontinu maupun kategorik. Regresi logistik untuk peubah respon berskala ordinal dan mempunyai kategori lebih dari dua kategori disebut Regresi Logistik Ordinal. Terdapat tiga jenis regresi logistik yang umum digunakan yakni proportional odd models, adjacent-category logit, dan continuation ratio logit model (Dobson, 2002). Model yang disebut pertama membandingkan fungsi sebaran dengan komplementnya. Adjacent-category logit model membandingkan peluang peubah respon bernilai k dengan peluang peubah respon sama dengan $k-1$ (k adalah taraf peubah respon). Sedangkan continuation ratio logit model membandingkan peluang peubah respon yang bernilai sama dengan k dengan peluang peubah respon kurang dari k , dimana k adalah taraf peubah respon.

Tujuan penelitian untuk menentukan model respon ordinal dengan ketiga model logit dan menentukan model logit terbaik pada respon ordinal serta mengetahui apakah dengan bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan Bahasa Inggris mahasiswa dalam menyimak (Listening Skill) dan membaca (Reading Skill).

2. Metode

Regresi Logistik

Model regresi logistik merupakan salah satu model yang digunakan untuk mengetahui bentuk hubungan peubah respon dikotomous atau politomous dengan satu atau lebih penjelas bersifat kategori maupun kontinu. Bentuk persamaan regresi logistik adalah:

$$\pi_j(X_i) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_p X_{pi})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_p X_{pi})}$$

Regresi logistik digunakan untuk menjelaskan hubungan satu peubah respon dengan k ($k > 1$) peubah penjelas dengan menduga peluang “sukses” suatu observasi dan mencari kecenderungan suatu observasi dengan ciri tertentu untuk dapat “sukses” dibandingkan dengan observasi lain dengan ciri yang berbeda.

Syarat pada regresi logistik:

- Sampel acak dengan n observasi
- Peubah respon: kategorik
- Peubah penjelas: kuantitatif atau kategorik (dengan peubah dummy)

Model umum regresi logistik:

$$\log(\pi_i) = \log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}$$

Dimana \mathbf{x}_i adalah sebuah vektor kontinu yang mengukur kovariat dan peubah dummy pada level faktor. $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor parameter.

Proportional Odds Model

Model proporsional odds untuk $j=1, \dots, j-1$ adalah:

$$\text{logit}[P(Y \leq j)] = \log\left[\frac{P(Y \leq j)}{1 - P(Y \leq j)}\right] = \alpha_j + \beta x$$

Model mengasumsikan:

- α_j (intersep) dapat berbeda-beda
- βX adalah konstan.
Pengaruh X sama untuk semua $j-1$ yang membuat Y menjadi hasil dikotomus. Parameter tunggal menggambarkan pengaruh X pada Y.
- Odd ratio berhubungan dengan penambahan satu unit pada peubah penjelas x_k yaitu $\exp(\beta_k)$ dimana $k = 1, \dots, j-1$.
Setiap logit kumulatif mempunyai intersep masing-masing.
Nilai β_{0j} meningkat seiring dengan j untuk nilai x yang tetap.

Untuk sembarang tingkatan Y (katakan $Y=j$)

$$\begin{aligned} \frac{P(Y \leq j|X = x_2)/P(Y > j|X = x_2)}{P(Y \leq j|X = x_1)/P(Y > j|X = x_1)} &= \frac{P(Y \leq j|x_2)P(Y > j|x_1)}{P(Y \leq j|x_1)P(Y > j|x_2)} \\ &= \frac{\exp(\alpha_j + \beta x_2)}{\exp(\alpha_j + \beta x_1)} = \exp[\beta(x_2 - x_1)] \end{aligned}$$

Atau log odd ratio = $\beta(x_1 - x_2)$. Log kumulatif odd ratio adalah proporsional terhadap perbedaan jarak antara x_1 dan x_2 . Karena koefisien proporsional β adalah konstan, maka model ini disebut proportional odd model.

Adjacent-Categories Logit Model

Misalkan respon kategori 1, 2, ..., j adalah berurutan, Adjacent-category logit didefinisikan sebagai:

$$\begin{aligned}L_1 &= \log\left(\frac{\pi_1}{\pi_2}\right) \\L_2 &= \log\left(\frac{\pi_2}{\pi_3}\right) \\&\vdots \\L_{j-1} &= \log\left(\frac{\pi_{j-1}}{\pi_j}\right)\end{aligned}$$

Pengaruh kovariat pada masing-masing persamaan adjacent category adalah:

$$\begin{aligned}L_1 &= \alpha_1 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \\L_2 &= \alpha_1 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \\&\vdots \\L_{j-1} &= \alpha_1 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p\end{aligned}$$

Atau dapat ditulis:

$$\log\left(\frac{\pi_1}{\pi_{j+1}}\right) = x_j^T \beta_j$$

disederhanakan menjadi

$$\log\left(\frac{\pi_1}{\pi_{j+1}}\right) = \beta_{0j} + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_{p-1} x_{p-1}$$

Dibandingkan dengan menggunakan semua kategori untuk membentuk logit, pada model ini hanya menggunakan $j-1$ pasang kategori. Untuk menggabungkan respon berurut, digunakan adjacent category:

$$\log\left(\frac{\pi_j}{\pi_j + 1}\right) \quad j = 1, \dots, j - 1$$

Model logit untuk satu peubah penjelas x adalah:

$$\log\left(\frac{\pi_j}{\pi_j + 1}\right) = \alpha_j + \beta x \quad j = 1, \dots, j - 1$$

Odd ratio menggunakan adjacent category, sedangkan pada model cumulative logit menggunakan semua skala respon (sehingga interpretasi menggunakan odd ratio local bukan odd rasio kumulatif).

Continuation-Ratio Logit Model

Alternatif lain untuk memodelkan peluang rasio adalah pendekatan model ini, kategori peubah respon berurutan digunakan untuk membentuk $j-1$ logit sebagai berikut:

$$\log\left(\frac{\pi_1}{\pi_2 + \dots + \pi_j}\right), \log\left(\frac{\pi_2}{\pi_3 + \dots + \pi_j}\right), \dots, \log\left(\frac{\pi_{j-1}}{\pi_j}\right)$$

Sehingga persamaan

$$\log\left(\frac{\pi_j}{\pi_{j+1} + \dots + \pi_j}\right) = x_j^T \beta_j$$

Pendugaan Parameter

Hosmer dan Lemeshow (2000) menyatakan Pendugaan kemungkinan Maksimum merupakan suatu fungsi dari parameter yang memaksimalkan peluangnya untuk

menduga parameter dan dapat digunakan untuk model nonlinier seperti pada model logistik.

Pengujian Parameter Model

- a. Pengujian parameter secara parsial

Uji yang digunakan yaitu uji Wald dengan hipotesis:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Dengan statistik uji Wald yaitu:

$$W = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)}$$

- b. Pengujian parameter secara simultan

Uji yang digunakan yaitu uji nisbah kemungkinan (Likelihood ratio test) yaitu:

$$G = -2 \ln \left(\frac{L_0}{L_1} \right) = -2(\ln(L_0) - \ln(L_1))$$

Uji Kelayakan Model (Goodness of fit)

Statistik uji Deviance digunakan untuk menguji kelayakan model. Secara umum dirumuskan sebagai berikut:

Jika H_0 benar, maka:

$$2 \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^k y_{ij} \log \left(\frac{y_{ij}}{n_i \pi_j(X_i)} \right) \sim \chi_{g(k-1)-h}^2$$

Odd Rasio

Odd rasio digunakan untuk membandingkan tingkatan antar kategori peubah penjelas dengan kategori pembanding (Agresti, 2002). Pada regresi logistik, odd rasio digunakan untuk mempermudah interpretasi dari model yang dihasilkan. Odd rasio adalah perbandingan antara peluang kejadian $y=0$ dengan peluang kejadian $y=1$.

Pemilihan Model Terbaik

Metode AIC dan adalah metode yang dapat digunakan untuk memilih model regresiterbaik yang ditemukan oleh Akaike. Metode tersebut didasarkan pada metode kemungkinan maksimum. Untuk menghitung nilai AIC digunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = 2k - 2 \ln(L)$$

Dengan k = jumlah parameter yang diestimasi dalam model regresi dan L adalah fungsi kemungkinan maksimum.

Menurut metode AIC, model regresi terbaik adalah model regresi yang mempunyai nilai AIC *terkecil* (Widarjono, 2007).

Tahapan Analisis

Tahapan metode analisis adalah: (1) menduga dan menguji parameter model; (2) Menguji kelayakan model; (3) menghitung odd rasio; (4) pemilihan model terbaik.

Studi kasus: Ingin mengetahui pengaruh penggunaan Bahasa Inggris dalam pembelajaran terhadap kemampuan membaca (reading skill) dan memahami(listening skill) mahasiswa. Ada tiga kategori respon yaitu sulit (1), bisa (2), dan mudah (3).

Terdapat dua peubah prediktor yaitu:angkatan; 2009(1), 2010(2), dan 2011(3) serta gender; laki-laki (0) dan perempuan (1).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pendugaan dan Pengujian Parameter Model

Tabel 1. Pendugaan dan Pengujian Parameter Proportional Odd Model

Parameter	Nilai Dugaan	Standard error	Statistik Uji Wald	p-value
Intercept 1	-2.2312	0.5008	19.8511	<.0001
Intercept 2	1.0360	0.4693	4.8740	0.0273
Angkatan	0.5767	0.1817	10.0721	0.0015
Gender	-0.0779	0.3333	0.0547	0.8152

Persamaan model:

$$\ln \left(\frac{P(Y \leq 0)}{P(Y > 0)} \right) = -2.2312 + 0.5767 \text{ angkatan} - 0.0779 \text{ gender}$$

$$\ln \left(\frac{P(Y \leq 1)}{P(Y > 1)} \right) = 1.0360 + 0.5767 \text{ angkatan} - 0.0779 \text{ gender}$$

Tanda (-) pada peubah gender berarti mahasiswa mempunyai tingkat kemampuan berbahasa inggris lebih tinggi dibandingkan mahasiswi.

Tabel 2. Pendugaan dan Pengujian Parameter Adjacent-Category Model

Parameter	Nilai Dugaan	Standard error	Statistik Uji Wald	p-value
Intercept 1	-1.7510	0.3057	32.8012	<.0001
Intercept 2	0.2972	0.2662	1.2461	0.2643
Angkatan	0.2834	0.1035	7.4952	0.0062
Gender	-0.0802	0.1954	0.1685	0.6815

$$\log \left(\frac{\pi_1}{\pi_2} \right) = -1.7510 + 0.2834 \text{ angkatan} - 0.0802 \text{ gender}$$

$$\log \left(\frac{\pi_2}{\pi_3} \right) = 0.2972 + 0.2834 \text{ angkatan} - 0.0802 \text{ gender}$$

Tabel 3. Pendugaan dan Pengujian Parameter Continuation Ratio Logit Model

Parameter	Nilai Dugaan	Standard error	Statistik Uji Wald	p-value
Intercept	-0.0113	0.3400	0.011	<.0001
Angkatan	0.1430	0.1312	1.1889	0.0088
Gender	0.0393	0.2508	0.0246	0.0076

$$\log \left(\frac{\pi_1}{\pi_2 + \pi_3} \right) = 0.227 - 0.4927 \text{ angkatan} + 0.0737 \text{ gender}$$

3.2 Pengujian Kelayakan Model

Tabel 4. Hasil Pengujian Kelayakan Model

Model	Chi-Square	Deviance	Value/DF
Proportional odd	1.0493 (0.5918)	6.7096 (0.5683)	0.8387
Adjacent-category	2.7404 (0.2541)	8.8659 (0.3537)	1.1082
Continuation Ratio Logit	2.1802 (0.3174)	8.8712 (0.4652)	1.1089

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan, setiap data layak untuk digunakan dilihat dari nilai deviance dan chi-square yang tidak signifikan (p-value lebih dari $\alpha=0.05$).

3.3 Pembentukan Model dan Interpretasi Odd Rasio

Tabel 5. Pembentukan Model dan Odd Rasio

Model	Peubah Penjelas	Nilai Odd Rasio
Proportional odd	Angkatan	1.780
	Gender	0.925
Adjacent-category	Angkatan	1.328
	Gender	0.923
Continuation Ratio Logit	Angkatan	1.154
	Gender	1.075

Untuk model Proportional odd, kecenderungan mahasiswi untuk mengalami kesulitan (dibandingkan minimal bisa) dalam berbahasa Inggris sebesar 0.925 kali dibandingkan dengan mahasiswa dan kecenderungan mahasiswa angkatan dengan kategori 1 mempunyai kemampuan untuk mengatakan mudah dalam berbahasa Inggris sebesar 1.78 kali dibandingkan angkatan berkategori 2.

Untuk model adjacent-category, kecenderungan mahasiswi untuk mengalami kesulitan (dibandingkan minimal bisa) dalam berbahasa Inggris sebesar 0.923 kali dibandingkan dengan mahasiswa dan kecenderungan mahasiswa angkatan dengan kategori 1 mempunyai kemampuan untuk mengatakan mudah dalam berbahasa Inggris sebesar 1.328 kali dibandingkan angkatan berkategori 2.

Untuk model continuation ratio logit, kecenderungan mahasiswi untuk mengatakan bisa dalam berbahasa Inggris sebesar 1.075 kali dibandingkan dengan mahasiswa dan kecenderungan mahasiswa angkatan dengan kategori 1 mempunyai kemampuan untuk mengatakan mudah dalam berbahasa Inggris sebesar 1.154 kali dibandingkan angkatan berkategori 2.

3.4 Pemilihan Model Terbaik

Tabel 6. Hasil Perbandingan Nilai AIC

Model	AIC
Proportional odd	319.235
Adjacent-category	321.392
Continuation Ratio Logit	336.151

Berdasarkan tabel 6 di atas, model terbaik dari ketiga logit adalah nilai AIC yang terkecil yaitu model proportional odd.

4. Kesimpulan

- Dari ketiga model logit pada kasus ini, berdasarkan nilai AIC terkecil proportional odd model lebih baik dibandingkan kedua model logit lainnya.
- Dengan bahasa Inggris sebagai bahasa pengantar dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan Bahasa Inggris mahasiswa dalam menyimak (Listening Skill) dan membaca (Reading Skill). Hal ini berdasarkan angkatan yang lebih lama (dengan kategori 1) menyatakan lebih mudah memahami bahasa Inggris dibandingkan dengan angkatan sesudahnya. Hal ini menunjukkan waktu yang lebih lama dalam berkomunikasi dengan Bahasa Inggris dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam berbahasa Inggris.

Daftar Pustaka

- [1] Agresti, A., (2002). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Dobson, A.J., (2002). *An Introduction to Generalized Linear Model*. Edisi kedua. Florida: Chapman & Hall/CRC.
- [3] Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S.,(2002). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [4]Widarjono, A. (2007). *Ekonometrika: Teori dan Aplikasi untuk Ekonomi dan Bisnis*,Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia.
- [5]Wardani, D.K., Sumarminingsih, E., dan Barandetha M., 2 Desember (2015). *Perbandingan Model Proporsional Odds dan Adjacent Category Logistic Pada Regresi logistic Ordinal*.
<http://statistik.studentjournal.ub.ac.id/index.php/statistik/article/view/23>.

PENGGUNAAN PENDIDIKAN UNTUK MENGURANGI KESENJANGAN UPAH GENDER DI INDONESIA: APLIKASI METODE REGRESI KUANTIL

Ribut Nurul Tri Wahyuni

Jurusan Statistik Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: rnurult@stis.ac.id

Abstract. There has been a significant increase in the percentage of women participating in the work force in Indonesia. Nevertheless, at all times, the labor market has been segregated by sex to varying degrees. During 2006-2014, the percentage of permanent women employees receiving low wages was higher than men. Beside that, gender based wage gap also increased. This paper helps us to show that women with strong abilities can use extra education to reduce the gender based wage gap. Researcher used quantile regression because OLS's assumptions (in the form of polynomial regression model) were violated. Linear programming is used to estimate parameter coefficients in quantile regression. Quantile regression exhibits several advantages, such as it does not require the data to follow a specific probability distribution and it is more robust against outliers. The results show that gender plays a significant role in the behavior of wages in the labor market, having an academic degree has a positive impact on wages, and the returns to education for men is lower than women. The government can play a role in mitigating the gender based wage gap by conducting policies in order that women acquiring human capital in the form of extra education.

Keywords: *gender based wage gap, quantile regression, polynomial, education*

1. Pendahuluan

Selama periode 2006-2014, rasio kesempatan kerja perempuan terhadap penduduk usia kerja perempuan di Indonesia menunjukkan tren yang meningkat. Pada tahun 2006, rasionya sebesar 41,7 persen dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 47 persen (ILO, 2015). Ini mengindikasikan bahwa selama periode tersebut semakin banyak perempuan yang masuk ke pasar tenaga kerja. Meskipun demikian, kesenjangan upah gender selalu terjadi di pasar tenaga kerja (Rau dan Wazienski dalam Miki dan Yuval, 2011), tidak terkecuali di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), persentase tenaga kerja perempuan yang berpenghasilan rendah, selalu lebih tinggi dibanding tenaga kerja laki-laki. Pada tahun 2011, 34,85 persen tenaga kerja perempuan berpenghasilan rendah dan pada tahun 2014 turun menjadi 32,35 persen. Sedangkan pada tenaga kerja laki-laki, persentasenya selama periode yang sama hanya sebesar 27,32 persen (2011) dan 30,39 persen (2014). Jika dilihat berdasarkan data kesenjangan upah gender, selama periode 2012-2014 kesenjangan upah gender mengalami peningkatan, yaitu 0,209 pada tahun 2012 dan meningkat menjadi 0,223 pada tahun 2014¹.

Perempuan akan lebih mudah masuk ke lapangan pekerjaan yang mayoritas membutuhkan tenaga kerja perempuan dengan penghasilan rendah. Sebaliknya perempuan akan lebih sulit masuk ke lapangan pekerjaan yang mayoritas membutuhkan tenaga kerja laki-laki. Penghasilan yang akan didapat akan lebih besar dibandingkan pekerjaan yang didominasi perempuan, tetapi penghasilannya lebih rendah dibanding laki-laki dengan pekerjaan yang sama (Valian dalam Miki dan Yuval, 2011). Inilah yang mengakibatkan terjadinya kesenjangan upah gender. Penelitian sebelumnya juga

membuktikan bahwa pendidikan bisa mengurangi ketimpangan upah gender. Perempuan dengan pendidikan yang lebih tinggi bisa lebih bersaing di pasar tenaga kerja dibanding perempuan berpendidikan rendah untuk lapangan pekerjaan yang sama dengan laki-laki (Miki dan Yuval, 2011). Penelitian ini berusaha membuktikan bahwa pendidikan juga bisa mengurangi ketimpangan upah gender di Indonesia.

2. Metode

Model Pasar Tenaga Kerja

Model yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan oleh Miki dan Luski dan Miki dalam Miki dan Yuval (2011). Perekonomian diasumsikan ada dua kelompok, yaitu laki-laki dan perempuan. Setiap orang memiliki kemampuan yang berbeda serta kemampuan laki-laki dan perempuan memiliki distribusi yang identik. Setiap orang memiliki dua pilihan, yaitu bekerja atau tidak bekerja. Peluang seseorang untuk bekerja dilambangkan L , sehingga peluang seseorang untuk tidak bekerja adalah $(1-L)$. Jika seseorang memutuskan untuk bekerja, maka outputnya berupa penghasilan sebesar w_i . w_i ditentukan oleh level profesional (e_i) dan level tidak profesional (a). e_i dipengaruhi oleh investasi di pendidikan dengan fungsi $0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i}$ dimana μ_i adalah kemampuan seseorang untuk menerima materi yang diajarkan. Semakin tinggi investasi di pendidikan, maka semakin tinggi pula level profesional (e_i) yang didapat.

Keputusan Seseorang untuk Bekerja

Setiap orang berusaha untuk memaksimalkan utilitas dengan fungsi utilitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \max_{e_i, L} U &= L \left(w_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B \\ \max_{e_i, L} U &= L \left(a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B \end{aligned} \quad (1)$$

Pada saat utilitas maksimum, maka:

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial e_i} &= 0 \\ 1 - \frac{e_i}{\mu_i} &= 0 \\ 1 &= \frac{e_i}{\mu_i} \\ e_i &= \mu_i \end{aligned} \quad (2)$$

Persamaan 2 masukkan ke persamaan 1:

$$\max_{e_i, L} U = L \left(a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B$$

$$\max_{e_i, L} U = L(a + 0.5\mu_i^2) + (1-L)B$$

Ketika seseorang memutuskan untuk bekerja, maka $L = 1$, sehingga utilitas maksimum yang didapat adalah:

$$U^* = 1 \cdot \left(a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1-1)B$$

$$U^* = a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i}$$

$$U^* = a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i}$$

$$U^* = a + 0.5\mu_i$$

Sebaliknya ketika seseorang memutuskan untuk tidak bekerja, maka $L = 0$, sehingga utilitas maksimum yang didapat adalah B .

Utilitas maksimum juga harus memenuhi persamaan:

$$\frac{\partial U}{\partial L} = 0$$

$$a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

Jika $e_i = \mu_i$, maka :

$$a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

$$a + 0.5\mu_i = B$$

$$\mu_i = 2(B - a)$$

Oleh karena itu, seseorang akan bekerja jika kemampuannya memenuhi $\mu_i \geq \max\{2(B - a), 0\}$

Seseorang dengan kemampuan $\mu_i < \max\{2(B - a), 0\}$ tidak akan bekerja dan memilih level profesional terendah ($e_i = 0$). Jika $B < a$, maka seseorang akan memilih untuk bekerja.

Kesenjangan Upah Gender

Seperti pembahasan sebelumnya, w_i ditentukan oleh level profesional (e_i) dan level tidak profesional (a). Karena adanya diskriminasi gender, maka $a_{laki-laki} > a_{perempuan}$. Dengan mengasumsikan bahwa *returns to education* perempuan lebih tinggi dari laki-laki, maka $e_{laki-laki} < e_{perempuan}$. Persamaan penghasilan perempuan bisa ditulis sebagai berikut:

$$w_i = \lambda_i a + \varphi e_i$$

dimana untuk perempuan $0 < \lambda < 1$ dan $\varphi > 1$, sedangkan untuk laki-laki $\lambda = 1$ dan $\varphi = 1$.

Utilitas maksimum yang didapat adalah:

$$\max_{e_i, L} U = L \left(w_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1 - L)B$$

$$\max_{e_i, L} U = L \left(\lambda_i a + \varphi e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1 - L)B \quad (3)$$

Pada saat utilitas maksimum:

$$\frac{\partial U}{\partial e_i} = 0$$

$$\varphi - \frac{e_i}{\mu_i} = 0$$

$$\varphi = \frac{e_i}{\mu_i}$$

$$e_i = \varphi \mu_i \quad (4)$$

Utilitas maksimum juga harus memenuhi persamaan:

$$\frac{\partial U}{\partial L} = 0$$

$$\lambda_i a + \varphi e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

Jika $e_i = \varphi \mu_i$, maka :

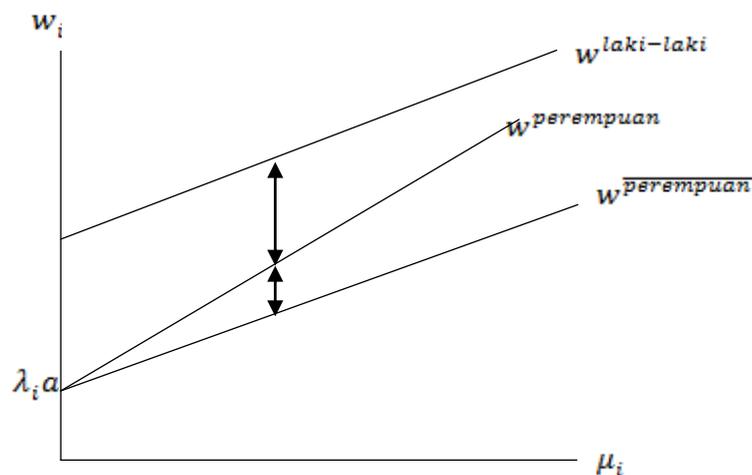
$$\lambda_i a + \varphi \varphi \mu_i - 0.5 \frac{(\varphi \mu_i)^2}{\mu_i} - B = 0$$

$$\lambda_i a + 0.5 \varphi^2 \mu_i = B$$

$$\mu_i = \frac{2(B - \lambda_i a)}{\varphi^2}$$

Perempuan dengan $\mu_i > \frac{2(B - \lambda_i a)}{\varphi^2}$ akan memilih untuk bekerja.

Untuk pendidikan yang sama, diasumsikan penghasilan laki-laki ($w^{\text{laki-laki}}$) lebih besar dari perempuan ($w^{\text{perempuan}}$) atau $(a + \mu_i) > (\lambda_i a + \varphi e_i)$. Dapat ditulis juga $(a + \mu_i) > (\lambda_i a + \varphi^2 \mu_i)$ karena $e_i = \varphi \mu_i$. Agar penghasilan perempuan bisa meningkat, maka perempuan harus menempuh pendidikan yang lebih tinggi. Akibatnya, kesenjangan penghasilan antara laki-laki dan perempuan akan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya pendidikan perempuan. Ini bisa dilihat pada Gambar 1. Penghasilan perempuan yang diharapkan untuk setiap μ_i adalah $w^{\text{perempuan}} = \lambda_i a + \varphi e_i = \lambda_i a + \varphi \mu_i$. Kesenjangan upah gender adalah AC. Dengan pendidikan yang lebih tinggi, kesenjangan upah gender akan berkurang sebesar BC, sehingga menjadi sebesar AB.



Gambar 1. Kesenjangan Upah Gender

Regresi Kuantil

Untuk membuktikan model di atas, peneliti menggunakan regresi kuantil. Data yang digunakan adalah data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) tahun 2013 yang didapat dari BPS. Penelitian ini menggunakan persamaan Miki dan Yuval (2011), yaitu:

$$\log w_i = \beta_0 + \beta_1 \text{sex}_i + \beta_2 \text{age}_i + \beta_3 \text{age}_i^2 + \beta_4 \text{pt}_i + \beta_5 \text{school}_i + \beta_6 \text{school} \times \text{sex}_i + e$$

$i = 1, 2, \dots, n$ (n merupakan jumlah observasi pada tahun 2013), $\theta = 0,1; 0,2; \dots; 0,9$ menggambarkan kuantil, w menunjukkan penghasilan tenaga kerja per jam (rupiah), sex adalah jenis kelamin (laki-laki = 1, perempuan = 0), age adalah usia tenaga kerja (tahun), pt adalah pendidikan di perguruan tinggi (lulusan perguruan tinggi = 1, bukan lulusan perguruan tinggi = 0), sedangkan school berkaitan dengan pendidikan/lama sekolah (tahun). Penghasilan tenaga kerja per jam merupakan rasio antara total

upah/gaji/pendapatan bersih yang diterima tenaga kerja selama sebulan yang lalu dari pekerjaan utama baik berupa uang maupun barang dengan total jam kerja. Hubungan antara penghasilan dengan usia berupa kurva U terbalik sehingga fungsinya polinomial atau kuadrat (Miki dan Yuval, 2011). $\beta_{5\theta} + \beta_{\epsilon\theta}$ merupakan *returns to education*, yaitu pengaruh pendidikan (lama sekolah) terhadap *conditional quantile* dari $\log w$. *Returns to education* menggambarkan *pay-off* dari pendidikan (Martins dan Pereira, 2004). Agar lebih informatif, estimasi dengan menggunakan regresi kuantil dibatasi menjadi 9 persamaan kuantil: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9. Observasi dalam penelitian ini hanya mencakup tenaga kerja dengan jam kerja minimal 35 jam per minggu (Martins dan Pereira, 2004).

Regresi kuantil biasanya terkait dengan mengurutkan observasi sampel dan bisa diselesaikan dengan menggunakan masalah optimisasi. Pada metode *Ordinary Least Square* (OLS), digunakan rata-rata sampel (*mean*, μ) sebagai solusi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Jika diketahui random sampel $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, maka solusinya adalah:

$$\min \sum_{i=1}^n (w_i - \mu)^2 = \min \sum_{i=1}^n (w_i - x_i\beta)^2 = \min \sum_{i=1}^n e^2$$

Sedangkan pada regresi median, digunakan median (γ) sebagai solusi dengan meminimumkan jumlah absolut residual:

$$\min \sum_{i=1}^n |w_i - \gamma| = \min \sum_{i=1}^n |w_i - x_i\beta| = \min \sum_{i=1}^n |e|$$

Karena simetris, maka jumlah absolut residual harus sama antara jumlah residual positif dan negatif, sehingga menjamin jumlah observasi di bawah dan di atas median sama. Nilai absolut yang simetris hanya terletak di median. Oleh karena itu, pada kuantil lainnya (selain median) kemungkinan dengan meminimumkan jumlah asimetris tertimbang dari absolut residual, yaitu memberikan bobot yang berbeda untuk residual positif dan negatif yang nantinya akan menghasilkan kuantil (Koenker dan Hallock, 2001). Jika θ diambil dari *cumulative distribution function* (CDF) random variabel W yang bernilai antara 0 dan 1. Sedangkan kuantil θ dari distribusi random variabel W dilambangkan $Q(\theta)$ dimana:

$$\theta = F(Q(\theta)) = \int_{-\infty}^{Q(\theta)} f(w) dw$$

$$Q(\theta) = F^{-1}(\theta) = \inf\{w: F(w) \geq \theta\}, 0 \leq \theta \leq 1$$

$F^{-1}(\theta)$ adalah fungsi invers dari CDF, \inf adalah y terkecil yang memenuhi $F(w) \geq \theta$.

Untuk mengestimasi parameter dari regresi kuantil, maka digunakan metode pemrograman linier yang dirumuskan oleh Koenker dan Bassett (1978). Solusinya adalah:

$$\min \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(w_i - Q_W(\theta|X))$$

$\rho_{\theta} = \theta$ jika $e \geq 0$ atau $w_i \geq Q_W(\theta|X)$ dan $\rho_{\theta} = 1 - \theta$ jika $e < 0$ atau $w_i < Q_W(\theta|X)$. atau

$\min[\sum_{w_i \geq x_i\beta} \theta |w_i - Q_W(\theta|X)| + \sum_{w_i < x_i\beta} (1 - \theta) |w_i - Q_W(\theta|X)|]$ dimana

$$Q_W(\theta|X) = x_i\beta$$

$\theta |w_i - Q_W(\theta|X)|$ untuk yang *underprediction* dan $(1 - \theta) |w_i - Q_W(\theta|X)|$ untuk yang *overprediction*. $Q_W(\theta|X) = \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta}X_1 + \dots + \beta_{k\theta}X_k$, yaitu kuantil bersyarat ke- θ dari w given x .

Regresi kuantil memiliki beberapa kelebihan. Pertama, regresi kuantil tidak perlu mengikuti distribusi peluang tertentu, misalnya distribusi normal atau Poisson. Oleh karena itu, regresi kuantil sangat sesuai untuk menganalisis data yang memiliki strong skewness. Kedua, regresi kuantil robust terhadap outlier. Dibandingkan dengan mean dan median, regresi kuantil kurang sensitif terhadap outlier. Ketiga, regresi kuantil mengestimasi parameter pada beberapa bagian yang berbeda dari distribusi variabel dependen dan menyediakan gambaran yang lengkap tentang efek dari variabel prediktor (Liu et. al., 2013).

3. Hasil dan Pembahasan

Karena persamaan yang digunakan merupakan fungsinya polinomial (kuadratik), maka persamaan ditransformasi menjadi:

$$\log w_i = \beta_0 + \beta_1 \text{sex}_i + \beta_2 (\text{age}_i - \overline{\text{age}_i}) + \beta_3 (\text{age}_i - \overline{\text{age}_i})^2 + \beta_4 \text{pt}_i + \beta_5 \text{school}_i + \beta_6 \text{school} \times \text{sex}_i + e$$

Transformasi dilakukan karena adanya multikolinearitas sempurna pada variabel usia. Persamaan yang diperoleh adalah:

$$\widehat{\log w}_i = 8,016 + 0,5461 \text{sex}_i + 0,01334 (\text{age}_i - 37,74) - 0,0004943 (\text{age}_i - 37,74)^2 + 0,5232 \text{pt}_i + 0,06044 \text{school}_i - 0,02087 \text{school} \times \text{sex}_i$$

*Adjusted R*² = 0,272, *n* = 31.600, semua estimasi parameter memiliki *p-value* < 0,01.

Setelah persamaan terbentuk, dilakukan uji asumsi OLS. Hasil *Breusch-Pagan test* memiliki *p-value* < 0,01. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa asumsi homoskedastisitas dari *error* tidak terpenuhi. Solusinya adalah menggunakan regresi kuantil.

Tabel 1. Rangkuman Hasil Regresi Kuantil dengan Variabel Dependen *log w*

Variabel	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
konstanta	5,9779	6,2747	6,4821	6,6943	6,9020	7,0521	7,2090	7,4078	7,6240
<i>Sex</i>	0,6525	0,6079	0,6460	0,6178	0,5880	0,5395	0,4856	0,4160	0,3812
<i>Age</i>	0,0554	0,0553	0,0524	0,0494	0,0470	0,0478	0,0479	0,0475	0,0479
<i>age</i> ²	-	-0,0006	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-	-
<i>Pt</i>	0,4222	0,5843	0,6506	0,6465	0,6161	0,5701	0,5052	0,4363	0,4163
<i>School</i>	0,0520	0,0528	0,0591	0,0612	0,0622	0,0627	0,0636	0,0630	0,0650
<i>school</i> × <i>sex</i>	-	-0,0167	-0,0250	-0,0259	-0,0262	-0,0256	-0,0231	-	-
	0,0166							0,0195	0,0175

Keterangan: semua memiliki *p-value* < 0,01.

Model *log-linear* umum digunakan dalam persamaan penghasilan, misalnya penelitian Martins dan Pereira (2004). Koefisien regresi dapat diinterpretasikan persentase perubahan penghasilan sebagai akibat peningkatan satu unit variabel independen. Tabel 1 merupakan hasil regresi kuantil. Hasil estimasi menunjukkan bahwa jenis kelamin berpengaruh signifikan terhadap perilaku penentuan penghasilan di pasar tenaga kerja. Misalnya pada kuantil ke-1, koefisien untuk laki-laki lebih tinggi 0,6525 daripada perempuan ($\lambda < 1$). Hubungan antara penghasilan dengan usia berupa kurva U terbalik, bisa dilihat dari koefisien *age* yang positif dan *age*² yang negatif. Tenaga kerja yang memiliki ijazah perguruan tinggi juga berdampak positif dan signifikan terhadap penghasilan, lebih tinggi 0,42217 daripada perempuan. Hasil estimasi mengindikasikan $\phi > 1$. *Returns to education* laki-laki (0,0520-0,0166) = 0,0354, sedangkan *returns to education* perempuan 0,052. Semua kuantil memberikan hasil yang hampir sama. Hasil ini konsisten dengan penelitian Pscharopoulos dalam

Miki dan Yuval (2011). Perempuan di Indonesia bisa menempuh pendidikan lebih tinggi untuk mengurangi kesenjangan upah gender di pasar tenaga kerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembuktian model teoritis dan model empiris dengan menggunakan regresi kuantil, dapat ditunjukkan bahwa pendidikan bisa mengurangi kesenjangan upah gender. Agar memberikan hasil yang efektif, maka pemerintah harus mengeluarkan kebijakan yang bisa meningkatkan *human capital*, misalnya memberikan kesempatan kepada perempuan untuk menempuh pendidikan yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] ILO. (2015). *Tren Ketenagakerjaan dan Sosial di Indonesia 2014-2015*. Jakarta: ILO.
- [2] Koenker, R., Bassett, G. (1978). *Regression Quantiles*, *Econometrica*, Vol. 46, No. 1, pp. 33-50.
- [3] Koenker, R., Hallock, K. F. (2001). *Quantile Regression*, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 4, pp. 143-156.
- [4] Liu, X., Saat, M.R., Qin, X., Barkan, C. P. L. (2013). *Analysis of U.S. Freight-Train Derailment Severity Using Zero-Truncated Negative Binomial Regression and Quantile Regression*, *Accident Analysis and Prevention* 59, pp. 87-93.
- [5] Martins, P. S., Pereira, P.T. (2004). *Does Education Reduce Wage Inequality? Quantile Regression Evidence from 16 Countries*. *Labour Economics*, Vol. 11, pp. 355-371.
- [6] Miki, M., Yuval, F. (2011). *Using Education to Reduce the Wage Gap Between Men and Women*. *The Journal of Socio-Economics* 40(2011), pp. 412-416.

KAJIAN PENDIDIKAN DALAM MENGURANGI KESENJANGAN UPAH GENDER DI INDONESIA

Ribut Nurul Tri Wahyuni¹

¹Jurusan Statistik Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: nrurult@stis.ac.id

Abstract. There has been a significant increase in the percentage of women participating in the work force in Indonesia. Nevertheless, at all times, the labor market has been segregated by sex to varying degrees. During 2006-2014, the percentage of permanent women employees receiving low wages was higher than men. Beside that, gender based wage gap also increased. This paper helps us to show that women with strong abilities can use extra education to reduce the gender based wage gap. Researcher used quantile regression because OLS's assumptions (in the form of polynomial regression model) were violated. Linear programming is used to estimate parameter coefficients in quantile regression. Quantile regression exhibits several advantages, such as it does not require the data to follow a specific probability distribution and it is more robust against outliers. The results show that gender plays a significant role in the behavior of wages in the labor market, having an academic degree has a positive impact on wages, and the returns to education for men is lower than women. The government can play a role in mitigating the gender based wage gap by conducting policies in order that women acquiring human capital in the form of extra education.

Keywords: *gender based wage gap, quantile regression, polynomial, education*

1. Pendahuluan

Selama periode 2006-2014, rasio kesempatan kerja perempuan terhadap penduduk usia kerja perempuan di Indonesia menunjukkan tren yang meningkat. Pada tahun 2006, rasionya sebesar 41,7 persen dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 47 persen (ILO, 2015). Ini mengindikasikan bahwa selama periode tersebut semakin banyak perempuan yang masuk ke pasar tenaga kerja. Meskipun demikian, kesenjangan upah gender selalu terjadi di pasar tenaga kerja (Rau dan Wazienski dalam Miki dan Yuval, 2011), tidak terkecuali di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), persentase tenaga kerja perempuan yang berpenghasilan rendah, selalu lebih tinggi dibanding tenaga kerja laki-laki. Pada tahun 2011, 34,85 persen tenaga kerja perempuan berpenghasilan rendah dan pada tahun 2014 turun menjadi 32,35 persen. Sedangkan pada tenaga kerja laki-laki, persentasenya selama periode yang sama hanya sebesar 27,32 persen (2011) dan 30,39 persen (2014). Jika dilihat berdasarkan data kesenjangan upah gender, selama periode 2012-2014 kesenjangan upah gender mengalami peningkatan, yaitu 0,209 pada tahun 2012 dan meningkat menjadi 0,223 pada tahun 2014¹.

¹ http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@asia/@ro-bangkok/@ilo-jakarta/documents/presentation/wcms_346599.pdf

Perempuan akan lebih mudah masuk ke lapangan pekerjaan yang mayoritas membutuhkan tenaga kerja perempuan dengan penghasilan rendah. Sebaliknya perempuan akan lebih sulit masuk ke lapangan pekerjaan yang mayoritas membutuhkan tenaga kerja laki-laki. Penghasilan yang akan didapat akan lebih besar dibandingkan pekerjaan yang didominasi perempuan, tetapi penghasilannya lebih rendah dibanding laki-laki dengan pekerjaan yang sama (Valian dalam Miki dan Yuval, 2011). Inilah yang mengakibatkan terjadinya kesenjangan upah gender. Penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa pendidikan bisa mengurangi ketimpangan upah gender. Perempuan dengan pendidikan yang lebih tinggi bisa lebih bersaing di pasar tenaga kerja dibanding perempuan berpendidikan rendah untuk lapangan pekerjaan yang sama dengan laki-laki (Miki dan Yuval, 2011). Penelitian ini berusaha membuktikan bahwa pendidikan juga bisa mengurangi ketimpangan upah gender di Indonesia.

2. Metode

Model Pasar Tenaga Kerja

Model yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan oleh Miki dan Luski dan Miki dalam Miki dan Yuval (2011). Perekonomian diasumsikan ada dua kelompok, yaitu laki-laki dan perempuan. Setiap orang memiliki kemampuan yang berbeda serta kemampuan laki-laki dan perempuan memiliki distribusi yang identik. Setiap orang memiliki dua pilihan, yaitu bekerja atau tidak bekerja. Peluang seseorang untuk bekerja dilambangkan L , sehingga peluang seseorang untuk tidak bekerja adalah $(1-L)$. Jika seseorang memutuskan untuk bekerja, maka outputnya berupa penghasilan sebesar w_i . w_i ditentukan oleh level profesional (e_i) dan level tidak profesional (a). e_i dipengaruhi oleh investasi di pendidikan dengan fungsi $0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i}$ dimana μ_i adalah kemampuan seseorang untuk menerima materi yang diajarkan. Semakin tinggi investasi di pendidikan, maka semakin tinggi pula level profesional (e_i) yang didapat.

Keputusan Seseorang untuk Bekerja

Setiap orang berusaha untuk memaksimalkan utilitas dengan fungsi utilitas sebagai berikut:

$$\max_{e_i, L} U = L \left(w_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B$$

$$\max_{e_i, L} U = L \left(a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B \quad (1)$$

Pada saat utilitas maksimum, maka:

$$\frac{\partial U}{\partial e_i} = 0$$

$$1 - \frac{e_i}{\mu_i} = 0$$

$$1 = \frac{e_i}{\mu_i}$$

$$e_i = \mu_i \quad (2)$$

Persamaan 2 masukkan ke persamaan 1:

$$\max_{e_i, L} U = L \left(a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i} \right) + (1-L)B$$

$$\max_{e_i, L} U = L(a + 0.5\mu_i^2) + (1-L)B$$

Ketika seseorang memutuskan untuk bekerja, maka $L = 1$, sehingga utilitas maksimum yang didapat adalah:

$$U^* = 1 \cdot \left(a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1 - 1)B$$

$$U^* = a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i}$$

$$U^* = a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i}$$

$$U^* = a + 0.5\mu_i$$

Sebaliknya ketika seseorang memutuskan untuk tidak bekerja, maka $L = 0$, sehingga utilitas maksimum yang didapat adalah B .

Utilitas maksimum juga harus memenuhi persamaan:

$$\frac{\partial U}{\partial L} = 0$$

$$a + e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

Jika $e_i = \mu_i$, maka :

$$a + \mu_i - 0.5 \frac{\mu_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

$$a + 0.5\mu_i = B$$

$$\mu_i = 2(B - a)$$

Oleh karena itu, seseorang akan bekerja jika kemampuannya memenuhi $\mu_i \geq \max\{2(B - a), 0\}$

Seseorang dengan kemampuan $\mu_i < \max\{2(B - a), 0\}$ tidak akan bekerja dan memilih level profesional terendah ($e_i = 0$). Jika $B < a$, maka seseorang akan memilih untuk bekerja.

Kesenjangan Upah Gender

Seperti pembahasan sebelumnya, w_i ditentukan oleh level profesional (e_i) dan level tidak profesional (a). Karena adanya diskriminasi gender, maka $a_{\text{laki-laki}} > a_{\text{perempuan}}$. Dengan mengasumsikan bahwa *returns to education* perempuan lebih tinggi dari laki-laki, maka $e_{\text{laki-laki}} < e_{\text{perempuan}}$. Persamaan penghasilan perempuan bisa ditulis sebagai berikut:

$$w_i = \lambda_i a + \varphi e_i$$

dimana untuk perempuan $0 < \lambda < 1$ dan $\varphi > 1$, sedangkan untuk laki-laki $\lambda = 1$ dan $\varphi = 1$.

Utilitas maksimum yang didapat adalah:

$$\max_{e_i, L} U = L \left(w_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1 - L)B$$

$$\max_{e_i, L} U = L \left(\lambda_i a + \varphi e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} \right) + (1 - L)B \quad (3)$$

Pada saat utilitas maksimum:

$$\frac{\partial U}{\partial e_i} = 0$$

$$\varphi - \frac{e_i}{\mu_i} = 0$$

$$\varphi = \frac{e_i}{\mu_i}$$

$$e_i = \varphi \mu_i \tag{4}$$

Utilitas maksimum juga harus memenuhi persamaan:

$$\frac{\partial U}{\partial L} = 0$$

$$\lambda_i a + \varphi e_i - 0.5 \frac{e_i^2}{\mu_i} - B = 0$$

Jika $e_i = \varphi \mu_i$, maka :

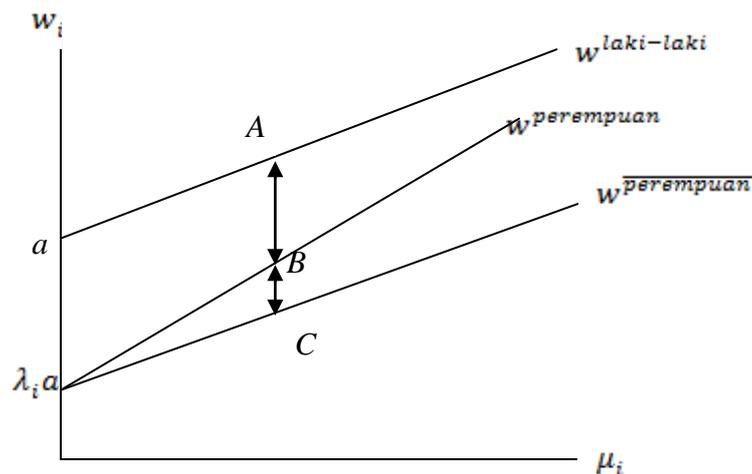
$$\lambda_i a + \varphi \varphi \mu_i - 0.5 \frac{(\varphi \mu_i)^2}{\mu_i} - B = 0$$

$$\lambda_i a + 0.5 \varphi^2 \mu_i = B$$

$$\mu_i = \frac{2(B - \lambda_i a)}{\varphi^2}$$

Perempuan dengan $\mu_i > \frac{2(B - \lambda_i a)}{\varphi^2}$ akan memilih untuk bekerja.

Untuk pendidikan yang sama, diasumsikan penghasilan laki-laki ($w^{\text{laki-laki}}$) lebih besar dari perempuan ($w^{\text{perempuan}}$) atau $(a + \mu_i) > (\lambda_i a + \varphi e_i)$. Dapat ditulis juga $(a + \mu_i) > (\lambda_i a + \varphi^2 \mu_i)$ karena $e_i = \varphi \mu_i$. Agar penghasilan perempuan bisa meningkat, maka perempuan harus menempuh pendidikan yang lebih tinggi. Akibatnya, kesenjangan penghasilan antara laki-laki dan perempuan akan semakin berkurang seiring dengan meningkatnya pendidikan perempuan. Ini bisa dilihat pada Gambar 1. Penghasilan perempuan yang diharapkan untuk setiap μ_i adalah $w^{\overline{\text{perempuan}}} = \lambda_i a + \varphi e_i = \lambda_i a + \varphi \mu_i$. Kesenjangan upah gender adalah AC. Dengan pendidikan yang lebih tinggi, kesenjangan upah gender akan berkurang sebesar BC, sehingga menjadi sebesar AB.



Gambar 1. Kesenjangan Upah Gender

Regresi Kuantil

Untuk membuktikan model di atas, peneliti menggunakan regresi kuantil. Data yang digunakan adalah data Survei Angkatan Kerja Nasional (Sakernas) tahun 2013 yang didapat dari BPS. Penelitian ini menggunakan persamaan Miki dan Yuval (2011), yaitu:

$$\log w_i = \beta_0 + \beta_1 \text{sex}_i + \beta_2 \text{age}_i + \beta_3 \text{age}_i^2 + \beta_4 \text{pt}_i + \beta_5 \text{school}_i + \beta_6 \text{school} \times \text{sex}_i + e$$

$i = 1, 2, \dots, n$ (n merupakan jumlah observasi pada tahun 2013), $\theta = 0,1; 0,2; \dots; 0,9$ menggambarkan kuantil, w menunjukkan penghasilan tenaga kerja per jam (rupiah), sex adalah jenis kelamin (laki-laki = 1, perempuan = 0), age adalah usia tenaga kerja (tahun), pt adalah pendidikan di perguruan tinggi (lulusan perguruan tinggi = 1, bukan lulusan perguruan tinggi = 0), sedangkan $school$ berkaitan dengan pendidikan/lama sekolah (tahun). Penghasilan tenaga kerja per jam merupakan rasio antara total upah/gaji/pendapatan bersih yang diterima tenaga kerja selama sebulan yang lalu dari pekerjaan utama baik berupa uang maupun barang dengan total jam kerja. Hubungan antara penghasilan dengan usia berupa kurva U terbalik sehingga fungsinya polinomial atau kuadrat (Miki dan Yuval, 2011). $\beta_{5\theta} + \beta_{6\theta}$ merupakan *returns to education*, yaitu pengaruh pendidikan (lama sekolah) terhadap *conditional quantile* dari $\log w$. *Returns to education* menggambarkan *pay-off* dari pendidikan (Martins dan Pereira, 2004). Agar lebih informatif, estimasi dengan menggunakan regresi kuantil dibatasi menjadi 9 persamaan kuantil: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; dan 0,9. Observasi dalam penelitian ini hanya mencakup tenaga kerja dengan jam kerja minimal 35 jam per minggu (Martins dan Pereira, 2004).

Regresi kuantil biasanya terkait dengan mengurutkan observasi sampel dan bisa diselesaikan dengan menggunakan masalah optimisasi. Pada metode *Ordinary Least Square* (OLS), digunakan rata-rata sampel (*mean*, μ) sebagai solusi dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual. Jika diketahui random sampel $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, maka solusinya adalah:

$$\min \sum_{i=1}^n (w_i - \mu)^2 = \min \sum_{i=1}^n (w_i - x_i\beta)^2 = \min \sum_{i=1}^n e^2$$

Sedangkan pada regresi median, digunakan median (γ) sebagai solusi dengan meminimumkan jumlah absolut residual:

$$\min \sum_{i=1}^n |w_i - \gamma| = \min \sum_{i=1}^n |w_i - x_i\beta| = \min \sum_{i=1}^n |e|$$

Karena simetris, maka jumlah absolut residual harus sama antara jumlah residual positif dan negatif, sehingga menjamin jumlah observasi di bawah dan di atas median sama. Nilai absolut yang simetris hanya terletak di median. Oleh karena itu, pada kuantil lainnya (selain median) kemungkinan dengan meminimumkan jumlah asimetris tertimbang dari absolut residual, yaitu memberikan bobot yang berbeda untuk residual positif dan negatif yang nantinya akan menghasilkan kuantil (Koenker dan Hallock, 2001). Jika θ diambil dari *cumulative distribution function* (CDF) random variabel W yang bernilai antara 0 dan 1. Sedangkan kuantil θ dari distribusi random variabel W dilambangkan $Q(\theta)$ dimana:

$$\theta = F(Q(\theta)) = \int_{-\infty}^{Q(\theta)} f(w) dw$$

$$Q(\theta) = F^{-1}(\theta) = \inf\{w: F(w) \geq \theta\}, 0 \leq \theta \leq 1$$

$F^{-1}(\theta)$ adalah fungsi invers dari CDF, \inf adalah y terkecil yang memenuhi $F(w) \geq \theta$.

Untuk mengestimasi parameter dari regresi kuantil, maka digunakan metode pemrograman linier yang dirumuskan oleh Koenker dan Bassett (1978). Solusinya adalah:

$$\min \sum_{i=1}^n \rho_{\theta}(w_i - Q_W(\theta|X))$$

$\rho_{\theta} = \theta$ jika $e \geq 0$ atau $w_i \geq Q_W(\theta|X)$ dan $\rho_{\theta} = 1 - \theta$ jika $e < 0$ atau $w_i < Q_W(\theta|X)$.

atau

$\min[\sum_{w_i \geq x_i} \theta |w_i - Q_W(\theta|X)| + \sum_{w_i < x_i} (1 - \theta) |w_i - Q_W(\theta|X)|]$ dimana

$$Q_W(\theta|X) = x_i \beta$$

$\theta |w_i - Q_W(\theta|X)|$ untuk yang *underprediction* dan $(1 - \theta) |w_i - Q_W(\theta|X)|$ untuk yang *overprediction*. $Q_W(\theta|X) = \beta_{0\theta} + \beta_{1\theta}X_1 + \dots + \beta_{k\theta}X_k$, yaitu kuantil bersyarat ke- θ dari w given x .

Regresi kuantil memiliki beberapa kelebihan. Pertama, regresi kuantil tidak perlu mengikuti distribusi peluang tertentu, misalnya distribusi normal atau Poisson. Oleh karena itu, regresi kuantil sangat sesuai untuk menganalisis data yang memiliki strong skewness. Kedua, regresi kuantil robust terhadap outlier. Dibandingkan dengan mean dan median, regresi kuantil kurang sensitif terhadap outlier. Ketiga, regresi kuantil mengestimasi parameter pada beberapa bagian yang berbeda dari distribusi variabel dependen dan menyediakan gambaran yang lengkap tentang efek dari variabel prediktor (Liu et. al., 2013).

3. Hasil dan Pembahasan

Karena persamaan yang digunakan merupakan fungsinya polinomial (kuadratik), maka persamaan ditransformasi menjadi:

$$\log w_i = \beta_0 + \beta_1 sex_i + \beta_2 (age_i - \overline{age_i}) + \beta_3 (age_i - \overline{age_i})^2 + \beta_4 pt_i + \beta_5 school_i + \beta_6 school x sex_i + e$$

Transformasi dilakukan karena adanya multikolinearitas sempurna pada variabel usia. Persamaan yang diperoleh adalah:

$$\log \widehat{w}_i = 8,016 + 0,5461 sex_i + 0,01334 (age_i - 37,74) - 0,0004943 (age_i - 37,74)^2 + 0,5232 pt_i + 0,06044 school_i - 0,02087 school x sex_i$$

*Adjusted R*² = 0,272, $n = 31.600$, semua estimasi parameter memiliki *p-value* < 0,01.

Setelah persamaan terbentuk, dilakukan uji asumsi OLS. Hasil *Breusch-Pagan test* memiliki *p-value* < 0,01. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa asumsi homoskedastisitas dari *error* tidak terpenuhi. Solusinya adalah menggunakan regresi kuantil.

Tabel 1. Rangkuman Hasil Regresi Kuantil dengan Variabel Dependen *log w*

Variabel	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
konstanta	5,9779	6,2747	6,4821	6,6943	6,9020	7,0521	7,2090	7,4078	7,6240
<i>sex</i>	0,6525	0,6079	0,6460	0,6178	0,5880	0,5395	0,4856	0,4160	0,3812
<i>age</i>	0,0554	0,0553	0,0524	0,0494	0,0470	0,0478	0,0479	0,0475	0,0479
<i>age</i> ²	-0,0006	-0,0006	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0004	-0,0004
<i>pt</i>	0,4222	0,5843	0,6506	0,6465	0,6161	0,5701	0,5052	0,4363	0,4163
<i>school</i>	0,0520	0,0528	0,0591	0,0612	0,0622	0,0627	0,0636	0,0630	0,0650
<i>school x sex</i>	-0,0166	-0,0167	-0,0250	-0,0259	-0,0262	-0,0256	-0,0231	-0,0195	-0,0175

Keterangan: semua memiliki *p-value* < 0,01.

Model *log-linear* umum digunakan dalam persamaan penghasilan, misalnya penelitian Martins dan Pereira (2004). Koefisien regresi dapat diinterpretasikan persentase perubahan penghasilan sebagai akibat peningkatan satu unit variabel independen. Tabel 1 merupakan hasil regresi kuantil. Hasil estimasi menunjukkan bahwa jenis kelamin berpengaruh signifikan terhadap perilaku penentuan penghasilan di pasar tenaga kerja. Misalnya pada kuantil ke-1, koefisien untuk laki-laki lebih tinggi 0,6525 daripada perempuan ($\lambda < 1$). Hubungan antara penghasilan dengan usia berupa kurva U terbalik, bisa dilihat dari koefisien *age* yang positif dan *age*² yang

negatif. Tenaga kerja yang memiliki ijazah perguruan tinggi juga berdampak positif dan signifikan terhadap penghasilan, lebih tinggi 0,42217 daripada perempuan. Hasil estimasi mengindikasikan $\phi > 1$. *Returns to education* laki-laki (0,0520-0,0166) = 0,0354, sedangkan *returns to education* perempuan 0,052. Semua kuantil memberikan hasil yang hampir sama. Hasil ini konsisten dengan penelitian Pscharopoulos dalam Miki dan Yuval (2011). Perempuan di Indonesia bisa menempuh pendidikan lebih tinggi untuk mengurangi kesenjangan upah gender di pasar tenaga kerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembuktian model teoritis dan model empiris dengan menggunakan regresi kuantil, dapat ditunjukkan bahwa pendidikan bisa mengurangi kesenjangan upah gender. Agar memberikan hasil yang efektif, maka pemerintah harus mengeluarkan kebijakan yang bisa meningkatkan *human capital*, misalnya memberikan kesempatan kepada perempuan untuk menempuh pendidikan yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- ILO. 2015. *Tren Ketenagakerjaan dan Sosial di Indonesia 2014-2015*. Jakarta: ILO.
- Koenker, R., Bassett, G. 1978. Regression Quantiles, *Econometrica*, Vol. 46, No. 1, pp. 33-50.
- Koenker, R., Hallock, K. F. 2001. Quantile Regression, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 4, pp. 143-156.
- Liu, X., Saat, M.R., Qin, X., Barkan, C. P. L. 2013. Analysis of U.S. Freight-Train Derailment Severity Using Zero-Truncated Negative Binomial Regression and Quantile Regression, *Accident Analysis and Prevention* 59, pp. 87-93.
- Martins, P. S., Pereira, P.T. 2004. Does Education Reduce Wage Inequality? Quantile Regression Evidence from 16 Countries. *Labour Economics*, Vol. 11, pp. 355-371.
- Miki, M., Yuval, F. 2011. Using Education to Reduce the Wage Gap Between Men and Women. *The Journal of Socio-Economics*, Vol. 40, pp. 412-416.

DAMPAK PENGALIHAN SUBSIDI BBM KE PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR TERHADAP PEREKONOMIAN INDONESIA: ANALISIS INPUT-OUTPUT

Ribut Nurul Tri Wahyuni

Jurusan Statistik Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: rnurult@stis.ac.id

Abstract. The infrastructure project is a priority for Indonesian government now. It is expected to accelerate economic development and support the efforts to improve the population welfare, especially to reduce income inequality. In 2015, government expenditure for infrastructure project reached 290,3 trillion rupiah. It increased by 51,75 percent from 2014. For reducing budget deficit, government reduced fuel subsidy. The main objective of the study is to analyze multiplier effect of this substitution policy. The data used for this study is 2010 Indonesian Input-Output Table that released by Statistics Indonesia in December 2015. By using demand driven model and supply driven model, the result of the study shows that reducing the subsidy by 1 rupiah for fuel can reduce total output by 1,7451 rupiah. Infrastructure projects in electricity and gas sector and construction sector have the biggest multiplier effect to output (2,5973). Therefore, substitution policy from reducing fuel subsidy to infrastructure project in electricity and gas sector and construction sector is the best solution.

Keywords: *infrastructure, input output, multiplier effect, fuel subsidy*

1. Pendahuluan

Saat ini, salah satu prioritas pemerintahan Presiden Joko Widodo adalah proyek pembangunan infrastruktur di Indonesia, terutama di luar Jawa. Proyek tersebut diharapkan bisa mempercepat pembangunan ekonomi Indonesia yang pada akhirnya bisa meningkatkan kesejahteraan penduduk dan mengurangi ketimpangan pendapatan. Selama tahun 2015, dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Perubahan (APBNP) pemerintah Indonesia menganggarkan untuk pembangunan infrastruktur adalah sebesar 290,3 triliun rupiah atau naik 51,75 persen dibanding tahun sebelumnya [5]. Kemudian pada tahun 2016, dalam Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN) pemerintah menganggarkan 313,5 triliun rupiah untuk pembangunan infrastruktur, meliputi: pembangunan jalan, jembatan, pelabuhan, dan bandara, termasuk bandara perintis agar konektivitas dan pemerataan antarwilayah menjadi lebih baik [6]. Agar pengeluaran tidak terlalu besar, maka pemerintah mengurangi pengeluaran non produktif, berupa pengurangan subsidi bahan bakar minyak (BBM) [7]. Pada tahun 2016, direncanakan subsidi energi sebesar Rp 121,0 triliun.

Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa pembangunan infrastruktur berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi. Investasi pemerintah bisa berdampak positif terhadap pertumbuhan output (Aschauer and Barra dalam Devarajan et. al., 1996). Aschauer dalam Devarajan et. al. (1996) menemukan bahwa infrastruktur utama, seperti jalan, bandara dan investasi pemerintah lainnya bisa meningkatkan produktivitas sektor swasta di Amerika Serikat selama periode 1949-1985. Selain itu, Easterly and Rebelo dalam Devarajan et. al. (1996) juga menemukan bahwa investasi pemerintah dalam sektor transportasi dan komunikasi di negara

berkembang akan mendorong pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi. Namun demikian, penurunan subsidi BBM akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi (Susilo, 2013). Oleh karena itu, pengalihan subsidi BBM ke pembangunan infrastruktur sangat dilematis karena ada kemungkinan dampak totalnya mengurangi output perekonomian di Indonesia. Untuk mengetahui dampak pengalihan subsidi BBM ke pembangunan infratraktur terhadap perekonomian Indonesia, maka digunakan analisis Input-Output (I-O).

2. Metode

Pengertian dan Konsep Konsep Dasar Tabel Input-Output

Tabel I-O menyajikan informasi tentang transaksi barang dan jasa yang terjadi antar sektor ekonomi dalam bentuk matriks. Untuk lebih memahami tentang tabel I-O, pada Gambar 1 disajikan kerangka dasar tabel I-O Indonesia tahun 2010. Secara umum, matriks dalam tabel I-O dapat dikelompokkan menjadi tiga kuadran (sub matriks), yaitu kuadran I, II dan III. Isi masing-masing kuadran tersebut secara ringkas adalah sebagai berikut:

- Kuadran I, terdiri dari transaksi antara (transaksi barang dan jasa yang digunakan dalam proses produksi). Isian sepanjang baris menunjukkan permintaan antara, sedangkan isian sepanjang kolom menunjukkan input antara. Transaksi antara dilambangkan z_{ij} .
- Kuadran II, terdiri dari transaksi permintaan akhir (F_i) dan komponen penyediaan pada masing-masing sektor produksi.
- Kuadran III, terdiri dari input primer (W_i).

	Permintaan Antara			Permintaan Akhir	Penyediaan	Total Output
	Sektor 1	.....	Sektor n			
Sektor 1	z_{11}	.....	z_{1n}	F_1		X_1
.....
Sektor n	z_{n1}	.....	z_{nn}	F_n		X_n
Input Primer	W_1	.....	W_n			
Total Input	X_1	.....	X_n			

Gambar 1. Kerangka Kerja Tabel I-O

Sesuai dengan asumsi dasar yang digunakan dalam proses penyusunannya, model I-O bersifat statis dan terbuka. Asumsi dasar dalam penyusunan tabel I-O adalah:

- Keseragaman (*homogeneity*), yaitu asumsi bahwa setiap sektor ekonomi hanya memproduksi satu jenis barang dan jasa dengan susunan input tunggal (seragam) dan tidak ada substitusi otomatis terhadap input dari output sektor yang berbeda.
- Kesebandingan (*proportionality*), yaitu asumsi bahwa hubungan antara input dan output pada setiap sektor produksi merupakan fungsi linier, artinya kenaikan dan penurunan output suatu sektor akan sebanding dengan kenaikan dan penurunan input yang digunakan oleh sektor tersebut.
- Penjumlahan (*additivity*), yaitu asumsi bahwa total efek dari kegiatan produksi di berbagai sektor merupakan penjumlahan dari efek pada masing-masing kegiatan.

Berdasarkan asumsi tersebut, maka tabel I-O sebagai model kuantitatif memiliki keterbatasan, yaitu koefisien input atau koefisien teknis (a_{ij}) diasumsikan tetap (konstan) selama periode analisis atau proyeksi. Karena koefisien teknis dianggap konstan, maka teknologi yang digunakan oleh sektor-sektor ekonomi dalam proses

produksi pun dianggap konstan. Akibatnya perubahan kuantitas dan harga input akan selalu sebanding dengan perubahan kuantitas dan harga output (BPS, 2015).

Angka Pengganda Output

Dalam bentuk persamaan, tabel I-O disajikan sebagai berikut:

permintaan antara + permintaan akhir = total output

Jika ada n sektor, maka:

$$\begin{aligned} z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1n} + F_1 &= X_1 \\ z_{21} + z_{22} + \dots + z_{2n} + F_2 &= X_2 \\ &\dots\dots\dots \\ z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nn} + F_n &= X_n \end{aligned}$$

Jika $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j}$, maka $z_{ij} = a_{ij}X_j$. Persamaan di atas bisa dirumuskan kembali menjadi:

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + F_1 &= X_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + F_2 &= X_2 \\ &\dots\dots\dots \\ a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nn}X_n + F_n &= X_n \end{aligned}$$

Dalam bentuk matriks dapat ditulis:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} F_1 \\ \dots \\ F_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix}$$

atau

$$\begin{aligned} AX + F &= X \\ X - AX &= F \\ (I - A)X &= F \\ X &= (I - A)^{-1}F \end{aligned}$$

dimana I = matriks identitas, A = matriks koefisien teknis, F = permintaan akhir, $(I - A)^{-1}$ = matriks kebalikan Leontief (matriks kebalikan input).

Dengan menggunakan persamaan $X = (I - A)^{-1}F$, dapat dihitung dampak perubahan permintaan akhir terhadap perubahan output perekonomian di Indonesia. Permintaan akhir bisa dalam bentuk perubahan konsumsi rumah tangga, investasi (misalnya pembangunan infrastruktur), pengeluaran pemerintah atau ekspor. Karena permintaan akhir adalah faktor eksogen yang memengaruhi perekonomian, maka model yang digunakan disebut model yang dikendalikan oleh sisi permintaan (*demand driven model*). Misalkan elemen matriks kebalikan Leontief dinyatakan sebagai:

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

maka $\sum_{i=1}^n b_{ij}$ menunjukkan total perubahan output perekonomian sebagai akibat perubahan satu satuan uang permintaan akhir sektor i . Angka total ini biasanya disebut angka pengganda output (*output multiplier*).

Pendekatan lain yang bisa digunakan adalah model yang dikendalikan oleh sisi penawaran (*supply driven model*). Pada pendekatan ini, faktor yang eksogen adalah input primer. Perubahan input primer bisa mengakibatkan perubahan output perekonomian. Perubahan input primer bisa dalam bentuk perubahan gaji, pajak atau subsidi. Model analisis I-O seperti ini sering pula disebut analisis Ghoshian Input-Output (Nazara, 2005). Dengan logika yang sama, karena $X_j = X_i$ maka persamaan $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j}$ dapat ditransformasi menjadi $\bar{a}_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_i}$, sehingga:

input antara + input primer = total input

$$z_{11} + z_{21} + \dots + z_{n1} + W_1 = X_1$$

$$z_{12} + z_{22} + \dots + z_{n2} + W_2 = X_2$$

.....

$$z_{1n} + z_{2n} + \dots + z_{nn} + W_n = X_n$$

atau

$$\vec{a}_{11}X_1 + \vec{a}_{21}X_2 + \dots + \vec{a}_{n1}X_n + W_1 = X_1$$

$$\vec{a}_{12}X_1 + \vec{a}_{22}X_2 + \dots + \vec{a}_{n2}X_n + W_2 = X_2$$

.....

$$\vec{a}_{1n}X_1 + \vec{a}_{2n}X_2 + \dots + \vec{a}_{nn}X_n + W_n = X_n$$

Dalam bentuk matriks dapat ditulis:

$$\begin{bmatrix} \vec{a}_{11} & \dots & \vec{a}_{n1} \\ \dots & \dots & \dots \\ \vec{a}_{1n} & \dots & \vec{a}_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} W_1 \\ \dots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix}$$

atau

$$\vec{A}X + W = X$$

$$X - \vec{A}X = W$$

$$(I - \vec{A})X = W$$

$$X = (I - \vec{A})^{-1}W$$

Matriks $(I - \vec{A})^{-1}$ analog dengan matriks kebalikan Leontief. Matriks $(I - \vec{A})^{-1}$ dikenal dengan nama *Ghoshian inverse* (matriks kebalikan output). Misalkan elemen matriks *Ghoshian inverse* dinyatakan sebagai:

$$(I - \vec{A})^{-1} = \begin{bmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

maka $\sum_{j=1}^n c_{ij}$ menunjukkan total perubahan output perekonomian sebagai akibat perubahan satu satuan input primer sektor i . Angka total ini biasanya disebut angka pengganda input (*input multiplier*).

Keterkaitan Antar Sektor dan Sektor Kunci

Keterkaitan antar sektor bisa dilihat dari daya kepekaan (*backward linkage* atau α_j) dan daya penyebaran (*forward linkage* atau β_i). Daya kepekaan bisa didapat dari $\sum_{i=1}^n b_{ij}$ dan daya penyebaran bisa didapat dari $\sum_{j=1}^n b_{ij}$. Sedangkan indeks daya kepekaan (IBL_j) dan indeks daya penyebaran (IFL_i) bisa dirumuskan sebagai berikut:

$$IBL_j = \frac{n\alpha_j}{\sum_{j=1}^n \alpha_j} \quad \text{dan} \quad IFL_i = \frac{n\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i}$$

Sektor dengan $IBL_j > 1$ dan $IFL_i > 1$ merupakan sektor kunci (*key sector*) yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia (BPS, 2008).

Sumber Data

Penelitian ini menggunakan tabel I-O tahun 2010 yang di-publish oleh BPS pada Desember 2015 dengan menggunakan *System of National Accounts* (SNA) tahun 2008. Tabel I-O yang digunakan diklasifikasikan menjadi 17 sektor. Untuk melihat pengaruh perubahan subsidi terhadap output perekonomian, digunakan *supply driven model*. Sedangkan untuk melihat pengaruh perubahan infrastruktur terhadap output perekonomian, digunakan *demand driven model*. Jika *input multiplier* lebih kecil dari

output multiplier, maka pengalihan subsidi BBM ke pembangunan infrastruktur berdampak positif terhadap perekonomian Indonesia.

3. Hasil dan Pembahasan

Angka Pengganda Output

Angka pengganda output digunakan untuk melihat pengaruh perubahan investasi sebesar satu satuan uang terhadap perubahan output di Indonesia. Berdasarkan perhitungan, dapat dilihat bahwa sektor yang berdampak paling besar terhadap output perekonomian adalah pengadaan listrik dan gas, yaitu sebesar 2,5973. Artinya, jika investasi infrastruktur di sektor pengadaan listrik dan gas meningkat sebesar satu rupiah, maka output perekonomian di Indonesia akan meningkat sebesar 2,5973 rupiah. Jadi, peningkatan investasi di sektor pengadaan listrik dan gas adalah solusi terbaik. Angka pengganda output terbesar kedua dan ketiga adalah sektor konstruksi (1,9363) dan sektor penyediaan akomodasi dan makan minum (1,8430).

Tabel 1. Angka Pengganda Output dan Angka Pengganda Input

	Sektor	Angka Pengganda Output	Angka Pengganda Input
1	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1,2760	2,0640
2	Pertambangan dan Penggalian	1,3466	2,0428
3	Industri Pengolahan	1,8129	1,7451
4	Pengadaan Listrik dan Gas	2,5973	2,6659
5	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	1,2892	2,0692
6	Konstruksi	1,9363	1,1480
7	Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	1,5113	1,6513
8	Transportasi dan Pergudangan	1,6981	1,7805
9	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1,8430	1,2827
10	Informasi dan Komunikasi	1,5479	1,9355
11	Jasa Keuangan dan Asuransi	1,3963	2,1117
12	Real Estate	1,2908	1,1953
13	Jasa Perusahaan	1,5876	2,2099
14	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	1,5967	1,1438
15	Jasa Pendidikan	1,5252	1,0631
16	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	1,8373	1,1848
17	Jasa lainnya	1,7976	1,5063

Selain itu, hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa angka pengganda input sektor industri pengolahan adalah 1,7451. Artinya, jika subsidi BBM diturunkan sebesar satu rupiah, maka output perekonomian akan turun sebesar 1,7451 rupiah. Sedangkan angka pengganda input sektor listrik dan gas adalah 2,6659. Artinya, jika subsidi listrik atau gas diturunkan sebesar satu rupiah, maka output perekonomian akan turun sebesar 2,6659 rupiah. Dengan kata lain, dampak penurunan subsidi listrik atau gas akan lebih besar dibanding dampak penurunan subsidi BBM. Jadi penurunan subsidi BBM adalah solusi terbaik.

Pemilihan kebijakan pengalihan subsidi BBM ke peningkatan investasi infrastruktur bisa dilihat dari selisih angka pengganda output dengan angka pengganda input. Dalam hal ini, kebijakan yang dipilih adalah investasi di sektor yang memiliki selisih terbesar. Pada Tabel 2 bisa dilihat bahwa sektor pengadaan listrik dan gas serta sektor konstruksi memiliki selisih terbesar (0,8522 dan 0,1913). Jadi dapat disimpulkan bahwa penurunan subsidi BBM tetap akan berdampak positif terhadap perekonomian Indonesia jika pemerintah meningkatkan investasi di sektor pengadaan listrik dan gas serta sektor konstruksi, yaitu dalam bentuk pembangunan infrastruktur.

Tabel 2. Selisih Angka Pengganda Output dengan Angka Pengganda Input Sektor Industri Pengolahan

Sektor	Selisih
Pengadaan Listrik dan Gas	0.8522
Konstruksi	0.1913
Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	0.0979
Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	0.0922
Industri Pengolahan	0.0679
Jasa lainnya	0.0526
Transportasi dan Pergudangan	-0.0470
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	-0.1484
Jasa Perusahaan	-0.1574
Informasi dan Komunikasi	-0.1972
Jasa Pendidikan	-0.2199
Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	-0.2338
Jasa Keuangan dan Asuransi	-0.3487
Pertambangan dan Penggalian	-0.3985
Real Estate	-0.4543
Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	-0.4558
Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	-0.4691

Keterkaitan Antar Sektor dan Sektor Kunci

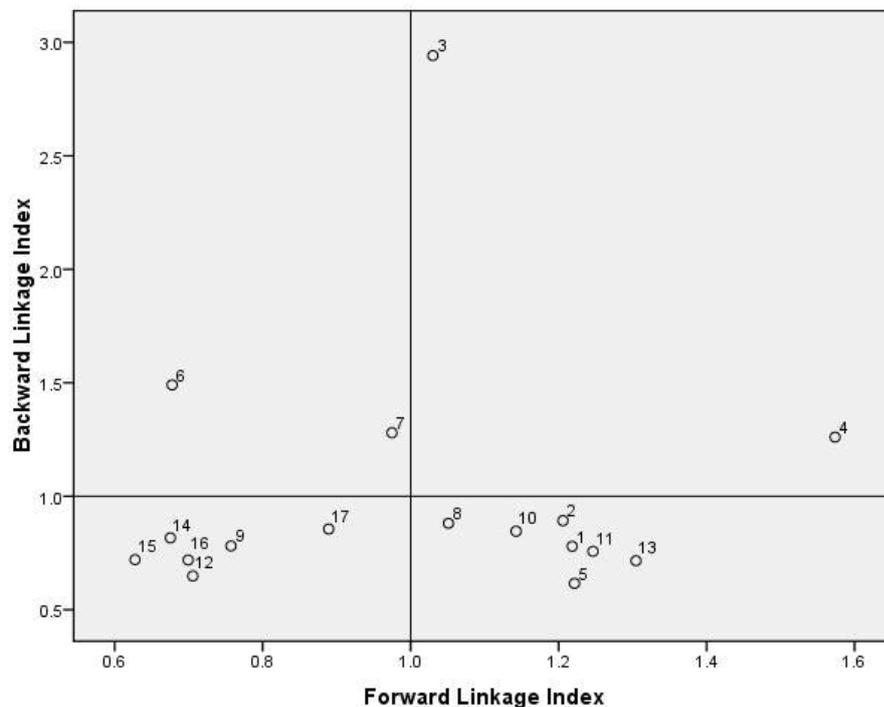
Sektor industri pengolahan memiliki daya penyebaran tertinggi, yaitu sebesar 4,5354. Kenaikan permintaan akhir di setiap sektor perekonomian masing-masing sebesar satu rupiah, dapat mengakibatkan peningkatan output sektor industri pengolahan secara langsung dan tidak langsung sebesar 4,5354 rupiah. Artinya, kemampuan sektor industri pengolahan untuk mendorong pertumbuhan output seluruh sektor yang memakai input dari sektor tersebut adalah paling tinggi dibanding sektor lainnya. Jika dilihat dari daya kepekaan, sektor pengadaan listrik dan gas memiliki daya kepekaan tertinggi, yaitu sebesar 2,5973. Jika permintaan akhir terhadap output sektor tersebut naik sebesar satu rupiah, maka secara langsung dan tidak langsung akan membutuhkan input dari seluruh sektor sebesar 2,5973 rupiah.

Langkah selanjutnya adalah menentukan sektor kunci. Dengan menggunakan *scatter plot* indeks daya penyebaran dan indeks daya kepekaan, dapat disimpulkan bahwa industri pengolahan serta industri listrik dan gas merupakan sektor kunci di Indonesia.

Dua sektor tersebut memiliki keterkaitan langsung dan tidak langsung, baik ke depan maupun ke belakang, yang tinggi terhadap perekonomian lainnya.

Tabel 3. Daya Penyebaran dan Daya Kepekaan

	Sektor	Daya Penyebaran	Daya Kepekaan
1	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	1,9698	1,2760
2	Pertambangan dan Pengeksploasian	1,8739	1,3466
3	Industri Pengolahan	4,5354	1,8129
4	Pengadaan Listrik dan Gas	2,1743	2,5973
5	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	1,0624	1,2892
6	Konstruksi	1,3807	1,9363
7	Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	1,9222	1,5113
8	Transportasi dan Pergudangan	1,5472	1,6981
9	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	1,1880	1,8430
10	Informasi dan Komunikasi	1,6625	1,5479
11	Jasa Keuangan dan Asuransi	1,5261	1,3963
12	Real Estate	1,0566	1,2908
13	Jasa Perusahaan	1,3496	1,5876
14	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	1,1042	1,5967
15	Jasa Pendidikan	1,0472	1,5252
16	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	1,0956	1,8373
17	Jasa lainnya	1,3947	1,7976



Gambar 2. Scatter Plot Indeks Daya Penyebaran dan Indeks Daya Kepekaan

4. Kesimpulan

Dengan menggunakan *demand driven model* dan *supply driven model*, penurunan subsidi BBM tetap bisa memberikan dampak positif terhadap perekonomian Indonesia dengan cara dialihkan untuk investasi di sektor pengadaan listrik dan gas serta sektor konstruksi, yaitu dalam bentuk pembangunan infrastruktur. Selain itu, dua sektor tersebut juga merupakan sektor kunci sehingga memiliki keterkaitan ke depan dan ke belakang yang paling tinggi dibanding sektor lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] BPS. (2008). *Kerangka Teori dan Analisis Tabel Input-Output*. Jakarta: BPS.
- [2] BPS. (2015). *Tabel Input-Output Indonesia 2010*. Jakarta: BPS.
- [3] Nazara, Suahasil. 2005. *Analisis Input-Output Edisi Kedua*. Jakarta: Lembaga Penerbit FEUI.
- [4] Susilo, Y.S. 2013. The Elimination of Fuel Subsidies to Increase the Education Budget in Indonesia. *Journal of Economics and Sustainable Development*, Vol. 4, No. 3, pp. 209-219.
- [5] <http://www.anggaran.depkeu.go.id/dja/edef-seputar-list.asp?apbn=infra>
- [6] <http://setkab.go.id/rapbn-2016-belanja-negara-rp-2-1213-triliun-anggaran-infrastruktur-rp-3135-triliun/>
- [7] <http://www.kemenkeu.go.id/Berita/apbn-2016-percepatan-pembangunan-infrastruktur>

PENGARUH *PEER SUPPORT* DAN *LEADER SUPPORT* TERHADAP TINGKAT *AUTONOMY* DARI PEKERJA DKI JAKARTA

Rianti Setiadi¹, Titin Siswantining², Astari Karamina³, Baizura Fahma⁴

¹University of Indonesia, rianti@sci.ui.ac.id

²University of Indonesia, titin@sci.ui.ac.id

³University of Indonesia, astari.karaminna@sci.ui.ac.id

⁴University of Indonesia, baizura.fahma@sci.ui.ac.id

Abstract: Entering the era of this MEA, competition between companies is getting stronger. Each company pursuit to be the best. The competitiveness of a company is highly dependent on the quality of its employees indeed. Workers with good work performance will make the company has high competitiveness. One factor that can be used to measure the job performance of the company's workers is the level of Autonomy of the workers. Previous studies (Rianti, Titin, Astari and Baizura, 2015) results that job-distress for male is influenced by *Peer Support* but job-distress for female is influenced by *Leader Support*. Therefore this research will try to seek which factors among the leaders-support and *Peer Support* that more affect to the level of Autonomy in male workers and female workers separately and also see which factor is more affecting to the level of Autonomy's level in general. The data used in this research is the data of 229 workers in Jakarta that are taken by purposive sampling in 2015. The methods used in this research are SEM and Meta-Sem Analysis. The results obtained will help the leader of the company in making policy for employees so that the company can have a fairly high competitiveness, particularly in entering the era of this MEA.

Ke words: level of Autonomy, *Leader Support*, *Peer Support*, Meta-SEM

1. Pendahuluan

Memasuki era MEA, setiap pekerja harus bersaing ketat dengan pekerja lainnya untuk mempertahankan performa kerjanya. Jika tidak, maka ia dapat mengalami PHK dan tergeser oleh pekerja lain yang mempunyai performa kerja yang lebih baik. Dalam era MEA ini, pesaing kerja bukan hanya datang dari dalam negeri tetapi juga datang dari negara-negara Asia lain. Mereka mempunyai hak yang sama untuk bekerja di Indonesia.

Perusahaan tentunya menginginkan pekerja yang mempunyai performa kerja yang baik. Pekerja dengan performa kerja yang baik merupakan asset perusahaan untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain sehingga setiap perusahaan pasti ingin mendapatkan pekerja yang mempunyai performa kerja yang tinggi.

Performa kerja yang baik, salah satunya tercermin melalui tingkat Autonomy yang dimiliki pekerja tersebut. Menurut Ryff's Scale of Psychological Well Being (Ryff & Singer, 1996) dijelaskan bahwa Tingkat Autonomy merupakan tingkat kemampuan menentukan nasib diri sendiri, tingkat kebebasan diri dan tingkat kemampuan mengatur perilaku dari diri sendiri yang tidak bergantung pada persetujuan orang lain. Pekerja yang mempunyai Tingkat *Autonomy* yang tinggi akan mempunyai personal-standard. Hal ini bukan berarti bahwa pekerja tersebut tidak mau menerima pendapat orang lain tetapi ia mampu meyakinkan bahwa pendapat yang baik tidak hanya ditentukan oleh pendapat orang lain saja. Dia yakin dapat memberikan kontribusi gagasan yang baik bagi perusahaan. Dengan demikian pekerja yang mempunyai Tingkat *Autonomy* tinggi akan mempunyai kepercayaan diri untuk berpendapat dengan pemikirannya yang

matang, mempunyai pendirian yang teguh dan tidak mudah dipengaruhi oleh orang lain. Biasanya pekerja dengan Tingkat *Autonomy* yang tinggi dapat memberikan ide-ide original yang cemerlang.

Walaupun pekerja dengan Tingkat *Autonomy* yang tinggi mempunyai pendirian yang teguh tetapi pendirian teguhnya itu mungkin dapat terpengaruh karena adanya tekanan kerja yang dialaminya, diantaranya tekanan kerja karena *Peer Support* dan tekanan kerja karena *Leader Support*. Dalam penelitiannya Rianti, Titin, Astari dan Baizura (2015) menyimpulkan bahwa faktor *Peer Support* lebih berpengaruh pada job-distress pria daripada job-distress wanita, sedangkan faktor *Leader Support* lebih berpengaruh pada job-distress wanita dibandingkan pada pria. Dari hasil ini, peneliti menduga kemungkinan pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* juga mempunyai pola yang berbeda antara Pria dan Wanita. Karena itu dalam penelitian ini, penulis ingin menganalisis pengaruh mana antara *Peer Support* dan *Leader Support* yang lebih mempengaruhi Tingkat *Autonomy* pada Pria dan pada Wanita secara terpisah dan juga secara general. Untuk analisis secara terpisah digunakan metode SEM sedangkan untuk melihat pengaruh general akan digunakan metode Meta-Sem.

Tujuan:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap tingkat *Autonomy* pekerja di DKI Jakarta baik pada pekerja Pria maupun Wanita secara terpisah maupun secara general.

Manfaat Penelitian:

Dengan diketahuinya pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* pekerja secara general maka pihak pimpinan perusahaan dapat mempunyai acuan kebijakan agar perkerja dapat mempunyai Tingkat *Autonomy* tinggi ditinjau dari faktor *Peer Support* dan faktor *Leader Support*.

> **Metode**

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang berada di provinsi DKI Jakarta dengan jumlah sampel yaitu sebanyak 229 pekerja di DKI Jakarta. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *non probability sampling* yaitu *purposive sampling* dengan menyebar kuesioner ke beberapa perusahaan di DKI Jakarta.

Variabel dan Definisinya

1. *Leader Support* (Dukungan Pimpinan)

Leader Support adalah besarnya dukungan yang diberikan oleh pimpinan kepada pekerja. Bentuk dukungan tersebut dapat berupa pemberian semangat, mendengarkan keluhan atau gagasan pekerja, penghargaan atas hasil kerjanya, memberikan ide-ide dan sebagainya. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

2. *Peer Support* (Dukungan Rekan Kerja)

Peer Support adalah dukungan yang diterima pekerja dari rekan kerja. Bentuk dukungan tersebut dapat berupa dorongan semangat, bantuan dalam pekerjaan, dan sebagainya. Pekerja yang kurang mendapat dukungan dari rekan kerja akan merasa menanggung beban kerja sendiri. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

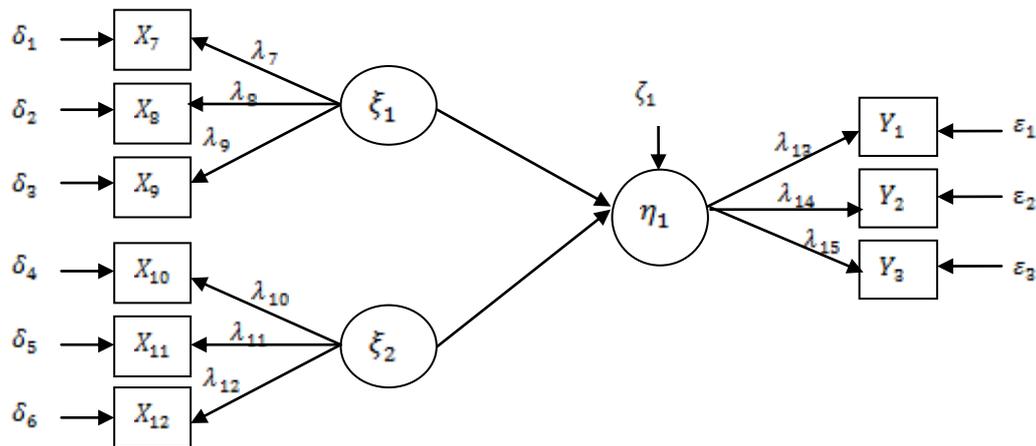
3. *Autonomy* (Kemampuan Mempertahankan Pendirian)

Autonomy adalah kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendiriannya yang menurutnya benar. Dalam berdiskusi sering kali terjadi perbedaan pendapat. Oleh karena itu, setiap pekerja harus memiliki pendirian yang teguh agar dapat mempertahankan pendapatnya dan tidak mudah dipengaruhi oleh orang lain. Hal ini bukan diartikan bahwa pekerja tersebut tidak mau mendengarkan pendapat orang lain, tetapi ia sudah memikirkan pendapatnya dengan matang dan dapat menjelaskan bahwa pendapatnya perlu dipertimbangkan. Robbins dan Judge (2008) mengatakan bahwa individu yang tenang dan memiliki pendirian yang teguh akan bekerja lebih baik dalam hampir setiap pekerjaan bila dibandingkan dengan individu yang mudah gugup. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

Structural Equation Model (SEM)

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini untuk melihat pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* pada pria dan wanita secara terpisah adalah metode *Structural Equation Model* (SEM). SEM merupakan integrasi antara analisis faktor dan analisis jalur (Wright, 1921). Analisis faktor digunakan untuk menentukan pola hubungan dari setiap variabel terobservasi (indikator) dengan variabel laten yang dibentuknya, dan analisis jalur digunakan untuk menentukan pola hubungan simultan antar variabel laten dalam model. Dalam buku Ghazali (2004), Joreskog (1973) menyatakan bahwa dalam model SEM terdapat 2 model, yaitu: a) Model pengukuran, yaitu model yang menyatakan hubungan variabel indikator dengan variabel laten yang dibentuknya; b) model struktural, yaitu model yang menyatakan hubungan antar variabel laten.

Tahap awal dalam SEM yaitu identifikasi model yang dibuat berdasarkan studi kualitatif yang menunjukkan pola hubungan antar variabel laten dan hubungan antara variabel laten dengan variabel indikatornya. Pola hubungan seperti itu dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Jalur SEM

Dimana

1. ξ_1 : *Leader Support*, yang diukur dari indikator-indikator:
 - a. X_7 : kesiapan pimpinan memberikan teladan dengan melakukan pekerjaannya sendiri dengan baik,
 - b. X_8 : kesiapan pimpinan dalam memberikan ide sebagai penyelesaian masalah,
 - c. X_9 : kesiapan pimpinan untuk berdiskusi dengan bawahannya mengenai kesulitan dalam bekerja.

2. ξ_2 : *Peer Support*, yang diukur dari indikator-indikator:
 - a. X_{10} : dapat mengandalkan rekan kerja untuk mem-back-up pekerjaan,
 - b. X_{11} : dapat mengandalkan rekan kerja untuk membantu menyelesaikan tugas yang sulit,
 - c. X_{12} : dapat benar-benar mengandalkan rekan kerja untuk membantu kesulitan kerja meskipun mereka harus melakukan pekerjaan tambahan.
3. η_1 : *Tingkat autonomy*, yang diukur dari indikator-indikator:
 - a. Y_1 : tidak mudah dipengaruhi orang lain,
 - b. Y_2 : keberanian mempertahankan pendapat,
 - c. Y_3 : keberanian mempertahankan apa yang dianggap penting.

Taksiran parameter dilakukandenganTaksiranMaksimumLikelihood. Model dikatakan fitjika RMSEA < 0.08.

Meta-SEM

Menurut C. Viswesvaran & Deniz S. O. dalam *Theory testing: Combining psychometric meta-analysis and structural equations modeling* (1995) menjelaskan bahwa pada prinsipnya Meta-SEM dilakukan dengan menggunakan matriks korelasi gabungan dari variabel-variabel indikator yang didapat dengan metode meta analisis sebagai matriks input pada metode Meta-SEM.

Dalam meta-analisis, sebelum mencari inferensi gabungan dari korelasi, terlebih dahulu akan diperiksa apakah korelasi yang dihasilkan antar penelitian sama atau tidak. Pengujian kesamaan korelasi yang dihasilkan dari tiap penelitian dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m$$

H_1 : tidak demikian

statistikuji yang digunakanadalah

$$Q = \sum_{k=1}^m \frac{(\hat{z}_k - \bar{z})^2}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} \rightarrow \chi_{m-1}^2, \quad \text{dimana} \quad \hat{z}_k = 0.5 \ln \frac{(1+\hat{\rho}_k)}{(1-\hat{\rho}_k)}, \quad \bar{z} = \frac{\sum_{k=1}^m (n_k-3)\hat{z}_k}{\sum_{k=1}^m (n_k-3)}, \quad \text{dan}$$

$$\sigma_{\hat{z}_k}^2 = \frac{1}{n_k-3}.$$

Untuk suatu $\alpha \in [0,1]$ tertentu, dari tabel χ^2 dengan derajat bebas $m-1$ dapat diperoleh suatu χ_{α}^2 sedemikian sehingga H_0 akan ditolak ketika $Q > \chi_{\alpha, m-1}^2$. Pada kasus Diana $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m$, dipilih bobot yaitu $W_k = \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}$, sedangkan pada

kasus $\exists \rho_k \neq \rho_l$, untuk $k \neq l$, dipilih bobot yaitu $W_k = \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2 + \hat{\tau}^2}$ dimana

$$\hat{\tau}^2 = \frac{\sum_{k=1}^m \frac{(\hat{z}_k - \bar{z})^2}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} - (m-1)}{\sum_{k=1}^m \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} - \frac{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}\right)^2}{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}\right)}}$$

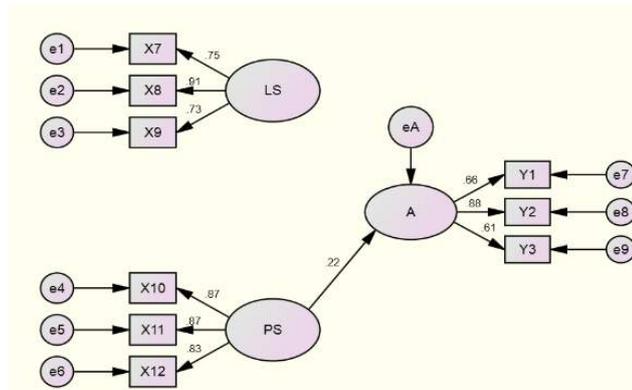
Selanjutnya didefinisikan korelasi gabungan yaitu $\hat{\rho}_{gab} = \frac{e^{2\hat{z}_{gab}} - 1}{e^{2\hat{z}_{gab}} + 1}$. Korelasi gabungan tersebut akan digunakan sebagai entri dalam matriks input pada model Meta-SEM.

> **Hasil dan Pembahasan**

Dari hasil pengolahan data didapat hasil sebagai berikut:

Model SEM terbaik *Peer Support*, *Leader Support* dan Tingkat *Autonomy* untuk Pria adalah sebagai berikut:

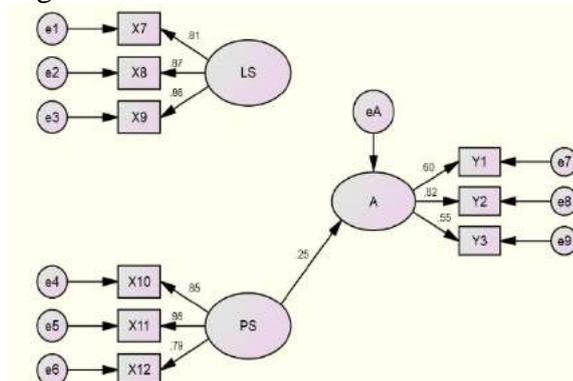
Model SEM terbaik yang terstandarisasi untuk Pria adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Model SEM terbaik yang terstandarisasi untuk Pria

Dari Gambar 2 didapat bahwa untuk pekerja Pria, ternyata *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy*, sedangkan *Peer Support* mempengaruhi Tingkat *Autonomy*. Dari model pada Gambar 2 didapatkan nilai RMSEA=0.068, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut fit.

Model SEM terbaik yang terstadarisasi untuk Wanita adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Model SEM terbaik yang terstadarisasi untuk Wanita

Dari Gambar 3 didapat bahwa untuk pekerja Wanita, ternyata *Leader Support* juga tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy*, sedangkan *Peer Support* mempengaruhi Tingkat *Autonomy*. Dari Model pada Gambar 3 didapatkan nilai RMSEA=0.057, sehingga dapat disimpulkan bahwa model fit.

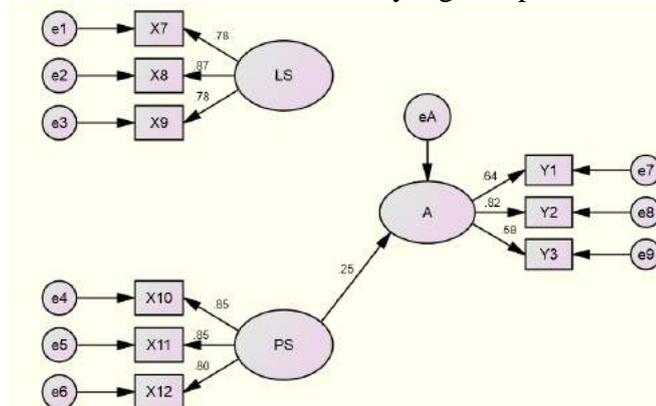
Dari kedua model di atas terlihat bahwa Tingkat *Autonomy* dipengaruhi oleh *Peer Support* dan bukan oleh *Leader Support* baik untuk Pekerja Pria maupun untuk Pekerja Wanita. Walaupun tidak ada perbedaan model hubungan antara *PeerSupport*,

Leader Support dan *Tingkat Autonomy* pada Pria dan Wanita secara terpisah, tetapi dalam penelitian ini, peneliti tetap akan melakukan Meta-Sem untuk melihat model secara umum atau secara gabungan karena dengan Meta-Sem hubungan model gabungan didapat dengan memperhitungkan variansi dari korelasi antar variabel indikator.

Langkah awal dalam model Meta Sem adalah memeriksa apakah korelasi setiap pasang variabel indikator untuk pria dan wanita sama atau tidak. Uji kesamaan korelasi ini digunakan untuk memberikan bobot pada korelasi gabungan dari variabel indikator yang akan digunakan sebagai entri matrix input pada metode Meta-Sem. Dari analisis data didapat korelasi yang berbeda antar variabel indikator pada pria dan wanita adalah korelasi antara X7 dan X9 serta korelasi antara X8 dan Y2. Dari bobot yang didapat, diperoleh matrix korelasi gabungan sebagai berikut:

rowtype_	varname_	X7	X8	X9	X10	X11	X12	Y1	Y2	Y3
n		229	229	229	229	229	229	229	229	229
corr	X7	1.000	0.676	0.603	0.125	0.218	0.235	0.052	0.025	0.047
corr	X8	0.676	1.000	0.676	0.179	0.251	0.286	0.055	-0.022	0.060
corr	X9	0.603	0.676	1.000	0.131	0.191	0.245	-0.016	0.048	0.004
corr	X10	0.125	0.179	0.131	1.000	0.724	0.675	0.130	0.109	0.071
corr	X11	0.218	0.251	0.191	0.724	1.000	0.671	0.180	0.159	0.161
corr	X12	0.235	0.286	0.245	0.675	0.671	1.000	0.204	0.201	0.153
corr	Y1	0.052	0.055	-0.016	0.130	0.180	0.204	1.000	0.520	0.355
corr	Y2	0.025	-0.022	0.048	0.109	0.159	0.201	0.520	1.000	0.476
corr	Y3	0.047	0.060	0.004	0.071	0.161	0.153	0.355	0.476	1.000
stddev		1.015	1.036	1.074	1.004	1.051	0.971	0.995	0.957	1.015
mean		3.310	3.445	3.537	3.376	3.258	3.175	3.811	3.649	3.702

Matriks korelasi gabungan tersebut akan digunakan sebagai matriks input pada model Meta-Sem. Model Meta-Sem terbaik yang didapat adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Model Meta-Sem terbaik

Dari model pada Gambar 4 didapat nilai RMSEA = 0.056 yang berarti model fit.

Secara umum didapat hasil bahwa tidak ada pengaruh *Leader Support* terhadap *Tingkat Autonomy* tetapi ada pengaruh *Peer Support* terhadap *Tingkat Autonomy*. Indikator *Tingkat Autonomy* yang paling kuat membentuk *Tingkat Autonomy* adalah kemampuan mempertahankan pendapat. Indikator *Peer Support* yang paling kuat membentuk *Peer Support* adalah adanya rekan-rekan kerja yang membantu dalam menyelesaikan pekerjaan. Indikator *Leader Support* yang paling kuat membentuk

Leader Support adalah besarnya dukungan pimpinan untuk memberikan ide kepada pekerja.

Dari hasil di atas, hubungan *Leader Support*, *Peer Support* dan Tingkat *Autonomy* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* atau secara khusus kemampuan mempertahankan pendapat dari pekerja. Bisa jadi di satu sisi, akan ada pekerja yang akan semakin gigih mempertahankan pendapatnya dalam menghadapi ide dari pimpinannya yang dirasanya tidak sesuai dengan pemikirannya atau karena pimpinannya bersifat memaksakan kehendaknya. Tetapi di sisi yang lain kemungkinan akan ada pekerja dalam menghadapi pimpinan yang sama tidak bisa mempertahankan pendapatnya karena ide datang dari pihak atasan yang menurutnya harus dituruti. Hal ini sangat bergantung dari kepribadian dari pimpinan dan juga kepribadian dari pekerja yang bersangkutan. Jadi secara general dapat disimpulkan bahwa *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* dari pekerja. *Leader Support* yang tinggi belum tentu membuat Tingkat *Autonomy* tinggi atau rendah.
- *Peer Support* mempunyai pengaruh positif terhadap Tingkat *Autonomy*. Semakin besar dukungan dari rekan kerja maka secara umum akan semakin tinggi pula kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendapatnya. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan semakin tingginya dukungan dari rekan kerja dan bantuan dari rekan kerja dalam menyelesaikan masalah pekerjaan maka sebagian besar pekerja akan semakin mempunyai keyakinan pada pendapat dan gagasannya. Begitu juga ide-ide yang muncul dari rekan kerja membuat pekerja dapat semakin belajar untuk menjelaskan pendapatnya yang dirasanya benar. Rekan kerja biasanya tidak memaksakan kehendaknya dan seorang pekerja juga tidak mempunyai anggapan bahwa ia harus menuruti ide dari rekan kerjanya. Dengan demikian Tingkat *Autonomy* pada khususnya kemampuan mempertahankan pendapat dari pekerja akan semakin meningkat dengan adanya *Peer Support*.

> **Kesimpulan dan Saran**

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* baik untuk pria maupun untuk wanita secara terpisah maupun secara keseluruhan.
- *Peer Support* mempengaruhi tingkat *Autonomy* baik untuk Pria maupun Wanita secara terpisah maupun secara keseluruhan
- Indikator yang paling membangun *Leader Support* adalah kemauan pemimpin memberikan ide kepada pekerja
- Indikator yang paling membangun *Peer Support* adalah dukungan rekan kerja untuk membantu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya
- Indikator yang paling membangun Tingkat *Autonomy* adalah kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendapatnya

Dari kesimpulan di atas, penulis memberikan saran supaya para pemimpin tidak memaksakan ide yang diberikan kepada pekerja tetapi memberikan peluang bagi pekerja untuk mempertimbangkan sendiri dan berbagi tentang gagasan apa yang dirasanya baik. Pimpinan harus terbuka untuk mendiskusikan serta memberikan arahan kepada pekerja sehingga pekerja semakin terampil dalam membuat keputusan yang semakin baik. Dalam hal ini pemimpin dapat memberikan pujian kepada pekerja yang bersangkutan. Dengan demikian keberanian pekerja untuk mempertahankan pendapatnya juga akan meningkat. Selain itu, pemimpin harus dapat membentuk

suasana yang saling mendukung dalam pekerjaan diantara pekerja-pekerja yang ada. Dukungan dari rekan kerja akan membuat Tingkat *Autonomy* pekerja semakin meningkat.

Daftar Pustaka

- [1] Rencher, A. C. (2012). *Methods of Multivariate Analysis*. Canada: Jhon Wiley & Sons.
- [2] Setiadi, R., Siswantining, T., Fahma, B., Karamina, A. (2015). *Relationship Between Job-Distress and Demographic Factors Among Workers in Jakarta*. The 3rd IndoMS International Conference on Mathematics and Its Application 2015 (IICMA 2015).
- [3] Yvonne, W., Rahman, R.H., Long, C.S. (2014). *Employee Job Satisfaction and Job Performance: A Case Study in a Franchised Retail-Chain Organization*. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*.
- [4] Wright, T. A., & Cropanzano, R. (2000). *Psychological well-being and job satisfaction as predictors of job performance*. *Journal of Occupational Health Psychology*.
- [5] Kurnia, P.K. (2015). *The Impact of Stress at Work on Employee's Psychological Well-Being in Jakarta*. Petra Christian University.

PENGARUH *PEER SUPPORT* DAN *LEADER SUPPORT* TERHADAP TINGKAT *AUTONOMY* DARI PEKERJA DKI JAKARTA YANG DIBEDAKAN MENURUT *GENDER* DAN SECARA *GENERAL*

Rianti Setiadi¹, Titin Siswantining², Astari Karamina³, Baizura Fahma⁴

¹University of Indonesia, rianti@sci.ui.ac.id

²University of Indonesia, titin@sci.ui.ac.id

³University of Indonesia, astari.karaminna@sci.ui.ac.id

⁴University of Indonesia, baizura.fahma@sci.ui.ac.id

Abstract. Entering the era of this MEA, competition between companies is getting stronger. Each company pursuit to be the best. The competitiveness of a company is highly dependent on the quality of its employees indeed. Workers with good work performance will make the company has high competitiveness. One factor that can be used to measure the job performance of the company's workers is the level of Autonomy of the workers. Previous studies (Rianti, Titin, Astari and Baizura, 2015) results that job-distress for male is influenced by *Peer Support* but job-distress for female is influenced by *Leader Support*. Therefore this research will try to seek which factors among the leaders-support and *Peer Support* that more affect to the level of Autonomy in male workers and female workers separately and also see which factor is more affecting to the level of Autonomy's level in general. The data used in this research is the data of 229 workers in Jakarta that are taken by purposive sampling in 2015. The methods used in this research are SEM and Meta-Sem Analysis. The results obtained will help the leader of the company in making policy for employees so that the company can have a fairly high competitiveness, particularly in entering the era of this MEA.

Keywords: *level of Autonomy, Leader Support, Peer Support, Meta-SEM*

1. Pendahuluan

Memasuki era MEA, setiap pekerja harus bersaing ketat dengan pekerja lainnya untuk mempertahankan performa kerjanya. Jika tidak, maka ia dapat mengalami PHK dan tergeser oleh pekerja lain yang mempunyai performa kerja yang lebih baik. Dalam era MEA ini, pesaing kerja bukan hanya datang dari dalam negeri tetapi juga datang dari negara-negara Asia lain. Mereka mempunyai hak yang sama untuk bekerja di Indonesia.

Perusahaan tentunya menginginkan pekerja yang mempunyai performa kerja yang baik. Pekerja dengan performa kerja yang baik merupakan asset perusahaan untuk dapat bersaing dengan perusahaan lain sehingga setiap perusahaan pasti ingin mendapatkan pekerja yang mempunyai performa kerja yang tinggi.

Performa kerja yang baik, salah satunya tercermin melalui tingkat Autonomy yang dimiliki pekerja tersebut. Menurut Ryff's Scale of Psychological Well Being (Ryff & Singer, 1996) dijelaskan bahwa Tingkat Autonomy merupakan tingkat kemampuan menentukan nasib diri sendiri, tingkat kebebasan diri dan tingkat kemampuan mengatur perilaku dari diri sendiri yang tidak bergantung pada persetujuan orang lain. Pekerja yang mempunyai Tingkat *Autonomy* yang tinggi akan mempunyai personal-standard. Hal ini bukan berarti bahwa pekerja tersebut tidak mau menerima pendapat orang lain

tetapi ia mampu meyakinkan bahwa pendapat yang baik tidak hanya ditentukan oleh pendapat orang lain saja. Dia yakin dapat memberikan kontribusi gagasan yang baik bagi perusahaan. Dengan demikian pekerja yang mempunyai Tingkat *Autonomy* tinggi akan mempunyai kepercayaan diri untuk berpendapat dengan pemikirannya yang matang, mempunyai pendirian yang teguh dan tidak mudah dipengaruhi oleh orang lain. Biasanya pekerja dengan Tingkat *Autonomy* yang tinggi dapat memberikan ide-ide original yang cemerlang.

Walaupun pekerja dengan Tingkat *Autonomy* yang tinggi mempunyai pendirian yang teguh tetapi pendirian teguhnya itu mungkin dapat terpengaruh karena adanya tekanan kerja yang dialaminya, diantaranya tekanan kerja karena *Peer Support* dan tekanan kerja karena *Leader Support*. Dalam penelitiannya Rianti, Titin, Astari dan Baizura (2015) menyimpulkan bahwa faktor *Peer Support* lebih berpengaruh pada job-distress pria daripada job-distress wanita, sedangkan faktor *Leader Support* lebih berpengaruh pada job-distress wanita dibandingkan pada pria. Dari hasil ini, peneliti menduga kemungkinan pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* juga mempunyai pola yang berbeda antara Pria dan Wanita. Karena itu dalam penelitian ini, penulis ingin menganalisis pengaruh mana antara *Peer Support* dan *Leader Support* yang lebih mempengaruhi Tingkat *Autonomy* pada Pria dan pada Wanita secara terpisah dan juga secara general. Untuk analisis secara terpisah digunakan metode SEM sedangkan untuk melihat pengaruh general akan digunakan metode Meta-Sem.

Tujuan:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap tingkat *Autonomy* pekerja di DKI Jakarta baik pada pekerja Pria maupun Wanita secara terpisah maupun secara general.

Manfaat Penelitian:

Dengan diketahuinya pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* pekerja secara general maka pihak pimpinan perusahaan dapat mempunyai acuan kebijakan agar perkerja dapat mempunyai Tingkat *Autonomy* tinggi ditinjau dari faktor *Peer Support* dan faktor *Leader Support*.

2. Metode

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang berada di provinsi DKI Jakarta dengan jumlah sampel yaitu sebanyak 229 pekerja di DKI Jakarta. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *non probability sampling* yaitu *purposive sampling* dengan menyebar kuesioner ke beberapa perusahaan di DKI Jakarta.

Variabel dan Definisinya

a. Leader Support (Dukungan Pimpinan)

Leader Support adalah besarnya dukungan yang diberikan oleh pimpinan kepada pekerja. Bentuk dukungan tersebut dapat berupa pemberian semangat, mendengarkan keluhan atau gagasan pekerja, penghargaan atas hasil kerjanya, memberikan ide-ide dan sebagainya. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

b. Peer Support (Dukungan Rekan Kerja)

Peer Support adalah dukungan yang diterima pekerja dari rekan kerja. Bentuk dukungan tersebut dapat berupa dorongan semangat, bantuan dalam pekerjaan, dan sebagainya. Pekerja yang kurang mendapat dukungan dari rekan kerja akan merasa menanggung beban kerja sendiri. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

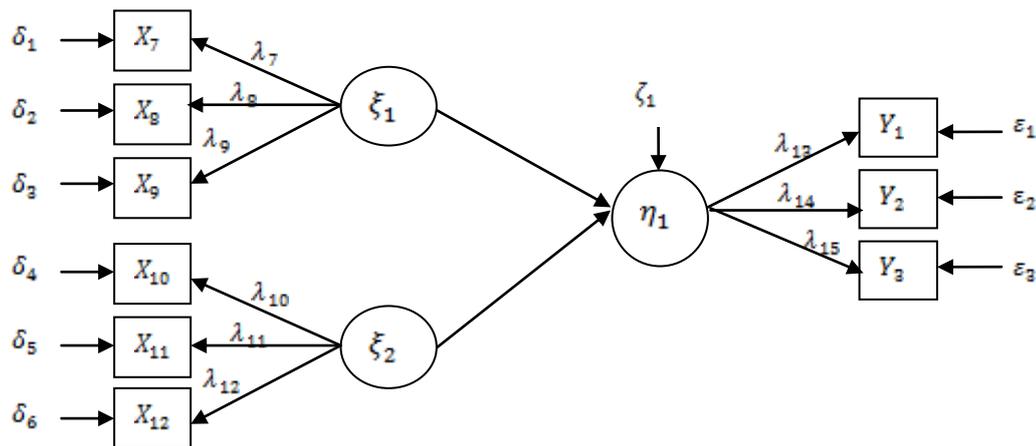
c. *Autonomy* (Kemampuan Mempertahankan Pendirian)

Autonomy adalah kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendiriannya yang menurutnya benar. Dalam berdiskusi seringkali terjadi perbedaan pendapat. Oleh karena itu, setiap pekerja harus memiliki pendirian yang teguh agar dapat mempertahankan pendapatnya dan tidak mudah dipengaruhi oleh orang lain. Hal ini bukan diartikan bahwa pekerja tersebut tidak mau mendengarkan pendapat orang lain, tetapi ia sudah memikirkan pendapatnya dengan matang dan dapat menjelaskan bahwa pendapatnya perlu dipertimbangkan. Robbins dan Judge (2008) mengatakan bahwa individu yang tenang dan memiliki pendirian yang teguh akan bekerja lebih baik dalam hampir setiap pekerjaan bila dibandingkan dengan individu yang mudah gugup. Variabel ini akan diukur menggunakan skala Likert 1 sampai 5.

d. *Structural Equation Model* (SEM)

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini untuk melihat pengaruh *Peer Support* dan *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* pada pria dan wanita secara terpisah adalah metode *Structural Equation Model* (SEM). SEM merupakan integrasi antara analisis faktor dan analisis jalur (Wright, 1921). Analisis faktor digunakan untuk menentukan pola hubungan dari setiap variabel terobservasi (indikator) dengan variabel laten yang dibentuknya, dan analisis jalur digunakan untuk menentukan pola hubungan simultan antar variabel laten dalam model. Dalam buku Ghazali (2004), Joreskog (1973) menyatakan bahwa dalam model SEM terdapat 2 model, yaitu: a) Model pengukuran, yaitu model yang menyatakan hubungan variabel indikator dengan variabel laten yang dibentuknya; b) model struktural, yaitu model yang menyatakan hubungan antar variabel laten.

Tahap awal dalam SEM yaitu identifikasi model yang dibuat berdasarkan studi kualitatif yang menunjukkan pola hubungan antar variabel laten dan hubungan antara variabel laten dengan variabel indikatornya. Pola hubungan seperti itu dalam penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Jalur SEM

Dimana

4. ξ_1 : *Leader Support*, yang diukur dari indikator-indikator:

- d. X_7 : kesediaan pimpinan memberikan teladan dengan melakukan pekerjaannya sendiri dengan baik,
- e. X_8 : kesediaan pimpinan dalam memberikan ide sebagai penyelesaian masalah,
- f. X_9 : kesediaan pimpinan untuk berdiskusi dengan bawahannya mengenai kesulitan dalam bekerja.

5. ξ_2 : *Peer Support*, yang diukur dari indikator-indikator:
 - a. X_{10} : dapat mengandalkan rekan kerja untuk mem-back-up pekerjaan,
 - b. X_{11} : dapat mengandalkan rekan kerja untuk membantu menyelesaikan tugas yang sulit,
 - c. X_{12} : dapat benar-benar mengandalkan rekan kerja untuk membantu kesulitan kerja meskipun mereka harus melakukan pekerjaan tambahan.
6. η_1 : *Tingkat autonomy*, yang diukur dari indikator-indikator:
 - a. Y_1 : tidak mudah dipengaruhi orang lain,
 - b. Y_2 : keberanian mempertahankan pendapat,
 - c. Y_3 : keberanian mempertahankan apa yang dianggap penting.

Taksiran parameter dilakukan dengan Taksiran Maksimum *Likelihood*. Model dikatakan fit jika RMSEA < 0.08.

Meta-SEM

Menurut C. Viswesvaran & Deniz S. O. dalam *Theory testing: Combining psychometric meta-analysis and structural equations modeling* (1995) menjelaskan bahwa pada prinsipnya Meta-SEM dilakukan dengan menggunakan matriks korelasi gabungan dari variabel-variabel indikator yang didapat dengan metode meta analisis sebagai matriks input pada metode Meta-SEM.

Dalam meta-analisis, sebelum mencari inferensi gabungan dari korelasi, terlebih dahulu akan diperiksa apakah korelasi yang dihasilkan antar penelitian sama atau tidak. Pengujian kesamaan korelasi yang dihasilkan dari tiap penelitian dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m$$

H_1 : tidak demikian

statistik uji yang digunakan adalah

$$Q = \sum_{k=1}^m \frac{(\hat{z}_k - \bar{z})^2}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} \rightarrow \chi_{m-1}^2, \quad \text{dimana} \quad \hat{z}_k = 0.5 \ln \frac{(1+\hat{\rho}_k)}{(1-\hat{\rho}_k)}, \quad \bar{z} = \frac{\sum_{k=1}^m (n_k-3)\hat{z}_k}{\sum_{k=1}^m (n_k-3)}, \quad \text{dan}$$

$$\sigma_{\hat{z}_k}^2 = \frac{1}{n_k-3}.$$

Untuk suatu $\alpha \in [0,1]$ tertentu, dari tabel χ^2 dengan derajat bebas $m-1$ dapat diperoleh suatu χ_{α}^2 sedemikian sehingga H_0 akan ditolak ketika $Q > \chi_{\alpha, m-1}^2$. Pada kasus dimana $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_m$, dipilih bobot yaitu $W_k = \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}$, sedangkan pada kasus

$\exists \rho_k \neq \rho_l$, untuk $k \neq l$, dipilih bobot yaitu $W_k = \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2 + \hat{\tau}^2}$ dimana

$$\hat{\tau}^2 = \frac{\sum_{k=1}^m \frac{(\hat{z}_k - \bar{z})^2}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} - (m-1)}{\sum_{k=1}^m \frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2} - \frac{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}\right)^2}{\sum_{k=1}^m \left(\frac{1}{\sigma_{\hat{z}_k}^2}\right)}}$$

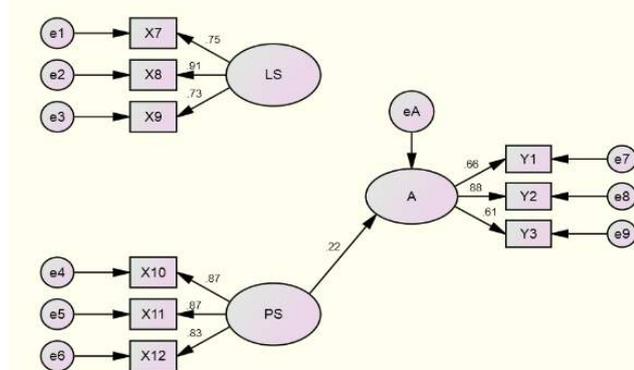
Selanjutnya didefinisikan korelasi gabungan yaitu $\hat{\rho}_{gab} = \frac{e^{2\hat{z}_{gab}} - 1}{e^{2\hat{z}_{gab}} + 1}$. Korelasi gabungan tersebut akan digunakan sebagai entri dalam matriks input pada model Meta-SEM.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data didapat hasil sebagai berikut:

Model SEM terbaik *Peer Support*, *Leader Support* dan *Tingkat Autonomy* untuk Pria adalah sebagai berikut:

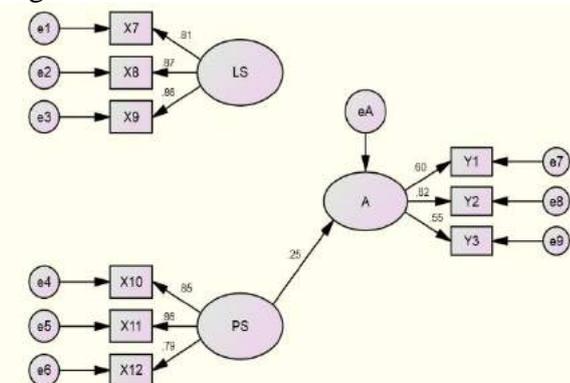
Model SEM terbaik yang terstandarisasi untuk Pria adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Model SEM terbaik yang terstandarisasi untuk Pria

Dari Gambar 2 didapat bahwa untuk pekerja Pria, ternyata *Leader Support* tidak mempengaruhi *Tingkat Autonomy*, sedangkan *Peer Support* mempengaruhi *Tingkat Autonomy*. Dari model pada Gambar 2 didapatkan nilai $RMSEA=0.068$, sehingga dapat disimpulkan bahwa model tersebut fit.

Model SEM terbaik yang terstadardisasi untuk Wanita adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Model SEM terbaik yang terstadardisasi untuk Wanita

Dari Gambar 3 didapat bahwa untuk pekerja Wanita, ternyata *Leader Support* juga tidak mempengaruhi *Tingkat Autonomy*, sedangkan *Peer Support* mempengaruhi *Tingkat Autonomy*. Dari Model pada Gambar 3 didapatkan nilai $RMSEA=0.057$, sehingga dapat disimpulkan bahwa model fit.

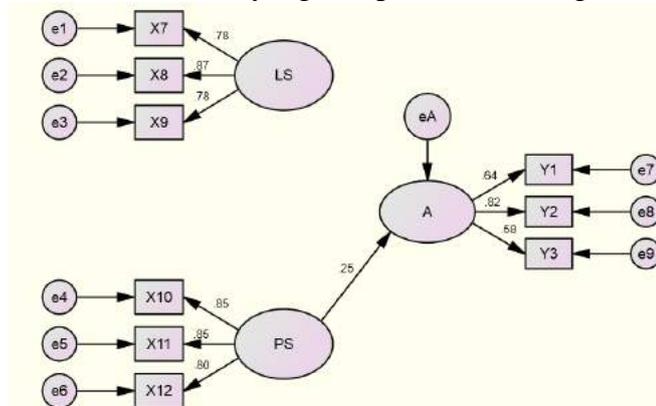
Dari kedua model di atas terlihat bahwa *Tingkat Autonomy* dipengaruhi oleh *Peer Support* dan bukan oleh *Leader Support* baik untuk Pekerja Pria maupun untuk Pekerja Wanita. Walaupun tidak ada perbedaan model hubungan antara *Peer Support*, *Leader Support* dan *Tingkat Autonomy* pada Pria dan Wanita secara terpisah, tetapi dalam penelitian ini, peneliti tetap akan melakukan *Meta-Sem* untuk melihat model secara umum atau secara gabungan karena dengan *Meta-Sem* hubungan model gabungan didapat dengan memperhitungkan variansi dari korelasi antar variabel indikator.

Langkah awal dalam model *Meta Sem* adalah memeriksa apakah korelasi setiap pasang variabel indikator untuk pria dan wanita sama atau tidak. Uji kesamaan korelasi ini digunakan untuk memberikan bobot pada korelasi gabungan dari variabel indikator yang akan digunakan sebagai entri matrix input pada metode *Meta-Sem*. Dari analisis

data didapat korelasi yang berbeda antar variabel indikator pada pria dan wanita adalah korelasi antara X7 dan X9 serta korelasi antara X8 dan Y2. Dari bobot yang didapat, diperoleh matrix korelasi gabungan sebagai berikut:

rowtype_	varname_	X7	X8	X9	X10	X11	X12	Y1	Y2	Y3
n		229	229	229	229	229	229	229	229	229
corr	X7	1.000	0.676	0.603	0.125	0.218	0.235	0.052	0.025	0.047
corr	X8	0.676	1.000	0.676	0.179	0.251	0.286	0.055	-0.022	0.060
corr	X9	0.603	0.676	1.000	0.131	0.191	0.245	-0.016	0.048	0.004
corr	X10	0.125	0.179	0.131	1.000	0.724	0.675	0.130	0.109	0.071
corr	X11	0.218	0.251	0.191	0.724	1.000	0.671	0.180	0.159	0.161
corr	X12	0.235	0.286	0.245	0.675	0.671	1.000	0.204	0.201	0.153
corr	Y1	0.052	0.055	-0.016	0.130	0.180	0.204	1.000	0.520	0.355
corr	Y2	0.025	-0.022	0.048	0.109	0.159	0.201	0.520	1.000	0.476
corr	Y3	0.047	0.060	0.004	0.071	0.161	0.153	0.355	0.476	1.000
stddev		1.015	1.036	1.074	1.004	1.051	0.971	0.995	0.957	1.015
mean		3.310	3.445	3.537	3.376	3.258	3.175	3.811	3.649	3.702

Matriks korelasi gabungan tersebut akan digunakan sebagai matriks input pada model Meta-Sem. Model Meta-Sem terbaik yang didapat adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Model Meta-Sem terbaik

Dari model pada Gambar 4 didapat nilai RMSEA = 0.056 yang berarti model fit.

Secara umum didapat hasil bahwa tidak ada pengaruh *Leader Support* terhadap Tingkat *Autonomy* tetapi ada pengaruh *Peer Support* terhadap Tingkat *Autonomy*. Indikator Tingkat *Autonomy* yang paling kuat membentuk Tingkat *Autonomy* adalah kemampuan mempertahankan pendapat. Indikator *Peer Support* yang paling kuat membentuk *Peer Support* adalah adanya rekan-rekan kerja yang membantu dalam menyelesaikan pekerjaan. Indikator *Leader Support* yang paling kuat membentuk *Leader Support* adalah besarnya dukungan pimpinan untuk memberikan ide kepada pekerja.

Dari hasil di atas, hubungan *Leader Support*, *Peer Support* dan Tingkat *Autonomy* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* atau secara khusus kemampuan mempertahankan pendapat dari pekerja. Bisa jadi di satu sisi, akan ada pekerja yang akan semakin gigih mempertahankan pendapatnya dalam menghadapi ide dari pimpinannya yang dirasanya tidak sesuai dengan pemikirannya atau karena pimpinannya bersifat memaksakan kehendaknya. Tetapi di sisi yang lain kemungkinan akan ada pekerja dalam menghadapi pimpinan yang sama tidak bisa mempertahankan pendapatnya karena ide datang dari pihak atasan yang menurutnya harus dituruti. Hal ini sangat bergantung dari kepribadian dari pimpinan dan juga kepribadian dari pekerja yang bersangkutan. Jadi secara general dapat disimpulkan

bahwa *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* dari pekerja. *Leader Support* yang tinggi belum tentu membuat Tingkat *Autonomy* tinggi atau rendah.

- *Peer Support* mempunyai pengaruh positif terhadap Tingkat *Autonomy*. Semakin besar dukungan dari rekan kerja maka secara umum akan semakin tinggi pula kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendapatnya. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan semakin tingginya dukungan dari rekan kerja dan bantuan dari rekan kerja dalam menyelesaikan masalah pekerjaan maka sebagian besar pekerja akan semakin mempunyai keyakinan pada pendapat dan gagasannya. Begitu juga ide-ide yang muncul dari rekan kerja membuat pekerja dapat semakin belajar untuk menjelaskan pendapatnya yang dirasanya benar. Rekan kerja biasanya tidak memaksakan kehendaknya dan seorang pekerja juga tidak mempunyai anggapan bahwa ia harus menuruti ide dari rekan kerjanya. Dengan demikian Tingkat *Autonomy* pada khususnya kemampuan mempertahankan pendapat dari pekerja akan semakin meningkat dengan adanya *Peer Support*.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- *Leader Support* tidak mempengaruhi Tingkat *Autonomy* baik untuk pria maupun untuk wanita secara terpisah maupun secara keseluruhan.
- *Peer Support* mempengaruhi tingkat *Autonomy* baik untuk Pria maupun Wanita secara terpisah maupun secara keseluruhan
- Indikator yang paling membangun *Leader Support* adalah kemauan pemimpin memberikan ide kepada pekerja
- Indikator yang paling membangun *Peer Support* adalah dukungan rekan kerja untuk membantu pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya
- Indikator yang paling membangun Tingkat *Autonomy* adalah kemampuan pekerja untuk mempertahankan pendapatnya

Dari kesimpulan di atas, penulis memberikan saran supaya para pemimpin tidak memaksakan ide yang diberikan kepada pekerja tetapi memberikan peluang bagi pekerja untuk mempertimbangkan sendiri dan berbagi tentang gagasan apa yang dirasanya baik. Pimpinan harus terbuka untuk mendiskusikan serta memberikan arahan kepada pekerja sehingga pekerja semakin terampil dalam membuat keputusan yang semakin baik. Dalam hal ini pemimpin dapat memberikan pujian kepada pekerja yang bersangkutan. Dengan demikian keberanian pekerja untuk mempertahankan pendapatnya juga akan meningkat. Selain itu, pemimpin harus dapat membentuk suasana yang saling mendukung dalam pekerjaan diantara pekerja-pekerja yang ada. Dukungan dari rekan kerja akan membuat Tingkat *Autonomy* pekerja semakin meningkat.

Daftar Pustaka

- [1] Rencher, A. C. (2012). *Methods of Multivariate Analysis*. Canada: Jhon Wiley & Sons.
- [2] Setiadi, R., Siswantining, T., Fahma, B., Karamina, A. (2015). *Relationship Between Job-Distress and Demographic Factors Among Workers in Jakarta. The 3rd IndoMS International Conference on Mathematics and Its Application 2015 (IICMA 2015)*.
- [3] Yvonne, W., Rahman, R.H., Long, C.S. (2014). *Employee Job Satisfaction and Job Performance: A Case Study in a Franchised Retail-Chain Organization. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*.

- [4] Wright, T. A., & Cropanzano, R. (2000). *Psychological well-being and job satisfaction as predictors of job performance. Journal of Occupational Health Psychology.*
- [5] Kurnia, P.K. (2015). *The Impact of Stress at Work on Employee's Psychological Well-Being in Jakarta.* Petra Christian University.

POLA HUBUNGAN KOMPONEN KECERDASAN MAJEMUK, GAYA BELAJAR DAN GAYA MENGAJAR YANG DISUKAI SISWA SMP KRISTEN KALAM KUDUS SOLO

Rianti Setiadi¹, Riana Setiadi², dan Rosi Melati³

¹University of Indonesia

e-mail: rianti@sci.ui.ac.id

²Sekolah Kristen Kalam Kudus Surakarta

e-mail: rianasetiadi@yahoo.com

³University of Indonesia

e-mail: rosi.melati17@gmail.com

Abstract. Howard Gardner has ever said that human intelligence is divided into seven components: linguistic intelligence, logical mathematics intelligence, spatial intelligence, bodily-kinesthetic intelligence, musical intelligence, interpersonal intelligence and intrapersonal intelligence. Although it now has been added by other components but the researcher will use the seven components above in this research. Usually every person has one or two dominant intelligence component. Unfortunately in education, multiple intelligence factor is often out of attention. Beside having multiple intelligence, students also have different learning style, that is visual, auditory and kinetic. It is suspected that the multiple intelligence and learning style is also correlated with the teaching style that is favored by the students. The teaching style can be classified into Sensing Feeling, Sensing Thinking, Intuitive Feeling and Intuitive Thinking. If the pattern of the relationship between multiple intelligence, learning styles and teaching style can be determined, the system of education can be developed by including components of those variables. The pattern will be found by the Multiple Correspondence Analysis. The analysis will be conducted for student at level seven, eight and nine separately and then the result will be compared. Data is taken from the Christian Kalam Kudus Junior School Solo with Stratified Random Sampling technique

Keywords: *Multiple Intelligence, learning style, teaching style, multiple correspondence analysis*

1. Pendahuluan

Multiple Intelligence atau Kecerdasan Majemuk merupakan pengembangan dari ukuran Kecerdasan yang dikenal dengan IQ. Delapan puluh tahun kemudian setelah IQ diproklamirkan, Howard Gardner, seorang psikolog dari Harvard University (1983) mengatakan dalam bukunya *Frames of Mind* (Gardner, 1983) bahwa kecerdasan yang selama ini diukur dengan IQ adalah sangat sempit dibandingkan yang sebenarnya. Kemudian dia mengatakan bahwa paling sedikit ada tujuh komponen dari Kecerdasan yang dimiliki manusia yaitu Kecerdasan Linguistik, Kecerdasan Logical-Mathematical, Kecerdasan Spatial, Kecerdasan Bodily Kinesthetic, Kecerdasan Musical, Kecerdasan Interpersonal dan Kecerdasan Intrapersonal. Ketujuh macam kecerdasan ini tidak dapat dipadukan menjadi suatu penilaian untuk kecerdasan seseorang. Mungkin ada seseorang yang memiliki kecerdasan matematika yang tinggi tetapi memiliki kecerdasan bahasa yang rendah dan sebagainya. Kecerdasan Majemuk ini membuat setiap pelajar pada khususnya akan memiliki capaian yang berbeda-beda dalam setiap mata pelajaran yang

diberikan di sekolah. Dalam hal ini sangat masuk akal jika diasumsikan bahwa Kecerdasan Majemuk sangat berkorelasi dengan mata pelajaran yang disukai siswa. Sayangnya, faktor Kecerdasan Majemuk ini kurang diperhatikan saat memberikan label "pintar" kepada seorang siswa.

Selain Kecerdasan Majemuk, setiap pelajar juga memiliki gaya belajar yang berbeda-beda yang kemungkinan besar berkaitan erat dengan kecerdasan majemuk yang dimilikinya. Secara garis besar gaya belajar siswa dapat dibedakan menjadi gaya belajar yang auditory (melalui pendengaran), visual (melalui pandangan) dan kinetik (melalui gerakan). Penulis menduga bahwa gaya belajar ini mempunyai korelasi yang kuat dengan gaya mengajar yang disukai oleh siswa terkait. Cara mengajar dapat dikelompokkan menjadi Sensing Feeling, Intuitive Feeling, Sensing Thinking dan Intuitive Thinking. Kombinasi komponen Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa yang kurang tepat, dapat menimbulkan pencapaian siswa dalam pembelajarannya tidak optimal. Seandainya pola hubungan antara Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa dapat ditemukan, maka dunia pendidikan akan mendapatkan masukan yang berarti dalam mengembangkan dan mengatur sistem pendidikan yang ada dengan memasukkan ketiga faktor tersebut.

Berbicara tentang pola hubungan antara Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa, diduga bahwa pola tersebut akan berbeda antara siswa kelas tujuh, kelas delapan dan kelas sembilan. Jadi dalam penelitian ini pola hubungan antara Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa akan dilihat secara terpisah antarsiswa kelas tujuh, delapan dan sembilan dan kemudian hasilnya akan dibandingkan.

Penelitian ini dilakukan dengan memilih sejumlah siswa dan siswi kelas tujuh, delapan dan sembilan secara seimbang dari SMP Kristen Kalam Kudus Solo sebagai sampel. Sampel diambil dengan metode Stratified Sampling. SMP Kristen Kalam Kudus Solo diambil sebagai sampel penelitian mengingat jumlah siswa dan guru yang memadai dan mempunyai sistem pendidikan yang sudah cukup baik dan sudah menggunakan cara mengajar yang beragam.

Tujuan Penelitian:

Mencari pola hubungan antara Komponen Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa untuk siswa kelas tujuh, kelas delapan dan kelas sembilan secara terpisah dan kemudian membandingkannya.

Manfaat Penelitian:

Manfaat penelitian ini adalah memberikan masukan kepada SMP Kristen Kalam Kudus Solo dalam memberi pengarahan kepada para guru pengampu mata pelajaran untuk mengajar dengan memasukkan unsur Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai siswa, sehingga siswa mendapatkan cara mengajar yang tepat. Dengan demikian diharapkan pencapaian siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo akan lebih optimal dibanding sebelumnya.

2. Metode

Populasi adalah semua siswa-siswi SMP Kristen Kalam Kudus Solo. Sampel diambil sebanyak 60 siswa kelas 7, 60 siswa kelas 8 dan 60 siswa kelas 9 secara acak. Variabel-variabel yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah:

- Gender adalah jenis kelamin responden yaitu pria dan wanita

- Kelas adalah tingkat kelas yang sedang diduduki oleh responden pada saat pengambilan sampel
- Kecerdasan Majemuk adalah kecerdasan seseorang yang terdiri dari beberapa komponen. Dalam penelitian ini komponen Kecerdasan Majemuk yang dipakai adalah tujuh komponen Kecerdasan Majemuk yang dikemukakan oleh Gardner. Setiap komponen diukur dengan skala Likert dan sudah diperiksa reliabilitas dan validitasnya. Adapun komponen Kecerdasan Majemuk yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah kecerdasan Linguistik, Kecerdasan Logika Matematika, Kecerdasan Musik, Kecerdasan Spatial, Kecerdasan Kinestetik, Kecerdasan Interpersonal dan Kecerdasan Intrapersonal.
 - Kecerdasan Linguistik adalah kecerdasan untuk menggunakan kata-kata secara efektif, baik dalam bentuk tulisan maupun dalam bentuk lisan. Kecerdasan Linguistik ini diukur dengan menggunakan skala Likert yang meliputi kesanggupan menulis cerita, menghafal kalimat yang panjang, menyukai pelajaran bahasa dan kesukaan membaca.
 - Kecerdasan Logika Matematika adalah kecerdasan mengolah angka dan berpikir logis dan nalar. Kecerdasan Logika Matematika ini diukur dengan skala Likert yang meliputi kesukaan melakukan hitung-hitungan, menghafal angka atau nomor dan kesukaan kepada mata pelajaran matematika
 - Kecerdasan Musik adalah kecerdasan menangani berbagai bentuk bentuk dengan cara mempersepsi, membedakan, mengubah dan mengekspresikannya. Kecerdasan musik ini diukur menggunakan skala Likert yang meliputi pentingnya musik dalam kehidupan siswa, kesukaan memainkan alat musik, kesukaan bernyanyi, kesukaan akan pelajaran musik
 - Kecerdasan Spatial adalah kecerdasan mempersepsi dunia ruang dan visual secara akurat. Kecerdasan ini ditandai dengan kemampuan mengenali jalan, membentuk bangun-bangun tertentu, menukur ruang dan jarang tersesat. Kecerdasan Spatial ini diukur dengan menggunakan skala Likert
 - Kecerdasan Kinestetik adalah kecerdasan menggunakan seluruh anggota tubuh. Kecerdasan ini dicirikan dengan kemampuan berolah-raga, suka pekerjaan yang membutuhkan pergerakan, suka melompat dan sebagainya. Kecerdasan Kinestetik ini diukur dengan menggunakan skala Likert.
 - Kecerdasan Interpersonal adalah kecerdasan untuk membedakan suasana hati, perasaan orang lain sehingga dapat bergaul dengan orang lain secara baik. Kecerdasan Interpersonal ini dicirikan dengan kemampuan bergaul, ngobrol dengan orang lain, dan mempunyai banyak teman. Kecerdasan Interpersonal ini diukur dengan menggunakan skala Likert.
 - Kecerdasan Intrapersonal adalah kecerdasan memahami diri sendiri dan bertindak sesuai dengan pemahaman tersebut. Kecerdasan intrapersonal dicirikan dengan kesukaan merenungkan isi hati, suka memikirkan tujuan hidup, mencoba merenungkan makna hidup dan sebagainya. Kecerdasan Intrapersonal ini diukur dengan menggunakan skala Likert.

- Gaya Belajar

Menurut Bobby De Potter (2009) gaya belajar adalah cara seseorang menyerap informasi dengan mudah melalui indera yang dimiliki dan cara orang mengolah serta mengatur informasi tersebut. Karena masing-masing orang mempunyai kecenderungan berbeda-beda dalam menyerap informasi, maka gaya belajar dibagi menjadi tiga macam yaitu *Visual*, *Auditory*, *Kinetik*. Gaya belajar visual adalah gaya belajar dengan cara

menyerap informasi melalui apa yang dilihat oleh mata. Gaya belajar Auditory adalah gaya belajar dengan cara menyerap informasi melalui apa yang didengar. Gaya belajar kinetik adalah gaya belajar dengan cara menyerap informasi melalui berbagai gerakan fisik. Definisi dalam penelitian ini merujuk pada definisi gaya belajar yang dikemukakan oleh Bobby De Potter di atas. Gaya Belajar diukur dengan alat ukur menggunakan skala Likert yang sudah diperiksa reliabilitas dan validitasnya.

- **Gaya Mengajar**

Gaya mengajar seorang pendidik sangat dipengaruhi dengan kepribadian dan karakter pendidik itu sendiri. Menurut Carl Jung (1927). Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Carl Jung, maka Harvey F, Robert H dan Richard W (1998) mengelompokkan gaya mengajar menjadi empat golongan yaitu:

- Sensing Feeling disebut juga sebagai gaya mengajar people oriented. Pendidik yang mengajar dengan gaya Sensing Feeling mempunyai ciri mengajar dengan aktivitas, sering bercerita di kelas, memberi kesempatan pada siswa untuk menceritakan kesan-kesan atau pengalaman-pengalamannya, menciptakan suasana interaksi di kelas, suka mengobrol dengan siswa dan pendidik dengan gaya ini dapat mengubah apa yang sudah dijadwalkan secara spontan.
- Sensing Thinking disebut gaya mengajar outcome oriented. Pendidik dengan gaya mengajar Sensing Thinking mempunyai ciri mengajar dengan terencana, memberi banyak tugas, disiplin, memberi banyak latihan dan suka mengajarkan teori. Biasanya pendidik dengan gaya ini adalah seorang pekerja keras dan menginginkan anak didiknya juga bekerja keras.
- Intuitive Feeling disebut gaya mengajar intellectually oriented. Pendidik yang mengajar dengan gaya Sensing Feeling biasanya menyukai seni, praktis, membuat suasana kelas sangat flexibel. Ia suka membantu siswa yang mengalami kesulitan dan mendorong siswa untuk maju.
- Intuitive Thinking disebut juga gaya mengajar innovation oriented. Gaya mengajar ini dicirikan dengan pikiran yang logis dan kritis. Pendidik dengan gaya mengajar Intuitive Thinking biasanya suka memberikan pertanyaan kepada siswa yang membuat siswa berpikir, suka meminta siswa menemukan hal yang baru. Pendidik seperti ini biasa jarang absen kecuali ada hal penting yang tidak bisa dihindarinya.

Gaya Mengajar diukur dengan menggunakan skala Likert yang dibuat secara mandiri dan sudah diperiksa validitas dan reliabilitasnya.

- **Analisis Korespondensi**

Analisis Korespondensi adalah suatu teknik analisis multivariat yang digunakan untuk menggambarkan hubungan kategori – kategori dari variabel-variabel yang bertipe kategorik. Hasil dari analisis berupa plot yang menggambarkan proyeksi kategori – kategori dalam variabel.

Analisis korespondensi diawali dengan tabel kontingensi dua arah, yang dibedakan menjadi baris dan kolom. Tabel kontingensi dapat dituliskan kembali sebagai :

		Kolom				Total Baris
		1	2	...	c	
Baris	1	p_{11}	p_{12}	...	p_{1c}	$p_{1.}$
	2	p_{21}	p_{22}	...	p_{2c}	$p_{2.}$
	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
	r	p_{r1}	p_{r2}	...	p_{rc}	$p_{r.}$
Total Kolom		$p_{.1}$	$p_{.2}$	...	$p_{.c}$	1

Sebut:

$$\mathbf{P} = (p_{ij}) = \left(\frac{n_{ij}}{n} \right) = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1c} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2c} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{r1} & p_{r2} & \cdots & p_{rc} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{r} = (p_{1\cdot}, p_{2\cdot}, \dots, p_{r\cdot})^t = \left(\frac{n_{1\cdot}}{n}, \frac{n_{2\cdot}}{n}, \dots, \frac{n_{r\cdot}}{n} \right)^t,$$

$$\mathbf{c}^t = (p_{\cdot 1}, p_{\cdot 2}, \dots, p_{\cdot c}) = \left(\frac{n_{\cdot 1}}{n}, \frac{n_{\cdot 2}}{n}, \dots, \frac{n_{\cdot c}}{n} \right).$$

Profil baris ke i:

$$\mathbf{r}_i^t = \left(\frac{p_{i1}}{p_{i\cdot}}, \frac{p_{i2}}{p_{i\cdot}}, \dots, \frac{p_{ic}}{p_{i\cdot}} \right) = \left(\frac{n_{i1}}{n_{i\cdot}}, \frac{n_{i2}}{n_{i\cdot}}, \dots, \frac{n_{ic}}{n_{i\cdot}} \right).$$

Profil kolom ke j:

$$\mathbf{c}_j = \left(\frac{p_{1j}}{p_{\cdot j}}, \frac{p_{2j}}{p_{\cdot j}}, \dots, \frac{p_{rj}}{p_{\cdot j}} \right)^t = \left(\frac{n_{1j}}{n_{\cdot j}}, \frac{n_{2j}}{n_{\cdot j}}, \dots, \frac{n_{rj}}{n_{\cdot j}} \right)^t.$$

Pandang:

$$\mathbf{D}_r = \text{diag}(\mathbf{r}) = \begin{pmatrix} p_{1\cdot} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_{2\cdot} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{r\cdot} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{D}_c = \text{diag}(\mathbf{c}) = \begin{pmatrix} p_{\cdot 1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & p_{\cdot 2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & p_{\cdot c} \end{pmatrix}.$$

Matrix Profil Baris

$$\mathbf{R} = \mathbf{D}_r^{-1} \mathbf{P} = (\mathbf{r}_1^t, \mathbf{r}_2^t, \dots, \mathbf{r}_r^t)^t,$$

Matrix Profil kolom:

$$\mathbf{C} = \mathbf{P} \mathbf{D}_c^{-1} = (\mathbf{c}_1, \mathbf{c}_2, \dots, \mathbf{c}_c).$$

Sebut matrix jarak $\mathbf{P} - \mathbf{r} \mathbf{c}^t$

Dengan dekomposisi singular umum didapat :

$$\mathbf{P} - \mathbf{r} \mathbf{c}^t = \mathbf{U} \mathbf{D}_\lambda \mathbf{V}^t \quad \text{dengan} \quad \mathbf{U}^t \mathbf{D}_r^{-1} \mathbf{U} = \mathbf{V}^t \mathbf{D}_c^{-1} \mathbf{V} = \mathbf{I}.$$

Jika X adalah koordinat profil baris, maka

$$\mathbf{X} = \mathbf{D}_r^{-1} \mathbf{U} \mathbf{D}_\lambda,$$

Jika Y adalah koordinat profil kolom maka :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{D}_c^{-1} \mathbf{V} \mathbf{D}_\lambda.$$

Jarak dua profil baris adalah:

$$d_{ii}^2 = (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_i)^t \mathbf{D}_c^{-1} (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_i)$$

$$= \sum_{j=1}^c \frac{1}{c_j} \left(\frac{n_{ij}}{r_i} - \frac{n_{ij}}{r_i} \right)^2,$$

Jarak dua profil kolom adalah

$$d_{jj}^2 = (\mathbf{c}_j - \mathbf{c}_j)' \mathbf{D}_r^{-1} (\mathbf{c}_j - \mathbf{c}_j)$$

$$= \sum_{i=1}^r \frac{1}{r_i} \left(\frac{n_{ij}}{c_j} - \frac{n_{.i}}{c_{.i}} \right)^2$$

3. Hasil dan Pembahasan

Dari pengolahan data didapat hasil sebagai berikut:

Statistik Deskriptif secara keseluruhan berkaitan dengan variabel penelitian:

Kecerdasan Majemuk

Linguistik 7.7%, Logika Matematika 19.9%, Musik 12.7%, Spasial 11.6%, Kinestetik 17.1%, Interpersonal 11.0% Intrapersonal 19.9%, Mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo memiliki Kecerdasan Majemuk Logika Matematika dan Intrapersonal

Gaya Belajar

Auditori 49.2%, Visual 11%, Kinetik 39.8%. Mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo memiliki Gaya Belajar Auditori

Gaya Mengajar yang disukai

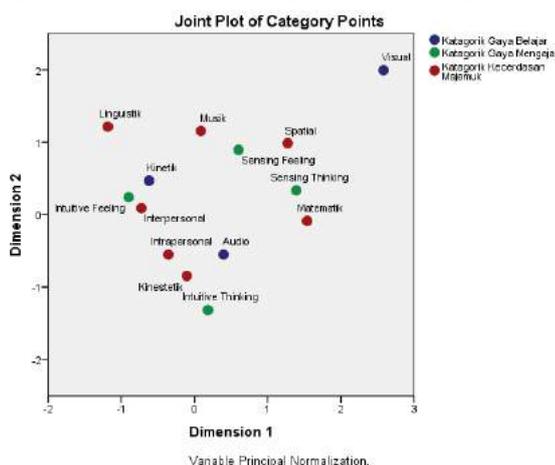
Sensing Feeling 23.8%, Sensing thinking 19.3%, Intuitive Feeling 32.0%, Intuitive Thinking 24.9%. Mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus menyukai Gaya Mengajar Intuitive Feeling (innovative teaching)

Selanjutnya akan dilihat pola hubungan komponen Kecerdasan Majemuk, Gaya Belajar dan Gaya Mengajar yang disukai oleh siswa secara terpisah. Metode yang dipakai adalah metode Analisis Korespondensi Ganda.

Kelas Tujuh:

Mayoritas siswa kelas 7 memiliki Kecerdasan Majemuk Kinestetik

Dengan Analisis Korespondensi Ganda didapat hasil sebagai berikut:

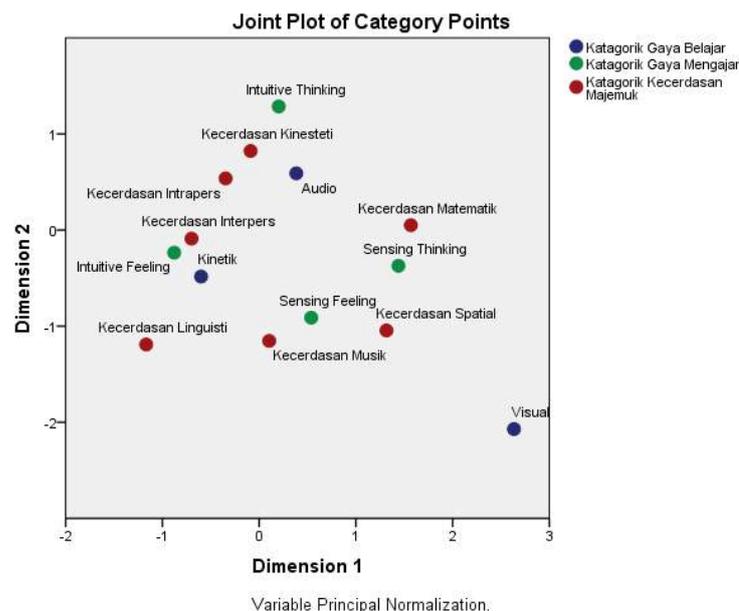


Dari hasil di atas terlihat bahwa terdapat kedekatan hubungan yang kuat antara Kecerdasan Kinestetik, Gaya belajar Auditori dan Gaya Mengajar yang disukai adalah Intuitive Thinking (innovative oriented). Hubungan ini dapat dijelaskan bahwa siswa yang mempunyai kecerdasan Kinestetik (mayoritas dari siswa kelas 7), mempunyai gaya belajar Auditori. Berarti ia dapat dengan cepat menyerap informasi dari pelajaran yang disampaikan dengan menggunakan bahasa atau cerita atau diskusi verbal. Siswa seperti ini biasanya dengan cepat dapat menghafal. Gaya mengajar yang disukai adalah gaya mengajar innovative oriented yaitu gaya mengajar yang menimbulkan semangat untuk menemukan hal yang baru. Selain itu, untuk siswa kelas 7, terdapat hubungan yang kuat antara antara Kecerdasan Interpersonal, Gaya Belajar Kinetik dan Gaya Mengajar Intuitive Feeling. Hubungan ini dapat dijelaskan bahwa siswa yang

demikian di saat mereka mempelajari hal yang lain mereka juga sudah terbiasa dengan gaya visual dibandingkan gaya Auditori. Siswa pecinta musik, terlatih untuk bekerja dengan disiplin sehingga mereka menyukai gaya mengajar outcome oriented yaitu dengan memberikan banyak latihan, banyak tugas dan disertai dengan kedisiplinan yang tinggi. Untuk siswa kelas 8 dengan kecerdasan Kinestetik sangat cocok diajar dengan gaya people oriented. Guru yang ramah dan suka bergaul sangat cocok untuk mengajar siswa kelas 8 dengan kecerdasan kinestetik. Kecerdasan yang lainnya dapat diajar dengan gaya apa saja karena tidak ada keterkaitan antara kecerdasan, gaya belajar dan gaya mengajar.

Kelas Sembilan

Mayoritas siswa kelas 9 memiliki Kecerdasan Intrapersonal Dengan Analisis Korespondensi Ganda didapat hasil sebagai berikut



Mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo kelas 9 memiliki kecerdasan Intrapersonal yang dicirikan dengan kemampuan merenungkan arti hidup secara mandiri, memikirkan suatu hal dengan saksama dan sebagainya. Siswa dengan kecerdasan Intrapersonal ini mempunyai gaya belajar Auditori. Berarti siswa ini lebih cepat menangkap informasi dengan bahasa verbal, diskusi lisan dibandingkan dengan membaca tulisan, kecuali jika tulisan itu dibaca dengan suara keras. Gaya mengajar yang disukai adalah gaya mengajar yang innovative oriented yaitu gaya mengajar yang menimbulkan semangat untuk menemukan hal yang baru. Sayangnya hubungan di atas tidak begitu kuat. Hubungan yang paling kuat yaitu hubungan antara Kecerdasan Interpersonal, Gaya belajar Kinestetik dan Gaya Mengajar yang Intuitive Feeling. Hubungan ini dapat dijelaskan bahwa siswa yang mempunyai kecerdasan Interpersonal, suka bergaul, mempunyai gaya belajar kinestetik. Berarti ia dapat dengan cepat menyerap informasi dari pelajaran yang disampaikan dengan menggunakan gerakan tubuh. Gaya mengajar yang disukai adalah gaya mengajar intellectually dengan suasana kelas yang flexible, praktis dan tidak terlalu teoritis. Hanya 16.4% siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo kelas 9 yang memiliki kecerdasan ini, Kecerdasan yang lainnya dapat diajar dengan gaya apa saja karena tidak ada keterkaitan antara kecerdasan, gaya belajar dan gaya mengajar.

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan, mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo memiliki Kecerdasan Majemuk Logika Matematika dan Intrapersonal.
2. Secara keseluruhan mayoritas siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo menyukai Gaya Belajar Auditori dan Gaya Mengajar Intuitive Feeling (innovative oriented)
3. Terdapat perbedaan Kecerdasan Majemuk dari siswa SMP Kristen Kalam Kudus Solo kelas 7, kelas 8 dan kelas 9. Kelas 7 mayoritas memiliki kecerdasan Kinestetik, Kelas 8 mayoritas memiliki kecerdasan Logika Matematika dan kelas 9 mayoritas memiliki kecerdasan Intrapersonal.
4. Mayoritas siswa kelas 7, kelas 8 dan kelas 9 memiliki gaya belajar auditori dan menyukai gaya mengajar Intuitive Thinking (innovative oriented). Jadi guru yang mengajar perlu dihimbau untuk mengajak siswa berpikir logis, sering bertanya dan mendorong siswa mencari hal-hal yang baru. Palajaran lebih baik diberikan dengan penjelasan dan diskusi verbal daripada dengan banyak mencatat.
5. Khusus untuk kelas 8, cukup banyak siswa yang mempunyai kecerdasan musik. Mereka memiliki gaya belajar visual dan gaya mengajar Sensing Thingking (outcome oriented). Maka untuk kelas 8, perlu gabungan pengajaran oleh guru yang logis, suka bertanya, disiplin, banyak memberi tugas dan mengajar baik dengan alat peraga maupun dengan diskusi verbal. Dengan demikian mayoritas siswa mendapatkan pelayanan pengajaran sesuai dengan porsinya
6. Dalam menentukan pengajar, perlu dilihat juga kaitan mata pelajaran dengan kecerdasan majemuk siswa yang akan menyukainya. Hal ini akan diteliti lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- [1] Bobby, DP. (2009). *Quantum Teaching*
- [2] Harvey, FS, Robert H, Richard WS. (1998). *Teaching Inventory a self-diagnostics tool to identify one's teaching style profile*. SS&A Inc
- [3] Rencher, A. C. (2012). *Methods of Multivariate Analysis*. Canada: Jhon Wiley & Sons.
- [4] Riana S. (2009). *Efektifitas Metode Kerja Proyek untuk Hasil Belajar Pokok Bahasan Statistika pada Siswa SMP di Surakarta*, Thesis dari Riana Setiadi
- [5] Rianti S. (2014). *Kajian Hubungan Kecerdasan Majemuk dan IPK Mahasiswa Matematika UI*
- [6] Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*. United States of America: Jhon Wiley & Sons.
- [7] Thomas A. (1994). *Multiple Intelligences in the Classroom*, Alexandria
- [8] Usman, H., & Sobari, N. (2013). *Aplikasi Teknik Multivariat: Untuk Riset Pemasaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [9] http://people.usd.edu/bw_james/tut/learning_style
- [10] www.edcc.edu/trio/documents/LearningStyleInventory.pdf

KORELASI ANTARA NILAI STATISTIKA MATEMATIKA I DENGAN STATISTIKA MATEMATIKA II MAHASISWA JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA IAIN STS JAMBI

Rini Warti¹, Ali Murtadlo², Rizalamsah³

¹Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi
e-mail : rini_warti@yahoo.co.id

²[Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi](#)
e-mail : orizasativamuslimawati@yahoo.co.id

³Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi
e-mail : ricalamsah@gmail.com

Abstract. Students' achievement on Mathematical Statistics I and II were considered low. The average score of Mathematical Statistics I was 44,55; the lowest was 25 and the highest was 91. As for Mathematical Statistics II, the average score was 52,07; the lowest was 25 and the highest was 100. Several aspects were probably causing that fact such as the amount of material to study, the weight of each credit semester, and also the complexing of the material itself. The goal of this research was to look for the correlation between students' achievement on Mathematical Statistics I and II at Mathematics Education Department of Jambi Islamic Institute. The research data was obtained from the documentation students of batch 2013 who took Mathematical Statistics I and II. The correlation of students' achievement on both subjects was analyzed through contingency coefficient. The result showed that the correlation score was 0,74 (considered as strong).

Keywords: *correlation, Mathematical Statistics, contingency coefficient*

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu upaya untuk mencerdaskan kehidupan bangsa diberbagai aspek kehidupan manusia. Pendidikan juga memegang peranan penting dalam upaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Untuk itu, peningkatan mutu pendidikan harus dimulai dari pendidikan dasar hingga sampai ke pendidikan tinggi. Hal ini bertujuan untuk menciptakan manusia yang berkompoten, hingga mampu menghadapi setiap perubahan dan permasalahan yang terus berkembang. Paparan di atas sesuai dengan definisi pendidikan yang diatur dalam UU RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang menjelaskan bahwa: Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara [1].

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan mengembangkan program pendidikan yang berfokus pada pada kemampuan berpikir. Pengembangan kemampuan tersebut antara lain dapat dilakukan melalui matematika yang secara substansial dapat mendorong pengembangan kemampuan berpikir mahasiswa. Karena konsep-konsep matematika tersusun secara hierarkis, terstruktur, logis, dan sistematis mulai dari konsep yang paling sederhana sampai pada konsep yang paling kompleks sehingga memerlukan kemampuan berpikir matematis yang baik untuk mengatasinya.

Untuk tingkat perguruan tinggi, materi matematika semakin sulit untuk dipelajari. Pembelajaran matematika sering dinilai negatif oleh mahasiswa dan mereka memiliki kesulitan yang cukup besar terhadap beberapa proses matematika, seperti penalaran,

pemecahan masalah yang tidak rutin, dan membuktikan. Perubahan dari berpikir elementer ke berpikir matematis tingkat lanjut melibatkan suatu transisi yang signifikan, yaitu dari mendeskripsikan ke mendefinisikan, dari meyakinkan ke membuktikan berdasarkan kepada suatu defenisi.

Masalah klasik yang selalu dihadapi dan terus diupayakan pemecahannya dalam pembelajaran matematika adalah rendahnya prestasi belajar matematika. Hanya sebagian kecil mahasiswa saja yang berhasil mencapai prestasi belajar yang memuaskan, selebihnya mahasiswa memiliki prestasi belajar yang masih jauh dari harapan. Hal ini terlihat pada mata kuliah Statistika Matematika yang ada di Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN STS Jambi. Sampai saat ini, mata kuliah ini masih menjadi salah satu mata kuliah yang dianggap sulit oleh sebagian besar mahasiswa. Selain bobot SKS yang besar, mata kuliah ini juga harus ditempuh selama dua semester yang terbagi dalam mata kuliah Statistika Matematika I (semester empat) dan Statistika Matematika II (semester lima). Muatan materi yang padat dan sulitnya materi turut mendukung rendahnya perolehan nilai mahasiswa. Akibatnya, perolehan nilai mahasiswa pada Statistika Matematika I sering menjadi acuan mahasiswa untuk perolehan nilai pada Statistika Matematika II.

Kenyataannya, mahasiswa yang memperoleh nilai tinggi pada mata kuliah Statistika Matematika I belum tentu akan memperoleh nilai tinggi pada Statistika Matematika II. Sebaliknya, mahasiswa yang memperoleh nilai rendah pada Statistika Matematika I belum tentu akan memperoleh nilai rendah pada Statistika Matematika II. Untuk itu, peneliti tertarik melakukan penelitian untuk melihat korelasi antara nilai Statistika Matematika I dengan Statistika Matematika II di Jurusan Pendidikan Matematika IAIN STS Jambi dengan menggunakan teknik korelasi koefisien kontingensi.

Teknik korelasi koefisien kontingensi adalah salah satu teknik analisis korelasional bivariat yang dua buah variabel yang dikorelasikan adalah berbentuk kategori atau merupakan gejala ordinal. Kuat-lemah, tinggi-rendah, atau besar-kecilnya korelasi antar dua variabel yang sedang diselidiki korelasinya dapat diketahui dari besar-kecilnya angka Indeks korelasi yang disebut *coefficient contingency* [2].

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *ex-post facto* karena variabel-variabel bebas dalam penelitian ini telah terjadi ketika peneliti mulai dengan pengamatan variabel terikat dalam suatu penelitian [3]. Penelitian *ex-post facto* yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian korelasi. Penelitian korelasi adalah suatu penelitian yang melibatkan tindakan pengumpulan data guna menentukan, apakah ada hubungan dan tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih. Tujuan dalam penelitian korelasi adalah untuk menemukan ada tidaknya hubungan dan apabila ada, berapa eratnya serta berarti atau tidak hubungan itu [4].

Populasi dalam penelitian ini adalah semua mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika angkatan 2013 di Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi dengan populasi sebanyak 117 orang mahasiswa. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah populasi yang ada dalam penelitian ini. Dengan kata lain, sampel yang digunakan diambil dengan teknik total sampling. Sedangkan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi nilai UAS mata kuliah Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika angkatan 2013 yang belum diolah yang diperoleh langsung dari dosen pengampu.

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui korelasi nilai mata kuliah Statistika Matematika I dengan Statistika Matematika II mahasiswa angkatan 2013 Jurusan Pendidikan Matematika di Fakultas Ilmu

Tarbiyah dan Keguruan IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, dibuat statistik deskriptif terlebih dahulu seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Nilai Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika IAIN STS Jambi

Statistika Matematika I		Statistika Matematika II	
Nilai terendah	25	Nilai terendah	25
Nilai tertinggi	91	Nilai tertinggi	100
Range	66	Range	75
Rataan	44,57	Rataan	52,07
Median	39	Median	48
Standar Deviasi	15,16	Standar Deviasi	20,04

Dari Tabel 1 terlihat bahwa secara deskriptif nilai Statistika Matematika I lebih rendah dibandingkan dengan nilai Statistika Matematika II. Terlihat bahwa perolehan nilai tertinggi pada Statistika Matematika I hanya 91 lebih rendah dibandingkan dengan perolehan nilai tertinggi pada Statistika Matematika II. Hal yang sama juga terlihat dari nilai rata-rata Statistika Matematika I sebesar 44,57 lebih rendah dibanding dengan nilai rata-rata pada Statistika Matematika II sebesar 52,07. Untuk sebaran nilai perolehan terlihat bahwa nilai Statistika Matematika I keragamannya lebih baik dibandingkan dengan nilai Statistika Matematika II.

Sebelum menghitung korelasi nilai Statistika Matematika I dengan Statistika Matematika II, maka nilai tersebut dikelompokkan kedalam tiga rangking yaitu rangking atas (nilai mahasiswa yang tergolong tinggi), rangking tengah (nilai mahasiswa yang tergolong sedang) dan rangking bawah (nilai mahasiswa yang tergolong rendah) dengan menggunakan patokan seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokkan Nilai Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II kedalam Tiga Rangking

Statistika Matematika I		Statistika Matematika II	
Tinggi	59,71	Tinggi	72,10
Sedang	29,39 - 59,70	Sedang	32,04 - 72,09
Rendah	29,38	Rendah	32,03

Dari Tabel 2 terlihat bahwa masing-masing nilai perolehan mahasiswa pada mata kuliah Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II sudah dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah. Selanjutnya nilai-nilai perolehan mahasiswa tersebut dihitung sesuai dengan kategori, seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Kontingensi antara Nilai Statistika Matematika I dengan Statistika Matematika II

Statmat I \ Statmat II	Statmat II			Jumlah
	Tinggi	Sedang	Rendah	
Tinggi	10	7	2	19
Sedang	10	56	17	83
Rendah	1	7	7	15
Jumlah	21	70	26	117

Dari Tabel 3 terlihat bahwa hampir sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai pada kategori sedang yaitu 83 orang atau 70,94% untuk Statistika Matematika I dan 70 orang atau 59,83% untuk Statistika Matematika II. Ada 7 orang atau 5,98% mahasiswa yang mendapat nilai pada kategori rendah untuk kedua mata kuliah (Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II) dan sekitar 10 orang atau 8,55% mahasiswa yang mendapat nilai pada kategori tinggi untuk kedua mata kuliah (Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II). Terlihat bahwa sekitar 56 orang atau 47,86% mahasiswa yang mendapat nilai pada kategori sedang untuk mata kuliah Statistika Matematika I dan Statistika Matematika II.

Selanjutnya, dari Tabel 3 diperoleh nilai Kai Kuadrat () yang setelah disubstitusikan ke rumus koefisien kontingensi diperoleh nilai (korelasi kuat atau tinggi) dan nilai . Dengan df sebesar 115, diperoleh harga pada taraf signifikan 5% = 0,174 sedangkan pada taraf signifikan 1% = 0,228. Dengan demikian nilai lebih besar dari baik pada taraf signifikan 5% maupun 1%. Dengan ini maka hipotesis nol ditolak, berarti ada korelasi positif yang signifikan antara nilai Statistika Matematika I dengan nilai Statistika Matematika II, makin besar nilai Statistika Matematika I diikuti dengan semakin besarnya nilai Statistika Matematika II.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa terdapat korelasi positif yang kuat dan signifikan antara nilai Statistika Matematika I dengan nilai Statistika Matematika II mahasiswa angkatan 2013 Jurusan Pendidikan Matematika di Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2012). UU RI No 12 Tahun 2012. Sistem Pendidikan di Indonesia.
- [2] Anas Sudijono. (2012). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [3] Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- [4] Suharsimi Arikunto. (2002). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI IPK LULUSAN JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA IAIN STS JAMBI

Rini Warti¹, Ali Murtadlo², Wahyudi Amnur³

¹Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi
e-mail : rini_warti@yahoo.co.id

²[Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi](#)
e-mail : orizasativamuslimawati@yahoo.co.id

³Jurusan Pendidikan Matematika, FITK, IAIN STS Jambi
e-mail : [wahyudiamnur@yahoo.co.id](#)

Abstract. Students' GPA are influenced by internal and external factors. This research aims at revealing which factors affecting the graduate' GPA of Mathematics Education of Jambi Islamic Institute. The data was obtained from the document of the Mathematics Education Department consisting of 57 students who graduated in December 2015. The parameters used in this research was qualitative variables. Qualitative variables transformed into quantitative use dummy variables and subsequently analyzed by dummy regression. The result uncovered two significant factors which affected the graduates' GPA, namely gender and major in high school. Further analysis was done by calculating the odds ratio to compare the possibility of two group of students (based on the categorization of dummy variables) in the attainment of GPA. The analysis revealed that male students had a 8,33 higher chance than female students to obtain GPA of less than 3,33. Also, students who were in science class had 0,29 higher chance than students who were from non-science classes to earn GPA of less than 3,33

Keywords: GPA, odds ratio, dummy regresi

1. Pendahuluan

Keberhasilan pendidikan tinggi merupakan modal yang penting dalam mewujudkan keberhasilan tujuan nasional bidang pendidikan, yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat keberhasilan pendidikan tinggi di Indonesia. Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran keberhasilan mahasiswa dalam studi, yaitu berdasarkan nilai Indeks Prestasi Akademik (IPK) dan masa studi [3].

Indeks Prestasi (IP) adalah nilai kredit rata-rata yang merupakan satuan nilai akhir yang menggambarkan nilai proses belajar tiap semester atau dapat diartikan juga sebagai besaran atau angka yang menyatakan prestasi keberhasilan dalam proses belajar mahasiswa pada satu semester, sedangkan IPK (Indeks prestasi kumulatif) merupakan angka yang menunjukkan prestasi atau kemajuan belajar mahasiswa secara kumulatif mulai dari semester pertama sampai dengan semester paling akhir yang telah ditempuh. Mahasiswa yang memperoleh IPK tinggi mengindikasikan bahwa mahasiswa tersebut mampu mengikuti kuliah dengan baik dan sebaliknya semakin IPK yang diperoleh menunjukkan bahwa mahasiswa tersebut tidak mampu mengikuti kuliah dengan baik.

Adapun predikat kelulusan program sarjana dalam PUPP IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi yaitu (1) IPK 2,00-2,75 dengan predikat memuaskan; (2) IPK 2,75-3,50 dengan predikat sangat memuaskan; (3) IPK 3,51-4,00 dengan predikat dengan pujian (*cum laude*). Penetapan predikat kelulusan dengan pujian (*cum laude*) ini dilakukan dengan memperhatikan masa studi maksimum, yaitu masa studi minimum ditambah satu tahun.

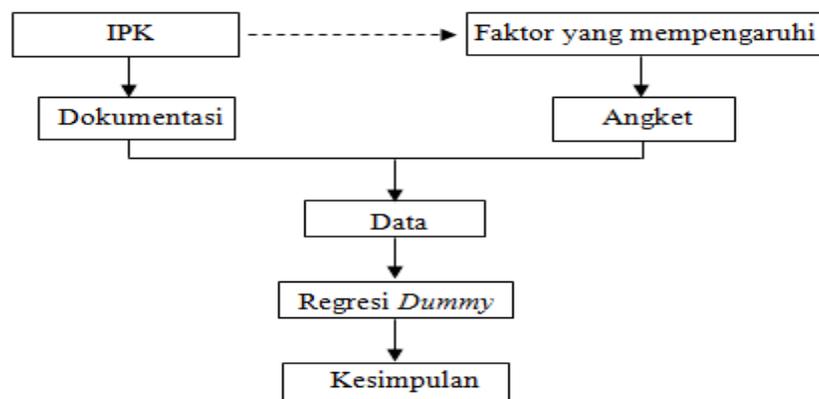
Dalam menjaring calon mahasiswa, IAIN STS Jambi menyeleksi calon mahasiswa dalam tiga jalur yaitu Penelusuran Minat dan Bakat (PMB), Seleksi Masuk Bersama Perguruan Tinggi Agama Islam (SMB-PTAI) dan jalur reguler. Pada proses penyelenggaraan ujian masuk ini, sebenarnya banyak informasi yang dapat digunakan untuk memprediksi IPK mahasiswa. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPK mahasiswa. Safitri Daruyani [4], Farida Nursjanti [2] menyimpulkan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi IPK mahasiswa, antara lain nilai ujian masuk perguruan tinggi, nilai akademik pada tingkat pendidikan sebelumnya, gender, tipe sekolah (negeri/swasta).

Berdasarkan informasi diatas, maka penelitian ini akan difokuskan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPK mahasiswa Jurusan Pendidikan Mahasiswa jika dilihat dari jenis kelamin, asal sekolah menengah, status sekolah menengah, jurusan ketika berada di sekolah menengah, dan jalur masuk IAIN STS Jambi. Beberapa variabel penjelas yang berbentuk data kualitatif akan dikuantitatifkan dengan menggunakan variabel *dummy* (boneka) untuk selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan regresi *dummy* [2].

2. Metode

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPK lulusan Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN STS Jambi dengan kerangka penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Subyek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN STS Jambi dengan fokus kajiannya adalah mengenai deskripsi faktor-faktor yang mempengaruhi IPK lulusan. Sampel dalam penelitian ini adalah 57 orang alumni Jurusan Pendidikan Mahasiswa yang mengikuti Yudisium periode Desember 2015.

2.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi angket *exit study* yang dilakukan Jurusan Pendidikan Matematika setiap periode pelaksanaan Yudisium tingkat Fakultas. Dari beberapa item yang terdapat didalam angket, peneliti mengambil 8 item yang akan dikaji dalam penelitian ini yang diasumsikan merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi IPK lulusan Jurusan Pendidikan Matematika. Faktor-faktor tersebut berupa

jenis kelamin, asal sekolah menengah, status sekolah, jurusan ketika berada di sekolah menengah, jalur masuk IAIN STS Jambi, pekerjaan ayah, tempat tinggal dan status pekerjaan.

2.4 Teknis Analisis Data

Pengolahan data secara statistik deskripsi dilanjutkan dengan analisis data menggunakan Regresi *Dummy* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Mengubah variabel kualitatif menjadi variabel kuantitatif dengan menggunakan kode 0 dan 1
- Membuat model dugaan awal lama masa studi berdasarkan variabel respon dan variabel penjelas yang digunakan
- Melakukan penyeleksian variabel untuk memperoleh model lama masa studi terbaik dengan melakukan pengujian secara simultan dengan uji-F dan pengujian secara parsial dengan uji-t
- Melakukan penghitungan nilai *odds ratio* terhadap variabel yang terseleksi untuk melihat perbandingannya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Data

Sampel dalam penelitian ini adalah 57 mahasiswa jurusan pendidikan matematika yang mengikuti yudisium pada periode desember 2015. Sampel dipilih dengan teknik total sampling. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer angket *exit study* yang diberikan kepada para alumni ketika mengikuti kegiatan yudisium fakultas yang menjadi sampel penelitian. IPK merupakan variabel respon yang berbentuk kuantitatif sedangkan delapan pertanyaan dalam angket merupakan variabel penjelas yang berbentuk variabel kualitatif.

3.2 Hasil Analisis Regresi *Dummy*

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPK lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi dilakukan analisis lanjut dengan menggunakan regresi *dummy*. Hasil pengujian secara simultan terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisis Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Nilai F	Pr > F
Model	8	0,468	0,058	3,20	0,005433893*
Galat	48	0,877	0,018		
Total	56	1,344			

Keterangan : *signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Tabel 1 menunjukkan nilai F yang signifikan, akibatnya hipotesis nol ditolak, artinya bahwa minimal ada satu faktor yang mempengaruhi IPK lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi. Selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial untuk mengetahui variabel yang signifikan dalam model. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Parsial

Variabel	Parameter dugaan	Galat baku	Nilai t	Pr > F
Intercept	3,24	0,06	53,12	$2,65 \times 10^{-44}$
Jenis Kelamin	0,14	0,05	3,04	0,004*
Asal sekolah	0,05	0,04	1,22	0,23
Status sekolah	-0,02	0,05	-0,36	0,72
Jurusan di sekolah	-0,11	0,04	-2,58	0,01*
Jalur masuk IAIN	-0,04	0,07	-0,65	0,52
Pekerjaan ayah	-0,02	0,05	-0,41	0,68
Bekerja	0,06	0,05	1,19	0,24
Domisili	-0,08	0,05	-1,69	0,09

Keterangan : *signifikan pada taraf $\alpha = 0,05$

Hasil uji parsial menunjukkan bahwa variabel Jenis Kelamin dan Jurusan di Sekolah Menengah yang signifikan, artinya hanya kedua variabel ini yang merupakan faktor yang paling besar pengaruhnya terhadap IPK lulusan mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi. Model IPK lulusan mahasiswa yang terbentuk adalah:

$$IPK \text{ lulusan} = 3,24 + 0,14 JK - 0,11 \text{ jurusan sekolah menengah} + \varepsilon$$

Dapat disimpulkan bahwa yang mempengaruhi IPK lulusan mahasiswa adalah jenis kelamin dan jurusan di sekolah menengah. Untuk mengikuti proses perkuliahan di jurusan pendidikan matematika (sebagai salah satu jurusan yang membutuhkan kemampuan eksak), idealnya calon mahasiswanya harus mempunyai tingkat kerajinan dan ketekunan dalam berhitung. Karena tingkat hormonal perempuan itu lebih tinggi ketimbang laki-laki hal itu akan mempengaruhi *mood* tidak mengherankan kalau perempuan akan lebih diunggulkan ketimbang laki-laki di Jurusan Pendidikan Matematika IAIN STS Jambi.

Kesukaan terhadap matematika saja dianggap belum bisa menjadi patokan untuk masuk ke Jurusan Pendidikan Matematika, mengingat materi yang akan didapatkan merupakan kelanjutan dari materi-materi yang seharusnya sudah didapatkan calon mahasiswa sejak berada di bangku sekolah menengah atas. Dibangku sekolah menengah atas meraka yang masuk dalam jurusan IPA mempelajari materi matematika lebih khusus ketimbang jurusan non IPA.

3.3 Hasil Analisis Terhadap Faktor-faktor yang Signifikan Mempengaruhi IPK Lulusan

3.3.1 Faktor Jenis Kelamin

Variabel IPK yang diperoleh melalui angket dibagi menjadi dua kategori yaitu skor IPK < 3,33 dan skor IPK $\geq 3,33$. Sedangkan variabel jenis kelamin dibagi menjadi dua kategori yaitu laki-laki dan perempuan. Hasil analisis nilai IPK terhadap jenis kelamin alumni dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Kontingensi untuk Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	IPK Alumni		Total
	IPK < 3,33	IPK ≥ 3,33	
Laki-laki	12	2	14
Perempuan	18	25	43
Total	30	27	57

Dari Tabel 3 diketahui bahwa sampel didominasi oleh mahasiswa perempuan (mahasiswi) dan sebanyak 30 orang atau 52,63% alumni memperoleh IPK < 3,33 artinya mahasiswa laki-laki dan mahasiswa perempuan lebih banyak yang memperoleh IPK < 3,33. Dari data diperoleh nilai *odds ratio* sebesar 8,33 artinya mahasiswa laki-laki memiliki peluang sebesar 8,33 kali lipat untuk memperoleh IPK < 3,33 dibandingkan dengan mahasiswa perempuan. Dengan nilai *odds ratio* yang cukup besar dapat disimpulkan bahwa mahasiswa laki-laki memiliki kemungkinan lebih besar untuk memperoleh IPK dibawah 3,33.

3.3.2 Faktor Jurusan di Sekolah Menengah

Variabel jurusan di sekolah menengah yang diperoleh melalui angket dibagi menjadi dua kategori yaitu IPA dan non IPA. Hasil analisis jurusan di sekolah menengah terhadap IPK alumni dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Kontingensi untuk Jurusan di Sekolah Menengah

Jurusan di Sekolah Menengah	IPK Alumni		Total
	IPK < 3,33	IPK ≥ 3,33	
IPA	9	16	25
Non IPA	21	11	32
Total	30	27	57

Dari Tabel 4 diketahui bahwa sampel didominasi oleh mahasiswa yang berasal dari jurusan non IPA dan sebanyak 30 orang atau 52,63% mahasiswa memperoleh IPK < 3,33 artinya mahasiswa yang berasal dari jurusan IPA dan non IPA lebih banyak yang memperoleh IPK < 3,33. Dari data diperoleh nilai *odds ratio* sebesar 0,29 artinya mahasiswa yang berasal dari jurusan IPA ketika berada di Sekolah Menengah memiliki peluang sebesar 0,29 kali lipat untuk memperoleh IPK < 3,33 dibandingkan dengan mahasiswa yang berasal dari jurusan non IPA. Dengan nilai *odds ratio* yang relatif kecil dapat disimpulkan bahwa mahasiswa yang berasal dari jurusan IPA di sekolah menengah mempunyai peluang yang cukup kecil untuk memperoleh IPK < 3,33.

4. Kesimpulan

Hasil analisis dengan regresi *dummy* terdapat 8 variabel yang merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi IPK mahasiswa hasilnya diperoleh ada 2 variabel yang signifikan berpengaruh terhadap IPK mahasiswa jurusan pendidikan matematika yaitu dilihat dari jenis kelamin dan jurusan asal sekolah menengah atas. Hasil analisis menunjukkan bahwa mahasiswa laki-laki berpeluang 8,33 kali dari mahasiswa perempuan untuk memperoleh IPK kurang dari 3,33 dan alumni yang berasal dari Jurusan IPA berpeluang 0,29 kali dari alumni yang berasal dari Jurusan non IPA untuk memperoleh IPK kurang dari 3,33.

Hasil analisis dengan regresi *dummy* terhadap 8 variabel yang diduga merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi IPK lulusan diperoleh 2 variabel yang signifikan berpengaruh terhadap IPK lulusan Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan IAIN STS Jambi yaitu jenis kelamin dan jurusan ketika berada di Sekolah Menengah. Hasil analisis menunjukkan nilai $R^2 = 0,3478$ yang artinya bahwa IPK alumni hanya dipengaruhi sebesar 34,78% oleh kedua variabel sedangkan sisanya 65,22% dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak terungkap melalui angket yang peneliti sebarakan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Farida Nursjanti, Lasmanah. (2010). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Indeks Prestasi Kumulatif Mahasiswa Tahun Pertama Universitas Widyatama*, Bandung, Laporan Penelitian Fakultas Bisnis dan manajemen Universitas Widyatama
- [2] Norman Draper dan Harry Smith. (1992). *Analisis Regresi Terapan*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama
- [3] Ratnasari, V. (2012). *Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Model Probit Bivariat*, Surabaya, Disertasi Jurusan Statistika FMIPA ITS
- [4] Safitri Daruyani, Yuciana Wilandari, Hasbi Yasin. (2013). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Indeks Prestasi Mahasiswa FSM Universitas Diponegoro Semester Pertama dengan Metode Regresi Logistik Biner*, Semarang, Prosiding Seminar Nasional Statistika Universitas Diponegoro

PENGARUH PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN INQUIRY TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH DITINJAU BERDASARKAN KEMANDIRIAN BELAJAR MAHASISWA JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA UIN SUSKA RIAU

Risnawati¹ dan Ramon Muhandaz²

Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Suska Riau

Email: [1rwati04@gmail.com](mailto:rwati04@gmail.com) dan [2ramonmuhan2@gmail.com](mailto:ramonmuhan2@gmail.com)

Abstract. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan strategi pembelajaran inquiry terhadap kemampuan pemecahan masalah ditinjau juga dari kemandirian belajar mahasiswa jurusan pendidikan matematika UIN Suska Riau. Jenis Penelitian ini adalah kuasi eksperimen. Teknik yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah *random sampling*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis tes dan non tes. Tes digunakan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah setelah diterapkan perlakuan. Sedangkan Non tes berupa angket digunakan untuk mengetahui kemandirian belajar mahasiswa yang dikelompokkan menjadi kelompok tinggi, sedang, dan rendah sebelum diterapkan perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa secara keseluruhan kemampuan pemecahan masalah yang diajar dengan pembelajaran inquiry lebih baik daripada yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Sedangkan yang ditinjau dari kemandirian belajar kelompok tinggi, sedang, dan rendah kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa tidak ada berpengaruh signifikan pembelajaran yang diajarkan dengan pembelajaran inquiry terhadap pembelajaran konvensional.

Keywords: Strategi inquiry, Kemandirian Belajar, Kemampuan Pemecahan Masalah.

1. Pendahuluan

Tujuan dari pendidikan mulai dari pendidikan dasar sampai pendidikan tinggi salah satunya adalah mengembangkan kemampuan dan membentuk sikap. Maka oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah matematika mahasiswa yang diajar dengan strategi inquiry dan pembelajaran konvensional, karena pemecahan masalah merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Hal ini sejalan dengan NCTM (2000) yang menyatakan bahwa pemecahan masalah bukanlah sekedar tujuan dari belajar matematik tetapi juga merupakan alat utama untuk melakukan atau bekerja dalam matematika.

Kemampuan memecahkan masalah juga sangat penting dimiliki oleh mahasiswa karena akan berdampak baik dalam kehidupan mereka menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan matematika pada kehidupan sehari-hari serta bisa bertindak cepat dan tepat dalam mengambil keputusan. Selanjutnya Polya (Ramon, 2015) mengemukakan bahwa dalam pemecahan masalah hendaknya kita harus mencobadan terus mencoba untuk menemukan solusi. Pemecahan masalah dapat dipertimbangkan sebagai suatu proses penyampaian tujuan pengetahuan baru atau situasi yang *unfamiliar* untuk meningkatkan pengetahuan. Pentingnya kemampuan pemecahan masalah yang telah dikemukakan tersebut seharusnya membuat mahasiswa termotivasi untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam penyelesaian masalah matematika.

Peneliti yang juga sebagai dosen pendidikan matematika menyadari bahwa masih banyak mahasiswa di dalam mengerjakan soal-soal yang berbeda dengan contoh yang diberikan dosen keliru dalam penyelesaiannya. Hal ini disebabkan evaluasi yang dilakukan mungkin

masih membiasakan soal-soal kognitif tingkat rendah, sehingga apabila diberikan soal yang non rutin atau soal pemecahan masalah mereka tidak dapat menyelesaikannya dengan baik.

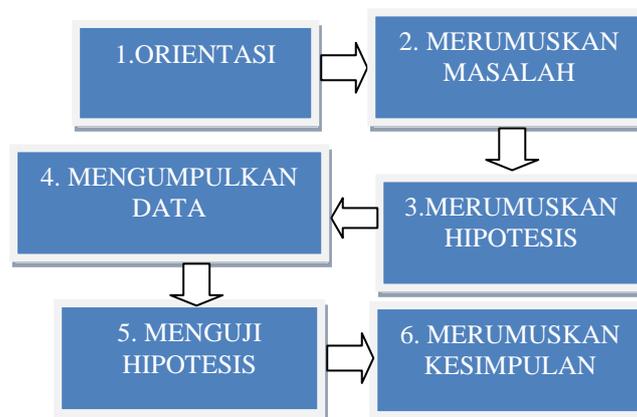
Penyebab lainnya adalah strategi yang digunakan kebanyakan menunggu dari materi dari dosennya sehingga mahasiswa tidak terbiasa untuk menemukan sendiri konsep yang ada pada materi tersebut. Proses pembelajaran diawali dengan dosen memberikan penjelasan tentang materi yang akan dipelajari, dilanjutkan dengan memberikan contoh soal dan memberikan latihan soal kepada mahasiswa. Lalu mahasiswa mengerjakan latihan soal tersebut dan mendiskusikan hasil jawabannya.

Kelemahan dari proses pembelajaran seperti itu adalah mahasiswa cenderung menyelesaikan masalah matematika dengan meniru cara penyelesaian yang telah diberikan oleh dosen. Selain itu, dengan proses seperti itu pengetahuan yang dibentuk hanya bersifat meniti, hafalan dengan dosen sebagai sumber utama pembelajaran.

Salah satu usaha yang mesti dilakukan dosen adalah memberikan kesempatan yang seluas-luasnya kepada mahasiswa untuk menemukan sendiri konsep dari materi yang akan mereka pelajari dan memecahkan masalah yang ada pada materi tersebut. Maka proses pembelajaran yang mendukung hal tersebut salah satunya adalah strategi pembelajaran inkuiri.

Strategi pembelajaran inkuiri adalah kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki sesuatu (benda, manusia, atau peristiwa) secara sistematis, kritis, logis, analitis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.

Selain itu, prosedur dalam pembelajaran inkuiri sangat berkaitan dengan prosedur pemecahan masalah. Wina Sanjaya (2006) merumuskan proses pembelajaran inkuiri pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Strategi Inkuiri

Pada gambar 1 terlihat bahwa proses pembelajaran inkuiri mulai dari proses awal sampai proses mahasiswa merumuskan kesimpulan dilakukan mereka sendiri. Kondisi seperti ini di satu sisi menghendaki kemandirian belajar mahasiswa dalam mempelajari materi.

Kemandirian belajar diterjemahkan dari istilah *self-regulated learning*. Menurut Sumarmo (2010) kemandirian belajar adalah proses perancangan dan pemantauan yang seksama terhadap proses kognitif dan afektif dalam kemandirian belajar bukan merupakan kemampuan mental atau keterampilan akademik tertentu, melainkan merupakan proses pengarahan diri dalam mentransformasikan kemampuan mental ke dalam keterampilan akademik tertentu. Individu yang memiliki kemandirian belajar yang tinggi cenderung belajar lebih aktif, mampu memantau, mengevaluasi, dan mengatur belajar lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “ apakah kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa baik secara (1) keseluruhan, (2) mahasiswa ditinjau dari kemandirian belajar kelompok tinggi, (3) mahasiswa

ditinjau dari kemandirian belajar kelompok sedang, (4) mahasiswa ditinjau dari kemandirian belajar kelompok rendah yang diajar dengan strategi pembelajaran inquiri lebih baik daripada mahasiswa yang diajar dengan pembelajaran konvensional?”

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan metode kuasi eksperimen, dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah *randomized control group only design*. Pada penelitian ini melibatkan dua kelompok yaitu kelompok eksperimen yang diajar dengan strategi pembelajaran Inquiry dan kelompok kontrol yang diajar dengan secara konvensional.

Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa jurusan Pendidikan Matematika UIN Suska Riau. Pengambilan sampel pada populasi dilakukan secara acak dengan ketentuan populasi mempunyai kesamaan rata-rata. Maka setelah dilakukan pengambilan secara acak terpilih Semester 3 Kelas E sebagai kelas eksperimen dan Semester 3 Kelas F sebagai kelas kontrol.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah strategi pembelajaran inquiri dan variabel terikatnya adalah kemampuan pemecahan masalah. Kemandirian belajar mahasiswa dijadikan sebagai variabel moderator pada penelitian ini. Instrumen yang digunakan berupa tes esai yang diakses dengan rubrik penskoran pemecahan masalah. Dan untuk kemandirian belajar, instrument yang digunakan adalah angket dengan aspek yang diukur adalah: (1) inisiatif belajar; (2) Mendiagnosa kebutuhan Belajar; menetapkan target/tujuan belajar; (3) memonitor, mengatur, dan mengontrol belajar; (4) memandang kesulitan sebagai tantangan; (5) memanfaatkan sumber yang relevan; (6) memilih dan menerapkan strategi belajar; (7) mengevaluasi proses dan hasil belajar; (8) *Self Efficacy*. Selanjutnya, hasil dari angket tersebut kemandirian belajar mahasiswa di kelompokkan menjadi 3 kelompok tinggi, sedang, dan rendah dengan kriteria yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Pengelompokan Kemandirian Belajar

Kriteria Kemandirian Belajar	Ket
$x \geq (\bar{x} + SD)$	Tinggi
$(\bar{x} - SD) < x < (\bar{x} + SD)$	Sedang
$x \leq (\bar{x} - SD)$	Rendah

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh Kemandirian belajar pada kelas eksperimen: tinggi ada 5 orang, sedang 19 orang, dan rendah 5 orang. Sedangkan pada kelas kontrol Kemandirian belajar tinggi ada 5 orang, sedang 19 orang, dan rendah ada 6 orang.

Data-data yang diperoleh selama penelitian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui apakah rata-rata nilai kemampuan pemecahan masalah kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol. Sebelum melakukan uji statistik yang akan digunakan, maka terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji kenormalan dan homogenitas data. Jika data yang normal dan homegen maka digunakan uji t, jika normal tetapi tidak homogen maka t' . Jika data tidak berdistribusi normal maka uji dilakukan dengan menggunakan uji non parametric yaitu *Mann Whitney U*.

Berdasarkan hasil uji prasyarat, maka pengujian hipotesis untuk hipotesis 1 dan 3 digunakan uji *Mann Whitney U*. Sedangkan hipotesis lainnya memakai uji *t*.

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Perhitungan data yang dilakukan diperoleh rata-rata dan simpangan baku kemampuan pemecahan masalah yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rerata Data Postes

Kelas	Kemandirian	N	Skor tes Akhir Representasi	
			\bar{x}	SD
Ekperimen	Tinggi	5	78	14,41
	Sedang	19	75,53	6,64
	Rendah	5	81	6,52
	Keseluruhan	29	76,90	8,28
Kontrol	Tinggi	5	67	9,08
	Sedang	19	71,3	11,53
	Rendah	6	72,5	7,58
	Keseluruhan	30	70,83	10,35

Pada tabel 2 terlihat bahwa rerata skor kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen lebih tinggi baik secara keseluruhan, kemandirian belajar tinggi, sedang, dan rendah daripada rerata kelas kontrol. Pada tabel 2 juga terlihat SD hanya nilai postes kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen kemandirian belajar kelompok tinggi yang lebih tinggi dari pada kelas kontrol, hal ini berarti kemampuan pemecahan masalah dengan kemandirian belajar tinggi eksperimen yang lebih beragam daripada kelas kontrol sedangkan secara keseluruhan dan kemandirian belajar sedang serta rendah yang lebih beragam kemampuan pemecahan masalahnya adalah kelas kontrol.

1. Uji Hipotesis Kemampuan Pemecahan Masalah secara Keseluruhan Kelas Sampel.

Untuk menguji hipotesis kemampuan pemecahan masalah secara keseluruhan digunakan Uji *Mann Whitney U* karena data untuk kedua kelas sampel berdistribusi tidak normal, dengan nilai sig uji *Mann Whitney U* = 0,006 < taraf nyata ($\alpha = 0,05$) ini berarti H_1 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan kemampuan pemecahan masalah kelas yang diajar dengan strategi inquiri lebih baik daripada pembelajaran konvensional.

2. Uji Hipotesis Kemampuan Pemecahan Masalah ditinjau dari Kemandirian Belajar (Tinggi, Sedang, dan Rendah)

Pengujian hipotesis hasil postes kemampuan pemecahan masalah dengan kemandirian belajar tinggi dan rendah di uji dengan uji *t* karena adalah semua data berdistribusi normal dan variansi homogen, sedangkan kemampuan pemecahan masalah yang berkemandirian belajar sedang di uji dengan *Mann Whitney U* karena pada kelompok sedang kelas eksperimen datanya tidak berdistribusi normal. Hasil uji hipotesisnya bisa dilihat paa tabel 3 dan tabel 4.

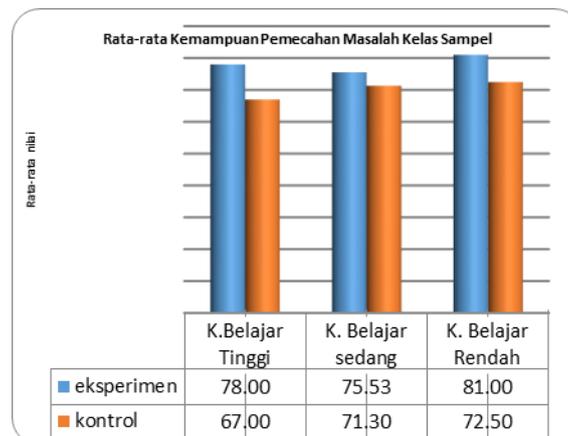
Tabel 3 Uji Hipotesis dengan Uji t

	Kelas	Kemandirian Belajar	N	Nilai Sig
Hipotesis 2	Eks	Tinggi	5	0,093
	Kontrol	Tinggi	5	
Hipotesis 4	Eks	Rendah	5	0,076
	Kontrol	Rendah	6	

Tabel 4 Uji Hipotesis dengan *Mann Whitney U*

Hipotesis 3	Kelas	Kemandirian Belajar	N	Nilai Sig
	Eks	Sedang	19	0.063
	Kontrol	Sedang	19	

Pada tabel 3 dan 4 ditunjukkan bahwa nilai sig > taraf nyata ($\alpha = 0,05$), artinya tidak ada pengaruh signifikan kemampuan pemecahan masalah jika ditinjau dari kemandirian belajar baik kemandirian belajar tinggi, sedang, maupun rendah. Walaupun demikian rata-rata kemampuan pemecahan masalah di tinjau dari kemandirian belajar kelompok tinggi, sedang, dan rendah pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol namun tidak terlalu signifikan perbedaannya. Ini terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata Kemampuan Pemecahan Masalah ditinjau dari Kemandirian belajar

Hal ini dimungkinkan karena siswa tidak begitu serius dalam memberikan respon terhadap angket kemandirian belajar yang diberikan, sehingga mereka berada pada kelompok kemandirian belajar yang kurang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Namun secara keseluruhan terdapat pengaruh hasil kemampuan pemecahan masalah yang diajar dengan strategi inquiri pada kelas eksperimen dari pada kelas yang diajar secara konvensional. Hal ini disebabkan karena strategi pembelajaran inquiri ini merupakan kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan.

Selain itu, kemampuan pemecahan masalah dapat meningkat karena proses pembelajaran inquiri ini dimulai dari seorang dosen merangsang dan mengajak mahasiswa untuk berpikir memecahkan masalah (tahap orientasi) dengan cara memberikan persoalan-persoalan yang menantang sampai proses mereka merumuskan kesimpulan dari hasil penemuan mereka sendiri.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisisnya, diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya kemampuan pemecahan masalah yang diajar dengan strategi pembelajaran inquiri lebih baik dari pada pembelajaran konvensional secara keseluruhan. Selanjutnya, kemandirian belajar tidak berpengaruh signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah baik itu kemandirian kelompok tinggi, sedang, maupun rendah.

Daftar Pustaka

- [1] Fauzan, Ahmad. (2011). *Kemampuan Pemecahan Masalah (Modul 2 Evaluasi Pembelajaran Matematika)*. Padang: Pascasarjana UNP.

- [2] Muhandaz, Ramon. (2015). *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif tipe Investigasi Kelompok terhadap Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VIII MTsN Kota Padang*. Jurnal.Pendidikan Matematika UIN Suska Riau.
- [3]Sanjaya, Wina. (2006). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*.Jakarta:Kencana.
- [4] Sumarmo, Utari. (2010). *Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana dikembangkan pada Peserta Didik*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Tidak Diterbitkan.
- [5] Yerizon dan Fauzan, Ahmad. (2013). *Pengaruh Pendekatan RME dan Kemandirian Belajar terhadap Kemampuan Matematis Siswa*.Prosiding.FMIPA Universitas Lampung
- [6] staff.uny.ac.id/sites/default/files/.../7strategi-pembelajaran-inkuiripdf

PERSPEKTIF GRAMSCI DALAM POLEMIK DATA STATISTIK

RR.IMMAMUL MUTTAKHIDAH, S.Pd

Mahasiswi pascasarjana pendidikan matematika Universitas Bengkulu

Roro.immamul@gmail.com/081272065194

Jl. Telaga Dewa II Perum Taman Erika kelurahan Pagar Dewa kecamatan Selebar kota
Bengkulu kodepos 38211

Abstract. *The existence of validity of the data polemic food late last year, should open our eyes to the fact not fixed on information data generated from an academic methodology approach. In a note compass, at least since five years ago, the House of Representatives, entrepreneurs, and analysts doubt the national food production data (Kompas, 26/11/15). The academics, the data is not accurate food produced by the Central Statistics Agency (BPS) because the BPS data to field conditions differ greatly. Looks like statistical reasoning ability blasted with the interests of the use of statistical data itself. Bulog case is just an example of a case to be an internal review of the statistical reasoning ability in generating statistical information. This includes the ability to interpret a set of data, graphs and statistical information number (Delmas: 2002). The course has implications for the ability of the duties, functions and responsibilities of the Institute for generating accurate data as a reference in all aspects of policy-making. Based on our analysis, the value of despartas between data to field conditions influenced by internal factors include the subjectivity of individual statistical reasoning ability, and external factors that the environmental conditions that trigger political potential interest of statistical data to be used. So any ability as a mandatory requirement in the global competition requires a good morality as well in order to produce beneficial social action.*

Keywords: abilities, interests, statistical data.

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah proses panjang yang bertujuan untuk menyadarkan, mencerahkan, memberdayakan dan mengubah perilaku. Sebagai alat penyadaran, pendidikan harus mampu memberi jawaban perbedaan orang sadar dan orang tidak sadar. Sehingga orang bisa responsif terhadap perubahan-perubahan yang terjadi disekitarnya. Sebagai alat pencerahan, pendidikan dituntut mampu membedakan “gelap dan terang”. Sehingga orang yang tercerahkan terbebas dari belenggu kegelapan yang selama ini mendominasi cara berpikirnya. Sebagai alat pemberdayaan, pendidikan harus bisa menjawab beda berdaya dan tidak berdaya. Sehingga orang yang terberdayakan, mampu berkuasa penuh atas dirinya tanpa tergantung dari pihak lain. Sebagai alat pengubah perilaku, pendidikan dituntut mampu menjawab beda perilaku baik dan

buruk. Sehingga orang yang berubah perilakunya ke arah positif mampu menghasilkan tindakan sosial yang bermanfaat.

Adanya polemik validitas data pangan yang hangat dibicarakan pada November akhir tahun lalu, seharusnya dapat membuka mata semua pihak untuk melihat fakta bukan terpaku pada informasi data yang dihasilkan dari sebuah pendekatan metodologi akademis. Penilaian akademisi tentang tidak akuratnya data pangan yang diteliti oleh tim BPS berdasarkan temuan kondisi lapangan yang berbeda. Sepertinya kemampuan para stastisi dibenturkan dengan kepentingan penggunaan data statistik itu sendiri. Contoh kasus tersebut diungkap (misalnya dalam Kompas, 26/11/15) karena standar penyimpangan data di lapangan dan angka statistik yang terlalu jauh. Bulog sebagai suatu entitas untuk menyediakan data yang akurat agar ketersediaan pangan linier dengan kebutuhan masyarakat tentu tidak bisa dipersalahkan sebagai satu-satunya penyebab dalam hal ini.

Manusia secara paralel inteleknya bekerja memikirkan alat-alat yang diperlukan untuk memahami data-data dari sumbernya. Jika sumber data dan informasi adalah melibatkan manusia, maka alat yang diperlukan bukan hanya alat statistikal dan alat matematikal, melainkan juga alat kultural (Maman, 2007). Karena ketika data sudah diperoleh dari sumbernya, maka data tersebut merupakan pesan dari alam tentang perilaku parsialnya sejauh yang mampu ditangkap oleh penalaran manusia. Pada akhirnya, tulisan ini tidak bertujuan untuk mendiskreditkan sebuah lembaga pemerintah yang berwenang untuk menghasilkan data pangan. Namun mengedepankan kajian dalam konteks ilmiah berdasarkan analisis sederhana penulis.

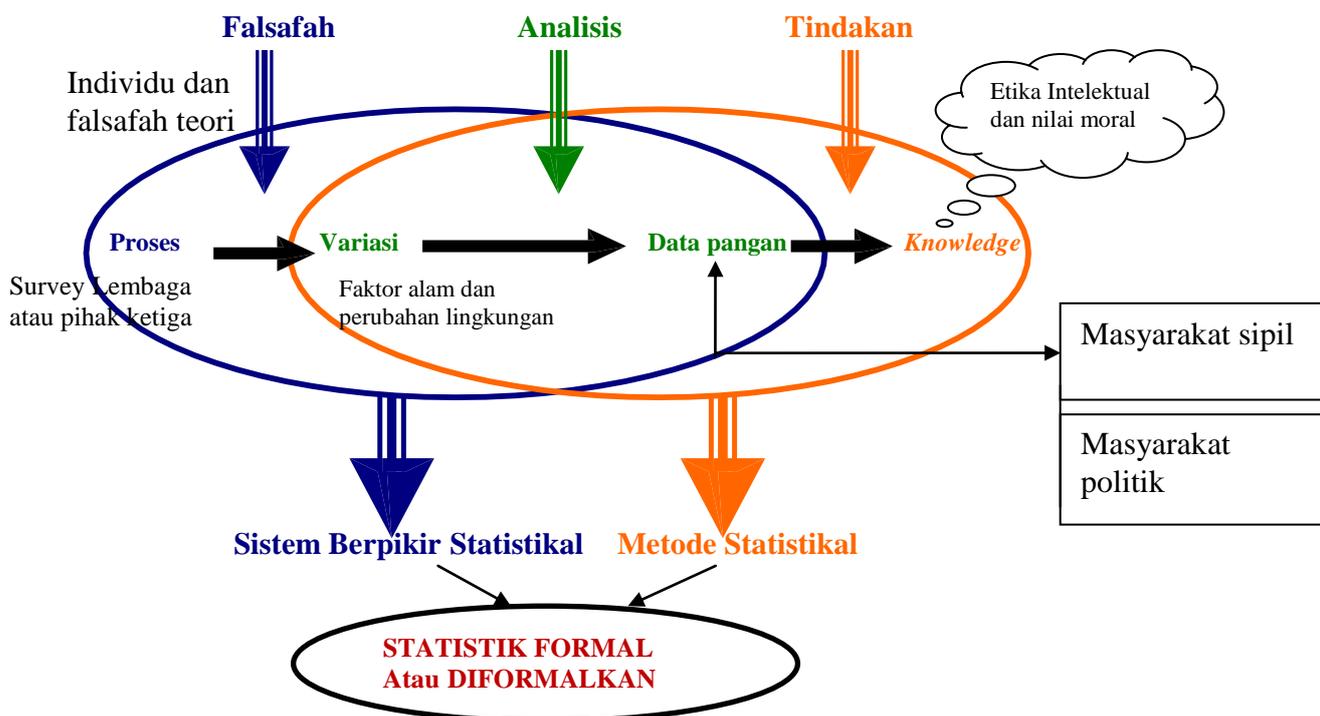
2. Pembahasan

Statistik, secara populer, sering diartikan sebagai data atau hasil hitungan berdasarkan data. Statistik juga dapat diartikan sebagai *information science* yang telah teruji keunggulannya. Dalam mental model kita, pikiran, atau *mindset* kita, akan langsung muncul entitas-entitas sumber data dan informasi, data, informasi, pengetahuan, dan alat statistikal. Maman (2007) menambahi dua entitas yang menjadi fondasi statistik yaitu “matematika” dan “kultur”. Ketujuh komponen-komponen utama tersebut diperlukan dalam mengelola kerandoman (*randomness*) yang muncul secara alamiah tatkala kita berupaya memahami perubahan Alam. Kerandoman

adalah suatu fenomena alam yang kalau intelek manusia tidak mampu mengontrolnya dengan baik akan dapat menimbulkan kejadian yang lantas oleh manusia disebut bencana alam. Kerandoman tampil dalam bentuk variasi.

Sedangkan kemampuan statistis yakni kemampuan dalam menginterpretasikan sekumpulan data, grafik dan sejumlah informasi statistis (delMas : 2002). Pengertian lain menyebutkan bahwa bentuk penalaran statistis adalah kemampuan seseorang dalam mengerjakan perhitungan statistis dan penalaran terhadap konsep statistis (Bambang, 2010). Oleh karena itu, apabila timbulnya keraguan terhadap data-data yang dihasilkan, maka perlu menganalisa faktor penyebabnya.

Pada gambar 1 diberikan ilustrasi bagaimana konsep berpikir statistikal dan penciptaan metode statistikal berinteraksi, yang disadur dari Maman (2007). Menurut profesor statistik ITB ini, metode statistikal yang diciptakan atau yang dipakai seseorang akan sangat tergantung kepada proses berpikir statistikal orang tersebut. Yang terakhir ini terkandung dalam tiga falsafah dasar tentang penanganan data, pertama klasikal, Bayesian, dan analisis data. Kedua, yakni pada kemampuan hermeneutikal. Namun penulis mempunyai pandangan tersendiri mengenai ‘hasil akhir’ dari produk statistika. Maka variabel-variabel yang mungkin tersirat, menurut analisis penulis, dapat menjadi bagian dari proses statistikal, berdasarkan prespektif Gramsci mengenai hegemoni.



Gambar 1. Skema berpikir statistikal (diolah dari Maman, 2007)

Tiga ranah statistikal dibagi menjadi tiga bagian, yakni falsafah, analisis dan tindakan. Falsafah merupakan landasan radikal dalam diri seseorang atau masyarakat mengenai kebenaran umum dan azas yang dianut (Amsal, 2012). Maka falsafah adalah proses awal dari rangkaian pemerolehan data statistik. Proses tersebut dapat dilaksanakan oleh lembaga pemerintah maupun pihak ketiga, seperti lembaga survey/pendataan yang dimiliki swasta. Selanjutnya pengolahan variasi yang muncul pada setiap sumber data dan informasi, dan juga di dalam data yang terekam. Informasi yang digali dari data yang terekam, dan *knowledge* yang diperoleh dari informasi hasil perolehan pada tumpukan data yang terekam, dibayang-bayangi oleh ketidakpastian. Alam, setiap saat, memancarkan informasi dan intelek manusia memproduksi alat perekam dan alat statistikal. Alat perekam itu dibuat untuk menangkap informasi alam dan mengubahnya menjadi data.

Seperti yang dilansir oleh Kompas.com, mekanisme penghitungan produksi padi sejak 1973 adalah hasil perkalian luas panen padi dengan produktivitas tanaman padi per hektare. Pengumpulan data luas panen menjadi tanggung jawab Kementan dan Dinas Pertanian. Sementara data produktivitas dikumpulkan BPS. Paduan tersebut data diolah BPS, selaku lembaga non kementerian yang menyediakan data bagi pemerintah dan masyarakat.

Kelemahan metode ini, menurut BPS (Kompas ; 2015), hasil estimasi luas panen sangat dipengaruhi subjektivitas petugas. Ada peluang intervensi dengan menaikkan data luas panen karena data yang dikumpulkan digunakan sebagai alat evaluasi keberhasilan peningkatan produksi yang dilaksanakan oleh institusi pengumpul data.

Menurut guru besar Ilmu Ekonomi Pertanian Unila, Bustanul Arifin, data yang tidak akurat juga menjadi beban anggaran. Dalam menghasilkan data luas panen dan produksi padi, aparatur negara atau birokrasi cenderung memaksimalkan anggaran. Apabila kondisi ini terjadi hampir merata dan akumulatif maka dampaknya akan besar. Terkait dengan luas lahan, besaran subsidi pupuk dan benih juga akan membengkak.

Secara khusus, hal ini sejalan dengan teori hegemoni Gramsci yang dibangun di atas pentingnya ide dan tidak mencukupinya kekuatan fisik saja dalam kontrol sosial politik. Menurut Gramsci, agar yang dikuasai mematuhi penguasa, yang dikuasai tidak hanya harus merasa mempunyai dan menginternalisasi nilai-nilai serta norma penguasa, lebih dari itu mereka juga harus memberi persetujuan atas subordinasi mereka. Inilah yang dimaksud Gramsci dengan “hegemoni” atau menguasai dengan

“kepemimpinan moral dan intelektual” secara konsensual. Dalam konteks ini, Gramsci secara berlawanan mendudukan hegemoni, sebagai satu bentuk supermasi satu kelompok atau beberapa kelompok atas yang lainnya, dengan bentuk supermasi lain yang ia namakan “dominasi” yaitu kekuasaan yang ditopang oleh kekuatan fisik (Sugiono, 1999:31).

Melalui konsep hegemoni, Gramsci berargumentasi bahwa kekuasaan agar dapat abadi dan langgeng membutuhkan paling tidak dua perangkat kerja. *Pertama*, adalah perangkat kerja yang mampu melakukan tindak kekerasan yang bersifat memaksa atau dengan kata lain kekuasaan membutuhkan perangkat kerja yang bernuansa *law enforcemant*. Perangkat kerja yang pertama ini biasanya dilakukan oleh pranata negara (state) melalui lembaga-lembaga seperti hukum, militer, polisi dan bahkan penjara. *Kedua*, adalah perangkat kerja yang mampu membujuk masyarakat beserta pranata-pranata untuk taat pada mereka yang berkuasa melalui kehidupan beragama, pendidikan, kesenian dan bahkan juga keluarga (Hendarto, 1993). Perangkat kerja ini biasanya dilakukan oleh pranata masyarakat sipil (*civil society*) melalui lembaga-lembaga masyarakat seperti LSM, organisasi sosial dan keagamaan, paguyuban-paguyuban dan kelompok-kelompok kepentingan (*interest groups*). Kedua level ini pada satu sisi berkaitan dengan fungsi hegemoni dimana kelompok dominan menangani keseluruhan masyarakat dan disisi lain berkaitan dengan dominasi langsung atau perintah yang dilaksanakan diseluruh negara dan pemerintahan yuridis (Gramsci, 1975).

Dalam gambar diatas, ide mengenai “masyarakat sipil” dan “masyarakat politik” sesungguhnya tidak jelas terlihat, pembedaan itu dibuat hanya untuk kepentingan analisis semata. Kedua suprastruktur itu, pada kenyataannya, satu sama lainnya tidak bisa dipisahkan. Gramsci juga mengkarakterisasikan apa yang dimaksud dengan negara integral sebagai sebuah kombinasi kompleks antara “kediktatoran dan hegemoni” atau seluruh kompleks aktivitas praktis dan teoritis dimana kelas berkuasa tidak hanya menjustifikasi dan menjaga dominannya, tetapi juga berupaya memenangkan persetujuan aktif dari mereka yang dikuasai”. Masyarakat sipil sebagai pemilik lahan biasanya merupakan responden atau pemilik alat yang legal, dalam kasus ini, misalnya lahan dan produk pertanian. Jadi negara adalah aparatus koersif pemerintah sekaligus aparatus hegemonik institusi swasta. Konsepsi Gramsci tentang negara integral ini memungkinkan dirinya memandang hegemoni dalam batasan

dialektik yang meliputi masyarakat sipil atau masyarakat politik (Sugiono, 1999).

Lebih jauh dikatakan Gramsci bahwa bila kekuasaan hanya dicapai dengan mengandalkan kekuasaan memaksa, hasil nyata yang berhasil dicapai dinamakan “dominasi”. Stabilitas dan keamanan memang tercapai, sementara gejolak tidak terlihat karena rakyat memang tidak berdaya. Namun hal ini tidak dapat berlangsung secara terus menerus, sehingga para penguasa yang benar-benar sangat ingin melestarikan kekuasaannya dengan menyadari keadaan ini akan melengkapi dominasi dengan perangkat kerja yang kedua, yang hasil akhirnya lebih dikenal dengan sebutan “*hegemoni*”. Dengan demikian supremasi kelompok (penguasa) atau kelas sosial tampil dalam dua cara yaitu dominasi dan kepemimpinan intelektual dan moral. Tipe kepemimpinan yang terakhir inilah yang merupakan hegemoni (Hendarto, 1993:74).

Maka alat statistikal yang dibuat untuk mentransformasikan data menjadi informasi. Selanjutnya, melalui kemampuan hermeneutikal, yakni kemampuan menafsirkan segala sesuatu, informasi ini ditransformasikan lagi menjadi *knowledge*. Menurut Amsal (2012) ilmuwan selaku subjek yang menghasilkan pengetahuan tidak lantas bekerja semata-mata untuk ilmu pengetahuan (science for science) tetapi juga untuk kebahagiaan manusia (science for human being). Jika demikian, stastisi, dalam konteks ini harus berhati-hati untuk tetap mengedepankan nilai moral dan pengetahuan dalam bekerja

Di samping kemampuan membuat alat statistikal dan kemampuan hermeneutikal, yang diperlukan tatkala data yang terekam hendak ditransformasikan menjadi informasi dan *knowledge*, masih diperlukan kemampuan mengembangkan perangkat alat-alat matematikal yang digunakan dalam statistika.

Dasar dari kemampuan statistis (*statistical competence*) pun dikemukakan oleh Rumsey (dalam Bambang, 2010) meliputi beberapa hal berikut: 1) Penalaran terhadap data; 2) Penalaran terhadap konsep dasar statistis dan istilah-istilah yang digunakan dalam statistis; 3) Penalaran terhadap pengumpulan dan pengolahan data pada statistis deskriptif; 4) Kemampuan dasar dalam menterjemahkan data; dan 5) Kemampuan dasar dalam mengkomunikasikan data dan hasil penelitian.

Pada akhirnya kualitas alat statistikal yang diproduksi (formal atau yang diformalkan) ditentukan secara mutlak oleh kapasitas intelek manusia pegiat statistik. Semua kemampuan ini, yang berkembang karena hasrat untuk mampu

mengelola kerandoman dan memahami prinsip kerandoman dengan baik, diperlukan karena tuntutan kultural, peradaban, dan pergaulan antar bangsa yang bermartabat.

Mengelola kerandoman atau variasi menuntut pemahaman tentang konsep ketidak-pastian (*uncertainty*) yang terdapat dalam alat-alat statistikal. Dalam praktek, ketidakpastian tersebut diukur dengan alat matematikal yang disebut probabilitas. Alat ini terletak di dalam arsenal analisis matematikal. Probabilitas berperan mengukur kualitas alat statistikal, dan mengukur seberapa besar alat statistikal tersebut mengandung unsur ketidakpastian (Bambang, 2010).

Akurasi data penting bagi akademisi karena orientasinya kebenaran objektif. Sementara bagi penguasa yang berorientasi kekuasaan, sering cukup dengan benarnya sendiri saja. Maka data statistik adalah data yang cenderung untuk memperoleh tendensi sentral dengan sejumlah sampel dari berbagai populasi. Kemudian kebijakan atau keputusan pemerintah berangkat dari data-data yang telah dihimpun dari lapangan tersebut, baik dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif. Dengan demikian kekuasaan hegemoni lebih merupakan kekuasaan moral dan intelektual dari berbagai kepentingan yang telah disepakati (*konsensus*) sehingga menghasilkan angka-angka statistik sedemikian rupa. Dan mencakup jenis penerimaan intelektual atau emosional atas tatanan sosial politik yang kemudian mempengaruhi kinerja intelektual.

3. Kesimpulan

Hegemoni Gramsci memandang sebuah rantai kemenangan yang didapat melalui mekanisme konsensus (*consenso*). Ada berbagai cara yang dipakai, misalnya berdasarkan skema gambar diatas, entitas diluar pendataan yang turut memiliki kepentingan baik dari lembaga pemerintah maupun swasta dalam konteks tersebut mengintervensi bagaimana data yang seharusnya ditampilkan sebagai hasil akhir. Gramsci (1975) menekankan hal ini pada aspek kultural (ideologis). Melalui produk-produknya, hegemoni menjadi satu-satunya penentu dari sesuatu yang dipandang benar baik secara moral maupun intelektual. Hegemoni kultural tidak hanya terjadi dalam relasi antar negara tetapi dapat juga terjadi dalam hubungan antar berbagai kelas sosial yang ada dalam suatu negara. Artinya bentuk-bentuk kesepakatan adalah bagian dari variabel *intervening* yang akan menjauhkan arti objektifitas demi tercapainya data yang valid.

Apa yang sulit diukur sering sulit untuk dikelola. Teknologi baru

memungkinkan untuk digunakan sebagai instrumen pendukung dalam kegiatan pendataan. Sebab sistem perekrutan tim pengambilan data dilapangan yang dipilih tidak hanya pada kualitas pendidikan (statistiknya), tetapi juga pada aspek non-kognitif dan kekerabatan. Tentu hal ini merupakan upaya untuk meminimalisir adanya konflik kepentingan dalam produk statistik.

Perkembangan ilmu pengetahuan melangkah maju harus melalui serangkaian pendekatan yang berlangsung bersinambungan. Tiap generasi sampai pada serangkaian generalisasi yang mendasar tentang bekerjanya alam, yang berguna untuk menjelaskan gejala-gejala teramati tertentu. Setelah dilakukan penelitian yang lebih dekat, permasalahan penyimpangan-penyimpangan tersebut mungkin terbukti bukan mutlak, melainkan relatif. Pengecualian-pengecualian ditemukan, yang bertentangan dengan aturan-aturan yang baku, dan, pada gilirannya, menuntut satu penjelasan, dan demikian seterusnya sampai tak berhingga.

Filosof Kant berpendapat bahwa pikiran manusia hanya dapat memahami apa yang tampak. Di balik apa yang tampak itu, hadirilah *Thing-In-Itself*, hakikat segala sesuatu, yang tidak akan pernah dapat kita pahami. Terhadap hal ini, Hegel menjawab bahwa pengetahuan terhadap ciri-ciri sebuah hal adalah pengetahuan terhadap hal itu sendiri.

Eric J. Lerner (dalam J. Garfield, 2002) mengemukakan pendapatnya bahwa

"Data yang baik, yang didapat dan ditelaah secara kompeten, selalu memiliki nilai ilmiah sekalipun teori yang mengilhaminya keliru. Teoritisi lain akan menemukan kegunaan untuk data itu, kegunaan yang sama sekali tidak terpikir ketika mereka pertama kali dikumpulkan. Bahkan dalam karya yang teoritik, upaya-upaya tulus untuk membandingkan satu teori dengan pengamatan hampir selalu terbukti berguna, tidak tergantung dari ketepatan teorinya: seorang teoritisi pastilah akan galau jika idenya keliru, tapi pencoretan terhadap satu kemungkinan yang keliru tidak dapat disebut membuang waktu"

Ini mungkin merupakan satu resolusi atas perdebatan di dalam bidang ilmu statistika antara para teoritisi yang percaya bahwa kondisi yang tak teramalkan adalah sebuah penyimpangan dari norma-norma kondisi stabil dan lain orang yang percaya bahwa keadaan stabil adalah penyimpangan dari keadaan *chaos*. Interpretasi yang berbeda ini mungkin lahir karena peneliti yang berbeda pada dasarnya telah mengambil bagian yang bersesuaian dengan hanya satu nilai non-linearitas tertentu.

Dapat disimpulkan bahwa kemampuan statistisi untuk menghasilkan data pangan, adalah bukan mutlak karena kemampuan menalar yang kurang memadai tetapi pada aspek objektivitas atau independensi sebuah lembaga untuk mengelola subjek-subjek yang bekerja didalamnya yang sarat kepentingan. Dibutuhkan analisa lebih lanjut, mengenai 'kepentingan' dalam konteks kajian ini. Kebijakan pangan terkait dengan dua lembaga pemerintahan, setidaknya dari kementerian pertanian selaku pengelola hasil pertanian (termasuk didalamnya bahan pangan) dan kementerian dalam negeri sebagai pihak yang bertanggungjawab atas ketersediaan pangan dalam negeri serta kebutuhan untuk impor-ekspor bahan pangan.

Kasus Bulog hanya sebuah contoh kasus untuk menjadi suatu kajian internal mengenai kemampuan statistik dalam menghasilkan informasi statistik. Kemampuan tersebut tentu berimplikasi dengan tugas, fungsi dan tanggung jawab pada Lembaga untuk menghasilkan data akurat sebagai rujukan pengambilan kebijakan dalam segala aspek. Disamping faktor eksternal mengenai kondisi lingkungan yang memicu potensi politik kepentingan data statistik yang akan digunakan. Jadi kemampuan apapun sebagai syarat wajib dalam kompetisi global membutuhkan moral yang baik pula agar menghasilkan tindakan sosial yang bermanfaat.

Daftar Pustaka

Bakhtiar, Amsal. 2012. *Filsafat Ilmu*. Jakarta : Raja Grafindo Persada

Bates, Thomas R. 1971. Gramsci and the theory of hegemony. *Journal of the History of Ideas*. Vol. 36, No. 2 (Apr. - Jun., 1975), pp. 351-366 Published by: [University of Pennsylvania Press](#)

Ben-Zvi D. & Garfield J. (Eds.). 2004. *The challenge of developing Statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Chance, B. L. (2002) *Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment" Journal of Statistiks Education [Online]*, 10(3) www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html

DelMas, Robert C. (2002). *Statistical Literacy, Reasoning, and Learning: A Commentary. Journal of Statistiks Education Volume 10, Number 3 (2002)*. www.amstat.org/publications/jse/v10n3/delmas_discussion.html.

Djauhari, Maman A. 2007. *Statistik :Salah Satu Indikator Utama Peradaban*. Disampaikan pada Kuliah Umum di Sekolah Tinggi Ilmu Statistik, tidak dipublikasikan. Jakarta, 2 Februari 2007.

Garfield, J. (2002) The Challenge of Developing Statistical Reasoning". *Journal of Statistiks Education* [Online], 10(3).
www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html

Hendarto, Heru. 1993. "Mengenai Konsep Hegemoni Gramsci", dalam *Diskursus Kemasyarakatan dan Kemanusiaan*. Tim Redaksi Driyarkara. Jakarta: Gramedia.

J. Gleick. N.d. Chaos, Making a New Science. *Journal of the History of Ideas*. Vol. 36, No. 2 (Apr. - Jun., 1975), pp.80 Published by: [University of Pennsylvania Press](http://www.upenn.edu/press/)

Kompas. com

Martadiputra, Bambang. 2010. *Kajian Tentang Kemampuan Melek Statistis (Statistical Literacy), Penalaran Statistis (Statistical Reasoning), Dan Berpikir Statistis (Statistical Thinking) Guru SMP/SMA*. Jurnal_upi.edu diunduh tanggal 20 Januari 2016

Sugiono, Muhadi. 1999. *Kritik Antonio Gramsci Terhadap Pembangunan Dunia Ketiga*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Pfannkuch, M., & Wild, C. (2004). Towards an understanding of Statistical thinking. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield, (Eds.), *The challenge of developing Statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 17-46). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

KAJIAN TENTANG KEMAMPUAN PENALARAN DAN KEPENTINGAN DATA STATISTIK

RR.Immamul Muttakhidah, S.Pd

Mahasiswi pascasarjana pendidikan matematika Universitas Bengkulu
Roro.immamul@gmail.com/081272065194

Jl. Telaga Dewa II Perum Taman Erika kelurahan Pagar Dewa kecamatan Selebar kota
Bengkulu kodepos 38211

Abstract. *The existence of validity of the data polemic food late last year, should open our eyes to the fact not fixed on information data generated from an academic methodology approach. In a note compass, at least since five years ago, the House of Representatives, entrepreneurs, and analysts doubt the national food production data (Kompas, 26/11/15). The academics, the data is not accurate food produced by the Central Statistics Agency (BPS) because the BPS data to field conditions differ greatly. Looks like statistical reasoning ability blasted with the interests of the use of statistical data itself. Bulog case is just an example of a case to be an internal review of the statistical reasoning ability in generating statistical information. This includes the ability to interpret a set of data, graphs and statistical information number (Delmas: 2002). The course has implications for the ability of the duties, functions and responsibilities of the Institute for generating accurate data as a reference in all aspects of policy-making. Based on our analysis, the value of despartas between data to field conditions influenced by internal factors include the subjectivity of individual statistical reasoning ability, and external factors that the environmental conditions that trigger political potential interest of statistical data to be used. So any ability as a mandatory requirement in the global competition requires a good morality as well in order to produce beneficial social action.*

Keywords: *abilities, interests, statistical data.*

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah proses panjang yang bertujuan untuk menyadarkan, mencerahkan, memberdayakan dan mengubah perilaku. Sebagai alat penyadaran, pendidikan harus mampu memberi jawaban perbedaan orang sadar dan orang tidak sadar. Sehingga orang bisa responsif terhadap perubahan-perubahan yang terjadi disekitarnya. Sebagai alat pencerahan, pendidikan dituntut mampu membedakan “gelap dan terang”. Sehingga orang yang tercerahkan terbebas dari belenggu kegelapan yang selama ini mendominasi cara berpikinya. Sebagai alat pemberdayaan, pendidikan harus bisa menjawab beda berdaya dan tidak berdaya. Sehingga orang yang terberdayakan, mampu berkuasa penuh atas dirinya tanpa tergantung dari pihak lain. Sebagai alat pengubah perilaku, pendidikan dituntut mampu menjawab beda perilaku baik dan buruk. Sehingga orang yang berubah perilakunya ke arah positif mampu menghasilkan tindakan sosial yang bermanfaat.

Adanya polemik validitas data pangan, seharusnya dapat membuka mata semua pihak untuk melihat fakta bukan terpaku pada informasi data yang dihasilkan dari sebuah pendekatan metodologi akademis. Penilaian akademisi tentang tidak akuratnya data pangan yang diteliti oleh tim BPS berdasarkan temuan kondisi lapangan yang berbeda. Sepertinya kemampuan penalaran statistik dibenturkan dengan kepentingan penggunaan data statistik itu sendiri. Contoh kasus tersebut diungkap (dalam Kompas,

26/11/15) karena standar penyimpangan yang terlalu jauh. Bulog sebagai suatu entitas untuk menyediakan data yang akurat agar ketersediaan pangan linier dengan kebutuhan masyarakat tentu tidak bisa dipersalahkan sebagai satu-satunya penyebab dalam hal ini.

Manusia secara paralel inteletnya bekerja memikirkan alat-alat yang diperlukan untuk memahami data-data dari sumbernya. Jika sumber data dan informasi adalah melibatkan manusia, maka alat yang diperlukan bukan hanya alat statistikal dan alat matematika, melainkan juga alat kultural. Karena ketika data sudah diperoleh dari sumbernya, maka data tersebut merupakan pesan dari alam tentang perilaku parsialnya sejauh yang mampu ditangkap oleh penalaran manusia. Pada akhirnya, tulisan ini tidak bertujuan untuk mendiskreditkan sebuah lembaga pemerintah yang berwenang untuk menghasilkan data pangan. Namun mengedepankan kajian dalam konteks ilmiah berdasarkan analisis sederhana penulis.

2. Pembahasan

2.1 Penalaran Statistik Data Pangan

Statistik, secara populer, sering diartikan sebagai data atau hasil hitungan berdasarkan data. Statistik juga dapat diartikan sebagai *information science* yang telah teruji keunggulannya. Dalam mental model kita, pikiran, atau *mindset* kita, akan langsung muncul entitas-entitas sumber data dan informasi, data, informasi, pengetahuan, dan alat statistika. Maman (2007) menambahkan dua entitas yang menjadi fondasi statistik yaitu “matematika” dan “kultur”. Ketujuh komponen-komponen utama tersebut diperlukan dalam mengelola kerandoman (*randomness*) yang muncul secara alamiah tatkala kita berupaya memahami perubahan Alam. Kerandoman adalah suatu fenomena alam yang kalau intelek manusia tidak mampu mengontrolnya dengan baik akan dapat menimbulkan kejadian yang lantas oleh manusia disebut bencana alam. Kerandoman tampil dalam bentuk variasi.

Setiap ahli statistik yang bekerja dalam lembaga pendataan tentu mempunyai kemampuan penalaran statistis yang memadai untuk menghasilkan informasi statistis. Hal ini meliputi kemampuan dalam menginterpretasikan sekumpulan data, grafik dan sejumlah informasi statistis (delMas : 2002). Pengertian lain menyebutkan bahwa bentuk penalaran statistis adalah kemampuan seseorang dalam mengerjakan perhitungan statistis dan penalaran terhadap konsep statistis (Bambang, 2010). Oleh karena itu, apabila timbulnya keraguan terhadap data-data yang dihasilkan, maka perlu menganalisa faktor penyebabnya.

Mengelola kerandoman atau variasi menuntut pemahaman tentang konsep ketidak-pastian (*uncertainty*) yang terdapat dalam alat-alat statistikal. Dalam praktek, ketidak-pastian tersebut diukur dengan alat matematikal yang disebut probabilitas. Alat ini terletak di dalam arsenal analisis matematikal. Probabilitas berperan mengukur kualitas alat statistikal; seberapa besar alat statistikal tersebut mengandung unsur ketidakpastian.

Variasi muncul pada setiap sumber data dan informasi, dan juga di dalam data yang terekam. Informasi yang digali dari data yang terekam, dan *knowledge* yang diperoleh dari informasi hasil perolehan pada tumpukan data yang terekam, dibayang-bayangi oleh ketidakpastian. Alam, setiap saat, memancarkan informasi dan intelek manusia memproduksi alat perekam dan alat statistika. Alat perekam itu dibuat untuk menangkap informasi alam dan mengubahnya menjadi data. Sedangkan alat statistika dibuat untuk mentransformasikan data menjadi informasi. Selanjutnya, melalui kemampuan hermeneutikal, yakni kemampuan menafsirkan segala sesuatu, informasi ini ditransformasikan lagi menjadi *knowledge*.

Di samping kemampuan membuat alat statistika dan kemampuan hermeneutikal, yang diperlukan tatkala data yang terekam hendak ditransformasikan menjadi informasi dan *knowledge*, masih diperlukan kemampuan mengembangkan perangkat alat-alat matematika. Wild dan Pfannkuch (1998) menyatakan bahwa ada 4 unsur yang dapat dijadikan pondasi untuk berpikir statistis (*statistical thinking*), yaitu: 1) memperhitungkan variasi; 2) mengkonstruksi dan melakukan penalaran dari model; 3) memiliki pengetahuan dasar dalam domain statistis dan domain konteks; dan 4) melakukan sintesis atau integrasi.

Sedangkan delMas (2002) mendefinisikan penalaran statistis (*statistical reasoning*) memerlukan pemahaman konsep dasar mengenai peluang, variabilitas, pemilihan sampel, distribusi data, dan distribusi normal (Garfield, 2002). Oleh karenanya penggunaan penalaran statistis (*statistical reasoning*) banyak ditemukan dalam dunia pendidikan, terutama dalam pembelajaran statistika.

Dasar dari kemampuan statistis (*statistical competence*) dikemukakan oleh Rumsey (dalam Bambang, 2010) meliputi beberapa hal berikut: 1) Penalaran terhadap data; 2) Penalaran terhadap konsep dasar statistis dan istilah-istilah yang digunakan dalam statistis; 3) Penalaran terhadap pengumpulan dan pengolahan data pada statistis deskriptif; 4) Kemampuan dasar dalam menerjemahkan data; dan 5) Kemampuan dasar dalam mengkomunikasikan data dan hasil penelitian.

Jelas bahwa kualitas alat statistika yang diproduksi ditentukan secara mutlak oleh kapasitas intelek manusia pegiat statistik. Semua kemampuan ini, yang berkembang karena hasrat untuk mampu mengelola kerandoman dan memahami ketidak-pastian dengan baik, diperlukan karena tuntutan kultural, peradaban, dan pergaulan antar bangsa yang bermartabat.

Mengelola kerandoman atau variasi menuntut pemahaman tentang konsep ketidak-pastian (*uncertainty*) yang terdapat dalam alat-alat statistika. Dalam praktek, ketidakpastian tersebut diukur dengan alat matematikal yang disebut probabilitas. Alat ini terletak di dalam arsenal analisis matematikal. Probabilitas berperan mengukur kualitas alat statistikal, dan mengukur seberapa besar alat statistikal tersebut mengandung unsur ketidakpastian.

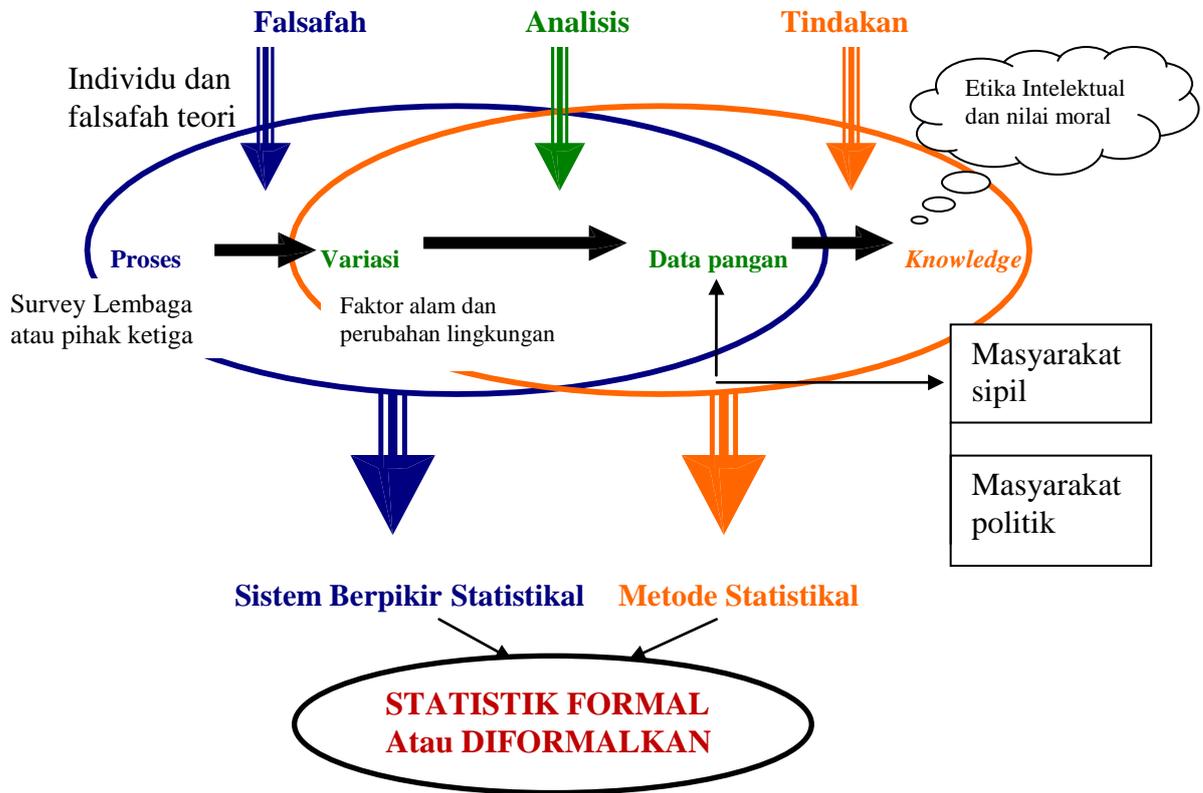
Seperti yang dilansir oleh Kompas.com, mekanisme penghitungan produksi padi sejak 1973 adalah hasil perkalian luas panen padi dengan produktivitas tanaman padi per hektare. Pengumpulan data luas panen menjadi tanggung jawab Kementan dan Dinas Pertanian. Sementara data produktivitas dikumpulkan BPS. Paduan tersebut data diolah BPS, selaku lembaga non kementerian yang menyediakan data bagi pemerintah dan masyarakat.

Kelemahan metode ini, menurut BPS, hasil estimasi luas panen sangat dipengaruhi subjektivitas petugas. Ada peluang intervensi dengan menaikkan data luas panen karena data yang dikumpulkan digunakan sebagai alat evaluasi keberhasilan peningkatan produksi yang dilaksanakan oleh institusi pengumpul data.

Menurut guru besar Ilmu Ekonomi Pertanian Unila, Bustanul Arifin, data yang tidak akurat juga menjadi beban anggaran. Dalam menghasilkan data luas panen dan produksi padi, aparatur negara atau birokrasi cenderung memaksimalkan anggaran. Apabila kondisi ini terjadi hampir merata dan akumulatif maka dampaknya akan besar. Terkait dengan luas lahan, besaran subsidi pupuk dan benih juga akan membengkak. Anggaran Kementerian Pertanian tahun ini naik dua kali lipat dibanding tahun lalu, dari sekitar Rp16 triliun menjadi Rp32,7 triliun.

Menurut Bustanul, ada indikasi penggelembungan akibat data yang tidak akurat. Sebut saja, luas lahan yang berdasarkan foto satelit hanya sekitar 8 juta hektare,

dilaporkan mencapai 14,1 juta hektare. Padahal validitas data pangan berdampak jauh bukan hanya dalam pengambilan keputusan impor beras (menurut Wapres Jusuf Kalla baru-baru ini 1,5 juta ton beras impor sudah masuk), melainkan juga perencanaan program pembangunan pertanian (Kompas, 29/11/15). Berikut skema berpikir statistik dan variabel yang mempengaruhinya.



Gambar 1. Skema berpikir statistik (diolah dari Maman, 2007)

2.2 Kepentingan Data dan Hegemoni Gramsci

Akurasi data penting bagi akademisi karena orientasinya kebenaran objektif. Sementara bagi penguasa yang berorientasi kekuasaan, sering cukup dengan benarnya sendiri saja.

Hal ini sejalan dengan teori hegemoni Gramsci yang dibangun di atas pentingnya ide dan tidak mencukupinya kekuatan fisik saja dalam kontrol sosial politik. Menurut Gramsci, agar yang dikuasai mematuhi penguasa, yang dikuasai tidak hanya harus merasa mempunyai dan menginternalisasi nilai-nilai serta norma penguasa, lebih dari itu mereka juga harus memberi persetujuan atas subordinasi mereka. Inilah yang dimaksud Gramsci dengan “hegemoni” atau menguasai dengan “kepemimpinan moral dan intelektual” secara konsensual. Dalam konteks ini, Gramsci secara berlawanan mendudukan hegemoni, sebagai satu bentuk supermasi satu kelompok atau beberapa kelompok atas yang lainnya, dengan bentuk supermasi lain yang ia namakan “dominasi” yaitu kekuasaan yang ditopang oleh kekuatan fisik (Sugiono, 1999:31).

Melalui konsep hegemoni, Gramsci berargumentasi bahwa kekuasaan agar dapat abadi dan langgeng membutuhkan paling tidak dua perangkat kerja. *Pertama*, adalah perangkat kerja yang mampu melakukan tindak kekerasan yang bersifat memaksa atau dengan kata lain kekuasaan membutuhkan perangkat kerja yang bernuansa *law enforcemant*. Perangkat kerja yang pertama ini biasanya dilakukan oleh pranata negara

(state) melalui lembaga-lembaga seperti hukum, militer, polisi dan bahkan penjara. *Kedua*, adalah perangkat kerja yang mampu membujuk masyarakat beserta pranata-pranata untuk taat pada mereka yang berkuasa melalui kehidupan beragama, pendidikan, kesenian dan bahkan juga keluarga (Hendarto, 1993). Perangkat kerja ini biasanya dilakukan oleh pranata masyarakat sipil (*civil society*) melalui lembaga-lembaga masyarakat seperti LSM, organisasi sosial dan keagamaan, paguyuban-paguyuban dan kelompok-kelompok kepentingan (*interest groups*). Kedua level ini pada satu sisi berkaitan dengan fungsi hegemoni dimana kelompok dominan menangani keseluruhan masyarakat dan disisi lain berkaitan dengan dominasi langsung atau perintah yang dilaksanakan diseluruh negara dan pemerintahan yuridis (Gramsci, 1975).

Dalam gambar diatas, ide mengenai “masyarakat sipil” dan “masyarakat politik” sesungguhnya tidak jelas terlihat, pembedaan itu dibuat hanya untuk kepentingan analisis semata. Kedua suprastruktur itu, pada kenyataannya, sangat diperlukan, satu sama lainnya tidak bisa dipisahkan. Gramsci juga mengkarakterisasikan apa yang dimaksud dengan negara integral sebagai sebuah kombinasi kompleks antara “kediktatoran dan hegemoni” atau seluruh kompleks aktivitas praktis dan teoritis dimana kelas berkuasa tidak hanya menjustifikasi dan menjaga dominannya, tetapi juga berupaya memenangkan persetujuan aktif dari mereka yang dikuasai”. Jadi negara adalah aparatus koersif pemerintah sekaligus aparatus hegemonik institusi swasta. Kelebihan konsepsi Gramsci tentang negara integral adalah karena konsepsi itu memungkinkan dirinya memandang hegemoni dalam batasan dialektik yang meliputi masyarakat sipil atau masyarakat politik (Sugiono, 1999).

Lebih jauh dikatakan Gramsci bahwa bila kekuasaan hanya dicapai dengan mengandalkan kekuasaan memaksa, hasil nyata yang berhasil dicapai dinamakan “dominasi”. Stabilitas dan keamanan memang tercapai, sementara gejolak perlawanan tidak terlihat karena rakyat memang tidak berdaya. Namun hal ini tidak dapat berlangsung secara terus menerus, sehingga para penguasa yang benar-benar sangat ingin melestarikan kekuasaannya dengan menyadari keadaan ini akan melengkapi dominasi dengan perangkat kerja yang kedua, yang hasil akhirnya lebih dikenal dengan sebutan “*hegemoni*”. Dengan demikian supremasi kelompok (penguasa) atau kelas sosial tampil dalam dua cara yaitu dominasi atau penindasan dan kepemimpinan intelektual dan moral. Tipe kepemimpinan yang terakhir inilah yang merupakan hegemoni (Hendarto, 1993:74).

Data statistik adalah data yang cenderung untuk memperoleh tendensi sentral dengan sejumlah sampel dari berbagai populasi. Kemudian kebijakan atau keputusan pemerintah berangkat dari data-data yang telah dihimpun dari lapangan tersebut, baik dalam bentuk kuantitatif maupun kualitatif. Dengan demikian kekuasaan hegemoni lebih merupakan kekuasaan dari berbagai kepentingan yang telah disepakati (*konsensus*), dan mencakup beberapa jenis penerimaan intelektual atau emosional atas tatanan sosial politik yang kemudian mempengaruhi kinerja intelektual para statistikawan.

3. Kesimpulan

Hegemoni adalah sebuah rantai kemenangan yang didapat melalui mekanisme konsensus (*consenso*). Ada berbagai cara yang dipakai, misalnya berdasarkan skema gambar diatas, entitas diluar pendataan yang turut memiliki kepentingan baik dari lembaga pemerintah maupun swasta dalam konteks tersebut mengintervensi bagaimana data yang seharusnya ditampilkan sebagai hasil akhir. Gramsci (1975) menekankan hal ini pada aspek kultural (ideologis). Melalui produk-produknya, hegemoni menjadi satu-satunya penentu dari sesuatu yang dipandang benar baik secara moral maupun

intelektual. Hegemoni kultural tidak hanya terjadi dalam relasi antar negara tetapi dapat juga terjadi dalam hubungan antar berbagai kelas sosial yang ada dalam suatu negara. Artinya bentuk-bentuk kesepakatan adalah bagian dari variabel *intervening* yang akan menjauhkan arti objektifitas demi tercapainya data yang valid.

Apa yang sulit diukur sering sulit untuk dikelola. Teknologi baru memungkinkan untuk digunakan sebagai instrumen pendukung dalam kegiatan pendataan. Sebab sangat memungkinkan sistem perekrutan tim lapangan dipilih tidak hanya pada kualitas pendidikan (statistiknya), tetapi juga pada aspek non-kognitif dan kekerabatan. Perkembangan ilmu pengetahuan melangkah maju melalui serangkaian pendekatan yang berlangsung bersinambungan. Tiap generasi sampai pada serangkaian generalisasi yang mendasar tentang bekerjanya alam, yang berguna untuk menjelaskan gejala-gejala teramati tertentu. Setelah dilakukan penelitian yang lebih dekat, permasalahan penyimpangan-penyimpangan tersebut mungkin terbukti bukan mutlak, melainkan relatif. Pengecualian-pengecualian ditemukan, yang bertentangan dengan aturan-aturan yang baku, dan, pada gilirannya, menuntut satu penjelasan, dan demikian seterusnya sampai tak berhingga.

Apakah dengan demikian harus berputus asa bahwa kita tidak akan pernah mencapai data yang mutlak valid? Penyajian pertanyaan dengan cara ini menunjukkan ketidakpahaman akan hakikat kebenaran dan pengetahuan manusia. Maka Kant berpikir bahwa pikiran manusia hanya dapat memahami apa yang tampak. Di balik apa yang tampak itu, hadirilah *Thing-In-Itself*, hakikat segala sesuatu, yang tidak akan pernah dapat kita pahami. Terhadap hal ini, Hegel menjawab bahwa pengetahuan terhadap ciri-ciri sebuah hal adalah pengetahuan terhadap hal itu sendiri.

Seperti yang dikemukakan oleh Eric J. Lerner (dalam

"Data yang baik, yang didapat dan ditelaah secara kompeten, selalu memiliki nilai ilmiah sekalipun teori yang mengilhaminya keliru. Teoritisi lain akan menemukan kegunaan untuk data itu, kegunaan yang sama sekali tidak terpikirkan ketika mereka pertama kali dikumpulkan. Bahkan dalam karya yang teoritik, upaya-upaya tulus untuk membandingkan satu teori dengan pengamatan hampir selalu terbukti berguna, tidak tergantung dari ketepatan teorinya: seorang teoritisi pastilah akan galau jika idenya keliru, tapi pencoretan terhadap satu kemungkinan yang keliru tidak dapat disebut membuang waktu"

Ini mungkin merupakan satu resolusi atas perdebatan di dalam bidang ilmu statistik antara para teoritisi yang percaya bahwa variasi populasi yang tak teramalkan adalah sebuah penyimpangan dari "norma-norma kondisi stabil" dan lain orang yang percaya bahwa keadaan stabil adalah penyimpangan dari "keadaan *chaos*". Interpretasi yang berbeda ini mungkin lahir karena peneliti yang berbeda pada dasarnya telah "mengiris" satu bagian vertikal dari grafik itu, yang bersesuaian dengan hanya satu nilai non-linearitas tertentu.

Dapat disimpulkan bahwa kemampuan ahli statistik untuk menghasilkan data pangan, adalah bukan mutlak karena kemampuan menalar yang rendah tetapi pada aspek objektifitas atau independensi sebuah lembaga untuk mengelola subjek-subjek yang bekerja didalamnya yang sarat kepentingan. Dibutuhkan analisa lebih lanjut, mengenai 'kepentingan' dalam konteks kajian ini. Kebijakan pangan terkait dengan dua lembaga pemerintahan, setidaknya dari kementerian pertanian selaku pengelola hasil pertanian (termasuk didalamnya bahan pangan) dan kementerian dalam negeri sebagai pihak yang bertanggungjawab atas ketersediaan pangan dalam negeri serta kebutuhan untuk impor-ekspor bahan pangan.

Kasus Bulog hanya sebuah contoh kasus untuk menjadi suatu kajian internal

mengenai kemampuan penalaran statistik dalam menghasilkan informasi statistik. Kemampuan tersebut tentu berimplikasi dengan tugas, fungsi dan tanggung jawab pada Lembaga untuk menghasilkan data akurat sebagai rujukan pengambilan kebijakan dalam segala aspek. Disamping faktor eksternal mengenai kondisi lingkungan yang memicu potensi politik kepentingan data statistik yang akan digunakan. Jadi kemampuan apapun sebagai syarat wajib dalam kompetisi global membutuhkan moral yang baik pula agar menghasilkan tindakan sosial yang bermanfaat.

Daftar Pustaka

- [1] Bates, Thomas R. (1971). Gramsci and the theory of hegemony. *Journal of the History of Ideas*. Vol. 36, No. 2 (Apr. - Jun., 1975), pp. 351-366 Published by: [University of Pennsylvania Press](#)
- [2] Ben-Zvi D. & Garfield J. (Eds.). (2004). *The challenge of developing Statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [3] Chance, B. L. (2002). *Components of Statistical Thinking and Implications for Instruction and Assessment" Journal of Statistiks Education [Online]*, 10(3) www.amstat.org/publications/jse/v10n3/chance.html
- [4] DelMas, Robert C. (2002). *Statistical Literacy, Reasoning, and Learning: A Commentary. Journal of Statistics Education Volume 10, Number 3(2002)*. www.amstat.org/publications/jse/v10n3/delmas_discussion.html.
- [5] Djauhari, Maman A. (2007). *Statistik: Salah Satu Indikator Utama Peradaban*. Disampaikan pada Kuliah Umum di Sekolah Tinggi Ilmu Statistik, tidak dipublikasikan. Jakarta, 2 Februari 2007.
- [6] Garfield, J. (2002). The Challenge of Developing Statistical Reasoning, *Journal of Statistics Education [Online]*, 10(3). www.amstat.org/publications/jse/v10n3/garfield.html.
- [7] Hendarto, Heru. (1993). *Mengenai Konsep Hegemoni Gramsci, dalam Diskursus Kemasyarakatan dan Kemanusiaan*. Tim Redaksi Driyarkara. Jakarta: Gramedia.
- [8] J. Gleick. N.d. Chaos, Making a New Science. *Journal of the History of Ideas*. Vol. 36, No. 2 (Apr. - Jun., 1975), pp.80 Published by: [University of Pennsylvania Press](#) Kompas. Com
- [9] Martadiputra, Bambang. (2010). *Kajian Tentang Kemampuan Melek Statistis (Statistical Literacy), Penalaran Statistis (Statistical Reasoning), Dan Berpikir Statistis (Statistical Thinking) Guru SMP/SMA*. Jurnal_upi.edu diunduh tanggal 20 Januari 2016
- [10] Sugiono, Muhadi. (1999). *Kritik Antonio Gramsci Terhadap Pembangunan Dunia Ketiga*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [11] Pfannkuch, M., & Wild, C. (2004). Towards an understanding of Statistical thinking. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield, (Eds.), *The challenge of developing Statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 17-46). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

STATISTIK UJI RASIO LIKELIHOOD UNTUK MENDETEKSI DATA *OUTLIER* PADA MODEL *AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTIC*

Sediono

Prodi Statistika Universitas Airlangga
email : ha_sediono@yahoo.com

Abstract. Model of ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedastic) is one model in a time series that can be used to analyze a variety of data (financial), which generally have high volatility or variances that are not constant. As a result, many are some data that have high jumps, the data thus in the statistical analysis of the data is often called outliers. In general, data outlier is a data deviates from a set of data. The existence of these outliers will usually give unfavorable effects, especially in the process of analysis. The emergence of data outliers usually can cause a great loss if not promptly treated. To detect the presence of data outliers in the data model of ARCH is one of them can be used approach likelihood ratio method. This study is limited to the discussion of the construction of the test statistic associated with the detection of the data Outlier. From the result of the discussion that the statistical likelihood ratio test for detecting outliers in the data ARCH models converge to a chi-squared distribution with degree of freedom n .

Keywords: *Time Series, Outlier, ARCH Models, Likelihood Ratio Estimator, Statistical test*

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai data yang mempunyai pola atau struktur tertentu, misalkan data-data *time series*, dimana data-data tersebut merupakan serangkaian pengamatan yang berasal dari suatu sumber tetap yang terjadi berdasarkan waktu t secara berurutan dengan interval waktu yang tetap. Beberapa bidang penting yang dapat dianalisis dengan analisis *time series* ini antara lain dalam bidang pertanian, bisnis, perekonomian, keuangan, *engineering*, *medical science*, *meteorology* dan lain-lain. Sedangkan tujuan utama dari analisis *time series* itu sendiri selain untuk memodelkan mekanisme stokastik dari struktur data juga untuk meramalkan kejadian data di masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu (Cryer & Chan, 2008).

Namun demikian dalam pengamatan-pengamatan yang ada data *time series* seringkali dipengaruhi oleh kejadian-kejadian yang bersifat mengganggu (*interuptive*), seperti adanya kasus unjuk rasa, peperangan, krisis moneter, politik, dan bencana alam, serta faktor lain yang tidak terduga sebelumnya, sehingga asumsi dasar seperti stationer data, residual berdistribusi normal dan model *white noise* tidak semuanya terpenuhi. Konsekuensi dari kejadian-kejadian yang mengganggu, menghasilkan serangkaian observasi yang tidak konsisten. Kejadian-kejadian yang tidak konsisten inilah dalam analisis statistik sering dinamakan struktur data dengan pencilan (*outlier*) tertentu. *Outlier* itu sendiri merupakan suatu struktur data yang ekstrim (menyimpang) dari pola sekumpulan data yang lain (Ferguson, 1996).

Data *outlier* pada umumnya bisa terjadi karena beberapa sebab seperti kesalahan dalam pemasukan data, kesalahan dalam pengambilan sampel, maupun keberadaan

data-data ekstrim yang tidak bisa dihindarkan . Keberadaan data *outlier* ini akan mengganggu dalam proses analisis data dan harus dihindari dalam banyak hal. Dalam kaitannya dengan analisis regresi misalnya, *outlier* dapat menyebabkan hal-hal seperti residual yang besar dari model yang terbentuk, varian pada data tersebut menjadi lebih besar dan taksiran interval memiliki rentang yang lebar. Dalam model *time series*, khususnya model untuk data-data keuangan (*return*) yang umumnya mempunyai sifat tipikal data yang *heterocedastic* (yang memiliki varian tidak konstan) atau variabilitas data yang relatif tinggi pada suatu waktu tertentu misalkan model-model *ARCH*, *GARCH* dapat menimbulkan model yang dihasilkan akan berpengaruh terhadap *forecasting* data yang dihasilkan (Rosadi, D, 2014). Secara umum data-data keuangan (*return*) mempunyai dua sifat penting yakni distribusi probabilitasnya bersifat *fat tails* jika dibandingkan dengan distribusi normal, selain itu juga bersifat *volatility clustering*. Oleh karena itu maka data-data tersebut perlu dideteksi lebih lanjut.

Pendeteksian terhadap *outlier* suatu data dilakukan dengan menguji efek *outlier* terhadap residual yang diasumsikan sebagai parameter-parameter dari deret waktu . Untuk mendeteksi keberadaan *outlier* ini dapat dilakukan dengan pendekatan metode rasio *likelihood* (Tsay, 2002).

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam tulisan ini hanya akan dibahas tentang konstruksi statistik uji pendeteksian *outlier* pada data *time series* model *ARCH* dengan pendekatan metode Rasio *Likelihood*

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan untuk mengkonstruksi statistik uji dalam mendeteksi adanya *outlier* pada model *ARCH* (1) dengan menggunakan pendekatan metode rasio *likelihood* langkah – langkahnya antara lain sebagai berikut :

1. Mendefinisikan model *ARCH*(1) dari model *ARIMA* terbaik
2. Mengestimasi model *ARCH* (1) dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) sehingga diperoleh nilai α_0, α_1 dan misalkan $\hat{\ell}_b$ sebagai hasil estimasi model *ARCH* (1)
3. Mendefinisikan nilai $s = \max \left| \frac{\varepsilon_t^*}{h_t^*} \right|$, dimana s adalah titik terjadi gangguan, ε_t^* adalah residual dari model *ARIMA* terbaik dan h_t^* adalah model varian dari model *AVO*.
4. Mengestimasi model dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* dan misalkan $\hat{\ell}_m$ sebagai hasil estimasi dari model tersebut dengan penambahan parameter $\hat{\gamma}_m$ dan $\hat{\tau}_m$.
5. Mengkonstruksi statistik uji dalam mendeteksi adanya *outlier*

3. Hasil Penelitian

Didefinisikan bentuk umum model *ARCH* adalah :

$$\varepsilon_t = u_t \sqrt{\alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2} \quad (1)$$

dengan u_t berdistribusi normal standar sedangkan ε_t merupakan residual dari model *ARIMA* yang dapat dinyatakan dalam bentuk umum:

$$y_t = x_t' \beta + \varepsilon_t$$

ARIMA(p, d, q) sebagai berikut

$$\phi_p(B)(1-B)^d X_t = \theta_q(B)\varepsilon_t \quad (2)$$

dengan memisalkan $W_t = (1-B)^d X_t$ maka

$$\begin{aligned} (1-\phi_1 B_1 - \dots - \phi_p B_p)W_t &= \theta_q(1-\theta_1 B_1 - \dots - \theta_q B_q)\varepsilon_t \\ W_t - \phi_1 W_{t-1} - \phi_2 W_{t-2} - \dots - \phi_p W_{t-p} &= \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \\ W_t &= \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \end{aligned} \quad (3)$$

Untuk $d=0$

maka $W_t = (1-B)^0 X_t = X_t$

$$\begin{aligned} W_t &= \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \\ X_t &= \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \end{aligned} \quad (4)$$

Dengan memisalkan

$$X_t = y_t, \quad X_t \beta = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} \text{ dan } \varepsilon_t = \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

maka bentuk umum *ARIMA* dapat dinyatakan dalam model *ARIMA*($p,0,q$)

Sedangkan untuk $d=1$ diperoleh

$$\begin{aligned} (X_t - X_{t-1}) &= \phi_1(X_{t-1} - X_{t-2}) + \dots + \phi_p(X_{t-p} - X_{t-p-1}) + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \\ X_t &= X_{t-1} + \phi_1 X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} - \phi_p X_{t-p-1} + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \\ X_t &= (1 + \phi_1)X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} - \phi_p X_{t-p-1} + \varepsilon_t - \theta_q \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \end{aligned} \quad (5)$$

Selanjutnya bentuk umum *ARIMA* juga dapat dinyatakan dalam model *ARIMA*($p,1,q$)

Dengan mengasumsikan ε_t berdistribusi normal bersyarat dan misalkan F_{t-1} merupakan himpunan informasi yang diketahui pada waktu $t=1,2,3,\dots,T$ maka

$$\varepsilon_t | F_{t-1} \sim N\left(0, \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2\right) \text{ atau dapat juga ditulis sebagai berikut}$$

$$\varepsilon_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t) \text{ dengan } h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

sehingga fungsi Pdf nya adalah

$$f(\varepsilon_t | u_t, h_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi h_t}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_t - 0}{\sqrt{h_t}}\right)^2\right\} \quad (6)$$

misalkan θ adalah himpunan parameter dari h_t atau $\{\alpha_0, \alpha_1\} \in \theta$ maka Pdf bersyaratnya menjadi

$$f(\varepsilon_t | \theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi h_t}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_t - 0}{\sqrt{h_t}}\right)^2\right\} \quad (7)$$

sedangkan Pdf bersamanya adalah

$$L(\varepsilon_t | \theta) = \prod_{t=1}^T \frac{1}{\sqrt{2\pi h_t}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_t - 0}{\sqrt{h_t}}\right)^2\right\} \quad (8)$$

fungsi *likelihood* dari Pdf bersama diatas adalah

$$\begin{aligned}
\ln L(\theta) &= \ln \sum_{t=1}^T \left((2\pi h_t)^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right) \right\} \right) \\
&= \ln \sum_{t=1}^T (2\pi h_t)^{-1/2} + \sum_{t=1}^T \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right) \right) \\
&= -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \quad (9) \\
&= -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left(\ln(h_t) + \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right) \\
&= c - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left(\ln(h_t) + \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right) \text{ dengan } c = \frac{T}{2} \ln(2\pi)
\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai estimasi α_0, α_1 pada fungsi *likelihood* Persamaan (9) diatas, maka Persamaan (9) diturunkan terhadap parameter α_0, α_1

$$\bullet \quad \frac{\partial(\ln L(\theta))}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial \left(-\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right)}{\partial \alpha_0} \quad (10)$$

$$\bullet \quad \frac{\partial(\ln L(\theta))}{\partial \alpha_1} = \frac{\partial \left(-\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right)}{\partial \alpha_1} \quad (11)$$

Berdasarkan hasil penurunan fungsi *likelihood* terhadap parameter α , seperti pada Persamaan (10) dan (11) terlihat bahwa persamaannya masih berbentuk implisit, sehingga untuk mendapatkan nilai estimatornya diselesaikan dengan *software*, misal Eviews.

1. Mencari nilai estimasi dari model *ARCH* (1) dan dimisalkan hasil estimasinya sebagai $\hat{\ell}_b$

$$\text{Diketahui } \ln L(\theta) = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \quad (12)$$

Misalkan $\ln L(\theta) = \ell_b(\theta)$

maka dengan menurunkan Persamaan (12) terhadap parameter α diperoleh

$$\frac{\partial(\ell_b(\theta))}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial \left(-\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right)}{\partial \alpha_0} \quad (13)$$

$$\frac{\partial(\ell_b(\theta))}{\partial \alpha_1} = \frac{\partial \left(-\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \right)}{\partial \alpha_1} \quad (14)$$

Karena hasil penurunan Persamaan (13) dan (14) masih berbentuk implisit maka untuk mendapatkan nilai estimatornya diselesaikan dengan *software*, misal Eviews. Sehingga hasil estimasinya ditulis

$$\hat{\ell}_b(\theta) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(\hat{h}_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \quad (15)$$

2. Mendefinisikan nilai $s = \max \left| \frac{\varepsilon_t^*}{h_t^*} \right|$, dengan ε_t^* merupakan residual dari model ARCH terbaik dan h_t^* merupakan varian dari model ARCH.
3. Mencari nilai $\hat{\gamma} = y_s - x_s' \beta$
4. Mengestimasi model bersarang (*nesting*) untuk AO dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan dimisalkan hasil estimasi dari model bersarang dengan penambahan parameter $\hat{\gamma}_m$ dan $\hat{\tau}_m$ adalah $\hat{\ell}_m$.

$$y_t = x_t' \beta + \gamma d_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

$$h_{mt} = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \tau d_{t-1}, \quad \{\alpha_0, \alpha_1, \tau\} \in \omega$$

Pdf dari $\varepsilon_t \mid F_{t-1} \sim N(0, h_{mt})$ adalah

$$f(\varepsilon_t \mid \omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi h_{mt}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t - 0}{\sqrt{h_{mt}}} \right)^2 \right\} \quad (17)$$

sedangkan Pdf bersamanya adalah

$$L(\omega \mid \varepsilon_t) = \prod_{t=1}^T \frac{1}{\sqrt{2\pi h_{mt}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t - 0}{\sqrt{h_{mt}}} \right)^2 \right\} \quad (18)$$

Jika Persamaan(18) diambil nilai logaritmanya maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \ln L(\omega) &= \ln \sum_{t=1}^T \left((2\pi h_{mt})^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \right) \right\} \right) \\ &= \ln \sum_{t=1}^T (2\pi h_{mt})^{-1/2} + \sum_{t=1}^T \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \right) \right) \\ &= -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_{mt}) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \\ &= -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left(\ln(h_{mt}) + \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \right) \\ &= c - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left(\ln(h_{mt}) + \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \right), \quad \text{dengan } c = \frac{T}{2} \ln(2\pi) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\text{Diketahui } \ln L(\omega) = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_{mt}) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \quad (20)$$

Misalkan $\ln L(\omega) = \ell_m(\omega)$

maka dengan menurunkan Persamaan (16) terhadap parameter α diperoleh

$$\bullet \frac{\partial(\ell_m(\omega))}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial \left(-\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln(h_{mt}) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}} \right)}{\partial \alpha_0} \quad (21)$$

$$\bullet \frac{\partial(\ell_m(\omega))}{\partial\alpha_1} = \frac{\partial\left(-\frac{T}{2}\ln(2\pi) - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \ln(h_{mt}) - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_{mt}}\right)}{\partial\alpha_1} \quad (22)$$

Karena hasil penurunan Persamaan (21) dan (22) masih berupa implisit maka untuk mendapatkan nilai estimatornya diselesaikan dengan *software*, misalnya Eviews. Sehingga hasil estimasinya ditulis

$$\hat{\ell}_m(\theta) = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \ln(\hat{h}_{mt}) - \frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} \quad (23)$$

5. Mengkonstruksi statistik uji deteksi adanya *outlier*, yakni dengan merumuskan hipotesis sebagai berikut:

- a. Hipotesis :

H_0 : tidak terdeteksi adanya *outlier* pada data

H_1 : terdeteksi adanya *outlier* pada data

atau secara matematik dapat dinyatakan sebagai berikut $H_0: \hat{\gamma}_m = \hat{\tau}_m = 0$

$H_1: \hat{\gamma}_m = \hat{\tau}_m \neq 0$

- b. Statistik uji dan keputusan :

Membuktikan $2\left(\hat{\ell}_m - \hat{\ell}_b\right) < C_T^\alpha$ berdistribusi Khi-Kuadrat

$\varepsilon_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$

$$\lambda = \frac{\max_{\theta \in \Omega_0} f(\varepsilon_t; \theta)}{\max_{\theta \in \Omega} f(\varepsilon_t; \theta)} = \frac{f(\varepsilon_t; \hat{\theta}_0)}{f(\varepsilon_t; \hat{\theta})}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\prod_{t=1}^T \frac{1}{\sqrt{2\pi\hat{h}_t}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t}\right)\right\}}{\prod_{t=1}^T \frac{1}{\sqrt{2\pi\hat{h}_{mt}}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}}\right)\right\}} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\hat{h}_t}}\right) \exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t}\right\}}{\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\hat{h}_{mt}}}\right) \exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}}\right\}} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sqrt{\hat{h}_t}}\right) \exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t}\right\}}{\sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\sqrt{\hat{h}_{mt}}}\right) \exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}}\right\}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{t=1}^T \left(\sqrt{\frac{\hat{h}_{mt}}{\hat{h}_t}} \right) \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} \right\} \leq C \\
\ln \lambda &= \ln \left(\sum_{t=1}^T \left(\frac{\hat{h}_{mt}}{\hat{h}_t} \right)^{1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} \right\} \right) \leq \ln C \\
&= \ln \left(\sum_{t=1}^T \left(\frac{\hat{h}_{mt}}{\hat{h}_t} \right)^{1/2} \right) + \left\{ -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} \right\} \leq \ln C \\
2 \ln \lambda &= 2x \frac{1}{2} \left\{ \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} - \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \right\} \leq 2 \left(\ln C - \ln \left(\sum_{t=1}^T \left(\frac{\hat{h}_{mt}}{\hat{h}_t} \right)^{1/2} \right) \right) \\
-2 \ln \lambda &= - \left\{ \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} - \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \right\} \geq -2 \left(\ln C - \ln \left(\sum_{t=1}^T \left(\frac{\hat{h}_{mt}}{\hat{h}_t} \right)^{1/2} \right) \right) \\
&= - \left\{ \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_{mt}} - \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \right\} \geq C_1 \\
&= \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\hat{h}_{mt}} - \frac{1}{\hat{h}_t} \right) \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \leq -C_1 \\
&= \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\hat{h}_{mt}} - \frac{1}{\hat{h}_t} \right) \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \leq C_2 \\
&= \sum_{t=1}^T \left(\frac{1}{\hat{h}_{mt}} - \frac{1}{\hat{h}_t} \right) \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \leq C_2 \tag{24}
\end{aligned}$$

Karena $\hat{h}_{mt} > \hat{h}_t$ maka $\left(\frac{1}{\hat{h}_{mt}} - \frac{1}{\hat{h}_t} \right) < 0$. Akibatnya $\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \geq C_2$

sehingga $\sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{\hat{h}_t} \sim \chi^2_{1-\alpha}(n)$ dan $C_T^\alpha = \left\{ (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_T \mid \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 \geq C_2) \right\}$

Selanjutnya kriteria uji terhadap hipotesis di atas adalah :

Jika $2 \left(\hat{\ell}_m - \hat{\ell}_b \right) < C_T^\alpha$ maka H_0 diterima

Tetapi $2 \left(\hat{\ell}_m - \hat{\ell}_b \right) < C_T^\alpha$ Jika maka H_0 ditolak

dimana C_T^α adalah nilai kritis dari sebaran Khi-Kuadrat dengan α adalah tingkat signifikansi dan $T = n$ adalah banyak data yang terobservasi.

4. Kesimpulan

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa statistik uji untuk mendeteksi adanya outlier pada model ARCH adalah konvergen ke distribusi Khi Kuadrat dengan derajat bebas n

Daftar Pustaka

- [1] Cryer D & Chan, K.S.,(2008), *Time Series Analysis With Applications in R*, Second Edition, Springer LLC, New York.
- [2] Ferguson, T.S.,(1996), *A Course in Large Sample Theory*, Chapman & Hall, London
- [3] Rosadi, D.,(2014), *Analisis Runtun Waktu dan Aplikasinya dengan R*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- [4] Tsay, R.S.(2002), *Analysis of Financial Time Series*, John Wiley & Sons, Inc, Canada

ANALISIS TIME SERIES DENGAN MENGGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER UNTUK PENDUGAAN CURAH HUJAN DI KABUPATEN KEPAHANG

Siska Yosmar¹, Dyah Setyo Rini², Herlin Fransiska³, dan Nur Afandi⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Matematika Universitas Bengkulu

¹e-mail : siskayosmar@unib.ac.id

Abstract. Rainfall is a climate's phenomenon that has bring big influence for the farm. Therefore, this is important to study regularity of the pattern and distribution of rainfall to carry out the argicultural activity better. Kepahiang is one of the argicultural district in Bengkulu Province. This research aims to predict the rainfall at Kepahiang District in order to obtain the information that can be used for strategize or decision making in the argicultural of Kepahiang District well. In this reserach, made a prediction of rainfall by using the transfer function model which is a multiple time series forecasting model that combines some characteristics of one variable of the ARIMA model with one or more characteristics of the multiple regression analysis. Estimation done by inserting the temperture factor that has an influence on rainfall.

Keywords: *time series analysis, transfer function model, rainfall*

1. Pendahuluan

Iklim merupakan fenomena alam yang sangat penting bagi aktivitas kehidupan manusia. Gangguan Iklim tentu saja akan mempengaruhi rutinitas sehari-hari. Gangguan iklim dapat terjadi jika terdapat fenomena iklim ekstrim seperti ekstrim kering (*El Nino*) dan ekstrim basah (*La Nina*). Fenomena iklim ini dapat menyebabkan pola curah hujan menyimpang dari kondisi normal. Hujan merupakan unsur iklim yang sangat berpengaruh terhadap bidang pertanian. Perlu dipahami bahwa keteraturan pola dan distribusi hujan sangat menentukan jaminan berlangsungnya aktivitas pertanian. Oleh karena itu perubahan-perubahan pola hujan yang terjadi perlu dipelajari dengan baik. Kabupaten Kepahiang terletak di daerah perbukitan bukit barisan yang menjadikan daerah ini sangat cocok untuk menghasilkan produk pertanian dalam hal tanaman pangan seperti padi dan jagung, sayur-sayuran, buah-buahan dan lain-lain.

Proses pembentukan hujan di kawasan tropis merupakan proses yang sukar disimulasikan. [10] menyatakan bahwa belum ada suatu model iklim yang dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan dengan baik. Hal ini disebabkan oleh data curah hujan yang tidak dapat terlepas dari variabel lain yang dimungkinkan mempengaruhi pengamatan-pengamatan data masa sekarang dari variabel yang sedang diamati. Berdasarkan [2] salah satu faktor yang turut mempengaruhi curah hujan adalah suhu udara.

Fungsi Transfer merupakan metode yang mengkombinasikan pendekatan deret waktu dengan pendekatan kausal (regresi). Jika deret waktu Y_t berhubungan dengan satu atau lebih deret waktu lain (X_t), maka dapat dibuat sebuah model deret waktu untuk menduga nilai Y_t berdasarkan informasi X_t . Model yang dihasilkan disebut model fungsi transfer. Deret waktu Y_t dinamakan deret output dan deret waktu X_t sebagai deret input [5]. Sama halnya dengan model regresi, model fungsi transfer juga dapat dibangun dengan hanya satu variabel X_t atau beberapa variabel X_t . Perbedaannya terletak pada

jenis data yang digunakan. Fungsi transfer menggunakan data deret waktu yang tidak saling bebas antar periodenya.

Pada penelitian ini, membahas lebih lanjut mengenai model fungsi transfer yang selanjutnya akan diterapkan untuk meramalkan curah hujan di kabupaten Kepahiang. Peramalan yang akan diperoleh ini akan melibatkan suhu udara sebagai faktor yang mempengaruhi curah hujan.

Curah hujan sangat penting bagi daerah pertanian namun prediksi curah hujan yang baik belum didapatkan hingga saat ini. Salah satu cara untuk memperoleh prediksi curah hujan yang lebih adalah dengan mempertimbangkan faktor lain yang mempengaruhi, salah satunya adalah suhu udara. Oleh karena itu dalam penelitian ini membuat model curah hujan yang mempertimbangkan suhu udara dengan menggunakan fungsi transfer. Untuk mendapatkan keabsahan kesimpulan dan agar penelitian ini lebih terarah maka pembahasan dibatasi hanya pada kabupaten Kepahiang.

2. Metode

Kegiatan penelitian secara garis besar dimulai dari merancang, mengumpulkan data dan membuat analisis serta melakukan pendugaan terhadap curah hujan di Kabupaten Kepahiang. Secara terperinci tahapan penelitian ini meliputi kegiatan:

1. Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan kepustakaan dalam penelitian ini akan dilakukan dengan mengumpulkan sumber-sumber pustaka yang relevan dengan penelitian.

2. Eksplorasi Metodologi

Eksplorasi metodologi dimaksudkan untuk meninjau metode yang sesuai dan dapat digunakan dalam penelitian.

3. Pembuatan instrumen penelitian

Instrumen penelitian adalah daftar variabel dan cara pengukuran serta sumber-sumber data. Pembuatan instrumen penelitian dimaksudkan untuk menentukan variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian dan memverifikasi cara pengukuran tiap variabel.

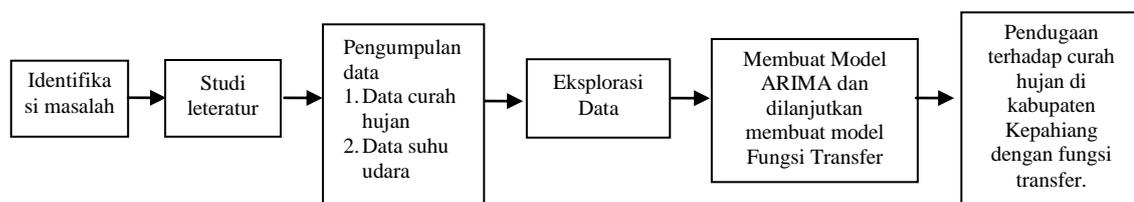
4. Pengumpulan data

Dalam penelitian ini akan digunakan dua jenis data, yaitu data curah hujan dan suhu udara di kabupaten Kepahiang.

5. Eksplorasi dan Analisis data

Tujuan dari eksplorasi data adalah untuk memberikan deskripsi secara umum terhadap data curah hujan dan suhu udara di kabupaten Kepahiang. Selanjutnya dilakukan analisis data dengan fungsi transfer untuk mendapatkan pendugaan terhadap curah hujan di kabupaten Kepahiang.

Seluruh tahapan kegiatan penelitian digambarkan dengan alur penelitian seperti pada Gambar 1



Gambar 1. Roadmap Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

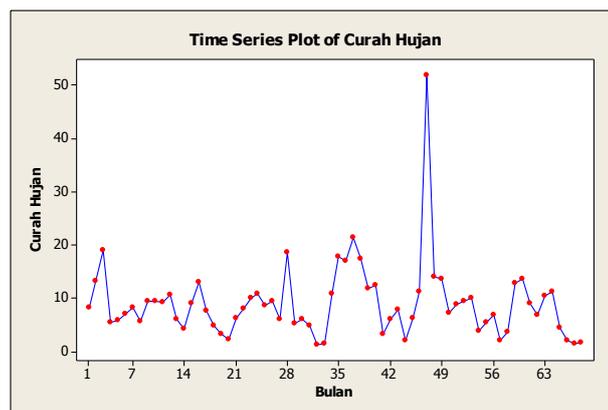
Berikut ini eksplorasi data curah hujan dan suhu udara yang diperoleh dari BMKG Kabupaten Kepahiang

Data

Data rata-rata curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rata-rata curah hujan per bulan (mm) sebagai deret output dan data rata-rata suhu udara per bulan ($^{\circ}\text{C}$) sebagai deret input di Kepahiang sejak Januari 2010 hingga Agustus 2015. Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Geofisika Kepahiang Bengkulu. Pada proses identifikasi model, data dibagi menjadi dua bagian yaitu data pada Januari 2010 hingga Mei 2015 untuk pemodelan dan data pada bulan Juni 2015 sampai Agustus 2015 digunakan untuk validasi model. *Software* yang akan digunakan adalah MINITAB, *E-Views*, dan SAS.

Eksplorasi Data Curah Hujan Bulanan

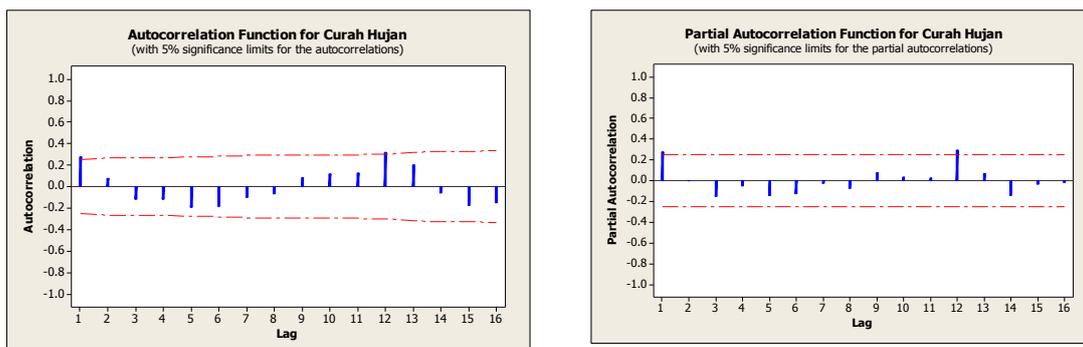
Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa curah hujan bulanan di kabupaten Kepahiang berfluktuasi setiap bulan pada tiap tahunnya. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Nopember 2013, yaitu 51,8 mm yang mengindikasikan bahwa terjadi musim hujan pada bulan tersebut. Curah hujan ini sangat tinggi bahkan ekstrim. Hal ini dapat dilihat bahwa curah hujan tertinggi kedua hanya 21,32 mm. Sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus 2012 yaitu sebesar 1,26 mm. Curah hujan ini relative rendah yang mengindikasikan terjadi musim kemarau di daerah Kepahiang pada bulan tersebut.



Gambar 2. Data Rata-rata curah hujan sejak Januari 2010 sampai dengan Agustus 2015

Uji Stasioneritas Data Curah Hujan Bulanan

Tahap awal permodelan data curah hujan ialah uji stasioner data. Untuk mendapatkan model ARIMA yang baik, data yang digunakan harus stasioner. Kestasioneran data curah hujan dapat dilihat melalui plot fungsi autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*) dan plot fungsi autokorelasi parsial (*Partial Autocorrelation Function/PACF*). Gambar 3 menunjukkan bahwa data curah hujan maksimum bersifat stasioner.



Gambar 3. Plot ACF dan PACF dari Data Curah Hujan pada Jan 2010 hingga Mei 2015

Kestasioneran data curah hujan juga dapat diperiksa dengan mengamati apakah data mengandung akar unit, yakni apakah terdapat komponen tren berupa jalan acak (*random walk*) dalam data. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji akar unit adalah uji *Augmented Dickey-Fuller* (DF).

Hipotesis

H_0 : Data Curah Hujan Bulanan Tidak Stasioner

H_1 : Data Curah Hujan Bulanan Stasioner

Taraf nyata: $\alpha = 5\%$

Output untuk uji DF:

Null Hypothesis: SER01 has a unit root

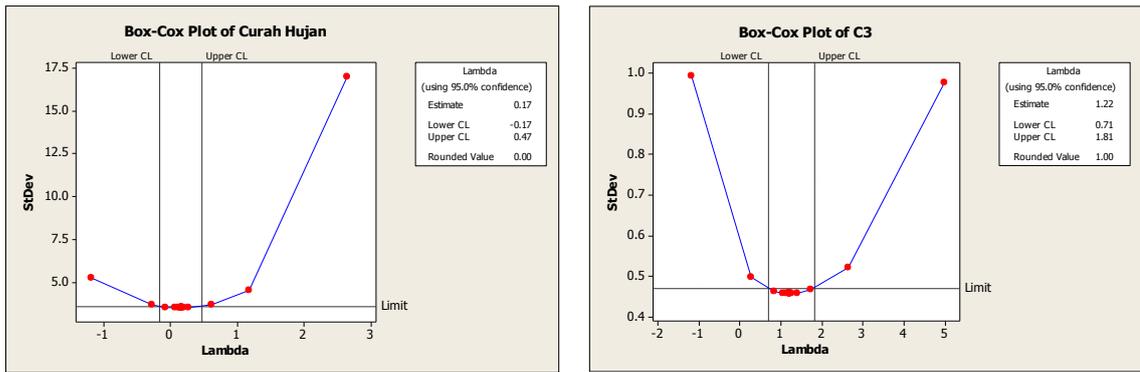
Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.833470	0.0002
Test critical values: 1% level	-3.540198	
5% level	-2.909206	
10% level	-2.592215	

Berdasarkan output di atas terlihat bahwa nilai p-value yang dihasilkan lebih kecil dari 0,05, yaitu 0,002. Hal tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa data curah hujan bersifat stasioner pada nilai tengah/rataan.

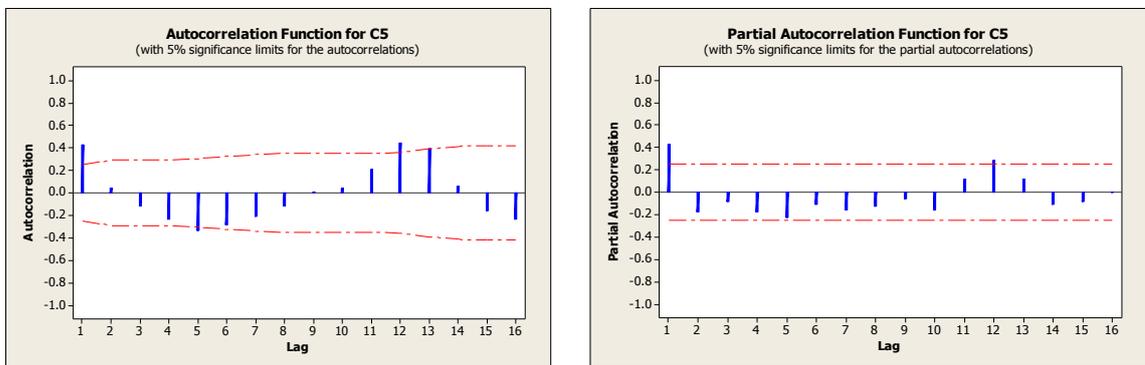
Tahap selanjutnya memeriksa kestasioneran data curah hujan dalam ragam/varian. Transformasi Box-Cox pada Gambar 4 menunjukkan bahwa besarnya nilai lambda untuk data curah hujan adalah 0,17 (lebih kecil dari satu). Hal tersebut mengindikasikan bahwa data belum stasioner dalam ragam. Setelah dilakukan transformasi data, diperoleh nilai lambda sebesar 1,22. Hal itu membuktikan bahwa data curah hujan sudah bersifat stasioner dalam ragam.



Gambar 4. Plot Transformasi Box-Cox Data Asli curah hujan pada Januari 2010 hingga Mei 2015

Identifikasi Model ARIMA Curah Hujan Bulanan

Identifikasi model ARIMA dilakukan untuk menentukan orde parameter AR dan MA. Alat yang digunakan untuk mengidentifikasi orde AR dan MA adalah plot ACF dan PACF data curah hujan yang telah stasioner. Plot ACF dan PACF data ialah sebagai berikut :



Gambar 5. Plot ACF dan PACF data rata-rata curah hujan yang telah stasioner pada januari 2010 hingga mei 2015

Pada Gambar 5 dapat dianalisis bahwa nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data rata-rata curah hujan bulanan menunjukkan bahwa Nilai ACF *diesdown* dan PACF menunjukkan *cuts off* di lag-1 dan lag-12. Sehingga, dapat dididentifikasi bahwa model yang memungkinkan ialah model ARIMA $(1,0,0) (1,0,0)^{12}$. Selanjutnya dilakukan *overfitting* dengan hasil pada Tabel 1

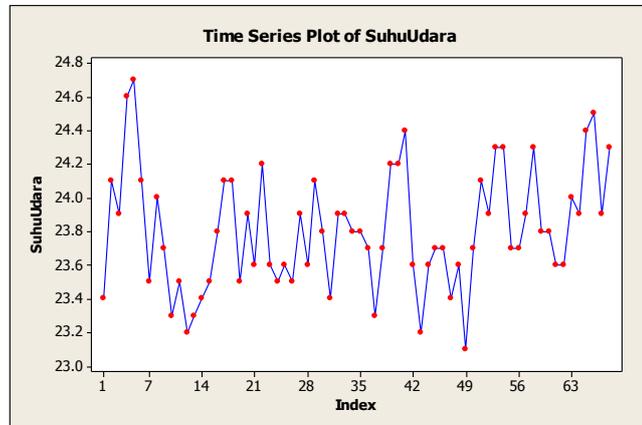
Tabel 1. *Overfitting* Model ARIMA untuk Data Curah Hujan

Model	AIC	SBC
ARIMA $(1,0,0) (1,0,0)^{12}$	5,75	5,87
ARIMA* $(2,0,0) (1,0,0)^{12}$	5,79	5,97
ARIMA* $(1,0,0) (2,0,0)^{12}$	5,92	6,12
*Terdapat parameter yang tidak nyata		

Berdasarkan Tabel 1, maka model yang dipilih untuk data curah hujan bulanan kabupaten Kepahiang adalah $(1,0,0) (1,0,0)^{12}$. Model tersebut memiliki nilai AIC dan SBC terkecil, serta semua parameter nyata.

Eksplorasi Data Rata-Rata Suhu udara Bulanan

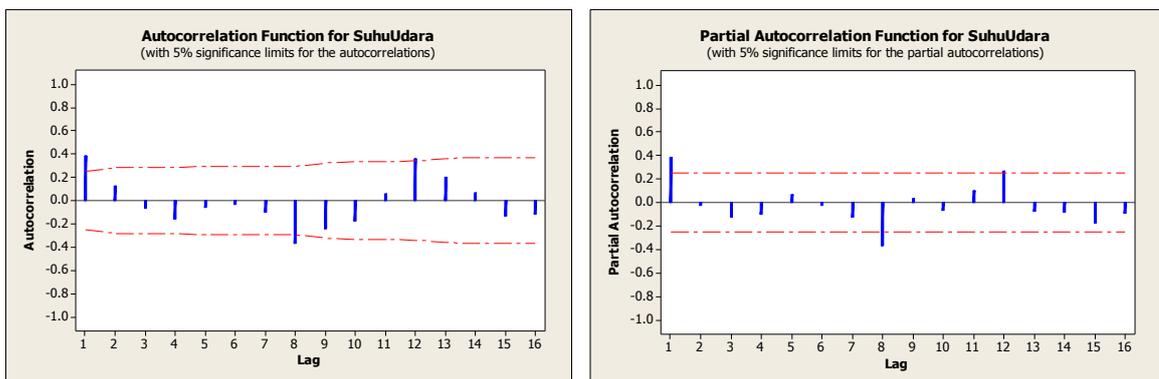
Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa rata-rata suhu udara bulanan di kabupaten Kepahiang cenderung konstan setiap bulan pada tiap tahunnya. Rata-rata suhu udara bulanan terendah ialah pada bulan Januari 2014 sebesar $23,10^{\circ}\text{C}$. Sedangkan rata-rata suhu udara bulanan tertinggi terjadi pada bulan Mei 2010, yaitu $24,70^{\circ}\text{C}$.



Gambar 6. Data Rata-rata suhu udara sejak Januari 2010 sampai dengan Agustus 2015

Uji Stasioneritas Data Rata-Rata Suhu udara Bulanan

Tahap awal permodelan data rata-rata suhu udara ialah uji stasioner data. Untuk mendapatkan model ARIMA yang baik, data yang digunakan harus stasioner. Kestasioneran data rata-rata suhu udara dapat dilihat melalui plot fungsi autokorelasi (*Autocorrelation Function/ACF*) dan plot fungsi autokorelasi parsial (*Partial Autocorrelation Function/PACF*). Gambar 7 menunjukkan bahwa data rata-rata suhu udara maksimum bersifat stasioner.



Gambar 7. Plot ACF dan PACF dari Data Rata-rata Suhu udara pada Januari 2010 hingga Mei 2015

Kestasioneran data rata-rata suhu udara juga dapat diperiksa dengan mengamati apakah data mengandung akar unit, yakni apakah terdapat komponen tren berupa jalan acak (random walk) dalam data. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji akar unit adalah uji *Augmented Dickey-Fuller (DF)*.

Hipotesis

H_0 : Data Rata-rata Suhu Udara Bulanan Tidak Stasioner

H_1 : Data Rata-rata Suhu Udara Bulanan Stasioner

Taraf nyata: $\alpha = 5\%$

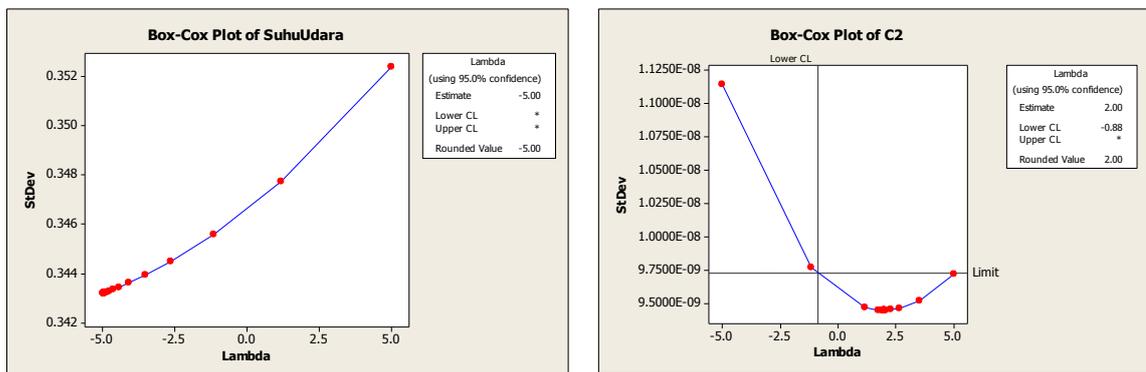
Output untuk uji DF:

Null Hypothesis: SUHUUDARA has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.031575	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.536587	
5% level	-2.907660	
10% level	-2.591396	

Berdasarkan output di atas terlihat bahwa nilai p-value yang dihasilkan lebih kecil dari 0,05, yaitu 0,001. Hal tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa data rata-rata suhu udara bersifat stasioner pada nilai tengah/rataan.

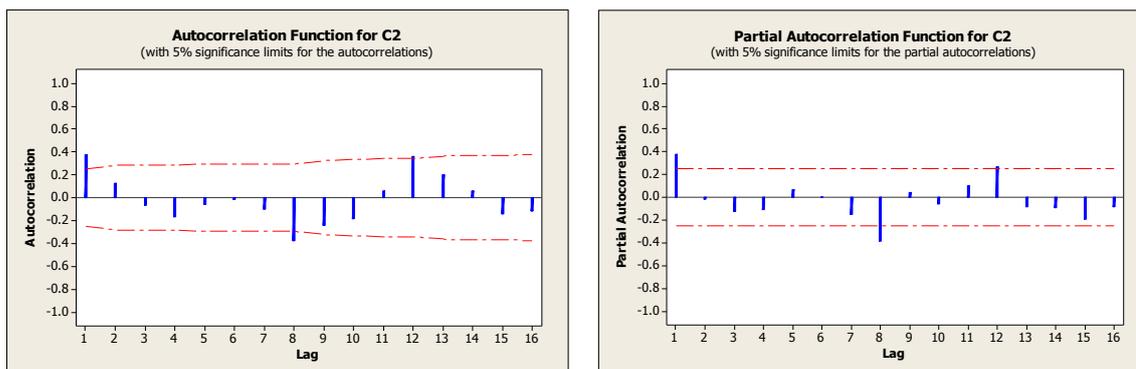
Tahap selanjutnya memeriksa kestasioneran data rata-rata suhu udara dalam ragam/varian. Transformasi Box-Cox pada Gambar 8 menunjukkan bahwa besarnya nilai lambda untuk data rata-rata suhu udara maksimum adalah -5,00 (lebih kecil dari satu). Hal tersebut mengindikasikan bahwa data belum stasioner dalam ragam. Setelah dilakukan transformasi data, diperoleh nilai lambda sebesar 2,00. Hal itu membuktikan bahwa data rata-rata suhu udara maksimum sudah bersifat stasioner dalam ragam.



Gambar 8. Plot Transformasi Box-Cox Data Asli Rata-rata suhu udara pada Januari 2010 hingga Mei 2015

Identifikasi Model ARIMA Rata-rata Suhu udara Bulanan

Identifikasi model ARIMA dilakukan untuk menentukan orde parameter AR dan MA. Alat yang digunakan untuk mengidentifikasi orde AR dan MA adalah plot ACF dan PACF data suhu udara yang telah stasioner. Plot ACF dan PACF data ialah sebagai berikut :



Gambar 9. Plot ACF dan PACF data rata-rata suhu udara yang telah stasioner pada januari 2010 hingga mei 2015

Pada Gambar 9 dapat dianalisis bahwa nilai autokorelasi dan autokorelasi parsial dari data rata-rata suhu udara bulanan menunjukkan bahwa dapat dididentifikasi model yang memungkinkan ialah model ARIMA $(1,0,1) (1,0,1)^{12}$. Selanjutnya dilakukan *overfitting* dengan hasil pada Tabel 2

Tabel 2. *Overfitting* Model ARIMA untuk Data Harga rata-rata Suhu Udara Bulanan

Model	AIC	SBC
ARIMA* $(1,0,1) (1,0,1)^{12}$	-0,12	0,07
ARIMA* $(1,0,0) (1,0,1)^{12}$	-0,15	-0,01
ARIMA $(1,0,0) (0,0,1)^{12}$	-0,15	0,08
*Terdapat parameter yang tidak nyata		

Berdasarkan Tabel 2, maka model yang dipilih untuk data suhu udara bulanan kabupaten Kepahiang adalah $(1,0,0) (0,0,1)^{12}$. Model tersebut memiliki nilai AIC dan SBC terkecil, serta semua parameter nyata.

***Prewhitening* Deret Input dan Output**

Tahap *prewhitening* dilakukan berdasarkan identifikasi model ARIMA pada deret input. Dalam tahap ini digunakan unsur *white noise* model tersebut. Sehingga didapatkan model *prewhitening* deret input rata-rata suhu udara (X_t) adalah $\alpha_t = \nabla X_t$. *Prewhitening* deret output Y_t diperoleh dengan cara melakukan transformasi yang sama dengan deret input X_t , sehingga model *prewhitening* untuk deret output rata-rata curah hujan (Y_t) adalah $\beta_t = \nabla X_t$.

Perhitungan Korelasi Silang

Perhitungan korelasi silang dilakukan antar peubah output dan input yang telah melalui proses *prewhitening*. Korelasi silang ini menunjukkan hubungan antara rata-rata curah hujan dan rata-rata suhu udara bulanan. Pola korelasi silang yang dihasilkan akan digunakan untuk identifikasi model awal fungsi transfer (menentukan orde b, s, dan r). Hasil korelasi silang antara α_t dan β_t dapat dilihat pada Gambar 10.

Crosscorrelations																								
Lag	Covariance	Correlation	-1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	
-5	-0.050595	-.01602	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
-4	0.424020	0.13427	|	.	|	***	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
-3	-0.111874	-.03543	|	.	|	*	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
-2	-0.420714	-.13323	|	.	|	***	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
-1	0.692792	0.21939	|	.	|	****	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
0	-1.082647	-.34284	|	*****	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
1	0.715727	0.22665	|	.	|	*****	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
2	-0.068209	-.02160	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
3	-0.025257	-.00800	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
4	-0.706221	-.22364	|	.	|	****	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.
5	-0.245848	-.07785	|	.	|	**	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.	|	.

Gambar 10. Plot Korelasi Silang data curah hujan dan rata-rata suhu udara bulanan

Identifikasi Model Fungsi Transfer

Identifikasi awal model fungsi transfer dilakukan dengan melihat plot korelasi silang antara α_t dan β_t . Berdasarkan Gambar 10 dapat ditentukan nilai $b = 0$. Hal tersebut terlihat dari lag yang signifikan pertama kali adalah pada lag 0. Kemudian setelah lag 0, lag yang signifikan dan membentuk suatu pola tertentu pada lag 1, sehingga dapat diidentifikasi nilai $s = 1$. Sedangkan untuk mendapatkan nilai r dapat dilihat pada plot ACF deret output yang telah stasioner. Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa tidak ada lag yang signifikan setelah lag pertama, maka dapat ditentukan nilai $r = 0$. Dengan demikian, model tentatif fungsi transfer adalah $b = 0$, $s = 1$, dan $r = 0$. Nilai estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 3 beserta nilai AIC dan SBC-nya:

Tabel 3. Nilai Estimasi Parameter model fungsi transfer

Maximum Likelihood Estimation							
Parameter	Standard Estimate	Standard Error	Approx t Value	Pr > |t|	Lag	Variable	Shift
AR1,1	-0.32936	0.12749	-2.58	0.0098	1	Y	0
NUM1	3.11130	2.89612	1.07	0.2827	0	X	1
Variance Estimate				62.46535			
Std Error Estimate				7.903502			
AIC				441.3492			
SBC				445.6355			
Number of Residuals				63			

Berdasarkan hasil diagnostik model tersebut, maka ditetapkan model akhir fungsi transfer adalah :

$$\nabla Y_t = 3,11130 \nabla X_{t-1} + \frac{a_t}{(1 + 0,32936 B)}$$

Peramalan

Selanjutnya, model fungsi transfer yang telah terbentuk digunakan untuk peramalan curah hujan bulanan untuk tiga periode yaitu, bulan Juni, Juli dan Agustus 2015. Hasil peramalan dapat digunakan untuk mengukur validasi model dengan membandingkan nilai hasil peramalan dengan nilai aktual. Keakuratan model dapat dilihat dari nilai MAPE. Hasil peramalan menggunakan model fungsi transfer dibandingkan dengan data aktual beserta nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 3. Terlihat bahwa nilai MAPE cukup kecil yaitu sebesar 3,588787% . Sehingga dapat dikatakan model fungsi transfer yang diidentifikasi cukup akurat untuk melakukan peramalan.

Tabel 3. Perbandingan hasil peramalan fungsi transfer dan data actual

Periode	Bulan	Y	\hat{Y}
1	Juni 2015	2,00	8,0494
2	Juli 2015	1,48	7,3433
3	Agustus 2015	1,58	7,5759
MAPE			3,59%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan :

1. Model fungsi transfer adalah suatu model yang menggabungkan pendekatan deret waktu dengan pendekatan kausal.
2. Berdasarkan model fungsi transfer pada data curah hujan dengan mempertimbangkan data rata-rata suhu udara bulanan, dapat disimpulkan bahwa curah hujan bulanan dipengaruhi oleh rata-rata suhu udara bulanan yang dapat dilihat dari model:

$$\nabla Y_t = 3,11130 \nabla X_{t-1} + \frac{a_t}{(1 + 0,32936 B)}$$

3. Nilai MAPE yang diperoleh sebesar 3.59% menunjukkan bahwa model yang dibangun sudah cukup akurat untuk peramalan karena sesuai kriteria nilai MAPE, model yang baik memiliki nilai MAPE 0%-10%.

Daftar Pustaka

- [1] Cryer, JD. (1986). *Time Series Analysis*. Boston : Duxbury Press.
- [2] Fadholi A. (2013). Persamaan Regresi Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Data Suhu dan Kelembapan Udara di Ternate. *Statistika*. Vol. 13 No. 1, 7 – 16
- [3] Falk, M. (2005). *A First Course on Time Series Analysis*. SAS and all other SAS Institute Inc., USA.
- [4] Hidayat S. (2008). *Iklim Lokal*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Universitas Mercubuana.
- [5] Makridakis S, SC Wheelwright, VE Megee. (1983). *Forecasting Method and Applications*. 2nd edition. New York : John Wilcy and Sons.
- [6] Montgomery DC, LA Johnson, JS Gardiner. (1990). *Forecasting and Time Series Analysis*. 2nd edition. Singapore : Mc Graw Hill.

- [7] Rosadi, D. (2011). *Pengantar Analisa Runtun Waktu*. UGM, Yogyakarta.
- [8] Tjasyono, B. (2006). *Meteorologi Indonesia 1 : Sirkulasi Atmosfer*. BMG, Jakarta.
- [9] Wei, WWS. (1990). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Canada : Addison-Wesley.
- [10] Zorita E. & Von Storch H. The analog method as a simple statistical downscaling technique. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 12.

**PENAKSIRAN MATRIK PERJALANAN KENDARAAN
RINGAN BERDASARKAN PENGAMATAN VOLUME LENGAN
DENGAN PENDEKATAN INFERENSI BAYES**
(Studi Kasus : Persimpangan Veteran – Sumbersari Kota Malang)

Sobri Abusini

Jur. Matematika Universitas Brawijaya
e-mail: sobri@ub.ac.id

Abstract. The process can change the assignment of a knowledge matrix of travel $[T_{ij}]$ into the estimated flow of arms, the two main points of the assignment process is the proportion of travel between zones i and j zone on an arm and balance assignment. The problem is the number of arms in the measurement of traffic volume is less than the sum of n - origin destination pairs (dual problem), thus resulting in the problem has a solution that is much that is difficult to solve. For that to look for a single solution to solve these problems. In terms of the calculation method of Inference Bayes approach is very interesting, because the assumptions the calculation of the proportion of the matrix accurate travel and arrival rate multivariate normal distribution vehicles. From the data processing, wherein the matrix of the posterior and matrices trip on field observations seen the total number of matrices trip posterior 299.66 and the total amount of the average matrix trip observations 320.5 on light vehicles (KR), wherein the matrix trips posterior smaller than the matrix of travel observations. This figure shows that the increase in the number of light vehicles around 7% in one year.

Keywords: *transportation, Bayesian Inference, prior, posterior, origin destination.*

1. Pendahuluan

Transportasi yang tidak efisien akan merugikan secara ekonomi bagi masyarakat pengguna transportasi di antaranya kemacetan/tundaan, kecelakaan, hambatan mobilitas dan aksesibilitas karena ongkos transportasi yang tinggi [6]. Meskipun terdapat perbedaan antara jalan-jalan di berbagai kota di Indonesia maupun di negara lain, pergerakan di dalam daerah perkotaan mempunyai beberapa karakteristik yang sama, yang berlaku hampir pada semua jalan di kota-kota kecil maupun kota-kota besar. Karakteristik ini merupakan prinsip dasar dimana studi transportasi bermula. Karena transportasi sudah merupakan suatu aktivitas yang selalu kita lakukan sehari-hari, baik untuk bekerja, sekolah, rekreasi ataupun lainnya [4].

Kebutuhan akan transportasi selalu menimbulkan masalah dalam masyarakat, terutama pada saat di mana setiap orang melakukan perjalanan untuk suatu maksud yang sama, pada tempat yang sama dan pada waktu yang bersamaan pula. Sehingga kemacetan, keterlambatan, polusi udara, pencemaran lingkungan dan getaran adalah merupakan sebagian dari masalah-masalah yang ditimbulkan oleh adanya kebutuhan akan transportasi [3]. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diketahui informasi tentang pola perjalanan. Oleh karena itu, agar suatu manajemen lalu-lintas dapat dikatakan berhasil diterapkan adalah sangat penting mengetahui pola perjalanan pada kondisi sekarang dan juga perkiraan pola perjalanan pada waktu yang akan datang.

Pemerintah kota Malang pada saat ini sedang menghadapi masalah kemacetan pada beberapa ruas jalan di dalam jaringan transportasi kota, terutama pada persimpangan-persimpangan, seperti halnya persimpangan Jalan Veteran dan jalan Sumber sari. Untuk

mengatasi permasalahan ini perlu dilakukan suatu program pengaturan dan perencanaan transportasi yang baik yang dapat diwakili dengan Matrik Asal Tujuan (MAT) [2]. Penggunaan metoda non konvensional yang amat hemat biaya dan waktu sangat menarik untuk digunakan.

Secara spesifik estimasi Matrik Asal-Tujuan (MAT) dapat diperoleh dengan melakukan pengamatan volume ruas jalan untuk suatu metoda proporsi assignment, di mana data volume lalu-lintas cukup memberikan informasi untuk penelitian ini, walaupun tidak memperhitungkan kapasitas jalan dari ruas jalan yang diteliti, tetapi parameter-parameter dari data sampel volume kendaraan sangat diperlukan untuk mengestimasi matrik asal-tujuan agar penelitian yang dilakukan lebih akurat [5]. Andaikan terdapat suatu jalan simpang empat dan arus lalu-lintas yang masuk (inflow) dan arus yang keluar (outflows) masing-masing adalah g_1, g_2, g_3, g_4 dan a_1, a_2, a_3, a_4 .

Tabel 1. Matrik Asal Tujuan Persimpangan

Dari ke	1	2	3	4	Total
1	0	θ_{12}	θ_{13}	θ_{14}	a_1
2	θ_{21}	0	θ_{23}	θ_{24}	a_2
3	θ_{31}	θ_{32}	0	θ_{34}	a_3
4	θ_{41}	θ_{42}	θ_{43}	0	a_4
Total	g_1	g_2	g_3	g_4	X

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dicoba menerapkan suatu metoda Inferensi Bayes untuk mengestimasi suatu matrik perjalanan di persimpangan jalan Veteran dan Sumber sari. Metoda ini sangat menarik karena dengan hanya menggunakan informasi data perhitungan volume arus lalu-lintas akan diperoleh suatu matrik perjalanan yang terbaru [7]. Selain itu metoda ini mempunyai tiga kemudahan, yaitu pengamatan yang dilakukan bebas, pengamatan yang dilakukan tanpa kesalahan dan bisa memprediksi matrik perjalanan dengan sedikit nilai informasi prior [8].

1.2 Rumusan Masalah

Kemacetan yang terjadi di beberapa ruas jalan dan dipersimpangan-persimpangan di kota Malang merupakan permasalahan yang perlu mendapat perhatian khusus bagi para pelaku transportasi, khususnya bagi pelaku transportasi yang melewati persimpangan ITN (persimpangan jalan Veteran dan Sumbersari). Dari uraian diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah: Bagaimana penaksiran matrik perjalanan Kendaraan Ringan berdasarkan pengamatan voume lengan dengan Pendekatan Inferensi Bayes, di Persimpangan Veteran – Sumbersari Kota Malang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian adalah: Untuk menentukan penaksiran matrik perjalanan Kendaraan Ringan berdasarkan pengamatan volume lengan dengan Pendekatan Inferensi Bayes di persimpangan Veteran – Sumber sari kota Malang.

2. Metode

2.1 Tahapan Pekerjaan

Sebagaimana telah dijelaskan bahwa maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan penaksiran matrik perjalanan berdasarkan pengamatan volume lengan dengan Pendekatan Inferensi Bayes. Untuk mencapai maksud dan tujuan yang diinginkan perlu disusun suatu tahapan penelitian. Tahapan pekerjaan tersebut antara lain dimulai dari inventarisasi data yang berhubungan dengan volume lalu-lintas di persimpangan.

Secara umum tahapan pelaksanaan penelitian terdiri dari :

1. Tahap persiapan,
2. Tahap pengumpulan data, dan
3. Tahap analisis, kesimpulan dan saran

Secara keseluruhan tahapan pekerjaan yang telah dilakukan dapat di mulai dari proses persiapan penelitian yang dalam hal ini termasuk studi literatur dan *review* penelitian-penelitian terdahulu. Tahapan kedua adalah tahap pengumpulan data dan kompilasi data, dan tahap ketiga adalah mulai dari analisis data, pembahasannya dan sampai pada kesimpulan dan saran.

2.2 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan kajian kembali terhadap latar belakang dan permasalahan yang ada dan strategi yang dirancang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Untuk itu perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Inisiasi studi berupa konsolidasi tim, studi literatur, dan pematapan metodologi.
- b. Inventarisasi data yang diperlukan dalam studi, data tersebut antara lain: data geometrik jalan, dan data lainnya.
- c. Persiapan survei berupa pemilihan metode survei, penyiapan formulir dan perlengkapan survei, penentuan lokasi survei dan sumber daya manusia (SDM) pelaksana.
- d. Identifikasi peraturan dan studi terdahulu yang menyangkut undang-undang, peraturan pemerintah serta metode-metode dan model yang berhubungan dengan lalu lintas.
- e. Alat-alat yang digunakan pada saat survey, diantaranya: counter (untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan), papan alas mencatat, form, stopwatch, alat tulis, odometer (untuk mengukur lebar jalan, bahu jalan dan panjang lintasan), camera digital (untuk dokumentasi kondisi jalan pada ruas yang disurvei agar dapat dijadikan kondisi real di lapangan).

2.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan survei pendahuluan terhadap ruas jalan yang dijadikan objek penelitian untuk melihat keadaan dilapangan, guna menghindari ketidaksesuaian antara tujuan awal dan pengetahuan peneliti terhadap kondisi objek penelitian yang sebenarnya. Hal ini guna merancang tentang survei, jumlah surveyor yang diperlukan, alat-alat survei yang diperlukan, dan posisi titik pengamatan serta strategi yang digunakan. Lokasi penelitian yang dipilih adalah persimpangan jalan Veteran dan jalan Sumber sari di kota Malang (persimpangan ITN). Kriteria pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan di mana persimpangan yang paling sering terjadi kemacetan pada waktu sibuk dan pengambilan data untuk penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2015.

[3]. Matrik perjalanan prior diperoleh dari survey oleh Laboratorium Transportasi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, yang dilakukan Januari 2014 yang dapat dilihat pada Matrik perjalanan prior **Kendaraan Ringan(KR)**.

Tabel 2 Total Matrik Perjalanan Prior KR

Dari / Ke	1	2	3	4	Total
1	0	69	185	243	497
2	161	0	48	0	209
3	174	18	0	0	192
4	256	107	16	0	379
Total	591	194	249	243	1277

Sumber : Hasil Analisis

3.2 Matrik Perjalanan Posterior

Hasil pengolahan data-data matrik perjalanan untuk menghitung nilai-nilai besaran yang diperlukan dalam analisa. Rata-rata matrik posterior untuk Kendaraan Ringan dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\mu_1 = \mu_0 + V_0 H' (\Sigma + H V_0 H')^{-1} (g - H \mu_0) \quad (1)$$

Dimana :

Σ = Matrik dispersi pengamatan

g = volume lengan rata-rata pengamatan asal-tujuan

μ_0 = Volume lengan rata-rata prior asal-tujuan

V_0 = Matrik dispersi prior

H = proporsi matrik perjalanan prior

H' = proporsi matrik perjalanan pengamatan,

Bentuk matrik perjalanan posterior diperoleh dari rata-rata volume lengan matrik perjalanan posterior (μ_1) yang disusun ke dalam bentuk Matrik Asal-Tujuan (MAT). Jadi dengan telah dijabarkannya semua perhitungan besaran diatas, maka diperoleh rata-rata volume lengan matrik perjalanan posterior sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \mu_0 + V_0 H' (\Sigma + H V_0 H')^{-1} (g - H \mu_0) \\ &= \{ 40,25 ; 43,5 ; 64 ; 17,25 ; 4,5 ; 26,75 ; 46,25 ; 12 ; 4 ; 11,56 ; 0 ; 0 \} + \\ &\quad \{ 6,05 \quad 6,59 \quad 8,95 \quad (0,52) \quad 0,45 \quad 2,54 \quad 6,34 \quad 1,86 \quad 0,75 \quad (3,41) \quad 0 \quad 0 \}; \\ &= \{ 46,30 \quad 50,09 \quad 72,95 \quad 16,73 \quad 4,95 \quad 29,29 \quad 52,59 \quad 13,86 \quad 4,75 \quad 8,15 \quad 0 \quad 0 \} \end{aligned}$$

Sedangkan bentuk matrik perjalanan posterior diperoleh dari rata-rata volume lengan matrik perjalanan posterior (μ_1) yang disusun ke dalam bentuk Matrik Asal-Tujuan (MAT) dan diperoleh Tabel berikut :

Tabel 3 Rata-Rata Matrik Perjalanan Posterior KR

Dari / Ke	1	2	3	4	Total
1	0	16.73	52.59	8.15	77.47
2	46.3	0	13.86	0	60.16
3	50.09	4.95	0	0	55.04
4	72.95	29.29	4.75	0	106.99
Total	169.34	50.97	71.2	8.15	299.66

Sumber : Hasil Analysis

3.3 Pembahasan Hasil Perhitungan

Untuk mengetahui keakuratan teknik estimasi Metoda Inferensi Bayes, perlu dilakukan penentuan tingkat ketelitian dari matrik perjalanan posterior yang di dapat dari proses estimasi dengan membandingkan hasil proses matrik perjalanan pengamatan yang diperoleh dari lapangan. Hasil proses estimasi ditentukan dengan menggunakan beberapa tes statistik, antara lain: Perbandingan Matrik Perjalanan Posterior dengan Matrik Perjalanan Pengamatan untuk Kendaraan Ringan seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4 Rata-Rata Matrik Perjalanan Posterior KR

Dari / Ke	1	2	3	4	Total
1	0	16.73	52.59	8.15	77.47
2	46.3	0	13.86	0	60.16
3	50.09	4.95	0	0	55.04
4	72.95	29.29	4.75	0	106.99
Total	169.34	50.97	71.2	8.15	299.66

Sumber : Hasil Analysis

Tabel 5 Rata-Rata Matrik Perjalanan Pengamatan KR

Dari / Ke	1	2	3	4	Total
1	0	54.5	36.75	80.75	172
2	24.25	0	6.5	0	30.75
3	25.5	6.25	0	0	31.75
4	47.75	37.5	0.75	0	86
Total	97.5	98.25	44	80.75	320.5

Sumber : Hasil Analysis

Dari kedua tabel diatas terlihat jumlah total dari matrik perjalanan posterior 299.66 dan jumlah total rata-rata matrik perjalanan pengamatan 320.5, dimana matrik perjalanan posterior lebih kecil dari matrik perjalanan pengamatan. Angka ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan jumlah kendaraan ringan sebanyak 7% dalam 1 tahun.

4. Kesimpulan

- a. Pada studi kasus persimpangan ITN in, Metoda Inferensi Bayes digunakan untuk mengubah atau memperbaiki matrik perjalanan distribusi prior ke matrik perjalanan distribusi posterior. Matrik perjalanan distribusi posterior yang diperoleh merupakan penggabungkan nilai informasi matrik perjalanan prior dan matrik perjalanan pengamatan yang dilakukan, merupakan landasan untuk menghitung valume lalu lintas yang akan dicari. Kemudian matrik perjalanan distribusi posterior adalah proporsi untuk menghasilkan matrik perjalanan.
- b. Dari hasil pengolahan data, dimana matrik posterior dan matrik perjalanan pengamatan di lapangan jumlah total dari matrik perjalanan posterior 299.66 dan jumlah total rata-rata matrik perjalanan pengamatan 320.5 pada Kendaraan Ringan (KR), dimana matrik perjalanan posterior lebih kecil dari matrik perjalanan pengamatan. Angka ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan jumlah kendaraan ringan sekitar 7% dalam 1 tahun.

Daftar Pustaka

- [1] Imam Ghozali. (2006). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan program SPSS*, Badan Penerbit UNDIP.
- [2] Morlok K. Edwar. (1978). *Introduction to Transportation Engineering and Planning*, McGraaw-Hill, Inc.
- [3] Robillard P. (1975). *Estimating The O-D Matrix from Observed Link Volumes*, Transpn.Res.,9.
- [4] Salter R.J., Jornsten K.O. and Lundgren J.T. (1985). *On The Estimation of Trip Matrices in the Case of Missing and Uncertain Data*, Transpn.Res., 19 B.
- [5] Tamin, Ofyar z. (1999). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi* , Penerbit ITB, Bandung.
- [6] Taylor, M.C., Baruya, A. and Kennedy, J.V. (2002). *The Relationship Between Speed and Accidents on Rural Single-Carriageway Roads*. Report TRL 51. Crowthorn: TRL Limited.
- [7] Walpole E. Ronald and Raymond H. Myers. (1978). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, MicMillan.
- [8] William W.H., Douglas C.M. (1972). *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*. John Willey & Sons, Inc.

ANALISIS REGRESI DATA PANEL DALAM PEMODELAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA BARAT TAHUN 2010-2013 MELALUI FIX EFFECT MODEL

Soemartini

Jurusan Statistika FMIPA UNPAD Bandung
tine_soemartini@yahoo.com

Abstract. Humans are the real wealth of nations and the main goal of development to create an environment that allows people to enjoy longevity, healthy and running a productive life.. Human Development Index (HDI) deciphering broader definition of well being than GDP . Human development is a process of repairing the choices that human beings , this selection is done for a decent living long life, good health , education, livelihood, protection and participation in government.

The concept human development is the desire to improve the quality of life, both physical ,mental and spiritual explicitly made the development of human resources in line with economic growth.

Using a fixed effect panel data regression model, the effect regional differences conducted in 26 districts/cities in Jabar in 2010-2013, Data obtained by variation of 99,08 % and HDI is significantly influenced by the average length of the school, the real expenditure /per capita, poverty level, while the life expectancy , literacy rates and population growth rates did not have significant influence.

Keywords : Panel Data Regression Analysis, Fixed Effect Model and HDI

1. Pendahuluan

Pembangunan manusia merupakan suatu proses memperbaiki pilhan-pilihan yang dimiliki manusia dikutip dari *Human Development Report (HDR)* pertama tahun 1990. Pilihan ini dilakukan untuk dapat hidup secara layak, baik umur yang panjang, kesehatan, ilmu pengetahuan, keamanan, mata pencaharian, perlindungan, kebebasan berbudaya dan berpolitik serta berpartisipasi dalam pemerintahan. Konsep pembangunan manusia adalah menghendaki peningkatan kualitas hidup penduduk baik secara fisik, mental maupun spiritual, secara eksplisit dilakukan pada pembangunan sumberdaya manusia seiring dengan pertumbuhan ekonomi.

Menurut UNDP(1995), paradigma pembangunan manusia terdiri dari 4 (empat) komponen utama, yaitu:(1) Produktivitas, masyarakat harus dapat meningkatkan produktivitas mereka dan berpartisipasi secara penuh dalam proses memperoleh penghasilan dan pekerjaan berupah. Oleh karena itu, pertumbuhan ekonomi adalah salah satu bagian dari jenis pembangunan manusia, (2) Ekuitas, masyarakat harus punya akses untuk memperoleh kesempatan yang adil. Semua hambatan terhadap peluang ekonomi dan politik harus dihapus agar masyarakat dapat berpartisipasi didalam dan memperoleh manfaat dari kesempatan-kesempatan ini, (3) Kesenambungan, akses untuk memperoleh kesempatan harus dipastikan tidak hanya untuk generasi sekarang tapi juga generasi yang akan datang. Segala bentuk permodalan fisik, manusia, lingkungan hidup, harus dilengkapi, (4) Pemberdayaan, pembangunan harus dilakukan oleh masyarakat dan bukan hanya untuk mereka. Masyarakat harus berpartisipasi penuh dalam mengambil keputusan dan proses-proses yang mempengaruhi kehidupan mereka.

Indonesia merupakan Negara yang memiliki sumberdaya manusia yang mampu menghasilkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) yang signifikan jika masyarakatnya mau mengembangkan diri karena manusia tidak lagi hanya sebagai objek pembangunan, melainkan juga sebagai subjek dari pembangunan itu sendiri. Sumber daya manusia di Indonesia terbagi dalam 34 Provinsi, dan terbagi lagi ke beberapa Kabupaten/Kota. Masing-masing provinsi dituntut untuk bisa melakukan penataan terhadap pembangunan manusianya, khususnya di provinsi Jawa Barat. Provinsi Jawa Barat yang terbagi atas 26 Kabupaten/Kota diharapkan mampu mewujudkan kehidupan masyarakatnya agar semakin sejahtera. Kesejahteraan masyarakat ini merupakan pembangunan manusia yang lebih baik.

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Barat dari tahun 2010 sampai tahun 2013 meningkat secara signifikan untuk masing-masing Kabupaten/Kota, namun dari beberapa Kabupaten/Kota masih memiliki rata-rata IPM yang rendah dibanding IPM Kabupaten/Kota lainnya, seperti Kabupaten Cianjur yang memiliki IPM terendah yaitu 58,58 untuk tahun 2010 dan meningkat menjadi 61,68 untuk tahun 2013, sedangkan untuk perolehan IPM tertinggi ketiga yaitu Kota Depok mencapai 76.66 pada tahun 2010 dan meningkat signifikan sampai tahun 2013 mencapai 78.27, sedangkan nilai IPM tertinggi kedua yaitu Kota Bekasi mencapai 76.77 pada tahun 2010 dan meningkat signifikan sampai tahun 2013 mencapai 78.63, dan perolehan nilai IPM tertinggi pertama adalah Kota Bandung yaitu mencapai 77.49 pada tahun 2010 dan meningkat secara signifikan pada tahun 2013 yang sampai mencapai angka 78.55.

Dalam penelitian ini, faktor-faktor yang mempengaruhi IPM akan dianalisis menggunakan data panel yang merupakan gabungan dari data *cross section* dan *time series*, dimana unit *cross section* yang sama diukur pada waktu yang berbeda. Keuntungan dari analisis regresi data panel adalah mempertimbangkan keragaman yang terjadi dalam unit *cross section*. Analisis regresi data panel adalah analisis regresi yang didasarkan pada data panel untuk mengamati hubungan antara satu variabel terikat (*dependent variable*) dengan satu atau lebih variabel bebas (*independent variable*). Regresi Panel lebih informative dari pada *time series* sederhana secara keseluruhan (Badi H, 2005). Semakin tingginya nilai Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dalam suatu Kabupaten/Kota, maka akan meningkatkan nilai pembangunan manusia untuk daerah tersebut serta meningkatkan nilai pembangunan manusia untuk Provinsinya..

Adapun permasalahan dari penelitian untuk menerapkan analisis yang tepat sesuai dengan permasalahan yang ada. Analisis menggunakan analisis regresi data panel dengan menggunakan metode Fixed Effect Panel.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang memberikan pengaruh terhadap IPM dan model yang cocok untuk dapat mempresentasikan tingkat IPM di Jawa Barat.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Analisis Regresi Data Panel

Analisis regresi data panel adalah analisis regresi dengan struktur data merupakan data panel yang merupakan gabungan antara data runtut waktu (*time series*) dan data silang (*cross section*). Pada data *time series* variabel diamati dalam jangka waktu tertentu Pada data *cross section*, nilai untuk satu atau beberapa variabel dikumpulkan untuk beberapa unit sampel pada waktu yang sama (Pada data panel unit *cross sectional* yang sama akan diamati dari waktu ke waktu, sehingga data panel memiliki ruang serta dimensi waktu. (Damodar, 2003).

Secara umum, persamaan regresi data panel pada penelitian ini , adalah sebagai berikut :

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \epsilon_{it} \quad (2..1)$$

dengan

$k = 1, 2, \dots, K$

$i = 1, 2, \dots, N$

$t = 1, 2, \dots, T$

Y_{it} : nilai variabel respon pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

X_{kit} : nilai variabel prediktor pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

α : parameter intersep

β_k : koefisien regresi ke- k

ε_{it} : gangguan atau *error term*

Jika masing-masing unit *cross-section* memiliki jumlah pengamatan *time series* yang sama maka data panel tersebut dinamakan data panel seimbang (*balanced panel data*), sebaliknya jika jumlah pengamatan *time series* berbeda pada masing-masing unit maka disebut data panel tidak seimbang (*unbalanced panel data*).

2.2. Beberapa Pendekatan Untuk Mengestimasi Model Regresi Data Panel

Ada 3 pendekatan untuk mengestimasi model regresi data panel yaitu:

a. Common Effect Model

Pada pendekatan ini tidak diperhatikan dimensi waktu atau pun individu sehingga diasumsikan perilaku antar individu sama dalam seluruh kurun waktu. Pendekatan ini disebut juga dengan *Pooled Least Square*. Pendekatan ini merupakan pendekatan yang paling sederhana dalam menghasilkan model. Dalam mengestimasi, dimensi *cross-section* dan *time series* dari data panel diabaikan dan data diestimasi dengan metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*). Pada pendekatan ini diasumsikan bahwa nilai intersep masing-masing variabel adalah sama, begitu pula slope koefisien untuk semua unit *cross-section* dan *time series*. Secara umum model CEM dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.2)$$

b. Fixed Effect Model

Pada pendekatan ini diasumsikan intersep dibedakan antar individu, sedangkan slope diasumsikan sama. Artinya *Fixed Effect Model* disini mengasumsikan bahwa tidak ada *time specific effects* dan hanya memfokuskan pada *individual specific effects*. Metode yang digunakan untuk mengestimasi model ini adalah *Least Square Dummy Variable* yang berbasis regresi *Ordinary Least Square* (OLS) dengan variabel dummy yang dapat mewakili tidak lengkapnya informasi dalam pembuatan model. Secara umum model FEM dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.3)$$

c. Random Effect Model

Pada pemodelan menggunakan REM, arah hubungan antar tempat diasumsikan random, tetapi ditangkap dan dispesifikasikan dalam bentuk kesalahan residual, dengan ε_i merupakan *random error* yang memiliki mean 0 dan varians σ_ε^2 tidak secara langsung diobservasi, atau disebut juga variabel laten (Gujarati, 2004). Sehingga persamaan model REM adalah sebagai berikut :

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_{kit} + w_{it} \quad (2.4)$$

Dengan : $w_{it} = \varepsilon_{it} + \mu_{it}$

Dalam penelitian ini digunakan metode pendekatan FEM, dengan asumsi koefisien slope konstan dan intersept berbeda untuk masing-masing unit cross section. Penelitian ini mengasumsikan IPM antar wilayah dalam hal ini Kabupaten/Kota berbeda. Juga diyakini bahwa individu atau cross section tidak acak dan varians error konstan. Sedangkan pendugaan parameter regresi data panel untuk FEM digunakan Least Square Dummy Variable

(LSVD) dengan model seperti di bawah ini :

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_{4it} + \varepsilon_{it}$$

(2.5)

$$i = 1, 2, \dots, 27$$

$$t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Y_{it} : Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Barat, di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{1it} : Angka Harapan Hidup (AHH) di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{2it} : Angka Melek Huruf (AMH), di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{3it} : Rata-rata lama sekolah (RLS) di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{4it} : Pengeluaran Riil Per Kapita (AHH) di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{5it} : Laju Pertambahan Penduduk di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

X_{6it} : Tingkat Kemiskinan di Kabupaten/kota ke-i dan waktu ke-t

α_i : parameter intersep Kecamatan ke i

β_k : koefisien regresi ke-k dengan k : 1, 2, 3, 4, 5, 6

ε_{it} : gangguan atau *error term*

Sedangkan persamaan FEM dengan variable dummy adalah sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{i=2}^{27} \mu_i D_i + \sum_{k=1}^6 \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2.6)$$

dengan :

$k = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $i = 1, 2, \dots, 27$ dan $t = 1, 2, 3, 4$

dengan :

D_i : variabel dummy yang menyatakan kategori wilayah ke-i

μ_i : koefisien slope variabel dummy yang menyatakan efek perbedaan wilayah.

Variabel dummy yang terbentuk adalah sebanyak N-1 dengan $D = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{26}]$ untuk $i=1$ berisi vektor $0 = [0 \ 0 \ 0]$ sedangkan untuk variabel dummy lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut

$$D_2 = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i = 2 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$D_3 = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i = 3 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

⋮

$$D_{26} = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i = 26 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Persamaan (2.6) termasuk model regresi multiple dengan (k+n) parameter, sehingga persamaan tersebut dapat ditaksir dengan *Ordinary Least Square* (OLS)

dengan $\underline{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{Y})$.

Sedangkan persamaan FEM dengan variable

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{i=2}^{26} \mu_i D_i + \sum_{k=1}^6 \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}$$

dengan :

k = 1,2,3,4,5,6 i = 1,2,..., 26 dan t = 1,2,3,...T

dengan :

D_i : variabel dummy yang menyatakan kategori wilayah ke-i

μ_i : koefisien slope variabel dummy yang menyatakan efek perbedaan wilayah.

Variabel dummy yang terbentuk adalah sebanyak N-1 dengan $D = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_{30}]$ untuk i=1 berisi vektor $0 = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$ sedangkan untuk variabel dummy lainnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$D_2 = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i=2 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

$$D_3 = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i=26 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

.

$$\vdots D_{30} = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i=26 \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Menurut Greene (2002) Persamaan (3.5) termasuk model regresi multiple dengan (k+n) parameter, sehingga Persamaan (3.5) dapat ditaksir dengan *Ordinary Least Square* (OLS) dengan $\underline{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{Y})$.

2.3 Pengujian Spesifikasi Fix Effect Model (FEM)

Langkah-langkah untuk menguji perbedaan intersep antar wilayah adalah sebagai berikut :

1. Rumuskan hipotesis statistic sebagai berikut :

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_N = 0 \text{ (efek perbedaan wilayah tidak berarti)}$$

$$H_1: \text{Salah satu } \mu_i \neq 0 \text{ (efek perbedaan wilayah berarti)}$$

2. Tentukan nilai α

3. Statistik Uji :

$$F = \frac{(R^2_{LSDV} - R^2_{pooled}) / (n-1)}{(1 - R^2_{LSDV}) / (nT - n - k)} \sim F_{((n-1), (nT - n - k))} \quad (3.7)$$

4. Kriteria Uji

Tolak H_0 jika $F_{hitung} \geq F_{Tabel}$, atau p-value < α , terima dalam hal lain.

2.4. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Website resmi BPS Jawa Barat yang terdiri atas data time series dari tahun 2010 s/d 2014

(T=4) dan data crosssection meliputi 26 Kabupaten/Kota (N= 26) di Jawa Barat, sehingga jumlah observasi yang digunakan dalam penelitian ini 104 unit dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2.5. Variabel Penelitian :

. Variabel dependen pada penelitian ini adalah Indeks Pembangunan Manusia dengan variabel independennya adalah: Angka Harapan Hidup, Angka Melek Huruf, Rata-rata Lama Sekolah, Pengeluaran Riil/Per Kapita, Laju pertumbuhan Penduduk, dan Tingkat Kemiskinan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada model FEM dengan Least Square Dummy Variable pada regresi data panel merupakan metode yang menggunakan variable dummy untuk mengetahui besarnya perbedaan koefisien intersep tiap masing-masing efek wilayah di Kecamatan kota Bandung . Setelah dilakukan pengolahan dengan software R diperoleh hasil dari *Fixed Effect Model (FEM)* sebagai berikut :

3.1. Uji Spesifikasi Model

a. Uji Asumsi Klasik

Asumsi dasar yang harus dilakukan pengujian adalah heteroskedastisitas, autokorelasi dan multikolinieritas serta normalitas.

b. Uji Keberartian Parameter

Beberapa pengujian dalam parameter yakni : Uji spesifikasi FEM, Uji keberartian parameter secara keseluruhan dan individual.

3.2.1. Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas merupakan varians yang tidak konstan. Dalam analisis regresi diharapkan residual memiliki varians yang konstan. Untuk menguji ada tidaknya heteroskedastisitas dapat dengan statistik uji Breusch Pagan yaitu uji Lagrange Multiplier untuk menguji heteroskedastisitas.

Hipotesisnya sebagai berikut :

$$H_0 : E(\varepsilon\varepsilon') = \sigma^2\mathbf{I} \text{ (tidak terdapat heteroskedastisitas)}$$

$$H_1 : E(\varepsilon\varepsilon') \neq \sigma^2\mathbf{I} \text{ (terdapat heteroskedastisitas)}$$

Statistik Uji :

$$BP = 12f'X(X'X)^{-1}X'f$$

Dengan f adalah :

$$f_i = (\varepsilon_i / \hat{\sigma}^2 - 1)$$

dimana ;

$$i = 1, 2, \dots, n \quad \hat{\sigma}^2 = \varepsilon' \varepsilon / n$$

ε_i : residual observasi ke-i hasil regresi linear

X : matriks n x (p+1) dari observasi dengan elemen kolom pertama merupakan vector satu

P : banyaknya variabel bebas

Kriteria Uji :

Tolak H_0 jika nilai $BP > \chi^2_{(\alpha, p)}$ yang berarti varians *error* dalam model tidak homogen atau terjadi heteroskedastisitas , dan H_0 diterima pada hal lainnya.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh $BP=76,2129$ dan nilai $p-value$ sebesar $1.1118 \cdot 10^{-5}$ lebih kecil dari taraf signifikansi 5% sehingga H_0 ditolak yang artinya terdapat pelanggaran asumsi heteroskedastisitas.

3.2.2 Autokorelasi

Cara untuk menentukan apakah terdapat autokorelasi adalah menggunakan uji Durbin Watson, dengan hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terdapat masalah autokorelasi)

Berdasarkan hasil di atas diperoleh nilai $p-value = 0.934$ lebih besar dari taraf signifikansi 5% maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat autokorelasi.

3.2.3 Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah adanya hubungan linier antar variabel independen. Untuk mendeteksi multikolinieritas dapat dilihat dari nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Jika nilai $VIF_i > 10$ maka terjadi multikolinieritas. Berikut ini adalah nilai VIF untuk masing-masing variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6 ,

Tabel 1. Nilai VIF untuk Mendeteksi Multikolinieritas

Variabel Bebas	VIF
X_1	2.904
X_2	1.367
X_3	3.595
X_4	3.553
X_5	1.085
X_6	2.444

Berdasarkan tabel 1 nilai VIF untuk semua variabel bebas X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan X_6 nilainya kurang dari 10 sehingga tidak terdapat multikolinieritas diantara variabel bebasnya.

3.2.4 Uji Normalitas Galat

Pengujian normalitas galat dilakukan dengan statistik uji Kolmogorov Smirnov seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Dengan hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : F(x) = F_0(x)$ (*error* berdistribusi normal)

$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (*error* tidak berdistribusi normal)

Tabel 2. Hasil Pengujian Normalitas Galat

Kolmogorov Smirnov	<i>p-value</i>	Kesimpulan
0.0733	0.6266	H_0 diterima

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh nilai *p-value* lebih besar dari taraf signifikansi 5% maka H_0 diterima yang artinya galat berdistribusi normal.

3.3 Robust Standar Error

Adanya pelanggaran asumsi heteroskedastisitas dan autokorelasi dapat diperbaiki dengan Robust Standar Error.

3.4 Uji Spesifikasi Fixed Effect Model

Uji Spesifikasi *Fixed Effect Model* dilakukan untuk mengetahui apakah efek perbedaan wilayah berarti atau tidak.

Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_N = 0 \text{ (efek perbedaan wilayah tidak berarti)}$$

$$H_1: \mu_i \neq 0 \text{ (efek perbedaan wilayah berarti)}$$

Berdasarkan hasil pengujian dengan statistik uji F diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Uji Spesifikasi *Fixed Effect Model*

Statistik uji F	<i>p-value</i>	Kesimpulan
228.2784	0.0029	H_0 ditolak

Berdasarkan hasil pengujian tersebut nilai *p-value* yang dihasilkan 0.0029, Dengan taraf signifikansi 5%, maka $p\text{-value} < \alpha$ sehingga H_0 ditolak yang artinya bahwa efek perbedaan wilayah berarti.

3.5 Secara Keseluruhan

Hipotesisnya adalah :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 \text{ (model tidak berarti)}$$

$$H_1: \text{minimal satu } \beta_x \text{ tidak sama dengan nol (model berarti)}$$

Berdasarkan hasil pengujian statistik uji F diperoleh hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian Uji Keberatian Parameter Regresi secara Keseluruhan

Statistik uji F	<i>p-value</i>	Kesimpulan
115.8	0.0035	H_0 ditolak

Berdasarkan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $p\text{-value} < \alpha$ maka dengan taraf signifikans 5% dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yaitu model regresi tersebut berarti. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa variabel Indeks Pembangunan Manusia, berhubungan dengan variabel independennya yaitu Angka Harapan Hidup, Angka Melek Huruf, Rata-rata Lama Sekolah, Pengeluaran Riil per Kapita yang disesuaikan, Laju pertumbuhan Penduduk, Tingkat Kemiskinan dan variabel *dummy* yang menyatakan katagori wilayah.

3.6 Keragaman Yang Dijelaskan Oleh Model

Kecocokan (*goodness of fit*) dapat diperoleh dengan menghitung R^2 . Nilai R^2 digunakan untuk mengetahui seberapa besar variasi dari variabel bebas (prediktor) yang dapat menjelaskan variasi dari variabel tidak bebas (respon), berdasarkan hasil output diperoleh sebesar 0.9908.

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa berdasarkan hasil regresi data panel dengan *Fixed Effect Model*, efek perbedaan wilayah berpengaruh terhadap Indeks Pembangunan Manusia dimana efek perbedaan wilayah tersebut dapat dilihat dari variabel dummy yang menyatakan katagori wilayah. model taksiran untuk memprediksi tingkat kemiskinan di provinsi Jawa Barat, dengan adanya pelanggaran asumsi heteroskedastisitas dan autokorelasi yang diperbaiki melalui Robust standart error dihasilkan sebagai berikut :

$$Y_{it} = 28.77542 - 0.462 \text{ AHH}^* + 0.053 \text{ AMH}^* + 3.667 \text{ RLS} + 0.0254 \text{ PENGELUARAN} + 0.237 \text{ LPP}^* - 0.8875 \text{ TK} - 1.5492 \text{ D}_2 - 1.2253 \text{ D}_3 + 0.7645 \text{ D}_4 - 1.2634 \text{ D}_5 - 0.7639 \text{ D}_6 + 0.35228 \text{ D}_7 + 0.7309 \text{ D}_8 - 0.0336 \text{ D}_9 - 0.7352 \text{ D}_{10} + 0.7854 \text{ D}_{11} - 1.038 \text{ D}_{12} - 0.98564 \text{ D}_{13} + 0.8243 \text{ D}_{14} - 0.0435 \text{ D}_{15} + 2.2267 \text{ D}_{16} - 1.335 \text{ D}_{17} + 2.701442 \text{ D}_{18} + 0.775745 \text{ D}_{19} + 3.225 \text{ D}_{20} + 1.6318 \text{ D}_{21} + 2.474 \text{ D}_{22} + 2.553 \text{ D}_{23} + 1.8769 \text{ D}_{24} + 0.5628 \text{ D}_{25} + 0.9523 \text{ D}_{26}$$

*tidak berarti

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa hasil regresi data panel dengan *Fixed Effect Model*, efek perbedaan wilayah berpengaruh terhadap tingkat kemiskinan dimana efek perbedaan wilayah tersebut dapat dilihat dari variabel dummy yang menyatakan kategori wilayah. Pada pengujian asumsi ternyata terdapat pelanggaran yakni terdapat heteroskedastisitas dan Autokorelasi sehingga model harus diperbaiki melalui Robust Standart Error..

Berdasarkan hasil di atas terdapat 11 wilayah yang memiliki nilai dummy negatif, yang artinya 11 wilayah tersebut pertumbuhan IPM nya lebih rendah dari Kabupaten Bogor (sebagai basis), dan sebaliknya terdapat 14 wilayah yang memiliki nilai dummy yang positif, yang artinya memiliki pertumbuhan IPM yang lebih tinggi dari kabupaten Bogor.

Untuk pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Barat, model FEM mampu menjelaskan variansi data sebesar 99,08%, secara signifikan dipengaruhi oleh Rata-rata Lama Sekolah, Pengeluaran Riil/Per Kapita dan Tingkat Kemiskinan, sedangkan untuk Angka Harapan Hidup, Angka Melek Huruf dan Laju Pertumbuhan Penduduk tidak memberikan pengaruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Baltagi, Badi H. 2005. *Econometric Analysis of Panel Data Third Edition*. Great Britain, Chippenham, Wiltshire.
- Greene, 2002. *Econometric Analysis Second Edition*. Prentice Hall, NY
- Gujarati, Damodar N. 2003. *Basic Econometrics Fourth Edition*. McGraw-Hill Companies. Singapore

PENDEKATAN TEKNIK BOX JENKINS DALAM MEMODELKAN KURVA PENURUNAN PRODUKSI MINYAK BUMI

Sri Wahyuningsih¹ dan Rahmat Gunawan²

¹Program Studi Statistika, FMIPA Universitas Mulawarman
e-mail : swahyuningsih@gmail.com

²Program Studi Kimia, FMIPA Universitas Mulawarman

Abstract. Decline curve analysis is often used to predict the oil production that has a tendency to decrease. This curve has several types of exponential, harmonic and hypergeometric. In this study the decline curve equation is expressed with the approach of Box Jenkins, given the data of oil production is a time series data. This approach is expected to be an alternative model in forecasting oil production. The exponential curve can be approximated by ARIMA model. Harmonic curves can be approximated with time varying ARIMA models. In addition Kalman filter approach can declare exponential and harmonic decline curves.

Keywords: ARIMA, Decline curve analysis, Box Jenkins, Kalman filter.

1. Pendahuluan

Beberapa pendekatan dapat digunakan untuk mengestimasi cadangan energi dan memperkirakan produksi minyak bumi dalam *reservoir*, baik pendekatan analitik maupun numerik. Teknik yang umum digunakan adalah metode analisis kurva penurunan (*decline curve analysis*) (Li dan Horne, 2005). Persamaan dasar pada metode ini adalah persamaan Arps, yang menyatakan hubungan antara laju produksi dan waktu untuk sumur-sumur minyak bumi pada periode *pseudosteady-state* yang dinyatakan oleh persamaan :

$$q_t = \frac{q_0}{(1+bDt)^{1/b}} \quad (1)$$

dimana q_t adalah laju produksi pada waktu t (kg/s), q_0 laju produksi awal (kg/s), D laju penurunan (*decline rate*) (1/s), t waktu (s) $t = 1,2,3,\dots$, dan b eksponen hiperbolik dengan $0 \leq b \leq 1$.

D pada Persamaan (1) didefinisikan sebagai :

$$D = -\frac{dq_t / dt}{q_t} \quad (2)$$

Berdasarkan *loss ratio*, Arps mengklasifikasikan tiga jenis kurva *decline* yaitu : eksponensial, hiperbolik, dan harmonik. *Loss ratio* didefinisikan sebagai laju produksi per satuan waktu dibagi dengan turunan pertama *rate-time curve* sebagaimana dinyatakan sebagai:

$$\text{Loss ratio} = \frac{q_t}{dq_t / dt} \quad (3)$$

Pada Tabel 1. dapat dilihat klasifikasi dari jenis-jenis kurva yang diperkenalkan oleh Arps.

Tulisan ini adalah untuk merepresentasikan berbagai kurva penurunan produksi minyak bumi dengan pendekatan Box Jenkins.

Tabel 1. Klasifikasi kurva penurunan berdasarkan pada *loss ratio*, waktu, t ; laju produksi, q_t ; penurunan laju produksi, Δq_t

	$Loss\ ratio = a = \frac{q_t}{\Delta q_t}$			
Nilai loss ratio	$a = c$ (konstan) $\forall t$	a tidak konstan (berubah-ubah tergantung t)		
		Turunan pertama loss ratio, $b = \Delta a = \Delta \left(\frac{q_t}{\Delta q_t} \right)$		
		Deret aritmatika		Deret Geometri $r = \frac{a_n}{a_{n-1}}$
Jenis decline	Eksponensia 1	Hiperbolik $b = \Delta a = konstan$ ($0 < b < 1$)	Harmonik $b = \Delta a = 1$	Ratio decline
Relasi laju - waktu (q_t, t)	$q_t = q_0 e^{-t/a}$	$q_t = \frac{q_0}{(1 + \frac{t}{a})^{1/b}}$	$q_t = \frac{q_0}{(1 + \frac{t}{a})}$	$q_t = q_0 e^{\frac{1-r^{-t}}{a_0 \log r}}$
Relasi kumulatif - laju (Q, q_t)	$Q = a(q_0 - q_t)$	$Q = \frac{a_0 q_0^b}{1-b} (q_0^{1-b} - q_t^{1-b})$	$Q = a_0 q_0 (\log q_0 - \log q_t)$	Sangat rumit
Laju penurunan	$D = \frac{1}{a}$	$D = \frac{1}{a_0 q_0^b} q_t^b$	$D = \frac{1}{a_0 q_0} q_t$	$D = \frac{1}{a_0} r^{-1}$

2. Metode

Metode yang digunakan pada tulisan ini adalah metode runtun waktu Box Jenkins. Metode ini dipilih karena data produksi minyak bumi merupakan data runtun waktu. Dimulai dengan Persamaan (2) dengan asumsi sumur produksi tunggal. Artinya, tidak ada interaksi antar sumur produksi yang letaknya berdekatan. Pertama-tama dipilih untuk jenis kurva penurunan eksponensial, dilanjutkan dengan hiperbolik dan harmonik.

Karena merupakan data runtun waktu, maka sangat mungkin dilakukan pendekatan peramalan dengan analisis runtun waktu, yang dalam penelitian ini dipilih menggunakan metode Box Jenkins. Pada penelitian ini perangkat lunak yang digunakan adalah Microsoft Excel, Matlab dan SPSS.

3. Hasil dan Pembahasan

Penurunan produksi minyak bumi bertipe eksponensial dapat dinyatakan sesuai dengan Persamaan (2.1) atau dapat dinyatakan dengan

$$Loss\ ratio = \frac{q_t}{dq_t / dt} = -\frac{1}{D}, \quad D > 0 \quad (4)$$

Dengan merubah susunan Persamaan (4) dapat ditulis kembali menjadi

$$\frac{dq_t}{dt} = -Dq_t, D > 0 \quad (5)$$

Dengan melakukan diskritisasi terhadap Persamaan diferensial (5), sehingga dapat dinyatakan menjadi

$$\frac{dq_t}{dt} = \frac{\Delta q_t}{\Delta t} = \frac{q_t - q_{t-1}}{\Delta t} = -Dq_t, D > 0$$

Atau dapat dinyatakan sebagai

$$q_t = \frac{1}{1 + D\Delta t} q_{t-1} \quad (6)$$

Dengan menambahkan galat ε_t di ruas kanan pada Persamaan (6), diperoleh model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan $Z_t = q_t$ dan

$\phi = \frac{1}{1 + D\Delta t}$ yang dapat ditulis sebagai

$$q_t = \frac{1}{1 + D\Delta t} q_{t-1} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Atau ditulis dalam model runtun waktu AR(1)

$$Z_t = \phi Z_{t-1} + \varepsilon_t,$$

dimana $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$

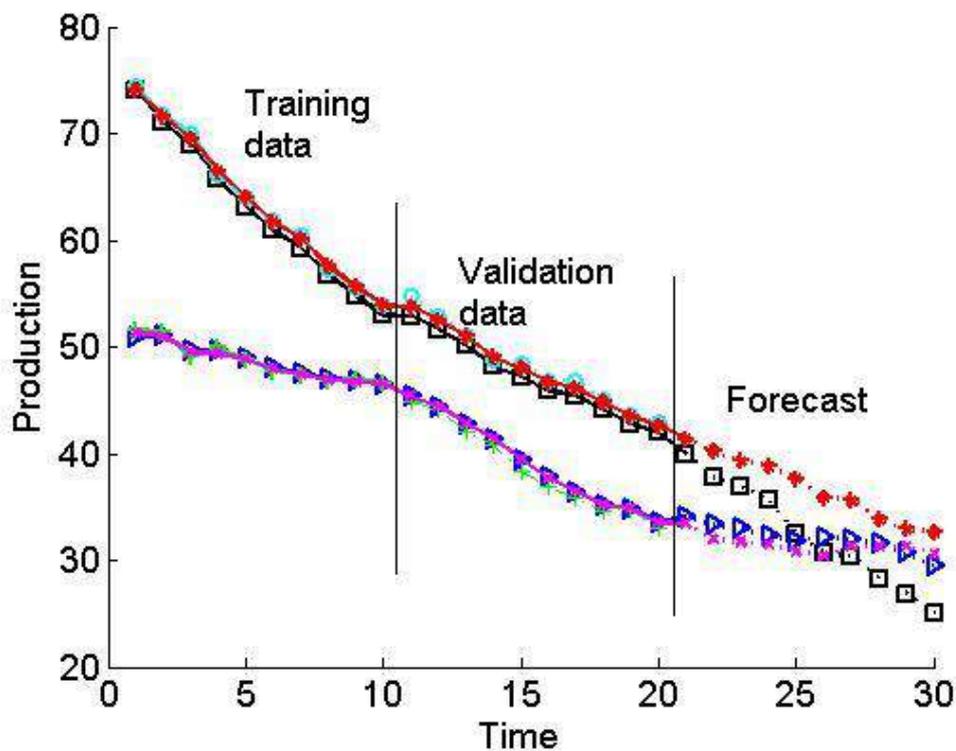
Persamaan (7) memenuhi syarat kestasioneran karena $0 < \frac{1}{1 + D\Delta t} < 1$.

Pada kasus multi sumur, Persamaan (7) dapat diperluas menjadi

$$\begin{pmatrix} Z_{1,t} \\ Z_{2,t} \\ \vdots \\ Z_{i,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} & \dots & \phi_{1j} \\ \phi_{21} & \phi_{22} & \dots & \phi_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{i1} & \phi_{i2} & \dots & \phi_{ij} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Z_{1,t-1} \\ Z_{2,t-1} \\ \vdots \\ Z_{i,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{i,t} \end{pmatrix} \quad (8)$$

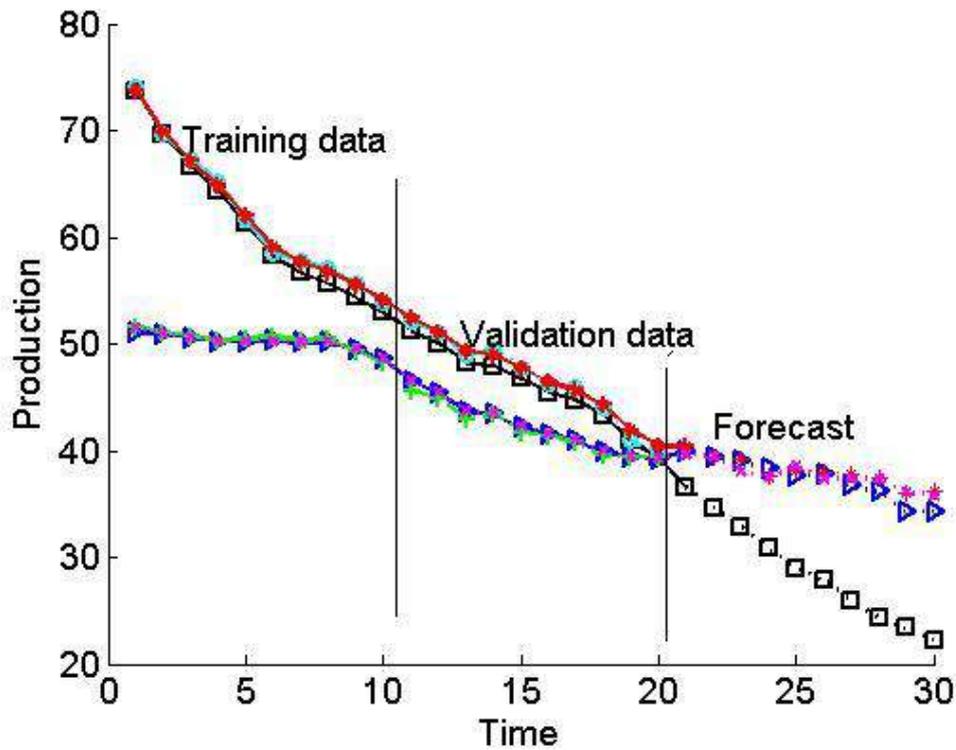
dengan $\begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{i,t} \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma)$.

Data simulasi pertama dibangkitkan dengan $D_1 = 0,06$ dan $D_2 = 0,01$, sedangkan nilai $\beta_{1,2} = 0,03$ dan $\beta_{2,1} = 0,01$. Dalam kasus ini koefisien interaksi diasumsikan antar sumur-1 dengan sumur-2 atau sebaliknya diasumsikan tidak sama. Masing-masing sumur terdiri dari 20 data yang dibagi menjadi data training (10 data pertama) dan data validasi (10 data selanjutnya). Pada model ini mengindikasikan bahwa sumur-2 sebagai predator dan sumur-1 sebagai prey. Dengan adanya interaksi antar kedua sumur ini mengakibatkan prakiraan laju produksi sumur-2 mendekati besar laju produksi sumur-1 (Gambar 1)



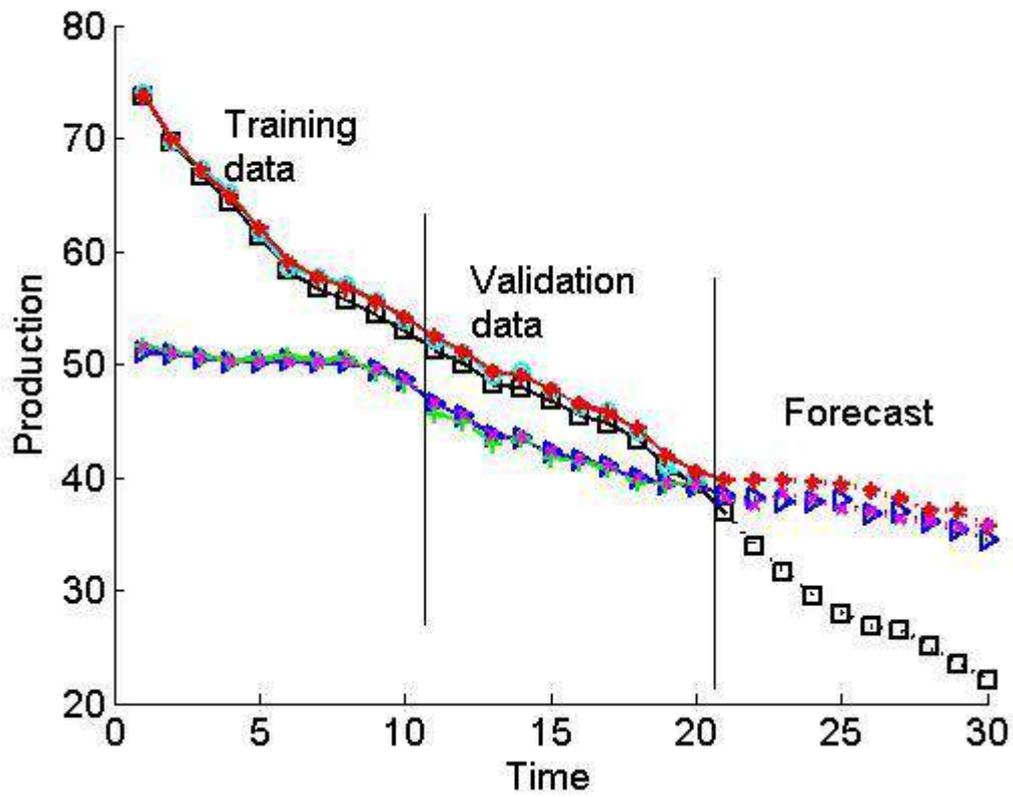
Gambar 1. Simulasi 1

Data simulasi kedua dibangkitkan dengan $D_1 = 0,06$ dan $D_2 = 0,01$, sedangkan nilai $\beta_{1,2} = 0,151$ dan $\beta_{2,1} = 0,028$. Jadi nilai parameternya sama dengan simulasi pertama. Yang membedakan hanya galatnya saja. Dalam kasus ini koefisien interaksi diasumsikan antar sumur-1 dengan sumur-2 atau sebaliknya diasumsikan tidak sama. Masing-masing sumur terdiri dari 20 data yang dibagi menjadi data training (10 data pertama) dan data validasi (10 data selanjutnya). Pada model ini mengindikasikan bahwa sumur-2 sebagai predator dan sumur-1 sebagai prey. Dengan adanya interaksi antar kedua sumur ini mengakibatkan prakiraan laju produksi sumur-2 mendekati besar laju produksi sumur-1 (Gambar 2)

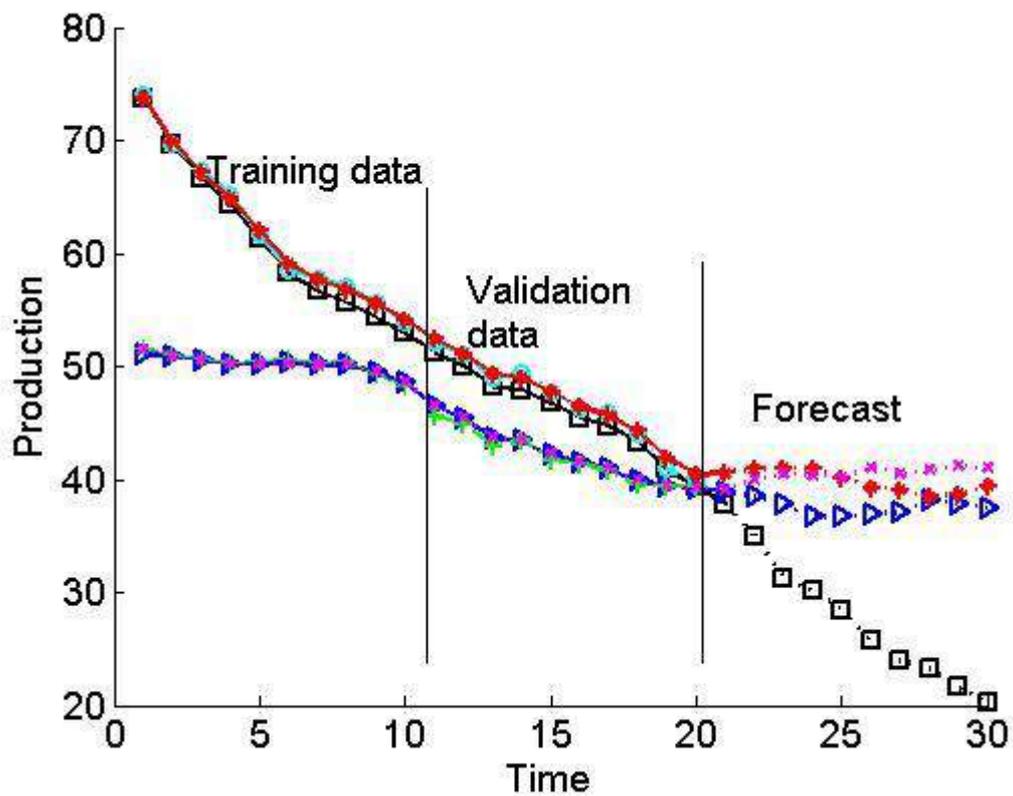


Gambar 2. Simulasi 2

Data simulasi pada Gambar 4.3 dan 4.4 menggunakan nilai $D_1 = 0,06$ dan $D_2 = 0,01$, sedangkan nilai $\beta_{1,2} = 0,151$ dan $\beta_{2,1} = 0,028$. Pada simulasi-4 hanya dibedakan galatnya saja terhadap simulasi-3. Ternyata perubahan galat cukup signifikan mempengaruhi pola prakiraan ke depan.



Gambar 4.3. Simulasi -3



Gambar 4.4. Simulasi-4

4. Kesimpulan

Laju produksi minyak bumi dapat direpresentasikan sebagai model ARIMA dan VARIMA.

Daftar Pustaka

- [1] Li, K dan Horne, R. (2005). Verification of Decline Curve Analysis Models for Production Prediction, *SPE*, 933878.
- [2]. Wei, W.W.S. (1994). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*, Addison- Wesley Publ.Co.

PEMETAAN WILAYAH DI INDONESIA MENURUT BESARAN MODAL SOSIAL: PENDEKATAN METODE MODEL-BASED CLUSTERING

Tiodora Hadumaon Siagian¹, Agung Priyo Utomo² dan Mohammad Dokhi³

¹Pusat Kajian Statistik Sosial, Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: theo@stis.ac.id

²Pusat Kajian Statistik Sosial, Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: agung@stis.ac.id

³Pusat Kajian Statistik Sosial, Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: dokhi@stis.ac.id

Abstract. *Social capital has an important role on regional development. The experts even consider that social capital is equivalent to other development capitals, such as economic capital and human capital. Social capital is made up of several elements such as family and relatives, associations that are horizontal (group), social networks, political societies, institutions and norms or social values. A region with a large social capital generally have high networking, high cooperation and also good level of trust among its residents. With a large social capital, the competitiveness of the region will be better and increased. Consequently this condition will increase the level of productivity of the region, which in turn increases people's welfare in the region. This study aims to map the region in Indonesia by observing the amount of social capital using Model-Based Clustering approach. The amount of social capital was represented by three groups of indicators: trust and tolerance; membership in associations and local networks; and collective action. Model-Based Clustering method is selected because it is considered to have some advantages compare to classical clustering methods and also because this method uses statistical principles. It is expected that the results of this study will be beneficial for designing, implementing, monitoring, and evaluating effective development programs in order to increase the competitiveness of the region.*

Keywords: *Social capital, Regional competitiveness, Model-Based Clustering, Indonesia*

1. Pendahuluan

Konsep modal sosial belakangan ini mulai banyak mendapat perhatian dari para peneliti dan pembuat kebijakan karena dipandang memiliki peran penting dalam pertumbuhan ekonomi dan pembangunan wilayah. Pada umumnya para ahli memandang modal sosial setara dengan modal pembangunan lainnya, yaitu modal ekonomi dan modal manusia. Bahkan modal sosial tidak jarang dilihat sebagai katalisator atau perekat yang memungkinkan modal-modal pembangunan lainnya bekerja saling memperkuat untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif dan efisien. Dengan banyaknya perhatian yang diberikan tersebut, banyak penelitian dilakukan untuk membandingkan besaran modal sosial antar wilayah. Beugelsdijk dan Van Schaik yang membandingkan modal sosial diantara 54 wilayah Eropa Barat menemukan bahwa modal sosial yang besar berhubungan dengan peningkatan pembangunan ekonomi dan pertumbuhan ekonomi wilayah [1]. Penelitian lain yang juga melihat perbedaan besaran modal sosial antar wilayah antara lain dilakukan oleh [2, 3].

Modal sosial merupakan suatu konsep yang kompleks sehingga ahli ekonomi, sosiologi dan politik mendefinisikannya secara berbeda-beda. Namun secara sederhana

modal sosial dapat artikan sebagai sumber daya kelompok dalam bentuk upaya bersama di setiap kelompok masyarakat yang ditunjang oleh norma perubahan, kohesifitas sosial, kepercayaan, resiprositas, partisipasi dan eksternalitas yang digerakkan melalui variasi jaringan [4]. Modal sosial didasarkan pada nilai jaringan sosial dan merupakan sumber daya yang dapat digunakan sebagai investasi untuk mendapatkan sumber daya baru. Sehingga modal sosial diyakini merupakan salah satu komponen utama untuk menggerakkan kebersamaan, ide, kepercayaan dan saling menguntungkan demi kemajuan bersama [4]. Di Indonesia, keberadaan modal sosial sangat kental terasa dan ini tercermin dalam berbagai kegiatan yang bertujuan untuk kepentingan bersama yang dilakukan secara gotong royong.

Daya saing wilayah adalah faktor utama dalam pembangunan wilayah. Konsep daya saing wilayah terkait dengan kemampuan wilayah tersebut mempertahankan atau meningkatkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan [5]. Para ahli ekonomi sudah melihat bahwa modal sosial merupakan unsur penting dalam daya saing suatu wilayah [2]. Daerah yang memiliki modal sosial yang besar umumnya memiliki jaringan yang tinggi, kerjasama yang saling menguntungkan dan juga tingkat kepercayaan yang baik di antara penduduknya. Sehingga dengan modal sosial yang besar, daya saing daerah akan lebih baik dan meningkat. Kondisi ini akan membawa pada peningkatan tingkat produktivitas daerah, yang pada gilirannya meningkatkan kesejahteraan masyarakat di wilayah tersebut.

Pengukuran besaran modal sosial umumnya dilakukan melalui sebuah indeks komposit yang dibentuk berdasarkan beberapa indikator modal sosial [misalnya pada 1,2,3]. Selain dengan indeks komposit, metode pengelompokan juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi, mengelompokkan dan mengklasifikasi wilayah berdasarkan kombinasi dari beberapa indikator modal sosial. Metode pengelompokan klasik seperti pengelompokan hirarki *agglomerative* atau *K-means* dapat memberikan hasil yang menyesatkan karena penilaian subyektif berdasarkan kesamaan atau jarak perbedaan dari pengamatan. Selain itu, metode pengelompokan klasik tidak berdasarkan prinsip-prinsip statistik.

Metode *Model Based Clustering* menerapkan pengelompokan melalui pemilihan model-model statistik [6]. Dalam *Model Based Clustering* data diasumsikan berasal dari sebuah *mixture* beberapa subpopulasi yang diwakili oleh sebuah distribusi probabilitas [7]. Asumsi ini mengarah pada sebuah model probabilitas matematika untuk data yaitu *finite mixture model* dan setiap komponen pada *mixture model* mewakili sebuah kelompok (*cluster*) yang berbeda [7]. Dua proses utama dalam *mixture model* yaitu estimasi parameter dan pemilihan model terbaik. Estimasi parameter umumnya dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood* (ML) dan pemilihan model terbaik dipilih berdasar ukuran seperti *Bayesian Information Criterion* (BIC), *Integrated Complete Likelihood* (ICL) dan *Minimum Message Length* (MML). Banyak kelompok akan diperoleh ketika model terbaik terpilih.

Berdasarkan diskusi di atas, studi ini bertujuan untuk melakukan analisis pemetaan besaran modal sosial di Indonesia dengan pendekatan metode *Model-Based Clustering*. Besaran modal sosial masyarakat Indonesia diukur menurut tiga kelompok indikator yaitu: i) sikap percaya dan toleransi, ii) keanggotaan dalam perkumpulan dan iii) aksi bersama. Dengan data modal sosial yang bersumber dari hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional Modul Sosial Budaya dan Pendidikan tahun 2012, provinsi-provinsi di Indonesia dapat diklasifikasi menurut 3 level modal sosial; tinggi, menengah dan rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa umumnya provinsi-provinsi di Indonesia

masuk dalam level menengah dan hanya sekitar 12 persen yang masuk pada level rendah.

2. Metode

2.1. Konsep Modal Sosial

Konsep modal sosial menurut OECD mengacu pada pada lembaga, hubungan, dan norma-norma yang membentuk kualitas dan kuantitas interaksi sosial suatu masyarakat [3]. Sedangkan menurut Bourdieu “modal sosial adalah jumlah sumber daya, aktual atau maya, yang ada pada seorang individu atau kelompok. Namun konsep mendasar tentang modal sosial adalah sumber daya yang melekat pada hubungan antar individu. Individu yang terlibat dalam hubungan sosial dapat memanfaatkan sumber daya tersebut untuk kepentingan pribadi maupun kelompok.

Berdasarkan bentuk proses interaksi sosial dalam mengakses sumber daya dapat dibedakan tiga tipologi modal sosial [3] yaitu: *bonding*, *bridging* dan *linking*. *Bonding* mengacu pada hubungan yang seseorang miliki dengan orang-orang seperti dirinya. *Bridging* mengacu pada hubungan dengan teman-teman, rekan dan kolega dengan latar belakang yang berbeda, misalnya berbeda status sosial ekonomi, usia, generasi, ras atau etnis. Sedangkan *Linking* mengacu pada hubungan dalam hirarki lapisan sosial yang berbeda, di mana kekuasaan, status sosial dan kekayaan diakses oleh kelompok-kelompok yang berbeda.

Enam unsur pokok dalam modal sosial yaitu [4]:

- a) Partisipasi dalam suatu jaringan; kemampuan sekelompok orang untuk melibatkan diri dalam suatu jaringan sosial melalui berbagai variasi hubungan yang saling berdampingan dan dilakukan atas dasar prinsip sukarela, kesamaan, kebebasan, dan keadaban.
- b) *Reciprocity*; kecenderungan untuk saling tukar kebaikan antar individu dalam kelompok atau antar kelompok.
- c) *Trust*; suatu bentuk keinginan untuk mengambil resiko dalam hubungan sosialnya berdasar keyakinan bahwa yang lain akan melakukan sesuatu yang diharapkan dan akan bertindak dalam suatu pola tindakan yang saling mendukung.
- d) Norma sosial; sekumpulan aturan yang diharapkan dipatuhi dan diikuti oleh masyarakat dalam suatu entitas sosial tertentu.
- e) Nilai-nilai; suatu ide yang telah turun temurun dianggap benar dan penting oleh anggota kelompok masyarakat.
- f) Tindakan proaktif; suatu keinginan yang kuat dari anggota kelompok untuk tidak saja berpartisipasi namun senantiasa mencari jalan bagi keterlibatan anggota kelompok dalam suatu kegiatan masyarakat.

Modal sosial dapat dianalisis dari level mikro sampai level makro [3]. Analisis pada level mikro meliputi individu, rumah tangga, ataupun masyarakat dalam komunitas tertentu. Pada level ini, modal sosial tercermin dari hubungan horisontal. Interaksi yang terjadi dalam jaringan sosial pada komunitas tertentu akan menjamin kepatuhan terhadap norma dan nilai serta resiprositas antar manusia. Pada level meso, modal sosial dipandang memandang modal sosial secara lebih luas yang tidak hanya melibatkan hubungan horisontal namun juga mencakup hubungan vertikal di dalam kelompok maupun antar kelompok. Sedangkan pada level makro, modal sosial merujuk pada hubungan mencakup hubungan sosial yang sangat luas meliputi lingkungan sosial dan politik yang membentuk struktur sosial dan memungkinkan norma untuk berkembang.

Ada 3 jenis kelompok indikator yang disarankan oleh Grootaert & Bastelaar (2002) dalam [3] untuk mengukur modal sosial pada level makro yaitu: indikator terkait sikap

percaya dan kepatuhan terhadap norma yang berlaku, keanggotaan dalam perkumpulan dan jejaring lokal, dan indikator terkait aksi bersama.

- a) Sikap percaya dan kepatuhan pada norma merupakan modal sosial kognitif yang membutuhkan persepsi dan pengalaman responden terkait perilaku yang memerlukan sikap percaya.
- b) Keanggotaan dalam perkumpulan dan jejaring lokal merupakan indikator modal sosial struktural yang meliputi banyaknya perkumpulan dan anggotanya, keragaman internal anggota, dan pengelolaan perkumpulan seperti pengambilan keputusan yang demokratis.
- c) Aksi bersama mencakup berbagai kegiatan yang dilaksanakan oleh sekelompok orang.

2.2. Metode Model-Based Clustering

Pertama kali istilah *Model-Based Clustering* digunakan oleh [7] untuk menggambarkan suatu pengelompokan dimana sebuah kelompok pada populasi diidentifikasi berdasar distribusi probabilitas dan keseluruhan populasi dimodelkan sebagai sebuah *mixture distribution*. Sehingga metode *Model-Based Clustering* dapat dikatakan sebagai metode pengelompokan berdasarkan model probabilitas. Saat ini Metode *Model-Based Clustering* telah banyak diaplikasikan diberbagai bidang misalnya seperti analisis gen [9], analisis politik [10] dan analisis kerentanan sosial terhadap dampak bencana alam [11].

Misalkan $\mathbf{x} = \mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n$ adalah sampel acak berdimensi p diasumsikan berasal dari sebuah model *finite mixture* maka fungsi kepadatan probabilitasnya berbentuk:

$$f(\mathbf{x}; \pi_j, \theta_j) = \sum_{j=1}^J \pi_j f_j(\mathbf{x}_i, \theta_j), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Dimana J adalah total jumlah cluster, π_j adalah *mixing proportion* dari cluster ke- j (probabilitas bahwa sebuah pengamatan \mathbf{x}_i berada pada cluster ke- j dengan kepadatan yang bersesuaian $f_j(\mathbf{x}_i, \theta_j)$). Pada model *finite mixture* π_j bernilai positif sehingga $\pi_j \geq 0$ dan $\sum_{j=1}^J \pi_j = 1$. Pada makalah ini diasumsikan komponen dari model *mixture* berdistribusi normal multivariat sehingga persamaan (1) memiliki bentuk:

$$f(\mathbf{x}; \pi_j, \mu_j, \varphi_j) = \sum_{j=1}^J \pi_j f_j(\mathbf{x}_i; \mu_j, \varphi_j)$$

dengan

$$f_j(\mathbf{x}_i; \mu_j, \varphi_j) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\varphi_j|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x}_j - \mu_j)^T \varphi_j^{-1} (\mathbf{x}_j - \mu_j) \right\}$$

Dimana μ_j adalah vektor rata-rata dan φ_j adalah matriks varians kovarians dan $f_j(\mathbf{x}_i; \theta_j, \varphi_j)$ adalah fungsi kepadatan probabilitas dari komponen ke- j . Proses utama pada *model-based clustering* adalah mengestimasi parameter dari $f_j(\mathbf{x}_i)$ yang umumnya dilakukan dengan metode ML, mengestimasi *mixing proportion* komponen ke- j yaitu (π_j) dan memilih model terbaik yang menggambarkan struktur data yang sekaligus juga memberikan jumlah cluster optimal dari model *mixture*.

Untuk n pengamatan yang saling bebas dari sebuah model *mixture*, fungsi likelihood adalah:

$$L(\pi_j, \mu_j, \varphi_j) = \prod_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^J \pi_j f_j(\mathbf{x}_i | \mu_j, \varphi_j) \right\}$$

Estimasi dari maximum likelihood untuk $(\pi_j, \mu_j, \varphi_j)$ yaitu $(\hat{\pi}_j, \hat{\mu}_j, \hat{\varphi}_j)$ dapat diperoleh

melalui: $\frac{\partial \ln L(\pi_j, \mu_j, \varphi_j)}{\partial (\pi_j, \mu_j, \varphi_j)} = \mathbf{0}$ dengan algoritma *Expectation Maximization* (EM).

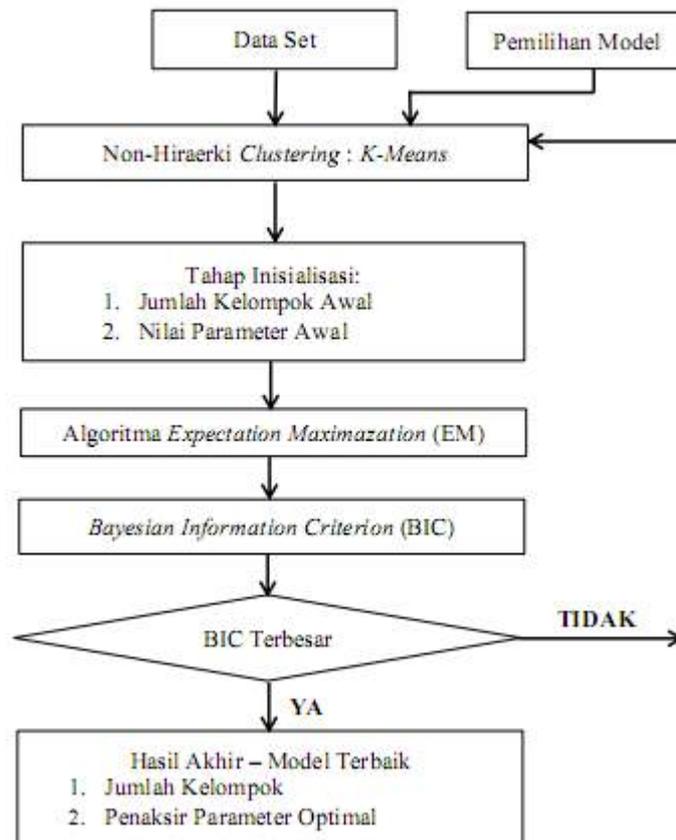
Probabilitas posterior untuk \mathbf{x}_i 's anggota cluster j :

$$\hat{\tau}_j(\mathbf{x}_i) = \frac{\pi_j f_j(\mathbf{x}_i | \mu_j, \varphi_j)}{f(\mathbf{x}_i; \pi_j, \mu_j, \varphi_j)} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, J$$

Jumlah cluster dan asumsi distribusi dari komponen pada model *mixture* akan membentuk model-model yang berbeda untuk data yang di-input. Sehingga jumlah cluster dari model *mixture* dapat ditentukan berdasarkan faktor Bayes menggunakan ukuran BIC:

$$BIC_g = 2L_M(x, \theta) - m_g \log(n)$$

dimana L_M adalah nilai log likelihood dari data yang di-input dan model M ; m_g adalah jumlah parameter yang harus diestimasi untuk model M . Model dengan nilai BIC terbesar dipilih sebagai model terbaik [6,7]. Diagram alir tahapan dalam *model-based clustering* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan dalam Model-Based Clustering

2.3. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam studi ini berasal dari publikasi Statistik Modal sosial 2012 yang berasal dari hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional dengan Modul Sosial Budaya dan Pendidikan tahun 2012 (SUSENAS MSBP 2012). SUSENAS MSBP 2012 dilaksanakan pada bulan September tahun 2012 yang mencakup sekitar 72.000 rumah tangga yang tersebar di seluruh Indonesia. Dimana responden terkait keterangan modal sosial adalah salah satu anggota rumah tangga yang telah berumur 17 tahun ke atas pada setiap rumah tangga terpilih sampel. Deskripsi singkat tentang sumber data yang digunakan dalam studi dijelaskan sebagai berikut:

- SUSENAS adalah salah satu survei tahunan yang dilakukan BPS yang mengumpulkan data yang berkaitan dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat yang meliputi kondisi kesehatan, pendidikan, fertilitas, keluarga berencana, perumahan dan kondisi sosial ekonomi lainnya.

- Variabel yang dicakup dalam SUSENAS dikelompokkan ke dalam 3 modul yaitu modul konsumsi/pengeluaran rumah tangga, modul sosial, budaya dan pendidikan dan modul perumahan dan kesehatan). Setiap modul dilaksanakan setiap 3 tahun sekali.
- Pada tahun 2015 dilaksanakan SUSENAS MSBP 2015 namun sampai sekarang datanya belum dipublikasikan. Sehingga untuk data terkini modal sosial adalah berdasar SUSENAS MSBP 2012.
- Variabel yang digunakan dalam studi ini disajikan pada Tabel 1.

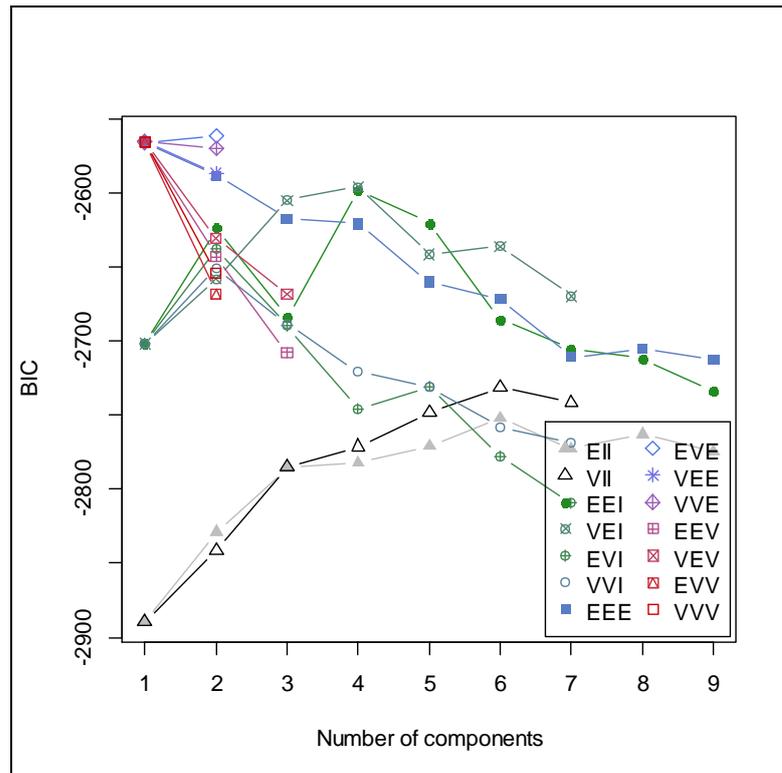
Tabel 1. Rata-rata Cluster, varians dan *mixing proportion* untuk 12 variabel, 2012

Variabel	Deskripsi Variabel
Sikap percaya dan toleransi	
X ₁	Persentase rumah tangga yang percaya terhadap aparaturn desa/kelurahan
X ₂	Persentase rumah tangga yang percaya terhadap tokoh masyarakat
X ₃	Persentase rumah tangga yang percaya terhadap tokoh agama
X ₄	Persentase rumah tangga yang percaya menitipkan rumah pada tetangga
X ₅	Persentase rumah tangga yang percaya menitipkan anak (usia 0-12 tahun) pada tetangga
X ₆	Persentase rumah tangga yang senang terhadap kegiatan suku bangsa lain
X ₇	Persentase rumah tangga yang senang terhadap kegiatan agama lain
Kelompok dan jejaring	
X ₈	Persentase rumah tangga yang ikut serta dalam kelompok/organisasi di lingkungan tempat tinggal
Resiprositas dan aksi bersama	
X ₉	Persentase rumah tangga yang sering berpartisipasi dalam kegiatan sosial keagamaan
X ₁₀	Persentase rumah tangga yang sering berpartisipasi dalam kegiatan sosial kemasyarakatan
X ₁₁	Persentase rumah tangga yang sering berpartisipasi dalam kegiatan bersama membantu warga terkena musibah
X ₁₂	Persentase rumah tangga yang sering berpartisipasi dalam kegiatan bersama untuk kepentingan umum

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penerapan *Model-Based Clustering* pada data modal sosial dengan bantuan software Mclust (suatu *package* dalam R untuk *Model-Based Clustering*, klasifikasi dan estimasi kepadatan berdasar *finite normal mixture models*) diperoleh bahwa model terbaik untuk data adalah VEI (berbentuk *diagonal* dan *equal shape*) dengan 3 cluster. Nilai-nilai BIC pada berbagai jumlah komponen dan model dapat dilihat pada Gambar 2. Output utama dari algoritma EM adalah vektor rata-rata, matriks varians kovarians dan *mixing proportion* (lihat Tabel 2). Sedangkan nilai fungsi log likelihood, jumlah sampel, derajat bebas, jumlah parameter yang diestimasi, nilai BIC terbesar adalah sebagai berikut:

log.likelihood	n	Jumlah parameter yang diestimasi	BIC
-1211.54	33	52	-2604.898



Gambar 2. Nilai-nilai BIC menurut jumlah komponen dan model

Tabel 2. Rata-rata Cluster, varians dan *mixing proportion*

Variabel	Rata-rata			Varians		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
X ₁	88,05	80,68	89,70	7,76	10,69	7,47
X ₂	92,42	88,04	92,80	1,96	2,70	1,89
X ₃	95,77	91,95	96,41	1,39	1,92	1,34
X ₄	85,52	73,97	85,22	10,13	13,96	9,76
X ₅	67,55	46,37	66,22	22,00	30,32	21,19
X ₆	76,24	82,16	79,33	92,28	127,20	88,91
X ₇	61,90	77,01	74,56	166,40	229,37	160,33
X ₈	36,34	38,69	54,22	99,64	137,34	96,00
X ₉	57,97	58,12	72,00	41,54	57,26	40,02
X ₁₀	35,95	35,76	50,17	55,85	76,98	53,81
X ₁₁	70,92	63,45	77,26	19,25	26,54	18,55
X ₁₂	48,97	50,32	64,13	45,30	62,44	43,65
Mixing proportion (π_k)	0,53	0,12	0,35			

Langkah selanjutnya adalah proses interpretasi atau pemberian label dari cluster-cluster yang terbentuk. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai rata-rata cluster terhadap 95% Interval Konfidensi (IK) rata-rata variabel. Prosesnya dimulai dengan menghitung perkiraan 95% IK untuk setiap variabel penelitian lalu membandingkan rata-rata cluster terbentuk dengan perkiraan 95% IK tersebut. Jika rata-rata cluster berada di bawah *range* 95% IK maka dikategorikan sebagai cluster dengan besaran modal sosial rendah, jika rata-rata cluster berada di dalam *range* 95% IK maka

dikategorikan sebagai cluster dengan besaran modal sosial menengah dan jika rata-rata cluster berada di atas range 95% IK maka dikategorikan sebagai cluster dengan besaran modal sosial tinggi. Hasil interpretasi untuk setiap variabel dan cluster terbentuk disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Dari kedua tabel ini diketahui bahwa umumnya provinsi di Indonesia masuk dalam kategori dengan besaran modal sosial menengah (51,52 persen) dan hanya sekitar 12 persen provinsi yang masuk dalam kategori besaran modal sosial rendah.

Tabel 3. Status level modal sosial

Variabel	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
X ₁	Menengah	Rendah	Tinggi
X ₂	Menengah	Rendah	Tinggi
X ₃	Menengah	Rendah	Tinggi
X ₄	Tinggi	Rendah	Menengah
X ₅	Tinggi	Rendah	Menengah
X ₆	Rendah	Tinggi	Menengah
X ₇	Rendah	Tinggi	Menengah
X ₈	Rendah	Menengah	Tinggi
X ₉	Rendah	Menengah	Tinggi
X ₁₀	Menengah	Rendah	Tinggi
X ₁₁	Menengah	Rendah	Tinggi
X ₁₂	Rendah	Menengah	Tinggi

Tabel 4. Klasifikasi Cluster menurut Level Modal Sosial

Cluster	Jumlah anggota	Persentase	Level modal sosial
Cluster 1	17	51,52	Menengah
Cluster 2	4	12,12	Rendah
Cluster 3	12	36,36	Tinggi

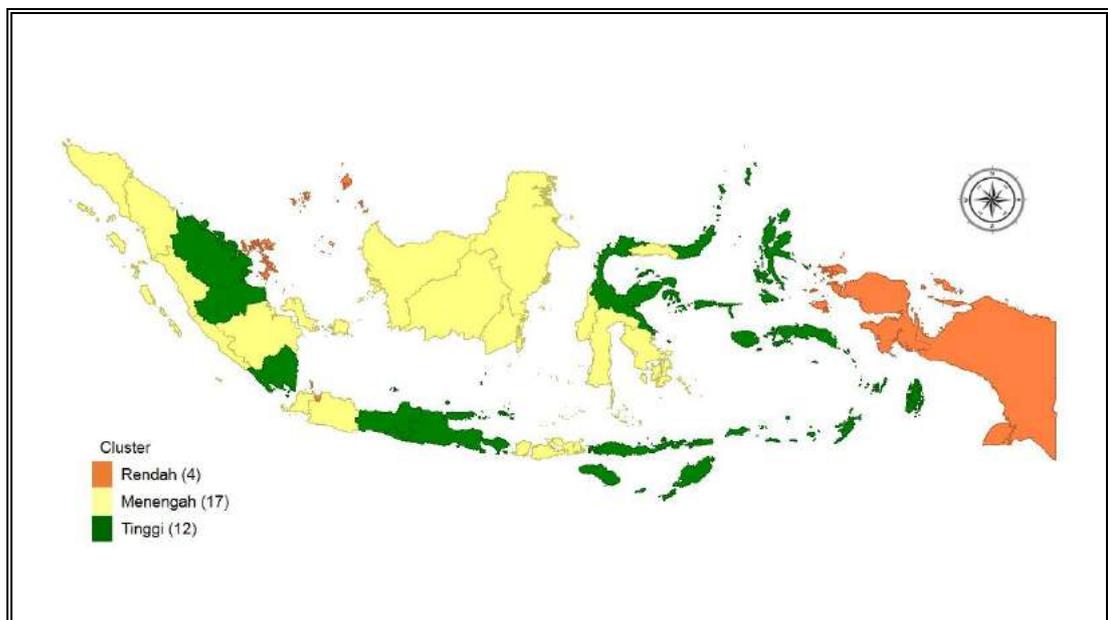
Status level modal sosial per provinsi disajikan pada Tabel 5 dan peta sebaran level modal sosial per provinsi disajikan pada Gambar 3. Dari keduanya dapat diamati bahwa aplikasi *model-based clustering* memberikan hasil yang *reasonable*. Provinsi-provinsi yang berdekatan berada pada cluster yang sama, wilayah kota besar dengan karakteristik masyarakat cenderung individualis seperti DKI Jakarta dan Kepri masuk dalam kategori cluster dengan level modal sosial rendah sedangkan provinsi yang budaya kebersamaannya kuat (seperti Jateng, DIY dan Jatim) masuk pada cluster dengan modal sosial yang tinggi.

Bila hasil studi ini dibandingkan dengan [3] yang menggunakan pendekatan indeks komposit berdasar metode analisis faktor, ada perbedaan hasil yang menarik untuk didiskusikan. Satu contoh yaitu: menurut [3], provinsi Papua masuk dalam kategori dengan besaran modal sosial menengah (kuadran II) dan nilai indeks Papua terpaut jauh dibanding Papua Barat (59,27 berbanding 56,02). Secara geografis Provinsi Papua sangat dekat dengan Papua Barat dan memiliki karakteristik masyarakat yang mirip sehingga diduga besaran modal sosial di Papua dan Papua Barat tidak berbeda jauh. Sedangkan dari pendekatan *model based clustering*, Provinsi Papua berada pada cluster dengan level modal sosial rendah dan Provinsi tetangga terdekatnya Papua Barat juga masuk pada cluster yang sama. Namun disisi lain, analisis faktor pada data modal sosial memberikan nilai Kaiser-Meyer Olkin (KMO) sebesar 0,566. Menurut Kaiser dan Rich pada [12] dinyatakan nilai KMO antara 0,5-0,6 menunjukkan data buruk (*miserable*) untuk dianalisis dengan analisis faktor. Sehingga disimpulkan perlu kajian lebih lanjut

apakah pendekatan indeks komposit dengan analisis faktor seperti yang dilakukan [3] sudah tepat digunakan untuk mengukur besaran modal sosial. Satu alternatif yang ditawarkan adalah menggunakan pendekatan *model-based clustering*.

Tabel 5. Klasifikasi Cluster menurut Status Level Modal Sosial

Provinsi	Status	Provinsi	Status	Provinsi	Status
Lampung	Tinggi	Maluku utara	Tinggi	Kalteng	Menengah
Riau	Tinggi	Aceh	Menengah	Kalsel	Menengah
Jambi	Tinggi	Sumut	Menengah	Kaltim	Menengah
Jateng	Tinggi	Sumbar	Menengah	Sulsel	Menengah
DIY	Tinggi	Sumsel	Menengah	Sultra	Menengah
Jatim	Tinggi	Bengkulu	Menengah	Gorontalo	Menengah
Bali	Tinggi	Kep. Babel	Menengah	Sulbar	Menengah
NTT	Tinggi	Banten	Menengah	Kepri	Rendah
Sulut	Tinggi	Jabar	Menengah	DKI Jakarta	Rendah
Sulteng	Tinggi	NTB	Menengah	Papua Barat	Rendah
Maluku	Tinggi	Kalbar	Menengah	Papua	Rendah



Gambar 3. Sebaran level modal sosial menurut provinsi, 2012

4. Kesimpulan

Umumnya besaran modal sosial diukur dengan pendekatan indeks komposit melalui analisis faktor. Namun hasilnya masih meragukan karena kurang menggambarkan kondisi riil lapangan. Studi ini menunjukkan bahwa statistika dapat berperan dalam menjawab persoalan dalam hal bagaimana meningkatkan daya saing wilayah dengan mempertimbangkan besaran modal sosial. Hasil studi ini menunjukkan bahwa pendekatan *model based clustering* dapat lebih tepat mengukur besaran modal sosial. Dengan perbaikan metode pengukuran besaran modal sosial diharapkan dapat memberi masukan yang lebih tepat bagi pengambil kebijakan di daerah untuk lebih meningkatkan daya saing wilayahnya yang pada akhirnya akan mengantarkan masyarakatnya menjadi lebih sejahtera.

Daftar Pustaka

- [1] Beugelsdijk, S. & Van Schaik, T. (2005). Differences in Social Capital between 54 Western European Regions, *Regional Studies* 2005; **39**; 1053-1064.
- [2] Iyer, S., Kitson, M & Toh, B. (2005). Social Capital, Economic Growth and Regional Development, *Regional Studies* 2005; **39**; 1015-1040.
- [3] BPS (2013). *Statistik Modal Sosial 2012*, BPS, Jakarta-Indonesia, ISBN 978-979-064-650-6.
- [4] Hasbullah, J. (2007). *Social Capital (Menuju Keunggulan Budaya Manusia Indonesia)*, MR-United Press Jakarta, ISBN 979-25-7920-6.
- [5] Porter, M.E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press.
- [6] Fraley, C. & Raftery, A.E. (2002). Model-Based Clustering, Discriminant Analysis and Density Estimation, *Journal of the American Statistical Association*; **97(458)**; 611-631.
- [7] Fraley, C. & Raftery, A.E. (1998). How Many Clusters? Which Clustering Method? Answers via Model-Based Cluster Analysis, *The Computer Journal*; **41(8)**; 578-588.
- [8] Banfield, J.D. & Raftery, A.E. (1993). Model-based Gaussian and Non Gaussian Clustering, *Biometrics*; **49**; 803-821.
- [9] Cozinni, A., Asra, A. & Montana, G. (2013). Model-based clustering with gene ranking using penalized mixtures of heavy tailed distributions, *Journal of Bioinformatics and Computational Biology*; **11(3)**; DOI 10.1142/S0219720013410072.
- [10] Ahlquist, J.S. & Breunig, C. (2012). Model-Based Clustering and Typologies in the Social Sciences, *Political Analysis*; **20(1)**; 92-112.
- [11] Siagian, T. H. (2014). *Robust Model-Based Clustering dengan Distribusi t Multivariat dan Minimum Message Length*. Unpublished Disertasi. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [12] Sharma, S. (1996). *Applied Multivariate Techniques*, John Wiley & Sons, Inc. Canada.

KAJIAN METODE ESTIMASI PARAMETER *CONTINUUM-GENERALIZED METHOD OF MOMENTS*

Tri Handhika¹ dan Murni²

¹Pusat Studi Komputasi Matematika Universitas Gunadarma
e-mail: trihandika@staff.gunadarma.ac.id

²Pusat Studi Komputasi Matematika Universitas Gunadarma
e-mail: murnipskm@staff.gunadarma.ac.id

Abstract. There are several methods that can be used in estimating parameter of a model. The Continuum-Generalized Method of Moments (C-GMM) is one of parameter estimation method which is able to overcome the shortcomings of another method, especially Generalized method of Moments (GMM) and Maximum Likelihood Estimation (MLE). In this paper the C-GMM method is described follow with its implementation for estimating parameter of one of the interest-rate models, i.e. Cos-Ingersoll-Ross (CIR) model.

Keywords: *estimasi, C-GMM, CIR*

1. Pendahuluan

Ketidakpastian di dunia nyata seringkali menyebabkan suatu masalah dimodelkan sebagai suatu fungsi dari sejumlah parameter yang tidak diketahui nilainya. Parameter-parameter tersebut perlu diestimasi sedemikian sehingga bermanfaat dalam memahami perilaku permasalahan yang sedang dihadapi. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengestimasi parameter suatu model, diantaranya metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan metode *Generalized Method of Moments* (GMM). Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Metode MLE memenuhi sifat-sifat estimasi yang diperlukan sebagai hasil estimasi yang baik sesuai dengan teori statistik. Akan tetapi, estimasi tersebut memerlukan informasi terkait *probability density function* (pdf) analitik yang pada kenyataannya tidak selalu diketahui. Hal ini berbeda dengan fungsi karakteristik yang digunakan pada metode GMM yang seringkali diketahui bentuk analitiknya. Perlu diketahui bahwa fungsi karakteristik dalam metode GMM mengandung informasi yang sama dengan fungsi *likelihood* yang dibentuk dari pdf pada metode MLE. Namun demikian, hasil estimasi yang diperoleh tidak seefisien hasil estimasi yang diperoleh dengan menggunakan metode MLE karena bergantung pada sekumpulan kondisi momen tertentu.

Berdasarkan fakta tersebut Marine Carrasco dan Jean-Pierre Florens mengembangkan suatu metode yang mengkombinasikan kedua metode MLE dan GMM kedalam suatu *framework* yang disebut sebagai metode *Continuum-Generalized Method of Moments* (C-GMM) [1]. Metode ini mengandalkan suatu kondisi momen *continuum* dengan memperhitungkan keseluruhan kondisi momen yang mungkin. Dengan demikian, metode C-GMM dapat menutupi kekurangan dari metode GMM dengan menghasilkan estimasi parameter model yang telah terbukti konsisten, asimtotik normal serta efisien secara asimtotik dengan hasil estimasi yang diperoleh melalui metode MLE sehingga metode C-GMM dapat menjadi alternatif yang tepat dalam mengestimasi parameter suatu model. Berdasarkan deskripsi estimasi parameter tersebut, metode C-

GMM merupakan metode yang paling tepat dalam menyelesaikan permasalahan riil yang terjadi di dunia nyata.

Penelitian terkait metode estimasi parameter C-GMM dimulai oleh Marine Carrasco dan Jean-Pierre Florens pada tahun 2000. Mereka berhasil menyempurnakan metode sebelumnya, yaitu GMM yang hanya memperhitungkan beberapa kondisi momen yang sesuai, dengan menyiasatinya melalui perhitungan seluruh kondisi momen yang mungkin. Hasil estimasi parameter dari metode C-GMM ini pun berhasil meningkatkan efisiensi dari metode GMM. Namun, metode ini baru berlaku untuk kasus data independen sehingga kurang aplikatif. Pada tahun 2007, kembali mereka bersama dengan Mikhail Chernov dan Eric Ghysels mencoba menghilangkan asumsi independensi data tersebut sehingga dapat diaplikasikan pada dunia nyata, seperti yang dilakukan oleh Rachidi Kotchoni pada tahun 2012 dalam bidang keuangan [8]. Walaupun demikian, terdapat subjektivitas didalam proses estimasi parameter dengan menggunakan metode C-GMM yang sebelumnya dilakukan terkait dengan penentuan nilai dari suatu parameter baru yang disebut sebagai *regularization parameter* [3]. Untuk meningkatkan objektivitas dari metode C-GMM diperlukan suatu tahapan optimisasi terhadap *regularization parameter* tersebut [2].

Regularization parameter yang optimal diperoleh dengan menentukan *regularization parameter* mana yang meminimumkan *Mean-Squared of Error* (MSE) dari hasil estimasi C-GMM [3]. Oleh sebab itu, pada tahun 2013 Marine Carrasco dan Rachidi Kotchoni melakukan optimisasi terhadap parameter tersebut agar metode estimasi parameter C-GMM dapat menjadi lebih objektif. Pada makalah ini akan dikaji penggunaan metode C-GMM dalam mengestimasi parameter dari salah satu model tingkat bunga, yaitu model Cox-Ingersoll-Ross (CIR).

2. Model Cox-Ingersoll-Ross

Tingkat bunga (*short-rate*) pada waktu t , $r(t)$, yang dimodelkan dengan model CIR dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial stokastik [5]

$$dr(t) = k(\theta - r(t))dt + \sigma\sqrt{r(t)}d\tilde{W}(t) \quad (1)$$

dengan κ , θ , σ bernilai non-negatif dan $\tilde{W}(t)$ merupakan suatu *Brownian motion* pada *risk-neutral probability measure* \tilde{P} dimana

- κ : Kecepatan pengoreksian,
- θ : *Reversion level* dari *short-rate*,
- $\sigma^2 r(t)$: Variansi *short-rate*

Terlihat bahwa koefisien *drift* bergantung pada nilai $r(t)$, artinya jika $r(t)$ kurang dari θ , maka koefisien *drift* menjadi positif, begitu pun sebaliknya. Oleh sebab itu, *short-rate* bergerak menuju ke suatu *reversion level* (θ) yang bergantung pada kecepatan pengoreksiannya (κ). Adapun koefisien difusi $\sigma\sqrt{r(t)}$ menggambarkan standar deviasi dari perubahan *short-rate* dimana secara implisit model CIR mengasumsikan bahwa *short-rate* merupakan suatu proses acak bernilai non-negatif.

Pada makalah ini, *sampling short-rate* yang sesuai dengan model CIR tidaklah mudah sehingga penulis menyiasatinya dengan membangkitkan sejumlah data *dummy* yang sesuai dengan model CIR. Diketahui bahwa distribusi bersyarat dari $r(t + \Delta)$ terhadap $r(t)$ adalah *non-central* $\chi^2[2cr(t), 2q + 2, 2\lambda_t]$, dengan $c = \frac{2\kappa}{(\sigma^2(1 - e^{-\kappa\Delta}))}$, $q = \frac{2\kappa\theta}{\sigma^2} - 1$, dan $\lambda_t = cr(t)e^{-\kappa\Delta}$ dimana argumen kedua dan ketiga masing-masing secara berurutan menyatakan derajat bebas dan parameter *non-centrality*. Berdasarkan distribusi bersyarat tersebut, dengan memisalkan

$y = cr(t + \Delta), u = q + 1$, dan $v = \sqrt{2\lambda_t}$ dapat dirumuskan strategi simulasi dengan distribusi Poisson-mixing-Gamma [6] untuk membangkitkan data yang sesuai dengan model CIR. Adapun *probability density function* (pdf) dari variabel acak berdistribusi Poisson-mixing-Gamma diberikan pada persamaan (2) berikut ini [11]:

$$f(y) = \sum_{j=0}^{\infty} \frac{y^{j+u-1} e^{-y}}{\Gamma(j+u)} \cdot \frac{\left(\frac{v^2}{2}\right)^j e^{-\frac{v^2}{2}}}{j!}$$

$$= \sum_{j=0}^{\infty} \text{Gamma}(y|j+u, 1) \cdot \text{Poisson}\left(j \middle| \frac{v^2}{2}\right)$$
(2)

dimana $\Gamma(\cdot)$, *Gamma*(\cdot, \cdot) dan *Poisson*(\cdot) masing-masing secara berurutan merupakan suatu fungsi Gamma, pdf Gamma, dan pdf Poisson. Selain itu, berikut ini diberikan pula fungsi karakteristik bersyarat model CIR dari $r(t + \Delta)$ [10]:

$$\psi_{r(t)}(\tau, \kappa, \theta, \sigma) = \left(1 - \frac{i\tau}{c}\right)^{-\frac{2\kappa\theta}{\sigma^2}} \exp\left(\frac{i\tau e^{-\kappa\Delta}}{1 - \frac{i\tau}{c}} r(t)\right)$$
(3)

3. Metode Continuum-Generalized Method of Moments

Berikut ini dijelaskan lebih lanjut penggunaan metode C-GMM dalam mengestimasi model *short-rate*, $r(t)$, sedemikian sehingga estimasi parameter model menjadi lebih obyektif. Misalkan *short-rate* dinyatakan kedalam bentuk vektor sehingga secara umum $r(t) \in \mathbb{R}^p$ adalah suatu proses vektor Markov yang distribusinya diindeks oleh suatu parameter ϑ berdimensi hingga, ($\vartheta \in \mathbb{R}^q$), dengan nilai sebenarnya, yaitu ϑ_0 . Adapun pada model CIR, $\vartheta = (\kappa, \theta, \sigma)$. Dengan mengambil nilai $\Delta = 1$ pada persamaan (3), maka fungsi momen dari proses vektor Markov tersebut adalah sebagai berikut:

$$h_t(\tau, \vartheta) = \left(e^{i\tau_2' r(t+1)} - \psi_{r(t)}(\tau_2, \vartheta) \right) e^{i\tau_1' r(t)}$$
(4)

dimana $\psi_{r(t)}(\tau_2, \vartheta)$ adalah fungsi karakteristik bersyarat dari $r(t)$ pada persamaan (3) dan $\tau = (\tau_1, \tau_2) \in \mathbb{R}^{2p}$. Selanjutnya, misalkan π adalah pdf atas \mathbb{R}^{2p} dan $L^2(\pi)$ adalah ruang Hilbert dari fungsi-fungsi bernilai kompleks yang *square integrable* terhadap π , yaitu:

$$L^2(\pi) = \left\{ f: \mathbb{R}^{2p} \rightarrow \mathbb{C} \mid \int f(\tau) \overline{f(\tau)} \pi(\tau) d\tau < \infty \right\}$$

dimana $\overline{f(\tau)}$ menotasikan konjugat kompleks dari $f(\tau)$. Selain itu, perkalian skalar atas $L^2(\pi) \times L^2(\pi)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$\langle f, g \rangle = \int f(\tau) \overline{g(\tau)} \pi(\tau) d\tau$$

dimana $\|f\|^2 = \langle f, f \rangle$. Dengan memisalkan $\hat{h}_T(\tau, \vartheta) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h_t(\tau, \vartheta)$ maka estimasi parameter yang efisien dengan menggunakan metode C-GMM dapat dirumuskan seperti pada persamaan (5) berikut ini [1]:

$$\hat{\vartheta}_T = \arg \min_{\vartheta} \langle K^{-1} \hat{h}_T(\tau, \vartheta), \hat{h}_T(\tau, \vartheta) \rangle,$$
(5)

dimana K adalah suatu operator integral Hilbert-Schmidt yang merupakan operator kovarians asimtotik terkait dengan kondisi-kondisi momen yang memenuhi

$$Kf(\tau_1) = \int_{-\infty}^{\infty} k(\tau, \vartheta) f(\tau_2) \pi(\tau_2) d\tau_2$$

dengan $k(\tau, \vartheta)$ adalah suatu kernel yang diberikan berikut ini:

$$k(\tau, \vartheta) = E(h_t(\tau_1, \vartheta) \overline{h_t(\tau_2, \vartheta)}). \quad (6)$$

Oleh karena *short-rate* merupakan suatu *martingale* maka kernel pada persamaan (6) dapat diestimasi dengan suatu sampel berukuran T melalui

$$\hat{k}_T(\tau, \hat{\vartheta}_T^1) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T h_t(\tau_1, \hat{\vartheta}_T^1) \overline{h_t(\tau_2, \hat{\vartheta}_T^1)}, \quad (7)$$

dimana $\hat{\vartheta}_T^1$ merupakan hasil estimasi tahap pertama (*first step estimator*) yang konsisten. Dengan dilakukannya estimasi terkait kernel pada persamaan (7) maka operator K dapat dinotasikan kembali dengan K_T . Namun demikian, estimasi parameter dengan menggunakan C-GMM pada persamaan (5) memerlukan invers dari operator K yang sulit untuk ditentukan sehingga perlu diestimasi dengan melibatkan suatu *regularization parameter* (α) yang dikenal pula sebagai Tikhonov *regularization* atau *ridge regularization*. Adapun estimasi dari invers estimasi operator K_T^{-1} adalah sebagai berikut:

$$K_{\alpha T}^{-1} = (K_T^2 + \alpha I)^{-1} K_T$$

Regularization parameter ini berguna untuk mencegah terjadinya *over-fitting* pada pemilihan model yang dapat dipandang sebagai bagian terintegrasi dari prosedur *model fitting* dan dikerjakan secara independen pada tiap percobaan untuk mencegah bias dalam pemilihan modelnya [4]. Dengan demikian, estimasi parameter model *short-rate* yang efisien menggunakan metode C-GMM yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$\hat{\vartheta}_T(\alpha) = \arg \min_{\vartheta} \langle K_{\alpha T}^{-1} \hat{h}_T(\tau, \vartheta), \hat{h}_T(\tau, \vartheta) \rangle, \quad (8)$$

dimana π adalah pdf dari suatu bivariat normal dengan mean 0 dan variansi I adalah suatu matriks identitas.

Untuk memudahkan perhitungan, estimasi parameter model *short-rate* dengan menggunakan metode C-GMM, seperti diberikan pada persamaan (8), analog dengan menyelesaikan persamaan dalam bentuk vektor dan matriks yang ekuivalen pada persamaan (9) berikut ini:

$$\hat{\vartheta}_T(\alpha) = \min_{\vartheta} \mathbf{w}'(\vartheta) (\alpha I_T + C^2)^{-1} \mathbf{v}(\vartheta), \quad (9)$$

dimana C adalah suatu matriks berukuran $T \times T$ dengan elemen ke- (k, l) adalah $\frac{c_{kl}}{(T-q)}$, $k, l = 1, \dots, T, I_T$ adalah matriks identitas berukuran $T \times T$, $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_T)'$ dan $\mathbf{w} = (w_1, \dots, w_T)'$ dengan

$$\begin{aligned} v_t(\vartheta) &= \int \overline{h_t(\tau, \hat{\vartheta}_T^1)} \hat{h}_T(\tau, \vartheta) \pi(\tau) d\tau \\ w_t(\vartheta) &= \langle h_t(\tau, \hat{\vartheta}_T^1), \hat{h}_T(\tau, \vartheta) \rangle \\ c_{kl} &= \int \overline{h_k(\tau, \hat{\vartheta}_T^1)} h_l(\tau, \hat{\vartheta}_T^1) \pi(\tau) d\tau \end{aligned}$$

Proses komputasi dari metode C-GMM pada persamaan (9) masih dapat disederhanakan kembali dimana semua elemen yang mengandung indeks τ_1 dapat dihitung secara analitik dengan bantuan transformasi Fourier. Misalkan

$y(t) = (r(t), r(t + 1))$ dan $\hat{\pi}$ merupakan transformasi Fourier dari π yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\hat{\pi}(r(t), r(t + 1)) = \int e^{i\tau_1 r(t) + i\tau_2 r(t+1)} \pi(\tau) d\tau$$

dimana

$$\pi(\tau) = \pi(\tau_1, \tau_2) = \pi_{\tau_1}(\tau_1) \pi_{\tau_2}(\tau_2). \quad (10)$$

Dengan demikian, jika π adalah pdf bivariat normal dari variabel acak y dengan *mean* 0 dan variansi Σ , maka $\hat{\pi} = \exp\left(-\left(\frac{y' \Sigma y}{2}\right)\right)$ dimana Σ adalah suatu matriks diagonal.

Persamaan (11) berikut ini adalah salah satu bentuk penyederhanaan formulasi untuk elemen dari v :

$$\begin{aligned} v_t(\vartheta) &= \frac{1}{T} \sum_j \int e^{i\tau_2(r(j+1) - r(t+1))} e^{i\tau_1(r(j) - r(t))} \pi(\tau) d\tau \\ &- \frac{1}{T} \sum_j \int e^{i(\tau_2 r(j+1) + \tau_1(r(j) - r(t)))} \psi_{r(t)}(-\tau_2, \hat{\vartheta}_T^1) \pi(\tau) d\tau \\ &- \frac{1}{T} \sum_j \int e^{i(-\tau_2 r(t+1) + \tau_1(r(j) - r(t)))} \psi_{r(j)}(\tau_2, \vartheta) \pi(\tau) d\tau \\ &+ \frac{1}{T} \sum_j \int \psi_{r(t)}(-\tau_2, \hat{\vartheta}_T^1) \psi_{r(j)}(\tau_2, \vartheta) e^{i\tau_1(r(j) - r(t))} \pi(\tau) d\tau \end{aligned} \quad (11)$$

Bagian pertama dari persamaan (11) dapat dituliskan kembali dalam bentuk berikut ini: $\frac{1}{T} \sum_j \hat{\pi}(r(j) - r(t), r(j + 1) - r(t + 1))$. Selain itu, dengan menggunakan persamaan (10) misalkan

$$\begin{aligned} Y_{\tau_1} &= \int e^{i\tau_1(r(j) - r(t))} \pi_{\tau_1}(\tau_1) d\tau_1 \\ &= \hat{\pi}(r(j) - r(t), 0) \end{aligned} \quad (12)$$

Dengan demikian, bagian kedua, ketiga, dan keempat dari persamaan (11) dapat dituliskan kembali dengan menggunakan persamaan (12). Adapun bagian kedua dan ketiga hanya berbeda tanda saja sehingga dapat dinyatakan dengan Y_1 , sedangkan bagian terakhir dinyatakan sebagai Y_2 , seperti diberikan berikut ini:

$$Y_1 = Y_{\tau_1} \cdot \int e^{-i\tau_2 n} \psi_m(\tau_2, \vartheta) \pi_{\tau_2}(\tau_2) d\tau_2 \quad (13)$$

$$Y_2 = Y_{\tau_1} \cdot \int \psi_{r(t)}(-\tau_2, \hat{\vartheta}_T^1) \psi_{r(j)}(\tau_2, \vartheta) \pi_{\tau_2}(\tau_2) d\tau_2$$

dimana integral Y_{τ_1} pada persamaan (13) dievaluasi pada $(m, n) = (r(t), r(t + 1))$.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, diketahui bahwa metode C-GMM sangat bergantung pada nilai *regularization parameter* yang pada kenyataannya tidak diketahui nilainya sehingga perlu diestimasi melalui suatu sampel berukuran T . Adapun *regularization parameter* yang optimal diperoleh dengan meminimumkan *trace* matriks *Mean-Squared of Error* (MSE) dari $\hat{\vartheta}_T(\alpha)$, seperti didefinisikan pada persamaan (14) berikut ini [2]:

$$\alpha_T(\vartheta_0) = \arg \min_{\alpha \in [0,1]} \Sigma_T(\alpha, \vartheta_0), \quad (14)$$

dimana $\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0) = TE \left(\|\hat{\vartheta}_T(\alpha) - \vartheta_0\|^2 \right)$. Hal ini memunculkan tiga masalah baru, yakni [3]:

Masalah 1. Walaupun $\hat{\vartheta}_T(\alpha)$ konsisten, terdapat kemungkinan bahwa MSE dari $\hat{\vartheta}_T(\alpha)$, yaitu $\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0)$ tak berhingga nilainya.

Masalah 2. Nilai parameter yang sebenarnya, yaitu ϑ_0 tidak diketahui nilainya.

Masalah 3. Distribusi dari $\hat{\vartheta}_T(\alpha) - \vartheta_0$ untuk sampel berukuran hingga tidak diketahui walaupun ϑ_0 diketahui nilainya.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan suatu cara untuk mengatasi ketiga masalah tersebut. Untuk mengatasi **Masalah 1**, dapat didefinisikan kembali MSE dari $\hat{\vartheta}_T(\alpha)$ sebagai *truncated* MSE berikut ini:

$$\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0, v) = TE(\xi_T(\alpha, \vartheta_0) | \xi_T(\alpha, \vartheta_0) < x_v), \quad (15)$$

dimana $\xi_T(\alpha, \vartheta_0) = \|\hat{\vartheta}_T(\alpha) - \vartheta_0\|^2$ dan x_v memenuhi $v = Pr(\xi_T(\alpha, \vartheta_0) > x_v)$. Untuk mengatasi **Masalah 3**, pertama-tama pilih probabilitas *truncated*, v , misalnya 1% sedemikian sehingga diperoleh kuantil x_v berdasarkan pada simulasi yang dilakukan. Untuk memperhitungkan kemungkinan bergantungnya pasangan (v, x_v) dengan *regularization parameter*, α , maka persamaan (15) dapat dituliskan kembali pada persamaan (16) berikut ini:

$$\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0, v) = (1 - v)TE(\xi_T(\alpha, \vartheta_0) | \xi_T(\alpha, \vartheta_0) < x_v) + vx_v T \quad (16)$$

Sedangkan, jika MSE dari $\hat{\vartheta}_T(\alpha)$ berhingga nilainya, maka persamaan (15) dapat disederhanakan menjadi persamaan (17) dengan mengambil $v = 0$ berikut ini:

$$\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0, 0) = TE(\xi_T(\alpha, \vartheta_0)) \quad (17)$$

Dengan demikian, *regularization parameter* yang optimal dapat dituliskan sebagai berikut [3]:

$$\alpha_T(\vartheta_0) = \arg \min_{\alpha \in [0,1]} \Sigma_T(\alpha, \vartheta_0, v) \quad (18)$$

Adapun untuk mengatasi **Masalah 2** adalah dengan mengganti ϑ_0 dengan *first step estimator* metode C-GMM, yaitu $\hat{\vartheta}_T^1$, yang diperoleh melalui teknik *bootstrapping* dengan cara mengganti operator K pada persamaan (5) dengan operator identitas, seperti diberikan pada persamaan (19)

$$\hat{\vartheta}_T^1 = \arg \min_{\vartheta} \|\hat{h}_T(\tau, \vartheta)\|^2 \quad (19)$$

dimana π adalah pdf dari variabel acak yang memiliki distribusi bivariat normal standar. Selanjutnya, gunakan $\hat{\vartheta}_T^1$ untuk mensimulasikan M sampel independen berukuran T , yaitu $r_T^{(j)}(\hat{\vartheta}_T^1)$ untuk $j = 1, 2, \dots, M$ yang memenuhi sifat $r^{(j)}(t+1) = f(r^{(j)}(t), \hat{\vartheta}_T^1, \varepsilon^{(j)}(t))$ dengan sebarang M nilai awal $r^{(j)}(0)$ dimana $f(\cdot)$ merupakan fungsi yang *three times continuously differentiable* terhadap $\hat{\vartheta}_T^1$. Sedangkan, $\varepsilon^{(j)}(t)$ adalah suatu *white noise* yang independen dan berdistribusi identik serta tidak bergantung pada $\hat{\vartheta}_T^1$.

Berdasarkan sampel-sampel hasil simulasi, kemudian hitung estimasi parameter dengan menggunakan metode C-GMM untuk sebarang nilai *regularization parameter* yang diberikan dimana $\hat{\vartheta}_T^{(j)}(\alpha_i, \hat{\vartheta}_T^1)$ menotasikan estimasi C-GMM dari sampel ke- j untuk sebarang nilai *regularization parameter* ke- i , seperti diberikan pada persamaan (8). Dengan demikian, *regularization parameter* yang optimal pada persamaan (18) dapat diperoleh dengan memilih suatu titik dalam *grid* pada *regularization parameter* sebagai berikut:

$$\hat{\alpha}_{TM}(\hat{\vartheta}_T^1) = \arg \min_{\alpha \in [0,1]} \hat{\Sigma}_{TM}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1, v) \quad (20)$$

dengan $\hat{\Sigma}_{TM}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1, v)$ adalah taksiran dari *truncated* MSE, $\Sigma_T(\alpha, \vartheta_0, v)$, pada masing-masing persamaan (15), (16), dan (17) yang secara berurutan diberikan pada persamaan (21), (22), dan (23) berikut ini:

$$\hat{\Sigma}_{TM}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1, v) = \frac{T}{(1-v)M} \sum_{j=1}^M \xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \mathbf{1}(\xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \leq \hat{x}_v) \quad (21)$$

$$\hat{\Sigma}_{TM}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1, v) = \frac{T}{M} \sum_{j=1}^M \xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \mathbf{1}(\xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \leq \hat{x}_v) + v \hat{x}_v T \quad (22)$$

$$\hat{\Sigma}_{TM}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1, 0) = \frac{T}{M} \sum_{j=1}^M \xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \quad (23)$$

dimana $\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \mathbf{1}(\xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) \leq \hat{x}_v) = 1 - v$ dan $\xi_{j,T}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) = \left\| \hat{\vartheta}_T^{(j)}(\alpha, \hat{\vartheta}_T^1) - \hat{\vartheta}_T^1 \right\|^2$.

Berdasarkan asumsi terkait estimasi *regularization parameter*, penggunaan $\hat{\alpha}_{TM}(\hat{\vartheta}_T^1)$ pada persamaan (20) tidak mempengaruhi konsistensi, asimtotik kenormalan maupun efisiensi dari estimasi parameter model *short-rate*, $\hat{\vartheta}_T(\hat{\alpha}_{TM})$, dengan menggunakan metode C-GMM [3]. Adapun MSE yang digunakan dalam makalah ini diasumsikan berhingga nilainya. Dengan demikian, estimasi parameter model *short-rate* dengan menggunakan metode C-GMM pada persamaan (8) yang ekuivalen dengan persamaan (9) dapat dituliskan kembali secara berurutan ke dalam persamaan (24) dan (25) berikut ini yang bergantung pada estimasi *regularization parameter* yang optimal, $\hat{\alpha}_{TM}(\hat{\vartheta}_T^1)$, pada persamaan (20):

$$\hat{\vartheta}_T(\hat{\alpha}_{TM}) = \arg \min_{\vartheta} \langle K_{\hat{\alpha}_{TM}}^{-1} \hat{h}_T(\tau, \vartheta), \hat{h}_T(\tau, \vartheta) \rangle \quad (24)$$

$$\hat{\vartheta}_T(\hat{\alpha}_{TM}) = \min_{\vartheta} \mathbf{w}'(\vartheta) (\hat{\alpha}_{TM} I_T + C^2)^{-1} \mathbf{v}(\vartheta) \quad (25)$$

Berdasarkan data *dummy* 1000 observasi hasil pembangkitan sebelumnya, sesuai dengan nilai parameter $\kappa = 0.00285, \theta = 8.7403509$ dan $\sigma = 0.0275$ [7], diperoleh hasil estimasi parameter menggunakan metode C-GMM, yaitu $\hat{\kappa} = 0.0025, \hat{\theta} = 8.28$ dan $\hat{\sigma} = 0.0003$. Adapun pada makalah ini, algoritma Nelder-Mead [9] digunakan dalam proses minimisasi dalam metode C-GMM tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

Makalah ini mengkaji penggunaan metode C-GMM dalam mengestimasi parameter dari salah satu model tingkat bunga, yaitu model Cox-Ingersoll-Ross (CIR). Untuk meningkatkan objektifitas dari metode C-GMM tersebut diperlukan optimisasi *regularization parameter* melalui minimisasi terhadap *trace* matriks *Mean-Squared of*

Error dari estimasi parameter model terkait. Hasil komputasi menunjukkan bahwa estimasi parameter menggunakan metode C-GMM memberikan hasil yang tidak jauh berbeda dengan nilai parameter sebenarnya dari data *dummy* yang telah dibangkitkan sebelumnya. Namun, pada makalah ini karakteristik *error* dari hasil estimasi parameter yang diperoleh belum dapat diketahui dengan melakukan beberapa kali simulasi. Hal ini disebabkan oleh latensi dari proses komputasi yang dilakukan pada tahapan optimisasi *regularization parameter* dalam metode C-GMM. Waktu komputasi yang cukup lama tentu saja berpengaruh terhadap akurasi dan efisiensi dari proses komputasi tersebut, terlebih jika dikerjakan secara sekuensial. Padahal, data *short-rate* yang perlu diolah pada tahap implementasi pun cukup masif sehingga penggunaan metode C-GMM menghadapi kendala waktu yang cukup signifikan. Dengan demikian, diperlukan suatu prosedur paralelisasi yang dapat meningkatkan performa dari proses komputasi terhadap formula-formula dalam metode C-GMM yang sebelumnya dieksekusi secara sekuensial untuk diproses secara simultan dengan menggunakan pemrograman paralel agar diperoleh suatu metode estimasi parameter yang tidak hanya representatif tetapi juga akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Carrasco, M. dan Florens, J.P. (2000). Generalization of GMM to A Continuum of Moment Conditions, *Econometric Theory*; **6**; 797-834.
- [2] Carrasco, M., Chernov, M., Florens, J.P. dan Ghysels, E. (2007). Efficient Estimation of General Dynamic Models with a Continuum of Moment Conditions, *Journal of Econometrics*; **140**; 529-573.
- [3] Carrasco, M. dan Kotchoni, R. (2013). Efficient Estimation Using the Characteristic Function, *Cirano: Scientific Series*; **22**; 1-45.
- [4] Cawley, G.C. dan Talbot, N.L.C. (2010). On Over-fitting in Model Selection and Subsequent Selection Bias in Performance Evaluation, *Journal of Machine Learning Research*; **11**; 2079-2107.
- [5] Cox, J.C., Ingersoll, J.E. dan Ross, S.A. (1985). A Theory of the Term-Structure of Interest Rates, *Econometrica*; **53**; 385-408.
- [6] Devroye, L. (1986). *Non-Uniform Random Variate Generation*, Springer, New York.
- [7] Gallant, A.R. dan Tauchen, G. (1998). Reprojecting Partially Observed Systems with Application to Interest Rate Diffusions, *Journal of American Statistical Association*; **93**; 10-24.
- [8] Kotchoni, R. (2012). Applications of the Characteristic Function Based Continuum GMM in Finance, *Computational Statistics & Data Analysis*; **56**; 3559-3622.
- [9] Nelder, J.A. dan Mead, R. (1965). A Simplex Method for Function Minimization, *The Computer Journal*; **7**; 308-313.
- [10] Singleton, K. (2001). Estimation of Affine Pricing Models Using the Empirical Characteristic Function, *Journal of Econometrics*; **102**; 111-141.
- [11] Zhou, H. (2001). Finite Sample Properties of EMM, GMM, QMLE and MLE for a Square-Root Interest Rate Diffusion Model, *Journal of Computational Finance*; **5**; 89-122.

MODEL REGRESI COX WEIBULL UNTUK MENENTUKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAMA STUDI MAHASISWA

Triyani Hendrawati^{1,2}, Anang Kurnia² dan Kusman Sadik²

¹Departemen Statistika Universitas Padjadjaran
e-mail: triyani.hendrawati@gmail.com

²Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor
e-mail: anangk@apps.ipb.ac.id, kusmansadik@gmail.com

Abstract. Long study periods of college students is one indicator of educational success. In this research, an analysis of factors that influence the regular Masters Degree (S2) of Statistics Department, Bogor Agricultural University student's study time will be conducted by using Weibull Cox Regression Model. Weibull Cox Regression Model is one of the methods in survival analysis that can be used to identify the factors that affect the model. The variables used were long-time studies, gender, employment status, bachelor degree (S1) college origin, and the age of entering S2. In general most of the S2 students were women (80%), have not been working (62%), obtained a bachelor degree from colleges in Java (55%), the median of the duration of the study 31 months, and the median age of admission to S2 college program is 25 years old. Further data processing results showed that the significant factor affecting the duration of the study of S2 student's is the age at the time of entering S2 program. A one year increase of age, increases the risk of his/her study time by 1.38%.

Keywords: *regresi Cox Proportional Hazard, Regresi Cox Weibull, R*

1. Pendahuluan

Analisis survival dapat didefinisikan sebagai waktu sampai muncul kejadian [2]. Kejadian di sini dapat bermacam-macam, misalnya dalam bidang pendidikan yaitu waktu lulus atau kegagalan studi dari mahasiswa. Model regresi cox weibull merupakan salah satu metode pada data analisis survival yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada model. Beberapa penelitian telah dilakukan diantaranya Morina [1], membahas *R package* untuk simulasi survival data yang simple dan yang kompleks, termasuk kejadian *recurrent* dan kejadian *multiple*, dilakukan juga simulasi dengan sembarang fungsi distribusinya, yaitu Weibull, exponential, log-logistik, dan distribusi log-normal.

Dalam bidang pendidikan, lama waktu studi mahasiswa merupakan salah satu hal yang menjadi perhatian dalam rangka meningkatkan kualitas mutu pendidikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi lama studi studi mahasiswa di program S2 statistika IPB dengan menggunakan regresi cox weibull.

2. Metode

Data waktu sampai muncul kejadian gagal disebut sebagai waktu survival (*survival time*). Waktu survival memiliki dua karakteristik, yaitu (a) tidak negatif dan memiliki sebaran dengan ekor yang panjang, dan (b) beberapa subjek mungkin memiliki periode sehingga waktu kejadian gagal tidak diketahui atau secara umum waktu survival yang tidak diketahui. Data yang memiliki karakteristik kedua dinamakan data tersensor [1].

Perbedaan antara analisis survival dengan analisis statistik lainnya adalah adanya data tersensor. Data dikatakan tersensor jika pengamatan waktu survival tidak diketahui secara lengkap, tidak sampai *failure event* [1]. Pada data tersensor dapat diperoleh informasi waktu ketahanan individu, tetapi tidak diketahui secara pasti berapa waktu ketahanannya.

Sebab-sebab terjadinya data tersensor yaitu (1) *Loss to follow up*; ini terjadi karena obyek berpindah, (2) *Drop out*; perlakuan dihentikan karena alasan tertentu, (3) *Termination*; ini terjadi karena masa penelitian berakhir, tapi obyek amatan belum mencapai *failure event*.

Jenis-jenis penyensoran yaitu (1) Sensor kanan terjadi apabila individu diketahui masih hidup sampai penelitian tersebut berakhir, (2) Sensor kiri terjadi jika kejadian yang diamati sudah terjadi pada suatu individu sebelum individu tersebut masuk ke dalam periode penelitian, (3) Sensor interval adalah sensor yang waktu survivalnya berada dalam suatu interval tertentu. Dalam menentukan waktu survival, ada tiga faktor yang dibutuhkan yaitu:

1. Waktu awal pencatatan (start point) adalah waktu awal dilakukannya pencatatan untuk menganalisis suatu kejadian.
2. Waktu akhir pencatatan (end point) adalah waktu pencatatan berakhir. Waktu ini berguna untuk mengetahui status tersensor atau tidak tersensor seseorang untuk bisa melakukan analisis.
3. Pengukuran waktu dapat berupa tahun, bulan, bulan, hari, jam, atau bahkan menit yang diukur sejak pengamatan dimulai hingga muncul.

Peubah respon pada analisis survival adalah lama bertahan suatu komponen atau lama bertahan pasien [3]. Data waktu survival mengukur waktu dari suatu peristiwa. Waktu berupa variabel acak yang kemudian membentuk suatu distribusi. Distribusi dari waktu survival biasanya dijelaskan dari tiga fungsi yaitu fungsi survival, probability density function, dan hazard function. Secara matematis fungsi di atas ekuivalen. Jika salah satu diketahui, maka dua fungsi yang lain dapat diturunkan [2].

Probability Density Function

Dimisalkan Y adalah peubah acak yang positif dan kontinu, y adalah waktu sampai terjadinya kegagalan, $f(y)$ adalah *Probability Density Function* dari Y . *Probability density function* dari waktu survival y didefinisikan sebagai limit dari peluang terjadinya kegagalan pada selang y sampai $y+\delta y$ atau peluang seseorang mengalami kegagalan dalam suatu selang waktu yang pendek, y ke $y+\delta y$. Fungsi tersebut dituliskan sebagai berikut

$$f(y) = \lim_{(\delta y) \rightarrow 0} \frac{P(\text{individu meninggal dalam selang } (y, y + \delta y))}{\delta y}$$

$F(y)$ adalah *Cumulative Density Function* dari Y yaitu peluang kejadian gagal sebelum waktu y yang dinyatakan sebagai:

$$F(y) = \Pr(Y < y) = \int_0^y f(t) dt$$

Fungsi Survival

Fungsi survival $S(y)$ didefinisikan sebagai peluang suatu obyek bertahan setelah waktu ke- y . Fungsi survival untuk peubah acak kontinu dinyatakan dalam formulasi sebagai berikut:

$$S(y) = P(Y \geq y) = 1 - F(y)$$

Fungsi survival $S(y)$ merupakan *nonincreasing function* (fungsi yang tidak naik) dengan karakteristik $S(y) = 1$ untuk $y = 0$ dan $S(y) = 0$ untuk $y = \infty$.

Fungsi hazard

Fungsi hazard disebut juga laju kegagalan bersyarat, yaitu laju kegagalan sesaat antara selang waktu yang pendek y ke $y + \delta y$. Fungsi hazard untuk peubah acak kontinu dinyatakan sebagai berikut:

$$h(y) = \lim_{\delta y \rightarrow 0} \frac{P(y \leq Y < y + \delta y | Y > y)}{\delta y}$$

$$= \lim_{\delta y \rightarrow 0} \frac{F(y + \delta y) - F(y)}{\delta y} \times \frac{1}{S(y)}$$

$$h(y) = \frac{f(y)}{S(y)}$$

Kumulatif fungsi Hazard yaitu $H(y) = \int_0^y h(y) dy$ atau $H(y) = -\log S(y)$.

Fungsi densitas, fungsi survival, dan fungsi hazard untuk distribusi weibull yaitu

$$F(y, \lambda, \gamma) = \lambda \gamma y^{\gamma-1} \exp(-\lambda y^\gamma)$$

$$S(y, \lambda, \gamma) = \exp(-\lambda y^\gamma)$$

$$h(y, \lambda, \gamma) = \lambda \gamma y^{\gamma-1}$$

Model Regresi Cox Proporsional Hazard

Model regresi Cox Hazard Proporsional merupakan model regresi yang menghubungkan peubah respon dengan peubah bebas. Sebagai peubah responnya adalah waktu ketahanan (survival). Model cox proposional hazard tidak bergantung pada waktu, hanya bergantung pada kovariat-kovariatnya. Model cox proposional hazard yaitu $h(y, \beta) = h_0(y) \exp(\sum_{i=1}^p x_i \beta_i)$ dimana

y = waktu hingga suatu kejadian terjadi

$h_1(y; \beta)$ = resiko pasien meninggal pada waktu t dengan karakteristik y

$h_0(y)$ = fungsi hazard dasar (*baseline hazard function*)

β_i = vektor koefisien regresi berdimensi p

Model regresi cox weibull merupakan model cox proposional hazard dengan fungsi hazard dasar (*baseline hazard function*) berdistribusi weibull. Modelnya yaitu $h(y, \beta) = \lambda \gamma y^{\gamma-1} \exp(\sum_{i=1}^p x_i \beta_i)$. Jika dua individu memiliki kovariat (x_{11}, x_{12}) dan (x_{21}, x_{22}) . Maka, rasio hazardnya adalah

$$h_{12}(t) = \frac{h_0(t) \exp\{\beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12}\}}{h_0(t) \exp\{\beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22}\}} = \frac{e^{\beta_1 x_{11}}}{e^{\beta_1 x_{21}}} = e^{\beta_1 (x_{11} - x_{21})}$$

dapat dilihat bahwa, rasionya tidak lagi mengandung hazard dasar $h_0(t)$. Jika X_1 merupakan kovariat kontinu misalnya usia (dalam tahun) maka rasio hazard dari dua mahasiswa dengan selisih usia satu tahun (dimana $X_{11} = X_{12} + 1$) adalah

$$h_{12}(t) = e^{\beta_1 (x_{11} - x_{12})} = e^{\beta_1}$$

sehingga $\beta_1 e^{\beta_1} \log(h_{12}(t))$ adalah log rasio hazard dua orang mahasiswa berbeda usia satu tahun. adalah rasio risiko antara dua mahasiswa berbeda satu tahun.

Pendugaan parameter menggunakan Maksimum Likelihood (MLE)

Misalkan y_j adalah survival time, y_1, \dots, y_r observasi tidak tersensor, y_{r+1}, \dots, y_n observasi tersensor. Fungsi likelihood untuk data tidak tersensor yaitu: $\prod_{j=1}^r f(y_j)$ dan untuk data tersensor: $\prod_{j=r+1}^n S(y_j) \prod_{j=1}^r f(y_j)$. Fungsi likelihood untuk data tersensor :

$$L = \prod_{j=1}^r f(y_j)^{\delta_j} S(y_j)^{1-\delta_j} \prod_{j=r+1}^n S(y_j) \prod_{j=1}^r f(y_j)$$

dimana δ_j adalah indikator yang bernilai 1 jika survival time tidak tersensor dan bernilai 0 bila tersensor. Koefisien β pada model regresi cox weibull dapat diestimasi menggunakan metode maksimum likelihood (MLE).

Pengujian signifikansi parameter secara serentak

Pengujian serentak digunakan untuk mengetahui apakah covariat yang digunakan pada model berpengaruh signifikan secara bersama-sama.

Hipotesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

H_1 : Paling sedikit ada satu $\beta_i \neq 0$, dengan $i = 1, 2, 3, 4$

$$\text{Statistik Uji : } G^2 = -2 \ln \left[\frac{L_0}{L_1} \right]$$

Daerah kritis: tolak H_0 jika nilai statistik uji $G^2 \geq \chi^2_{p,\alpha}$ atau $p \text{ value} < \alpha$.

Uji parsial dengan uji wald

Hipotesis:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$H_1: \beta_i \neq 0$, dengan $i = 1, 2, 3, 4$

Statistik Uji :

$$W^2 = \left(\frac{\hat{\beta}}{SE \hat{\beta}} \right)^2$$

Daerah kritis: tolak H_0 jika nilai statistik uji $W^2 \geq \chi^2_{\alpha,1}$ Atau $p\text{-value} < \alpha$.

Schoenfield residual

Schoenfield residual digunakan untuk melihat asumsi propotional hazard, dapat juga untuk melihat bahwa antar residual tidak berkorelasi satu dengan yang lainnya. Grafik schoenfield residual dapat untuk mendeteksi adanya outlier, jika ada pola tertentu pada grafik maka dapat dikatakan tidak memenuhi asumsi propotional hazard [2]. Rumus schoenfield residual untuk kovariat ke- j , orang ke- i yaitu

$$R_{ji} = \delta_i \left[x_{ji} - \frac{\sum_{l \in R(t_i)} x_{jl} \exp(\hat{\mathbf{b}}' \mathbf{x}_l)}{\sum_{l \in R(t_i)} \exp(\hat{\mathbf{b}}' \mathbf{x}_l)} \right] \quad j = 1, 2, \dots, p; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$\delta_i = 1$ jika observasi survival time t_i tidak tersensor dan 0 untuk yang tersensor, $\hat{\mathbf{b}}$ adalah maksimum partial likelihood estimator dari \mathbf{b} .

Martingale residual

Martingale residual digunakan untuk melihat linearitas covariate yang bernilai kontinu, dapat juga digunakan sebagai bahan pertimbangan apakah covariat ini perlu diubah dalam kategori atau tidak. Martingale residual untuk individu ke- i yaitu $R_{Mi} = \delta_i - R_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, dimana $R_i = -\log \hat{S}(t_i; \mathbf{x}_i)$ adalah Cox snell residual untuk individu ke- i dengan waktu survival t dan nilai kovariat \mathbf{x}_i .

3. Hasil dan Pembahasan

Sumber data

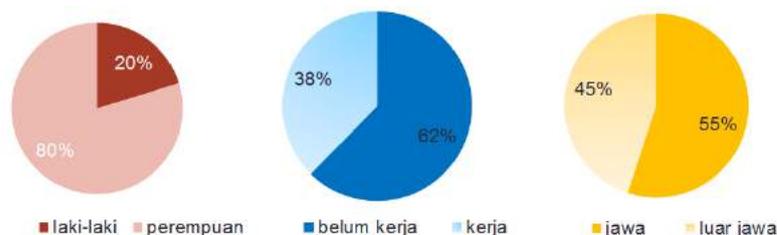
Data yang digunakan adalah data sekunder mahasiswa program S2 reguler departement statistika IPB tahun masuk 2007-2012, diperoleh dari bagian administrasi pasca sarjana statistika IPB. Data mahasiswa program S2 reguler departement statistika IPB tahun masuk 2007-2012, awalnya data berjumlah 104, tetapi karena adanya missing value dan data yang tersensor, maka data yang dapat digunakan untuk analisis jumlahnya 69. Variabel-variabel yang digunakan pada data yaitu berupa waktu studi (studi), jenis kelamin (sex), status kerja (kerja), asal universitas saat S1 (sarjana), dan umur pada saat masuk S2(usia). Variabel dependennya yaitu waktu survival, dalam hal ini dinyatakan dengan variabel waktu, menyatakan lama waktu menyelesaikan kuliah S2 dalam satuan bulan. Variabel-variabel independen atau covariatnya yaitu sex, kerja, sarjana, dan usia. Variabel independen atau covariatnya yaitu (1) Sex menyatakan jenis kelamin, dimana laki-laki = 1, perempuan= 0, (2) Kerja menyatakan status kerja, dimana belum kerja =1, kerja =0, (3) Sarjana menyatakan daerah asal Perguruan Tinggi saat S1, dimana asal PT S1 di Jawa = 1, asal PT S1 di luar jawa=0, (4) Usia menyatakan umur saat masuk kuliah S2 dalam satuan tahun.

Deskripsi Data

Dari data diperoleh informasi mahasiswa S2 berjenis kelamin laki-laki 20%, perempuan 80%, sebanyak 38% sudah kerja, 62% belum kerja, daerah asal Perguruan Tinggi saat S1 dari Jawa 55%, sedangkan dari luar jawa 45%, median dari lama studi 31 bulan, median dari umur saat masuk kuliah S2 adalah 25 tahun.

Tabel 1. Nilai minimum, maksimum, median, dan mean untuk covariat studi dan usia

	min	max	median	mean
Lama studi (bulan)	18	48	31	31.49275
Usia saat masuk S2 (tahun)	22	43	25	26.36232



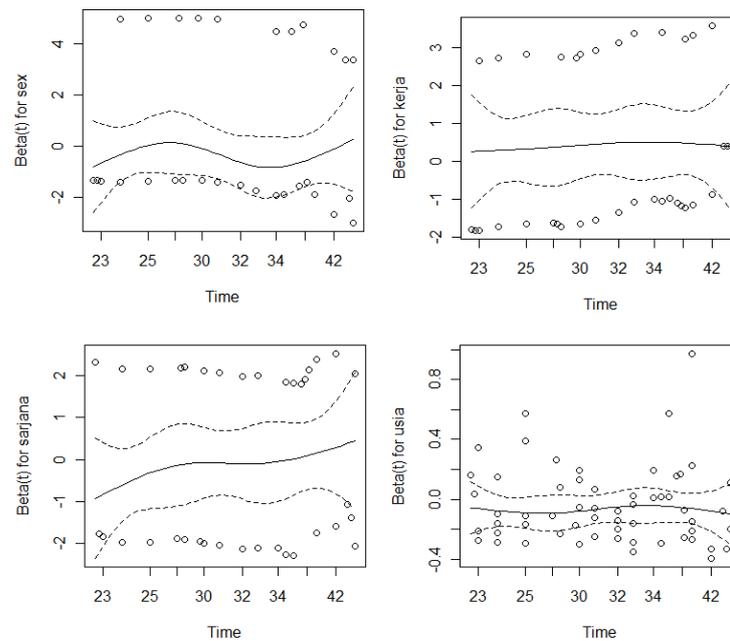
Gambar 1. Diagram lingkaran untuk kovariat (a) jenis kelamin, (b) kerja, dan (c) sarjana

Pengecekan asumsi Proporsional Hazards untuk semua covariat dapat dilihat dari nilai *p value*, atau dapat juga dari grafik Schoenfield residual. Dengan menggunakan program R diperoleh hasil seperti pada tabel 2. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai *p-value* > 0,05 sehingga semua covariat memenuhi asumsi proporsional hazards.

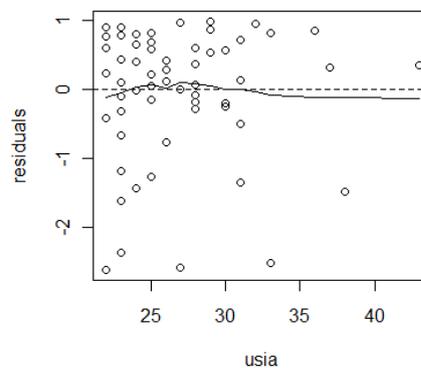
Tabel 2. Hasil uji signifikansi dengan Schoenfield residual

Covariat	rho	chisq	P
jenis kelamin (sex)	-0.00469	0.00148	0.97
status kerja (kerja)	0.0321	0.0717	0.789
asal universitas saat S1 (sarjana)	0.155	1.64	0.2
umur pada saat masuk S2(usia)	0.0156	0.0166	0.897

Grafik Schoenfield residual dapat juga digunakan untuk melihat apakah tiap covariat memenuhi asumsi propotional hazard. Dari grafik Schoenfield residual pada gambar 2 dapat dilihat bahwa tiap kovariat tidak berpola, maka dapat disimpulkan semua kovariat memenuhi asumsi propotional hazard. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa grafik martingale residual untuk covariate usia (covariat yang kontinu) menunjukkan tidak berpola, sehingga memenuhi asumsi linearitas.



Gambar 2. Grafik Schoenfield residual untuk semua covariat.



Gambar 3. Grafik martingale residual untuk covariat usia.

Model regresi Cox Proporsional Hazards dengan baseline dasar weibull menggunakan semua covariat, menghasilkan *p-value* 0,11 sehingga model tidak

signifikan. Kemudian dibuat model regresi cox weibull hanya menggunakan covariat usia. Ternyata menghasilkan model yang signifikan dengan nilai *p-value* 0,0082. Berikut ini *output* dari R.

```
> summary(weiusia)

Call:
survreg(formula = Surv(studi, cen) ~ usia, data = lulus, dist = "weibull")

              Value Std. Error      z      p
(Intercept)  3.1691    0.14606  21.70 2.21e-104
usia         0.0138    0.00545   2.53 1.16e-02
Log(scale)  -1.6065    0.09057 -17.74 2.15e-70

Scale= 0.201

Weibull distribution
Loglik(model)= -231.2   Loglik(intercept only)= -234.7
      Chisq= 6.99 on 1 degrees of freedom, p= 0.0082
Number of Newton-Raphson Iterations: 5
n= 69
```

Tabel 2. Nilai AIC untuk mendapatkan model terbaik

Covariat	AIC
semua covariat	473.7501
usia, sarjana, dan kerja	471.8311
usia dan sarjana	470.1342
Usia	468.3919

Kriteria model terbaik pada regresi cox weibull dapat dilihat dari nilai AIC yang terkecil. Pada tabel 2 diperoleh nilai AIC terkecil adalah 468.3919, yaitu model yang hanya menggunakan covariat usia. Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh nilai $\mu = \text{intercept} = 3,1691$; $\sigma = \text{scale} = 0,201$ sehingga $\lambda = \exp\left(\frac{-\mu}{\sigma}\right) = 1,42 \times 10^{-7}$; $\gamma = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{0,201} = 4,975$. Diperoleh fungsi hazard dasar $h_0(y) = 7,066 \times 10^{-7} y^{3,975}$. Model Regresi Cox Proporsional Hazards fungsi hazard dasar weibull atau model regresi cox weibull yaitu $h(y, \beta) = 7,066 \times 10^{-7} y^{3,975} \exp(0,0138 \text{ usia})$. Untuk mengetahui laju lama studi mahasiswa berdasarkan faktor yang mempengaruhi dapat diketahui dari nilai hazard ratio variabel yang signifikan, dalam hal ini faktor yang mempengaruhi adalah usia. Diperoleh $= 0,0138$; $e^{0,0138} = 1.01389$, artinya setiap pertambahan usia satu tahun maka resiko waktu studinya bertambah 1,38%.

4. Kesimpulan

Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap lama studi mahasiswa menggunakan model Regresi Cox weibull yaitu covariat usia. Model regresi cox weibull yang diperoleh yaitu $h(y, \beta) = 7,066 \times 10^{-7} y^{3,975} \exp(0,0138 \text{ usia})$. Setiap pertambahan usia satu tahun maka resiko waktu studinya bertambah 1,38%.

Daftar Pustaka

- [1] Dobson, A.J. (2002). *An Introduction to Generalized Linear Models*, Second Edition, Chapman & Hall, London.
- [2] Lee, E.T., (2003), *Statistical Methods for Survival Data Analysis*, Third Edition, John Wiley&Sons, Inc, New York.

- [3] Mc Cullagh, P., dan Nelder, J.A, (1989), *Generalized Linear Models*, Second Edition, Chapman & Hall, London.
- [4] Morina D , Navaro A, (2014). *Journal of Statistical Software*, volume 59, issue 2. <http://www.jstatsoft.org/>

METODE CART UNTUK IDENTIFIKASI PENGARUH KONDISI SOSIAL EKONOMI LANSIA TERHADAP KEPUTUSAN BEKERJA

Wahyu Wibowo¹, Dwiatmono Agus Widodo², dan Pitri Ariska Susilowati³

^{1,2,3}Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
e-mail: wahyu_w@statistika.its.ac.id
dwiatmono@statistika.its.ac.id
ariskasusilowati@gmail.com

Abstract. Economic activity elderly is elderly who does activities with the aim to benefit, at least one hour during the week. Elderly are the people aged 60 years and older. Economic activities are divided into the status of the elderly working and not working. East Java is one of the provinces who have a high percentage of elderly work. The problem is how the classification of the elderly in East Java that works and does not work based on the factors that affect and determine the factors that economic activity participation elderly. CART (Classification And Regression Trees) methods are used in the classification. The data used in this research is secondary data from SUSENAS (National Social Economic Survey) in 2011 with the amount of data 11264 elderly. Factor affecting economic activity elderly in East Java using CART method are household status, age, gender, duration of illness (days) and education level.

Keywords: *elderly labour force, participation, tree regression*

1. Pendahuluan

Saat ini penduduk Indonesia mengalami struktur penduduk yang menuju proses penuaan dengan ditandainya persentase penduduk lanjut usia (lansia) yang meningkat. Diperoleh informasi bahwa dari data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa penduduk lanjut usia di Indonesia pada tahun 2000 sebanyak 14.439.967 jiwa atau sebesar 7,18 persen, selanjutnya pada tahun 2010 meningkat menjadi 23.992.553 jiwa atau sebesar 9,77 persen. Pada tahun 2020 diprediksikan jumlah lansia mencapai 28.822.879 jiwa atau sekitar 11,34 persen [1]. Provinsi Jawa Timur pada tahun 2011 memiliki peringkat kedua setelah Provinsi DI Yogyakarta yang mempunyai penduduk lansia dengan proporsi paling tinggi yaitu memiliki persentase sebesar 10,40 persen [2]. Pertambahan penduduk lansia secara bermakna akan disertai oleh berbagai masalah yang akan yang akan berpengaruh terhadap aspek kehidupan antara lain biologis, fisologis, fisik, mental dan sosial ekonomi [3].

Masalah yang terjadi pada lansia yaitu terkait dengan kesehatannya, baik jasmani maupun rohani. Dari kesehatan jasmani terlihat dengan kemunduran fisiknya yang terjadi secara alamiah. Namun, bukan berarti dalam bidang selain kesehatan seperti kegiatan partisipasi kegiatan ekonomi lansia menjadi permasalahan yang bukan utama. Partisipasi kegiatan ekonomi lansia merupakan kegiatan yang harus mendapatkan penanganan, karena menyangkut pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Berdasarkan data hasil Sakernas 2011, penduduk lansia Jawa Timur masih banyak yang tergolong sebagai lansia produktif. Dari jumlah keseluruhan penduduk lansia sekitar 45,41 persen diantaranya masih bekerja, sedangkan sisanya melakukan kegiatan mengurus rumah

tangga sebesar 28,69 persen dan lansia menganggur sebesar 25,91 persen [4]. Tingginya partisipasi penduduk lansia yang bekerja antara lain untuk memenuhi kebutuhan ekonomi rumah tangga.

Penelitian tentang lansia sebelumnya sudah pernah dilakukan, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas ekonomi lansia di Provinsi Jawa Timur dengan menggunakan Regresi Logistik Biner [5]. Penelitian terkait metode klasifikasi pernah dilakukan pada perbandingan hasil klasifikasi analisis diskriminan dan regresi logistik pada pengklasifikasian data respon biner [6]. Menelaah dari penelitian terkait penduduk lansia, dalam penelitian ini akan dilakukan identifikasi pengaruh kondisi sosial ekonomi lansia di Jawa Timur terhadap keputusan lansia untuk bekerja.

2. Data dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2011 Provinsi Jawa Timur dengan jumlah 38 kabupaten/kota dan jumlah sampel penduduk yang usianya 60 tahun keatas sebanyak 11264 lansia. Adapun yang dimaksud penduduk Lanjut Usia adalah adalah semua orang yang berdomisili di wilayah geografis Republik Indonesia selama 6 bulan atau lebih dan atau mereka yang berdomisili kurang dari 6 bulan tetapi bertujuan untuk menetap. Penduduk lanjut usia yaitu penduduk yang apabila telah berumur 60 tahun ke atas untuk negara berkembang atau 65 tahun ke atas untuk negara maju [4].

Kemudian kegiatan ekonomi yang dimaksudkan adalah kegiatan dengan tujuan mendapat pendapatan atau keuntungan, minimal satu jam selama seminggu, sedangkan yang bukan melakukan kegiatan ekonomi adalah orang-orang yang mengurus rumah tangga, sekolah atau melakukan kegiatan lainnya seperti pensiun. Angkatan kerja lansia merupakan penduduk lansia yang bekerja dan mencari pekerjaan (pengangguran). Lebih detail variabel yang dipergunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

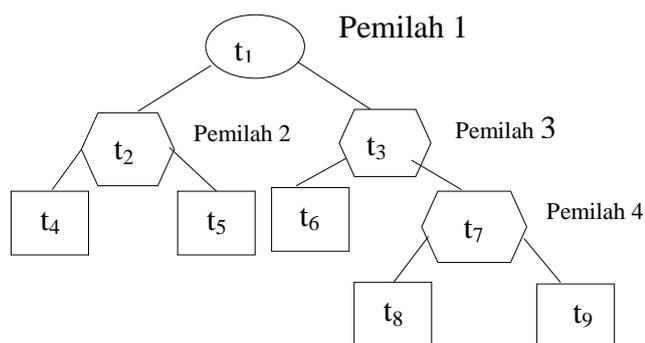
Metode CART merupakan salah satu metode nonparametrik yang digunakan untuk teknik pohon keputusan. Pohon keputusan dengan menggunakan algoritma penyeleksian rekursif secara biner (*binary recursive partitioning*) [9]. Pada ilustrasi pohon klasifikasi Gambar 1. variabel terpenting disebut *parent node* yang mengandung semua data dengan notasi t_1 Pada Gambar 1. Simpul dalam (*internal nodes*) dilambangkan dengan segi enam yaitu t_2, t_3, t_7 sedangkan simpul akhir (*terminal node*) dengan segi empat yaitu t_4, t_5, t_6, t_8 dan t_9 . Untuk menghitung kedalaman (*depth*) dimulai dari simpul pertama t_1 yang berada pada kedalaman 1, sedangkan t_2 dan t_3 pada kedalaman 2, begitu seterusnya sampai pada simpul terminal t_8 dan t_9 yang berada dalam kedalaman 4. Lebih detail metode ini dapat dilihat pada [10].

Adapun beberapa kelebihan metode klasifikasi pohon ini antara lain.

1. Metode ini bersifat nonparametrik sehingga tidak memerlukan asumsi-asumsi yang mengikat seperti asumsi distribusi normal untuk variabel prediktor.
2. Struktur data dapat dilihat secara visual sehingga memudahkan eksplorasi dan pengambilan keputusan berdasarkan model yang diperoleh.
3. Tidak hanya memberikan klasifikasi, namun juga estimasi probabilitas kesalahan pengklasifikasian
4. Mampu mengidentifikasi interaksi antar variabel prediktor yang berpengaruh secara lokal akibat diterapkannya pengambilan keputusan secara bertahap dalam himpunan-himpunan bagian data pengukuran yang kompleks.
5. Hasil klasifikasi akhir berbentuk sederhana mengklasifikasikan data baru secara efisien
6. Kemudahan dalam intepretasi hasil

Tabel 1. Daftar variabel penelitian

Variabel	Kategori
Jenis kelamin (X_1)	1 : Laki-laki 2 : Perempuan
Usia (X_2)	-
Posisi dalam rumah tangga (X_3)	1:Sebagai kepala RT 2: Istri 3: Orang tua/mertua 4: Anggota RT lainnya
Pendidikan terakhir (X_4)	1:Tidak tamat SD 2:Ijazah tertinggi SD 3:Ijazah tertinggi SMP/Sederajat 4:Ijazah tertinggi SMA/ sederajat 5:Ijazah tertinggi PT
Status perkawinan (X_5)	1: Belum kawin 2: Berstatus kawin 3: Berstatus cerai (cerai-hidup/cerai-mati)
Lokasi tempat tinggal (X_6)	1: Bertempat tinggal di perkotaan 2: Bertempat tinggal di pedesaan
Kemampuan baca tulis (X_7)	1: Dapat membaca dan menulis huruf latin 2: Tidak dapat membaca dan menulis huruf latin
Lama keluhan kesehatan (X_8)	-



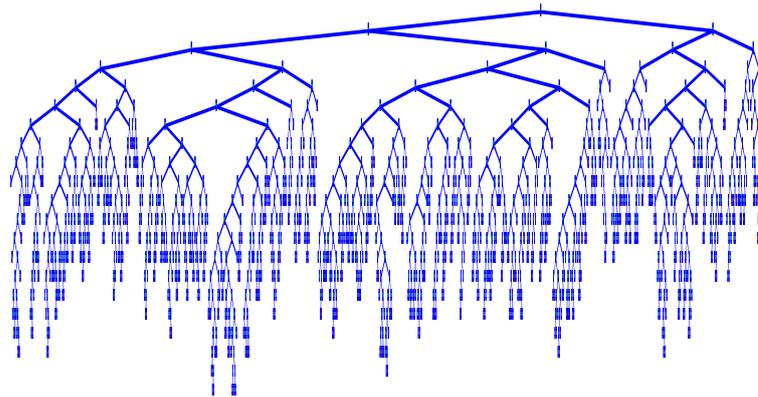
Gambar 1. Ilustrasi Pohon Klasifikasi

3. Hasil dan Pembahasan

Implementasi metode CART dikerjakan melalui tahapan *pembentukan pohon klasifikasi*, *pemangkasan pohon klasifikasi* dan *penentuan pohon klasifikasi optimal*, sebagaimana berikut ini.

a. Pembentukan pohon klasifikasi

Pembentukan pohon dimulai dengan melakukan pemilahan terhadap semua kemungkinan variabel pemilah. Selanjutnya dengan kriteria pemilihan *goodness of split* yang dihitung dengan Indeks Gini, pemilah yang terpilih adalah pemilah dan *threshold* dengan *goodness of split* yang tertinggi. Pohon yang terbentuk disebut dengan pohon maksimal yang setelahnya tidak dapat dilakukan pemilahan lagi. Berikut merupakan pohon klasifikasi maksimal.

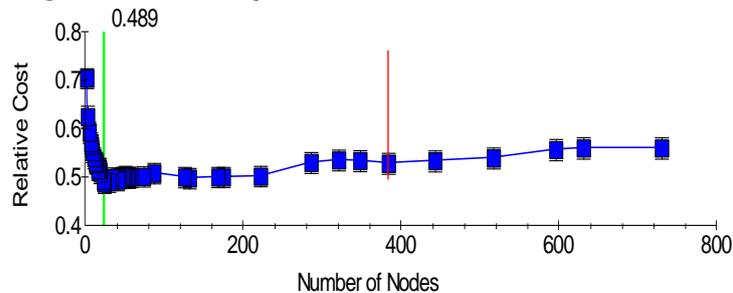


Gambar 2. Pohon Klasifikasi maksimal

Pohon maksimal yang terbentuk memiliki jumlah *terminal node* yang besar. Pohon klasifikasi maksimal yang terbentuk memiliki 730 *terminal nodes* dengan tingkat kedalaman (*depth*) sebesar 44. Sebanyak 8 variabel prediktor dilibatkan dalam pembentukan pohon klasifikasi.

b. Pemangkasan pohon klasifikasi

Untuk memudahkan proses analisis selanjutnya, pohon klasifikasi maksimal yang sudah dihasilkan kemudian dilakukan pemangkasan pohon dengan metode *test sample estimate*. Setiap hasil pemangkasan memiliki nilai *relative cost* tertentu. Sehingga kemudian dipilih nilai *relative cost* yang minimum. Gambar 3 pohon klasifikasi maksimal ditunjukkan oleh garis berwarna merah dan pohon klasifikasi optimal ditunjukkan oleh garis berwarna hijau.



Gambar 3. Plot *Relative Cost* dan Jumlah *Terminal Nodes*

Urutan pembentukan pohon klasifikasi ditunjukkan pada Tabel 2 yang berisikan nilai simpul terminal, *test set relative cost*, *resubstitution relative cost* dan nilai *complexity parameter*.

Tabel 2. Urutan Pembentukan Pohon Klasifikasi

<i>Tree</i>	<i>Terminal Nodes</i>	<i>Test Set Relative Cost</i>	<i>Resubstitution Relative Cost</i>	<i>Complexity Parameter</i>
1*	730	0,561± 0,022	0,407	0,000
27**	24	0,489± 0,021	0,513	0,4176E-03
33	14	0,529± 0,022	0,537	0,002
34	13	0,531± 0,021	0,542	0,002
35	11	0,541± 0,022	0,553	0,003
36	9	0,553± 0,022	0,565	0,003
37	8	0,566± 0,022	0,577	0,006
38	7	0,572± 0,022	0,590	0,007
39	5	0,594± 0,022	0,618	0,007
40	3	0,626± 0,022	0,653	0,009
41	2	0,705± 0,021	0,708	0,027

42	1	1,000± 0,000	1,000	0,146
----	---	--------------	-------	-------

Keterangan :

*) *Terminal nodes* dimana pohon maksimal terbentuk

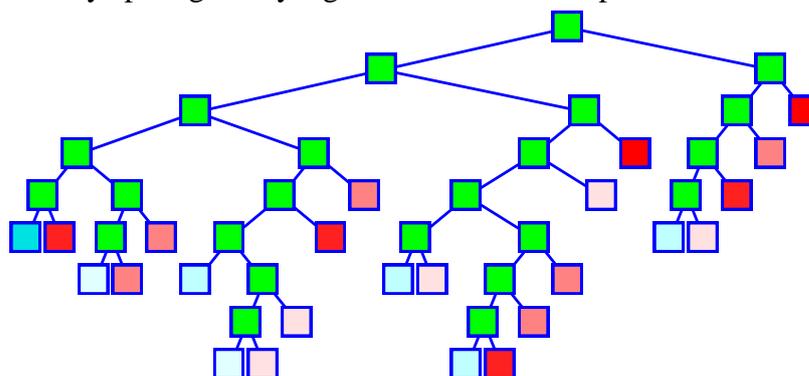
***) *Terminal nodes* dimana pohon optimal terbentuk

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa *terminal nodes* yang terbentuk pada pohon klasifikasi maksimal yaitu sebanyak 730 *terminal nodes* dan menghasilkan *complexity parameter* sebesar 0,000, *test set relative cost* sebesar $0,561 \pm 0,022$, dan *resubstitution relative cost* sebesar 0,407.

Hasil pemangkasan yang diperoleh dari Gambar 3 selanjutnya digunakan untuk menentukan pohon klasifikasi optimal. Pohon klasifikasi optimal yang terpilih dengan jumlah *terminal nodes* sebanyak 24 *nodes*, dengan nilai *complexity parameter* sebesar $0,417643E-03$, *test set relative cost* yang paling minimum yaitu sebesar $0,489 \pm 0,021$ dan *resubstitution relative cost* sebesar 0,513.

c. Penentuan Pohon Klasifikasi Optimal

Pohon klasifikasi optimal disajikan dalam Gambar 4. Pada Gambar 4 pohon klasifikasi optimal dengan tingkat kedalaman pohon sebesar 9. Setiap *terminal nodes* yang terbentuk pada pohon klasifikasi optimal sudah dilakukan pelabelan kelas. Pelabelan kelas yang terbentuk terdiri dari dua warna, yaitu bewarna merah bila suatu simpul diklasifikasikan sebagai lansia yang tidak bekerja dan bewarna biru bila suatu simpul diklasifikasikan sebagai lansia yang bekerja. Apabila semakin kuat warna yang dihasilkan pada masing-masing simpul, hal tersebut mengindikasikan bahwa perbedaan proporsi antara kedua kategori partisipasi kegiatan ekonomi semakin besar dan nantinya simpul yang warnanya paling kuat yang akan dilakukan interpretasi karakteristik simpul.



Gambar 4. Pohon Klasifikasi Optimal untuk Partisipasi Kegiatan Ekonomi Lansia

Berdasarkan pohon klasifikasi optimal yang telah terbentuk, diperoleh bahwa variabel hubungan dengan kepala rumah tangga (X_3) merupakan variabel pemilah utama (*parent nodes*) dan paling menentukan klasifikasi partisipasi kegiatan ekonomi lansia dengan skor variabel sebesar 100. Hasil skor variabel pembentukan pohon klasifikasi optimal ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

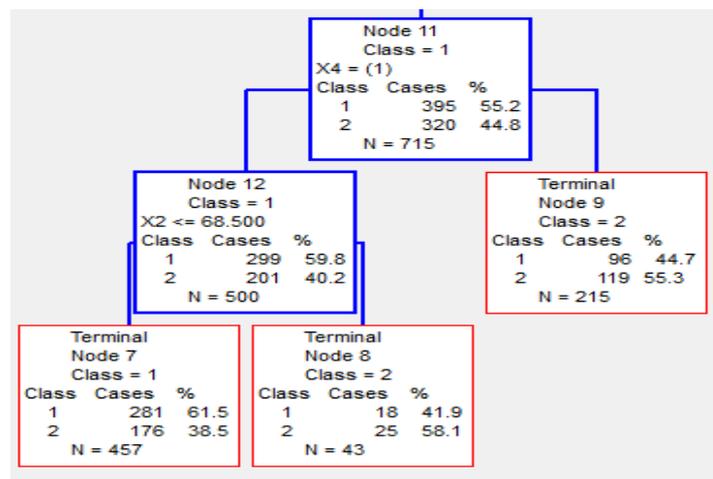
Tabel 3. Skor Variabel Terpenting pada Pembentukan Pohon Klasifikasi Optimal

Variabel	Skor Variabel (%)	
X_3	100,00	|||||
X_2	52,76	|||||
X_1	36,13	|||||
X_8	33,59	|||||

X ₄	28,62	|||||||
X ₆	9,59	|||
X ₅	0,00	
X ₇	0,00	

Berdasarkan pohon klasifikasi optimal yang terbentuk diketahui bahwa variabel hubungan dengan kepala rumah tangga (X₃) merupakan variabel pemilah utama (*parent nodes*) dan yang paling menentukan klasifikasi partisipasi kegiatan ekonomi lansia. Selanjutnya variabel umur (X₂), variabel (X₁) jenis kelamin, variabel lamanya lansia mengalami gangguan kesehatan (X₈), variabel ijazah tertinggi yang dimiliki lansia (X₄) dan variabel klasifikasi desa/kelurahan tempat tinggal (X₆). Setiap *terminal nodes* yang terbentuk pada pohon klasifikasi optimal sudah dilakukan pelabelan kelas. Pelabelan kelas yang terbentuk terdiri dari dua warna, yaitu bewarna merah bila suatu simpul diklasifikasikan sebagai lansia yang tidak bekerja dan bewarna biru bila suatu simpul diklasifikasikan sebagai lansia yang bekerja.

Gambar 5 merupakan ilustrasi pemilahan simpul sampai terbentuknya *terminal node*. Simpul 11 memiliki jumlah pengamatan sebanyak 715 lansia. *Dataset* tersebut kemudian dipilah berdasarkan variabel ijazah tertinggi yang dimiliki lansia (X₄). Lansia yang memiliki ijazah tertinggi SD (2), sijazah tertinggi SMP/ sederajat (3), ijazah tertinggi SMA sederajat (4) dan ijazah tertinggi PT (5) maka akan menempati *terminal node* 9. Apabila lansia memiliki ijazah tertinggi tidak tamat SD (1) maka dipilah menjadi simpul 12. Pada simpul 12 ini jumlah pengamatan sebanyak 500 lansia. *Dataset* tersebut simpul 12 kemudian dipilah berdasarkan variabel umur (X₂). Apabila lansia memiliki umur tidak lebih dari 68,5 tahun maka akan menempati *terminal node* 7 dan apabila lansia memiliki umur lebih dari 68,5 akan menempati *terminal node* 8. Selanjutnya, setiap *terminal node* diklasifikasikan kedalam salah satu kategori variabel respon.



Gambar 5. Informasi Simpul dalam Pohon Klasifikasi

Dari hasil pohon klasifikasi optimal terbentuk 24 *terminal node*. Berikut dijelaskan karakteristik dari beberapa simpul terminal dari 24 simpul terminal yang terbentuk.

- **Simpul terminal 1** terdiri dari 2021 anggota lansia yang dilabeli sebagai kelas 1 yaitu sebagai lansia yang bekerja. Karakteristik lansia pada simpul ini adalah lansia dengan status sebagai kepala rumah tangga dan sebagai istri, lansia yang mengalami keluhan kesehatan kurang dari sama dengan 27 hari dengan pendidikan terakhir lansia tidak tamat SD, ijazah tertinggi SD dan ijazah tertinggi SMP/ sederajat, tergolong lansia yang berjenis kelamin laki-laki dengan umur lansia tidak melebihi 69,5 tahun.

- **Simpul terminal 2** terdiri dari 70 anggota lansia yang dilabeli sebagai kelas 2 yaitu lansia yang tidak bekerja. Karakteristik lansia pada simpul terminal 2 ini adalah lansia dengan status sebagai kepala rumah tangga dan sebagai istri, lansia yang mengalami keluhan kesehatan lebih dari 27 hari dengan pendidikan terakhir lansia sebagai tidak tamat SD, ijazah tertinggi SD, ijazah tertinggi SMP/ sederajat dan tergolong lansia yang berjenis kelamin laki-laki dengan umur lansia tidak melebihi 69,5 tahun.
- **Simpul terminal 12** terdiri dari 515 anggota lansia yang dilabeli sebagai kelas 1 yaitu lansia yang mempunyai kategori bekerja. Karakteristik lansia pada simpul terminal 12 ini adalah lansia yang berstatus sebagai kepala rumah tangga dan sebagai istri, lansia yang berumur antara 69 tahun hingga 78,5 tahun dengan lansia yang bertempat tinggal di daerah pedesaan dan tergolong lansia yang memiliki jenis kelamin laki-laki serta lansia yang pernah mengalami gangguan kesehatan selama kurang dari 13,5 hari.
- **Simpul terminal 19** terdiri dari 204 anggota lansia yang dilabeli sebagai kelas 2 yaitu lansia yang mempunyai kategori tidak bekerja. Karakteristik lansia pada simpul ini adalah lansia yang berstatus sebagai kepala rumah tangga dan istri, lansia yang mengalami keluhan kesehatan selama lebih dari 13,5 hari dengan lansia yang tergolong umur lebih dari 69,5 tahun.
- **Simpul terminal 24** terdiri dari 1147 anggota lansia yang dilabeli sebagai kelas 2 yaitu lansia yang tidak bekerja. Karakteristik lansia pada simpul ini adalah lansia yang berstatus sebagai orang tua/mertua dan sebagai anggota rumah tangga lainnya dan tergolong lansia yang berumur lebih dari 72,5 tahun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa urutan variabel yang mempengaruhi dalam partisipasi kegiatan ekonomi lansia yaitu variabel hubungan dengan kepala rumah tangga (X_3), umur (X_2), jenis kelamin (X_1), lamanya lansia mengalami gangguan kesehatan (X_8), ijazah tertinggi yang dimiliki lansia (X_4), klasifikasi desa/kelurahan tempat tinggal (X_6), status perkawinan (X_5), dapat membaca dan menulis huruf latin (X_7).

- Klasifikasi lansia bekerja (simpul terminal 1) memiliki karakteristik sebagai kepala RT dan sebagai istri, mengalami keluhan kesehatan ≤ 27 hari, pendidikan terakhir tidak tamat SD, ijazah SD dan ijazah SMP, lansia berjenis kelamin laki-laki dan umur tidak melebihi 69,5 tahun.
- Karakteristik lansia bekerja (simpul 12) status sebagai kepala RT dan istri, berumur antara 69 tahun hingga 78,5 tahun, lansia bertempat di pedesaan, jenis kelamin laki-laki dan pernah mengalami gangguan kesehatan selama $\leq 13,5$ hari.

Kesimpulan ini mengingatkan pada pentingnya mengembangkan sektor pertanian, karena terbukti sektor ini masih dapat menyerap tenaga kerja lansia. Meski secara teori usia lansia ini tergolong bukan angkatan kerja, namun mereka masih dapat memberikan kontribusi melalui sektor pertanian. Selain itu, masalah lain terkait lansia adalah masalah kesehatan. Oleh karena itu, untuk kelompok lansia ini perlu program-program untuk perawatan kesehatan seperti penyelenggaraan semacam posyandu untuk kelompok usia. Kemudian karena kelompok lansia bekerja ini banyak tinggal di daerah pedesaan, maka di lokasi-lokasi ini seyogyanya menjadi fokus penyelenggaraan program-program tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Wahyuningsih, M. (2011). *detik helath*. <http://health.detik.com/read/2011/12/06/170435/1784303/763/ini-dia-5-provinsi-dengan-jumlah-lansia-paling-banyak> (diakses 23 Februari 2015 pukul 17.00)
- [2] Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS). (2011). *Statistik Penduduk Lanjut Usia Tahun 2011*. Jakarta: BPS
- [3] Depkes RI., (1992). *Undang-Undang Kesehatan (UU RI No. 23 Tahun 1992 Tentang Kesehatan)*. Indonesian Legal Center Publishing. Jakarta
- [4] Badan Pusat Statistik Jawa Timur (BPS). (2011). *Profil Penduduk Lanjut Usia Jawa Timur*. Surabaya : BPS
- [5] Cristie, D. (2012). *Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Aktivitas Ekonomi Lansia di Provinsi Jawa Timur dengan Regresi Logistik Biner*. Surabaya: Tugas Akhir Program Studi Sarjana Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [6] Wibowo, Wahyu, (2002). *Perbandingan Hasil Klasifikasi Analisis Diskriminan dan Regresi Logistik pada Pengklasifikasian Data Respon Biner*, KPPA, vol.3, no. 1, 2002.
- [7] Walpole, R.E dan Mayer, R.H. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistik Untuk Insinyur dan Ilmuwan (terjemahan RK Sembiring)*. Terjemahan Keempat. Bandung: ITB.
- [8] Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- [9] Lewis, R. J. (2000). *An Introduction to Classification and Regression Trees (CART) Analysis*. Annual Meeting of the Society for Academic Emergency Medicine. California, UCLA Medical Center.
- [10] Breiman, L. Friedman, J. H. Olshen, R. A. and Stone, C. K. (1993). *Classification And Regression Tree*. New York, NY: Chapman And Hall
- [11] Johnson, R. A. dan Winchern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis, 5th Edition*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Clifft.

ANALISIS BILOT DENGAN DNS BIASA DAN KEKAR UNTUK PEMETAAN HASIL BELAJAR MAHASISWA IPB BOGOR

Warsito

Dosen Pendidikan Matematika FKIP Universitas Muhammdiyah Tangerang
Mahasiswa S-3 Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Indonesia
e-mail: itowarsito31@yahoo.co.id

Abstract. Biplot can be constructed through ordinary and robust singular value decomposition (SVD) approach. Ordinary (L_2) SVD approach is usually applied for the data with no outliers or extreme data. If there are outliers, they will possibly influence the result of the biplot, such as the mapping obtained. Therefore, robust (L_1) SVD approach, as an alternative, is needed. The data used in this study for province mapping are IPB students achievement in 2007/2008 academic year. Some data apparently can be classified as outliers obtained through box-plot. Quite identical biplots are resulted from both approaches. It implies that the data classified as outliers have no effect for province mapping. Extreme data are then given, ordinary SVD approach shows quite different mapping while robust SVD shows that the mapping is not influenced by the extreme data. Biplot with robust SVD approach could be generally used with or without extreme data.

Keywords: *singular value decomposition, biplot, goodness of fit, robust estimation, outliers, extreme data*

1. Pendahuluan

Hasil belajar atau prestasi mahasiswa di perguruan tinggi dapat dilihat dari kartu hasil semester (KHS) yang diperoleh mahasiswa selama perkuliahan. Proses perkuliahan atau belajar penting dilakukan agar terjadi transformasi pengetahuan sehingga tercermin dengan kemampuan mahasiswa dalam hasil belajar. Diharapkan, dengan kemampuan tersebut, mahasiswa dapat meningkatkan kompetensi selanjutnya. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan hasil belajar mahasiswa, seperti input mahasiswa, kompetensi SDM perguruan tinggi, dan sumber pendukung. Input mahasiswa, artinya asal daerah dan sekolah pada saat sebelum masuk perguruan tinggi. Sedangkan SDM, menggambarkan kemampuan dosen khususnya kompetensi profesionalnya, dan sumber pendukung yang dimaksudkan adalah sarana referensi, sarana dan prasarana.

Mahasiswa IPB Bogor hampir mewakili 33 provinsi di Indonesia, diharapkan mampu memberikan gambaran hasil belajar selama satu tahun pertama dan pemetaan mutu pendidikan setiap daerahnya. Pencapaian hasil belajar atau prestasi tersebut salah satunya dipengaruhi oleh masukan, di mana seleksi penerimaan mahasiswa baru IPB dapat melalui jalur USMI (Undangan Seleksi masuk IPB), SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri), dan BUD (Biasiswa Utusan daerah). Data yang menggambarkan jmlah daerah atau mahasiswa terhadap matakuliah yang di ambil menggambarkan data peubah ganda.

Analisis Peubah Ganda (APG) merupakan bentuk lain dari aljabar linear terapan dalam matematika. Misalkan, suatu matriks \mathbf{X} berukuran $n \times p$ dapat menjelaskan dengan adanya n objek dan masing-masing objek tersebut diamati p peubah. Analisis ini

diharapkan dapat memberikan keterangan dengan memanipulasi data, meringkas, dan memperagakan sehingga lebih mudah memahami dan mengenal adanya hubungan atau pola tidak acak dalam data serta kemungkinan penyimpangannya. Salah satu analisis yang didasarkan pada dekomposisi nilai singular (DNS) adalah analisis biplot. Pada dasarnya, analisis ini merupakan suatu alat statistika yang menyajikan posisi relatif n objek dengan p peubah secara simultan dalam dua dimensi. Analisis ini dapat mengkaji hubungan antara objek pengamatan dan peubah. Selain itu dapat dilihat juga ciri-ciri masing-masing objek dan peubahnya.

Analisis biplot dapat dikonstruksi dengan pendekatan dekomposisi nilai singular (DNS) biasa dan DNS kekar. Pendekatan DNS biasa memerlukan matriks data tanpa pencilan atau data ekstrim. Pasangan eigennilai dan eigenvektor dari DNS biasa mempunyai sifat meminimalkan jarak antara matriks data dengan matriks dugaannya dengan norma *Euclid* atau norma L_2 .

Apabila dalam suatu penelitian ditemukan data pencilan, biplot dengan DNS biasa belum menjamin gambaran pemetaan antara objek pengamatan dan peubahnya oleh sebab itu perlu digunakan pendekatan DNS kekar. Pendekatan ini digunakan untuk menduga sejumlah eigennilai dan eigenvektor kiri dan kanan yang tahan terhadap pengaruh pencilan. Pasangan eigennilai dan eigenvektor dari DNS kekar mempunyai sifat meminimalkan jarak antara matriks data dengan matriks dugaannya dengan norma L_1 atau jarak blok kota (*city block*). Analisis biplot yang dihasilkan dengan pendekatan DNS kekar diharapkan dapat memberikan gambaran objek pengamatan dan peubah yang tahan terhadap pencilan.

Keragaman mutu masukan memungkinkan terdapatnya pencilan, oleh karena itu untuk mendapatkan pemetaan provinsi berdasarkan peubah mata kuliah dan IPK mendorong untuk membandingkan analisis biplot dengan pendekatan DNS biasa dan kekar. Selain itu untuk memperoleh gambaran bahwa DNS kekar lebih tahan terhadap data pencilan dibanding metode biasa bila terdapat data ekstrim.

Hasil Belajar

Makna belajar mempunyai hubungan erat dengan pendidikan, hal ini disesuaikan pernyataan sagala (2005) bahwa "Belajar merupakan komponen ilmu pendidikan yang berkenaan dengan tujuan dan bahan acuan interaksi, baik yang bersifat eksplisit maupun implisit." Belajar mempunyai peran dalam perubahan individu dan perubahan individu tersebut membutuhkan waktu. Prose belajar akan terjadi apabila terdapat tanda-tanda perubahan perilaku manusia sebagai akibat terjadinya proses pembelajaran tersebut. Proses belajar mengajar disekolah atau dikampus diarahkan agar siswa atau mahasiswa mempunyai kemampuan pada aspek kognitif, afektif dan psikomotor. Dari ketiga aspek tersebut, pada penelitian ini penekanan lebih banyak nampak pada aspek kognitif.

Domain kognitif yang menjadi ukuran mencakup kemampuan intelektual mengenal lingkungan yang terdiri atas enam macam kemampuan yaitu pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan penilaian. Domain kognitif ini menjadi domain utama disebabkan kegiatan yang berkaitan dengan aspek kognitif lebih mudah diukur. Disamping itu, pengukuran hasil belajar dari aspek kognitif ini selain lebih mudah, murah juga cepat untuk dilakukan dengan alat ukur yang dibuat oleh peneliti atau guru yang biasa disebut dengan tes hasil belajar dengan dibantu pengolahan data berbasis komputer seperti SPSS dan Mathematica.

Dekomposisi Nilai Singular (DNS) Biasa

DNS dari matriks data adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk memahami struktur data. Misalkan \mathbf{X} adalah matriks data dengan n objek pengamatan dan p peubah yang terkoreksi terhadap rata-ratanya. Jika matriks \mathbf{X} berpangkat r dengan $r \leq \min\{n, p\}$, maka dengan menggunakan DNS biasa diperoleh:

$${}_n\mathbf{X}_p = {}_n\mathbf{U}_r \mathbf{L}_r \mathbf{A}'_p \quad (1)$$

Matriks \mathbf{U} dan \mathbf{A} merupakan matriks ortonormal kolom, di mana $\mathbf{U}'\mathbf{U} = \mathbf{A}'\mathbf{A} = \mathbf{I}_r$. Matriks \mathbf{A} adalah matriks yang kolom-kolomnya terdiri eigenvektor \mathbf{a}_i yang berpadanan dengan eigennilai λ_i dari matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ dan matriks \mathbf{U} adalah

$$\mathbf{U} = \left(\frac{\mathbf{X}\mathbf{a}_1}{\sqrt{\lambda_1}}, \frac{\mathbf{X}\mathbf{a}_2}{\sqrt{\lambda_2}}, \dots, \frac{\mathbf{X}\mathbf{a}_r}{\sqrt{\lambda_r}} \right),$$

sedangkan matriks $\mathbf{L} = \text{diag}(\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \dots, \sqrt{\lambda_r})$, di mana $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r > 0$ dan λ_i disebut nilai singular dari matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ atau matriks $\mathbf{X}\mathbf{X}'$. Selain itu DNS biasa juga dapat ditulis dalam bentuk:

$$\mathbf{X} = \sum_{i=1}^r \lambda_i \mathbf{u}_i \mathbf{a}_i' \quad (2)$$

Bila $r > 2$ maka pendekatan terbaik matriks data \mathbf{X} oleh \mathbf{Y} yang berpangkat s , dengan $s < r$ diperoleh dari kuadrat jarak minimum matriks \mathbf{Y} ke matriks \mathbf{X} yaitu:

$$\min \|\mathbf{X} - \mathbf{Y}\|_F^2 = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - y_{ij})^2 \quad (3)$$

DNS kekar atau L_1 SVD (*The alternating L1 regression*)

Pada metode DNS kekar, eigenvektor dapat dibangkitkan dari matriks koragam. Misalkan \mathbf{X} matriks data yang terpusatkan terhadap median dan \mathbf{X}^* matriks data asal.

$${}_n\mathbf{X}_p = {}_n\mathbf{X}_p^* - ({}_n\mathbf{1}_1 \text{median } \mathbf{X}^*. \mathbf{j}) \quad (4)$$

di mana ${}_n\mathbf{1}_1$ adalah vektor yang semua unturnya bernilai 1 dan $\mathbf{X}^*. \mathbf{j} = (x_{1j}^*, x_{2j}^*, \dots, x_{nj}^*)'$ adalah vektor kolom ke- j dari matriks \mathbf{X}^* . Matriks koragam \mathbf{S} dari matriks \mathbf{X} adalah:

$${}_p\mathbf{S}_p = \frac{1}{n-1} \mathbf{X}'\mathbf{X}, \quad (5)$$

sedangkan matriks korelasi \mathbf{R} dari matriks \mathbf{X} adalah:

$${}_p\mathbf{R}_p = \mathbf{D}^{-1/2} \mathbf{S} \mathbf{D}^{-1/2} \quad (6)$$

di mana $\mathbf{D}^{-1/2} = \text{diag}\left(\frac{1}{\sqrt{\text{MADN}_{-1}}}, \frac{1}{\sqrt{\text{MADN}_{-2}}}, \dots, \frac{1}{\sqrt{\text{MADN}_{-p}}}\right)$ adalah matriks diagonal dengan $\text{MADN}(\mathbf{X}^*. \mathbf{j}) = \text{Median}\{|x_{ij}^* - \text{median}(\mathbf{X}^*. \mathbf{j})|\}/0.6745$. MADN (*Median Absolute Deviation Normalized*) adalah salah satu alternatif mencari simpangan baku yang kekar (Moronna et al., 2006).

Matriks $\tilde{\mathbf{Y}}$ merupakan pendekatan terbaik matriks data \mathbf{X} sehingga diperoleh jarak minimum matriks \mathbf{Y} ke matriks \mathbf{X} dengan menggunakan norma L_1 :

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p |x_{ij} - \tilde{y}_{ij}| \quad (7)$$

dengan $\tilde{y}_{ij} = \sqrt{\lambda_1} u_{i1} a_{1j} + \sqrt{\lambda_2} u_{i2} a_{2j}$. Prosedur untuk mendapatkan sejumlah eigennilai dan eigenvektor kiri dan kanan secara iteratif untuk (7) hingga diperoleh \mathbf{u}_1 dan \mathbf{a}_1 yang konvergen dikenal dengan metode DNS kekar.

Setelah kriteria nilai tersebut konvergen, eigennilai λ_1 pada L_1 dapat diperoleh dengan meminimumkan:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p |x_{ij} - \lambda_1 u_{i1} a_{j1}| \quad (8)$$

Untuk yang kedua dan selanjutnya DNS menempatkan \mathbf{X} kembali dengan matriks turunan yang berlaku dengan mengurangi bentuk yang baru.

$$\mathbf{X} \leftarrow \mathbf{X} - \lambda_k \mathbf{u}_k \mathbf{a}_k' \quad (9)$$

Analisis Biplot

Dengan DNS biasa yang diperoleh pada (1) yaitu:

$${}_n\mathbf{X}_p = {}_n\mathbf{U}_r\mathbf{L}_r\mathbf{A}'_p \quad (10)$$

Dalam Jolliffe (2002), dengan mendefinisikan $\mathbf{G} = \mathbf{UL}^\alpha$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}^{1-\alpha}\mathbf{A}'$ untuk $\alpha \in [0,1]$, maka ${}_n\mathbf{X}_p = {}_n\mathbf{U}_r\mathbf{L}_r\mathbf{A}'_p$

$$= {}_n\mathbf{U}_r\mathbf{L}_r^\alpha\mathbf{L}_r^{1-\alpha}\mathbf{A}'_p = {}_n\mathbf{G}_r\mathbf{H}'_p \quad (11)$$

Untuk menggambarkan di ruang berdimensi $k < r$, maka pendekatan matriks berpangkat k

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{X}}_{(k)} &= \mathbf{G}_{(k)}\mathbf{H}'_{(k)} \\ &= (\mathbf{U}_k\mathbf{L}_k^\alpha)(\mathbf{L}_k^{1-\alpha}\mathbf{A}'_k) \end{aligned} \quad (12)$$

biasanya digunakan $k = 2$, sehingga koordinat-koordinat \mathbf{G} dan \mathbf{H} dapat digambarkan dalam ruang berdimensi 2 (Lipkovich & Smith, 2002). Pengambilan α tertentu berimplikasi dalam interpretasi biplot. Jika $\alpha = 0$, maka pada (2.11) diperoleh $\mathbf{G} = \mathbf{U}$ dan $\mathbf{H}' = \mathbf{L}\mathbf{A}'$ akibatnya:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}'\mathbf{X} &= (\mathbf{G}\mathbf{H}')'(\mathbf{G}\mathbf{H}') \\ &= \mathbf{H}\mathbf{H}' = (n-1)\mathbf{S} \end{aligned} \quad (13)$$

sehingga diperoleh:

- ✓ $\mathbf{h}'_i\mathbf{h}_j = (n-1)s_{ij}$, di mana s_{ij} adalah koragam peubah ke- i dan ke- j .
- ✓ Panjang $\|\mathbf{h}_i\| = \sqrt{n-1} s_i$ dengan $s_i = \sqrt{s_{ii}}$, menggambarkan keragaman peubah ke- i .
- ✓ Korelasi antara peubah ke- i dan ke- j dijelaskan oleh cosinus sudut antara \mathbf{h}_i dan \mathbf{h}_j , yaitu: $\cos \theta = r_{ij}$.
- ✓ Jika \mathbf{X} berpangkat p , maka $(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)'\mathbf{S}^{-1}(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j) = (n-1)(\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)'(\mathbf{g}_i - \mathbf{g}_j)$ artinya, kuadrat jarak Mahalanobis antara \mathbf{x}_i dan \mathbf{x}_j sebanding kuadrat jarak Euclid antara \mathbf{g}_i dan \mathbf{g}_j .

Untuk $\alpha \in (0,1)$, maka interpretasi pada korelasi serta jarak Euclid dan Mahalanobis tidak berlaku, sedangkan posisi relatif \mathbf{g}_i dan \mathbf{h}_j masih mencerminkan mengenai besaran objek ke- i pada peubah ke- j , $x_{ij} = \mathbf{g}'_i\mathbf{h}_j$

Analisis biplot yang didasarkan DNS kekar, mengambil pendekatan matriks \mathbf{X} berpangkat dua yaitu :

$$\mathbf{X} \approx \mathbf{L}\mathbf{R}' \quad (14)$$

dengan \mathbf{L} dan \mathbf{R} adalah matriks yang terdiri dua eigenvektor kiri dan eigenvektor kanan pertama pada \mathbf{X} (Hawkins et al., 2001). Kemudian, matriks \mathbf{L} dan \mathbf{R} digunakan sebagai matriks \mathbf{G} dan \mathbf{H} yang masing-masing merupakan gambarkan vektor-vektor baris dan kolom matriks \mathbf{X} .

Ukuran Kesuaian Biplot

Menurut Gabriel (2002), biplot tidak hanya sebagai pendekatan matriks data \mathbf{X} dengan menggunakan matriks $\mathbf{G}\mathbf{H}'$, tetapi juga hasil perkalian $\mathbf{H}\mathbf{H}'$ sebagai pendekatan dari matriks $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ yang berkaitan dengan ragam-koragam dan korelasi antar peubah, dan matriks $\mathbf{G}\mathbf{G}'$ sebagai pendekatan bagi $\mathbf{X}\mathbf{X}'$ yang berkaitan dengan ukuran kemiripan antar objek. Selanjutnya Gabriel mengemukakan ukuran kesuaian biplot (*Goodness of Fit of Biplot*) sebagai ukuran pendekatan dalam bentuk sebagai berikut:

$$1) \text{ Kesuaian data: } G_F(\mathbf{X}, \mathbf{G}\mathbf{H}') = \frac{\text{tr}^2(\mathbf{X}'\mathbf{G}\mathbf{H}')}{\text{tr}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\text{tr}(\mathbf{H}\mathbf{G}'\mathbf{H}')} \quad (15)$$

$$2) \text{ Kesuaian peubah: } G_F(\mathbf{X}'\mathbf{X}, \mathbf{H}\mathbf{H}') = \frac{\text{tr}^2(\mathbf{X}'\mathbf{X}\mathbf{H}\mathbf{H}')}{\text{tr}(\mathbf{X}'\mathbf{X}\mathbf{X}'\mathbf{X})\text{tr}(\mathbf{H}\mathbf{H}'\mathbf{H}\mathbf{H}')} \quad (16)$$

$$3) \text{ Kesuaian objek: } G_F(\mathbf{XX}', \mathbf{GG}') = \frac{\text{tr}^2(\mathbf{XX}'\mathbf{GG}')}{\text{tr}(\mathbf{XX}'\mathbf{XX}')\text{tr}(\mathbf{GG}'\mathbf{GG}')} \quad (17)$$

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari nilai mata kuliah dan IPK mahasiswa Tahun pertama atau TPB IPB Bogor tahun tahun akademik 2008 yang dikelompokkan berdasarkan provinsi dan hasil seleksi masuk IPB, yaitu melalui jalur BUD atau non BUD.

Metode diagram kotak digunakan untuk mengidentifikasi adanya pencilan. Sebagai gambaran biplot dengan DNS kekar lebih tahan terhadap pencilan, data penelitian diberikan beberapa nilai ekstrim yaitu nilai 7.50 pada provinsi NAD non BUD peubah mata kuliah Biologi dan nilai 10.50 pada provinsi PAPUA non BUD peubah mata kuliah Pengantar Matematika.

Peubah dan Objek Penelitian

Peubah dan objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Nama peubah mata kuliah

No	Peubah	Kode	No	Peubah	Kode
1	Agama (AGM)	V1	9	Pengantar Kewirausahaan (KWR)	V9
2	Biologi (BIO)	V2	10	Pengantar Matematika (MTK)	V10
3	Ekonomi Umum (EKU)	V3	11	Olah Raga dan Seni (ORS)	V11
4	Fisika (FIS)	V4	12	Pengantar Ilmu Pertanian (PIP)	V12
5	Bahasa Indonesia(IND)	V5	13	Pengantar Kewarganegaraan (PKn)	V13
6	Bahasa Inggris (ING)	V6	14	Sosiologi Umum (SOU)	V14
7	Kalkulus (KAL)	V7	15	Indeks Prestasi Kumulatif (IPK)	V15
8	Kimia (KIM)	V8			

Nilai peubah $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9, V_{10}, V_{11}, V_{12}, V_{13}, V_{14}$ merupakan rata-rata nilai mutu mata kuliah dan V_{15} merupakan rata-rata nilai IPK mahasiswa.

Tabel 2. Objek pengamatan

Asal Provinsi	Seleksi	Kode	Asal Provinsi	Seleksi	Kode
NAD 1	Non BUD	1	JATIM 1	Non BUD	28
NAD 2	BUD	2	JATIM 2	BUD	29
SUMUT 1	Non BUD	3	BALI	Non BUD	30
SUMUT 2	BUD	4	NTB	Non BUD	31
SUMBAR 1	Non BUD	5	NTT 1	Non BUD	32
SUMBAR 2	BUD	6	NTT 2	BUD	33
RIAU 1	Non BUD	7	KALBAR	Non BUD	34
RIAU 2	BUD	8	KALTENG 1	Non BUD	35
JAMBI 1	Non BUD	9	KALTENG 2	BUD	36
JAMBI 2	BUD	10	KALSEL 1	Non BUD	37
SUMSEL 1	Non BUD	11	KALSEL 2	BUD	38
SUMSEL 2	BUD	12	KALTIM 1	Non BUD	39
BENGKULU	Non BUD	13	KALTIM 2	BUD	40
LAMPUNG 1	Non BUD	14	SULUT	Non BUD	41
LAMPUNG 2	BUD	15	SULSEL 1	Non BUD	42
KEP.BABEL. 1	Non BUD	16	SULSEL 2	BUD	43
KEP.BABAL. 2	BUD	17	SULTRA 1	Non BUD	44
DKI JAKARTA 1	Non BUD	18	SULTRA 2	BUD	45
DKI JAKARTA 2	BUD	19	SULTENG 1	Non BUD	46
JABAR 1	Non BUD	20	SULTENG 2	BUD	47
JABAR 2	BUD	21	GORONTALO	Non BUD	48
BANTEN 1	Non BUD	22	MALUKU 1	Non BUD	49
BANTEN 2	BUD	23	MALUKU 2	BUD	50
JATENG 1	Non BUD	24	MALUT 1	Non BUD	51
JATENG 2	BUD	25	MALUT 2	BUD	52
DIY 1	Non BUD	26	PAPUA 1	Non BUD	53
DIY 2	BUD	27	PAPUA 2	BUD	54

Data dianalisis dengan dua pendekatan. Pendekatan I menentukan biplot dengan DNS biasa (menggunakan paket Biplot versi 3.2, Ardana (2008) *software Mathematica* 6.0). Pendekatan II menentukan biplot dengan DNS kekar (menggunakan paket RobustBiplotPack Versi 1.0, Ardana (2009) *software Mathematica* 6.0).

Jika analisis data dengan metode biasa dan kekar memberikan hasil yang tidak jauh beda, maka data yang telah diberi beberapa data ekstrim dianalisis dengan pendekatan DNS biasa dan kekar, hasilnya dibandingkan dengan analisis data awal.

Pendekatan I dengan DNS biasa.

- 1) Transformasi matriks data ke bentuk matriks koragam.
- 2) Analisis dengan menggunakan paket Biplot versi 3.2, Ardana (2008) *software Mathematica* 6.0 dengan memilih nilai $\alpha = 0$.
- 3) Menelusuri ketepatan biplot dengan menggunakan ukuran kesuaian dari Gabriel (2002).

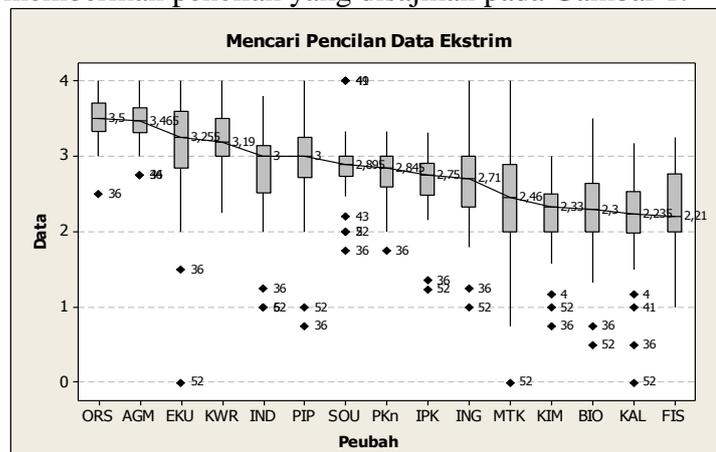
Pendekatan II dengan DNS kekar.

- 1) Transformasi matriks data ke bentuk matriks koragam yang terpusatkan terhadap median.
- 2) Analisis dengan menggunakan paket BiplotRobustPack versi 1.0, Ardana (2009) *software Mathematica* 6.0 dengan memilih nilai $\alpha = 0$.
- 3) Menelusuri ketepatan biplot dengan menggunakan ukuran kesuaian dari Gabriel (2002).

3. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Explorasi Data

Diagram kotak merupakan salah teknik untuk memberikan gambaran tentang lokasi pemusatan data, rentangan penyebaran, dan kemiringan pola sebaran. Diagram kotak hasil penelitian memberikan pencilan yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram kotak data prestasi mahasiswa IPB

Berdasarkan Gambar 1 terdapat 21 pencilan yang terdiri dari 17 pencilan minor dan 4 data ekstrim. Data ekstrim ada di peubah 3 (Ekonomi Umum), 7 (Kalkulus) dan 14 (Sosiologi Umum) pada objek 52 (KALSEL), 41 (SULUT) dan 49 (MALUKU 1). Berdasarkan data asal nilai objek 52, 41 dan 49 masing-masing 0.00, 4.00, dan 4.00. Dari Gambar 1, juga diperoleh gambaran bahwa peubah V_3 (Ekonomi Umum), V_4 (Fisika) dan V_{10} (Pengantar Matematika) mempunyai keragaman yang paling besar, sedangkan peubah V_{14} (Sosiologi Umum) mempunyai keragaman yang paling kecil.

Pemetaan Prestasi Provinsi

Indikator prestasi mahasiswa biasanya dikaitkan dengan pencapaian prestasi nilai mutu tiap mata kuliah dan IPK. Korelasi antar peubah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Matriks korelasi Pearson

Peubah	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅
V ₁	1														
V ₂	0.51	1													
V ₃	0.48	0.75	1												
V ₄	0.01	0.54	0.43	1											
V ₅	0.57	0.69	0.67	0.40	1										
V ₆	0.40	0.70	0.59	0.62	0.74	1									
V ₇	0.24	0.72	0.81	0.73	0.58	0.67	1								
V ₈	0.41	0.75	0.70	0.68	0.60	0.68	0.86	1							
V ₉	0.57	0.50	0.51	-0.02	0.67	0.48	0.32	0.41	1						
V ₁₀	0.41	0.70	0.82	0.62	0.57	0.57	0.85	0.81	0.38	1					
V ₁₁	0.20	0.33	0.04	0.24	0.22	0.41	0.24	0.24	0.06	0.16	1				
V ₁₂	0.44	0.68	0.75	0.41	0.73	0.63	0.69	0.62	0.58	0.70	0.22	1			
V ₁₃	0.42	0.45	0.50	0.41	0.42	0.40	0.50	0.55	0.20	0.53	0.32	0.51	1		
V ₁₄	0.50	0.54	0.42	0.12	0.53	0.51	0.34	0.44	0.68	0.24	0.30	0.55	0.23	1	
V ₁₅	0.47	0.71	0.72	0.72	0.69	0.73	0.74	0.75	0.56	0.72	0.20	0.63	0.53	0.48	1

Berdasarkan Tabel 3 korelasi terbesar terjadi antara peubah V₇ (Kalkulus) dan V₈ (Kimia) yaitu sebesar 0.86. Korelasi peubah V₁₅ (IPK) dengan peubah V₈ (Kimia), V₇ (Kalkulus), V₆ (Bahasa Inggris), V₁₀ (Pengantar Matematika), V₃ (Ekonomi), V₄ (Fisika), V₂ (Biologi) dan V₅ (Bahasa Indonesia), dan sebesar 0.75, 0.74, 0.73, 0.72, 0.72, 0.72, 0.71, dan 0.69. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata IPK yang dicapai mahasiswa sangat terkait oleh nilai mata kuliah yang bersifat eksak dan bahasa.

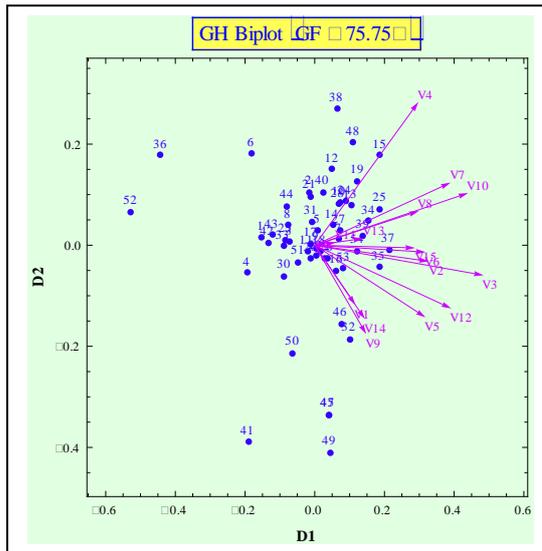
Tabel 4 Peringkat provinsi berdasarkan rata-rata IPK



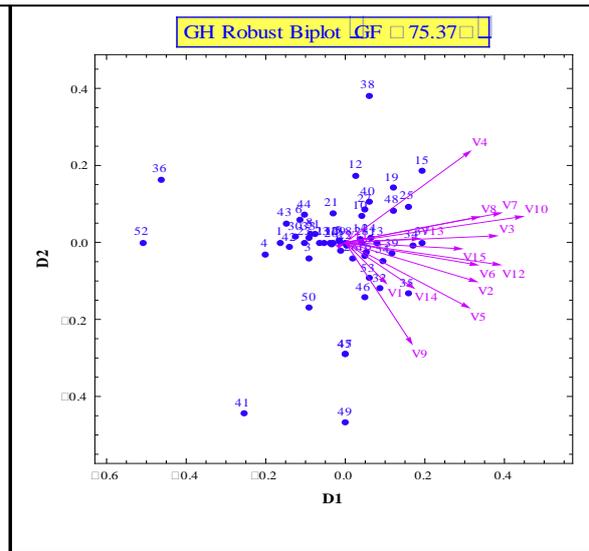
Berdasarkan Tabel 4 sepuluh besar provinsi yang mendapat peringkat IPK tertinggi didominasi oleh provinsi di luar pulau Jawa. Provinsi Kalimantan Tengah dan Maluku Utara mendapatkan peringkat terendah dari semua provinsi,

Analisis Biplot dengan DNS Biasa dan Kekar

Analisis Biplot didasarkan pada DNS biasa dan kekar dari matriks data yang sudah terkoreksi terhadap rata-rata dan median, yaitu menggunakan paket Biplot versi 3.2, Ardana (2008) dan paket Robust Biplot Pack versi 1.0, Ardana (2009) *software Mathematica* 6.0 dengan $\alpha = 0$. Hasil biplot disajikan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Biplot biasa



Gambar 3 Biplot kekar

Tabel 5 Ukuran kesuaian biplot (%)

Kesuaian		DNS Biasa	DNS Kekar
GF	Data	75.75	75.37
	Peubah	98.16	96.32
	Obyak	64.17	64.20

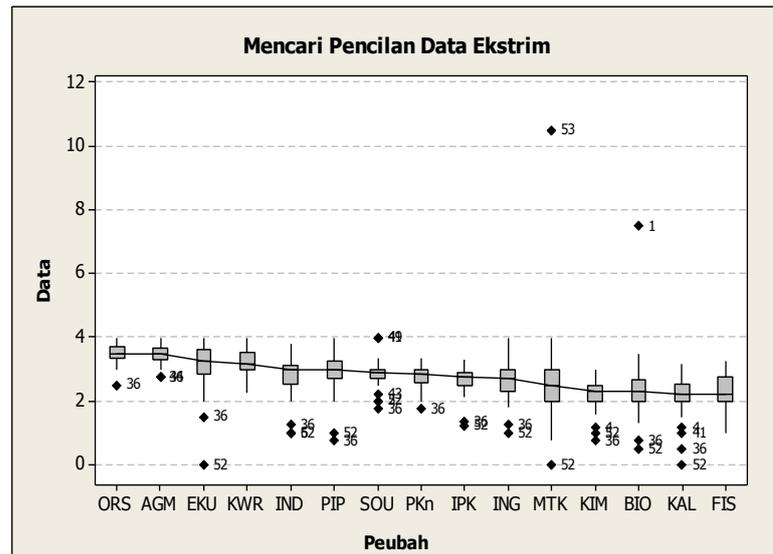
Beberapa hasil biplot biasa dan kekar yang dapat diperoleh:

- 1) Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 2, sebgaiian besar peubah berkorelasi positif, karena vektor-vektornya membentuk sudut lancip kecuali peubah peubah V₄ dan V₉.
- 2) Posisi objek 37 (Kalimantan Selatan) terletak paling kanan menunjukkan prestasi terbaik secara menyeluruh dalam semua mata kuliah serta nilai IPK.
- 3) Berdasarkan Gambar 2 dan 3, semua objek yang mengelompok disebelah kanan sumbu y memiliki nilai IPK di atas rata-rata yaitu objek ke : 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 46, 48, 53, dan 54.
- 4) Objek yang mengelompok di sebelah kiri secara umum memiliki nilai di bawah rata-rata nilai IPK. Berdasarkan Gambar 2 dan 3 yaitu objek 52 (Maluku Utara²) dan objek 36 (Kalimantan Tengah²) adalah provinsi dengan prestasi paling rendah.
- 5) Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan memilih nilai $\alpha = 0$ kedua biplot mempunyai pendekatan matriks data, matriks peubah dan matriks objek yang tidak jauh berbeda.

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa pencilan yang ada tidak berpengaruh atau kecil pengaruhnya dalam perubahan struktur data

Eksplorasi Data Ekstrim

Dengan diagram kotak pada data baru memberikan pencilan yang lebih ekstrim yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram kotak data ekstrim

Berdasarkan Gambar 4, objek 1 (NAD1) dan 53 (PAPUA1) pada peubah 2 (Biologi) dan peubah 10 (pengantar Matematika) menunjukkan sebagai data ekstrim, sebelumnya kedua objek tersebut bukan merupakan pencilan.

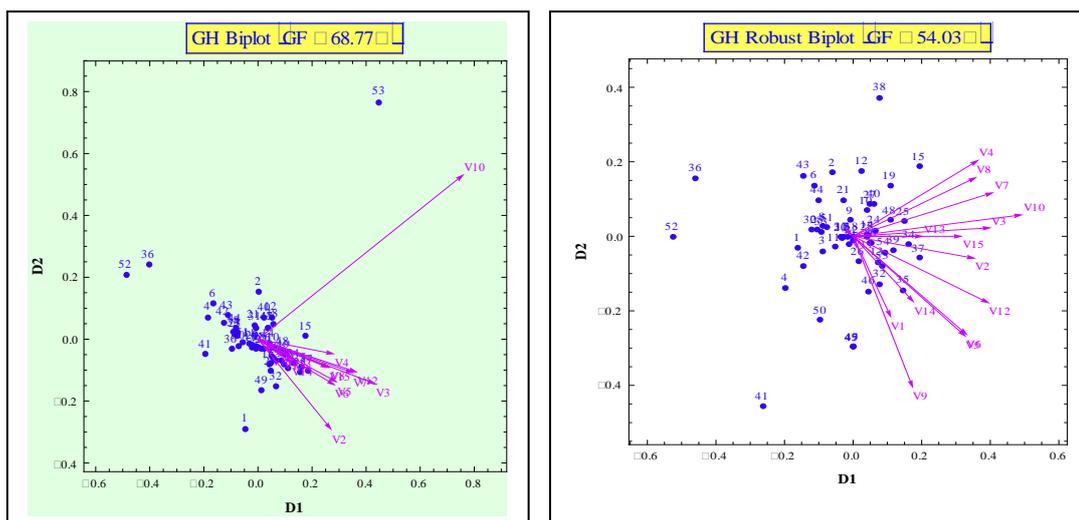
Tabel 6 Matriks korelasi pearson antar peubah berdasarkan data ekstrim.

Peubah	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅
V ₁	1														
V ₂	0.17	1													
V ₃	0.48	0.29	1												
V ₄	0.01	0.24	0.43	1											
V ₅	0.57	0.35	0.67	0.40	1										
V ₆	0.40	0.34	0.59	0.62	0.74	1									
V ₇	0.24	0.33	0.81	0.73	0.58	0.67	1								
V ₈	0.41	0.33	0.70	0.68	0.60	0.68	0.86	1							
V ₉	0.57	0.27	0.51	-0.02	0.67	0.48	0.32	0.42	1						
V ₁₀	0.21	0.18	0.47	0.42	0.40	0.36	0.49	0.46	0.29	1					
V ₁₁	0.20	0.20	0.04	0.24	0.22	0.41	0.24	0.24	0.06	0.08	1				
V ₁₂	0.44	0.28	0.75	0.41	0.73	0.63	0.69	0.62	0.58	0.49	0.22	1			
V ₁₃	0.42	0.17	0.50	0.41	0.42	0.40	0.50	0.55	0.20	0.26	0.32	0.51	1		
V ₁₄	0.50	0.19	0.42	0.12	0.53	0.51	0.35	0.44	0.68	0.22	0.30	0.55	0.23	1	
V ₁₅	0.54	0.38	0.86	0.66	0.79	0.81	0.87	0.88	0.57	0.53	0.32	0.82	0.60	0.55	1

Berdasarkan Tabel 6 korelasi terbesar terjadi antara peubah V₈ (Kimia) dan V₁₅ (IPK) yaitu sebesar 0.88. Pengaruh pemberian data ekstrim pada peubah 2 dan 10, korelasi peubah 2 dan 10 terhadap IPK menjadi menurun yaitu 0.38 dan 0.53.

Analisis Biplot Data Ekstrim dengan DNS Biasa dan Kekar

Sebagai gambaran untuk mengetahui metode yang tahan terhadap pencilan maka data yang telah diberi data ekstrim dianalisis dengan metode DNS biasa dan kekar, yaitu menggunakan paket Biplot versi 3.2, Ardana (2008) dan paket RobustBiplotPack versi 1.0, dengan memilih $\alpha = 0$ diperoleh biplot yang disajikan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Biplot biasa dengan nilai ekstrim Gambar 6 Biplot kekar dengan nilai ekstrim

Tabel 7 Ukuran kesuaian biplot

Kesuaian	Gambar 5	Gambar 6
Data (%)	68.11	52.90
GF Peubah (%)	90.04	69.79
Obyak (%)	74.11	45.65

Hasil biplot biasa dan kekar dapat dianalisis yaitu:

- 1) Semua peubah berkorelasi positif, karena vektor-vektornya membentuk sudut lancip.
- 2) Pada Gambar 5 objek 53 (Papua1) menunjukkan prestasi terbaik, sedangkan pada Gambar 6 objek 53 tetap seperti pada gambar 3 walaupun diberi nilai ekstrim.
- 3) Pada Gambar 5 biplot biasa, peubah 10 lebih seragam/ panjang, sedangkan pada cara kekar peubah 10 pada Gambar 6 tidak jauh berbeda keragamannya dengan biplot biasa pada Gambar 2 atau gambar 3 artinya cara kekar tidak merubah keragaman suatu data walaupun diberikan data ekstrim.
- 4) Biplot bisa menunjukkan grafik dan struktur data jauh berbeda dengan biplot biasa, hal ini menunjukkan metode biasa tidak tahan terhadap data ekstrim.
- 5) Biplot kekar tersebut menunjukkan grafik dan struktur data yang hampir sama dengan biplot biasa pada Gambar 2, hal ini menunjukkan metode kekar atau DNS kekar tahan terhadap pencilan atau nilai ekstrim.

4. Kesimpulan

Dengan metode diagram kotak dari data penelitian prestasi mahasiswa TPB IPB tahun akademik 2007/2008 menunjukkan matriks data memiliki pencilan. Analisis Biplot dengan DNS biasa dan DNS kekar terhadap matriks data tersebut memperlihatkan grafik dan struktur data hampir sama, hal ini menunjukkan bahwa pencilan tidak berpengaruh pada perubahan struktur data.

Sebagai gambaran metode yang tahan terhadap pencilan maka matriks data yang telah diberi beberapa nilai ekstrim kemudian dianalisis dengan DNS biasa dan kekar. Analisis Biplot yang didasarkan DNS biasa sangat sensitif dengan keberadaan nilai ekstrim, akibatnya hasil biplot yang diperoleh berbeda jauh dengan biplot biasa. Analisis Biplot yang didasarkan dengan DNS kekar memperlihatkan bahwa struktur data kecil pengaruhnya dengan adanya pencilan atau nilai ekstrim.

Daftar Pustaka

- [1] Ardana NKK. (2008). *Biplot Versi 3.2. A Mathematica Package for Multivariate Data Visualization*. Bogor: Departemen Matematika FMIPA IPB.
- [2] Ardana NKK. (2009). *RobustBiplotPack Versi 1.1. A Mathematica Package for Multivariate Data Visualization*. Bogor: Departemen Matematika FMIPA IPB.
- [3] Ardana NKK, Siswadi. (2005). Biplot dan Implementasinya dengan Pemrograman Fungsional *Mathematica*. *JMA* 4(2): 21-31.
- [4] Gabriel KR. (2002). Goodness of Fit of Biplots and Correspondence Analysis. *Biometrika*. 89: 423-436.
- [5] Hawkins DM, Liu L, Young SS. (2001). Robust Singular Value Decomposition. *Technical Report Number 122. NISS*.
- [6] Huber PJ, Ronchetti EM. (2002). *Robust Statistics*. Ed ke-2. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [7] Johnson RA, Wichern DW. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Ed ke-5. New Jersey: Prentice-Hall.
- [8] Jolliffe IT. (2002). *Principal Component Analysis*. Ed ke-2. Berlin: Springer-Verlag.
- [9] Lipkovich I, Smith EP. (2002). Biplot and Singular Value Decomposition Macros for Excel[®]. *Journal of Statistical Software*. 7(5): 1-5.
- [10] Moronna RA, Martin RD, Yohai UJ. (2006). *Robust Statistics: Theory and Methods*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- [11] Mattjik AA, Sumertajaya IM. (2006). *Perancangan Percobaan: dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB.
- [12] Siswadi, Suharjo B. (1997). *Analisis Eksplorasi Data Peubah Ganda*. Bogor: Jurusan Matematika FMIPA.
- [13] Sagala, Syaiful, H. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta
- [14] Wagner DB. (1996). *Power Programming with Mathematica*. New York: McGraw-Hill.

**PEMBENTUKAN MODEL PDRB KABUPATEN/KOTA
DI SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN
ANALISIS REGRESI DATA PANEL KOEFISIEN TETAP**

Yenni kurniawati¹⁾ , Nonong Amalita²⁾

Jurusan Matematika FMIPA UNP

email : yenni.mathunp@gmail.com¹⁾ , nongamalita@yahoo.com²⁾

Abstract . *Gross Regional Domestic Product (GDRP) is a indicator to detect economic condition of the region. The economic structure of Sumatera barat Province was supported by nine main industrial origins, but not all significant influential to GDRP. Sematera Barat economy in 2014 experienced a decleration in growth compared to the previous years. So, Goal of the research is determine the sector that influence to economic condition of 19 Regency and Municipality in Sumatera Barat during 2010-2014. The Analysis of GRDP during 2010-2014 use the analysis Pooled Regressions with fixed coefficient model. The estimate of GDRP Model's is $Y = 169027 + 0.993 X1 + 1.39 X2 - 2.63 X4 + 2.35 X6 + 1.87 X7 + 0.106 X8$. The result show that just six main industrial origins influence significant to GDRP, that is Agriculture (X1); Mining and Quarrying (X2); Electricity, gas and water supply (X4); Trade, Hotel and Restorant (X6); Transport and Communication (X7); Financial,ownerships and business (X8).*

Keyword : GDRP, Pooled Regression analysis, Fixed Coeffisient Model.

PENDAHULUAN

Sumatera Barat sebagai salah satu propinsi yang terletak di pantai barat pulau sumatera memiliki potensi alam yang cukup dalam mengembangkan perekonomian daerah. Propinsi ini terdiri atas 19 Kabupaten/Kota yang memiliki potensi alam yang berbeda-beda. Setiap daerah memiliki karakteristik tersendiri, yang dapat menunjang sektor perekonomian dari daerah. Dengan adanya otonomi daerah diharapkan setiap daerah dapat mengelola dan mengembangkan potensi daerahnya, sehingga pertumbuhan ekonomi regional dapat ditingkatkan. Sebagai alat ukur atau barometer dari pertumbuhan ekonomi suatu daerah adalah angka Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu daerah dalam suatu periode tertentu. PDRB pada dasarnya merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi pada suatu daerah (Putri, 2004). Oleh karena itu, pertumbuhan ekonomi suatu daerah adalah sama dengan pertumbuhan PDRB. PDRB dapat dihitung atas dasar harga berlaku atau pun atas harga konstan. PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga pada tahun berjalan, sedangkan PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar (Bank Indonesia, 2013). PDRB menurut harga berlaku digunakan untuk mengetahui kemampuan sumber daya ekonomi, pergeseran, dan struktur ekonomi suatu daerah.

Berdasarkan peringkat PDRB atas dasar harga berlaku seluruh propinsi di Indonesia pada tahun 2011, posisi Sumatera Barat berada pada peringkat ke 12 dari 33 Propinsi. Posisi PDRB Sumatera Barat ini jauh tertinggal di bandingkan dua propinsi tetangga, yaitu Riau dan Sumatera Utara. Angka PDRB kedua propinsi ini berada pada peringkat 5 dan 7 di Indonesia. Selama tahun 2004-2006 PDRB Sumatera Barat berada pada peringkat ke 12 di Indonesia, namun pada selama tahun 2007-2010 PDRB propinsi Sumatera Barat turun peringkat ke posisi 13. Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu kajian yang lebih mendalam mengenai sektor-sektor penunjang yang dapat meningkatkan perekonomian masyarakat Sumatera Barat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menganalisis masalah tersebut dalam bidang statistika.

Sektor-sektor yang terdapat dalam PDRB di kelompokkan menjadi sembilan sektor, yaitu: (1) pertanian, peternakan, kehutanan dan perikanan, (2) pertambangan dan penggalian, (3) industri pengolahan, (4) listrik, gas dan air bersih, (5) konstruksi, (6) perdagangan, hotel dan restoran, (7) pengangkutan dan komunikasi, (8) keuangan, real estate dan jasa perusahaan, (9) jasa-jasa (termasuk jasa pemerintah). Sektor-sektor ini merupakan variabel yang mempengaruhi nilai dari PDRB suatu daerah.

Peranan sektor yang mempengaruhi angka PDRB dalam beberapa periode waktu dianalisis menggunakan Analisis Regresi Data Panel. Data panel adalah gabungan antara data *cross section* dan data *time series* (Mouchart; 2004). Data *cross section* dalam penelitian ini adalah data angka PDRB Kabupaten/Kota yang ada di Sumatera Barat, sedangkan data *time series*-nya adalah data PDRB selama tahun 2004-2012. Melalui analisis regresi data panel ini akan dianalisis sektor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap PDRB. Pertumbuhan ekonomi Sumatera Barat baik dari setiap daerah maupun dari segi waktu dapat diamati melalui kajian analisis ini. Sehingga dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada pemerintah daerah Sumatera Barat dalam mengambil kebijakan untuk peningkatan ekonomi masyarakat. Sehingga perlunya dibentuk sebuah model yang menggambarkan kondisi PDRB Sumatera Barat menggunakan Analisis Regresi Data Panel.

Data Panel merupakan data gabungan dari data silang (*cross sectional data*) dan data runtun waktu (*time series data*) (Mouchart,2004). Model regresi data panel koefisien tetap dapat dituliskan kedalam bentuk model linier berikut :

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

dengan

Y_{it} : peubah terikat untuk unit individu ke-i dan unit waktu ke-t

X_{it} : peubah bebas untuk unit individu ke-i dan unit waktu ke-t

α_{it} : koefisien intersep

β : koefisien slope

ε_{it} : error dengan $E(\varepsilon) = \mathbf{0}$, $V(\varepsilon) = \sigma^2 \mathbf{I}$.

$i = 1, 2, \dots, N$ dan $t = 1, 2, \dots, T$

Uji Hipotesis

Uji signifikansi parameter dapat dilakukan secara parsial maupun simultan, yaitu dengan menggunakan uji t dan uji F.

a. Uji parsial

$$H_0 : \beta_j = 0, j = 1, 2, \dots, k \text{ (koefisien regresi ke-j tidak berarti)}$$

H_1 : sekurang-kurangnya ada sebuah $\beta_j \neq 0$ (koefisien regresi ke-j berarti)

Hipotesis ini bertujuan untuk menguji atau mengukur hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebas dari persamaan regresi data panel digunakan uji statistika t .

$$t = \frac{\hat{\beta}_k}{\sqrt{\sigma_e^2 C_{kk}}} \quad (2)$$

dengan C_{ii} merupakan elemen diagonal utama matriks $(X'X)^{-1}$. Adapun kriteria ujinya, yaitu: Tolak H_0 jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$, dimana $t_{tabel} = t_{((1-\alpha)/2, NT-N-k)}$, dengan N = banyak *cross section*, T = banyak *Time series*, dan k = banyak variabel bebas.

b. Uji Simultan

Uji ini bertujuan untuk menguji parameter model secara keseluruhan. Uji simultan untuk model koefisien tetap berdasarkan hipotesis berikut:

H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$

H_1 : tidak semua β_j sama untuk $j = 1, 2, \dots, k$

Tingkat signifikansi α

Statistik Uji

$$F_{hitung} = \frac{KTR}{KTG} \quad (3)$$

Kriteria Penolakan

H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{(k, N-k-1)}$

dengan

KTR : Kuadrat Tengah Kesalahan dari model regresi

KTG : Kuadrat Tengah Galat

Asumsi Klasik Regresi Linier Berganda

Dalam sebuah model regresi linier berganda yang diestimasi dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) terdapat beberapa asumsi yang mendasarinya, antara lain adalah:

1. Asumsi Kenormalan
2. Asumsi Kehomogenan Ragam
3. Asumsi Kebebasan Galat
4. Asumsi Multikolinieritas

METODE PENELITIAN

Berdasarkan permasalahan yang telah diungkapkan pada bagian pendahuluan, maka susunan langkah kerja untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data penelitian dari berbagai sumber seperti data skunder dari BPS, Bank Indonesia dll.
2. Mengumpulkan kajian pustaka mengenai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) terhadap pertumbuhan ekonomi Sumatera Barat.
3. Mengkaji sektor-sektor penentu PDRB Sumatera Barat dari setiap Kabupaten/Kota yang ada di wilayah Sumatera Barat.
4. Menganalisis data PDRB Kabupaten/Kota di Sumatera Barat selama 5 tahun terakhir (2010-2015) menggunakan analisis regresi data panel. Model Regresi Data Panel yang digunakan dalam menggambarkan PDRB Sumatera Barat selama 5 tahun terakhir adalah:
 - a. Model Koefisien Tetap sesuai dengan persamaan 1.
 - b. Model Efek Individu sesuai dengan persamaan 2.
 - c. Model Efek Waktu sesuai dengan persamaan 4.

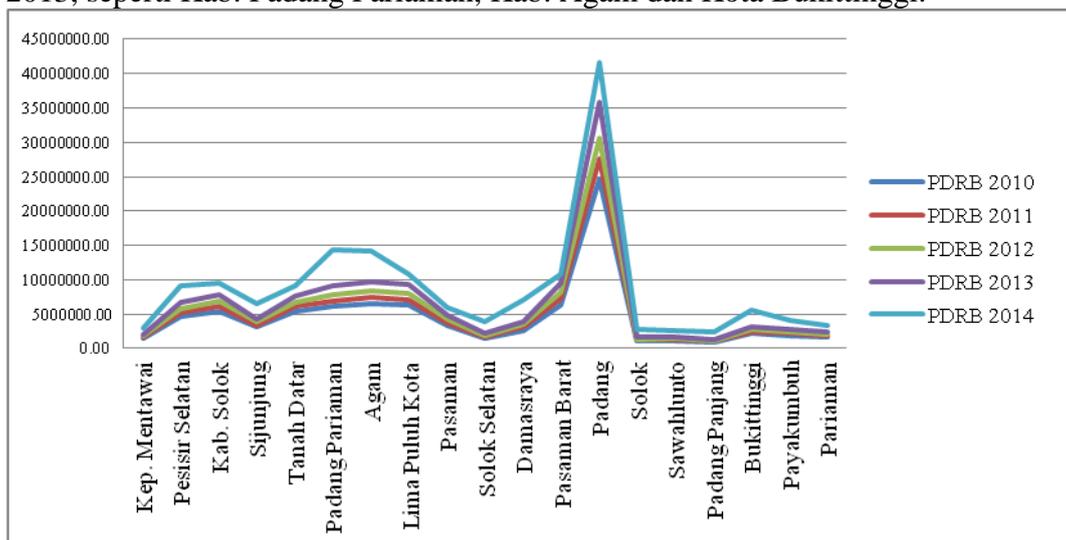
5. Menentukan sektor- sektor yang berpengaruh signifikan terhadap PDRB di Kabuten/Kota Wilayah Sumatera Barat melalui uji signifikansi parameter baik secara parsial dengan uji t pada persamaan 6 maupun secara simultan dengan uji F pada persamaan 7 dan 8.
6. Menentukan Model Terbaik yang dapat menggambarkan kondisi PDRB Kabupaten/Kota di Sumatera Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskriptif Data Penelitian

Data Penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari BPS seluruh Kabupaten/Kota yang ada di Sumatera Barat. Sumber Data yang diambil adalah data PDRB 19 Kab/Kota berdasarkan 9 sektor yang ada melalui buku Sumatera Barat Dalam Angka tahun 2011 sampai dengan tahun 2015 yang diterbitkan oleh BPS Sumatera Barat. *Data Base* penelitian untuk masing-masing pengamatan (19 Kab/Kota) dikumpulkan melalui data PDRB masing-masing daerah yang dipublikasikan oleh BPS masing-masing daerah.

Angka PDRB Sumatera Barat berdasarkan harga berlaku dari 9 sektor yang diamati selama 5 tahun terakhir memperlihatkan pola yang relatif sama pada setiap Kabupaten/Kota (Gambar 2). Pada umumnya, PDRB setiap Kabupaten/Kota terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, namun pada tahun 2014 ada beberapa Kab/Kota yang memperoleh angka PDRB yang jauh lebih tinggi dibandingkan tahun 2013, seperti Kab. Padang Pariaman, Kab. Agam dan Kota Bukittinggi.



Sumber : Data BPS diolah.

Gambar 1. PDRB (Juta Rp) Kabupaten/Kota Sumatera Barat Tahun 2010-2015

Estimasi Parameter dari Model Regresi Data Panel

Model pada penelitian ini menggunakan variabel terikat (Y) adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten/Kota (Juta Rupiah) dan variabel bebasnya (X) terdiri dari:

X_1 = Pertanian, perkebunan, peternakan, kehutanan dan perikanan

X_2 = Pertambangan dan penggalian

X_3 = Industri pengolahan

X_4 = Listrik, gas dan air bersih

X_5 = Bangunan/konstruksi

X_6 = Perdagangan hotel dan restoran

X_7 = Pengangkutan dan komunikasi

X_8 = Keuangan, persewaan dan jasa perusahaan

X_9 = Jasa-jasa termasuk jasa pelayanan pemerintah.

Data yang digunakan adalah data *cross section*. Data tersebut terdiri dari 19 Kabupaten/Kota yang terbagi menjadi tiga kelompok dan *time series*nya terdiri dari 5 tahun, dimulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014. Pengolahan data pada penelitian ini dibantu menggunakan software MINITAB.

Model Regresi Data Panel Koefisien Tetap

Sebelum melakukan estimasi terhadap parameter dalam model, data terlebih dahulu dibentuk kedalam matriks dan vector sesuai dengan model berikut ini:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_4 X_{4it} + \beta_5 X_{5it} + \beta_6 X_{6it} + \beta_7 X_{7it} + \beta_8 X_{8it} + \beta_9 X_{9it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

dengan

Y_{it} : PDRB pada Kab/Kota ke-i dan waktu ke-t

X_{kit} : peubah bebas ke-k untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t, dengan rincian peubah bebas sebagai berikut:

X_{1it} : Pertanian, perkebunan, peternakan, kehutanan dan perikanan untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{2it} : Pertambangan dan penggalian untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t.

X_{3it} : Industri pengolahan untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{4it} : Listrik, gas dan air bersih untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{5it} : Bangunan/konstruksi untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{6it} : Perdagangan hotel dan restoran untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{7it} : Pengangkutan dan komunikasi untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{8it} : Keuangan, persewaan dan jasa perusahaan untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

X_{9it} : Jasa-jasa termasuk jasa pelayanan pemerintah untuk Kab/Kota ke-i dan unit waktu ke-t

- α_{it} : koefisien intersep
- β_k : koefisien slope ke-k
- ε_{it} : error dengan $E(\varepsilon) = \mathbf{0}$, $V(\varepsilon) = \sigma^2 \mathbf{I}$.

Dimana $k = 1, 2, \dots, 9$ $i = 1, 2, \dots, 19$ dan $t = 1, 2, \dots, 5$

Model Regresi Data Panel pada persamaan 4 dibentuk kedalam matriks dan vector sebagai berikut:

$$Y_{(nt \times 1)} = \mathbf{1}_{nt} \alpha + X_{(nt \times k)} \beta_{(k \times 1)} + \varepsilon_{(nt \times 1)} \quad (5)$$

Dengan

$Y_{(nt \times 1)} = Y_{(95 \times 1)}$: Matriks PDRB 19 Kab/Kota selama 5 tahun (2010-2014).

α : Koefisien tetatap (Konstanta).

$X_{(nt \times k)} = X_{(95 \times 9)}$: Matriks peubah bebas (9 Sektor) dari 19 Kab/Kota selama 5 tahun (2010-2014).

$\beta_{(k \times 1)} = \beta_{(9 \times 1)}$: Vektor parameter model dari 9 peubah bebas (9 Sektor).

$\varepsilon_{(nt \times 1)} = \varepsilon_{(95 \times 1)}$: Vektor acak (Galat).

Dengan menggunakan metode estimasi OLS maka diperoleh nilai pendugaan parameter model koefisien tetap pada persamaan 10 sebagai berikut:

$$\hat{\alpha} = -68299 \text{ dan } \hat{\beta}_{(9 \times 1)} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{\beta}_3 \\ \hat{\beta}_4 \\ \hat{\beta}_5 \\ \hat{\beta}_6 \\ \hat{\beta}_7 \\ \hat{\beta}_8 \\ \hat{\beta}_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,928 \\ 0,790 \\ 0,954 \\ 1,61 \\ 1,42 \\ 1,13 \\ 0,999 \\ 0,0182 \\ 1,24 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil estimasi tersebut maka model pada persamaan 9 dapat dijelaskan oleh persamaan regresi data panel koefisien tetap berikut ini:

$$Y = -68299 + 0,928 X_1 + 0,790 X_2 + 0,954 X_3 + 1,61 X_4 + 1,42 X_5 + 1,13 X_6 + 0,999 X_7 + 0,0182 X_8 + 1,24 X_9 \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan 6 terlihat bahwa sektor ke 4 yaitu Listrik, gas dan air bersih menjadi penyumbang terbesar bagi PDRB Kab/Kota yang ada di Sumatera Barat. Nilai dugaan $\beta_4 = 1,61$ menandakan bahwa setiap kenaikan Satu Juta Rupiah unit

produksi pada sektor Listrik, gas dan air bersih, akan memberikan pengaruh terhadap kenaikan angka PDRB Kab/Kota sebesar 1,61 Juta Rupiah. Estimasi parameter berikutnya berada pada sektor bangunan/konstruksi (X5), jasa-jasa (X9), perdagangan

hotel dan restoran (X6), sedangkan kontribusi terkecil berada pada sektor ke 8 yaitu Keuangan, persewaan dan jasa perusahaan.

Uji Signifikansi Parameter dan Model

Uji signifikansi parameter secara parsial dapat dilakukan dengan menggunakan uji t dan uji F Uji signifikansi parameter dilakukan berdasar model yang digunakan.

$H_0 : \beta_j = 0$, $j = 1, 2, \dots, 9$ (koefisien regresi ke-j tidak berarti)

H_1 : sekurang-kurangnya ada sebuah $\beta_j \neq 0$ (koefisien regresi ke-j berarti)

Nilai t-hitung dan P-value untuk uji keberartian 9 peubah bebas (sector produksi) terhadap PDRB dijelaskan oleh Tabel 5 berikut:

Tabel 1. Uji parsial untuk model regresi data panel koefisien tetap

Peubah	Koefisien	SE Koefisien	T hitung	P-value
Konstanta	-68299	15734	-4,34	0,000 ***
X1	0,928048	0,008918	104,06	0,000 ***
X2	0,78979	0,05432	14,54	0,000 ***
X3	0,95443	0,03737	25,54	0,000 ***
X4	1,6062	0,2094	7,67	0,000 ***
X5	1,41866	0,06078	23,34	0,000 ***
X6	1,12692	0,03015	37,38	0,000 ***
X7	0,99919	0,01907	52,40	0,000 ***
X8	0,01817	0,01045	1,74	0,086 **
X9	1,23596	0,04608	26,82	0,000 ***

Berdasarkan nilai P-value pada Tabel 5 terlihat bahwa hampir semua parameter memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai PDRB Kab/Kota yang ada di Sumatera Barat dengan $\alpha = 5\%$. Hanya pengaruh sektor ke-8 yaitu sektor keuangan, persewaan dan jasa perusahaan yang tidak nyata pada $\alpha = 5\%$, namun pengaruhnya nyata pada $\alpha = 10\%$.

Pemeriksaan Asumsi

Pemeriksaan asumsi model regresi data panel, dapat dilihat salah satunya dari plot sisaan. Jika ada kecurigaan mengenai pelanggaran asumsi, maka tahapan selanjutnya dapat menggunakan nilai statistik tertentu untuk dijadikan batasan nilai terhadap pelanggaran yang terjadi. Pemeriksaan terhadap sisaan dilakukan mulai dari asumsi kenormalan, kehomogenan ragam, kebebasan galat, dan multikolinieritas sebagai berikut:

1. Asumsi Kenormalan

Berdasarkan uji kenormalan sisaan model koefisien tetap menggunakan uji Anderson Darling (Gambar 2) terlihat bahwa sisaan memenuhi asumsi kenormalan. Nilai Anderson Darling sebesar 0,58 dan P-value 0,128 yang melebihi nilai $\alpha=5\%$. Hal ini dapat dikatakan bahwa sisaan menyebar mengikuti sebaran normal. Namun pada Gambar 3 terlihat juga bahwa ada beberapa titik yang jauh dari garis kenormalan. Titik-titik ini mengindikasikan bahwa pada data dengan model koefisien tetap ini, dicurigai mempunyai beberapa data pencilan.

2. Asumsi Kehomogenan Ragam

Pola sisaan dari model regresi data panel koefisien tetap memperlihatkan bahwa pola sisaan tidak konstan (Gambar 2), dikarenakan ada beberapa titik yang memencar jauh dari garis nol. Kemungkinan titik tersebut merupakan pencilan.

3. Asumsi Kebebasan Galat

4. Asumsi Multikolinieritas

Nilai VIF dari model koefisien tetap disajikan dalam Tabel 10. Ada beberapa peubah penjelas yang memiliki nilai $VIF > 10$ yaitu X3, X5, X6, X7 dan X9.

Tabel 2. VIF dari model koefisien tetap

Predictor	VIF
X1	1,804
X2	3,131
X3	24,220
X4	7,923
X5	13,854
X6	27,737
X7	16,516
X8	1,392
X9	40,388

Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan peubah yang akan digunakan dalam tahapan analisis berikutnya adalah X1, X2, X4, X5, X6, dan X8. Sehingga persamaan yang digunakan dalam masing-masing model diperoleh:

Estimasi untuk model regresi data panel menggunakan 6 peubah bebas (X1, X2, X4, X5, X6 dan X8) adalah:

$$Y = 169027 + 0.993 X1 + 1.39 X2 - 2.63 X4 + 2.35 X6 + 1.87 X7 + 0.106 X8 \quad (7)$$

Nilai estimasi parameter yang signifikan dari persamaan 7 adalah parameter dari peubah X1, X2, X4, X6, X7. Kelima sektor yaitu:

- i. Sektor Pertanian, perkebunan, peternakan, kehutanan dan perikanan (X1)
- ii. Sektor Pertambangan dan penggalian (X2)
- iii. Sektor Listrik, gas dan air bersih (X4)
- iv. Sektor Perdagangan hotel dan restoran (X6)
- v. Sektor Pengangkutan dan komunikasi (X7)

berpengaruh nyata pada taraf 5% terhadap nilai PDRB Kab/Kota di Sumatera Barat. Sedangkan sektor keuangan, pesewaan dan jasa perusahaan (X8) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai PDRB selama 2010-2014. Namun keaman sector tersebut mampu menjelaskan keragaman nilai PDRB selama 5 tahun (2010-2014) sebesar 99,4%.

Pengaruh dari enam sektor diatas terhadap angka PDRB Kab/Kota Sumatera Barat dapat dilihat melalui nilai estimasi parameter model. Nilai estimasi tertinggi yaitu 2,63, artinya setiap kenaikan produksi sebesar satu juta rupiah dari sektor listrik, gas dan air bersih (X4) ternyata mampu meningkatkan nilai PDRB Kab/Kota sebesar 2,63 juta

rupiah. Selain itu, sector perdagangan, hotel dan restoran juga memberikan peran penting dengan nilai estimasi sebesar 2,35. Namun sektor pertanian hanya mampu mempengaruhi peningkatan nilai PDRB Kab/Kota Sumatera Barat sebesar 0,993.

Uji asumsi klasik untuk model ini juga sudah terpenuhi, baik untuk asumsi kenormalan, kehomogenan ragam, kebebasan galat dan multikolinieritas. Namun dalam menggunakan nilai estimasi yang diperoleh, masih terdapat beberapa nilai pencilan pada nilai PDRB setiap sector di beberapa Kab/Kota, seperti Kota Bukitting (2014), Kota Padang (2014), dan Kab. Padang Pariaman (2014). Hal ini kemungkinan disebabkan karena data PDRB dari BPS (2015) masih bersifat sementara. Dalam mengatasi masalah ini, maka diperlukan kajian alat statistika lainnya jika data yang diperoleh sudah tetap. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam mengatasi masalah yang ditemukan dalam penelitian ini adalah Regresi Data Panel, Regresi Komponen Utama, dan Regresi Robust.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh:

1. Estimasi model regresi data panel dengan metode *fixed effect* yang menggambarkan kondisi pertumbuhan ekonomi Sumatera Barat dari nilai PDRB Kab/Kota dengan Estimasi Model Regresi Data Panel Koefisien Tetap adalah:

$$Y = 169027 + 0.993 X1 + 1.39 X2 - 2.63 X4 + 2.35 X6 + 1.87 X7 + 0.106 X8$$

2. Sektor-sektor yang mempengaruhi PDRB Kab/Kota di Propinsi Sumatera Barat secara signifikan pada taraf 5% adalah 1) Sektor Pertanian, perkebunan, peternakan, kehutanan dan perikanan, 2) Sektor Pertambangan dan penggalian, 3) Sektor Listrik, gas dan air bersih, 4) Sektor Perdagangan hotel dan restoran, 5) Sektor Pengangkutan dan komunikasi. Pagaruh sektor tersebut terhadap angka PDRB Kab/Kota Sumatera Barat dapat dilihat melalui nilai estimasi parameter model. Nilai estimasi tertinggi yaitu 2,63, artinya setiap kenaikan produksi sebesar satu juta rupiah dari sektor listrik, gas dan air bersih (X4) ternyata mampu meningkatkan nilai PDRB Kab/Kota sebesar 2,63 juta rupiah. Selain itu, sector perdagangan, hotel dan restoran juga memberikan peran penting dengan nilai estimasi sebesar 2,35. Namun sektor pertanian hanya mampu mempengaruhi peningkatan nilai PDRB Kab/Kota Sumatera Barat sebesar 0,993.
3. Model terbaik yang dapat menggambarkan pertumbuhan ekonomi Sumatera Barat berdasarkan nilai PDRB Kab/Kota adalah Model Regresi Data Panel Koefisien Tetap dengan nilai kebaikan model sebesar $R = 99,4\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti TD, I Maruddani DA. 2010. *Analisis Data Panel Untuk Menguji Pengaruh Risiko Terhadap Return Saham Sektor Farmasi Dengan Least Square Dummy Variable*. Media Statistika, 2 (2). pp. 71-80. ISSN 1979-3693.
- Baltagi, B.H. 2003. *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley and Sons, New York.
- Bank Indonesia. 2013. *Metadata*. www.bi.go.id diakses tanggal 20 Mei 2013
- BPS. 2012. BPS Kota Jayapura. www.bps.go.id
- Digby PG, Kempton RA. 1987. *Multivariate Analysis Of Ecological Communities*. Chapman & Hall, NewYork.
- Gabriel, R. 1971. *The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis*. Journal of Biometrika, 58,3: 453-467.

- Jolliffe IT. 2002. *Principal Component Analysis*. Second Edition. Springer-Verlag, New York.
- Johnson RA, Wichern DW. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Karo-karo R, Sinaga BM. 2006. Aplikasi Model Ekonometrika. Pascasarjana Studi Ilmu Ekonomi Pertanian IPB, Bogor.
- Matjik AA, Sumertajaya IM. 2011. Sidik Peubah Ganda Dengan Menggunakan SAS. IPB PRESS, Bogor.
- Mouchart, M., 2004. *The Econometric of Panel Data*, Institut de Statistique, University Catholique de Louvain.
- Pornchaiwiseskul, P. 2004. Panel Data Regression Model, Faculty of Economics, Chulalongkorn University.
- Putri, KD. 2004. Kebijakan Pemerintah Daerah Dalam Memantapkan Dan Pemulihan Ekonomi Menghadapi Pasar Bebas. ([http:// Cimbuak](http://Cimbuak) - Forum Silaturahmi dan Komunikasi Masyarakat Minangkabau).
- Sukirno, Sadono. 2013. *Makroekonomi Teori Pengantar Ed.3*. PT. RajaGrafindo Persada: Jakarta
- Sumertajaya IM, Sumantri B & Heriyanto. 1997. *Aplikasi Analisis Biplot & Procrustes untuk mengidentifikasi Karakteristik Daya Hasil Beberapa Galu Padi* [Forum Statistika dan Komputasi Vol. 2 No.2 Oktober 1997]. Bogor : Jurusan Statistika, Institut Pertanian Bogor.

ANALISIS FLEKSIBILITAS MODEL REGRESI UNTUK MENGATASI OVERDISPERSI PADA DATA CACAH

Lusi Eka Afri¹

¹Program studi Pendidikan Matematika Universitas Pasir Pengaraian
e-mail : lusiekaafri13@gmail.com

Abstract : Poisson regression model is a popular analysis of regression for modeling count data with equidispersion assumption. However, real data are often found conditional that variance data is more than mean value data, which is called overdispersion. Overdispersion on Poisson regression model caused by various of result observation that is not be explained in model, correlation between individual respond, population grouping and variable omitted. It is cause lowest error estimation and will make underestimation. Negative binomial regression model, Conway-Maxwell-Poisson (COM-Poisson) regression model and Generalized Poisson regression model are extent of Poisson regression model. This research is aimed to analyze suitable model to overcome overdispersion on Poisson regression model based on AIC and MSE test statistical. The population of this research is suspect of dengue. The result of the research show that COM-Poisson regression model is more fleksible to overcome overdispersion to count data.

Keyword : *Overdispersion, Negative Binomial Regression, Conway-Maxwell-Poisson Regression, Generalized Poisson Regression*

1. Pendahuluan

Analisis regresi merupakan analisis statistika yang populer digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon Y dengan variabel penjelas X. Jika variabel respon Y merupakan data cacah (*count data*) yang memiliki sebaran Poisson maka model regresi yang digunakan adalah regresi Poisson. Menurut Osgood (2000) sebaran Poisson sering digunakan untuk memodelkan peristiwa yang memiliki peluang kejadian kecil tergantung pada interval waktu tertentu. Misalnya fenomena jumlah kecelakaan lalu lintas tiap minggu, jumlah penderita demam berdarah dan lain-lain.

Model regresi Poisson merupakan *Generalized Linier Model* (GLM) dengan variabel respon diasumsikan memiliki sebaran Poisson (McCullagh & Nelder 1989). GLM memiliki tiga komponen yaitu komponen random, komponen sistematis dan fungsi penghubung. Komponen acak terdiri dari variabel respon sedangkan komponen sistematis berupa model linier dari sekumpulan variabel penjelas. Sementara itu, fungsi penghubung (*link function*) merupakan penghubung antara komponen acak dan komponen sistematis. Pada model regresi Poisson, fungsi penghubung yang biasa digunakan adalah fungsi logaritma yaitu $\eta_i = \log(\mu_i)$.

Asumsi yang harus dipenuhi pada model regresi Poisson adalah nilai tengah (*mean*) dan ragam (*varians*) dari variabel respon yang bernilai sama yang dikenal dengan istilah *equidispersi*. Akan tetapi, pada beberapa penelitian ditemukan sering ditemukan fenomena ragam lebih besar daripada nilai tengahnya disebut dengan gejala overdispersi (McCullagh & Nelder 1989). Hal ini menunjukkan bahwa model regresi Poisson menjadi tidak tepat menggambarkan data sebenarnya. Menurut Famoye et al (2004), regresi Poisson tidak sesuai untuk memodelkan data overdispersi. Jika fenomena ini diabaikan, dapat menyebabkan pendugaan galat baku terlalu kecil dan pendugaan parameter yang bias ke bawah (*underestimate*) (Hinde & Dem'etrio 1998). Sementara itu, signifikansi pengaruh variabel penjelas berbias ke atas (*overestimate*).

Dalam mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson terdapat beberapa pendekatan. Hardin & Hilbe (2007) memperkenalkan model regresi binomial negatif sebagai salah satu solusi untuk mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson. Model ini merupakan model campuran dari dua sebaran yaitu sebaran Poisson dan sebaran Gamma. Selain itu, Famoye et al (2004) menganalisis data kecelakaan yang mengandung overdispersi dengan menggunakan model regresi generalized Poisson. Pada tahun 2010, Sellers dan Shmueli juga memberikan alternatif untuk kasus overdispersi pada model Poisson berupa perluasan model regresi Poisson yaitu model regresi Conway-Maxwell-Poisson (COM-Poisson).

Selanjutnya akan dibahas model regresi yang tepat dalam mengatasi overdispersi pada data cacah yang memiliki sebaran Poisson. Hal ini berdasarkan pada kriteria *goodness of fit* dari keempat model yaitu model regresi Poisson, model regresi binomial negatif, regresi COM-Poisson dan model regresi generalized Poisson. Adapun kriteria *goodness of fit* yang digunakan sebagai metode dalam menentukan model terbaik adalah *Akaike Information Criterion* (AIC) dan *Mean Square Error* (MSE) terkecil.

2. Metode

Data yang digunakan data sekunder jumlah kematian bayi menurut kabupaten/kota di provinsi Jawa Timur tahun 2008. Unit pengamatan yang digunakan adalah kabupaten/kota yang ada di Jawa Timur sebanyak 38 kabupaten/kota. Variabel yang digunakan sebagai berikut :

- Y = Jumlah kematian bayi
- X₁ = Jumlah sarana kesehatan (puskesmas, poskesdes, polindes, dan posyandu) pada tiap kabupaten/kota.
- X₂ = Jumlah tenaga kesehatan (dokter, bidan dan mantri) pada tiap kabupaten/kota.
- X₃ = Jumlah keluarga yang anggotanya menjadi buruh tani pada tiap kabupaten/kota.
- X₄ = Jumlah rumah tangga yang mendapatkan ASKESKIN dalam setahun terakhir pada tiap kabupaten/kota.
- X₅ = Jumlah sekolah negeri (SD, SMP, dan SMA) pada tiap kabupaten/kota.
- X₆ = Jumlah balita penderita gizi buruk pada tiap kabupaten/kota.
- X₇ = Jumlah bayi yang diberi ASI eksklusif pada tiap kabupaten/kota.
- X₈ = Jumlah keluarga yang berada dipemukiman kumuh pada tiap kabupaten/kota.
- X₉ = Persentase persalinan terakhir oleh tenaga non medis (dukun bayi) pada tiap kabupaten/kota.

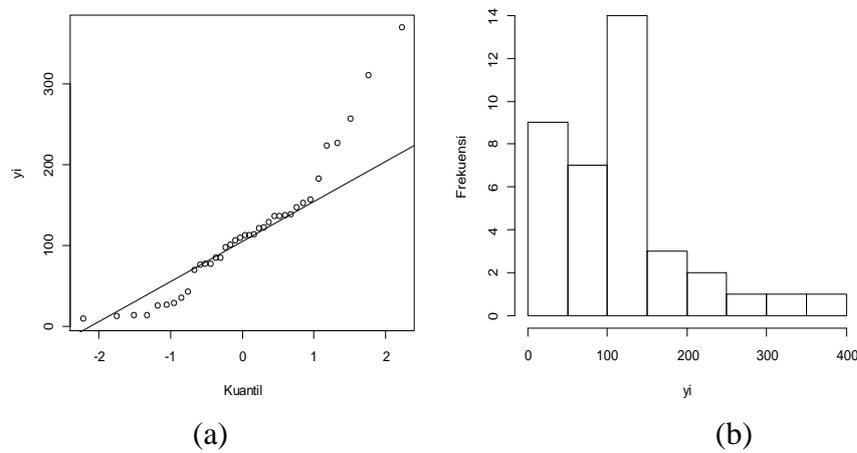
Langkah-langkah dalam analisis data dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian yaitu mendapatkan model terbaik dalam analisis data cacah yang mengalami overdispersi sebagai berikut :

- a. Uji kecocokan sebaran Poisson menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan bantuan program MATLAB dan plot kunatil dan histogram terhadap variabel respon.
- b. Memeriksa multikolinieritas antar variabel penjelas.
- c. Pembentukan model regresi Poisson dengan bantuan *software R 3.1.0*.
- d. Melakukan uji signifikansi parameter model regresi Poisson.
- e. Melakukan uji overdispersi pada model regresi Poisson dengan melihat dispersi *Deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya. Jika nilai ini lebih besar dari 1 maka dikatakan terjadi overdispersi pada data.
- f. Pembentukan model regresi binomial negatif dengan program generalized linier model binomial negatif dengan bantuan *software R 3.1.0*.
- g. Pembentukan model model regresi generalized Poisson dengan bantuan *software R 3.1.0*.
- h. Pembentukan model model regresi COM-Poisson dengan bantuan *software R 3.1.0*.

- i. Menentukan model terbaik dari ketiga yaitu model regresi Poisson, model regresi binomial negatif, regresi COM-Poisson dan model regresi generalized Poisson berdasarkan AIC dan MSE.

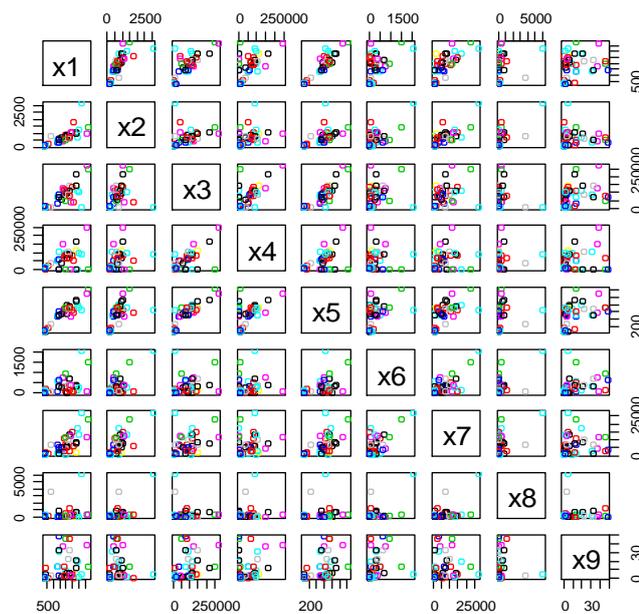
3. Hasil dan Pembahasan

Pemodelan data jumlah kematian bayi (*Infrant Mortality*) dan faktor yang berkorelasi terhadap peningkatan jumlah kematian bayi maka pada tahap awal dilakukan pengujian beberapa asumsi yang harus dipenuhi. Pertama melakukan analisis terhadap pola data variabel respon. Secara visual dapat digunakan plot kuantil-kuantil normal dan histogram. Gambar 1 plot antara kuantil dan $y(i)$ menunjukkan sebaran data tidak mengikuti garis lurus dan histogram dari $y(i)$ juga tidak simetris, sehingga berdasarkan plot ini data kematian bayi menunjukkan penyimpangan dari sebaran normal.



Gambar 1 (a) Plot kuantil-kuantil normal dan (b) histogram data jumlah kematian bayi

Uji kecocokan sebaran Poisson terhadap variabel respon (jumlah kematian bayi) dengan batuan *software* MATLAB diperoleh nilai 0. Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak. Artinya sebaran data jumlah kematian bayi mengikuti sebaran Poisson.



Gambar 2 Plot matriks variabel penjelas

Asumsi kedua yang harus dipenuhi pada pemodelan data ini adalah tidak ada multikolinieritas. Dalam hal ini dilakukan dengan plot matrik variabel penjelas seperti pada Gambar 2. Plot matriks tersebut memperlihatkan bahwa terdapat korelasi beberapa variabel penjelas. Oleh karena itu, dilakukan pemilihan variabel penjelas yaitu dengan mengeluarkan variabel yang memiliki korelasi yang kuat. Ini dilakukan secara bertahap. Selanjutnya diperiksa multikolinieritas variabel penjelas yang dipilih dan menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF) yaitu jika nilai VIF kurang dari 10 maka antar variabel penjelas saling bebas (Myers : 1990). Artinya tidak terdapat multikolinieritas antar variabel penjelas. Berdasarkan nilai VIF antar variabel penjelas menunjukkan tidak terdapat multikolinieritas karena nilai VIF kurang dari 10. Hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai VIF Variabel Penjelas di Jawa Timur

Variabel	X ₂	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
VIF	6.019	1.485	4.481	2.452	3.106	3.266	2.112

Dugaan parameter model regresi Poisson berdasarkan data dianalisis menggunakan program generalized linier model Poisson dengan software R 3.1.0. Hasilnya disajikan pada Tabel 2 diperoleh bahwa nilai statistik uji Wald (nilai G) lebih besar nilai tabel khi-kuadrat sebesar 3,841. Hal ini menunjukkan bahwa semua variabel penjelas signifikan berpengaruh terhadap jumlah kematian bayi. Akan tetapi, nilai rasio antara devian dan derajat bebasnya sebesar 25,22. Artinya model regresi Poisson diindikasikan mengandung overdispersi sehingga model ini tidak tepat menggambarkan data sebenarnya.

Tabel 2 Nilai dugaan parameter model regresi Poisson

Parameter	Nilai dugaan	Galat baku	Nilai G
β_0 (intersep)	3.53	4.84×10^{-2}	5309.16
β_2 (tenaga kesehatan)	8.3×10^{-4}	5.77×10^{-5}	204.49
β_4 (askeskin)	1.348×10^{-6}	2.93×10^{-7}	21.14
β_5 (sekolah)	1.28×10^{-3}	1.12×10^{-4}	131.93
β_6 (gizi buruk)	-5.426×10^{-4}	5.58×10^{-5}	94.69
β_7 (ASI)	-2.905×10^{-5}	4.01×10^{-6}	52.40
β_8 (pemukiman)	-9.95×10^{-4}	2.56×10^{-5}	15.08
β_9 (persalinan)	5.414×10^{-3}	1.41×10^{-3}	14.84

Deviance: 756.74; Derajat bebas: 30; Rasio: 25.22 $\chi_1^2 = 3.841$; $\alpha = 5\%$

Model regresi binomial negatif merupakan salah satu alternatif solusi dalam mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson. Dugaan parameter model ini diperoleh dengan menggunakan program generalized linier model binomial negatif (*glm.nb*) dengan software R 3.1.0. Hasilnya disajikan pada Tabel 3. Nilai rasio dispersi dari model ini sebesar 1,32. Artinya model regresi Binomial Negatif telah mampu mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson.

Tabel 3 Nilai Dugaan Parameter Model Regresi Binomial Negatif.

Parameter	Nilai dugaan	Galat baku	Nilai G
β_0 (intersep)	3.13	0.186000	282.58
β_2 (tenaga kesehatan)	5.32×10^{-4}	3.45×10^{-4}	2.37
β_4 (askeskin)	3.00×10^{-6}	1.66×10^{-6}	3.25
β_5 (sekolah)	2.10×10^{-3}	5.74×10^{-4}	13.44
β_6 (gizi buruk)	-6.60×10^{-4}	2.84×10^{-4}	5.42
β_7 (ASI)	-3.10×10^{-5}	2.16×10^{-5}	2.06
β_8 (pemukiman)	7.32×10^{-5}	1.22×10^{-4}	0.36
β_9 (persalinan)	5.94×10^{-3}	7.51×10^{-3}	0.63

Deviance: 39.55; Derajat bebas: 30; Rasio: 1.32; $\chi_1^2 = 3.841$; $\alpha = 5\%$

Selain itu, dalam mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson juga dilakukan dengan mengasumsikan komponen acak (variabel respon) memiliki sebaran *Generalized Poisson*. Model ini dikenal dengan model regresi generalized Poisson. Dengan menggunakan program generalized linier model (*glm*) dalam software R 3.1.0. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai rasio dispersi dari model ini sebesar 1,48. Artinya model regresi generalized Poisson telah mampu mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson.

Tabel 4 Nilai dugaan parameter model regresi *Generalized Poisson*

Parameter	Nilai dugaan	Galat baku	Nilai G
β_0 (intersep)	3.78	0.194000	379.65
β_2 (tenaga kesehatan)	5.47×10^{-4}	3.32×10^{-4}	2.72
β_4 (askeskin)	3.45×10^{-6}	1.36×10^{-6}	6.45
β_5 (sekolah)	2.30×10^{-3}	6.31×10^{-4}	13.32
β_6 (gizi buruk)	-6.78×10^{-4}	2.27×10^{-4}	8.94
β_7 (ASI)	-3.47×10^{-5}	2.07×10^{-5}	2.82
β_8 (pemukiman)	8.32×10^{-5}	1.56×10^{-4}	0.28
β_9 (persalinan)	6.72×10^{-3}	9.25×10^{-3}	0.53

Deviance: 44.4; Derajat bebas: 30; Rasio: 1.48; $\chi_1^2 = 3.841$; $\alpha = 5\%$

Model regresi COM-Poisson juga diperkenalkan untuk mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson. Model ini menggunakan program COM-Poisson (*cmp*) dalam software R 3.1.0. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai rasio dispersi dari model ini sebesar 1,03. Artinya model regresi COM-Poisson telah mampu mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson.

Tabel 5 Nilai Dugaan Parameter Model Regresi COM-Poisson

Parameter	Nilai dugaan	Galat baku	Nilai G
β_0 (intersep)	2.63	0.167000	248.031
β_2 (tenaga kesehatan)	4.73×10^{-4}	2.13×10^{-4}	4.93
β_4 (askeskin)	2.75×10^{-6}	0.94×10^{-6}	8.58
β_5 (sekolah)	2.04×10^{-3}	4.14×10^{-4}	24.30
β_6 (gizi buruk)	-6.89×10^{-4}	1.97×10^{-4}	12.25
β_7 (ASI)	-4.30×10^{-5}	2.32×10^{-5}	3.92
β_8 (pemukiman)	8.35×10^{-5}	0.92×10^{-4}	82.45
β_9 (persalinan)	6.34×10^{-3}	5.89×10^{-3}	1.076

Deviance: 30.9; Derajat bebas: 30; Rasio: 1.03; $\chi_1^2 = 3.841$; $\alpha = 5\%$

Penentuan model terbaik dari keempat model yaitu model regresi Poisson, model regresi Binomial Negatif, regresi COM-Poisson dan model regresi *generalized Poisson* berdasarkan AIC dan MSE dapat dilihat pada Tabel 6. Model yang memiliki nilai AIC dan MSE terkecil adalah model COM-Poisson. Dapat disimpulkan bahwa model COM-Poisson merupakan model terbaik dalam mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson.

Tabel 6 Perbandingan Goodness-of-fit berbagai alternatif model

	Poisson	Generalized Poisson	Binomial negatif	COM-Poisson
AIC	4213,2	330,54	300,87	300,09
MSE	28,67	28,03	25,67	23,57

4. Kesimpulan

Analisis regresi yang fleksibel dalam mengalami overdispersi pada data cacah (*count data*) adalah analisis model regresi COM-Poisson dibandingkan model regresi binomial negatif dan model regresi *generalized Poisson*. Model ini merupakan model terbaik berdasarkan kriteria AIC dan MSE terkecil masing-masing berturut-turut sebesar 300,09 dan 23,57.

Daftar Pustaka

- [1] Famoye F., Wulu J T & Singh K P. On The Generalized Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2 (2004) 287-295.
- [2] Hardin JW, Hilbe JM. 2007. *Generalized Linier Models and Extensions*. Texas : Stata press.
- [3] Hinde J, Dem'etrio CGB. 1998. Overdispersion: Models and Estimation. *Computational Statistics and Data Analysis* 27 : 151-170.
- [4] McCullagh P, Nelder JA. 1989. *Generalized Linear Models Second Edition*, London: Chapman and Hall.
- [5] McCulloch CE, Searle SR. 2001. *Generalized Linear and Mixed Models*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Myers RH. 1990. *Classical and Modern Regression with Applications Second Edition*. New York: PWS-KENT.
- [7] Osgood D Wayne. 2000. Poisson-Based Regression Analysis of Aggregate Crime Rates. *Journal of Quantitative Criminology* ,16 : 21-43.
- [8] Sellers, K.F., Shmueli G. A 2010. Flexible Regressi on Model for Count Data. *Annals of Applied Statistics*, 2010, in press. (http://imstat.org/aoas/next_issue.html)

PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN PENDEKATAN INKUIRI UNTUK MEMBANTU SISWA SMA KELAS X DALAM MEMAHAMI MATERI PELUANG

Endang Novita Tjiptiany¹, Abdur Rahman As'ari², Makbul Muksar³

¹Jurusan Pendidikan Matematika, Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Email: enovita.smanda@gmail.com

²Jurusan Pendidikan Matematika, Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Email: ar.asari@yahoo.com

³Jurusan Pendidikan Matematika, Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Email: makbul.muksar.fmipa@um.ac.id

Abstract. This research development was based on the fact that SMA Negeri 2 Malang is one of the selected schools to implement curriculum 2013, however, based on the author's experience it can be concluded that teaching the students with the current student books yet provide optimal results. It eager the author to develop teaching materials in the form of a module which contains the characteristic of inquiry learning model with scientific activity. Development of teaching materials was using Plomp development model. Validity, practicability and effectiveness criteria were set by the researchers. Results of field trials showed that the learning module obtained a score of 3.31 validity matter experts and practitioners, which means that the learning module is valid. In the feasibility study results obtained using the module total average scores for all aspects were 3.90 from two observers so that the module has met the criteria developed practical. The results of field trials for the mastery modules were obtained an average score of 85.21 mastery module, then the mastery module for the material is said to be a good, and students called mastery of the material. Results of student questionnaire responses showed a score of 3.56, which means the students responded positively to the learning modules they used. Thus, the results of mathematical learning Probability module development inquiry based approach is said to be valid, practical and effective.

Key words: *Development, Learning Material, Inquiry, Modul, Probability*

1. Pendahuluan

Pembaharuan dalam proses pembelajaran pada dasarnya dimulai dari bagaimana cara siswa belajar dan bagaimana cara guru mengajar yang pada akhirnya adalah mengetahui bagaimana cara siswa membangun dan mengkonstruksi kemampuan kreativitas pengetahuan. Menurut Dyer, J.H (2009), *Innovators DNA*, Harvard Business Review: bahwa dari kemampuan kreativitas seseorang diperoleh melalui pendidikan, dan sisanya berasal dari genetik. Kemampuan kreativitas diperoleh melalui mengamati (*observing*), menanya (*questioning*), menalar (*associating*), mencoba (*experimenting*) dan membentuk jaringan (*networking*). Sehingga dipandang perlu untuk merumuskan kurikulum yang mengedepankan pengalaman personal melalui proses mengamati, menanya, menalar dan mencoba untuk meningkatkan kreativitas peserta didik. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan mutu pendidikan nasional, salah satunya dengan terbitnya kurikulum 2013 dengan tujuan terbentuknya insan yang kreatif.

Keberhasilan dalam pembelajaran, selain tergantung metode yang digunakan juga sangat tergantung pada perangkat pembelajaran yang digunakan. Buku sebagai bahan ajar dan sumber belajar dipandang sebagai faktor penting dalam menentukan kesuksesan pelaksanaan kurikulum 2013 (Paparasi Mendikbud, 2013). Buku dianggap sebagai bahan ajar yang harus ada. Buku yang baik akan membantu guru melaksanakan pembelajaran yang baik. Karena itu ketersediaan buku yang sesuai dengan kaidah saintifik seperti yang diharapkan dalam kurikulum 2013 merupakan hal yang sangat penting.

Seiring dengan diterapkannya kurikulum 2013, pemerintah juga menerbitkan buku siswa, termasuk buku pelajaran matematika. Buku ini diharapkan memudahkan guru dalam menerapkan pendekatan saintifik. Akan tetapi pada kenyataannya buku siswa yang ada terkesan kurang sesuai dengan apa yang diharapkan dalam kurikulum 2013. Format penulisan buku siswa belum memperlihatkan secara jelas bagaimana seharusnya guru dalam menerapkan metode saintifik.

Berdasarkan hasil pengamatan penulis selama melaksanakan kurikulum 2013 pada semester gasal tahun pelajaran 2013/2014, setelah membelajarkan beberapa pokok bahasan dalam buku siswa selama satu semester, diperoleh kesimpulan bahwa membelajarkan siswa dengan menggunakan buku siswa belum memberikan hasil yang optimal. Salah satu pokok bahasan matematika yang diajarkan pada siswa SMA kelas X pada semester 2 adalah materi peluang. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru sejawat pengampu materi peluang, siswa mengalami banyak kesulitan dalam memahami konsep peluang jika menggunakan buku siswa tersebut. Siswa kurang termotivasi dan kurang tertantang dalam belajar dan mengetahui lebih jauh dalam pembelajaran. Kemauan dan kemampuan menanya dan kolaborasi dengan teman-temannya sangat minim, sehingga buku tersebut sulit menginspirasi guru untuk membuat siswa lebih aktif dan kreatif.

Dari masalah-masalah yang dikemukakan di atas, terbukti bahwa jika hanya menggunakan buku siswa dalam pembelajaran, belum bisa memahamkan siswa untuk materi yang diajarkan dan kompetensi siswa yang diharapkan sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yaitu mampu berpikir kritis, terampil dan kreatif belum bisa tercapai. Berdasarkan alasan itulah maka mendorong peneliti untuk mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan dan harapan dalam kurikulum 2013.

Modul adalah bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metoda, dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri. Menurut Prastowo (2011:108) pembelajaran dengan menggunakan modul bertujuan: “1)

siswa mampu belajar secara mandiri atau dengan bantuan guru seminimal mungkin. 2) peran guru tidak mendominasi dan tidak otoriter dalam pembelajaran. 3) melatih kejujuran siswa, 4) mengakomodasi berbagai tingkat dan kecepatan belajar siswa, 5) siswa dapat mengukur sendiri tingkat penguasaan materi yang dipelajari”.

Agar dalam proses pembelajaran siswa terlibat aktif, dan memiliki pengalaman langsung, maka modul harus dikemas dalam pembelajaran berbasis konstruktivis yang memberikan peluang kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dan menumbuhkembangkan sikap ilmiah, yaitu dengan model pembelajaran inkuiri. Menurut Bruner (Dahar, 2011:79) siswa hendaknya belajar melalui partisipasi aktif dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip agar mereka memperoleh pengalaman serta melakukan eksperimen-eksperimen sehingga mereka menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip itu sendiri. Siswa juga perlu diberi kesempatan berperan sebagai pemecah masalah seperti yang dilakukan para ilmuwan. Dengan cara tersebut diharapkan siswa mampu memahami konsep-konsep dalam bahasa mereka sendiri.

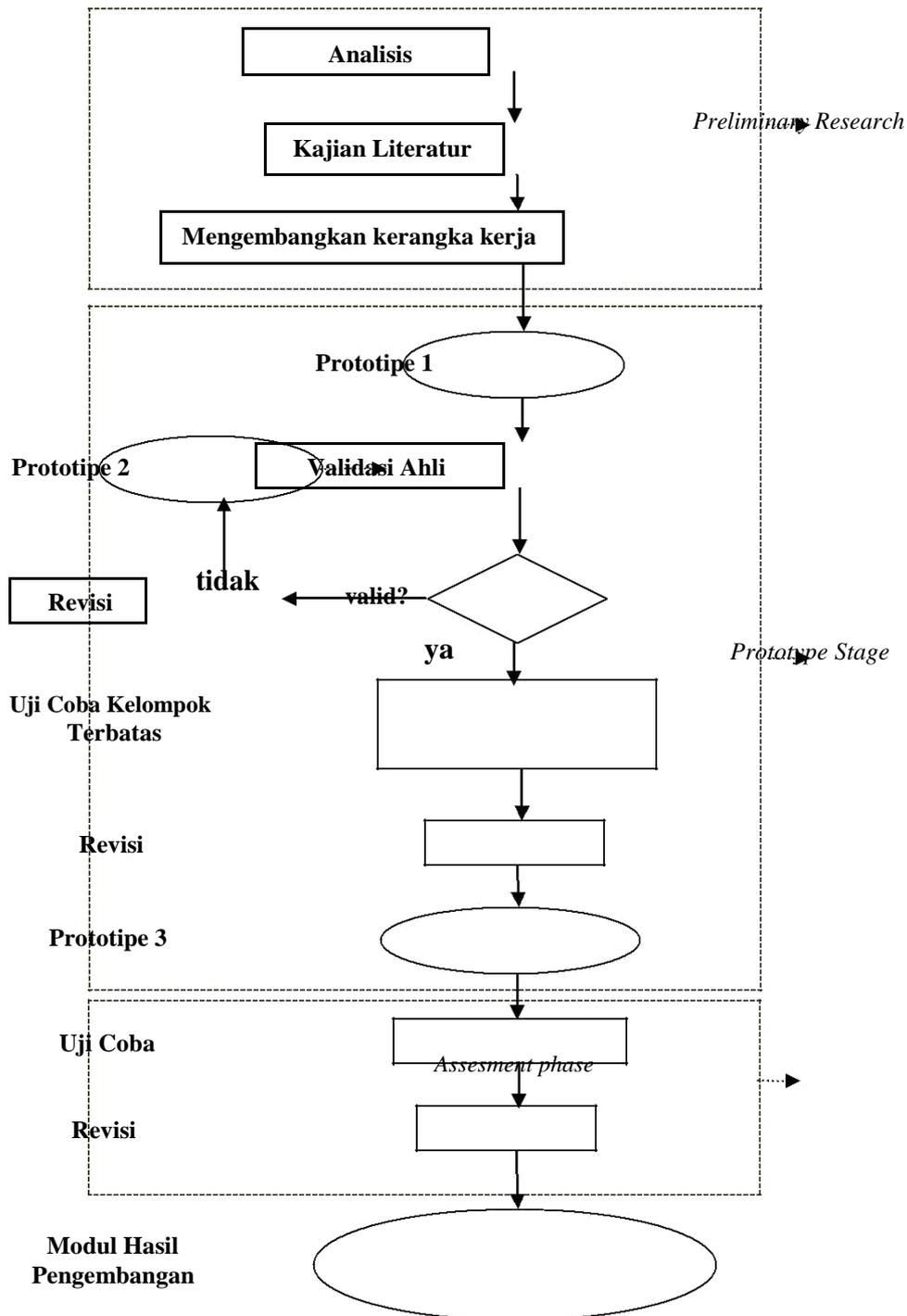
Pembelajaran inkuiri merupakan salah satu pendekatan mengajar yang berusaha meletakkan dasar dan mengembangkan cara berpikir ilmiah. Pendekatan ini menempatkan siswa lebih banyak belajar sendiri, mengembangkan kreativitas dalam memecahkan masalah (Sagala, 2003:196). Definisi di atas mensyaratkan bahwa pendekatan inkuiri memposisikan siswa sebagai pembelajar. Siswa memiliki kebebasan mengembangkan kreativitas dalam belajar. Peran guru dalam pendekatan inkuiri adalah pembimbing belajar dan fasilitator. Tugas utama guru adalah memilih masalah untuk dipecahkan siswa, dan menyediakan sumber belajar bagi siswa dalam rangka pemecahan masalah (Sagala, 2003:196).

Menurut Martinello dan Cook (2000) Inkuiri adalah suatu proses belajar dimana siswa selalu aktif menyelidiki segala permasalahan dengan cara bertanya dan mencari sendiri atas pertanyaan tersebut proses ini ditandai dengan tindakan seperti mencari permasalahan, mencari jawaban atas permasalahan, mengeksplorasi dan menyelidiki.

“Inquiry is a process by which children actively investigate their world through questioning and seeking answers to their questions. This process is characterized by action such as probing, searching, exploring and investigating.”

2. Metode

Penelitian dan pengembangan modul pembelajaran berbasis inkuiri ini menggunakan model pengembangan Plomp (2009) yang terdiri dari tiga tahap yaitu (1) Penelitian Awal (*Preliminary Research*), bertujuan untuk melakukan observasi awal tentang hal-hal yang berkaitan dengan pengembangan modul pembelajaran berbasis inkuiri, (2) Perancangan Prototipe (*Prototyping Stage*), yaitu dengan mengembangkan modul serta melakukan evaluasi formatif, dan (3) Tahap penilaian (*assessment phase*), yaitu dengan melakukan evaluasi sumatif atau semi sumatif, memberikan kesimpulan apakah modul pembelajaran dapat memecahkan masalah sesuai yang diharapkan, serta melakukan revisi modul berdasarkan kesimpulan dan masukan sehingga dihasilkan modul pembelajaran (Modul Hasil Pengembangan). Bagan aktivitas pengembangan dalam penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahap-Tahap Pengembangan Bahan Ajar Siswa

Prototipe yang dikembangkan melalui studi pendahuluan diuji validitasnya oleh dosen Universitas Negeri Malang sebagai pakar atau ahli bahan ajar yang bergelar doktor, dan oleh dua orang guru matematika SMAN 2 Malang sebagai praktisi yang punya pengalaman mengajar lebih dari 10 tahun atau bergelar magister dalam pendidikan matematika.

Data validasi terdiri atas data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif merupakan skor-skor yang diperoleh dari validator dengan menggunakan skala yang mencakup aspek kepraktisan dan keefektifan modul. Sedangkan data kualitatif berupa saran, komentar, dan kritik baik secara tertulis maupun lisan. Data validasi baik kuantitatif maupun kualitatif digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan revisi demi penyempurnaan modul (prototipe 2).

Tabel 1. Aspek yang diukur, Instrumen, Data yang diamati, dan Responden

Aspek yang diukur	Instrumen	Data yang diamati	Responden
Kevalidan bahan ajar	Lembar validasi	Kevalidan bahan ajar, RPP, tes, lembar observasi dan angket	Ahli dan Praktisi
Kepraktisan bahan ajar	Lembar observasi	Keterlaksanaan bahan ajar	Observer
Keefektifan bahan ajar	Lembar observasi Angket Tes	Aktivitas siswa, aktivitas guru Respon siswa, tanggapan siswa Penguasaan materi	Observer Subjek uji coba Subjek uji coba

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil validasi tiga validator, diperoleh skor rata-rata seluruh aspek (V_a) adalah 3,31. Menurut kriteria kevalidan yang telah ditetapkan, maka prototype modul dapat dikatakan valid. Hal ini berarti modul layak digunakan, dengan memperhatikan beberapa masukan berupa saran dan komentar dari validator. Hasil uji coba juga menunjukkan bahwa bahan ajar hasil pengembangan peneliti sudah efektif. Skor tes hasil belajar siswa yang menggunakan bahan ajar buatan peneliti ini mencapai 88,21 (dari maksimal 100), dan sekitar 96,43% siswa tingkat penguasaan modulnya baik, hal ini berarti bahwa bahan ajar tersebut mudah digunakan dan dipahami.

Pelaksanaan ujicoba ini juga diamati oleh dua orang guru matematika SMA Negeri 2 Malang. Hasil pengamatan mereka menunjukkan bahwa guru dan siswa tertib mengikuti langkah-langkah pembelajaran sebagaimana yang tertulis di dalam bahan ajar tersebut. Ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran tersebut betul-betul menjadi pemandu siswa belajar. Karena bahan ajar tersebut disusun dengan pendekatan inkuiri yang disesuaikan dengan aktivitas saintifik, maka siswa belajar menemukan sendiri konsep berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan secara berkelompok, selain itu siswa juga belajar dengan menggunakan pendekatan saintifik. Siswa belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan.

Pendekatan saintifik yang dimanfaatkan dengan baik dalam pembelajaran dalam uji coba ini berpengaruh besar terhadap hasil belajar siswa. Pengalaman belajar dengan menggunakan pendekatan saintifik ini membantu siswa berpikir ilmiah dan melakukan penalaran dengan baik. Hal ini menjadikan mereka terbiasa membuat hubungan antara informasi yang satu dengan informasi yang lain, dan akan membantu kemampuan bernalar mereka (Rustaman, 2005). Kegiatan presentasi yang dilakukan siswa dalam sesi mengomunikasikan juga membantu siswa belajar lebih efektif. Dengan mengomunikasikan idenya, siswa memperoleh pemahaman yang jauh lebih tinggi dari sekedar mendengar orang lain menjelaskan sesuatu kepadanya. Ini sesuai dengan pendapat Ramdani (2012) yang menyatakan bahwa mengomunikasikan ide mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, dan menuntut mereka benar-benar mengerti tentang apa yang dikomunikasikannya.

4. Kesimpulan dan Saran

Peneliti telah berhasil mengembangkan bahan ajar pembelajaran inkuiri yang memenuhi prinsip-prinsip pendekatan saintifik. Bahan ajar ini telah dinilai valid oleh pakar dan praktisi, serta efektif ketika diujicobakan. Menurut siswa, beberapa hal yang menarik dari bahan ajar ini adalah sebagai berikut: (1) Modul pembelajaran dapat digunakan sebagai sumber belajar siswa dalam pembelajaran menggunakan pendekatan inkuiri. (2) Modul pembelajaran disusun untuk kepentingan siswa, sehingga strukturnya disesuaikan dengan karakteristik siswa. (3) Modul pembelajaran disusun untuk membimbing siswa dalam mengkonstruksi pemahamannya terhadap materi yang disajikan di dalamnya. (4) Modul pembelajaran memberi ruang bagi pengguna untuk menuangkan ide dan gagasannya. (5) Modul pembelajaran memberi kesempatan kepada siswa untuk berlatih menyelesaikan soal secara mandiri melalui soal evaluasi dan uji kompetensi.

Oleh karena itu, sangat disarankan agar guru berkenan menggunakan bahan ajar ini dalam pembelajaran inkuiri di kelasnya, dan mengembangkan bahan ajar lain yang masih diperlukan. Namun demikian, terdapat beberapa kekurangan dalam bahan ajar ini, antara lain (1) Membutuhkan waktu yang cukup lama karena harus melakukan percobaan sehingga kadang-kadang membuat siswa jenuh, (2) Modul disusun berdasarkan analisis masalah pembelajaran dan analisis karakteristik siswa dalam pembelajaran di SMA Negeri 2 Malang, sehingga keberadaannya hanya sesuai dengan karakteristik siswa SMA Negeri 2 Malang. Karena itu, peneliti menyarankan agar selain diterapkan oleh peneliti, ujicoba penerapan bahan ajar ini hendaknya juga dilakukan oleh orang lain yang tidak mengikuti proses pembuatannya baik yang berada dalam satu sekolah maupun sekolah lain.

Daftar Pustaka

- Dahar, R.W. 2011. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga Depdiknas.
2010. *Juknis Pengembangan Bahan Ajar SMA*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.
- Dyer, J., H. G., & C. Christensen. 2009. The Innovators DNA. *Harvard Business Review*: 61-67.
- Kemdikbud. 2013. *Pengembangan Kurikulum 2013. Paparan Mendikbud dalam Sosialisasi Kurikulum 2013*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- Martinello, M. L. & Cook, G. E. 2000. *Interdisciplinary Inquiry in Teaching and Learning*, 2nd Ed. Upper Saddle River, New York: Merrill.
- Plomp, T (ed). 2009. *An Introduction to Educational Design Research*. Euschede, Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta. Diva Press.
- Ramdani, Y. 2012. Pengembangan Instrumen dan Bahan Ajar untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi, Penalaran, dan Koneksi Matematis dalam Konsep Integral. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 13(1), 44-52.
- Rustaman, N. Y. 2005. Perkembangan Penelitian Pembelajaran Berbasis Inkuiri dalam Pendidikan Sains. Makalah dipresentasikan dalam Seminar II Himpunan Ikatan Sarjana dan Pemerhati Pendidikan IPA Indonesia Bekerjasama dengan FPMIPA. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung (pp. 22-23).
- Sagala, S. 2003. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.

VALIDITAS PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PEMECAHAN MASALAH UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VII SMP

Tomi Tridaya Putra¹, Armiati² dan Irwan³

¹ Mahasiswa S2 Pascasarjana FMIPA UNP

Email: tomi_tridaya@ymail.com

² Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Email: armiati_math_unp@yahoo.co.id

³ Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Email: irwan.math.165@gmail.com

***Abstract.** Mathematical learning which is implemented at school, should engage the students to be active. But the students's active involvement can still be improved. One of the ways is to provide learning equipments. However the Lesson Plan and Student's Worksheet still are not appropriate for 2013 Curriculum. Therefore, is design a development research for problem solving-based learning. The research aims to design a valid, practical and affective learning equipments in the form of Lesson Plan and Student's Worksehhet based on mathematics problem solving for Junior High School grade VII. His development research is conducted using part of Plomp development model. Plomp development model consisted of three phase, the are preliminary research, development or prototyping phase and assesment phase. Development is carried out in this study until the development or prototyping phase is to produce a valid learning equipments. Based on the implementation, obtained the problem solving based on Lesson Plan dan Student's Worksheet for Junior High School grade VII is valid. Learning equipments is said to be valid because it has been appropriated with the lesson and learning activities with problem solving based.*

Keywords: learning equipments, problem-solving

1. Pendahuluan

Prangkat pembelajaran matematika yang tersedia di sekolah saat ini pada umumnya masih belum dapat mengarahkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran yang dilaksanakan masih terpaku kepada buku teks. Materi pembelajaran hanya difokuskan pada penyelesaian soal, sementara soal-soal yang diberikan guru kepada peserta didik belum memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan pemecahan masalahnya. Soal tersebut diambil dari buku teks tanpa dianalisis terlebih dahulu apakah soal tersebut dapat mengembangkan kemampuan berpikir dan pemecahan masalah peserta didik atau tidak. Soal yang paling banyak dimunculkan dan dibahas adalah soal ujian nasional atau soal yang sejenis dengan soal ujian nasional yang pada umumnya belum dapat mendorong berkembangnya kemampuan berpikir dan pemecahan masalah peserta didik. RPP dan LKPD yang tersedia juga belum sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013. Salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013 adalah pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan saintifik.

Berdasarkan masalah-masalah yang telah dinyatakan di atas, maka perlu dikembangkan perangkat pembelajaran matematika yang kegiatannya memberi kesempatan kepada peserta didik kelas VII SMP membangun sendiri konsep pembelajaran dan mengembangkan kemampuan berpikir dan pemecahan masalahnya melalui pemecahan masalah. Oleh karena itu, dirancang perangkat pembelajaran

berbasis pemecahan masalah untuk peserta didik kelas VII SMP. Masalah yang disajikan dalam pembelajaran merupakan suatu stimulus yang dapat mendorong potensi kreativitas peserta didik terutama dalam hal pemecahan masalah. Kreativitas yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran berbasis masalah ini bukan hanya aspek kognitifnya saja (kemampuan berpikir kreatif) tetapi juga diharapkan dapat dikembangkan aspek non-kognitif dari kreativitas yakni kepribadian kreatif dan sikap kreatif peserta didik. Hal ini sesuai dengan pendapat Torrance yang menyatakan model pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah merupakan suatu pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan potensi yang dimiliki oleh peserta didik, salah satunya adalah kreativitas peserta didik¹.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pemecahan masalah yang valid untuk peserta didik kelas VII SMP. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pemecahan masalah yang valid untuk peserta didik kelas VII SMP. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi guru dan peserta didik sebagai tambahan perangkat pembelajaran yang dapat digunakan pada pembelajaran matematika di sekolah. Hasil penelitian ini berupa RPP yang dirancang mengikuti langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah dan LKPD yang dirancang sesuai dengan langkah-langkah pemecahan masalah. RPP dan LKPD yang dikembangkan dibatasi pada materi perbandingan untuk kelas VII SMP.

Pemecahan masalah (*problem solving*) adalah suatu proses mencari solusi terhadap tantangan permasalahan yang diberikan berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diketahui. Langkah-langkah pemecahan masalah antara yaitu memahami masalah, menyampaikan informasi yang diketahui, menyampaikan ide dan menyusun rencana pemecahan masalah, melaksanakan pemecahan masalah dan mengevaluasi proses pemecahan masalah². Sementara itu masalah yang digunakan harus memenuhi syarat antara lain masalah tersebut harus autentik atau belum biasa bagi peserta didik, jelas dan mudah dipahami, luas dan terkait dengan bidang lain, memiliki lebih dari satu cara penyelesaian atau lebih dari satu solusi serta sesuai dengan kehidupan sehari-hari peserta didik dan bermanfaat².

Model pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*) adalah model pembelajaran yang langkah pembelajarannya diawali dengan mengajukan masalah. Langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah menurut M. Ibrahim dan M. Nur yaitu orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisir peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya dan menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah³.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci mengacu pada silabus, buku teks pelajaran, dan buku panduan guru. Sedangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah salah satu jenis bahan ajar yang membantu peserta didik pada proses pembelajaran. LKPD berisi langkah-langkah kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk menemukan konsep pembelajaran dan latihan-latihan⁴.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini, model pengembangan yang digunakan diadaptasi dari Model Plomp. Model Plomp terdiri dari tiga fase, yaitu fase investigasi awal

(*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan *Prototype* (*development or prototyping phase*), dan fase penilaian (*assessment phase*)⁵. Pada fase pertama atau fase investigasi awal dilaksanakan analisis kebutuhan dan konteks (*need and context analysis*). Fase kedua atau fase pembuatan *Prototype* dilaksanakan kegiatan perancangan, pengembangan dan evaluasi formatif (*design, development and formative evaluation*). Langkah-langkah evaluasi formatif dimulai dari Evaluasi sendiri (*self-evaluation*), tinjauan ahli (*expert review*), evaluasi satu-satu (*one-to-one evaluation*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*) dan uji lapangan (*field test*). Selanjutnya pada fase ketiga atau fase penilaian (*assessment phase*) dilaksanakan evaluasi semi sumatif (*semi-summative evaluation*) berupa tes hasil belajar. Pengembangan yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah hingga fase pembuatan *Prototype* untuk menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah daftar pertanyaan wawancara, angket dan lembar validasi. Sebelum digunakan, masing-masing instrumen divalidasi oleh pakar. Instrumen yang telah valid yang digunakan dalam penelitian. Data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan jenis data. Data kualitatif dianalisis dengan cara kualitatif dan data kuantitatif dianalisis dan dikategorikan sehingga dapat diambil kesimpulannya secara kualitatif.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut diuraikan hasil yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan beserta proses pelaksanaannya.

a. Fase Investigasi Awal

Fase investigasi awal dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk dan karakteristik perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Fase ini dilaksanakan beberapa kegiatan antara lain analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik.

Berdasarkan analisis kebutuhan diperoleh informasi bahwa RPP dan LKPD yang telah ada perlu disempurnakan agar sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013. Agar RPP dan LKPD tersebut dapat membantu guru dan peserta didik dalam pembelajaran dan hasil belajar peserta didik dapat diperoleh dengan maksimal. Selain itu LKPD juga perlu dilengkapi dengan masalah dan kegiatan-kegiatan peserta didik dalam memecahkan masalah tersebut sehingga dapat membantu peserta didik memahami materi yang dipelajari. LKPD juga perlu berisi soal-soal latihan pemecahan masalah agar peserta didik dapat berlatih mengembangkan kemampuan berpikir kreatifnya.

Berdasarkan analisis kurikulum, diketahui bahwa terdapat empat materi pada semester I yaitu bilangan, himpunan, perbandingan dan garis dan sudut. Materi yang diambil untuk pengembangan perangkat pada penelitian ini adalah materi perbandingan. Materi tersebut dipilih karena materi perbandingan cocok dipelajari dengan pembelajaran berbasis masalah.

Pada tahap analisis konsep dilaksanakan kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang akan dipelajari oleh peserta didik. Materi tersebut disusun secara hirarkis. Materi utamanya adalah perbandingan dengan sub-materi menemukan konsep perbandingan, menentukan perbandingan dua besaran dengan satuan yang berbeda, menyelesaikan masalah proporsi, menyelesaikan masalah perbandingan berbalik nilai dan menyelesaikan masalah skala.

Berdasarkan analisis peserta didik dapat disimpulkan bahwa peserta didik belum terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Banyak peserta didik yang belum mengikuti pembelajaran dengan maksimal, hal ini ditandai dengan banyaknya peserta didik yang melaksanakan aktivitas lain selain dari aktivitas pembelajaran. Peserta didik juga berpendapat bahwa pembelajaran yang dilaksanakan belum memberi kesempatan pada peserta didik untuk terlibat secara aktif. Informasi lain yang diperoleh adalah peserta didik telah menggunakan LKPD, namun LKPD tersebut belum membantu peserta didik untuk memahami materi secara maksimal. Materi dalam LKPD disajikan secara langsung dan dilanjutkan dengan latihan. Menurut peserta didik tampilan LKPD juga belum menarik sehingga perlu diberikan variasi agar lebih menarik. Peserta didik menginginkan LKPD yang menarik dan berwarna.

b. Fase Pengembangan

Tujuan dari pengembangan ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran matematika untuk peserta didik kelas VII SMP pada materi perbandingan berbasis pemecahan masalah yang valid, praktis dan efektif. Adapun tahap-tahap yang dilaksanakan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika untuk peserta didik kelas VII SMP pada materi perbandingan berbasis pemecahan masalah yang valid, praktis dan efektif adalah sebagai berikut.

Setelah indikator pembelajaran dirumuskan, serta konsep utama ditetapkan melalui analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik yang dilaksanakan pada tahap investigasi awal, maka dapat dirancang perangkat pembelajaran sesuai dengan yang dibutuhkan. Berikut ini akan diuraikan karakteristik RPP dan LKPD berbasis pemecahan masalah yang dirancang.

1) Perancangan RPP

RPP dirancang dengan berpedoman pada panduan penyusunan RPP yang terdapat dalam Permendikbud nomor 103 tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah. RPP yang dikembangkan disusun berdasarkan KI, KD yang terdiri dari beberapa indikator. Komponen yang terdapat dalam RPP sama dengan RPP yang ada yaitu memuat identitas RPP, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, pendekatan dan metode pembelajaran, kegiatan pembelajaran, sumber belajar dan penilaian.

Kegiatan pembelajaran, terdiri dari tiga tahap yaitu pendahuluan, inti dan penutup. Pada kegiatan pendahuluan terdapat kegiatan membuka pembelajaran, apersepsi dan motivasi. Pada kegiatan inti terdapat kegiatan yang sesuai dengan fase-fase pembelajaran berbasis masalah dan langkah-langkah pendekatan saintifik. Fase-fase kegiatan model pembelajaran berbasis masalah tersebut adalah orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisir peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya dan menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Sedangkan langkah pendekatan saintifik meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar atau mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Pada kegiatan penutup terdapat kegiatan menyimpulkan pembelajaran dan mengarahkan untuk pertemuan berikutnya.

2) Perancangan LKPD

LKPD matematika berbasis pemecahan masalah ini memiliki ukuran 21 cm x 29,7 cm (ukuran kertas HVS A4). Ukuran ini dipilih karena menyesuaikan dengan ukuran

LKPD yang biasa digunakan oleh peserta didik. Selain itu, karena akan disertai dengan kolom-kolom isian yang harus diisi oleh peserta didik, ukuran yang besar akan mempermudah peserta didik untuk bekerja. Jenis tulisan yang digunakan dalam LKPD ini adalah *Comic Sans MS*. Jenis huruf *Comic Sans MS* dipilih karena tulisan jenis ini tidak terlalu formal dan akan tetap terlihat jelas meskipun dibuat kecil. Sedangkan ukuran huruf yang digunakan adalah 11-44. Ukuran huruf tergantung posisi tulisan dalam LKPD. Penyajian LKPD memuat kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan LKPD, kompetensi dasar, kegiatan peserta didik, informasi, soal-soal latihan dan daftar pustaka. Kegiatan pembelajaran LKPD diawali dengan menyajikan masalah yang harus diselesaikan oleh peserta didik. Langkah pemecahan masalah pada LKPD akan dilaksanakan oleh peserta didik dengan mengikuti perintah dalam LKPD. Dengan melaksanakan kegiatan tersebut diharapkan peserta didik tertantang dan dilatih untuk memecahkan masalah. Adapun bagian-bagian LKPD yang dikembangkan sama dengan LKPD yang ada, namun perbedaannya adalah pada tampilan dan kegiatan pembelajaran.

Bagian *cover* LKPD dilengkapi gambar ilustrasi yang menggambarkan materi pembelajaran. *Cover* tersebut dibuat dengan tampilan warna yang menarik. LKPD juga dilengkapi kata pengantar, daftar isi dan petunjuk penggunaan LKPD. Petunjuk berisi panduan untuk peserta didik dalam menggunakan LKPD.

Kegiatan pembelajaran pada LKPD diawali dengan mengajukan masalah. Masalah yang disajikan adalah masalah yang dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Masalah tersebut harus dipahami oleh peserta didik. Setelah dipahami, peserta didik harus mencari pemecahan dari masalah tersebut dengan melaksanakan kegiatan-kegiatan yang harus dipandu oleh LKPD. Melalui langkah-langkah tersebut peserta didik akan menemukan suatu konsep dan peserta didik diminta untuk mengambil kesimpulan dari proses pemecahan yang telah dilaksanakannya dan menarik kesimpulan.

Setelah masalah akan ada informasi yang dapat dibaca oleh peserta didik dan dibandingkan dengan masalah dan proses pemecahan yang telah dilaksanakannya. Peserta didik dapat memperbaiki jika ada kekeliruan atau kesalahan yang dilaksanakannya pada langkah pemecahan masalah berpedoman pada informasi tersebut. Dalam memecahkan masalah peserta didik diminta untuk berdiskusi dalam kelompok. Proses pemecahan masalah diawali dengan menuliskan informasi yang diketahui dari masalah, mengidentifikasi langkah-langkah pemecahan yang akan dilaksanakan, melaksanakan pemecahan dan menarik kesimpulan. Pada bagian akhir LKPD akan ada latihan yang harus dikerjakan oleh peserta didik secara individu. Dalam mengerjakan latihan peserta didik tidak lagi dipandu, namun harus dapat membuat penyelesaian masalah dengan jalan pikirannya sendiri.

Halaman kegiatan pembelajaran ditampilkan dengan penuh warna. *Background* utama yang digunakan adalah kombinasi antara warna putih dan biru. Setiap masalah yang diberikan juga dilengkapi dengan gambar ilustrasi yang menarik dan berwarna. Ilustrasi yang diberikan berkaitan dengan setiap masalah yang disajikan. Sementara itu jenis huruf yang digunakan pada masalah adalah *Comic Sans MS* dengan ukuran 12-18. Tulisan pada kegiatan berwarna hitam dan pada judul pembelajaran diberi warna dengan berbagai kombinasi antara lain biru, hijau, merah, ungu dan jingga. Bagian judul materi dibuat dengan jenis huruf *Clarendon Blk BT* dengan ukuran 22 dan warna hijau.

Soal latihan, disajikan setelah selesai kegiatan pembelajaran pada suatu materi. Soal yang diberikan berupa masalah yang harus diselesaikan oleh peserta didik secara individu untuk menambah pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam

memecahkan masalah terkait materi yang telah dipelajari. Tampilan soal latihan dari segi warna sama dengan pada masalah atau kegiatan pembelajaran.

LKPD juga dilengkapi dengan Daftar pustaka berisikan sumber bahan rujukan yang digunakan untuk membuat LKPD matematika berbasis pemecahan masalah. Daftar pustaka juga tidak diberi warna dan hanya berwarna putih dengan abu-abu.

3) Evaluasi Sendiri Perangkat Pembelajaran

Evaluasi sendiri padaperangkat pembelajaran dilaksanakan untuk melihat apakah masih ada kesalahan yang dibuat saat membuat perangkat pembelajaran. Hal-hal yang diperhatikan pada evaluasi sendiri antara lain kejelasan tulisan, kesalahan pengetikan, kesalahan penggunaan istilah, kejelasan gambar dan kesalahan penggunaan tanda baca.

a) Evaluasi Sendiri RPP

Setelah dilaksanakan evaluasi sendiri, ditemukan beberapa kesalahan yang terdapat pada RPP. Kesalahan tersebut kemudian diperbaiki.

b) Evaluasi Sendiri LKPD

Setelah dilaksanakan evaluasi sendiri, ditemukan beberapa kesalahan yang terdapat pada LKPD. Kesalahan tersebut kemudian diperbaiki.

4) Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang telah selesai dirancang dan dievaluasi sendiri dilakukan validasi. Validasi ini dilaksanakan oleh ahli yang kompeten di bidang masing-masing. RPP dan LKPD divalidasi oleh lima orang ahli yang terdiri dari tiga orang ahli pendidikan matematika, satu orang ahli bahasa, dan satu orang ahli teknologi pendidikan.

RPP dan LKPD divalidasi oleh kelima ahli tersebut. Validasi RPP oleh kelima ahli mencakup semua aspek, namun untuk LKPD ahli matematika memvalidasi aspek isi dan penyajian, ahli bahasa memvalidasi aspek bahasa sedangkan ahli teknologi pendidikan memvalidasi aspek kegrafikaan.

a) Hasil Validasi RPP

Selama proses validasi RPP terdapat beberapa revisi yang dilaksanakan berdasarkan saran-saran dari validator. Setelah dilihat berbagai masukan dan saran dari validator, dilaksanakan perbaikan pada RPP berdasarkan saran dari validator tersebut. Diantara saran validator tersebut terdapat beberapa saran yang sama yaitu saran tentang perbaikan langkah-langkah kegiatan pembelajaran. Perbaikan yang dilaksanakan adalah langkah-langkah kegiatan pembelajaran dibuat lebih operasional.

Saran validator lainnya adalah agar ringkasan materi pembelajaran yang disajikan dihilangkan. Pada materi pembelajaran RPP, dituliskan ringkasan materi.

Setelah dilaksanakan perbaikan berdasarkan saran dari validator, RPP divalidasi kembali oleh validator. Secara keseluruhan RPP yang dikembangkan dikatakan sangat valid dengan rata-rata 3,32. Jadi, dapat disimpulkan bahwa RPP matematika berbasis pemecahan masalah untuk peserta didik kelas VII SMP telah valid.

b) Hasil Validasi LKPD

LKPD divalidasi oleh lima orang ahli yang memvalidasi sesuai dengan keahlian masing-masing. Selama proses validasi, terdapat beberapa saran untuk merevisi LKPD. Selanjutnya LKPD direvisi berdasarkan saran-saran dari validator tersebut.

Berdasarkan masukan dari validator, maka dilaksanakan revisi terhadap LKPD. Sebelum divalidasi masih ada masalah pada LKPD yang belum sesuai. Perbaikan yang dilaksanakan pada LKPD berdasarkan saran dari validator adalah masalah yang belum sesuai tersebut diganti. Perbaikan pada masalah tersebut juga diikuti dengan perbaikan gambar ilustrasi yang digunakan.

Saran lain dari validator adalah agar pada setiap langkah kegiatan harus diberikan perintah yang jelas kepada peserta didik agar peserta didik paham terhadap perintah tersebut dan dapat mengerjakan kegiatan seperti yang diharapkan. Setelah diperbaiki masalah dan perintahnya, selanjutnya perintah kegiatan menjadi lebih jelas dan mudah dipahami. Bagian yang juga diperbaiki pada LKPD adalah penempatan posisi KD. Sebelum perbaikan posisi KD pada LKPD ditampilkan sebelum judul materi. Saran validator dari segi bahasa salah satunya adalah mengganti bahasa pada petunjuk penggunaan LKPD. Saran validator dari segi kegrafika-an salah satunya adalah mengurangi gambar pada *cover*.

Setelah dilaksanakan perbaikan pada LKPD, selanjutnya LKPD kembali diserahkan pada ahli untuk divalidasi. Berdasarkan validasi diperoleh bahwa pada aspek penyajian dan kelayakan isi, LKPD memperoleh nilai validitas 3,31 atau pada kategori sangat valid. Jadi dapat dikatakan bahwa LKPD yang dikembangkan telah valid dari segi penyajian dan kelayakan isi. Selanjutnya hasil validasi LKPD oleh ahli teknologi pendidikan diperoleh nilai validitasnya 3,40 yang berada pada kategori sangat valid. Hal ini menyatakan bahwa LKPD telah valid dari segi kegrafikaan. Sementara itu nilai validasi LKPD oleh ahli bahasa adalah 3,60 yang berada pada kategori sangat valid. Maka diketahui bahwa pada aspek kegrafikaan, LKPD yang dikembangkan telah valid. Secara keseluruhan, rata-rata nilai validitas LKPD dari kelima validator adalah 3,38 yang berada pada kategori sangat valid. Sehingga dapat disimpulkan bahwa LKPD matematika berbasis pemecahan masalah untuk peserta didik kelas VII SMP yang dikembangkan valid.

4. Kesimpulan

Berdasarkan proses pengembangan yang telah dilaksanakan, maka diperoleh hasil berupa perangkat pembelajaran matematika berbasis pemecahan masalah untuk materi perbandingan kelas VII SMP semester I berupa RPP dan LKPD yang valid, praktis dan efektif.

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disarankan perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah untuk materi perbandingan kelas VII SMP semester I berupa RPP dan LKPD yang dikembangkan telah valid, praktis dan efektif dapat digunakan pada pembelajaran matematika di sekolah serta diharapkan ada uji coba lanjutan di sekolah lain untuk melihat praktikalitas dan efektivitas yang lebih luas terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ratnaningsih. 2003. "Pengembangan Kemampuan Berpikir Matematik Siswa SMU Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah". *Tesis*. Program Pasca-sarjana UPI.
- [2] Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam pembelajaran Abad 21: Kunci Sukses Implementasi Kurikulum 2013*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [3] Rusman. 2012. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Depok: PT. Rajagrafindo Persada.

- [4] Refnywidualistuti. 2012. “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi pecahan di kelas IV SDN 14 Pematang Panjang Kecamatan Sijunjung”. *Tesis*. Program Pascasarjana UNP.
- [5] Plomp, T. dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enschede: Netherland Institute for Curriculum Development (SLO).

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS STRATEGI ACE PADA MATERI RELASI FUNGSI DAN PERSAMAAN GARIS LURUS UNTUK KELAS VIII SMP

Fitria Pratama Ningsih*), Yerizon dan Hendra Syarifuddin**)

*)Mahasiswa Pendidikan Matematika Pascasarjana UNP, email: bleckcuite@gmail.com

**) Staf Pengajar Pascasarjana UNP

Abstract. The learning equipments are used at school at this time such as lesson plan and worksheet have not optimized yet to help student developing their comprehension. So, it need the development of mathematics learning tools which are able to give chance for student to construct their knowledge. In this research, we developed the learning tools based on ACE and it was estimate to reach the goal. The aim is to create the validation, practical and effective new mathematics learning tools based on ACE. This development research is using plom model, that consist of 3 steps: they are preliminary, prototyping and assessment. The learning tools are using student worksheet and lesson plan. The subject of this research is the VIII grade of Junior High School number 12 Padang. The validation of this learning tools was done by expert of mathematics, education technology, and language. The practicality of this learning tools have seen from observation of learning implementation, the questionnaire practicality by student and teachers and interviewed by students. The effectiveness can be seen from the result of student achievement and the collected data was analyzed descriptively.

Kata Kunci: ACE, Lesson Equipments, Mathematics Communication Ability

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan ujung tombak dalam mempersiapkan sumber daya manusia (SDM) yang handal, karena pendidikan diyakini akan dapat mendorong memaksimalkan potensi peserta didik sebagai calon SDM yang handal untuk dapat bersikap kritis, logis dan inovatif dalam menghadapi dan menyelesaikan setiap permasalahan yang dihadapinya. Bila kualitas pendidikan dalam negeri terjamin, tentu pendidikan kita minimal akan menjadi tuan rumah di negaranya sendiri. Oleh karena itu merupakan suatu hal yang logis bila kita harus lebih memperhatikan kualitas pendidikan.

Salah satu mata pelajaran yang selalu diajarkan dalam setiap jenjang pendidikan adalah Matematika. Matematika sebagai salah satu mata pelajaran di sekolah memang sangat memegang peranan penting, karena tujuan pembelajaran matematika adalah terbentuknya kemampuan bernalar pada diri peserta didik yang tercermin melalui kemampuan berpikir kritis, logis, sistematis, dan memiliki sifat objektif, jujur, disiplin dalam memecahkan suatu permasalahan baik dalam bidang matematika, bidang lain, maupun dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu pembelajaran Matematika disekolah diharapkan dapat menjadi salah satu alasan untuk membentuk manusia Indonesia yang berkualitas.

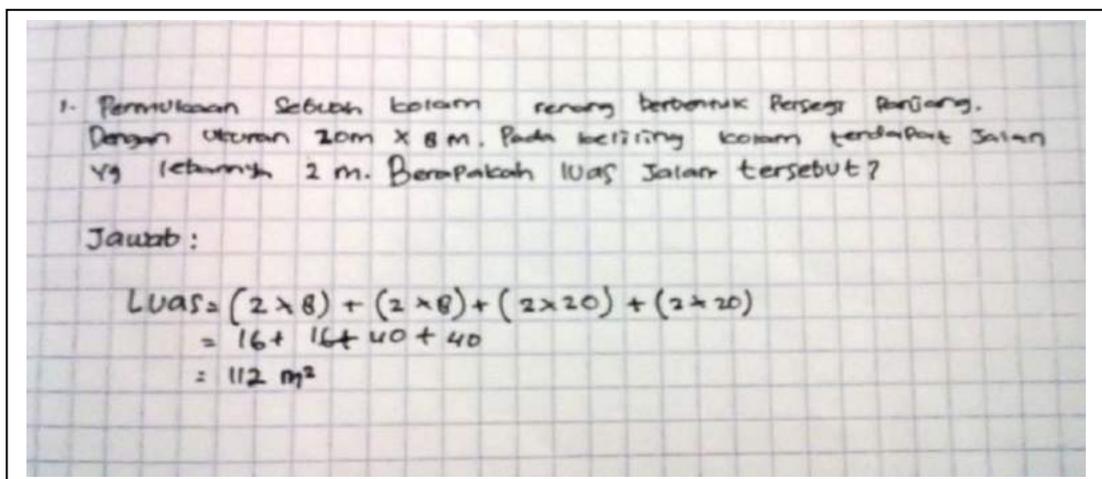
Salah satu usaha pemerintah dalam memperbaiki kualitas pendidikan di Indonesia yaitu dengan memperbaharui kurikulum. Untuk itu pemerintah melakukan perubahan terhadap Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) menjadi Kurikulum 2013. Walaupun kurikulum 2013 telah dicanangkan pelaksanaannya secara lebih luas pada 2014, namun pelaksanaan di lapangan untuk bidang studi matematika kurikulum 2013 belum terlaksana sebagaimana mestinya. Berdasarkan wawancara peneliti dengan

guru matematika dan beberapa peserta didik Sekolah Menengah Pertama (SMP), terungkap bahwa pembelajaran matematika masih cenderung berlangsung satu arah, yaitu dari guru ke peserta didik. Umumnya, pola pembelajaran pada setiap pertemuan yang diterapkan oleh guru masih seperti bagaimana biasanya mereka melaksanakan pembelajaran yaitu dengan menjelaskan materi pelajaran, memberikan contoh-contoh penerapan, memberikan latihan, dan di akhir pembelajaran guru memberikan pekerjaan rumah (PR).

Pada pembelajaran ini perhatian guru lebih banyak tercurah pada ketuntasan penyampaian materi. Dampak dari pembelajaran yang berpusat pada guru, adalah sebagian besar peserta didik bersikap pasif dalam mengikuti pembelajaran, mereka tidak mampu/berani untuk mengkomunikasikan gagasan-gagasan yang mereka miliki, hanya satu atau dua orang peserta didik saja yang berani bertanya atau mengemukakan pendapat dalam satu kali pertemuan.

Dengan metode seperti ini jelas pembelajaran yang dilaksanakan kurang bermakna dan tidak jarang suatu konsep hanya dipahami sebagai hafalan. Akibatnya, konsep tersebut mudah dilupakan oleh peserta didik. Semua ini pada akhirnya menyebabkan peserta didik tidak dapat menerapkan dengan baik konsep-konsep yang telah dipelajarinya dalam menyelesaikan soal-soal latihan. Ketidapahaman peserta didik terhadap konsep membuat kemampuan matematis peserta didik jadi rendah. Hal ini terlihat dari uji coba soal yang dilakukan di SMPN 12 Padang kelas VII. Salah satu kemampuan peserta didik yang rendah adalah kemampuan komunikasi matematis.

Rendahnya kemampuan komunikasi matematis peserta didik terlihat dari jawaban peserta didik pada Gambar 1.



Gambar 1. Salah Satu Jawaban Soal Komunikasi Matematis Peserta didik

Pada gambar tersebut terlihat bahwa jawaban peserta didik belum menggambarkan komunikasi yang baik. Salah satu indikator komunikasi yang tidak dipenuhi yaitu menjelaskan ide situasi dan relasi matematika secara lisan atau tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik dan aljabar. Pada gambar tersebut terlihat peserta didik tidak menggambarkan situasi yang ada pada soal. Peserta didik langsung mencari luas jalan dengan mengalikan lebar kolam dengan lebar jalan dan mengalikan panjang kolam dengan lebar jalan lalu menjumlahkannya sehingga jawaban yang diperoleh salah. Peserta didik lupa bahwa pada lebar kolam dan panjang kolam terdapat daerah jalan yang beririsan. Seharusnya peserta didik menggambarkan terlebih dahulu bentuk

kolam dan jalan yang ada disekeliling kolam, sehingga terlihat dengan jelas luas jalan yang akan ditentukan dan peserta didik akan memperoleh jawaban yang benar.

Rendahnya kemampuan komunikasi matematis peserta didik disebabkan oleh beberapa hal diantaranya pembelajaran yang dilakukan guru belum membantu peserta didik dalam memahami konsep dengan baik, peserta didik belum difasilitasi untuk menggali dan menyampaikan ide-ide yang mereka miliki. Peserta didik belum diberi kesempatan untuk mengkonstruksi sendiri pemahamannya terhadap materi yang dipelajari karena materi tersebut langsung disampaikan oleh guru. Akibatnya peserta didik cepat lupa dengan materi yang disampaikan. Guru belum memfasilitasi peserta didik untuk dapat aktif dalam bertanya dan mengkomunikasikan ide-idenya baik secara lisan maupun tulisan. Guru masih kurang mengasah kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Guru kurang mempertimbangkan proses berfikir siswa dalam menemukan jawaban, hal ini terlihat dari latihan pada LKPD yang digunakan kebanyakan tes objektif yang tidak membutuhkan penjelasan jawaban.

Pemilihan bahan ajar yang tepat merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan guru dalam pembelajaran matematika yaitu Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). LKPD yang diharapkan berisi kegiatan-kegiatan yang membantu peserta didik menemukan sendiri prinsip-prinsip dalam matematika. Berisi kegiatan-kegiatan yang dapat menggali ide-ide kreatif peserta didik dalam menemukan konsep Dengan mengeluarkan ide-idenya secara lisan dan tulisan diharapkan komunikasi matematis peserta didik dapat lebih terasah. Dengan kegiatan menemukan sendiri diharapkan konsep tersebut lebih lama tersimpan diingatan peserta didik. LKPD ini diharapkan dapat membantu guru dan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran yang lebih baik. Dapat membuat peserta didik aktif dalam bertanya dan mengkomunikasikan ide-ide mereka. Namun pada kenyataannya LKPD yang digunakan guru di sekolah saat ini hanya memuat materi secara singkat, contoh soal dan soal-soal latihan yang kebanyakan soal objektif. Pada LKPD tersebut perlu ditambahkan kegiatan peserta didik dalam mengkonstruksi pemahaman mereka dan kegiatan menemukan agar peserta didik terlibat langsung dalam pembelajaran, dengan begitu diharapkan materi serta konsep-konsep yang dipelajari akan lebih lama tinggal diingatan peserta didik. LKPD sekolah juga memuat banyak soal dengan tingkat kesulitan dan cara penyelesaian yang hampir sama sehingga peserta didik sedikit bosan dalam mengerjakan.

Pembelajaran matematika yang menyenangkan merupakan harapan setiap peserta didik. Dimana pembelajaran memfasilitasi peserta didik untuk menemukan prinsip dari materi yang dipelajari secara bermakna. Hal ini dapat dilakukan guru dengan merancang suatu kegiatan pembelajaran yang menarik dan mendorong peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya. Salah satu strategi pembelajaran yang dapat diadopsi oleh guru untuk melaksanakan pembelajaran dengan lebih baik dan juga dapat meningkatkan komunikasi matematis peserta didik adalah pembelajaran dengan strategi *Activity, Classroom discussion, dan Exercise (ACE)*. [1]Nurlaelah (2003) mengemukakan bahwa guru dapat menggunakan ACE dalam pembelajaran matematika untuk mengkonstruksi pengetahuan matematika peserta didik. Pembelajaran ini memberikan para peserta didik untuk belajar secara sistematis, efektif dan efisien dalam menghadapi berbagai bahan ajar. Bahan ajar yang dapat dipilih guru dalam pembelajaran ini adalah LKPD.

Pada pembelajaran [2]ACE yang terdiri dari *activity, classroom discussion dan exercise* terdapat kegiatan-kegiatan yang dapat membawa peserta didik untuk

menemukan sendiri prinsip-prinsip pada materi yang sedang dipelajari. Pembelajaran ini juga dapat diterapkan pada kurikulum 2013 karena memuat kegiatan-kegiatan pada pendekatan saintifik. [3] Pada kegiatan *activity* peserta didik mengkonstruksi sendiri pemahaman mereka berdasarkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari yang diberikan oleh guru sesuai dengan materi yang sedang dipelajari. Dalam kegiatan ini kegiatan saintifik yang dapat terlaksana yaitu peserta didik mengamati, menanya dan mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya.

Setelah peserta didik mengumpulkan informasi dari masalah yang diamatinya, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengkomunikasikan dan mendiskusikan temuan-temuan mereka dengan teman sekelas pada kegiatan *classroom discussion*. Hal ini dilakukan agar peserta didik dapat bertukar informasi untuk memperkuat apa yang sudah mereka dapatkan sendiri sehingga pemahaman yang mereka dapat lebih mereka pahami dengan baik. Pada kegiatan diskusi ini kegiatan saintifik yang dilaksanakan yaitu, menanya, mengumpulkan informasi, mengelola informasi dan mengkomunikasikan. Untuk memantapkan pemahaman peserta didik dan mengetahui seberapa jauh pemahaman yang didapat peserta didik, peserta didik diberikan latihan-latihan (kegiatan *exercise*) yang dapat mereka kerjakan di kelas atau di rumah.

Pembelajaran ACE akan lebih maksimal jika guru juga merancang dan menggunakan bahan ajar LKPD. LKPD yang dirancang berbasis ACE memuat langkah-langkah kerja yang dapat digunakan peserta didik dalam mengkonstruksi pemahaman mereka sehingga mereka dapat menemukan konsep dari materi yang sedang dipelajari. Peserta didik diberikan suatu permasalahan yang kontekstual sesuai dengan materi yang sedang dipelajari. Peserta didik akan mengamati masalah tersebut dan peserta didik dibimbing untuk mengumpulkan informasi sampai mereka dapat menemukan prinsip, sehingga mereka dapat memahami materi dengan baik. Permasalahan atau contoh yang diberikan dalam LKPD tidak langsung diberikan jawaban, peserta didik diberikan pertanyaan-pertanyaan yang dapat menggiring peserta didik dalam menemukan jawaban sendiri. Dengan peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut diharapkan peserta didik dapat lebih mengkomunikasikan ide-ide yang mereka miliki. Dengan hal ini diharapkan peserta didik tertarik dan tertantang dalam pembelajaran serta dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. LKPD juga dilengkapi dengan soal-soal latihan. Soal-soal latihan dibuat berupa soal kemampuan komunikasi matematis dalam bentuk essay.

Berdasarkan pemaparan di atas diharapkan pembelajaran di kelas dapat lebih menyenangkan, membuat peserta didik tertantang dan bersemangat dalam mengikuti pelajaran sehingga materi pelajaran dapat diserap dengan lebih baik oleh peserta didik. Untuk mewujudkan hal tersebut peneliti tertarik untuk memberikan suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi ACE. Maka disusun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi ACE pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis strategi ACE pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model [4] Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKPD serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari wawancara siswa berupa karakteristik LKS yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar. Dari observasi pembelajaran juga dilakukan analisis siswa. Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, dan motivasi terhadap mata pelajaran.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi Relasi Fungsi serta Persamaan Garis Lurus kelas VIII SMP semester ganjil yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian KI dan KD. Hasil analisis KI dan KD dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran KI, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi ACE pada materi Relasi Fungsi dan Persamaan Garis Lurus berupa RPP dan LKPD.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKPD berbasis strategi ACE. Isi dan materi pelajaran dijelaskan dengan peta konsep.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap studi kebutuhan dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan informasi dilakukan dengan mewawancarai beberapa orang peserta didik dan guru pada SMPN kota Padang. Serta mengobservasi perangkat pembelajaran yang ada di lapangan dan kegiatan pembelajaran. Dari wawancara dengan 6 orang peserta didik perwakilan masing-masing kelas terungkap permasalahan dalam pembelajaran matematika di kelas, antara lain peserta didik sering bosan dalam mengikuti pelajaran. Peserta didik malas belajar matematika karena pembelajaran tidak menarik dan hanya menerima materi dari guru saja. Nilai matematika peserta didik rata-rata berada pada batas KKM dan itupun setelah dilakukan remidi oleh guru. Peserta didik menginginkan ada sebuah kegiatan yang dapat memacu semangat mereka dalam belajar matematika, membuat mereka tertarik dan mengerti akan materi yang dipelajari.

Peserta didik juga mengharapkan ada sebuah bahan ajar yang dapat membantu mereka dalam belajar dan memahami materi dengan baik. Dari hasil observasi RPP

yang digunakan guru, RPP yang dibuat sudah memenuhi standar namun pada kegiatan inti guru hanya menggunakan buku peserta didik dalam pembelajaran. Dalam kegiatan inti guru masih kurang melibatkan peserta didik dalam pembelajaran. Pada saat observasi kelas terlihat guru masih mengajar seperti biasa tanpa menghiraukan RPP yang telah dirancang. Guru mengajar dengan memberikan materi kepada peserta didik, memberikan contoh soal dan menyuruh peserta didik menyalin yang telah diterangkan guru di papan tulis. Di akhir pembelajaran guru memberi pekerjaan rumah. Dari permasalahan di atas maka dirancang suatu pembelajaran yang dapat membuat peserta didik aktif terlibat dalam pembelajaran dan membuat mereka semangat dalam mengikuti setiap kegiatan pembelajaran sehingga materi yang mereka pelajari dapat mereka pahami dengan sebaik-baiknya.

Pada tahap ini dilakukan telaah terhadap [5] Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran Matematika kelas VIII SMP pada semester I. Studi ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, pemilihan strategi yang sesuai sebagai landasan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran yang diharapkan.

Studi kurikulum difokuskan pada pada kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) yang tercantum pada Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah. Studi ini menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis ACE untuk peserta didik kelas VIII SMP.

Hasil studi KI dan KD yang terdapat pada Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Penjabaran KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian KI dan KD. Dari perumusan indikator di atas, diketahui bahwa pembelajaran matematika dapat didukung dengan diberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pemahamannya berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Hal ini akan dapat menjelaskan keterkaitan antar konsep pelajaran yang telah mereka pelajari dengan yang akan mereka pelajari.

Berdasarkan penjabaran KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi tersebut, disusunlah perangkat pembelajaran matematika berbasis ACE untuk kelas VIII SMP dalam bentuk RPP dan LKPD. Perangkat pembelajaran ACE disajikan untuk lebih memudahkan peserta didik mempelajari materi. Perangkat pembelajaran berbasis ACE juga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dengan materi yang sedang dipelajari.

Studi konsep merupakan identifikasi materi-materi esensial yang akan dibahas pada pembelajaran kemudian menyusunnya secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep.

Studi konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Materi sangat diperlukan untuk mencapai indikator pencapaian kompetensi. Adapun materi pelajaran Matematika semester 1 adalah: (1) Koordinat Kartesius, (2) Aljabar, (3) Relasi dan Fungsi, (4) Persamaan Garis Lurus, (5) Pythagoras, (6) Statistika.

Materi yang akan dikembangkan yaitu materi Relasi dan Fungsi serta Persamaan Garis Lurus. Materi ini diambil karena berdasarkan pengalaman materi-materi tersebut susah menurut peserta didik padahal materi-materi itu akan selalu mereka temukan sampai mereka UN nanti. Pada peserta didik kelas IX mereka sering lupa akan materi

Persamaan Garis Lurus, sehingga guru-guru perlu mengulang dari awal lagi. Untuk itulah materi ini diambil agar peserta didik dapat memahami dengan baik materi-materi ini sejak awal dan akan selalu ingat dengan konsep tentang materi ini.

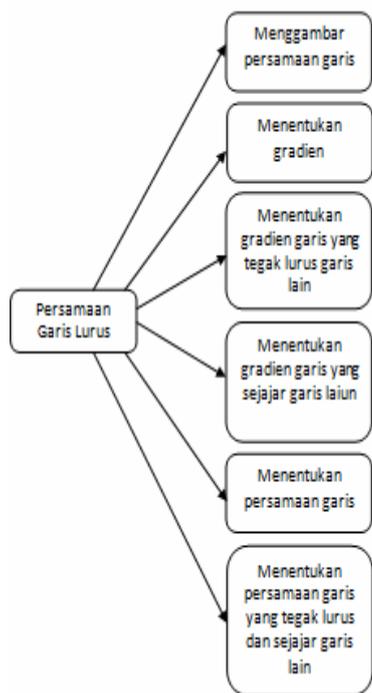
Materi-materi pada Relasi dan Fungsi yaitu relasi, fungsi, notasi dan nilai fungsi, tabel dan grafik fungsi. Materi-materi pada Persamaan Garis Lurus yaitu menggambar grafik persamaan garis lurus, menentukan gradien garis lurus, kemiringan garis yang saling tegak lurus, kemiringan garis yang saling sejajar, menentukan persamaan garis, menentukan persamaan garis yang tegak lurus dan sejajar dengan garis lain. Peta konsep dari materi relasi dan fungsi dapat dilihat pada gambar 2 serta persamaan garis lurus pada Gambar 3.

Studi Peserta didik dilakukan untuk menelaah peserta didik dengan mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, dan motivasi terhadap mata pelajaran.

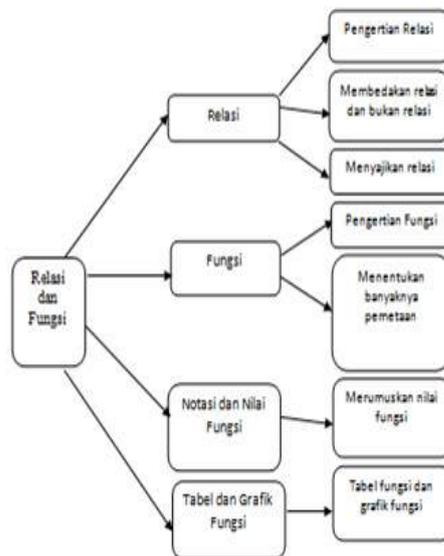
Hasil studi peserta didik, pada penelitian ini yang menjadi subjek uji coba adalah peserta didik kelas VIII yang berusia 13-14 tahun. Untuk mempelajari karakteristik peserta didik kelas VIII dilakukan pengamatan pada saat pembelajaran. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peserta didik masih kesulitan dalam memahami materi yang telah dipelajarinya. Hal ini disebabkan karena peserta didik tidak terlibat langsung dalam proses membangun pemahamannya melalui berbagai kegiatan-kegiatan pembelajaran. Hal lain yang ditemukan selama pembelajaran adalah sebagian peserta didik tidak memperhatikan penjelasan guru. Ketika disuruh mencatat pelajaran yang telah dijelaskan sebagian peserta didik tidak mencatat melainkan mereka mengobrol dengan teman sebangkunya.

Hasil wawancara terhadap beberapa peserta didik ditemukan bahwa dia masih kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal matematika. Kesulitan tersebut disebabkan kurangnya pemahaman terhadap materi yang dipelajari. Selain itu, peserta didik terkadang mengalami kejenuhan pada saat pembelajaran berlangsung. Akibatnya, pada saat guru menjelaskan materi, ada peserta didik yang melakukan pekerjaan lain, seperti mengobrol dengan teman lain, mengerjakan PR atau mengganggu teman.

Berkaitan dengan LKPD yang digunakan di sekolah, peserta didik juga berpendapat bahwa LKPD tersebut kurang menarik karena isinya cenderung monoton. Warna LKPD kurang menarik dan berisi banyak soal. Ketika ditanya tentang LKPD yang diinginkan, peserta didik mengungkapkan bahwa LKPD tersebut sebaiknya memiliki gambar dan warna yang menarik, serta mudah dipahami dengan kata-kata yang komunikatif. Dari nilai-nilai yang didapat peserta didik dalam pembelajaran matematika mereka berada pada tingkat kognitif tinggi, sedang dan rendah, namun kebanyakan peserta didik pada kognitif sedang dan rendah.



Gambar 2. Peta Konsep Relasi dan Fungsi



Gambar 3 . Peta Konsep Persamaan Garis Lurus

Secara garis besar langkah-langkah preliminary research dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Langkah-langkah pada *preliminary research*

Kegiatan Penelitian	Aspek yang Dinilai	Metode Pengumpulan Data	Instrumen	Tujuan
Studi Pendahuluan	Studi Kebutuhan	Dokumentasi	Lembar Observasi dan Wawancara	Untuk mengetahui permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran dan LKS Matematika
	Studi Kurikulum	Dokumentasi	Lembar Studi Kurikulum	Untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, pemilihan strategi yang sesuai sebagai landasan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran yang diharapkan.
	Studi Peserta didik	Observasi dan Wawancara	Lembar Observasi dan Wawancara	Mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, dan motivasi terhadap mata pelajaran.
	Studi Konsep	Dokumentasi	Dokumentasi Konsep	Untuk mengidentifikasi materi-materi yang harus dikuasai peserta didik

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis strategi ACE berupa RPP dan LKPD. Berdasarkan

penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis strategi ACE pada materi Relasi Fungsi dan Persamaan garis Lurus untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP berupa RPP dan LKPD dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis strategi ACE berupa RPP dan LKPD. Hasil dari analisis kurikulum yaitu terdapat perubahan indikator pencapaian kompetensi untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan pencapaian tujuan yang diharapkan. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai. Hasil analisis siswa yaitu mengetahui karakteristik siswa, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Berdasarkan karakteristik tersebut, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa ke arah yang lebih positif. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKPD berbasis strategi ACE yang berisi kegiatan siswa dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik siswa kelas VIII SMP.

Daftar Pustaka

- [1] Nurlaelah, Elah. 2003. *Penggunaan Program ISETL Dalam Pembelajaran Aljabar*. Bandung : FMIPA UPI
- [2] Soma, I Wayan. 2012. *Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan Strategi Siklus ACE Pada Pembelajaran Kimia*. Widyatech : Jurnal Sains dan Teknologi Vol. 11 No. 3 April 2012.
- [3] Voskoglou, Michael Gr. *An Application of the APOS/ACE Approach in Teaching the Irrational Numbers*. Journal of Mathematics Sciences & Mathematics Education Vol. 8 NO.1
- [4] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- [5] Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014. *Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

PENINGKATAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA DENGAN METODE INKUIRI PADA SISWA SMA

Yerizon
FMIPA UNP Padang
yerizon@yahoo.com

Abstract. Mathematical communication ability is the purpose of learning mathematics in school. However, that goal has not been achieved with the maximum. One method that can be used is a method of inquiry. In this method the presentation of the subject matter to gain knowledge conducted by investigating itself. Students have ample opportunity to seek and discover for themselves what they need. The purpose of this study is to reveal the mathematical comparison between students' communication skills by learning to apply the conventional method of inquiry and learning as a whole and based on prior knowledge of high and low. This research is a Quasi Experimental Design using two classes, namely class experimental and control classes. The population in this study were students of class XI MAN Salido Pesisir Selatan. Selection of the sample by random sampling. The result showed that the students' mathematical communication skills, both overall and based on prior knowledge, the use of inquiry learning gained higher than mathematical communication skills of students using conventional learning.

Keywords: Mathematical communication, inquiry, learning mathematics

1. Pendahuluan

Matematika menempati posisi yang sangat penting dalam pelaksanaan proses belajar dan mengajar di setiap jenjang pendidikan. Matematika melatih siswa untuk mampu berpikir secara logis, kritis dan sistematis. Banyak ilmu yang lain membutuhkan matematika atau sebagai alat bantu dalam memahami pelajaran lain. Tidak hanya di dunia pendidikan, matematika juga sangat berperan penting dalam kehidupan sehari-hari sehingga mempermudah segala permasalahan dalam hidup. Matematika dapat membantu dalam memecahkan permasalahan dengan konsep yang paling sederhana hingga konsep yang paling kompleks sekalipun. Oleh karena itu, matematika merupakan salah satu ilmu yang penting untuk dipelajari sekaligus dipahami.

Pembelajaran matematika harus memperhatikan karakteristik matematika. Sumarmo (2002) mengemukakan beberapa karakteristik matematika yaitu materi matematika menekankan penalaran yang bersifat deduktif, materi matematika bersifat hirarkis dan terstruktur serta dalam mempelajari matematika dibutuhkan ketekunan, keuletan, serta rasa cinta terhadap matematika.

Pemahaman terhadap matematika ini harus dimulai semenjak dini. Maka matematika mulai dipelajari dari tingkat sekolah dasar hingga ke tingkat perguruan tinggi, bahkan semenjak balita, matematika telah diperkenalkan dengan berbagai cara atau pendekatan baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam standar isi mata pelajaran Matematika (Tim Penulis Departemen Pendidikan Nasional, 2006), dinyatakan tujuan pembelajaran matematika untuk satuan pendidikan menengah, diantaranya adalah mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah serta memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah.

Hal di atas sejalan dengan yang dinyatakan NCTM (*National Council of Teachers Mathematic*, 2000) bahwa terdapat 6 kompetensi standar yang dapat dikembangkan pada pembelajaran matematika, yaitu kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), kemampuan penalaran (*reasoning*), kemampuan komunikasi (*communication*), kemampuan koneksi (*connection*), kemampuan representasi (*representation*), dan kemampuan disposisi (*disposition*). Berdasarkan tujuan pembelajaran matematika dan keenam kompetensi dasar tersebut, dapat dilihat bahwa melalui pembelajaran matematika diharapkan dapat dikembangkan berbagai kemampuan dan potensi siswa sehingga menjadi lebih baik, mampu bernalar dengan baik, kreatif, inovatif dan berpikir logis serta sistematis.

Dari tujuan pembelajaran tersebut terlihat bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan suatu kemampuan yang harus dikuasai siswa. Kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan dalam menyampaikan ide atau gagasan ke dalam bahasa matematika yang baik dan benar. Siswa mampu menyampaikan idenya dengan baik dan orang lain dapat memahami apa yang dimaksud oleh siswa tersebut. Melalui kemampuan komunikasi matematis dapat terlihat dengan jelas seberapa paham siswa terhadap permasalahan yang diberikan, serta sejauh apa kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

Namun di lapangan ditemui banyak siswa tidak mampu mengkomunikasikan idenya dengan baik. Siswa seperti kekurangan kata-kata dalam menyampaikan idenya. Hal ini tidak hanya dialami oleh siswa dengan kemampuan rendah tapi juga dialami oleh siswa pintar. Mereka dapat menjawab atau menyelesaikan soal yang diberikan dengan benar, tapi tidak mampu menjelaskan atau menuliskannya dengan baik. Tulisan yang dibuatnya hanya dimengerti oleh dirinya sendiri.

Untuk mengetahui kemampuan komunikasi matematis siswa dapat diukur dengan indikator-indikator kemampuan komunikasi matematis. Menurut Sumarmo (2010) indikator kemampuan matematis adalah siswa dapat:

1. Menyatakan suatu situasi, gambar, diagram, atau benda nyata ke dalam bahasa, simbol, idea, atau model matematik.
2. Menjelaskan idea, situasi, dan relasi matematika secara lisan atau tulisan.
3. Mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika.
4. Membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis.
5. Mengungkapkan kembali suatu uraian atau paragraf matematika dalam bahasa sendiri.

Untuk itu guru semestinya dapat menciptakan pembelajaran yang mampu mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Guru hendaknya dapat memilih strategi atau model pembelajaran yang tepat agar apa yang diajarkan dapat diterima dan dipahami dengan baik oleh siswa. Guru tidak hanya sekedar memberikan materi saja tetapi juga membantu siswa untuk mengeksplorasi dirinya serta mengembangkan kemampuan berpikirnya menjadi lebih baik sehingga akan memberikan dampak positif pada hasil belajar yang diperoleh siswa. Dengan demikian hasil belajar bukanlah hanya berupa hasil akhir secara umum atau keseluruhan saja tetapi lebih menekankan pada kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Namun, pada kenyataannya kondisi pembelajaran matematika belumlah sesuai dengan yang diharapkan. Russefendi (1991), menyampaikan bahwa, pada umumnya orientasi pengajaran matematika itu kepada hasil, soal-soalnya terutama mengenai ingatan, pemahaman, keterampilan, disuapi dan semacamnya. Ketika siswa dihadapkan pada permasalahan, guru masih cenderung berorientasi pada hasil temuan siswa, bukan dari bagaimana siswa tersebut menemukan atau bagaimana proses dalam memahami

serta menyelesaikan masalah. Akibatnya, kemampuan siswa hanya sebatas ingatan dan pemahaman saja, siswa kurang diberikan kesempatan untuk mengembangkan daya pikir dan kreatifitas yang dimilikinya untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam pembelajaran matematika.

Sementara itu, selama pembelajaran guru cenderung sebagai pusat belajar, sedangkan siswa hanya sebagai pendengar sekaligus penerima informasi saja. Sullivan (Ernawati, 2007) menyatakan bahwa pembelajaran matematika yang berlangsung di kelas cenderung terpusat pada guru (*teacher centered*). Dimana guru menjadi pusat belajar, dan guru satu-satunya pusat informasi untuk memahami materi pembelajaran. Dengan kata lain, siswa hanya sekedar mendengarkan dan mencatat penjelasan dari guru. Hal ini mengakibatkan pembelajaran menjadi monoton sehingga siswa menjadi tidak bersemangat selama pembelajaran berlangsung. Siswa menjadi kurang termotivasi untuk belajar sehingga memberikan dampak negatif pada hasil belajar siswa.

Selain hal di atas sikap ketergantungan siswa terhadap guru dalam proses pembelajaran sangat besar. Siswa sudah terbiasa dengan metode pembelajaran dimana guru menerangkan terlebih dahulu, kemudian memberikan contoh soal, setelah itu mereka mengerjakan latihan yang mirip dengan contoh soal yang diberikan. Kebiasaan tersebut mengakibatkan siswa malas untuk berpikir sendiri menyelesaikan suatu persoalan matematika sebelum semuanya diterangkan.

Berdasarkan gejala-gejala yang tampak tersebut, maka perlu ditingkatkan kemampuan komunikasi siswa agar pembelajaran berlangsung baik. Cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa adalah dengan melibatkan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Siswa tidak diberikan konsep dalam bentuk jadi, tapi mereka dibimbing untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Dengan demikian mereka merasa bahwa matematika sebagai suatu pelajaran yang menarik sehingga mereka termotivasi untuk belajar dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran. Kemudian akan menciptakan suasana yang kondusif untuk menumbuhkan sikap positif.

Dalam pembelajaran matematika terdapat beberapa metode yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Salah satunya adalah metode inkuiri. Inkuiri dalam bahasa Inggris "*inquiry*" berarti pertanyaan atau pemeriksaan atau penyelidikan. Trianto (2009) mengembangkan pendekatan inkuiri dengan cara melatih siswa dalam proses menginvestigasi dan menjelaskan suatu fenomena yang tidak biasa. Strategi inkuiri berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri.

Metode ini merupakan salah satu metode atau kegiatan penyajian materi pelajaran untuk memperoleh pengetahuan yang dilakukan dengan menyelidiki sendiri. Melalui metode ini, siswa mempunyai kesempatan yang luas untuk mencari dan menemukan sendiri apa yang dibutuhkannya. Metode inkuiri lebih menekankan peran aktif siswa baik fisik maupun mental dalam proses pembelajaran. Metode inkuiri adalah metode pembelajaran yang memberi kesempatan kepada siswa untuk memiliki pengalaman belajar yang nyata dan aktif, siswa dilatih bagaimana memecahkan masalah sekaligus membuat keputusan.

Menurut Abdul Majid (2013), prinsip penggunaan metode inkuiri adalah berorientasi pada pengembangan intelektual, prinsip interaksi, prinsip bertanya prinsip belajar untuk berfikir dan prinsip keterbukaan. Dalam pelaksanaannya, menurut Roestiyah (2001), metode inkuiri guru membagi tugas meneliti suatu masalah di kelas,

siswa dibagi menjadi beberapa kelompok, dan masing-masing kelompok mendapat tugas tertentu yang harus dikerjakan. Kemudian mereka mempelajari, meneliti atau membahas tugasnya di dalam kelompok. Setelah hasil kerja mereka di diskusikan dalam kelompok, kemudian dibuat laporan yang tersusun dengan baik.

Langkah-langkah pembelajaran inkuiri menurut Sanjaya (2011) adalah orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, Menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan.

Tujuan dari metode inkuiri adalah mengembangkan kemampuan berpikir secara sistematis, logis dan kritis, atau mengembangkan kemampuan intelektual sebagai bagian dari proses mental (Sanjaya, 2006). Metode inkuiri tidak hanya dituntut agar menguasai materi pelajaran, akan tetapi bagaimana mereka dapat menggunakan potensi yang dimilikinya.

2. Metode Penelitian

Berdasarkan dengan masalah jenis penelitian ini adalah *Quasi Exprimental Design*. Sesuai dengan desain penelitian maka penelitian menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan yaitu *Randomized Control Only Design*. (Suryabrata, 2008) seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pre-test	Perlakuan	Post Test
Eksperimen	T	X	T
Kon trol	T	-	T

Keterangan :

X : Perlakuan dengan menggunakan metode inkuiri

T: Tes yang diberikan pada kelas eksperimen dan kontrol

Untuk pengolahan data dengan memperhatikan kemampuan awal siswa dengan menggunakan Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Tabel Keterkaitan Model Pembelajaran dan Kemampuan Awal

	Pembelajaran Kemampuan Awal	Pembelajaran Inkuiri (A1)	Pembelajaran Konvensional (A2)
Kemampuan Awal Tinggi (B1)		A1B1	A2B1
Kemampuan Awal Rendah (B2)		A1B2	A2B2

Tempat penelitian dilaksanakan di MAN Salido Kabupaten Pesisir Selatan dan waktu penelitian yang dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2015/2016. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MAN Salido Kabupaten Pesisir Selatan. Pemilihan sampel dengan random sampling. Instrumen Penelitian yang digunakan adalah tes Kemampuan Awal, tes Kemampuan Komunikasi Matematis.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data hasil penelitian diperoleh data tentang tes akhir tentang komunikasi matematis siswa kelas sampel, Berdasarkan kemampuan awal, siswa dikelompokkan menjadi dua yaitu siswa yang berkemampuan awal tinggi dan berkemampuan awal rendah. Tes akhir yang diberikan adalah tentang materi nilai mutlak yang memuat soal-soal komunikasi matematis.

Data kemampuan komunikasi matematis siswa diperoleh melalui tes akhir untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis. Hasil analisis skor tes akhir kemampuan

komunikasi matematis siswa berdasarkan kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 rata-rata tes kemampuan komunikasi matematis siswa secara keseluruhan yang menggunakan pembelajaran inkuiri diperoleh lebih tinggi daripada rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional. Variansi dan simpangan baku kelas eksperimen diperoleh lebih tinggi dari pada kelas kontrol, hal ini berarti kemampuan akademik siswa kelas eksperimen lebih beragam daripada kelas kontrol. Skor maksimum kemampuan komunikasi matematis kelas eksperimen diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol dan Skor minimum kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen juga diperoleh lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Tabel 3. Data Hasil Tes Kemampuan Komunikasi Matematis

Kelas	Kemampuan Awal	N	\bar{x}	S	X_{\max}	X_{\min}
Eksperimen	Tinggi	13	61,77	15,21	95	49
	Rendah	19	45,68	15,43	95	20
	Keseluruhan	32	52,22	17,09	95	20
Kontrol	Tinggi	14	35,50	21,23	63	5
	Rendah	18	20,47	13,99	60	8
	Keseluruhan	31	27,26	18,91	63	5

Rata-rata tes kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi dan rendah pada kelas eksperimen diperoleh lebih tinggi daripada kelas kontrol. Variansi dan simpangan baku kelas eksperimen berkemampuan tinggi diperoleh lebih rendah daripada kelas kontrol. Dengan kata lain, kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran inkuiri kurang beragam daripada kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Variansi dan simpangan baku kelas eksperimen berkemampuan rendah diperoleh lebih tinggi daripada kelas kontrol. Dengan kata lain, kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal rendah kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran inkuiri lebih beragam daripada kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Skor maksimum kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi dan rendah kelas eksperimen diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol dan skor minimum kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi dan rendah kelas eksperimen juga diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Data kemampuan komunikasi matematis siswa dianalisis secara statistik. Sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terhadap nilai kelas eksperimen dan kelas kontrol.

a. Uji Normalitas Distribusi Data Kemampuan Komunikasi

Uji normalitas distribusi data kemampuan komunikasi siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Kriteria pengujianya adalah terima H_0 jika nilai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) dan tolak H_0 jika sebaliknya. Hasil uji normalitas data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol mempunyai nilai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$), kecuali pada kelas eksperimen keseluruhan. Hal ini berarti bahwa terima H_0 .

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol yang berkemampuan awal tinggi dan rendah berdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Distribusi Data Kemampuan Komunikasi Matematis

Kelas Sampel	Kemampuan awal	Nilai Sig.	Keterangan
Kelas Eksperimen	Tinggi	0,234	Normal
	Rendah	0,315	Normal
	Total	0,039	Tidak Normal
Kelas Kontrol	Tinggi	0,943	Normal
	Rendah	0,158	Normal
	Total	0,177	Normal

b. Uji Homogenitas Variansi Data Kemampuan Komunikasi Matematis

Uji homogenitas variansi data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji *Levene*. Kriteria pengujiannya adalah terima H_0 jika nilai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) dan tolak H_0 jika sebaliknya. Hasil uji homogenitas variansi data komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Variansi Data Kemampuan Komunikasi Matematis.

Kemampuan Awal	Nilai Sig. Kelas Sampel	Keterangan
Tinggi	0,224	Homogen
Rendah	0,900	Homogen
Total	0,058	Homogen

Pada Tabel 5 terlihat bahwa data kemampuan komunikasi matematis siswa mempunyai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Hal ini berarti tolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas sampel memiliki variansi yang homogen. Dapat disimpulkan bahwa data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas sampel yang berkemampuan awal tinggi dan rendah memiliki variansi yang homogen. Data kemampuan komunikasi matematis siswa secara keseluruhan mempunyai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) berarti terima H_0 . Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa secara keseluruhan memiliki variansi yang homogen.

c. Uji Hipotesis

Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas kelas sampel diketahui bahwa data kemampuan komunikasi matematis siswa yang berdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen diuji dengan menggunakan uji t dan untuk data kemampuan komunikasi matematis siswa yang berdistribusi normal dan tidak homogen menggunakan uji t' . Berikut akan dijabarkan uji hipotesis kemampuan komunikasi dan berdasarkan kemampuan awal siswa.

a) Kemampuan Komunikasi Matematis Secara Keseluruhan

Uji hipotesis ini digunakan untuk mengetahui data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen yang diajar dengan pembelajaran inkuiri dan kelas kontrol yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Pengujian hipotesis ini dilakukan dengan uji t , karena data berdistribusi normal dan

memiliki variansi yang homogen. Hasil perhitungan uji hipotesis ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji t Kemampuan Komunikasi.

Kelas	N	Rata-rata	Standar Deviasi	Sig.
Eksperimen	32	52,22	17,09	0,000
Kontrol	31	27,26	18,91	

Berdasarkan Tabel 6, data kemampuan komunikasi matematis mempunyai nilai Sig. lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) berarti tolak H_0 . Hal ini berarti kemampuan komunikasi matematis siswa yang diajar dengan pembelajaran inkuiri lebih tinggi daripada kemampuan komunikasi matematis siswa yang diajar dengan pembelajaran konvensional.

b) Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berkemampuan Awal Tinggi

Uji hipotesis ini digunakan untuk mengetahui data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran inkuiri dan kelas kontrol yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Pengujian hipotesis ini dilakukan dengan uji t , karena data berdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen. Hasil perhitungan uji hipotesis ini dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Uji t Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berkemampuan Awal Tinggi

Kelas	N	Rata-rata	Standar Deviasi	Sig.
Eksperimen	13	61,77	15,21	0,001
Kontrol	14	35,50	21,23	

Berdasarkan Tabel 7, data kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi mempunyai nilai Sig. lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) berarti tolak H_0 . Hal ini berarti kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran inkuiri lebih tinggi daripada kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran konvensional.

c) Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berkemampuan Awal Rendah

Uji hipotesis ini digunakan untuk mengetahui data kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran inkuiri dan kelas kontrol yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Pengujian hipotesis ini dilakukan dengan uji t , karena data berdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen. Hasil perhitungan uji hipotesis ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Uji t Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Berkemampuan Awal Rendah

Kelas	N	Rata-rata	Standar Deviasi	Sig.
-------	---	-----------	-----------------	------

Eksperimen	19	45,68	15,43	0,000
Kontrol	18	20,47	13,99	

Berdasarkan Tabel 8, data kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal rendah mempunyai nilai Sig. lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) berarti tolak H_0 . Hal ini berarti kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran inkuiri lebih tinggi daripada kemampuan komunikasi matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran konvensional.

d) **Interaksi antara Kemampuan Awal dan Pembelajaran dalam Mempengaruhi Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa**

Uji hipotesis ini digunakan untuk mengetahui interaksi antara kemampuan awal dan pembelajaran inkuiri dalam mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis siswa. Pengujian hipotesis ini menggunakan Analisis Variansi (ANAVA) dua arah. Hasil perhitungan uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Interaksi antara Kemampuan Awal dan Pembelajaran inkuiri dalam Mempengaruhi Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KA * Pembelajaran	11,10	1	11,10	0,040	0,841
Error	15937	58	274,8		

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh bahwa nilai Sig. lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) berarti terima H_0 . Hal ini berarti bahwa tidak terdapat interaksi antara kemampuan awal dan pembelajaran dalam mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis siswa.

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan kemampuan komunikasi siswa yang menggunakan pembelajaran inkuiri lebih tinggi dari komunikasi siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.
2. Berdasarkan kemampuan awal (tinggi dan rendah) diperoleh kemampuan komunikasi siswa yang menggunakan pembelajaran inkuiri lebih tinggi dari komunikasi siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Guru matematika di tingkat SMA diharapkan dapat menerapkan model pembelajaran *inkuiri* dalam pembelajaran matematika sehingga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.
2. Sebaiknya guru dan peneliti selanjutnya dapat meneruskan penerapan pembelajaran inkuiri untuk jangka waktu yang lama sehingga dapat meningkatkan sikap siswa.

Daftar Pustaka

- Depdiknas. 2013. “peraturan menteri Pendidikan dan kebudayaan Nomor 54 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan dasar dan menengah tahun 2013”
- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. *Belajar Dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Majid, Abdul. 2013. *Strategi Pembelajaran*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- NCTM (National Council of Teacher of Mathematics). (2000). Principles and standards for Schools Mathematics. Reston, Virginia: NCTM
- Roestiyah (2008). Strategi Belajar Mengajar. Jakarta. Rineka Cipta
- Sanjaya, Wina. 2006. *Pembelajaran Implementasi Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Kencana Persada Media Grup.
- Sanjaya, Wina. 2011. *Penelitian Tindakan Kelas*. Jakarta: Kencana Persada Media Grup.
- Sumarno, Utari. 2002. “ *Berpikir dan Disposisi Matematik serta Pembelajarannya*. UPI Bandung
- . 2010. “ *Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, dan Bagaimana dikembangkan pada Peserta Didik*”. UPI Bandung
- Suryabrata, Sumadi. (2008). Metodologi Penelitian. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVISME PADA MATERI BANGUN RUANG SISI DATAR DI KELAS VIII SMP

Ira Asyura¹, Hendra Syarifuddin² dan Ridwan³

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: ira.asyura@gmail.com

²Dosen Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang

³Dosen Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang

Abstract. This research originated from low ability in constructing knowledge that can affect the quality of student learning that result in low. One way to overcome this problem is developing Media-based interactive learning with a constructivist approach. Media-based interactive learning is designed to enable students to learn independently. The material in the media composed of matter geometry flat side. Waking up the flat side of the room is a lesson that the object consists of facts and operations are all abstract where the presentation of the material requires a media-based interactive learning which facilitate students to understand the material geometry flat side. The Material prepared in constructivism allows students to build knowledge in finding the concept of geometrical flat side. The purpose of this study to produce media-based interactive learning constructivism valid, practical, and effective.

Type of research is research development by using Plomp model that consists of three stages: the preliminary research, development or prototyping phase and assessment phase. In preliminary research carried out a needs analysis, analysis of students and analysis of problems in mathematics learning. In the development or prototyping phase, researcher design media-based interactive learning constructivism. Media-based interactive learning constructivism validated by mathematicians, media, technology and language education. Practicality was seen through the results of the analysis of the implementation of learning observation, interviews and questionnaire responses of students and teachers. Effectiveness was seen through the results of the analysis of activity analysis and student learning outcomes.

Keywords: Constructivism, Development, Media-based interactive learning

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu aspek yang berperan penting dalam pembangunan suatu bangsa. Hampir di setiap negara, pendidikan menjadi prioritas utama dalam pembangunan nasional. Persoalan kualitas pendidikan sampai saat ini masih menjadi masalah bagi negara. Pemerintah sudah mengupayakan berbagai cara untuk meningkatkan kualitas pendidikan meliputi berbagai komponen di bidang pendidikan, antara lain pembaharuan kurikulum, peningkatan kualitas tenaga pendidik dan peningkatan sarana dan prasarana.

Dalam kurikulum, salah satu mata pelajaran yang harus dipelajari siswa di sekolah adalah matematika. Matematika merupakan suatu ilmu berpikir dimana dalam penggunaannya terdapat simbol, sehingga cenderung abstract. Karena itu, pengajaran matematika tidak hanya mengedepankan materi atau contoh yang abstract, bukan menerjemahkannya ke dalam bahasa yang konkret yang dapat berakibat dasar ilmu matematika itu kurang kuat tertanam di benak siswa. Secara lebih luas, pelajaran itu haruslah menjadi bekal untuk masa depan siswa agar mampu berpikir secara sistematis dan rasional. Oleh karena itu, salah satu yang dapat dijadikan untuk membantu siswa lebih mudah memahaminya adalah dengan menggunakan bahan ajar.

Bahan ajar merupakan segala bentuk konten baik berupa teks, audio, video, foto, maupun animasi yang dapat digunakan untuk belajar. Bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu bahan cetak (*printed*) seperti antara lain handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, *leaflet*, *wallchart*, foto/gambar, model/maket. Bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) seperti *video compact disk*, *film*. Bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*) seperti CAI (*Computer Assisted Instruction*), *compact disk* (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*) [1].

Media pembelajaran adalah komponen sumber belajar atau wahana fisik yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang dapat merangsang siswa untuk belajar [2]. Salah satu jenis media pembelajaran yang umum digunakan di sekolah adalah media pembelajaran cetak. Media pembelajaran cetak banyak digunakan karena dianggap praktis, dapat menyesuaikan berdasarkan kemampuan siswa, dan mudah didistribusikan, tetapi media ini memiliki keterbatasan yaitu tidak dapat menampilkan objek-objek tertentu seperti suara, gambar bergerak, maupun objek tiga dimensi. Salah satu pembelajaran yang membutuhkan visualisasi objek tiga dimensi adalah materi luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar pada kelas VIII.

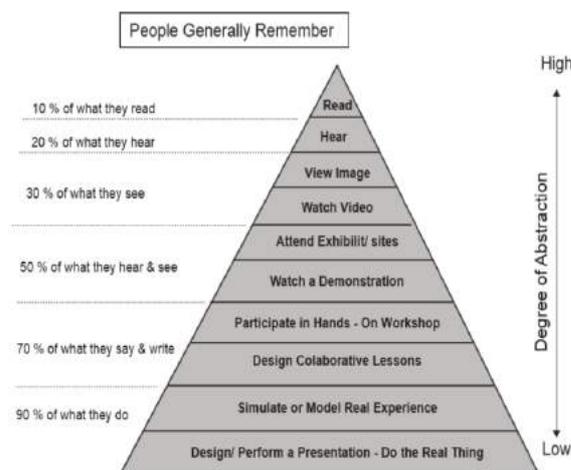
Mata pelajaran matematika materi pokok Bangun Ruang Sisi Datar merupakan pelajaran yang objeknya terdiri dari fakta dan operasi yang semuanya abstract. Penyampaian materi tersebut membutuhkan suatu media pembelajaran agar memudahkan siswa memahami materi tentang bangun ruang sisi datar. Sehingga, guru memerlukan media pembelajaran yang tepat yang dapat memperjelas penyampaian materi pembelajaran matematika materi pokok bangun ruang sisi datar agar materi tersebut lebih jelas maknanya dan tidak bersifat abstract atau verbalisme.

Berdasarkan permasalahan di atas, salah satu alternatif media yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah diuraikan, antara lain media *Computer Assisted Instruction* (CAI). Media CAI merupakan media pembelajaran yang interaktif karena mampu memberikan *feedback* langsung kepada pengguna dan dapat memotivasi siswa dalam proses pembelajaran. Sehingga siswa akan lebih aktif dalam kegiatan belajar dan memiliki motivasi belajar pada mata pelajaran matematika. Media CAI juga merupakan media pembelajaran yang berorientasi pada pembelajaran mandiri, sehingga media CAI ini dapat digunakan secara mandiri oleh siswa di luar jam pelajaran (dapat digunakan pembelajaran mandiri di rumah). Media CAI dibuat dengan menggunakan program *Adobe Flash CS5* karena media ini dapat menampilkan teks, grafik, gambar, foto, audio, video, dan animasi. Oleh karena itu, media ini dapat menjadi media pembelajaran interaktif.

Berdasarkan hasil observasi terhadap beberapa guru matematika di dua sekolah yang berbeda di kecamatan Koto XI Tarusan, dalam pembelajaran guru menggunakan buku paket dan LKS yang dijual ke sekolah-sekolah. LKS tersebut berisikan materi singkat dengan beberapa contoh soal dan soal-soal sehingga belum mampu membantu siswa untuk menggunakan pola pikirannya dalam menemukan konsep. Dari dua sekolah observasi, kedua sekolah tersebut sudah difasilitasi dengan sejumlah perangkat komputer dikarenakan juga kedua sekolah ini masih menerapkan kurikulum KTSP dimana perangkat komputer ini digunakan untuk salah satu mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Selain itu, ada beberapa guru yang memanfaatkan komputer dalam pembelajaran matematika umumnya menggunakan program *microsoft powerpoint* yang hanya menyajikan poin-poin penting dari materi pembelajaran atau ringkasan materi, jika dilihat dari segi penyajian kurang menarik dan siswa kurang aktif.

Walaupun ada beberapa guru yang memanfaatkan komputer dalam pembelajaran matematika, tetapi penggunaannya masih dikategorikan jarang.

Pembelajaran Interaktif merupakan salah satu jenis teknologi komunikasi dan informasi yang digunakan untuk mempermudah proses pembelajaran baik guru maupun siswa karena memuat berbagai media yang berupa gambar, animasi, teks, dan suara. Sesuai dengan gambaran yang paling banyak dijadikan acuan sebagai landasan teori penggunaan media dalam proses belajar adalah *Dale's Cone of Experiences* (Kerucut Pengalaman Dale), mengatakan bahwa memori kita 10 % membaca (teks), 20% mendengar (sound), 30% melihat (grafis/foto), 50 % melihat dan mendengar (video/animasi) yang tercakup dalam multimedia, masih ditambah lagi 80 % berbicara dan 80 % berbicara dan melakukan. Edgar Dale mengadakan klasifikasi pengalaman menurut tingkatan dari yang paling kongkrit ke yang paling abstract. Hal ini menunjukkan bahwa penanaman konsep akan mudah diterima bagi siswa apabila didalam proses belajar melibatkan siswa secara optimal dengan siswa aktif melakukan kegiatan pembelajaran.



Gambar 1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale

Menurut Asmaun (2012:112) semakin berkembangnya zaman, penggunaan teknologi informasi dan komunikasi dalam media pembelajaran menjadi sebuah keniscayaan [3]. Salah satunya adalah penggunaan media dalam pembelajaran termasuk *CD* interaktif akan sangat cocok digunakan dalam lingkungan konstruktivis.

Dalam pembelajaran aktif, guru berperan sebagai fasilitator yang tidak hanya sekedar memberikan pengetahuan, tetapi juga membentuk dan mengembangkan pengetahuan, dan siswa secara aktif mengkonstruksikan pengetahuan baru yang akan dimilikinya melalui pengalaman belajar baik di kelas maupun secara mandiri. Pembelajaran aktif dapat diaplikasikan melalui pendekatan konstruktivisme.

Pendekatan konstruktivisme merupakan proses pembelajaran yang menerangkan bagaimana pengetahuan disusun dalam pemikiran siswa. Esensi dari konstruktivisme adalah ide bahwa peserta didik menemukan dan mentransformasikan suatu informasi yang kompleks ke situasi lain dan jika dikehendaki informasi tersebut akan menjadi milik mereka sendiri [4]. Pengetahuan dikembangkan secara aktif oleh siswa itu sendiri dan tidak diterima secara pasif dari orang disekitarnya. Hal ini bermakna bahwa pembelajaran merupakan hasil dari usaha siswa itu sendiri dan bukan hanya ditransfer dari guru kepada siswa. Hal tersebut berarti siswa tidak lagi berpegang pada konsep pengajaran dan pembelajaran yang lama, dimana guru hanya menuangkan atau

mentransfer ilmu kepada siswa tanpa adanya usaha terlebih dahulu dari siswa itu sendiri.

Pembelajaran matematika menurut pandangan konstruktivisme adalah membantu pembelajaran matematika membangun konsep-konsep, prinsip-prinsip matematika dengan kemampuannya sendiri melalui proses internalisasi sehingga prinsip atau konsep itu terbangun kembali dan transformasi dan informasi yang diperoleh menjadi konsep atau prinsip baru.

Pendekatan konstruktivisme merupakan suatu pendekatan dimana peran guru bukan pemberi jawaban akhir atas pertanyaan siswa, melainkan mengarahkan siswa untuk membentuk (mengkonstruksi) pengetahuan mereka sendiri [5]. Pendekatan konstruktivisme digunakan untuk membantu siswa dalam menghubungkan pengalaman dan informasi yang baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang digunakan untuk mengarahkan siswa membentuk pengetahuan mereka sendiri yaitu dengan media pembelajaran interaktif. Interaktif mengandung arti melakukan aksi atau antarmubungan atau saling aktif. Media interaktif berbasis komputer mewujudkan lingkungan pembelajaran yang bersifat multimedia [6]. Media pembelajaran interaktif didesain agar dapat melakukan perintah balik kepada siswa untuk melakukan suatu aktivitas. Sehingga diharapkan siswa dapat membentuk pengetahuan mereka sendiri, khususnya pada materi Bangun Ruang Sisi Datar di kelas VIII SMP. Kelebihan dari media pembelajaran interaktif yaitu siswa dapat belajar secara mandiri tidak harus tergantung pada guru/instruktur, siswa dapat belajar kapan saja dan mengakhiri sesuai dengan keinginannya, materi-materi yang diajarkan dapat dipraktikkan oleh siswa, terdapat fungsi pengulangan materi secara berulang-ulang untuk penguasaan materi secara menyeluruh [7].

Pembelajaran matematika bangun ruang sisi datar berbasis konstruktivisme yang menekankan keaktifan siswa dalam proses belajar dibantu dengan media pembelajaran interaktif, disajikan animasi, gambar grafis, teks dan suara akan membangkitkan motivasi siswa dalam mempelajari bangun ruang sisi datar. Pembelajaran bangun ruang sisi datar dengan bantuan media interaktif, memungkinkan siswa dapat mengetahui keberhasilan hasil belajarnya dengan mengerjakan tes akhir yang tersedia pada media pembelajaran serta siswa dapat memutar kembali penjelasan konsep bangun ruang sisi datar yang belum jelas dan belum dipahaminya. Untuk itu peneliti mencoba mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme pada materi bangun ruang sisi datar kelas VIII SMP.

Media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme yang akan dikembangkan ini diharapkan memotivasi siswa selama proses pembelajaran, merangsang daya ingat siswa, membantu siswa memahami konsep dengan penekanan pada teknik penyampaian materi. Dengan bahan ajar yang demikian, diharapkan akan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana proses dan hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme pada materi bangun ruang sisi datar di kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif?. Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme pada materi bangun ruang sisi datar di kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*research and development*) dengan menggunakan model Plomp yang terdiri dari tiga tahap, yaitu fase investigasi

awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan *prototype* (*development or prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [8]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan bahan ajar berupa media pembelajaran interaktif serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari angket siswa berupa karakteristik media pembelajaran seperti tampilan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar/animasi.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi bangun ruang sisi datar kelas VIII SMP semester genap yang akan dikembangkan media pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran SK, KD dan indikator inilah nantinya disusun media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme pada materi bangun ruang sisi datar.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada media pembelajaran interaktif berbasis pendekatan konstruktivisme.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 2 orang guru matematika kelas VIII SMPN 1 Koto XI Tarusan, dan SMPN 4 Koto XI Tarusan. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika dan observasi mengindikasikan kebutuhan siswa berupa pembelajaran dengan suatu pendekatan yang dapat mengarahkan siswa membentuk pengetahuannya sendiri dan dapat membantu siswa dalam belajar mandiri. Pembelajaran berbasis Pendekatan Konstruktivisme dipilih sebagai intervensi karena berdasarkan teori pendekatan konstruktivisme dapat membantu siswa membentuk pengetahuan mereka sendiri.

Berdasarkan hasil wawancara juga diperoleh kesimpulan bahwa materi yang dipilih dalam pengembangan ini adalah materi bangun ruang sisi datar karena materi bangun ruang sisi datar merupakan materi yang objeknya terdiri dari fakta dan operasi yang hampir semuanya abstract. Salah satunya, pada saat siswa memahami unsur-unsur dari bangun ruang sisi datar tersebut sangat memerlukan suatu media yang dapat membantu siswa dalam mengilustrasikan bentuk dan unsur dari bangun datar tersebut.

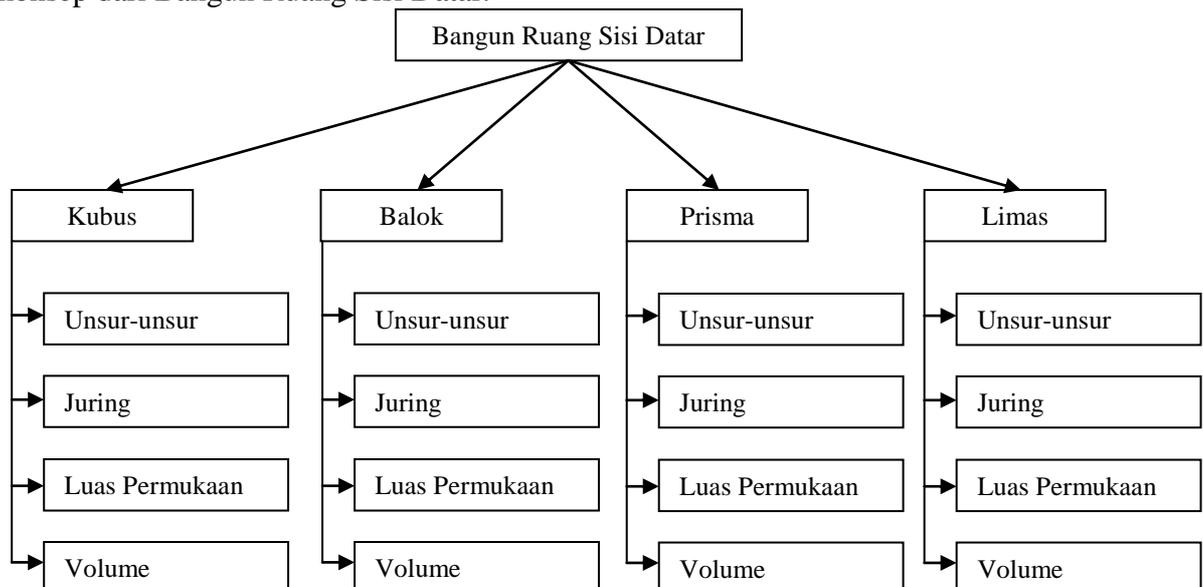
Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi bangun ruang sisi datar di kelas VIII SMP semester genap yang akan dikembangkan media pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis

SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis silabus mata pelajaran kelas VIII SMP, dirumuskan beberapa indikator yang dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator Pencapaian Kompetensi Setelah Dilakukan Analisis

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
5. Memahami sifat-sifat kubus, balok, prisma, limas serta bagian-bagiannya serta menentukan ukurannya	5.1. Mengidentifikasi sifat-sifat kubus, balok, prisma, limas serta bagian-bagiannya	5.1.1. Menyebutkan unsur-unsur kubus dan balok: rusuk, sisi, titik sudut, diagonal sisi, diagonal ruang, dan bidang diagonal 5.1.2. Menyebutkan unsur-unsur prisma dan limas: rusuk, sisi, titik sudut, diagonal sisi, diagonal ruang, dan bidang diagonal
	5.2. Membuat jaring-jaring kubus, balok, prisma dan limas	5.2.1. Membuat jaring-jaring kubus dan balok 5.2.2. Membuat jaring-jaring prisma tegak dan limas tegak
	5.3. Menghitung luas permukaan dan volume kubus, balok, prisma, dan limas	5.3.1. Menghitung luas permukaan kubus dan balok 5.3.2. Menghitung luas permukaan prisma tegak dan limas tegak 5.3.3. Menghitung volume kubus dan balok 5.3.4. Menghitung volume prisma tegak dan limas tegak

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran. Adapun materi dalam bangun ruang sisi datar yaitu kubus, balok, prisma, dan limas. Berikut ini digambarkan peta konsep dari Bangun Ruang Sisi Datar.



Gambar 2. Peta Konsep Bangun Ruang Sisi Datar

Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa, yang meliputi usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemui siswa dalam memahami media yang dipakai dalam pembelajaran matematika. Untuk mempelajari karakteristik siswa dilakukan wawancara pada siswa dan pengamatan pada saat pembelajaran.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme. Penelitian yang akan dilakukan pada proses pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme pada materi bangun ruang sisi datar di kelas VIII SMP dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan media pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik media pembelajaran yang diinginkan yaitu media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme. Analisis kurikulum bertujuan untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan melihat kompetensi dasar yang bisa menggunakan pendekatan konstruktivisme. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- [2] Arsyad, Azhar. 2011. *Media Pengajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [3] Asmaun, Sahlan & Angga T. Prastyo. (2012). *Desain Pembelajaran Berbasis Pendidikan Karakter*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- [4] Rusman. 2010. *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Raja Grafindo.
- [5] Suherman, Erman. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [6] Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [7] Sanjaya, Wina. 2008. *Perencanaan dan Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup
- [8] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO)

PENGARUH STRATEGI *SCAFFOLDING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS DITINJAU DARI KEMAMPUAN SPASIAL

Fiqih Wulandari, M.Pd¹⁾, Prof. Anah Suhaenah Suparno, M.Pd²⁾, Dr. Acep Kusdiwelirawan, M.MSI³⁾

- 1) Guru SMK Abdi Negara Kota Tangerang Prop. Banten
e-mail : wulandari.fiqih@gmail.com
- 2) Dosen Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta
- 3) Dosen Sekolah Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta

Abstract: This study aimed to analyze the effectiveness of *scaffolding* strategy toward critical thinking ability of mathematic reviewed by spatial ability. *Scaffolding* strategy divided into *concept mapping* strategy and *probing prompting* strategy. Spatial ability consists of high spatial ability and low spatial ability. The method used in this research was experimental method with factorial design *2x2 treatment by level design*. Sampling technique used in this study was cluster random sampling in the seventh grade students of SMP Permata Insani Tangerang school year 2014-2015. The total sample was 48 students, divided into 24 students who have high spatial ability and 24 students who have low spatial ability. Data analysis used two ways ANOVA. Based on results, it can be summarized as follows: (1) Students' critical thinking ability of mathematic that learned using *concept mapping* strategy was higher than using *probing prompting* strategy. It was based on source column variance obtained $F_{count} = 7,68$ higher than $F_{tab} = 7,24$ at significant level 0,01 so that research hypothesis accepted. (2) There was no interaction between *scaffolding* strategy and spatial ability. It was based on source interaction variance obtained $F_{count} = 2,35$ lower than $F_{tab} = 4,05$ at significant level 0,05 so that research hypothesis refused.

Keywords: *scaffolding strategy, critical thinking ability, spatial ability*

1. Pendahuluan

Berdasarkan posisi prestasi Matematika yang dilakukan oleh TIMMS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) setiap empat tahun sekali, menunjukkan bahwa pada tahun 2007 Indonesia masuk kedalam peringkat ke 36 dari 49 negara. Data ini mengungkapkkan bahwa Indonesia masuk kedalam peringkat terendah. Berdasarkan paparan dari Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Nasional, siswa Indonesia mencapai rerata internasional pada soal-soal pengetahuan, namun soal Aljabar pada level penalaran hanya mampu dijawab oleh 8% siswa Indonesia. Secara keseluruhan, soal-soal yang diujikan dalam TIMMS mencakup soal-soal yang membutuhkan kemampuan siswa dalam mengenal masalah, mengidentifikasi hubungan antar konsep, dan menganalisis data yang diketahui. Indikator soal yang terdapat pada level penalaran meliputi mengenal masalah, menganalisis data, dan mengidentifikasi hubungan antar konsep. Keseluruhan indikator soal penalaran merupakan indikator kemampuan berpikir kritis karena masuk kedalam soal berpikir tingkat tinggi. Merujuk kepada tahapan kognitif Piaget, siswa kelas delapan yang menjadi subjek penelitian TIMMS telah memiliki kemampuan ini karena karakteristik kemampuan berpikir kritis juga masuk kedalam karakteristik operasi formal yaitu mampu berpikir abstract. Rendahnya pencapaian Indonesia dalam TIMMS, bahkan hanya 8% siswa yang menjawab benar pada soal penalaran, menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa Indonesia masih terbilang rendah.

Penerapan kurikulum 2013 dilatar belakangi oleh tantangan dimasa depan. Tantangan tersebut berupa kemajuan teknologi informasi, ekonomi berbasis pengetahuan, pergeseran kekuatan ekonomi dunia, materi pada TIMMS dan PISA, serta pengaruh globalisasi. Siswa dituntut untuk memiliki kompetensi dalam berkomunikasi, berpikir kritis, mampu hidup dalam masyarakat global, dan mampu memecahkan masalah. Kemampuan berpikir kritis dibutuhkan untuk menghadapi tantangan dan persaingan di masa depan. Kemampuan ini perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran karena jika tertanam budaya berpikir kritis pada diri siswa maka rasa ingin tahu siswa akan meningkat. Hal ini dapat mendorong siswa untuk menggali informasi agar menemukan penyelesaian, memperluas wawasan, berpikir terbuka, bersikap jujur, dan teliti sehingga sikap berpikir kritis dibutuhkan untuk meningkatkan potensi yang telah dimiliki siswa.

Kemampuan berpikir kritis akan membudaya pada siswa tingkat sekolah menengah pertama, jika guru di sekolah menggunakan strategi pembelajaran yang menuntut siswa mengeksplorasi kemampuan intelektualnya untuk membangun pengetahuannya sendiri. Guru memiliki peran yang besar dalam memandu siswa untuk menemukan konsep sendiri. Arahan yang dilakukan guru dapat berupa pertanyaan penuntun, memberikan petunjuk dan dorongan, menguraikan langkah-langkah pemecahan masalah, atau bantuan lainnya yang memungkinkan siswa belajar mandiri. Banyak hal yang mendukung kemampuan berpikir kritis siswa, salah satunya kemampuan spasial.

Kemampuan spasial erat kaitannya dengan mata pelajaran Matematika, walaupun tidak berkaitan dengan ilmu aritmatika atau ilmu hitung. Bentuk geometris yang merupakan unsur dalam Matematika adalah komponen dari kemampuan spasial. Salah satu komponen kemampuan spasial yang merupakan konsep dalam mata pelajaran Matematika, yaitu kemampuan pandang ruang atau kemampuan dalam menentukan perubahan bentuk tiga dimensi kedalam bentuk dua dimensi. Kemampuan ini merupakan konsep yang dipelajari dalam bangun ruang tiga dimensi. Komponen lainnya dari kemampuan spasial yaitu kemampuan pencerminan dan kemampuan perputaran. Hal ini menunjukkan bahwa antara kemampuan spasial dan Matematika memiliki keterkaitan satu sama lain, sehingga siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi akan baik pula kemampuan berpikir kritis matematisnya, khususnya pada konsep bangun datar segiempat dan segitiga.

Strategi yang dapat membantu siswa menemukan pengetahuan sendiri, salah satunya adalah strategi *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan strategi pembelajaran dengan cara pemberian bantuan kepada siswa selama tahap-tahap perkembangannya, selanjutnya mengurangi bantuan tersebut dengan tujuan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar, agar tercipta kemandirian belajar. Strategi *scaffolding* menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa, strategi ini dapat mendorong siswa untuk mampu berpikir kritis karena siswa dituntut untuk mencari tahu bukan diberi tahu.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut : (1) Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting*? (2) Apakah terdapat pengaruh interaksi antara strategi *scaffolding* dengan kemampuan spasial? (3) Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial

tinggi? (4) Apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah?

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di SMP Permata Insani yang beralamat di Perum Villa Permata Blok G1 Kelurahan Sindangsari Kecamatan Pasar Kemis Kabupaten Tangerang. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2014-2015. Pelaksanaan penelitian dilakukan 8 kali pertemuan, dengan 7 pertemuan proses pembelajaran dan 1 pertemuan untuk tes kemampuan berpikir kritis matematis. Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII SMP Permata Insani Kabupaten Tangerang yang terdaftar pada tahun ajaran 2014-2015. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*, sehingga diperoleh 48 siswa sebagai sampel penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen menggunakan *treatment by level 2x2*.

Dalam penelitian ini agar data yang diperoleh cukup kontras dan cukup reliabel, maka ukuran kelompok yang digunakan sebesar 33% untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi dan 33% untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah. Pada kelas eksperimen diambil 12 siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi dan 12 siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah, begitu juga pada kelas kontrol, 12 siswa yang memiliki kemampuan tinggi dan 12 siswa yang memiliki kemampuan rendah.

Perlakuan pada strategi *concept mapping* diawali dengan mengamati yaitu siswa mengidentifikasi ide pokok atau prinsip yang melingkupi sejumlah konsep. Kegiatan menanya yaitu siswa merumuskan pertanyaan setelah berhasil mengidentifikasi ide pokok dan ide sekunder. Mengobservasi yaitu siswa menempatkan ide utama di puncak peta (kegiatan ini dilakukan secara berkelompok). Mengasosiasi yaitu siswa mengelompokkan ide-ide sekunder di sekeliling ide utama secara visual, untuk menunjukkan hubungan ide-ide tersebut dengan ide utama. Mengomunikasi yaitu siswa mempresentasikan hasil pembuatan peta konsep dan melakukan tanya jawab jika ada hal-hal yang belum dimengerti.

Perlakuan strategi *probing prompting* dilaksanakan dalam proses kegiatan mengajar yang diawali dengan mengamati yaitu siswa diperlihatkan atau diberikan gambar, alat, menunjuk gambar, bacaan, masalah, persoalan atau situasi lainnya. Menanya yaitu siswa merumuskan pertanyaan setelah diberikan gambar, alat, bacaan, masalah, persoalan atau situasi lainnya. Mengobservasi yaitu guru mengajukan pertanyaan sesuai indikator ke seluruh siswa. Mengasosiasi yaitu siswa diberi waktu untuk menemukan jawaban yang diberikan guru. Mengomunikasi yaitu guru meminta siswa menjawab, jika jawaban relevan ajukan pertanyaan akhir untuk menguji indikator, jika jawaban tidak relevan, ajukan beberapa pertanyaan lanjutan yang berhubungan dengan respon pertama sesuai indikator.

Instrumen merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes kemampuan berpikir kritis, tes kemampuan spasial, dan rencana pelaksanaan pembelajaran strategi *scaffolding* yang terbagi menjadi strategi *concept mapping* dan strategi *probing-prompting*. Indikator kemampuan berpikir kritis matematis meliputi kemampuan mengenal masalah, menghubungkan data dengan konsep, menganalisis suatu argumen, menilai argumen yang relevan. Berdasarkan hasil uji coba instrumen kemampuan berpikir kritis

matematis yang dilakukan terhadap 30 siswa kelas 8, hasil uji validitas dari 12 soal menunjukkan seluruh soal valid. Indikator kemampuan spasial meliputi klasifikasi gambar, pandang ruang, pencerminan, dan perputaran. Berdasarkan uji validitas instrumen kemampuan spasial, dari 40 butir soal, ada 7 soal tidak valid yaitu butir soal nomor 4, 5, 8, 10, 22, 24, dan 26.

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil penelitian yang digunakan untuk analisis, berupa data hasil kemampuan berpikir kritis matematis siswa, yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *concept mapping* dan strategi *probing prompting*, ditinjau dari kemampuan spasial. Rangkuman masing-masing kelompok data dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Deskripsi Data

Kel	n	R	Min	Max	Mean	Med	Mod	SD	Var
A ₁	24	85	15	100	61,75	59,79	57,64	22,52	507,07
A ₂	24	80	15	95	49,83	51	60,1	18,31	335,19
A ₁ B ₁	12	52	48	100	80,33	78,5	95	17,13	293,33
A ₂ B ₁	12	65	30	95	58,25	52,25	42,5	16,41	269,3
A ₁ B ₂	12	50	15	65	45,92	47	53,5	12,95	167,72
A ₂ B ₂	12	53	15	68	41,92	42,8	46,5	15,17	230,08

Penghitungan data kemampuan berpikir kritis matematis siswa dengan ANAVA dua jalur dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2 Analisis Varians Dua Jalur

Sumber varians	Db	JK	RJK	Fh	Ft	
					$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
Antar Kolom	1	2160,09	2160,09	7,68**	4,05	7,24
Antar Baris	1	6864,09	6864,09	24,39**		
Interaksi	1	660,07	660,07	2,35 ^{ns}		
Dalam Kel	44	12381,67	281,4			
Total Direduksi	47	22065,92				

Berdasarkan tabel ANAVA dua jalur yang disajikan pada tabel 4.12, dapat disimpulkan bahwa

1. Pada tabel ANAVA dua jalur, dari hasil analisis varians dua jalur untuk sumber varians antar kolom diperoleh $F_{hit} = 7,68$ lebih besar dari $F_{tab} = 7,24$ pada taraf signifikansi 0,01 sehingga hipotesis penelitian (H_1) diterima. Hasil tersebut menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *probing prompting*.
2. Pada tabel ANAVA dua jalur, dari hasil analisis varians dua jalur untuk sumber varians interaksi diperoleh $F_{hit} = 2,35$ lebih kecil dari $F_{tab} = 4,05$ pada taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol (H_0) diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara strategi *scaffolding* dengan kemampuan spasial terhadap kemampuan berpikir kritis matematis.
3. Pada hasil uji pengaruh interaksi diperoleh $F_{hit} = 2,35$ lebih besar dari $F_{tab} = 4,05$ pada taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol (H_0) diterima. Hal ini berarti tidak

terdapat pengaruh interaksi antara strategi *scaffolding* dan kemampuan spasial terhadap kemampuan berpikir kritis matematis. Tidak ada pengaruh interaksi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi.

4. Pada hasil uji pengaruh interaksi diperoleh $F_{hit} = 2,35$ lebih besar dari $F_{tab} = 4,05$ pada taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol (H_0) diterima. Hal ini berarti tidak terdapat pengaruh interaksi antara strategi *scaffolding* dan kemampuan spasial terhadap kemampuan berpikir kritis. Tidak ada pengaruh interaksi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *concept mapping* dan siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah.

Berdasarkan perolehan data dan hasil pengujian hipotesis secara statistik yang telah dipaparkan sebelumnya, maka pembahasan hasil penelitian dikemukakan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* lebih tinggi daripada strategi *probing prompting*. Strategi *concept mapping* lebih efektif dari pada strategi *probing prompting* karena *concept mapping* merupakan strategi penuntun dalam bentuk hubungan antar konsep yang disusun dalam peta. Konsep baru akan dikaitkan dengan konsep yang telah dimiliki siswa sebelumnya, sehingga dalam menemukan pengetahuan baru, siswa diminta menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki melalui peta.

Sebagai contoh dalam menemukan rumus luas layang-layang, pada strategi *concept mapping* siswa diberikan gambar persegi panjang dengan ukuran panjang 5 kotak dan lebar 2 kotak. Gambar persegi panjang tersebut dibagian bawahnya terdapat gambar layang-layang yang dibuat dari setengah persegi panjang. Siswa diminta menentukan jumlah kotak yang menutupi layang-layang. Setelah siswa berhasil mengidentifikasi bahwa layang-layang merupakan setengahnya dari persegi panjang, siswa selanjutnya diminta menentukan identitas layang-layang, seperti panjang pada persegi panjang berubah menjadi diagonal 1 pada layang-layang. Menemukan luas layang-layang berdasarkan jumlah kotak dapat meningkatkan kemampuan analisis siswa.

Berbeda dengan strategi *concept mapping*, strategi *probing-prompting* merupakan strategi dalam bentuk pertanyaan menggali dan menuntun baik dalam bentuk lisan maupun tulisan. Siswa diarahkan melalui pertanyaan yang menggali kemampuan dasar siswa selanjutnya menuntun untuk menemukan konsep baru. Pertanyaan memberikan langkah-langkah petunjuk yang jelas dalam menuntun siswa untuk mendapatkan konsep baru. Dalam menemukan rumus luas layang-layang, siswa diberi pertanyaan penuntun yang mengarahkan siswa untuk menemukan konsep luas layang-layang. Langkah-langkah dalam bentuk pertanyaan membuat siswa bergantung kepada pertanyaan penuntun dalam menyelesaikan masalah, sehingga apabila pertanyaan penuntun dihilangkan siswa akan kesulitan untuk menemukan konsep baru.

2. Strategi *scaffolding* dan kemampuan spasial tidak saling berinteraksi terhadap kemampuan berpikir kritis matematis, artinya jika strategi *scaffolding* digabungkan dengan kemampuan spasial tidak memberikan pengaruh yang signifikan secara

statistik. Skor kemampuan berpikir kritis matematis pada kelompok siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* dan memiliki kemampuan spasial tinggi (A_2B_1), siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dan memiliki kemampuan spasial rendah (A_1B_2), serta siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* dan memiliki kemampuan spasial rendah (A_2B_2), memiliki hasil yang cenderung sama diseluruh aspek indikator kemampuan berpikir kritis matematis.

Tabel 3 Presentase Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

No.	Indikator	Skor ideal	A1B1		A2B1		A1B2		A2B2		Jumlah	
			\bar{x}	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%	$\bar{x}$	%
1.	Memahami Masalah	8	7,33	91,63	5,33	66,67	4,17	52,08	3,92	48,96	5,19	64,84
2.	Menghubungkan data dengan konsep	8	6,67	83,38	4,75	59,38	3,83	47,92	3,42	42,71	4,67	58,34
3.	Menganalisis suatu argumen	12	10	83,33	7,33	61,11	7,33	61,11	6,5	54,17	7,79	64,92
4.	Menilai argumen yang relevan	12	7,5	62,5	3,75	31,25	3,67	30,56	2,42	20,14	4,33	36,12
Jumlah		40	31,5	78,8	21,2	52,9	19	47,5	16,3	40,7	22	55

Kemampuan spasial merupakan kemampuan untuk memahami, mengingat, dan membedakan gambar-gambar dan bentuk, berkaitan dengan kemampuan klasifikasi gambar, pandang ruang, pencerminan, dan perputaran. Siswa yang unggul dalam kemampuan ini memiliki kemampuan dalam menggambarkan ide, mengelola tata ruang, mahir membaca peta, dan mahir dalam mengingat berbagai peristiwa melalui gambar. Jika dikaitkan dengan kemampuan matematis khususnya pada konsep bangun datar segiempat dan segitiga, kemampuan spasial sangat berhubungan karena konsep bangun datar segiempat dan segitiga berkaitan dengan pemahaman terhadap gambar, tetapi jika kemampuan spasial digabungkan dengan strategi *scaffolding*, ternyata tidak menunjukkan hasil yang signifikan secara statistik. Hal ini dimungkinkan terjadi karena strategi *scaffolding* dengan kemampuan spasial tidak berkaitan secara langsung khususnya dalam meningkatkan kemampuan matematis.

- Secara statistik tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis siswa antara kelompok A_1B_1 dengan kelompok A_2B_1 , namun jika melihat perbedaan rerata antar kedua kelompok, yaitu rata-rata kemampuan berpikir kritis matematis untuk kelompok A_1B_1 sebesar 80,33 dan untuk kelompok A_2B_1 56,63, perbedaan ini sangat tinggi karena menghasilkan selisih sebesar 23,7. Perbedaan yang sangat besar ini jika dilakukan uji lanjut menggunakan uji t-Dunnnett diperoleh t hitung = 3,04 lebih besar dari t tabel = 2,108 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,01$ maka tolak H_0 dan terima H_1 artinya terdapat perbedaan antara kemampuan berpikir kritis matematis siswa pada kelompok A_1B_1 dan pada kelompok A_2B_1 . Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* lebih tinggi daripada siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting*. Dapat disimpulkan bahwa hipotesis ketiga untuk uji perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis, antara kelompok A_1B_1 dengan kelompok A_2B_1 secara statistik tidak teruji atau tidak terdapat perbedaan, namun secara data

karena menunjukkan perbedaan rerata yang sangat signifikan maka terdapat perbedaan.

Siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi akan mudah memahami suatu konsep jika proses pembelajaran menggunakan diagram, peta, maupun gambar. Dalam menghubungkan garis pada saat menentukan jenis segiempat berdasarkan garis, sudut, dan diagonal, siswa dengan kemampuan spasial tinggi mampu membuat kesimpulan sifat-sifat bangun datar segiempat setelah seluruh garis terhubung dengan jenis segiempat. Peta yang menghubungkan antar konsep membuat siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi merasa tertantang untuk menemukan rumus luas maupun keliling bangun datar segiempat dan segitiga, sehingga dengan adanya peta hubungan antar konsep, siswa yang memiliki kemampuan spasial tinggi akan dengan mudah memahami dan mengingat suatu konsep karena bentuknya yang bertingkat.

4. Tidak terdapat perbedaan antara kelompok siswa yang mendapat perlakuan strategi *concept mapping* dan memiliki kemampuan spasial rendah dengan kelompok siswa yang mendapat perlakuan strategi *probing prompting* dan memiliki kemampuan spasial rendah, dimungkinkan terjadi karena siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah, sulit memahami konsep bangun datar segiempat dan segitiga khususnya dalam kemampuan berpikir kritis matematis. Siswa juga terlihat kurang antusias pada saat proses pembelajaran berlangsung. Ketika teman satu kelompoknya mengerjakan lembar kerja siswa, siswa dengan kemampuan spasial rendah cenderung pasif dan kurang antusias dalam mengerjakan LKS. Sulit mengontrol siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah untuk berinteraksi dengan teman satu kelompoknya dan untuk berdiskusi dalam menyelesaikan masalah yang terdapat dalam LKS. Strategi *probing prompting* tidak berperan banyak dalam proses mengkonstruksi pengetahuan siswa walaupun strategi ini menuntun siswa secara sistematis melalui pertanyaan menggali dan menuntun. Rendahnya kemampuan matematis siswa dan kurang antusias dalam mengikuti proses pembelajaran, mengakibatkan pada rendahnya kemampuan berpikir kritis matematis, pada siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah. Hal ini berarti kemampuan berpikir kritis matematis untuk siswa yang memiliki kemampuan spasial rendah, penerapan strategi *concept mapping* sama efektifnya dengan strategi *probing prompting*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di SMP Permata Insani Kabupaten Tangerang. Setelah data diperoleh menggunakan instrumen yang telah diberi penilaian oleh guru mata pelajaran dan telah diuji coba secara empirik, maka dilakukan uji hipotesis dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh strategi *scaffolding* terhadap kemampuan berpikir kritis matematis. Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa $F_{\text{h}} = 7,68 > 7,24 = F_{\text{t}}$ untuk $\alpha = 0,01$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima pada taraf signifikansi $\alpha = 0,01$ artinya terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *concept mapping* dengan siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *probing prompting*. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapat perlakuan pembelajaran strategi *concept mapping* lebih tinggi daripada kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang mendapatkan perlakuan pembelajaran strategi *probing prompting*.

2. Tidak terdapat pengaruh interaksi antara strategi *scaffolding* dengan kemampuan spasial terhadap kemampuan berpikir kritis matematis. Hal ini ditunjukkan dalam uji hipotesis yaitu $F_h = 2,35 < 4,05 = F_t$ untuk $\alpha = 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, artinya tidak terdapat interaksi antara strategi *scaffolding* dengan kemampuan spasial terhadap kemampuan berpikir kritis matematis. Berdasarkan hasil uji hipotesis dapat disimpulkan bahwa pengaruh strategi *scaffolding* terhadap kemampuan berpikir kritis matematis tidak bergantung kepada kemampuan spasial.

Daftar Pustaka

- [1] Armstrong, Thomas. 2003. *Setiap Anak cerdas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [2] “Daftar Pulau di Indonesia” dalam http://Id.wikipedia.org/Daftar_pulau_di_Indonesia.
- [3] Echols, John M. dan Shadily, Hassan. 2010. *Kamus Inggris-Indonesia*. Jakarta : Kompas Gramedia.
- [4] Elfiky, Ibrahim. 2014. *Terapi Berpikir Positif*. Jakarta : Zaman.
- [5] Fisher, Alec. 2009. *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga.
- [6] Gunawan, Adi W. 2004. *Born to be a Genius*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [7] Hamalik, Oemar. 2009. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Hill, Winfred F. 2011. *Teori-teori Pembelajaran*. Bandung : Nusa Media.
- [9] “Howard Gardner’s Theory of Multiple Intelligences”, dalam http://www.niu.edu/facdev/resources/guide/learning/howard_gardner_theory_multiple_intelligences.pdf.
- [10] Huitt, William G. *et.al. Designing Direct Instruction* dalam <http://www.edpsycinteractive.org/papers/designing-direct-instruction.pdf>.
- [11] Kerlinger, Fred N. 2006. *Asas-asas Penelitian Behavioral*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- [12] “Instructional Scaffolding to Improve Learning” dalam http://www.niu.edu/facdev/resources/guide/strategies/instructional_scaffolding_to_improve_learning.pdf.
- [13] “Jumlah Pulau di Indonesia” dalam <http://www.dkn.go.id/site/index.php/ruang-opini/126-jumlah-pulau-di-indonesia>.
- [14] Joyce, Bruce dan Marsha Weil. 2013. *Models of Teaching*. New Delhi: Prentice Hall of india.
- [15] Maier, Peter Herbert. *Spatial Geometry and Spatial Ability How to Make Solid Geometry Solid?*, dalam www.fmd.uni-osnabrueck.de/ebooks/gdm/PapersPdf1996/Maier.pdf.
- [16] Murwani, Santosa. 2012. *Statistika Terapan (Teknik Analisis Data)*. Jakarta : Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.
- [17] Naga, Dali S. 1992. *Teori Sekor Pada Pengukuran Pendidikan*. Jakarta: Gunadarma.
- [18] Novak, Joseph D. dan Alberto J. Canas. 2009. *The Development and Evolution of the Concept Mapping Tool Leading to a New Model for Mathematics Education*. Springer: USA.
- [19] Porter, Bobbi De dan Mike Hernacki. 2010. *Quantum Learning*. Bandung : Kaifa.

- [20] Posamentier, Alfred S. dan Krulik, Stephen. 2009. *Problem Solving in Mathematics Grades 3-9*. United States of America: Corwin.
- [21] Prasetyono, Dwi Sunar. 2014. *Jurus Jitu Taklukkan Beragam Model Soal Psikotes*. Yogyakarta: Divapress.
- [22] “Prestasi Matematika Siswa Indonesia (UN, TIMMS, PISA)” dalam Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan Nasional.
- [23] Guay, Roland B. dan McDaniel, Ernest D. 2010. *The Relationship between Mathematics Achievement and Spatial Abilities among Elementary School Children, Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 8, No. 3 (May, 1977), pp. 211-215, National Council of Teacher of Mathematics.
- [24] Santrock, John W. 2008. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- [25] _____. 2011. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Salemba Humanika.
- [26] _____. 2014. *Psikologi Pendidikan*. Jakarta: Salemba Humanika.
- [27] Siemon, Dianne dan Jo Virgona. 2003. *Identifying and Describing Teacher Scaffolding Practice in Mathematica. Paper presented to the NZARE/AARE Conference held in Auckland*. New Zealand. 29 November 2003-3 Desember 2003.
- [28] Siberman, Melvin L. 2013. *Active Learning 101 Cara Belajar Siswa Aktif*. Terjemahan Raisul Muttaqien. Bandung: Nusamedia dan Nuansa Cendekia.
- [29] Sukardi. 2003. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [30] Sumarjono, Sujono. 2012. *Psikotes Lengkap Terkini*. Jogjakarta: Diva Press.
- [31] Sundayana, Rostina. 2014. *Media dan Alat Peraga dalam Pembelajaran Matematika*. Bandung : Alfabeta.
- [32] Suyono dan Hariyanto. 2013. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- [33] Suriasumantri, Jujun S. 2007. *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- [34] Surya, Hendra. 2011. *Strategi Jitu Mencapai Kesuksesan belajar*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [35] Tambunan, Siti Marliah . 2006. *Hubungan antara Kemampuan Spasial dengan Prestasi Belajar Matematika*. Makara Sosial Humaniora. Vol. 10. No. 1. Juni 2006: 27-32.
- [36] Trianto. 2013. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- [37] _____. 2009. *Mengembangkan Model Pembelajaran Tematik*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakarya.
- [38] Wardhani, Sri dkk. 2010. *Pembelajaran Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika di SMP*. Yogyakarta : PPPPTK Matematika.
- [39] Woolfolk, Anita. *et.al*. 2008. *Psychology in Education*. Inggris : Pearson.
- [40] Winkel, W. S. 2009. *Psikologi Pengajaran*. Yogyakarta : Media Abadi.
- [41] Yamin, Martinis. 2011. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta : Gaung Persada.
- [42] Yilmaz, H. Bayram. 2009. *On the Development and Measurement of Spatial Ability, International Electronic Journal of Elementary Education*. Vol. 1, Issue 2, March.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERORIENTASI KONSTRUKTIVISME UNTUK MATERI BILANGAN DI KELAS VII SMP

Aidil Safitra¹, Ahmad Fauzan², Syahrul R.³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: aidilsafitra@rocketmail.com

^{2,3} Staf Pengajar Pascasarjana UNP

email: ²ahmad.zan66@gmail.com, ³syahrul_810@yahoo.co.id

Abstract. *The teachers haven't helped the students in an optimal way to improve their knowledge in math lesson, particularly about material of numbers. The material is still taught conventionally and depended on the compulsory book. The primary factor to this problem is lack of learning resources which can be a reference for delivering the lesson constructivismlly. The aim of this research is to develop constructivism-oriented math learning device for a valid, practical and effective material of numbers. The type of this research is a developmental research. The research use a Plomp model which is divided into several phases they are: preliminary research, prototype phase, and assessment phase. Data validity analysis showed that constructivism-oriented math learning device resulting in extremely valid category because the developed learning device had a good validity both the content and construction side. In data practicability analysis showed that constructivism-oriented math learning device is practical because it can be applied well in math learning process. The use of constructivism-oriented math learning device could make the students more active in the learning process which can be seen from their classroom activity. Moreover, the level of final result completeness increased up to 82, 35%. It means that this device is effective in improving students' final result. In conclusion, this research, constructivism-oriented math learning device, is valid, practical and effective.*

Key words: *Development of math learning device, consctructivism, numbers.*

1. Pendahuluan

Bilangan merupakan salah satu materi matematika yang dipelajari di SMP kelas VII. Bilangan yang dipelajari yaitu bilangan bulat dan bilangan pecahan. Bilangan bulat dan bilangan pecahan sangat berperan penting dalam matematika, karena materi bilangan bulat dan pecahan merupakan materi dasar yang harus dikuasai oleh siswa, sebelum mempelajari materi lainnya. Siswa di sekolah menengah perlu mengembangkan pemahaman yang lebih lengkap tentang sistem bilangan¹. Hal ini berarti, siswa sekolah menengah pertama diharapkan untuk memahami lebih mendalam tentang bilangan bulat dan bilangan pecahan, agar siswa mampu untuk menghadapi materi selanjutnya.

Penguasaan konsep bilangan siswa hingga saat ini masih lemah khususnya pada materi bilangan di SMP. Kouba dan kawan-kawan menemukan bahwa di dalam *National Assesment of educational progress* (NAEP) keempat, sebagian besar siswa kelas VII menggunakan simbol pecahan tanpa pemahaman¹. Hal ini ditunjukkan dengan sekitar 80% siswa kelas VII dapat mengubah bilangan campuran menjadi bilangan pecahan tak sempurna, tetapi hanya sedikit diantaranya yang mengetahui bahwa konsep dari $5\frac{1}{4}$ adalah sama dengan $5 + \frac{1}{4}$. Kondisi ini menunjukkan bahwa materi bilangan dipahami siswa sebagai suatu simbol tanpa arti.

Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh Ariyunita tentang analisis kesalahan siswa dalam penyelesaian soal operasi bilangan pecahan pada siswa kelas VII SMPN 2 Karanggede, diketahui bahwa masih banyak kesalahan penghitungan yang disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep bilangan². Pada kegiatan belajar, siswa diminta untuk mencari penyelesaian dari soal perkalian dan pembagian pada operasi campuran, dalam soal tersebut siswa salah dalam mengubah pecahan campuran menjadi pecahan biasa. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa, diketahui bahwa mereka lupa serta masih bingung cara merubah ke bentuk pecahan biasa. Kasus ini memberikan bukti bahwa kesalahan siswa terjadi karena kurangnya pemahaman tentang konsep bilangan. Selain itu, dalam penelitian Ariyunita dari hasil observasi yang dilakukan diperoleh bahwa aktivitas siswa cenderung pasif dalam kegiatan pembelajaran karena kurangnya rasa percaya diri siswa, sehingga ketika siswa mengalami masalah atau kurang memahami materi yang diajarkan, siswa enggan dan tidak berani untuk bertanya dan meminta penjelasan lebih lanjut kepada guru. Kegiatan pembelajaran matematika dapat didukung oleh beberapa bahan ajar. Bahan ajar yang dimaksud disini adalah bahan ajar yang dapat membangun pemahaman konsep matematika siswa.

Bahan ajar yang umumnya digunakan oleh guru adalah buku pelajaran matematika. Proses pembelajaran yang dilakukan guru umumnya bergantung pada bahan ajar yang digunakan. Kondisi ini juga terjadi di SMPN 15 kota Padang. Berdasarkan hasil analisis terhadap buku pelajaran matematika siswa kelas VII SMPN 15 Padang, diketahui bahwa isi buku belum membantu siswa dalam memahami konsep. Isi buku berupa penjelasan rumus dan contoh. Materi disampaikan secara singkat dan langsung diberi contoh soal. Teknik penyajian materi pada buku teks belum mampu melibatkan siswa secara aktif dalam melakukan penemuan-penemuan guna membangun konsep terhadap materi yang dipelajarinya. Kurangnya keterlibatan siswa dalam membangun pemahaman konsep mengakibatkan aktivitas siswa menjadi pasif, dan siswa cenderung menghafal materi tanpa memahaminya. Materi bilangan disampaikan secara langsung tanpa menjelaskan konsep materi. Materi dijelaskan secara singkat dan langsung diikuti dengan rumus dan contoh soal. Materi operasi bilangan bulat disajikan

dengan menjelaskan cara mencari nilai bilangan bulat dengan garis bilangan dan rumus. Selanjutnya diberikan beberapa contoh penyelesaian soal. Buku juga tidak dilengkapi dengan peta pikiran yang dapat membantu siswa memahami struktur materi. Salah satu akibat dari proses pembelajaran seperti ini adalah hasil belajar siswa khususnya materi bilangan tergolong rendah. Hal ini terlihat dari hasil ulangan harian siswa untuk materi bilangan bulat di kelas VII₃ SMPN 15 kota Padang pada tahun ajaran 2015/2016, yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil belajar siswa belum mencapai kriteria ketuntasan minimal yaitu sebesar 72,77, dan persentase ketuntasan hasil belajar masih dalam kategori kurang berhasil yaitu sebesar 50%.

Pendekatan konstruktivisme merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pentingnya proses pembentukan pemahaman konsep. Siswa harus aktif dalam mencari pengetahuan. Prinsip-prinsip konstruktivisme, yaitu (1) pengetahuan dibangun oleh siswa secara aktif, (2) mengajar adalah membantu siswa belajar, (3) tekanan dalam proses belajar lebih pada proses bukan hasil akhir, (4) kurikulum menekankan partisipasi siswa, dan (5) guru sebagai fasilitator³. Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran matematika yang dirancang menggunakan ciri-ciri pembelajaran konstruktivisme, yaitu adanya orientasi, *elicitasi*, restrukturisasi ide, aplikasi ide, dan *review*⁴.

Selain buku ajar, masih banyak bahan ajar yang dapat digunakan oleh guru. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan guru adalah modul. Pada prinsipnya modul digunakan sebagai media ajar individual. Namun, modul dapat juga sebagai bahan ajar yang digunakan guru untuk menyajikan materi. Modul dapat dibuat oleh guru sebagai alat bantu belajar matematika. Modul hendaknya dibuat berlandaskan suatu pendekatan pembelajaran. Artinya disini adalah modul yang digunakan dapat membantu siswa memahami konsep.

Modul harus memenuhi unsur-unsur sebagai berikut. (1) Rumusan tujuan pembelajaran yang eksplisit dan spesifik, (2) petunjuk penggunaan modul, (3) lembar kegiatan siswa, (4) lembar kerja bagi siswa, (5) kunci lembar kerja, (6) lembar evaluasi, dan (7) kunci lembar evaluasi⁵. Selain itu, ada lima karakteristik modul, yaitu *self instruction*, *self contained*, *stand alone*, *user friendly*, dan *adaptive*⁶.

Sebagai bahan ajar, modul digunakan sebagai bahan belajar siswa dalam pelaksanaan pembelajaran. Seperti kegiatan pembelajaran yang lain, pelaksanaan pembelajaran dengan modul juga memerlukan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Fungsi penting dari RPP adalah dapat mendorong guru lebih siap melakukan pembelajaran dengan perencanaan yang matang dan kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan harus disesuaikan dengan kebutuhan lingkungan, sekolah dan daerah tempat mengajar⁷. Dari fungsi ini, dapat diketahui bahwa RPP mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung pelaksanaan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Berdasarkan uraian di atas, akan dilakukan penelitian mengenai perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme dengan menggunakan bahan ajar modul pada materi bilangan. Modul dirancang untuk mengkonstruksi pemahaman siswa tentang materi bilangan, dan RPP dirancang sebagai pedoman kegiatan belajar di kelas dengan menggunakan modul. Rumusan masalah yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. (1) Bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan yang valid? (2) Bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan yang praktis? (3) Bagaimana karakteristik

perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan yang efektif? Efektivitas yang diselidiki adalah sebagai berikut. (a) Bagaimana aktivitas belajar siswa selama pembelajaran matematika dengan menggunakan perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan? (b) Bagaimana hasil belajar siswa setelah dilakukan pembelajaran matematika dengan menggunakan perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan?

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan, dengan mengikuti model umum desain penelitian menurut Plomp (2013), yang terdiri atas 3 fase yaitu *preliminary research*, *prototyping phase*, dan *assessment phase*⁸.

Pada tahap *preliminary research* dilakukan analisis pendahuluan yang terdiri atas analisis kurikulum, analisis konsep, analisis karakteristik siswa, dan analisis perangkat pembelajaran yang telah ada. Pada tahap *prototyping* dilakukan penyusunan prototipe perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme untuk materi bilangan, dimulai dari merancang sistematika dan struktur perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme. Evaluasi formatif sangat berperan pada tahap pembuatan prototipe ini, yang terdiri atas evaluasi sendiri, *expert review*, ujicoba pada *one-to-one*, ujicoba pada kegiatan *small group*, dan uji lapangan pada kelompok besar (*field test*). Pada tahap *assessment* dilakukan penilaian untuk uji praktikalitas dan uji efektivitas.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut. (1) Instrumen kevalidan, yang terdiri atas lembar validasi perangkat pembelajaran matematika dan lembar validasi instrumen, (2) instrumen Kepraktisan, yang terdiri atas angket respons guru, angket respons siswa, pedoman wawancara guru, dan pedoman wawancara siswa, (3) instrumen keefektifan, yang terdiri atas, lembar observasi aktivitas siswa dan tes hasil belajar.

3. Hasil Dan Pembahasan

1. Hasil Preliminary Research

Prototype perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme dirancang berdasarkan analisis pendahuluan. Kegiatan ini dimulai dengan menganalisis kurikulum, analisis konsep, analisis karakteristik siswa, dan analisis perangkat pembelajaran yang telah ada.

2. Hasil Prototyping Phase

Hasil rancangan perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme berupa RPP dan modul.

a) RPP

Pada RPP dijelaskan apa yang dilaksanakan siswa saat kegiatan orientasi dan apa yang harus dilakukan guru saat siswa membaca orientasi pada modul. Arahan ini diberikan agar guru dapat memaksimalkan kegiatan orientasi. Untuk bagian *elicitasi*, dijelaskan apa yang dilakukan siswa dan apa yang dilakukan guru untuk membantu siswa yang kesulitan menyelesaikan bagian *elicitasi*. Arahan ini dapat membantu siswa membuat suatu kesimpulan menurut pendapatnya sendiri mengenai materi yang telah

dipahaminya sebelumnya pada kegiatan orientasi. Selanjutnya adalah tahap restrukturisasi ide. Pada tahap ini siswa menyelesaikan soal pemecahan masalah tentang materi yang sedang dipelajari. Guru mengarahkan siswa untuk mendiskusikan hasil jawaban mereka dengan teman sebangkunya. Pada RPP juga dijelaskan bahwa guru harus menegaskan kepada siswa supaya dapat menyelesaikan bagian aplikasi ide yang diberi nama “ayo berlatih” jika telah menyelesaikan bagian *elicitasi* dan restrukturisasi ide. Arahan ini diberikan agar siswa tidak melewati saja bagian sebelumnya.

b) Modul

Kegiatan ini merupakan pengenalan terhadap materi yang diberikan. Pada kegiatan orientasi, siswa dapat mengamati dan mengikuti alur cerita yang diberikan dan menyelesaikan setiap masalah yang ditanyakan. Bagian ini memberi kesempatan siswa untuk mengenal terhadap materi yang diberikan, dan mengembangkan pemahaman dalam mempelajari suatu pokok bahasan atau suatu topik. Bagian ini dibuat seperti sebuah cerita karena siswa senang membaca cerita. Cerita yang dibuat merupakan cerita yang dikenal siswa dan ditemui siswa dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dilakukan agar siswa mudah dalam memahami cerita. Gambar 1 berikut ini adalah salah satu contoh bagian dari kegiatan orientasi pada modul.

Dalam kehidupan sehari-hari, pernahkah kamu melihat benda-benda yang telah terbagi menjadi beberapa bagian yang sama? Misalnya,

1. Jeruk terbagi menjadi beberapa bagian yang sama.
2. Roti ulang tahun dibagi menjadi tiga bagian yang sama.
3. Semangka yang dipotong menjadi 10 bagian yang sama.
4. Kertas yang dilipat kemudian dipotong menjadi dua bagian yang sama.

Masih ingatkah kamu ketika kamu membeli sebuah apel. Kemudian apel tersebut kamu potong menjadi dua potongan yang sama besar seperti gambar disamping.




Sumber: www.google.com
Gambar 2.1.1 Sebuah apel yang dibagi dua

Berdasarkan gambar 2.1.1, tuliskan simbol pecahan yang menunjukkan satu potong apel tersebut.



Simbol pecahan yang menunjukkan satu potong apel adalah

Sekarang, misalkan Ibu memintamu untuk membagi sebuah martabak menjadi empat potong yang sama besar. Coba gambarkan empat potong martabak tersebut dan beri simbol pecahan dari satu potong martabak ini.



Gambar 2.1.2. Sebuah martabak

Gambar 1. Salah Satu Contoh Bagian Kegiatan Orientasi

Pada tahap aplikasi ide ini siswa perlu mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh dengan mengerjakan soal-soal. Bagian aplikasi ide pada modul ini diberi nama "ayo berlatih". Soal yang diberikan lebih pada pemahaman konsep dari materi yang sedang dipelajari. Kegiatan ini dilakukan untuk memperkuat pemahaman siswa tentang materi yang sedang dipelajari. Gambar 4 berikut ini adalah salah satu contoh bagian kegiatan aplikasi ide pada modul.

Ayo berlatih 2.1

3. Pada hari minggu tim survei mencatat jumlah pengunjung kebun binatang. $\frac{1}{4}$ pengunjung merupakan wisatawan luar negeri dan $\frac{15}{20}$ pengunjung merupakan wisatawan lokal. Wisatawan mana yang lebih sedikit mengunjungi kebun binatang tersebut?

4. Jarak rumah Ramzi ke sekolah $\frac{3}{4}$ km, jarak rumah Irfan ke sekolah $\frac{1}{2}$ km, dan jarak rumah Andika ke sekolah $\frac{5}{8}$ km.

a. Rumah siapa yang terdekat dengan sekolah?
b. Rumah siapa yang terjauh dengan sekolah?

Gambar 4. Contoh Kegiatan Aplikasi Ide

Kegiatan *review* sangat diperlukan untuk menyamakan pemahaman dan memperbaiki pemahaman yang salah dari masing-masing siswa, sehingga siswa dapat lebih memahami materi yang disampaikan. Setelah tahap perancangan dilakukan *self evaluation*. Pada RPP aspek yang diperbaiki yaitu aspek langkah-langkah kegiatan pembelajaran dan aspek sumber belajar. Pada aspek langkah-langkah kegiatan belajar, awalnya tidak menggunakan tabel untuk kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup. Ada tiga aspek yang diperbaiki pada modul, yaitu aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafikaan. Setelah tahap evaluasi sendiri, dilakukan validasi kepada lima orang ahli. Hasil validasi menyatakan bahwa perangkat yang dikembangkan dalam kategori sangat valid. Hasil validasi modul menyatakan bahwa modul dalam kategori sangat valid.

Setelah proses validasi selesai, dilakukan perbaikan terhadap *prototype* 1 sesuai dengan saran validator. Hasil revisi pada *prototype* 1 dinamakan dengan *prototype* 2. Selanjutnya, dilakukan uji praktikalitas kepada orang per orang (*one to one evaluation*) terhadap penggunaan modul bilangan berorientasi konstruktivisme. Secara keseluruhan berdasarkan hasil angket evaluasi orang per orang menunjukkan bahwa penyajian modul dalam kategori praktis dan penggunaan modul sangat praktis.

Evaluasi kelompok kecil (*small group*) dilakukan pada enam orang siswa kelas VII(1) SMP Negeri 15 kota Padang dengan kemampuan belajar yang berbeda yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Secara keseluruhan berdasarkan hasil angket kepraktisan kelompok besar menunjukkan bahwa penyajian dan penggunaan modul sangat praktis.

Modul pembelajaran yang telah direvisi setelah dilakukan evaluasi kelompok kecil disebut *prototype* 4. *Prototype* 4 ini selanjutnya diujicobakan di lapangan (*field test*)

dan hasilnya direvisi untuk memperoleh produk akhir. Pada tahap ini dilakukan uji praktikalitas dan efektivitas.

3. *Assesment Phase* (Fase Penilaian)

Uji praktikalitas dilakukan untuk melihat tingkat kepraktisan modul pembelajaran matematika saat digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil pengisian angket oleh guru menunjukkan penyajian modul, penggunaan modul, penggunaan RPP, dan perangkat pembelajaran praktis. Data rata-rata item angket untuk tiap indikator disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Angket Praktikalitas Respons Guru

No.	Indikator	Rerata	Kriteria
1.	Penyajian modul	95	Sangat Praktis
2.	Penggunaan modul	83	Praktis
3.	Penggunaan RPP	96	Sangat praktis
4.	Perangkat pembelajaran	90	Sangat praktis

Hasil pengisian angket siswa menunjukkan penyajian dan penggunaan modul sangat praktis. Data hasil analisis angket untuk tiap indikator disajikan seperti Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Angket Praktikalitas Respons Siswa (*Field Test*)

No.	Indikator	Rerata	Kriteria
1.	Penyajian modul	89,8	Sangat Praktis
2.	Penggunaan modul	89,58	Sangat praktis

Untuk hasil analisis observasi, siswa terlibat aktif dalam aktivitas *motor* dan *mental*. Dua aktivitas ini cenderung meningkat. Walaupun ada sedikit penurunan pada pertemuan 5, tetapi pada pertemuan 6 keaktifan kembali meningkat. Dari aktivitas *oral* siswa sedikit yang melakukan aktivitas ini. Namun, banyak siswa yang mengikuti cenderung meningkat. Untuk aktivitas *emotional* cenderung menurun. Kondisi ini menunjukkan semakin sedikit siswa yang tidak antusias mengikuti pelajaran. Dalam arti yang lain, dapat dikatakan bahwa semakin banyak siswa yang antusias mengikuti pembelajaran dengan modul.

Hasil belajar yang diperoleh dalam penelitian ini berasal dari tes yang diberikan dalam bentuk tes soal *multiple choice* sebanyak 20 soal dan tes uraian sebanyak 5 soal. Dari tes akhir ini, diperoleh 82,35% siswa berada di atas KKM. Selain itu, dilihat dari hasil belajar sebelumnya dengan ketuntasan sebesar 50% dan rata-rata 72,77 menunjukkan bahwa hasil belajar matematika siswa meningkat.

Secara keseluruhan dari hasil validasi oleh validator, RPP yang dikembangkan dinyatakan valid. Dengan adanya RPP yang dirancang dengan baik, diharapkan oleh guru sebagai pedoman pelaksanaan pembelajaran di sekolah agar siswa dapat memahami konsep dengan baik. Hasil validasi modul, mengatakan bahwa dari sembilan aspek penilaian ada empat aspek dalam kategori sangat valid dan lima lainnya dalam kategori valid. Kondisi ini menunjukkan bahwa, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam kategori sangat valid.

Data praktikalitas pada tahap ujicoba kelompok besar diperoleh melalui angket respons dan wawancara terhadap siswa dan guru. Berdasarkan hasil angket diketahui bahwa angket yang dikembangkan sudah praktis. Hal ini didukung dari hasil wawancara. Siswa menyatakan penyajian modul menarik dan sebagian besar isi modul mudah dibaca walaupun ada sedikit yang kurang jelas. Dari hasil angket respons guru diketahui juga pembelajaran dengan modul sangat praktis. Hal ini juga didukung dari hasil wawancara yang dilakukan dengan guru. Menurut guru modul mudah digunakan baik dari segi petunjuk modul maupun dari isi modul. Begitu juga dengan perangkat pembelajaran yang digunakan, guru menyatakan perangkat pembelajaran berorientasi konstruktivisme dapat membuat siswa lebih bersemangat, dan aktivitas belajar siswa menjadi meningkat. RPP yang digunakan juga praktis. Menurut pendapat guru, RPP dapat membantunya dalam kegiatan belajar dengan modul. Guru menyatakan, tidak ada kendala yang berarti dalam penggunaan RPP.

Berdasarkan hasil uji efektivitas diperoleh bahwa aktivitas positif menunjukkan persentase yang cenderung meningkat untuk setiap pertemuan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perangkat yang dikembangkan dapat meningkatkan aktivitas siswa. Banyak cara yang dilakukan untuk menciptakan suasana belajar yang kondusif, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar secara optimal, sesuai dengan kemampuannya masing-masing. Suasana belajar yang kondusif salah satunya dapat diciptakan dari penerapan pembelajaran berorientasi konstruktivisme⁹.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan berikut. (1) Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme yang dikembangkan dalam kategori sangat valid baik dari segi isi maupun konstruk dengan karakteristik (a) perangkat pembelajaran memenuhi semua aspek dari karakteristik konstruktivisme yaitu orientasi, *elicitasi*, restukturisasi ide, aplikasi ide, dan *review*, (b) perangkat pembelajaran sesuai dengan SK, KD, dan indikator, (c) perangkat pembelajaran sudah konsisten dan mendukung satu sama lain, (d) penyajian perangkat pembelajaran sudah benar dari segi format, isi, penyajian, bahasa, dan huruf. (2) Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria praktis dengan karakteristik, (a) perangkat pembelajaran jelas dari segi petunjuk penggunaan, bahasa, dan langkah-langkah konstruktivisme, (b) perangkat pembelajaran mudah digunakan dalam kegiatan pembelajaran, (c) waktu yang disediakan untuk melakukan tugas-tugas dalam perangkat pembelajaran memadai. Hal ini dapat dilihat dari data angket praktikalitas respons guru dan praktikalitas angket respons siswa, serta

dari hasil wawancara terhadap guru dan siswa. (3) Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran matematika berorientasi konstruktivisme yang dikembangkan sudah efektif dalam meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa. Hal ini dilihat dari data hasil observasi aktivitas siswa yang menunjukkan bahwa siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran matematika dengan menggunakan modul, dan ketuntasan hasil belajar siswa yang lebih dari 82,35% mencapai KKM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Walle, John A. Van De. 2006. *Matematika Sekolah Dasar dan Menengah Jilid 2 Pengembangan dan Pengajaran*. Terjemahan oleh Suyono, 2006. Jakarta: Erlangga.
- [2] Ariyunita, Noraida. 2012. Analisis Kesalahan Dalam Penyelesaian Soal Operasi Bilangan Pecahan, (online), (http://eprints.ums.ac.id/21133/18/NASKAH_PUBLIKASI.pdf , diakses 3 Juni 2015).
- [3] Trianto. 2012. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- [4] Suparno, Paul. 2006. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- [5] Vembriarto, St. 1981. *Pengantar Pengajaran Modul*. Yogyakarta: Paramita.
- [6] Rosyid. 2010. "Pengertian, Fungsi, dan Tujuan Modul". (<http://www.rosyid.info/2010/06/pengertian-fungsi-dan-tujuan-penulisan.html> , di akses 16 Mei 2015).
- [7] Mulyasa, E.. 2009. *Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Plomp, T. dan Nieveen, N. (Eds). 2013. *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- [9] Sardiman. 2011. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN PECAHAN BERBASIS *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* (RME) UNTUK SISWA KELAS IV SD

Oci Yulinasari¹, Ahmad Fauzan², Yuni Ahda³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

e-mail: villa_oci@yahoo.com

^{2,3}Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

e-mail: ahmad.zan66@gmail.com

Abstract: Fractions is one of topic which difficult for understand by student. This condition can be seen from the result of fractions lesson in Elementary school, especially the fourth grader are still low. One of the main factor is that, the concepts are not chronological constructed. This research is aimed to develop Fractions lesson design into RME-oriented to give comprehend the material of fractions and develop the students' reasoning ability. This research is a *design* research, which did in cycle type. The phases of Design research those are; *preparing for the experiment, conducting the experiment, and retrospective analyses*. The research has been produced the valid and effective learning design. The design accomodate learning trajectory of fractions which consist of finding the fractions concept, finding equivalence-fractions concept, finding equivalence-fractions algorithm, determining the sum of equal-value denominator fractions, finding algorithm as the sum of equal-value denominator fractions, determining the sum of unequal-value denominator fractions, and finding the algorithm as the sum of unequal-value denominator fractions. The learning process of RME-based Fractions affected students' reasoning. About 73% students have a reasoning in good criteria.

Key word: fractions, learning design, *Realistic Mathematics Education*, and HLT.

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang terdiri dari beberapa topik. Salah satu topik matematika yang dipelajari di sekolah adalah bilangan. Topik bilangan yang diajarkan di sekolah dasar terdiri dari bilangan bulat dan pecahan. Pecahan mulai dikenalkan di sekolah dasar karena pecahan merupakan dasar untuk mempelajari materi matematika di jenjang yang lebih tinggi. Peserta didik di kelas yang lebih tinggi akan sering menemui algoritma perhitungan yang berhubungan dengan pecahan. Seorang peserta didik yang kehilangan konsep pecahan akan mengalami kesulitan saat dihadapkan pada algoritma-algoritma perhitungan¹. Pernyataan ini menegaskan bahwa pemahaman tentang pecahan berperan penting untuk memahami operasi perhitungan pecahan.

Pecahan merupakan salah satu materi matematika yang abstract. Misalnya saja $\frac{1}{2}$, nilai ini merupakan simbol yang menunjukkan satu dari dua bagian yang sama. Sebagai salah satu materi yang abstract, maka kegiatan belajar pecahan hendaknya dilaksanakan dengan proses penemuan kembali. Proses penemuan ini dilakukan dalam dua proses matematisasi yaitu matematisasi horizontal dan vertikal. Dengan kata lain, peserta didik memecahkan masalah konkrit secara informal kemudian diarahkan dengan menggunakan bahasa yang lebih formal untuk menemukan algoritma². Kegiatan

pembelajaran untuk menuju ke arah yang lebih formal dapat dikembangkan melalui penalaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Depdiknas yang menyatakan materi matematika dan penalaran merupakan bagian yang tak terpisahkan, matematika dipahami melalui penalaran dan penalaran dapat dilatih melalui matematika³.

Meskipun kemampuan penalaran dapat diperoleh melalui pembelajaran matematika, namun pelaksanaan kegiatan belajar yang dapat melatih penalaran siswa bukan merupakan hal yang mudah dilakukan. Guru hendaknya dapat menciptakan kegiatan belajar yang dapat melatih kemampuan penalaran siswa. Hal ini dianggap penting karena kemampuan penalaran merupakan salah satu tujuan dari pembelajaran matematika. Peraturan menteri nomor 57 tahun 2014 menyatakan bahwa kecakapan atau kemahiran matematika merupakan bagian dari kecakapan hidup yang harus dimiliki siswa terutama dalam pengembangan penalaran, komunikasi, dan pemecahan masalah-masalah yang dihadapi dalam kehidupan siswa sehari-hari⁴.

Kurangnya pemahaman siswa tentang materi pecahan merupakan salah satu faktor kurang berhasilnya kegiatan belajar pecahan. Wilde menyatakan "*Fraction have often been a difficult learning experience, since student maybe pushed into manipulating symbols and solving before they understand what they are doing*"⁵. Maksudnya, kesulitan anak dalam mempelajari pecahan terjadi karena anak hanya didorong untuk memanipulasi simbol dan memecahkannya tanpa memahami apa yang mereka lakukan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas belajar matematika yang lebih bermakna. Salah satunya dengan diciptakannya pendekatan pembelajaran yang dapat membuat kegiatan belajar lebih bermakna. Pendekatan pembelajaran yang dibuat khusus untuk pembelajaran matematika adalah *Realistic Mathematics Education* (RME). Ada tiga prinsip utama RME yang perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran. Tiga prinsip RME yaitu, *Guided reinvention through progressive mathematization*, *Didactical phenomenology*, dan *Self-developed models*⁶. Ketiga prinsip ini dapat membuat peserta didik aktif dan memahami materi matematika.

Pada pendekatan RME, peserta didik diberikan suatu permasalahan yang nyata bagi mereka dan diberi kesempatan menyelesaikannya. Tentunya kegiatan ini dapat membentuk pengalaman bagi setiap peserta didik. Pengalaman ini dapat menciptakan pemahaman yang mendalam tentang materi yang diberikan. Pengalaman menyelesaikan masalah dapat memperkuat pemahaman dan penalaran matematika⁷. Bernalar matematik adalah suatu kebiasaan, dan seperti kebiasaan lainnya, maka penalaran mesti dikembangkan melalui pemakaian yang konsisten dan dalam berbagai konteks⁸. Indikator yang menunjukkan penalaran dan komunikasi antara lain, 1) Menyajikan pernyataan matematika secara lisan, tertulis, gambar, dan diagram (komunikasi), 2) Mengajukan dugaan, 3) Melakukan manipulasi matematika, 4) Menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap beberapa solusi, 5) Menarik kesimpulan dari pernyataan, 6) Memeriksa kesahihan suatu argumen, dan 7) Menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi⁹. Dari pendapat ini, jelaslah bahwa RME merupakan salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan pemahaman dan penalaran matematika siswa.

Selain penggunaan pendekatan, dalam membuat desain belajar guru juga perlu mempertimbangkan alur berpikir peserta didik yang berkembang selama kegiatan belajar dan membuat antisipasi terhadap apa yang akan terjadi. Hal ini perlu dibuat agar

dalam pelaksanaannya guru tidak mengabaikan ragam pemikiran peserta didik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sebuah *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). HLT terdiri dari tiga komponen, yaitu tujuan untuk pembelajaran bermakna, sekumpulan tugas untuk mencapai tujuan, dan hipotesis tentang bagaimana peserta didik belajar dan bagaimana peserta didik berpikir¹⁰.

Dalam perancangannya HLT tidak sama seperti rencana pembelajaran yang dibuat guru. HLT memuat tujuan khusus kegiatan belajar yang selanjutnya dilengkapi dengan sekumpulan aktivitas untuk mencapai setiap tujuan yang dirumuskan. Pada setiap aktivitas yang dirancang dibuat beberapa hipotesis tentang apa yang akan dilakukan siswa. Untuk kegiatan siswa yang tidak sesuai akan dibuat antisipasi-antisipasi yang mengarahkan siswa pada penyampaian tujuan yang diharapkan. Dengan perancangan HLT diharapkan kegiatan belajar lebih dinamis.

Berdasarkan uraian tersebut diperlukan sebuah desain pembelajaran yang dapat membuat peserta didik memahami konsep pecahan dan meningkatkan kemampuan penalaran siswa. Selain itu, dibuat juga rancangan dugaan alur berpikir peserta didik beserta antisipasinya. Perancangan ini dapat dilakukan dalam sebuah penelitian desain. Penelitian desain dibuat dalam tiga tahap, yakni tahap persiapan, tahap uji coba, dan analisis retrospektif. Pada tahap persiapan dirancang sebuah desain pembelajaran berbasis RME. Setiap aktivitas dilengkapi dugaan alur berpikir peserta didik yang akan berkembang berikut antisipasinya.

Pada penelitian ini dibuat sebuah desain pembelajaran pecahan yang terdiri dari beberapa aktivitas pemahaman konsep pecahan dan dugaan alur berpikir peserta didik beserta antisipasinya. Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana proses pengembangan desain pembelajaran pecahan berbasis pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang valid untuk mengembangkan kemampuan penalaran matematis?
2. Bagaimana dampak potensial desain pembelajaran pecahan terhadap kemampuan penalaran matematis peserta didik?

2. Metode

Tiga fase pelaksanaan penelitian dari pandangan desain pembelajaran, yaitu *preparing for the experiment, conducting the experiment, and retrospective analyses*¹¹.

1. *Preparing for the Experiment* (Tahap Persiapan)

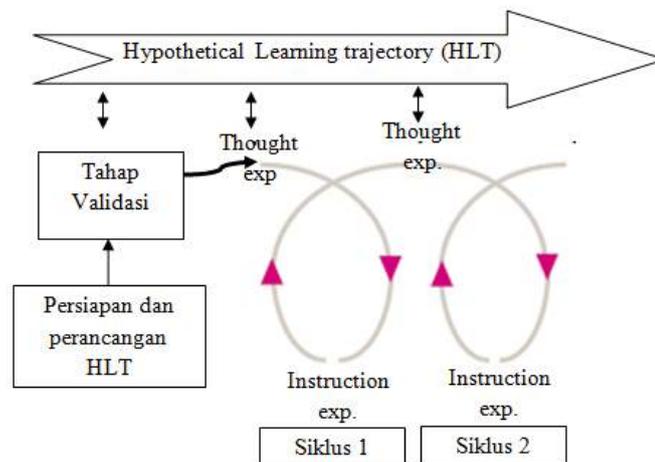
Tujuan dari *preparing Phases* dari penelitian desain adalah untuk merumuskan sebuah dugaan *Local Instructional Theory* (LIT) yang dapat diperluas/diuraikan dan diperbaiki ketika pelaksanaan desain eksperimen¹¹. Untuk membuat sebuah dugaan HLT pecahan dilakukan review literatur. Tahapan dari *Preparing phase* yaitu, a) Menentukan *End Points*, b) Menentukan *Starting Points*, c) Merancang Desain awal HLT¹¹.

Setelah tahap perancangan HLT, dilakukan validasi HLT kepada ahli. Ahli disini diutamakan pada ahli RME dan materi pecahan.

2. *Conducting the Experiment*

Tahap kedua adalah pelaksanaan eksperimen. Tujuan tahap ini adalah untuk menguji dan memperbaiki dugaan LIT yang telah dikembangkan pada tahap persiapan dan

perancangan, serta melihat bagaimana LIT bekerja¹¹. Pada tahap ini, desain HLT digunakan sebagai petunjuk (*Guideline*) pelaksanaan kegiatan belajar. Berdasarkan prosedur penelitian desain yang telah dijelaskan, alur penelitian yang dilakukan seperti bagan berikut ini.



Gambar 1. Alur Kegiatan Penelitian untuk Memperoleh LIT

3. *The Retrospective Analysis*

Tahap ketiga adalah analisis retrospektif. Tujuan dari analisis retrospektif tentunya akan bergantung pada teori dan desain penelitian¹¹. Peran HLT di tahap ini sebagai petunjuk bagi peneliti dalam menentukan fokus dan analisis (Bekker and Van Eerde, *in press*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *design research* yang dipaparkan di sini meliputi hasil *preparing for the experiment, conducting the experiment, dan the retrospective analysis*.

1. *The Preparing for the Experiment (Tahap Persiapan)*

- a. Mengkaji literatur mengenai materi pecahan.
- b. Analisis konsep
- c. Desain awal HLT

Desain awal HLT dibuat berdasarkan tujuan-tujuan khusus yang akan dicapai dari pembelajaran pecahan. Tujuan-tujuan khusus dibuat dari hasil kajian literatur dan analisis konsep. Berikut dijelaskan aktivitas yang dilakukan dalam kegiatan pembelajaran penjumlahan pecahan.

- 1) Aktivitas 1: Menemukan konsep pecahan sebagai bagian dari keseluruhan yang sama besar dengan memotong karton dan membagi kertas origami

Peserta didik diberikan masalah kontekstual yang berhubungan dengan pembagian kertas. Permasalahan yang diberikan meminta peserta didik untuk memotong karton menjadi beberapa bagian yang sama besar. Bagian karton diberi nama pecahan. Nama pecahan dari bagian karton menunjukkan bagian dari keseluruhan potongan karton.

Dengan memberi nama setiap bagian karton maka akan ditemukan nama pecahan dan simbol pecahannya. Tugas-tugas membagi diperkuat dengan memberi beberapa soal tambahan yang sejenis.

- 2) Aktivitas 2: menemukan konsep pecahan senilai sebagai kuantitas atau jumlah yang sama dengan membandingkan banyak coklat

Kuantitas yang sama dapat dilihat dari banyak bagian coklat yang telah dibagi dengan banyak bagian yang berbeda. Peserta didik diminta membandingkan apakah banyak satu dari empat bagian coklat pada gambar sama dengan banyak dua dari delapan bagian coklat pada gambar. Kegiatan membandingkan banyak satu dari empat bagian dengan dua dari delapan bagian merupakan kegiatan membandingkan dua jenis pecahan dengan angka yang berbeda namun bernilai sama.

- 3) Aktivitas 3: menemukan algoritma pecahan senilai dengan menggambarkan bagian pecahan

Peserta didik diminta untuk menggambarkan bagian dari pecahan yang telah ditentukan. Pecahan yang ditentukan merupakan beberapa pecahan yang senilai dengan setengah. Kegiatan menggambar bagian pecahan merupakan kegiatan membagi ulang bagian pecahan menjadi bagian-bagian yang berbeda. Dari kegiatan ini, peserta didik menyadari bahwa dengan membagi ulang bagian pecahan menjadi bagian-bagian yang berbeda akan ditemukan nama-nama yang berbeda dari pecahan tersebut. Dengan kegiatan ini, dapat diketahui juga bahwa ada banyak bentuk pecahan yang senilai dengan suatu pecahan.

- 4) Aktivitas 4: Menentukan hasil penjumlahan pecahan yang berpenyebut sama dengan menggunakan gambar-gambar kue yang dipotong sama besar

Dari kegiatan menghitung banyak kue, dapat diketahui juga bahwa keseluruhan potongan kue tidak berubah atau bertambah. Dengan kegiatan ini, peserta didik dapat menemukan bahwa dalam menjumlahkan pecahan berpenyebut sama dilakukan dengan cara menjumlahkan pembilang dari pecahan-pecahan tersebut. Kegiatan penyelesaian soal-soal penjumlahan potongan kue akan membantu siswa dalam menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama.

- 5) Aktivitas 5: menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama dengan menentukan banyak potongan-potongan kertas yang digunakan untuk membuat hiasan

Peserta didik diberikan masalah dengan konteks potongan-potongan kertas. Masalah yang diberikan merupakan banyak potongan kertas yang digunakan untuk membuat hiasan. Masalah yang diberikan tidak dibantu dengan gambar. Tanpa bantuan gambar peserta didik dibebaskan untuk menggunakan strategi yang lain untuk menjumlahkan dua pecahan berpenyebut sama. Proses mencari banyak potongan-potongan kertas yang

dibuat dalam simbol pecahan dapat mengarahkan peserta didik untuk menentukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama.

- 6) Aktivitas 6: menentukan hasil penjumlahan pecahan yang berpenyebut tidak sama dengan menentukan banyak bagian yang diwarnai

Kegiatan menentukan banyak bagian yang diwarnai dilakukan dengan menyamakan besar bagian-bagian yang diwarnai pada gambar. Dengan kegiatan ini, peserta didik dapat menentukan hasil penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama. Hasil penjumlahan yang diperoleh ini akan digunakan peserta didik untuk mencari algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama. Proses membagi juga akan menghasilkan pecahan lain yang senilai dengan pecahan sebelumnya. Kegiatan ini akan mengarahkan peserta didik pada penemuan algoritma penjumlahan pecahan yang berpenyebut tidak sama yaitu dengan merubah pecahan-pecahan tersebut sehingga penyebutnya yang sama.

- 7) Aktivitas 7: menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama dengan menentukan jumlah bagian kue yang dimakan

Dengan memanfaatkan hasil pada aktivitas 6, peserta didik diharapkan menemukan strategi lain untuk menjumlahkan pecahan berpenyebut tidak sama yakni dengan merubah pecahan sehingga berpenyebut sama. Strategi ini dapat ditemukan peserta didik karena pada aktivitas sebelumnya peserta didik diminta menuliskan proses penjumlahan yang dilakukan. Strategi yang ditemukan ini akan membantu peserta didik menentukan hasil penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama tanpa bantuan gambar. Strategi menyamakan penyebut pecahan-pecahan kemudian menjumlahkannya merupakan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama.

Dalam pelaksanaannya, hipotesis alur belajar (HLT) yang telah dirancang dibuat dalam LKPD dan RPP. LKPD yang dirancang berisi soal-soal kontekstual yang telah ada pada HLT. RPP yang dirancang dilengkapi dengan prediksi jawaban danantisipasi dari soal-soal kontekstual yang diberikan.

Setelah tahap perancangan HLT, dilakukan validasi kepada tiga orang ahli. Hasil validasi menunjukkan bahwa HLT dan LKPD yang dirancang dinyatakan valid. Berikut data hasil validasi HLT.

Tabel 1. Skor Validasi HLT

No	Aspek yang dinilai	Skor Validasi	Kategori
1.	Isi HLT	3,05	Valid
2.	Bahasa	3,16	Valid

Dari tabel 1, dapat dilihat bahwa HLT dalam kategori valid, baik dari segi bahasa maupun isi. Hasil validasi LKPD, menunjukkan bahwa LKPD valid baik dari segi isi, bahasa, penyajian, dan kegrafikaan. Berikut data hasil validasi LKPD.

Tabel 2. Skor Validasi LKPD

No	Aspek yang dinilai	Skor Validasi	Keterangan
1.	Isi	3	Valid
2.	Komponen kebahasaan	3	Valid
3.	Komponen penyajian	3	Valid
4.	Komponen kegrafikaan	3,08	Valid

2. Conducting the Experiment

Tahap ini dilakukan ujicoba sebanyak dua siklus. Siklus pertama dilakukan pada kelompok kecil. Siklus kedua dilakukan pada kelas sebenarnya. Setelah siklus pertama dilaksanakan, dilakukan analisis retrospektif untuk melihat sejauhmana aktivitas yang dirancang dapat mencapai tujuan. Hasil analisis retrospektif dijadikan sebagai bahan perbaikan HLT. Selanjutnya, HLT diujicobakan pada kelas sebenarnya.

3. Retrospective Analysis

Hasil analisis retrospektif menunjukkan bahwa aktivitas yang dirancang dapat mencapai tujuan. Dari hasil ujicoba siklus 1, dilakukan revisi terhadap HLT dengan menambahkan soal-soal yang sejenis untuk mendukung tercapainya tujuan. Revisi dilakukan pada setiap aktivitas yang diujicobakan. Dari hasil ujicoba siklus 2, dilakukan perbaikan pada bahasa soal dan pemisahan aktivitas 7 menjadi dua aktivitas.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji validitas diperoleh bahwa *prototype* dinyatakan telah valid dengan beberapa bagian yang perlu direvisi. Perbaikan dilakukan pada soal-soal kontekstual yang digunakan dan antisipasi jawaban dari penyelesaian soal-soal kontekstual. Soal-soal yang digunakan masih terlalu abstract bagi peserta didik kelas IV SD. Antisipasi penyelesaian soal perlu dijabarkan lebih detail tentang apa yang harus dilakukan. Hasil uji validitas produk menyatakan bahwa produk penelitian ini layak digunakan untuk diujicobakan pada tahap penelitian selanjutnya.

Desain pembelajaran yang telah divalidasi diujicobakan sebanyak dua siklus. Siklus pertama diujicobakan pada kelompok kecil dan siklus kedua diujicobakan pada kelompok besar. Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa penelitian berbasis pendekatan RME. Setiap kegiatan pembelajaran memanfaatkan prinsip dan karakteristik RME. Dalam kegiatan pembelajaran RME, peserta didik bebas menggunakan strategi sendiri dalam menyelesaikan permasalahan realistik atau konteks yang diberikan. Dengan memanfaatkan hasil konstruksi peserta didik selanjutnya dijadikan pengembangan konsep matematika yang disebut sebagai proses matematisasi vertikal. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terlihat strategi peserta didik berbeda-beda dalam menyelesaikan permasalahan realistik tentang pecahan baik dalam kelompok kecil maupun di kelompok besar.

Dilihat dari keseluruhan kegiatan dan hasil kerja peserta didik, menunjukkan bahwa aktivitas membagi dapat mengarahkan peserta didik untuk mengenal pecahan sebagai bagian dari keseluruhan yang sama besar. Peserta didik juga dapat menyatakannya dalam simbol pecahan dan dalam bentuk gambar. Walle menyatakan bahwa salah satu cara terbaik untuk memperkenalkan konsep bagian pecahan adalah melalui tugas-tugas membagi¹².

Pertemuan kedua dilakukan aktivitas kedua dan ketiga. Hasil ujicoba kelompok kecil dinalisis untuk dilakukan perbaikan. Hasil perbaikan dijadikan dasar untuk ujicoba

kelompok besar. Di kelompok besar ada tiga kelompok yang mencoba membuktikan dengan strategi sendiri. Satu kelompok dengan strategi mengalikan silang. Dua kelompok menjelaskan dengan membagi salah satu pecahan. Sedangkan di dua kelompok lain, masih mencoba menggunakan gambar. Kondisi ini menunjukkan bahwa dengan memperbanyak kegiatan sebelumnya peserta didik dapat terbantu dalam menyelesaikan aktivitas ketiga di pertemuan dua. Berdasarkan hasil ujicoba kelompok besar, tiga aktivitas yang dilakukan dapat membantu peserta didik menemukan konsep pecahan senilai dan algoritma pecahan senilai.

Pertemuan ketiga bertujuan untuk menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama. Ada dua aktivitas yang dilakukan yaitu aktivitas keempat dan kelima. Ada beberapa perbaikan yang dilakukan setelah kegiatan ujicoba kelompok kecil. Hasil perbaikan yang dilakukan ini sangat membantu kegiatan pada kelompok besar. Semua kelompok dapat menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama. Aktivitas kelima yang mengarahkan peserta didik pada proses matematisasi vertikal. Aktivitas kelima yang telah dilakukan sangat membantu peserta didik dalam menyelesaikan aktivitas kelima. Peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama. Salah satu faktor yang menyebabkan peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam menjumlahkan pecahan berpenyebut sama adalah karena sebelumnya peserta didik telah memahami konsep pecahan. Jika peserta didik memiliki dasar yang baik dengan konsep pecahan, mereka akan mampu menjumlahkan pecahan yang berpenyebut sama dengan cepat¹².

Pertemuan terakhir bertujuan menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut beda. Setelah ujicoba kelompok kecil. Secara keseluruhan pertemuan keempat dapat memfasilitasi peserta didik dalam menemukan algoritma penjumlahan pecahan yang berpenyebut tidak sama. Tercapainya tujuan pada aktivitas pertemuan keempat juga dipengaruhi oleh kemampuan peserta didik sebelumnya yaitu tentang pecahan senilai. Kemampuan dasar yang dibutuhkan untuk menjumlahkan pecahan yang berpenyebut tidak sama adalah kemampuan mengubah pecahan-pecahan dengan menggunakan pecahan senilai¹³.

Secara keseluruhan dari aktivitas yang dilakukan di kelompok besar tidak ditemukan permasalahan yang berarti. Kondisi ini dapat ditunjukkan dengan beberapa kelompok dapat mencapai poses matematisasi vertikal dari aktivitas yang dilakukan. Sehingga dapat dinyatakan bahwa desain pembelajaran berbasis pendekatan RME dapat memfasilitasi peserta didik menemukan konsep dari materi pecahan. Selain itu, desain pembelajaran juga berdampak pada kemampuan penalaran siswa. Sebanyak 73% siswa memiliki kemampuan penalaran dengan kriteria sangat baik. Sehingga dapat dikatakan bahwa sebagian besar siswa memiliki kemampuan penalaran yang baik setelah belajar dengan desain pembelajaran pecahan berbasis pendekatan RME. Sesuai dengan hasil penelitian Kegiatan pembelajaran pecahan dengan mengaplikasikan pendekatan RME dalam sebuah HLT dapat mengembangkan kemampuan representasi dan penalaran¹⁴.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini dan hasil yang diperoleh, maka disusunlah kesimpulan. Dari penelitian ini telah dihasilkan desain pembelajaran yang valid, praktis dan efektif.

1. Desain pembelajaran memuat alur belajar pecahan yang terdiri dari aktivitas menemukan konsep pecahan, menemukan konsep pecahan senilai, menemukan algoritma pecahan senilai, menentukan hasil penjumlahan pecahan berpenyebut

sama, menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut sama, menentukan hasil penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama, dan menemukan algoritma penjumlahan pecahan berpenyebut tidak sama. Untuk operasional desain dibuat dalam bentuk RPP dan LKPD. Hasil validasi ahli menyatakan bahwa alur belajar dalam kategori valid.

2. Kegiatan pembelajaran pecahan berbasis RME berdampak pada kemampuan penalaran siswa. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa peserta didik belum mampu menyatakan pecahan dalam bentuk simbol dan gambar, menarik kesimpulan dan menyusun bukti terhadap solusi, serta menarik kesimpulan dari pernyataan. Hasil *Post-test* menunjukkan sebanyak 73% peserta didik dapat menyatakan pecahan dalam bentuk simbol dan gambar, melakukan manipulasi matematika, menarik kesimpulan dan menyusun bukti terhadap solusi, serta menarik kesimpulan dari pernyataan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Sobel, Max A dan Maletsky, Evan M. 2002. *Mengajar Matematika*. Jakarta: Erlangga
- [2] Gravemeijer. 1994. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht university
- [3] Fadjar Shadiq. 2004. Pemecahan Masalah, Penalaran, dan Komunikasi. Makalah. Disampaikan dalam Diklat Instruktur/ Pengembang Matematika Jenjang Dasar. Yogyakarta: PPPG Matematika.
- [4] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2014. Lampiran III Permendikbud nomor 57 tahun 2014. Jakarta: Kepala Biro Hukum dan Organisasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- [5] Whitin, D.J., dan Wilde, Sandra (1992). *Read Any Good Math lately? Children Book for Mathematical Learning k-6*. Heinemann, Portsmouth, NH.
- [6] Fauzan, ahmad. 2002. *Applying Realistic Mathematics Education (RME) In Teaching Geometry In Indonesian Primary Schools*. Tersedia: (<http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/11462400.pdf>)
- [7] Minarni, Ani. 2010. "Peran Penalaran Matematik untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa". Bandung: UPI
- [8] NCTM. 2000. *Principle and Standards for School Mathematics*. Reston: VA
- [9] Depdiknas. 2004. Peraturan Dirjen Dikdasmen No. 506/C/PP/2004 tanggal 11 November 2004 tentang Penilaian Perkembangan Anak Didik Sekolah Menengah Pertama (SMP). Jakarta: Ditjen Dikdasmen Depdiknas.
- [10] Simon, Martin A. 1995. Reconstructing mathematics pedagogy from a konstruktivist perspective. *Journal of research in mathematics education*. 1995. Volume 26, no.2 135-137, (<http://jwilson.coe.uga.edu/EMAT7050/Students/Gainey/Article%20.pdf>, diakses tanggal 20 Juni 2015)
- [11] Gravemeijer, Koeno and Cobb, Paul. 2013. *Design research from the Learning Design Perspective*. Dalam Jan Ven Den Akker, et. al. *Educational Design Research*. London: Routledge
- [12] Walle, John A. Van De. 2006. *Matematika Sekolah Dasar dan Menengah Jilid 2 Pengembangan dan Pengajaran*. Terjemahan dari oleh Suyono, 2006. Jakarta: Erlangga

- [13] Wahyudin. 2013. *Matematika Dasar Pengetahuan Bermuatan Pedagogis*. Bandung: Mandiri
- [14] Khairunnissak, Cut. 2011. “*Supporting Fifth Graders in Learning Multifification of Fraction with Whole Number*”. Tesis. Surabaya: Program Pascasarjana UNESA.

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN
MATEMATIKA BERBASIS STRATEGI PEMBELAJARAN
INKUIRI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR
KRITIS SISWA KELAS VIII
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA**

Gezi Afrianti^{#1}, Irwan^{#2}, dan Indrati Kusumaningrum^{#3}

^{#1}Mahasiswa Magister Pendidikan Matematika FMIPA UNP

email: Gezi.Afrianti@yahoo.com

^{#2, #3}Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Abstract: Aim to be achieved is the selection and use of appropriate mathematics learning equipments. The learning equipments encountered in the field have not facilitated the achievement of student learning process in constructing knowledge independently which resulted in poor results of students critical thinking skills. Therefore, mathematics learning equipment that can motivate students to be active, critical, and independent in absorbing and considering the learning, is needed. Mathematics learning equipment based on inquiry learning strategy was developed to increase critical thinking skills at grade VIII students of junior high school. In the preliminary phase, need analysis, curriculum analysis, student characteristics analysis, and concept analysis were conducted. In prototype phase, research was designed lesson plans (RPP) and students worksheets (LKS) based on inquiry learning strategy for material linear equation system of two variables (SPLDV) then conducted a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product, were conducted. In the assessment phase, assessments of practical and effective based on the results of the teacher response of questionnaire, student responses of questionnaire, observation sheets of RPP implementation, quiz achieves and the final test results critical thinking skills based on inquiry learning strategy.

Keyword: Inquiry Learning Strategy, Learning equipment, Critical Thinking Skills, Plomp model

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu bentuk perwujudan kebudayaan manusia yang dinamis dan syarat majunya suatu negara. Menciptakan suatu negara yang maju diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang dinamis, berkualitas, berbudi pekerti memiliki keterampilan dan rasa tanggung jawab terhadap lingkungan sekitarnya termasuk bangsa dan negara. Tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 1 menyatakan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.

Proses pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah meliputi berbagai bidang ilmu pengetahuan diantaranya ilmu sains, sosial dan bahasa. Salah satu jembatan dari berbagai ilmu pengetahuan yaitu matematika. Matematika merupakan ilmu yang universal yang mempunyai peran sangat penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia [1]. Menurut Albert Einstein matematikalah yang sebenarnya menawarkan kepada pengetahuan-pengetahuan alam suatu pengukuran pasti, dimana tanpa matematika kesemuanya itu tidaklah mungkin untuk diperoleh [2]. Hal tersebut mengisyaratkan betapa pentingnya matematika untuk dipelajari oleh semua orang khususnya siswa.

Mengingat pentingnya mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi untuk membekali mereka dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta kemampuan bekerja sama. Adanya mata pelajaran matematika siswa akan belajar bernalar secara kritis dan aktif, sekaligus pada saat yang sama siswa akan mengamati kekuatan pada matematika (*power of mathematics*) dengan cara menumbuhkan kemampuan *learning to learn*. Jadi untuk mendapatkan kekuatan pada matematika itu dalam kehidupan nyata dengan cara memfasilitasi kemampuan berpikir, keaktifan dan peningkatan kepercayaan diri dalam bermatematika. Belajar bukan hanya mengingat sejumlah fakta, melainkan belajar adalah proses berpikir (*learning how to think*), yakni proses mengembangkan potensi seluruh otak [3]. Salah satu proses berpikir yaitu berpikir kritis. Berpikir kritis adalah memberdayakan kemampuan atau strategi kognitif dalam menentukan tujuan[4]. Pembelajaran berpikir kritis bermanfaat dalam memberdayakan kemampuan atau penggunaan otak secara maksimal untuk menciptakan generasi bangsa yang unggul.

Matematika menjadi aspek penting dalam menciptakan generasi bangsa yang unggul, namun pada kenyataannya kemampuan matematis siswa masih jauh dari yang diharapkan. Hasil laporan evaluasi dari *Program of International Student Assessment (PISA)* tahun 2009 diperoleh bahwa: “prestasi anak-anak Indonesia pada pelajaran matematika masih rendah, hanya menduduki peringkat 61 dengan skor 371 dari 65 negara, sementara rata-rata skor internasional adalah 496” [5]. Hasil penilaian internasional tentang prestasi siswa menunjukkan mutu pendidikan di tanah air cenderung masih rendah. Terlihat dalam *survey TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)* diperoleh bahwa pada tahun 2007 menempatkan Indonesia pada peringkat 36 dari 49 negara dalam kemampuan matematika. Selanjutnya pada tahun 2011, peringkat Indonesia semakin turun ke posisi 38 dari 42 negara. Skor Indonesia pada tahun 2011 adalah 386, turun 11 poin dari tahun 2007 yang memperoleh

skor 397 [6]. Terlihat juga pada Ujian Nasional (UN), prestasi belajar matematika yang dicapai siswa masih rendah. Hal ini yang diungkapkan Anna, dari 16.616 siswa yang tidak lulus UN dan 1330 diantaranya tidak lulus mata pelajaran matematika. Angka ini merupakan angka ketidakhadiran paling banyak diantara mata pelajaran lain [7].

Masih rendahnya kualitas hasil belajar siswa dalam pelajaran matematika merupakan indikasi bahwa tujuan pembelajaran yang ditentukan belum tercapai sesuai dengan harapan. Harapan yang ingin dicapai adalah pemilihan dan penggunaan perangkat pembelajaran matematika yang tepat. Guru harus mampu memilih strategi pembelajaran dan bahan ajar yang tepat, karena strategi pembelajaran dan bahan ajar yang tepat pada hakekatnya merupakan salah satu upaya dalam mengoptimalkan hasil belajar siswa.

Kenyataan di lapangan berbeda dengan yang diharapkan, dari hasil observasi yang dilakukan pada pembelajaran matematika di SMP Negeri 2 Padang, SMP Negeri 13 Padang dan SMP Negeri 34 Padang, terlihat proses pembelajaran selama ini masih belum optimal. Dalam proses pembelajaran yang terjadi di sekolah lebih terfokus pada guru. Proses pembelajaran dimulai dari guru menjelaskan materi pelajaran lanjut memberikan contoh soal dan pada akhir pelajaran memberikan latihan kepada siswa. Soal yang diberikan kepada siswa biasanya berupa soal-soal yang sifatnya rutin, sehingga mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal bervariasi yang membutuhkan berpikir kritis. Pembelajaran yang demikian membuat siswa kurang aktif dan tidak mandiri serta selalu menunggu jawaban dari guru. Sehingga siswa hanya menerima dan kurang terlatih dalam mengkonstruksikan atau membangun pengetahuannya sendiri dalam menyelesaikan soal-soal matematika yang disajikan dalam materi pelajaran. Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran matematika seperti ini tidak menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa sehingga hasil belajar siswa kurang memuaskan. Nilai hasil belajar matematika banyak dibawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 80.

Pada saat melakukan observasi diberikan 2 buah soal tes kemampuan berpikir kritis kepada 63 siswa di 2 kelas VIII SMPN 2 Padang. Dari hasil tes terlihat bahwa masih sedikit persentase peserta didik mencapai skor maksimal yaitu 3. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematika siswa yang diwakili oleh empat indikator tersebut belum optimal. Rata-rata skor kemampuan berpikir kritis yang diperoleh pada kedua soal adalah untuk indikator mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan dengan rata-rata skor 1,5; mengevaluasi pernyataan 1,3, menarik kesimpulan 1,4, dan menguji kesimpulan diperoleh 1,1. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis matematika yang diwakili oleh empat indikator tersebut belum optimal.

Salah satu kelemahan proses pembelajaran yang dilaksanakan sampai saat ini adalah kurang adanya usaha peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Setiap proses pembelajaran matematika lebih banyak mendorong siswa menguasai sejumlah materi pelajaran. Pembelajaran dilakukan bersifat abstract dan teoritis yang diperoleh melalui latihan-latihan sehingga pengetahuan siswa dibangun atas proses kebiasaan. Hal ini menyebabkan siswa tidak mendapat kesempatan untuk meningkatkan kemampuan berpikirnya yang pada akhirnya siswa hanya menghafalkan saja semua konsep tanpa memahami maknanya.

Supaya proses pembelajaran menjadi lebih optimal maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang mendukung keterlaksanaannya yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Perangkat pembelajaran

berperan untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran hingga mencapai tujuan dan sasaran belajar yang diharapkan. Perangkat pembelajaran yang ditemui di lapangan belum sepenuhnya memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran sehingga perlu diperbaiki lagi terutama dalam membangun pengetahuan dan pola pikir siswa dalam kemampuan berpikir kritis.

RPP yang digunakan guru belum dirancang secara optimal dalam mengembangkan pola pikir siswa. Terlihat pada kegiatan eksplorasi siswa belum terlibat secara aktif, misalnya belum adanya kegiatan dalam menyelidiki, menyelesaikan masalah dan menyampaikan ide-ide. Selain itu pembelajaran yang dilakukan bersifat konvensional, dimana guru mendominasi kegiatan pembelajaran dengan menjelaskan materi pelajaran, kemudian memberikan latihan untuk dikerjakan oleh siswa. Diakhir pembelajaran guru memberi penguatan dan menyimpulkan. RPP yang berperan sebagai pedoman dan panduan pelaksanaan proses pembelajaran sangat menentukan tindakan guru dan siswa dalam men-capai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlunya rancangan RPP yang berfungsi sebagai pembimbing pelaksanaan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi siswa bertanya, berani mengeluarkan pendapat dan memahami pengetahuan dan prosedur yang dipelajari.

LKS yang ada hanya berisi contoh dan latihan-latihan soal yang sesuai dengan contoh sehingga siswa tidak paham soal-soal yang bervariasi. Penyajian yang demikian menyebabkan siswa cenderung selalu mengikuti cara yang ada ketika mengerjakan soal. Padahal banyak keuntungan yang diperoleh dalam pembelajaran jika menggunakan LKS. Salah satunya keuntungan menggunakan LKS adalah membantu siswa untuk menjadi aktif, percaya diri dan membantu mereka dalam membangun pengetahuannya sendiri. Jadi diperlukan LKS yang dapat dijadikan pedoman kegiatan seperti mencari, mengolah dan menemukan pengalaman belajar yang dapat membantu mengarahkan siswa untuk mengkonstruksikan pengetahuan yang telah dipelajari.

Usaha untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP pada materi sistem persamaan linier dua variabel (SPLDV). Materi SPLDV ini digunakan dalam kehidupan sehari-hari serta terdapat banyak soal-soal bervariasi pada materi ini. Selain itu materi materi SPLDV menjadi materi pra syarat beberapa materi selanjutnya seperti materi sistem persamaan linier tiga variabel, sistem persamaan kuadrat dan program linear. Pengembangan perangkat pembelajaran matematika SMP dengan metode inkuiri pada persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel terbukti terdapat valid, praktis dan efektif dalam peningkatan prestasi dan kepercayaan diri siswa [8]. Berkaitan dengan hal itu maka kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi ini sangat penting. Diharapkan hasil belajar siswa pada materi SPLDV ini mengalami peningkatan terutama pada kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah RPP dan LKS. Pengembangan RPP ini dirancang untuk memfasilitasi siswa selama dan setelah pembelajaran. RPP yang akan dikembangkan menghasilkan kegiatan pembelajaran yang aktif, menantang, inspiratif, kondusif dan menyenangkan. RPP berbasis strategi pembelajaran inkuiri ini dibuat berdasarkan tahap-tahap pelaksanaan inkuiri yaitu pada pendahuluan pembelajaran ada tahap orientasi, tahap ini guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Pada kegiatan inti diberikan suatu masalah selanjutnya

siswa merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan menguji hipotesis. Pada kegiatan penutup, guru dan siswa menyimpulkan pelajaran.

Selain itu juga dikembangkan LKS strategi pembelajaran inkuiri yang mencakup lembaran-lembaran yang berisi panduan tugas yang harus dikerjakan oleh siswa dengan pedoman berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing siswa dan didalamnya siswa diberikan kesempatan untuk bekerja memecahkan masalah agar kemampuan berpikir kritis siswa dapat terbangun. Sesuai dengan pendapat Trianto [9] LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. Adanya LKS berbasis strategi pembelajaran inkuiri diharapkan dapat melatih keaktifan siswa untuk menemukan, menerapkan dan memperdalam materi matematika sehingga menciptakan kondisi belajar yang kondusif dapat meningkatkan berpikir kritis matematis siswa.

Perangkat pembelajaran berbasis strategi pembelajaran inkuiri adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan [10]. Perangkat pembelajaran berbasis strategi pembelajaran inkuiri ini mengutamakan keterlibatan siswa secara aktif dan efektif untuk meng-orientasikan, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis dan merumuskan kesimpulan sehingga kegiatan pembelajaran berjalan dengan menarik, menyenangkan, sekaligus menantang siswa untuk berpikir. Inkuiri ini terdiri atas 4 tahap yaitu (1) guru merangsang siswa dengan pertanyaan, masalah, permainan dan teka-teki, (2) sebagai jawaban atas rangsangan yang diterimanya, siswa menentukan prosedur mencari dan mengumpulkan informasi atau data yang diperlukannya untuk memecahkan pertanyaan, pernyataan dan masalah, (3) siswa menghayati pengetahuan yang diperolehnya dengan inkuiri yang baru dilaksanakan, (4) siswa menganalisis metode inkuiri dan prosedur yang ditemukan untuk dijadikan metode umum yang dapat diterapkannya ke situasi lain[11]. Berdasarkan hal itu, perangkat pembelajaran yang menggunakan strategi pembelajaran inkuiri berupaya menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah pada diri siswa, sehingga dalam proses pembelajaran siswa lebih banyak belajar sendiri dalam memecahkan masalah. Pengembangan perangkat pembelajaran matematika dengan pendekatan pembelajaran inkuiri ini valid, praktis dan efisien pada sub pokok bahasan luas permukaan dan volume prisma dan limas tegak [12].

Berdasarkan uraian di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi pembelajaran inkuiri kelas VIII semester I dengan melihat kriteria validitas, praktikalitas dan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir yang memuat kemampuan berpikir kritis dengan indikator (a) Mengidentifikasi masalah; (b) menentukan cara untuk menyelesaikan masalah tersebut; (c) mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan; (d) mengenal asumsi dan nilai yang tidak dapat dinyatakan; (e) menggunakan bahasa yang tepat dan jelas; (f) menginterpretasi data; (g) menilai kejelasan dan mengevaluasi pernyataan; (h) mengidentifikasi adanya keterkaitan antara proposisi; (i) menarik kesimpulan dan generalisasi; (j) menguji kesimpulan dan generalisasi; (k) menyusun pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman yang lebih luas; dan (l) membuat penilaian yang tepat atas hal dan kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari[13]. Adapun indikator kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini adalah mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan, mengevaluasi pernyataan, menarik kesimpulan, dan menguji kesimpulan.

Maka rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi pembelajaran inkuiri yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP? dan tujuan pengembangan ini adalah Menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi pembelajaran inkuiri yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [14]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses pembelajaran matematika di kelas VIII SMP. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis strategi pembelajaran inkuiri. Setelah dilakukan observasi di sekolah ditemui beberapa hambatan yang di hadapi oleh guru dan siswa dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMP.

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum dilakukan terhadap standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan materi kelas VIII Sekolah Menengah Pertama (SMP). Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis strategi pembelajaran inkuiri untuk siswa kelas VIII SMP. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas VIII SMP adalah mengenai kesesuaian materi dengan strategi pembelajaran inkuiri.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun konsep utama pada semester I adalah (1) persamaan linear dua variabel (PLDV) dan sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV), (2) menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel dengan metode grafik, (3) menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel dengan metode substitusi, (4) menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel dengan metode eliminasi, (5) menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel dengan metode substitusi-eliminasi, (6) Membuat model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV) dan (7) Menafsirkan hasil penyelesaian model matematika. dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV).

Analisis siswa dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia dan motivasi terhadap mata pelajaran. Untuk mendapatkan suasana belajar, kondisi dan lingkungan belajar yang baik perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan penggunaan LKS dalam pembelajaran. LKS memiliki daya tarik tersendiri, sehingga membuat siswa fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKS yang berisi pertanyaan mengenai materi.

Pada *prototyping stage* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan strategi pembelajaran inkuiri untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMP. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation*, hasil revisi dilanjutkan tahap *expert review* dengan lima orang validator. Kemudian melakukan *one to one* oleh tiga orang siswa dilanjutkan *small group* oleh delapan orang siswa. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan (*field test*) pada kelas VIII SMPN 2 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, kuis dan tes akhir kemampuan berpikir kritis.

3. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis strategi pembelajaran inkuiri yang valid, praktis dan efisien. untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VIII SMPN.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). (2006). Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 22 Tahun 2006 Tanggal 23 Mei 2006. Jakarta.
- [2] Wahyudin, 2008. Kurikulum, Pembelajaran, dan Evaluasi. Bandung: Ipa Abong.
- [3] Hosnan. 2014. Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [4] Hassoubah, zaleihazhab. 2004. Developing kreatif dan critical thinking skill. Terjemahan bambang Suriadi. Bandung: Nuansa.
- [6]www.edukasi.kompas.com/read.2012/12/14/09005434/Prestasi.Sains.dan.Matematika.Indonesia.Menurun. (diakses tanggal 22 Mei 2015)
- [5] Wardhani, Sri dan Rumiati. 2011. Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP: Belajar dari PISA dan TIMSS. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- [7] Anna, Lusia. (2013, 25 Juni). Banyaknya Siswa Tidak Lulus Ujian Matematika. Kompas. Tersedia: <http://www.kompas.com>. (diakses tanggal 22 Mei 2015)
- [8] Hilman, Heri Retnawati. 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP dengan Metode Inkuiri pada Persamaan dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel. Universitas Negeri Yogyakarta. Vol. 2 No. 1.
- [9] Trianto. 2011. Pengantar Penelitian Pendidikan Bagi Pengembangan Profesi Pendidikan dan Tenaga Kependidikan. Jakarta: Kencana.
- [10] Sanjaya, Wina. 2010. Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Prenada Media Group.
- [11] Suherman, dkk. 2003. Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer. Bandung: JICA Universitas Pendidikan Indonesia.
- [12] Wulandari, Ratna Sri. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Pembelajaran Inkuiri Pada Sub Pokok Bahasan Luas Permukaan Dan Volume Prisma dan Limas Tegak. Tesis tidak diterbitkan. Jember: Program Pascasarjana Universitas Negeri Jember.
- [13] Fisher, Alec. (2001) *Critical Thinking: An Introduction*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- [14] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. *Educational design research: Illustrative cases*. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* YANG VALID UNTUK KELAS IV SD

Alfi Sabri¹, Edwin Musdi² dan Yulkifli³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

e-mail: alfi.sabri@ymail.com

²Dosen Pascasarjana FMIPA UNP

³Dosen Pascasarjana FMIPA UNP

Abstract. Based on preliminary research performed in SDN 52 Parupuk Tabing and SD Plus Marhamah Tabing obtained information that the student have not contributed in the learning process. Less interaction between students, lack of media and teaching aids and learning resources to facilitate students weakens the reasoning abilities of students. Research goal is to produce a instructional material based realistic mathematics education are valid to increase the reanoning ability of student in the material measurment and simple two dimation figure grade IV elementary school. This research use Realistic Mathematics Education (RME) approach. This type of research is the design research used Plomp development model. The data were collected through quetionare, interview, and observation sheet. Based on the result of the research conclude that RME-based learning tools developed was valid.

Kata kunci: *Instructional material, Realistic Mathematics Education (RME), Plomp development model*

Pendahuluan

Pendidikan merupakan sarana yang dapat mengembangkan kompetensi yang dimiliki manusia. Salah satu bagian dari pendidikan adalah matematika yang mempunyai peranan penting dalam menciptakan generasi yang berkompentensi dan mampu bersaing. Matematika berperan sebagai dasar perkembangan teknologi. Matematika juga mempunyai peranan penting dalam berbagai disiplin ilmu seperti fisika, biologi, dan ilmu pengetahuan lain. Matematika juga berfungsi sebagai sarana dalam mengembangkan pola pikir manusia. Untuk menguasai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi maka diperlukan pemahaman terhadap matematika sebagai landasannya.

Sebagaimana yang terdapat dalam standar isi untuk mata pelajaran matematika dalam Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014 disebutkan bahwa mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar, untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, inovatif dan kreatif, serta kemampuan bekerjasama. Kompetensi tersebut diperlukan agar peserta didik mampu memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk hidup lebih baik pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan sangat kompetitif. Berdasarkan hasil TIMSS [3] yang melakukan survei terhadap peserta didik Indonesia diperoleh hasil bahwa kemampuan matematika peserta didik Indonesia masih berada pada peringkat rendah dalam hal domain konten dan domain kognitif. Tiga domain kognitif yang diujikan yaitu knowing, applying, dan reasoning, maka domain reasoning (penalaran) merupakan domain yang paling sedikit dijawab oleh peserta didik yaitu 17% dengan rata-rata dunia sebesar 30%.

Keadaan nilai ujian nasional sekolah dasar di Sumatera Barat terjadi penurunan sekitar 0,85% dengan nilai rata-rata terendah yaitu matematika sebesar 7,49. Hal ini sesuai dengan hasil yang disampaikan oleh Kepala Dinas pendidikan Provinsi Sumatera Barat Drs. Syamsurizal, M.M (dalam sumbarprov.go.id). Keadaan ini juga terjadi di beberapa sekolah dasar diantaranya SDN 52 Parupuk Tabin dan SD Marhamah Padang. Berdasarkan pengamatan terhadap peserta didik, kemampuan peserta didik dalam pembelajaran matematika masih perlu ditingkatkan. Peningkatan yang dilakukan terutama dalam menyelesaikan soal kontekstual. Banyak peserta didik yang terkendala dengan soal kontekstual padahal untuk hitungan langsung mereka dapat mengerjakannya.

Hasil pengamatan pembelajaran dan wawancara yang dilakukan dengan guru diperoleh informasi bahwa guru masih mengajar secara konvensional. Melalui proses pembelajaran tersebut peserta didik hanya menerima (sebagai objek) dalam pembelajaran sehingga kontribusi peserta didik dan interaksi antar peserta didik kurang berjalan dengan baik. Peserta didik hanya menggunakan (*know how*) rumus matematika untuk mengerjakan atau menyelesaikan suatu masalah tanpa mengetahui mengapa (*know why*) mereka menggunakan rumus tersebut. Hal tersebut menyebabkan peserta didik tidak memiliki kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif. Jika peserta didik diajarkan konsep yang melandasi suatu prosedur maka peserta didik akan memiliki kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif. Permasalahan lain yang terlihat adalah sumber belajar, media dan alat peraga yang belum mencukupi. Berdasarkan wawancara dengan guru peserta didik menggunakan buku elektronik tapi kebanyakan peserta didik tidak memilikinya. Hasil pengamatan terhadap buku yang digunakan adalah buku sudah menyajikan materi dan konsep yang akan dipelajari kepada peserta didik. Hal ini mengakibatkan sumber belajar yang digunakan belum memfasilitasi kemampuan peserta didik, sehingga pembelajaran terfokus sesuai dengan konsep pembelajaran yang ada dalam buku tersebut. Buku yang digunakan selalu memulai dengan konsep matematika dan dilanjutkan dengan contoh soal tanpa memulai pembelajaran dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi (*contextual problem*) sehingga peserta didik hanya sebagai pengguna matematika.

Salah satu materi yang perlu dikuasai oleh peserta didik kelas IV SD adalah materi bangun datar sederhana. Materi ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, kegiatan pembelajaran dimulai dengan pengenalan bangun datar setelah itu langsung masuk kepada rumus/bentuk matematika keliling dan luas bangun datar. Pada aplikasinya peserta didik sering kesulitan ketika dihadapkan pada soal kontekstual. Peserta didik kadangkala tertukar ketika menggunakan rumus keliling dan rumus luas. Hal ini disebabkan oleh peserta didik belum memahami konsep dari keliling dan luas tersebut. Karena pentingnya pemantapan konsep, prinsip, dan sifat-sifat pada mata pelajaran matematika sekolah dasar, maka diperlukan berbagai macam solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu cara yang dirasa tepat untuk mengatasi masalah proses pembelajaran yang belum dapat mengembangkan kemampuan peserta didik adalah dengan merancang dan mengembangkan suatu perangkat pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran pada kurikulum yaitu dapat mengembangkan sikap berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif. Perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis *Realistic Mathematics Education* (RME).

Perangkat pembelajaran matematika berbasis RME adalah perangkat pembelajaran yang memuat karakteristik dan prinsip-prinsip RME. Ada tiga prinsip yang terkait dengan RME yaitu penemuan kembali secara terbimbing (*guided reinvention*) dan matematisasi progresif (*progressive mathematization*), fenomenologi didaktik (*didactical phenomenology*), pengembangan model sendiri (*self-developed models*) [2]. Melalui matematisasi progresif peserta didik diminta bekerja dengan matematika sehingga mereka diberi kesempatan untuk bekerja sesuai dengan pengalamannya masing-masing. Fenomenologi didaktik adalah pemberian masalah yang mengantarkan peserta didik pada konsep matematika yang akan mereka temukan. Peserta didik diharapkan bisa menyelesaikan masalah dunia nyata tersebut secara informal. Untuk menjembatani pengetahuan informal dengan pengetahuan formal dilakukan dengan pengembangan model sendiri (*self-developed models*).

Perangkat pembelajaran matematika berbasis RME sesuai dengan karakteristik RME yang dikemukakan oleh Freudenthal [2] yaitu menggunakan masalah kontekstual, menggunakan instrumen vertikal seperti model, skema, diagram dan simbol-simbol, kontribusi peserta didik, pembelajaran yang interaktif, dan terkait dengan topik lain. Perangkat pembelajaran matematika berbasis RME memuat kegiatan peserta didik yang akan memandu peserta didik untuk mengumpulkan informasi dan menganalisis data sehingga peserta didik dilibatkan (berkontribusi) dalam pembelajaran. Perangkat pembelajaran berbasis RME terdapat proses pembelajaran yang interaktif. Hasil yang diharapkan adalah peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga belajar lebih bermakna. Pengaitan materi pelajaran dengan topik lain membuat peserta didik benar-benar merasakan manfaat belajar matematika. Hal ini sejalan dengan Ausubel mengatakan belajar bermakna adalah suatu proses belajar dimana informasi baru dihubungkan dengan struktur pengetahuan yang sudah dipunyai seseorang yang sedang belajar [1].

1. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan Plomp yang terdiri dari tiga fase yaitu analisis pendahuluan (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan *prototype* (*development or prototyping phase*), dan fase penilaian (*assessment phase*) [4]. Tahapan yang digunakan yaitu sampai pada tahap *prototype 2* yaitu tahapan *expert review*. Pada analisis pendahuluan dilakukan tinjauan kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Pengembangan atau pembuatan *prototype* dilakukan dengan menggunakan evaluasi formatif. Setelah perangkat dirancang dilakukan maka dinamakan *prototype 1*. Dilakukan *self evaluation* dan *expert review* yang menghasilkan *prototype 2*. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar wawancara lembar validasi. Validasi perangkat pembelajaran dilakukan oleh tiga orang dosen Matematika, satu orang dosen Teknologi Pendidikan dan satu orang dosen Bahasa Indonesia.

2. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dimulai dengan tinjauan kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Uraian hasil analisis pendahuluan yaitu:

1) Tinjauan Kurikulum

Tinjauan kurikulum dilakukan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Tinjauan kurikulum difokuskan pada

Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum pada standar isi. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan tinjauan kurikulum yang dilakukan maka untuk Penjabaran SK, KD, dan indikator pencapaian kompetensi terjadi perubahan dalam menentukan indikator. Indikator pada KD 4.1 tentang keliling dan luas jajargenjang serta keliling dan luas segitiga diganti dengan keliling jajargenjang dan segitiga serta luas jajargenjang dan segitiga. Perubahan ini terkait untuk menentukan konsep matematika yang ditemukan oleh peserta didik nantinya.

2) Analisis Konsep

Berdasarkan hasil analisis konsep maka perangkat pembelajaran matematika berbasis RME yang akan disusun yaitu dengan mengelompokkan materi yang cocok dengan menggunakan pendekatan RME. Pada materi bangun datar sederhana perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan mengajarkan keliling terlebih dahulu yaitu keliling segitiga dan keliling jajargenjang baru masuk kepada luas segitiga dan luas jajargenjang. Hal ini dikarenakan sesuai dengan prinsip matematika dalam menemukan keliling dan luas bangun datar. Peserta didik akan dihadapkan pada prinsip keliling sehingga mereka benar-benar paham tentang keliling suatu bangun. Bangun yang berbeda akan mempunyai prinsip keliling yang sama, yaitu dengan menjumlahkan semua sisinya.

3) Analisis Peserta Didik

Peserta didik kelas IV SD 52 Parupuk Tabing memiliki usia rata-rata 9-10 tahun yang berada pada tahap operasional kongkrit. Pada tahap ini peserta didik sudah mampu mengenal konsep rangkaian, hubungan antar objek dan terkadang masih membutuhkan benda kongkrit untuk membantu proses berpikirnya. Hal ini sejalan dengan [5] yang mengatakan bahwa pada periode *concrete operations* anak membutuhkan objek yang kongkrit agar bisa berpikir secara logis. Oleh sebab itu untuk memudahkan peserta didik memahami konsep maka pembelajaran matematika hendaknya dimulai dengan pengenalan masalah yang sesuai dengan situasi sehari-hari. Sehingga penting dikembangkan perangkat pembelajaran dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pesertan didik yang dilakukan secara tidak formal kepada beberapa orang peserta didik kelas IV SDN 52 Parupuk Tabing didapatkan informasi bahwa peserta didik lebih senang belajar dengan adanya ilustrasi-ilustrasi yang berkaitan dengan materi. Peserta didik lebih cenderung menyukai warna-warna yang cerah.

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan tersebut dirancanglah perangkat pembelajaran matematika berbasis *realistics mathematics education*.

b. Fase Pengembangan dan Pembuatan *Prototype*

1) Merancang Perangkat Pembelajaran

Perancangan perangkat pembelajaran berdasarkan pada hasil analisis pendahuluan yang telah dilakukan. Hasil analisis pendahuluan dinamakan *prototype* 1. Berikut uraian perangkat pembelajaran berbasis RME.

a) Perancangan RPP

RPP dirancang sebagai pedoman bagi guru dalam memberikan materi pembelajaran. Komponen RPP yang dirancang berdasarkan Permendiknas No 41 Tahun 2007 tentang standar proses untuk satuan pendidikan dasar dan menengah. RPP yang dirancang juga berdasarkan pada karakteristik dan prinsip-prinsip RME sehingga dalam setiap langkah-

langkah pembelajaran yang terdapat dalam RPP memuat prinsip-prinsip dan karakteristik RME tersebut.

RPP dibuat dengan *cover* yang menjelaskan isi RPP yang terlihat dari judul, materi, kelas dan gambar tentang bangun datar. *cover* didesain dengan dominasi warna merah karena merah merupakan warna SD. Pembelajaran RME dimulai dengan masalah kontekstual yang akan mengantarkan peserta didik pada konsep yang akan ditemukan. pembelajaran juga menggunakan instrumen vertikal seperti model, skema, dan simbol-simbol yang akan memudahkan peserta didik dalam melakukan matematisasi. RPP juga dirancang memberikan kontribusi peserta didik yang terlihat saat peserta didik melakukan presentasi hasil kerjanya di depan kelas. RPP memuat proses pembelajaran yang interaktif. Pembelajaran yang interaktif mengoptimalkan interaksi antar peserta didik, peserta didik dengan guru, serta peserta didik dengan sarana dan prasarana pembelajaran. RPP yang dikembangkan memuat *Intertwining* atau keterkaitan dengan topik lain, maksud *intertwining* adalah adanya keterkaitan dengan topik terdahulu atau dengan mata pelajaran lain.

b) Perancangan LKPD

Halaman *cover* memuat identitas atau judul LKPD berbasis RME. Warna *background* utama yang digunakan pada LKPD adalah warna yang terang sesuai dengan yang diharapkan oleh peserta didik. Penggunaan warna cerah diharapkan peserta didik semangat dalam belajar. LKPD ini diawali dengan masalah kontekstual yang merupakan pijakan pokok dalam RME. Melalui masalah kontekstual yang diberikan peserta didik akan menemukan sendiri konsep matematika yang terdapat dalam bangun datar sederhana. Karakteristik RME lain yang mendasari pembuatan LKPD ini adalah menggunakan instrumen vertikal seperti model, skema, dan simbol-simbol. Dalam LKPD peserta didik dituntut untuk membuat sebuah model bangun datar yang akan dipelajari dengan menggunakan alat peraga. LKPD yang dirancang juga membimbing peserta didik untuk menemukan suatu konsep matematika, dimana LKPD yang dirancang membimbing peserta didik untuk menemukan konsep keliling dan luas segitiga dan jajargenjang. Rancangan LKPD juga memperhatikan karakteristik RME yaitu *intertwining* dimana materi yang dipelajari dikaitkan dengan materi sebelumnya atau dengan mata pelajaran lain.

2) *Prototype 1*

Tahap selanjutnya yaitu melakukan *self evaluation* yang bertujuan untuk melihat kesalahan/kekurangan yang terdapat pada perangkat pembelajaran dan *expert review* yang bertujuan untuk memvalidasi perangkat pembelajaran. validasi dilihat dari dua aspek yakni validitas isi dan validitas konstruk.

a) *Self Evaluation* RPP

Berdasarkan hasil *self evaluation* terdapat perubahan pada RPP yang dibuat. Perubahan tersebut ada yang berupa kesalahan dalam pengetikan dan ada juga perubahan pada tata cara penulisan RPP. Masukan dari dosen pembimbing terkait dengan perancangan RPP adalah untuk memperhatikan karakter dan prinsip-prinsip RME yang termuat dalam RPP serta dibuatkan karakter dan prinsip-prinsip RME pada RPP. Selain itu pada kegiatan pembelajaran dijelaskan aktivitas guru dan peserta didik karena dalam RME ada hal yang dilakukan oleh guru misalnya dalam melakukan bimbingan, serta ada aktivitas yang akan dilakukan oleh peserta didik. Tambahan hasil *self evaluation* adalah agar memperjelas perbedaan masalah dan LKPD yang digunakan antara pertemuan pertama dengan pertemuan lainnya pada RPP. Buatlah pada masing-masing pertemuan LKPD apa yang digunakan dan seperti apa masalah kontekstual yang diberikan. Selain

itu tata penulisan dan penomoran juga diperbaiki. Revisi yang dilakukan pada RPP dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil *Self Evaluation* RPP

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	Adanya kesalahan dalam pengetikan	Diperbaiki sesuai dengan ejaan yang benar
2	Pada RPP dibuat deskripsi kegiatan	Aktivitas guru dan aktivitas peserta didik
3	Setiap pertemuan tidak ada perbedaan LKPD yang digunakan	Dijelaskan setiap pertemuan LKPD yang digunakan serta masalah yang akan diselesaikan
4	Belum jelas karakteristik RME pada RPP	Dibuatkan kolom karakteristik RME pada RPP
5	Tata letak dan penomoran tidak teratur dengan baik	Tata letak dan penomoran diperbaiki

b) *Self Evaluation* LKPD

Berdasarkan hasil *self evaluation* dilakukan masih terdapat kesalahan dalam pengetikan, penulisan identitas bahwa LKPD yang dibuat merupakan LKPD berbasis RME dan petunjuk LKPD masih kurang menarik sehingga dilakukan revisi terhadap LKPD yang dibuat. Sementara itu masukan dari dosen pembimbing adalah untuk memperhatikan masalah kontekstual yang akan digunakan. Karena dalam pembelajaran berbasis RME mengutamakan konteks yang akan mengantarkan peserta didik menuju konsep yang akan ditemukan. Revisi yang dilakukan yaitu mengganti *cover* dengan menambahkan gambar tentang pengukuran. Pergantian *cover* dilakukan karena belum tersusun dengan baik. Kemudian pada setiap lembar LKPD diberi keterangan bahwa LKPD tersebut adalah LKPD berbasis RME. Revisi yang dilakukan pada LKPD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil *Self Evaluation* LKPD

No	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1	Adanya kesalahan dalam pengetikan	Diperbaiki sesuai dengan ejaan yang benar
2	Belum ada tulisan RME pada setiap halaman LKPD	Pada setiap halaman bawah ditulis <i>Realistic Mathematics Education</i> (RME)
3	Tata letak <i>cover</i> yang belum tersusun dengan baik	<i>Cover</i> diperbaiki dan diatur menjadi lebih baik

c) *Expert Review* (Validasi RPP)

RPP yang telah melewati tahap *self evaluation* diberikan kepada ahli. Aspek yang dinilai pada RPP adalah aspek komponen RPP dan aspek kegiatan pembelajaran. Selama tahap validasi RPP terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator. Saran dari validator adalah perumusan indikator pada RPP agar disesuaikan dengan kompetensi dasar yang telah ada. Saran lain yang diberikan oleh validator yaitu menyesuaikan langkah-langkah pembelajaran dengan prinsip-prinsip dan karakteristik RME. Serta menempatkan LKPD pada media pembelajaran bukan pada sumber belajar. Setelah dilakukan perbaikan terhadap RPP sesuai dengan saran validator,

maka RPP kembali didiskusikan dengan validator. Selanjutnya dilakukan revisi terhadap RPP sehingga diperoleh RPP yang valid. Hasil validasi RPP yaitu komponen RPP dengan skor 3,46, Pembelajaran dengan skor 3,46, dan Bahasa dengan skor 3,4 total adalah 3,45 dengan ketentuan valid. Secara rinci hasil validasi RPP dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Validasi RPP

No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata	Kategori
1	Komponen RPP	3,46	Valid
2	Kegiatan Pembelajaran	3,46	Valid
3	Bahasa	3,4	Valid
Validasi Secara Umum		3,45	Valid

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil uji validitas RPP untuk setiap aspek sudah valid dan sangat valid. Secara keseluruhan RPP yang dikembangkan dikatakan valid dengan skor total 3,45. Jadi, dapat disimpulkan bahwa RPP berbasis pembelajaran RME telah valid.

d) *Expert Review* (Validasi LKPD)

LKPD yang telah melewati tahap *self evaluation* diberikan kepada validator untuk divalidasi. Selama tahap validasi LKPD terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran validator. Masing-masing validator memberikan saran dan masukan terkait dengan LKPD yang telah dirancang. Masukan dan saran yang diberikan oleh validator adalah tentang pemberian masalah pada LKPD dan susunan LKPD. Masukan lain dari validator yaitu tentang penggunaan gambar yang terlalu ramai dan tidak teratur dengan baik. Selain itu validator juga menyarankan terkait dengan penggunaan bahasa pada LKPD yang masih bias dan kurang jelas. Langkah-langkah yang terdapat dalam LKPD juga perlu diperbaiki. Dari gambaran langkah-langkah yang dilakukan, ada langkah-langkah yang saling tumpang tindih dan belum menunjukkan tujuan yang diinginkan. Kemudian untuk pembelajaran RME disarankan jangan menggunakan langkah-langkah yang membimbing peserta didik sehingga menyebabkan mereka bekerja secara prosedural. Hasil validasi LKPD aspek didaktik dengan skor 3,08, materi dengan skor 3,28, tampilan dengan skor 3,6, dan bahasa dengan skor 4. Skor total adalah 3,49 dengan kategori valid. Secara rinci hasil validasi LKPD dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Validasi LKPD

No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata	Kategori
1	Aspek Didaktik	3,08	Valid
2	Aspek Materi	3,28	Valid
3	Aspek Tampilan	3,6	Sangat Valid
4	Aspek Bahasa	4	Sangat Valid
Penilaian secara Umum		3,49	Valid

Pada Tabel 4 terlihat bahwa untuk nilai setiap indikator pada aspek didaktik berkisar antara 3,08 dengan kategori valid, untuk aspek materi skor validasi yang diperoleh adalah 3,38 dengan kategori valid, untuk aspek tampilan skor validasi yang diperoleh adalah 3,6 dengan kategori sangat valid, dan untuk aspek bahasa diperoleh skor validasi yaitu 4 dengan kategori sangat valid. Secara umum validitas LKPD memperoleh skor

rata-rata 3,49 dengan kategori valid. Hasil validasi menggambarkan bahwa LKPD sudah sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai. Langkah kegiatan telah dirumuskan berdasarkan tahapan pembelajaran RME sehingga memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan bisa mengaplikasikannya dalam pemecahan masalah.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dapat disimpulkan perangkat pembelajaran berbasis *Realistic Mathematics Education* yang dirancang telah valid, digunakan untuk peserta didik kelas IV SD. Berdasarkan simpulan di atas maka perangkat pembelajaran berbasis *Realistic Mathematics Education* dapat dijadikan sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Daftar Pustaka

Pustaka berupa buku

- [1] Dewanti, Sintha Sih. 2010. *Diktat Psikologi Belajar Matematika*. Yogyakarta:
- [2] Gravemeijer, Koen. 1994. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht: Freudenthal Institute
- [3] Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., & Arora, A. 2012. *TIMSS 2011 International Result in Mathematics*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- [4] Plomp, Tjeerd. 2013. *An Introduction to Educational Design Research* :SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development.
- [5] Sumanto, 2013. *Psikologi Perkembangan fungsi dan teori*. Jakarta:CAPS.

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP

Rena Revita¹, I Made Arnawa², Darmansyah³

¹Mahasiswa Program Pascasarjana UNP

Email : rena.revita@yahoo.com

^{2,3}Staf Pengajar Program Pascasarjana UNP

Abstract : The process of mathematics learning in the classroom can be said to be ineffective. It is caused by the teacher is not maximized to designing learning instrument which is support the activities of students and have not be able to assist students to finding their own principles/procedures of mathematics. Therefore, mathematics learning instrument was developed based on guided discovery for mathematics learning in junior high school. The purpose of this research is develop mathematics lerning instrument based on guided discovery to materials Pythagorean theorem valid, practical, and effective. This research is development research by using Plomp model that consist of three phase. The first phase is preliminary research which includes needs analysis, curriculum analysis, students analysis, and concept analysis. The second phase is development or prototyping phase includes the design and preparation of material on learning mathematics equipments based on guided discovery. The third phase is assessment phase which includes practicality test and effectiveness test of learning mathematics by mathematics teachers and students in field test. The validity of learning mathematics data obtained by validity test by mathematics, technology and Indonesian. The practicalities of the mathematics learning equipment obtained by questinnaire of students and teacher respond and then by the observation of the learning implementation. The effectiveness data obtained by the results of the last test of the students and activity observation sheet of the students in learning process.

Keyword: *Guided discovery, Plomp model, Mathematics Learning Equipments.*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan sarana yang penting untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan intelektual. Matematika juga merupakan ilmu yang memiliki peranan besar dalam perkembangan teknologi modern. Melihat pentingnya matematika, maka pelajaran matematika diajarkan kepada peserta didik mulai dari bangku sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Cockroft menyatakan bahwa matematika perlu diajarkan kepada peserta didik karena selalu digunakan dalam segala segi kehidupan, semua bidang studi memerlukan keterampilan matematika yang sesuai, merupakan sarana komunikasi yang kuat, singkat dan jelas. Selain itu matematika juga dapat digunakan untuk menyajikan informasi dalam berbagai cara, meningkatkan kemampuan berpikir logis, ketelitian dan kesadaran keruangan serta memberikan kepuasan terhadap pemecahan masalah yang menantang [1].

Pelajaran matematika di sekolah memiliki tujuan yang harus dicapai oleh peserta didik. Tujuan pelajaran matematika di sekolah tersebut secara detail yang terdapat di dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah adalah agar peserta didik dapat: a) Memahami konsep matematika, merupakan kompetensi dalam menjelaskan keterkaitan antar konsep dan menggunakan konsep maupun algoritma,

secara luwes, akurat, efisien dan tepat dalam pemecahan masalah, b) Menggunakan pola sebagai dugaan dalam penyelesaian masalah dan mampu membuat generalisasi berdasarkan fenomena atau data yang ada, c) Menggunakan penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika baik dalam penyederhanaan maupun menganalisa komponen yang ada dalam pemecahan masalah dalam konteks matematika maupun di luar matematika, d) Mengkomunikasikan gagasan, penalaran serta mampu menyusun bukti matematika dengan menggunakan kalimat lengkap, simbol, tabel diagram atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah, e) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, f) Memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dalam matematika dan pembelajarannya, g) Melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan matematika, h) Menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan matematika [2].

Agar tercapainya proses pembelajaran yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut maka hendaknya proses pembelajaran menekankan pada prinsip-prinsip pembelajaran matematika. Menurut Kosasih untuk mencapai hasil pembelajaran matematika yang efektif, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip-prinsip yaitu: a) berpusat pada peserta didik, b) mengembangkan kreativitas peserta didik, c) menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, d) bermuatan nilai, etika, estetika, logika, dan kinestetika, e) menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi pembelajaran dan model pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien dan bermakna [3].

Pada kenyataannya, proses pembelajaran matematika di lapangan belum dapat dikatakan efektif karena belum sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran efektif seperti yang dijelaskan sebelumnya. Proses pembelajaran di kelas masih berpusat pada guru, peserta didik hanya bersifat pasif dalam mengikuti pelajaran dan menerima materi dari guru. Peserta didik tidak dibawa pada pengalaman belajar sehingga peserta didik sering merasa bosan mengikuti proses pembelajaran dan tujuan pembelajaran pun sulit dicapai.

Tidak tercapainya tujuan pembelajaran akan menyebabkan peserta didik tidak memperoleh pemahaman terhadap materi yang diberikan. Hal tersebut tentu saja akan berakibat pada kemampuan peserta didik dalam mengerjakan soal yang membutuhkan pemahaman terhadap konsep yang dipelajari dan banyak hasil belajar peserta didik yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yang telah ditetapkan sekolah.

Rendahnya hasil belajar peserta didik tersebut salah satunya dapat disebabkan oleh kurang menariknya proses pembelajaran matematika yang dikarenakan guru belum maksimal dalam merancang rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang mampu memenuhi kebutuhan peserta didik untuk dapat belajar secara aktif dalam proses pembelajaran serta belum mampu menghidupkan suasana pembelajaran. Selain itu, bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran matematika belum memadai. Guru hanya memanfaatkan buku paket matematika dari sekolah sebagai sumber belajar dan tidak ada Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) untuk melatih peserta didik mengerjakan soal latihan dalam proses memahami materi pelajaran yang seharusnya dirancang sendiri oleh guru. Sesuai dengan pendapat Kosasih yang menyatakan bahwa untuk mencapai hasil pembelajaran matematika yang efektif, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip-prinsip yang salah satunya adalah menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi

pembelajaran dan model pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien dan bermakna. Salah satu model pembelajaran matematika adalah model pembelajaran penemuan terbimbing.

Model penemuan terbimbing merupakan suatu cara penyampaian topik matematika sedemikian rupa sehingga dalam proses pembelajaran memungkinkan peserta didik menemukan sendiri pola-pola atau struktur-struktur matematika melalui pengalaman belajar yang telah lalu dan tidak lepas dari pengawasan serta bimbingan guru [1]. Sehubungan dengan model penemuan terbimbing, Hudojo menegaskan bahwa peserta didik memerlukan bimbingan setapak demi setapak untuk mengembangkan kemampuan memahami pengetahuan baru. Bimbingan dapat dilakukan melalui instruksi lisan atau tulisan untuk memperlancar belajar suatu konsep atau hubungan-hubungan matematika [4]. Dengan demikian, pembelajaran penemuan terbimbing melibatkan aktivitas guru dan peserta didik secara maksimal. Sesuai dengan pendapat Hudojo yang menyatakan bahwa penerapan model penemuan dalam pembelajaran mempunyai beberapa keuntungan salah satunya adalah peserta didik ikut berpartisipasi secara aktif di dalam kegiatan belajar sebab ia harus berpikir, bukan sekedar mendengarkan informasi atau menelaah seonggok ilmu pengetahuan yang telah siap [5]. Sedangkan menurut Sutrisno, pembelajaran dengan penemuan terbimbing memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyusun, memproses, mengorganisir suatu data yang diberikan guru [6]. Melalui proses penemuan ini, peserta didik dituntut untuk menggunakan ide dan pemahaman yang telah dimiliki untuk menemukan sesuatu yang baru, sehingga pemahaman peserta didik terhadap materi matematika dapat meningkat.

Dalam pelaksanaan proses pembelajaran dengan model penemuan terbimbing terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan. Langkah-langkah tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Markaban yaitu a) Merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya, perumusannya harus jelas, hindari pernyataan yang menimbulkan salah tafsir sehingga arah yang ditempuh peserta didik tidak salah, b) Dari data yang diberikan guru, peserta didik menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data tersebut. Dalam hal ini, bimbingan guru dapat diberikan sejauh mana yang dibutuhkan peserta didik. Bimbingan ini sebaiknya mengarahkan peserta didik untuk melangkah ke arah yang hendak dituju, melalui pertanyaan-pertanyaan atau LKPD, c) Peserta didik menyusun konjektur (prakiraan) dari hasil analisis yang dilakukannya, d) Bila dipandang perlu, konjektur yang telah dibuat oleh peserta didik tersebut di atas diperiksa oleh guru. Hal ini penting dilakukan untuk meyakinkan kebenaran prakiraan peserta didik, sehingga akan menuju arah yang akan dicapai, e) Apabila telah diperoleh kepastian tentang kebenaran konjektur tersebut, maka verbalisasi konjektur sebaiknya diarahkan juga kepada peserta didik untuk menyusunnya, f) Sesudah peserta didik menemukan apa yang dicari, hendaknya guru menyediakan soal latihan atau soal tambahan untuk memeriksa apakah hasil penemuan itu benar [7].

Melalui langkah-langkah tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran menggunakan model penemuan terbimbing ini, peserta didik mendapatkan permasalahan atau informasi berupa data yang lengkap dari guru. Selanjutnya peserta didik memproses data tersebut hingga memperoleh suatu prakiraan jawaban dan diakhiri dengan mengaplikasikan jawaban yang telah mereka temukan dalam mengerjakan soal-soal latihan yang telah disiapkan oleh guru.

Menggunakan model penemuan terbimbing dalam proses pembelajaran matematika

memiliki beberapa keuntungan. Sesuai dengan pendapat Suherman yang mengemukakan beberapa kelebihan dari model penemuan terbimbing yaitu: a) Peserta didik aktif dalam kegiatan belajar, sebab ia berfikir dan menggunakan kemampuan untuk menemukan hasil akhir, b) Peserta didik memahami benar bahan pelajaran sebab mengalami sendiri proses menemukannya. Sesuatu yang diperoleh dengan cara ini lebih lebih lama diingat, c) Menemukan sendiri menimbulkan rasa puas. Kepuasan batin ini mendorong melakukan penemuan lagi hingga minat belajarnya meningkat, d) Peserta didik yang memperoleh pengetahuan dengan metode penemuan akan lebih mampu mentransfer pengetahuannya ke berbagai konteks, e) Metode ini melatih peserta didik untuk lebih banyak belajar sendiri [8].

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran yang menggunakan model penemuan terbimbing peserta didik terlibat secara aktif dalam melakukan penemuan dan guru aktif memberikan bimbingan secara bertahap dan menciptakan lingkungan yang memungkinkan peserta didik melalui proses penemuan. Selama proses penemuan peserta didik mendapat bimbingan guru baik berupa lisan maupun petunjuk tertulis yang dituangkan dalam bentuk lembar kegiatan peserta didik (LKPD). LKPD dalam pembelajaran secara umum berfungsi sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik namun lebih mengaktifkan peserta didik, sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan, sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih, serta memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik [9]. Penggunaan LKPD ini dapat membuat peserta didik terlibat aktif dengan materi yang dipelajari dan memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik dalam mengerjakan soal.

Salah satu permasalahan dalam mempelajari matematika kepada peserta didik adalah karena banyaknya rumus-rumus yang terdapat di dalam matematika. Salah satunya adalah rumus teorema Pythagoras. Rumus-rumus tersebut harus diajarkan kepada peserta didik dengan model pembelajaran yang membuat pembelajaran lebih bermakna dan membuat materi lebih mudah dipahami salah satunya dengan menggunakan model penemuan terbimbing. Sesuai dengan pendapat Rahmawati dalam penelitiannya pada tahun 2006 yang melakukan penelitian terhadap aktivitas dan hasil belajar matematika dengan model penemuan terbimbing pada materi lingkaran, bahwa dengan menggunakan model penemuan terbimbing proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan lebih optimal karena membuat peserta didik terlibat aktif dalam proses pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil dan aktivitas belajar peserta didik di dalam kelas [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti memberikan suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berupa RPP yang berbasis penemuan terbimbing dan LKPD yang dapat digunakan peserta didik untuk pemahaman materi pelajaran. Maka disusun rumusan masalah penelitian yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif?. Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil dari pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif.

2. Metode Pengembangan

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp yang terdiri dari 3 tahapan, yaitu tahap investigasi awal atau analisis pendahuluan (*preliminary research*), tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*Development or Prototyping Phase*) dan tahap penilaian (*assessment phase*) [11]. Tahap investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran di sekolah baik itu yang dihadapi oleh guru maupun peserta didik. Pengumpulan informasi dilaksanakan dengan melakukan wawancara dengan guru dan mengobservasi pelaksanaan pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan dijadikan sebagai pertimbangan dalam merancang perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing.

Selanjutnya pada tahap investigasi awal terdapat analisis peserta didik yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Karakteristik ini meliputi kemampuan akademis yang diperoleh berdasarkan informasi dari guru, kegemaran peserta didik terhadap bahan ajar yang berwarna serta kesulitan yang dihadapi peserta didik. Untuk mengetahui karakteristik peserta didik dilakukan dengan cara memberikan angket kepada beberapa peserta didik kelas VIII SMP

Pada tahap investigasi awal juga terdapat analisis kurikulum yang dilakukan dengan menelaah kurikulum yang digunakan sekolah untuk mata pelajaran matematika SMP kelas VIII untuk materi pelajaran matematika. Hasil analisis ini dijadikan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Analisis kurikulum ini dilanjutkan dengan analisis konsep dengan melakukan kegiatan merinci dan menyusun secara sistematis materi-materi yang akan dipelajari oleh peserta didik. Berdasarkan analisis konsep maka diperoleh materi yang dapat dipelajari peserta didik dengan menerapkan model penemuan terbimbing adalah materi teorema Pythagoras. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menyiapkan aspek-aspek yang berhubungan perancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil dari tahap investigasi awal atau tahap pendahuluan tersebut, maka dirancang perangkat pembelajaran pada tahap *development or prototyping phase* atau tahap pengembangan dan pembuatan prototipe. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran matematika berupa RPP dan LKPD berbasis model penemuan terbimbing. Dalam tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping stage*) menggunakan evaluasi formatif yang terdiri dari tahap *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one evaluation*, dan *small group*. *Self evaluation* atau evaluasi diri merupakan tahap yang dilaksanakan untuk mengevaluasi perangkat yang sudah dirancang oleh peneliti sendiri. Tujuannya adalah untuk mengecek ulang kesalahan-kesalahan yang dapat terlihat jelas pada perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Setelah perangkat pembelajaran yang dirancang diyakini bagus dan sesuai dengan harapan, selanjutnya dilakukan tahap *expert reviews* atau penilaian oleh para ahli dengan meminta beberapa ahli atau pakar yang relevan untuk memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat yang telah dirancang dengan memvalidasi perangkat yang dikembangkan tersebut. Para ahli atau pakar yang melakukan penilaian terdiri atas beberapa ahli di bidang matematika, ahli bahasa, dan desain pembelajaran. Dalam hal ini peneliti akan meminta penilaian dari 3 orang dosen Matematika, 1 orang ahli Bahasa Indonesia, dan 1 orang dosen Teknologi Pendidikan. Selanjutnya jika perangkat pembelajaran matematika sudah dinyatakan valid oleh para ahli, maka selanjutnya dilakukan ujicoba untuk mengevaluasi perangkat pembelajaran

matematika. Evaluasi perangkat pembelajaran matematika tersebut adalah Evaluasi satu-satu atau *One-to-One Evaluation*. Evaluasi ini dilakukan terhadap tiga orang peserta didik kelas VIII. Tujuan evaluasi satu-satu adalah untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan seperti tata bahasa yang kurang dimengerti, kemungkinan ejaan yang masih salah, petunjuk yang kurang jelas, dan kesesuaian-kesesuaian gambar atau tampilan visual serta kemenarikan tampilan. Selanjutnya perangkat diujicobakan dalam kelompok kecil atau *small group evaluation* yaitu ujicoba pada enam orang peserta didik kelas VIII SMP. Tujuan evaluasi ini adalah untuk mengidentifikasi kekurangan dari perangkat pembelajaran yang dirancang.

Setelah melalui tahap pengembangan dan pembuatan prototipe, proses pengembangan dilanjutkan pada tahap penilaian (*assessment phase*). Pada tahap ini dilakukan uji lapangan atau *field test* pada kelas VIII SMP untuk melihat praktikalitas dan efektivitas perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan peserta didik, lembar observasi, pedoman wawancara, hasil tes akhir dan lembar observasi aktivitas peserta didik.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika di sekolah. Pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru SMP kelas VIII. Hal ini bertujuan untuk mengetahui masalah yang dihadapi di kelas yang berhubungan dengan perangkat pembelajaran. Baik itu masalah yang berasal dari guru maupun peserta didik.

Berdasarkan observasi yang dilakukan di sekolah diperoleh kesimpulan bahwa proses pembelajaran matematika di dalam kelas belum dapat dikatakan optimal. Kegiatan pembelajaran di dalam kelas masih berpusat pada guru. Ketika peserta didik diberikan pertanyaan peserta didik lebih memilih diam karena takut salah. Selama proses pembelajaran banyak peserta didik yang melakukan aktivitas lain. Hal tersebut dikarenakan peserta didik tidak dibawa pada pengalaman belajar sehingga peserta didik terlihat tidak aktif dalam pembelajaran dan cenderung merasa bosan dalam proses pembelajaran matematika.

Berdasarkan wawancara dengan guru, dalam proses pembelajaran guru tidak menggunakan LKPD. Hal tersebut dikarenakan berdasarkan pengalaman terdahulu soal-soal pada LKPD yang dijual oleh penerbit memiliki tingkat kesulitan yang tinggi dan tidak sesuai dengan kemampuan peserta didik di sekolah sehingga peserta didik tidak dapat mengerjakannya. Oleh karena itu guru hanya mengandalkan buku pinjaman dari perpustakaan sekolah sebagai bahan ajar selama proses pembelajaran. Akibatnya bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran matematika belum mendukung peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran. Guru hanya memanfaatkan buku paket matematika dari sekolah sebagai sumber belajar dan tidak ada LKPD untuk melatih peserta didik mengerjakan soal latihan dalam proses memahami materi pelajaran.

Informasi yang diperoleh selanjutnya adalah mengenai kemampuan kognitif peserta didik. Menurut guru kemampuan peserta didik di sekolah sangat beragam. Oleh karena itu dalam pembagian kelas tidak terdapat kelas unggul. Berdasarkan hasil wawancara permasalahan yang sering muncul dalam proses pembelajaran yaitu peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memahami matematika karena berkaitan dengan rumus-

rumus. Hal tersebut dikarenakan peserta didik tidak menemukan sendiri rumus-rumus tersebut, sehingga tidak dapat memahami dan tidak bertahan lama di ingatan.

Berdasarkan analisis kebutuhan tersebut, agar terjadi proses pembelajaran yang menyenangkan dan efektif bagi peserta didik salah satu alternatif penyelesaian adalah dengan menyediakan perangkat pembelajaran yang dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran adalah RPP dan LKPD yang diharapkan dapat membantu guru menciptakan proses pembelajaran yang menyenangkan bagi peserta didik dan membuat peserta didik aktif dalam pembelajaran. Selain itu LKPD juga harus berisikan kegiatan-kegiatan yang membimbing peserta didik untuk menemukan sendiri prinsip/prosedur matematika agar dapat bertahan lama di ingatan dan juga berisikan soal-soal yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik agar peserta didik dapat berlatih menerapkan apa yang telah mereka temukan.

Selanjutnya dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Karakteristik ini meliputi kemampuan akademis, kegemaran peserta didik terhadap bahan ajar yang berwarna serta kesulitan yang sering dialami peserta didik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan angket yang diberikan kepada peserta didik, dapat dikumpulkan beberapa informasi mengenai peserta didik. Banyak Peserta didik yang mengatakan bahwa pembelajaran matematika di kelas belum menyenangkan. Pembelajaran di kelas juga tidak menggunakan LKPD sehingga berdasarkan angket tersebut banyak peserta didik yang menjawab bahwa lembar kegiatan diperlukan dalam proses pembelajaran matematika di sekolah. Selain itu apabila mengalami kesulitan dalam memahami materi peserta didik lebih memilih bertanya kepada teman atau memilih diam saja. Padahal menurut peserta didik mereka sering mengalami kesulitan dalam mengerjakan tugas-tugas maupun ujian yang diberikan guru.

Berdasarkan wawancara dengan guru dapat juga diketahui karakteristik peserta didik mengenai kemampuan akademis peserta didik pada mata pelajaran matematika yaitu kemampuan peserta didik masih rendah. Hal ini terlihat pada nilai-nilai yang diperlihatkan oleh guru bidang studi matematika. Selain itu menurut guru matematika dalam proses belajar banyak peserta didik yang tidak memahami materi pembelajaran. Hal tersebut terlihat ketika peserta didik diminta untuk mengerjakan soal latihan, terdapat beberapa peserta didik yang tidak mengerjakan dan lebih memilih melakukan aktivitas lain seperti berbicara dengan teman, berjalan keluar kelas, dan lain-lain. Ketika diminta untuk mengerjakan soal di depan kelas, hanya beberapa peserta didik yang mau ke depan kelas, kebanyakan peserta didik menolak karena merasa takut jika salah dan belum memahami materi yang dipelajari. Akibatnya banyak peserta didik yang tidak aktif dalam proses pembelajaran di kelas. Untuk kesukaan peserta didik terhadap lembar kegiatan yang berwarna yaitu berdasarkan hasil angket yang diberikan kepada peserta didik bahwa semua peserta didik menyukai buku atau bahan ajar yang berwarna.

Berdasarkan hasil analisis peserta didik tersebut, maka perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan haruslah mendukung kegiatan pembelajaran peserta didik untuk dapat aktif dan menjadi menyenangkan agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menggunakan kemampuan yang dimiliki dalam menemukan dan memahami materi pelajaran sehingga apa yang didapatkan dalam proses pembelajaran akan bertahan lama di dalam ingatan peserta didik. Oleh karena itu, dirancanglah perangkat pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran, dengan menghadirkan kegiatan-kegiatan

yang menarik sehingga peserta didik tidak bosan mengikuti pembelajaran matematika di kelas.

Analisis selanjutnya adalah analisis kurikulum difokuskan pada analisis standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang tercantum di dalam standar isi. Penjabaran SK, KD, dan Indikator pencapaian kompetensi merupakan pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penjabaran SK, KD, dan Indikator pencapaian kompetensi, disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Pembelajaran dengan menggunakan perangkat yang dikembangkan ini dilakukan dengan membimbing peserta didik dalam menemukan sendiri prinsip serta prosedur yang akan dipelajari dan membimbing peserta didik dalam menjawab permasalahan-permasalahan yang ada. Dengan demikian peserta didik dapat mengaplikasikan prinsip/prosedur yang telah ditemukannya sendiri dengan bimbingan guru.

Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada SK dan KD yang terdapat di dalam silabus yang digunakan oleh guru, namun terdapat beberapa indikator yang ditambahkan untuk dikembangkan. Berdasarkan hasil perumusan indikator dan analisis silabus matematika kelas VIII SMP, beberapa indikator yang ditambahkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel. 1 Indikator Pencapaian Kompetensi Setelah Dilakukan Analisis

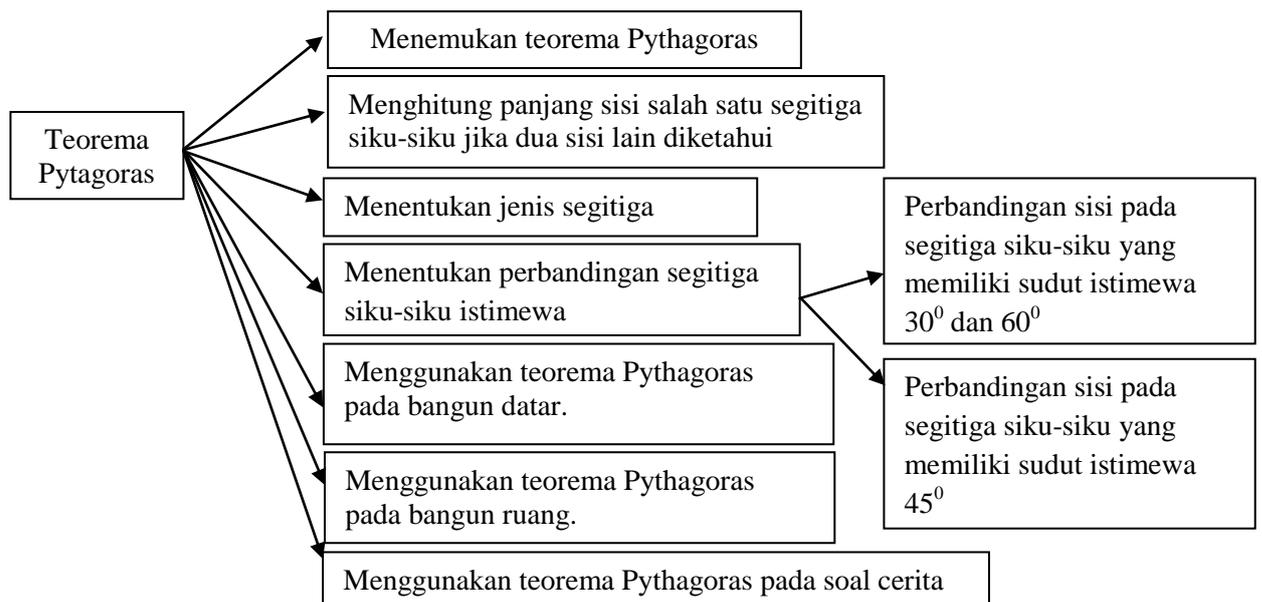
Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3. Menggunakan Teorema Pythagoras dalam pemecahan masalah	3.1 Menggunakan Teorema Pythagoras untuk menentukan panjang sisi-sisi segitiga siku-siku	<ul style="list-style-type: none"> • Menemukan Teorema Pythagoras • Menghitung panjang sisi segitiga siku-siku jika dua sisi lain diketahui • Menentukan jenis segitiga berdasarkan panjang sisi • Menghitung perbandingan sisi-sisi segitiga dengan sudut istimewa
	3.2 Memecahkan masalah pada bangun datar yang berkaitan dengan Teorema Pythagoras	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan Dalil Pythagoras pada bangun datar. • Menggunakan Dalil Pythagoras pada bangun ruang • Menggunakan Dalil Pythagoras pada soal cerita

Berdasarkan analisis kurikulum yang telah dilakukan, maka pengembangan perangkat pembelajaran dilakukan pada materi teorema Pythagoras dengan standar kompetensi menggunakan teorema Pythagoras dalam pemecahan masalah. Standar kompetensi tersebut dibagi menjadi beberapa kompetensi dasar yaitu menggunakan teorema Pythagoras untuk menentukan panjang sisi-sisi segitiga siku-siku dan memecahkan masalah pada bangun datar yang berkaitan dengan teorema Pythagoras. Kompetensi dasar tersebut dibagi menjadi beberapa indikator pencapaian kompetensi dengan beberapa indikator yang ditambahkan yaitu menentukan jenis segitiga

berdasarkan panjang sisi, dan menggunakan dalil Pythagoras pada bangun datar, bangun ruang dan pada soal-soal cerita.

Selanjutnya dilakukan analisis konsep untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Berdasarkan analisis konsep maka diperoleh materi yang dapat dipelajari peserta didik dengan menerapkan model penemuan terbimbing adalah materi teorema Pythagoras. Dalam geometri, model penemuan terbimbing dapat digunakan dalam pembelajaran materi Teorema Pythagoras (kuadrat hipotenusa segitiga siku-siku sama dengan jumlah kuadrat sisi-sisi lainnya). Seperti diketahui, dalam sejarah pengembangan matematika, menurut Bell Pythagoras menemukan teori ini melalui beberapa kegiatan pengamatan dan pengukuran [5]. Langkah-langkah Pythagoras dalam menemukan teori ini dapat diadaptasi sesuai dengan perkembangan peserta didik, sehingga dapat digunakan sebagai model dalam pembelajaran di sekolah. Peserta didik diajak melakukan serangkaian kegiatan sehingga ia merasa benar-benar sebagai penemu teori tersebut.

Pembahasan materi teorema Pythagoras dimulai dari menemukan kembali teorema Pythagoras. Penemuan kembali teorema atau dalil Pythagoras ini bertujuan agar peserta didik dapat menemukan sendiri dan membentuk sendiri rumus dari dalil pythagoras dan memahami dari mana datangnya rumus tersebut agar dapat diaplikasikannya dalam materi selanjutnya. Peta konsep dari materi dalam perangkat yang akan dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Analisis Konsep

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD berbasis penemuan terbimbing yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar dan aktivitas belajar peserta didik kelas VIII SMP. Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing ini dilaksanakan dalam tiga tahapan yaitu analisis pendahuluan atau investigasi awal, tahap pengembangan dan pembuatan prototipe dan tahap penilaian. Pada tahap analisis

pendahuluan dilakukan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil dari analisis kebutuhan adalah berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang dibutuhkan. Sedangkan hasil dari analisis peserta didik adalah karakteristik perangkat pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Selanjutnya analisis kurikulum menghasilkan beberapa indikator yang ditambahkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika pada materi teorema Pythagoras, dan yang terakhir adalah analisis konsep yang menghasilkan urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran agar indikator pencapaian kompetensi dapat tercapai.

Daftar Rujukan

- [1] Risnawati. 2008. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Pekanbaru: Suska Press.
- [2] Permendikbud No. 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [3] Kosasih. 2014. *Strategi Belajar dan Pembelajaran Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Yrama Widya.
- [4] Hudojo, H. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi P2LPTK.
- [5] Prasetyowati, Windy. *Pembelajaran Matematika dengan Model Penemuan Terbimbing*, (<https://windiwati.wordpress.com/pembelajaran-matematika-dengan-model-penemuan-terbimbing/>) diakses 15-01-2016.
- [6] Nurcholis. 2013. *Implementasi Metode Penemuan Terbimbing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Penarikan Kesimpulan Logika Matematika*. Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Tadulako, Volume 01 Nomor 01 September 2013
- [7] Markaban. 2008. *Model Penemuan Terbimbing pada Pembelajaran Matematika SMK*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika.
- [8] Suherman, E. 2001. *Startegi Pembelajaran Matematika Komtemporer*. JICA. UPI Bandung.
- [9] Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press.
- [10] Rahmawati. 2006. *Peningkatan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VIII SMPN 3 Lahat Melalui Metode Penemuan Terbimbing*. Skripsi. Tidak Diterbitkan.
- [11] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Education Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK SISWA KELAS VII SMP

Sri Devi

Mahasiswa S2 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

Email: sri.cici.devi@gmail.com

Abstract : Sri Devi. 2016 "Development of Mathematics Learning Device-Based Approach to Solving Junior High School students of class VII. Proposal Thesis, Graduate Program, Faculty of Natural Sciences, University of Padang. This research is motivated by the importance of learning math. In mathematics there are several mathematical abilities that need to be trained. One of them is the ability to communication mathematics and to stimulate this ability is required of a problem. in resolving issues necessary steps and stages of a gradual and organized. We need a guide in guiding students in solving problems, one of which is to use LKPD and lesson plans to guide teachers in the learning process so that the learning objectives can be achieved. This study aims to improve students' mathematical communications via devices based learning problem-solving approach is valid, practical and effective. type of research is the development by adapting Plomp development model. Validity conducted by education experts math, Indonesian and Technology Education. Practicality seen from the observation during the learning process, the results of questionnaires and interviews are filled by students and teachers. While the effectiveness seen by comparing the results of tests the ability of student mathematics communications between students who wear Learning Device based approach to problem solving with students who do not wear. Data were collected analys in a descriptive manner.

1. Pendahuluan

Kemajuan suatu bangsa sangat ditentukan oleh kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang dimiliki oleh bangsa itu sendiri. Kualitas SDM tergantung oleh kualitas pendidikan bangsa tersebut. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pendidikan 9 tahun. Hal ini sesuai dengan Tujuan Pendidikan Nasional yang telah dirumuskan dalam Undang-Undang No 20 Tahun 2003 yaitu untuk berkembangnya potensi siswa agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan yang dijabarkan dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi menyatakan bahwa mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari Sekolah Dasar (SD) sampai dengan Sekolah Menengah Atas (SMA). Hal ini dikarenakan matematika sebagai ratu ilmu dan pelayan ilmu. Matematika dikatakan sebagai ratu ilmu karena banyak ilmu-ilmu yang penemuan dan pengembangannya bergantung dari matematika. Sedangkan matematika sebagai pelayan ilmu karena matematika tidak hanya tumbuh berkembang untuk dirinya sebagai suatu ilmu tapi juga untuk melayani kebutuhan ilmu pengetahuan lain dalam perkembangan dan operasionalnya.

Seiring dengan kebijakan pemerintah tentang perubahan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) menjadi kurikulum 2013, dasar kurikulum pun berubah. Untuk tingkat SMP / MTs adalah peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 untuk Sekolah Menengah Pertama.

Menurut Peraturan Menteri tersebut, mata pelajaran matematika tetap dipelajari dengan alasan dan tujuan yang sama.

Dalam pembelajaran matematika terdapat beberapa kemampuan matematis yang harus dikuasai oleh setiap siswa yaitu kemampuan pemahaman konsep, kemampuan pemalaran, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan komunikasi, kemampuan representasi dan kemampuan komunikasi matematis. Menurut NCTM, kesemua kemampuan tersebut harus dilatih dan dirangsang guna mencapai tujuan pembelajaran matematika.

Dalam proses pembelajaran matematika kemampuan komunikasi matematika memiliki tuntutan khusus. Berkomunikasi dalam matematika merupakan kemampuan yang menyertakan dan memuat berbagai kesempatan untuk berkomunikasi dalam bentuk : merefleksikan benda-benda nyata, gambar, ide, atau grafik; membuat model situasi atau persoalan menggunakan oral, tertulis, konkrit, grafik, dan aljabar; menggunakan keahlian membaca, menulis, dan menelaah untuk menginterpretasikan dan mengevaluasi ide-ide, simbol, istilah, serta informasi matematika; merespon suatu pernyataan/persoalan dalam bentuk argument yang meyakinkan

Mengingat pentingnya mata pelajaran matematika dan tujuan pembelajaran matematika, maka dalam proses pembelajaran matematika, hendaknya kemampuan komunikasi matematis dapat dikembangkan secara maksimal. Menurut *National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM) dalam Yulianti (2005), komunikasi matematika merupakan bagian penting yang harus mendapat penekanan di setiap jenjang pendidikan. Menurut *National Center Teaching Mathematics* (NCTM, 1996; Broody, 1993; Miriam, dkk, 2000) komunikasi matematika merupakan : (1) komunikasi dimana ide matematika dieksplorasi dalam berbagai perspektif, membantu mempertajam cara berpikir siswa dan mempertajam kemampuan siswa dalam melihat berbagai keterkaitan materi matematika; (2) komunikasi merupakan alat bantu “mengukur” pertumbuhan pemahaman dan merefleksikan pemahaman matematika para siswa (3) melalui komunikasi, siswa dapat mengorganisasikan dan mengkonsolidasikan pemikiran matematika mereka (4) komunikasi antar siswa dalam pembelajaran matematika sangat penting untuk pengkonstruksian pengetahuan matematika, pengembangan pemecahan masalah, dan peningkatan penalaran, menumbuhkan rasa percaya diri, serta peningkatan keterampilan social. (5) “*writing and talking*” dapat menjadi alat yang sangat bermakna (*powerful*) untuk membentuk komunitas matematika yang inklusif.

Namun dalam kenyataannya, dalam pembelajaran matematika terlihat siswa masih sulit mengkomunikasikan ide-idenya ke dalam bentuk simbol, gambar, grafik dan aljabar atau sebaliknya. Akibatnya kemampuan komunikasi mereka belum optimal. Selain itu banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam bermatematika. Bahkan kebanyakan siswa yang cerdas dalam matematika sering kurang mampu menyampaikan pemikirannya.

Berdasarkan *Program For International Student Assesment* (PISA) yang berada di bawah naungan *Organization Economic Cooperation and Development* pada tahun 2012 mengadakan survey tentang kemampuan siswa dan system pendidikan dan hasilnya dirilis pada Desember 2013. Survey ini melibatkan 510 ribu pelajar berusia 15-16 tahun dari 65 negara dunia yang mewakili populasi 28 juta siswa berusia 15-16 tahun di dunia serta 80% ekonomi global. Dalam survey ini ada 3 kemampuan siswa yang dinilai yaitu kemampuan matematika, kemampuan membaca dan kemampuan ilmiah.

Hasil yang diperoleh Cina menduduki tempat pertama disusul oleh Singapura dan Hongkong di tempat kedua dan ketiga. Sedangkan Indonesia berada di peringkat 64 dari 65 negara, dengan kata lain kedua terendah sebelum Peru. Jadi jelas kemampuan matematika di Indonesia belum berkembang sebagaimana mestinya.

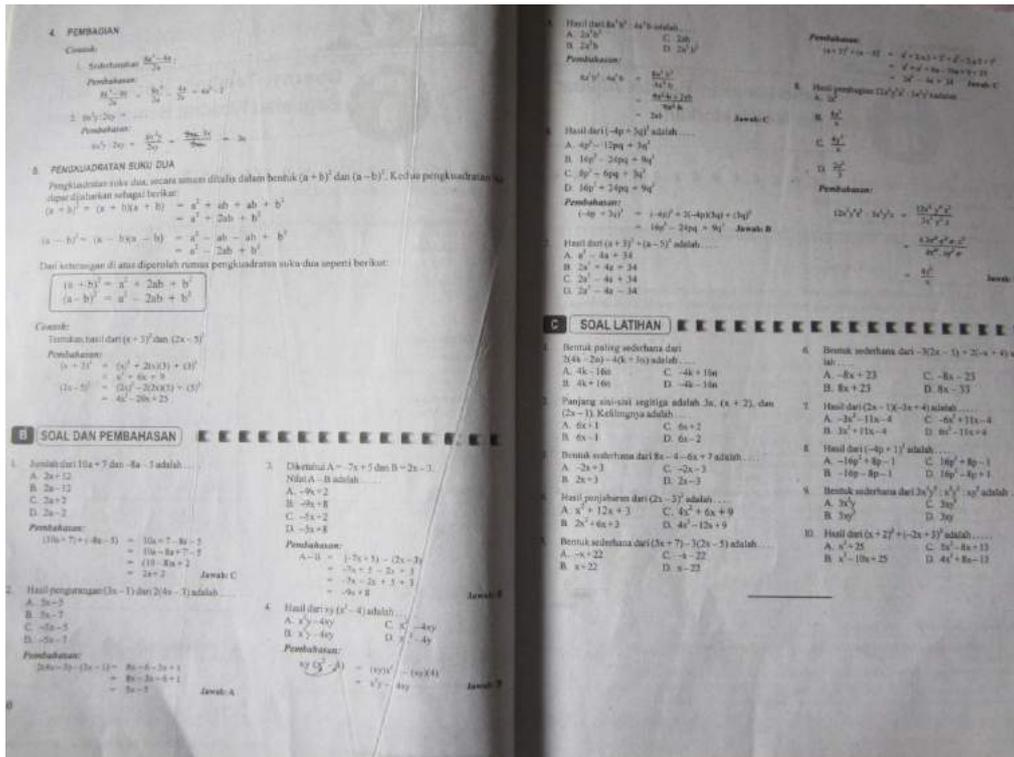
Untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa dalam pembelajaran matematika, perlu dilaksanakan pembelajaran yang memberi kesempatan pada siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematikanya. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pembelajaran agar siswa berkesempatan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematikanya adalah dengan pemecahan masalah. Melalui pemecahan masalah, siswa dibiasakan untuk berpikir secara divergen.

Salah satu model pembelajaran yang dianjurkan dalam kurikulum 2013 adalah *problem based learning*. Selain itu salah satu pendekatan pembelajaran yang dipakai adalah pendekatan pemecahan masalah. Melalui pemecahan masalah, aspek-aspek kemampuan matematis yang penting dapat dikembangkan secara lebih baik. Berdasarkan teori belajar yang dikemukakan oleh Gagne, bahwa tipe belajar yang paling tinggi adalah pemecahan masalah. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Blitter (1987) dan Capper (1984) menunjukkan bahwa pengajaran matematika harus digunakan untuk memperkaya, memperdalam, dan memperluas kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematika. Selanjutnya menurut Moffit dalam Rusman (2012: 241) mengemukakan bahwa “pemecahan masalah merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi siswa untuk belajar tentang berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran”.

Unsur utama dalam pemecahan masalah adanya masalah. Pada proses pemecahan masalah tersebut ada beberapa langkah dan tahapan yang harus dilakukan oleh siswa. Langkah dan tahapan yang akan dilakukan itu haruslah bertahap dan terorganisasi. Oleh sebab itu diperlukan suatu panduan untuk pemecahan masalah. Panduan tersebut dapat berupa Lembar Kerja Siswa (LKPD).

LKPD adalah bahan ajar yang di dalamnya terdapat langkah-langkah pembelajaran yang dapat membantu dan mengarahkan siswa mengkonstruksikan sendiri pengetahuan dan kemampuan berpikirnya. Melalui LKPD, guru dapat mengarahkan kegiatan yang dilaksanakan oleh siswa. Kegiatan tersebut yang akan membantu siswa membangun pengetahuan dan kemampuan berpikirnya. Di samping itu, LKPD juga memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran serta bagi siswa sendiri akan melatih untuk belajar secara mandiri dan belajar memahami suatu tugas secara tertulis (Widyantini, 2013)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan pada tanggal 8 Juni sampai 13 Juni di SMP Nurul Ikhlas, SMP 5 Bukittinggi, SMP 1 Kamang Magek, SMP N 1 Palupuh dan MTsN Kamang, ditemukan bahwa bahan ajar yang digunakan guru dalam pembelajaran matematika adalah buku teks dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang beredar di pasaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran masih terpaku pada buku teks. Selain itu LKS sebagai pendamping dalam pembelajaran matematika belum memfasilitasi siswa untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuannya, merumuskan masalah sendiri dan merangsang kemampuan komunikasi matematika. Isi LKS lebih banyak ditekankan pada contoh soal dan sejumlah soal latihan, sedangkan siswa memerlukan pemaparan penyelesaian masalah yang dapat merangsang kemampuan komunikasi matematika yang memungkinkan tercapainya tujuan pembelajaran.



Gambar 1 : Contoh LKPD yang beredar di pasaran

Pada Gambar 1. terlihat bahwa LKPD yang disediakan oleh salah satu penerbit, yang digunakan di beberapa sekolah tidak menyediakan kegiatan penyelidikan berupa pemecahan sebuah masalah yang dapat membimbing siswa untuk memperoleh konsep serta keterkaitan antar materi yang satu dengan materi lainnya. LKPD tersebut langsung menyajikan teori singkat tentang materi pelajaran, contoh soal, penyelesaian contoh soal, serta latihan-latihan berbentuk soal pilihan ganda.

Hal ini akan mengakibatkan pelaksanaan dan tujuan pembelajaran dengan menggunakan LKPD tersebut belum sesuai dengan yang diharapkan. Akibatnya kemampuan komunikasi matematis belum tercapai secara optimal. Hal ini disebabkan karena siswa belum terbiasa dalam memecahkan masalah

Pengembangan LKPD berbasis pendekatan pemecahan masalah ini terbatas akan dilaksanakan pada kelas VII SMP pada semester 2. Pemilihan semester 2 dikarenakan materi semester 2 merupakan materi prasyarat di kelas VIII. Misalnya pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel dijadikan sebagai materi prasyarat guna memahami sebagian besar materi di kelas VIII.

Penggunaan pendekatan pemecahan masalah akan dilaksanakan pada seluruh materi kelas VII semester dua yang meliputi segiempat, segitiga, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel serta aritmetika sosial, transformasi, peluang dan statistik. Semua materi tersebut membutuhkan kemampuan komunikasi matematis siswa dalam memecahkan masalah. Selain itu karena semua materi tersebut erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari dan juga berkaitan dengan disiplin ilmu lain.

Berdasarkan masalah-masalah di atas perlu dikembangkan LKPD berbasis pendekatan pemecahan masalah yang valid, praktis dan efektif. Melalui pengembangan LKPD ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber belajar yang dapat melibatkan seluruh siswa aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dan dapat memberikan penjelasan

tahap dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Selain itu melalui LKPD ini diharapkan siswa dapat menyajikan pernyataan matematika secara lisan, tertulis, gambar dan diagram. Mengajukan dugaan dan melakukan manipulasi matematika sehingga siswa bisa menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan terhadap kebebasan solusi, dan akhirnya juga bisa memeriksa kesahihan suatu argumen (Depdiknas,2004: 65). Oleh sebab itu peneliti mengambil judul pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah untuk siswa kelas VII SMP.

2. Metode

Untuk menjawab permasalahan diatas, maka akan dilakukan penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan yang diadaptasi dari model pengembangan Plomp. Model Plomp ini terdiri dari 3 tahap yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan, dan fase penilaian

Fase investigasi awal terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis siswa, dan analisis konsep. Instrumen yang digunakan untuk fase investigasi awal adalah lembar observasi dan tes kemampuan komunikasi matematika siswa. Selanjutnya adalah fase pengembangan yang terdiri dari evaluasi diri, tinjauan ahli dan uji coba lapangan. Uji coba lapangan ini terdiri dari dua tahap yaitu *one to one evaluation* dan *small group evaluation*. Instrumen yang digunakan dalam fase pengembangan adalah lembar validasi, pedoman wawancara dan angket yang sebelumnya telah divalidasi oleh ahli.

Tahap terakhir adalah fase penilaian. Pada fase ini untuk pertama kalinya perangkat akan diujicobakan pada realita di kelas. Pada fase ini akan dilihat dua hal yaitu praktikalitas dan efektivitas. Praktikalitas dilakukan untuk melihat sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu penggunaan oleh guru dan siswa. Instrumen yang digunakan dalam uji praktikalitas ini adalah lembar angket, lembar observasi dan pedoman wawancara yang sebelumnya telah divalidasi oleh ahli. Selanjutnya adalah dilakukan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari seberapa jauh siswa mampu menggunakan kemampuan komunikasi matematika untuk menyelesaikan masalah. Tes yang dilakukan berbentuk tes essay. Hasil tes akan diolah berdasarkan rubrik penskoran kemampuan komunikasi matematika. Selanjutnya uji efektivitas dilakukan dengan membandingkan hasil tes siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah dengan hasil tes siswa yang tidak menggunakan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah. pengujian efektifitas ini dilakukan dengan mengacu pada ketentuan *quasi eksperimen*.

3. Hasil dan Pembahasan

Tujuan penelitian ini mendeskripsikan karakteristik perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah untuk siswa kelas VII SMP yang valid, praktis, dan efektif. Efektivitas diketahui dengan cara mendeskripsikan kemampuan komunikasi matematika siswa setelah menggunakan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah dalam pembelajaran.

Data yang didapat terdiri dari data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa lembar observasi dan pedoman wawancara akan direduksi (pemilihan dan penyederhanaan data), disajikan dalam uraian singkat, diverifikasi dan ditarik

kesimpulan. Sedangkan pada data kuantitatif berupa angket dan hasil tes kemampuan komunikasi matematika siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2005. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- _____. 2008. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- _____. 2012. *Prosedur Penilaian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Depdiknas. 2014. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs*. Jakarta: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Deswita, Hera. 2013. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah untuk kelas VII Sekolah Menengah Pertama". *Tesis* tidak diterbitkan. Padang: UNP.
- Hudoyo, Herman. 1980. *Pemecahan Masalah di Dalam Pengajaran Matematika*. Jakarta: Depdikbud.
- _____. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Depdikbud.
- Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud.
- Kemendiknas. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi*. Jakarta: Kemdiknas.
- Nasution, S. 2005. *Berbagai Pendekatan Dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Putra, Nusa. 2012. *Research & Development (Penelitian dan Pengembangan): Suatu Pengantar*. Jakarta: Rajawali Press.
- Refnywidialistuti. 2012. "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi pecahan di kelas IV SDN 14 Pematang Panjang Kecamatan Sijunjung". *Tesis* tidak diterbitkan. Padang: UNP.
- Riduwan. 2013. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rustam. 2012. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Depok: PT. Rajagrafindo Persada.

- Sanjaya, Wina. 2009. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- 2008. *Strategi Pembelajaran; Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Suherman, Erman, dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: UPI.
- Sukardi. 2008. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Walpole, Ronald E. 1992. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia.
- Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- www.sp.beritasatu.com/home/skor-pisa-jeblok-kemdikbud-janji-tidak-tinggal-diam/46053. (Diakses pada tanggal 19 Desember 2014)
- www.edukasi.kompas.com/read.2012/12/14/09005434/Prestasi.Sains.dan.Matematika.Indonesia.Menurun, (Diakses pada tanggal 19 Desember 2014).
- Yulia, Putri. 2013. "Pengembangan perangkat Pembelajaran Problem Based Learning untuk kelas V SD". *Tesis* tidak diterbitkan. Padang: UNP.

KAJIAN TENTANG PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK KELAS VII SMP/MTs

Yuri Safriani¹, Yerizon², Armiati³

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika

email: yurisafriani@yahoo.com

²Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

email: yerizon@yahoo.com

³Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

Abstract: Mathematics learning is a form of learning activity that promotes the involvement of students to be active to construct their own mathematical knowledge. In mathematics learning, students were required to discover the concept so that students get better concept understanding. The students involvement actively in learning activities, both physically and mentally will contribute to the optimal achievement of learning results. In fact, students were less expected to find its own concepts through various activities. Based on observations seen a few students who respond teachers's questions and express their idea in mathematics learning. The materials that are considered difficult are social arithmetic of proportional. The research aims to design a valid and practical mathematics learning instruments based on guided discovery learning for grade VII SMP / MTs students. This type of research is development research by using Plomp model that consists of three stages, namely the preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. The subjects were grade VII SMPN 2 Lembah Gumanti students. In the preliminary research, researcher carried out a needs analysis, curriculum analysis, analysis of the concept and analysis of students. In the prototyping phase, researcher designed lesson plans and student worksheets based on guided discovery, and then conducted a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product.

Keywords: Learning instruments, guided discovery

1. Pendahuluan

Matematika merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern, mempunyai peranan penting dalam berbagai disiplin ilmu dan mengembangkan daya pikir manusia. Mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, inovatif dan kreatif serta kemampuan bekerja sama.

Pembelajaran matematika merupakan suatu bentuk kegiatan pembelajaran yang mengutamakan keterlibatan peserta didik untuk aktif dalam membangun pengetahuan matematika dengan cara sendiri. Dalam pembelajaran matematika peserta didik dituntut untuk berpikir sendiri menemukan kembali konsep yang sudah ada agar peserta didik lebih memahami konsep dalam belajar. Keterlibatan peserta didik secara aktif dalam kegiatan pembelajaran baik secara fisik maupun mental akan memberikan kontribusi terhadap pencapaian hasil belajar yang optimal.

Salah satu tujuan mata pelajaran matematika menurut Permendiknas No 58 Tahun 2014 adalah memahami konsep matematika. Memahami konsep matematika merupakan kompetensi dalam menjelaskan keterkaitan antar konsep dan menggunakan konsep maupun algoritma, secara luwes, akurat, efisien dan tepat dalam pemecahan masalah. Pemahaman konsep merupakan suatu kemampuan dasar yang harus dimiliki peserta

didik sebagai landasan penting untuk berpikir dalam memahami permasalahan matematika maupun permasalahan sehari-hari.

Kenyataannya, peserta didik kurang dituntut untuk menemukan konsep sendiri melalui berbagai kegiatan. Peserta didik tidak dilibatkan secara aktif dalam pembelajaran, akibatnya ada sebagian peserta didik yang melakukan aktivitas negatif. Aktivitas tersebut misalnya menggambar, mengobrol dengan teman sebelah ataupun mengganggu teman. Bahkan, ada beberapa peserta didik yang mengerjakan tugas mata pelajaran lain pada saat guru menjelaskan materi pelajaran matematika. Berdasarkan hasil observasi juga terlihat sedikit sekali peserta didik yang menanggapi pertanyaan guru maupun menyampaikan pendapat dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan wawancara diperoleh bahwa materi yang dianggap sulit oleh peserta didik adalah materi aritmatika sosial dan perbandingan. Hal ini disebabkan karena peserta didik belum memahami konsep tentang aritmatika sosial dan perbandingan yang diajarkan guru. Hal ini dibuktikan dengan jika peserta didik ditanya tentang aritmatika sosial dan perbandingan sebagian mereka ada yang menjawab lupa dengan rumusnya, dan sebagian lagi ada yang bisa menjawab tetapi bingung kalau soalnya sudah berbeda dari contoh yang diberikan. Hal ini disebabkan pemahaman konsep peserta didik terhadap materi aritmatika sosial dan perbandingan yang masih rendah. Kenyataan lain yang ditemukan adalah penyajian materi pada LKPD hanya berupa poin-poin penting saja. Materi yang disajikan sangat ringkas sehingga peserta didik tidak melihat proses untuk menemukan konsep tersebut. Penyajian materi seperti ini, peserta didik hanya diberikan fakta dan informasi tanpa diberi kesempatan untuk mengevaluasi dan menyimpulkan sendiri materi yang dipelajari. Melalui penyajian materi yang berupa rangkuman tersebut, tidak tersedia kesempatan bagi peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif.

Pembelajaran yang berlangsung belum memfasilitasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran matematika sehingga pencapaian tujuan pembelajaran belum optimal. Untuk mencapai tujuan pembelajaran secara optimal maka dibutuhkan suatu perangkat pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik dalam pembelajaran sehingga pembelajaran yang dilakukan peserta didik bermakna. Agar pelaksanaan pembelajaran bermakna dan bertahan lama diingatan peserta didik maka akan dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing pada materi aritmatika sosial dan perbandingan.

Berdasarkan masalah-masalah yang telah dinyatakan di atas, maka perlu dikembangkan perangkat pembelajaran matematika yang kegiatannya memberi kesempatan kepada peserta didik kelas VII SMP/MTs untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri sehingga konsep yang diperoleh melalui penemuan yang dilakukan dapat melekat lama dalam ingatan peserta didik. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancang perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk materi aritmatika sosial dan perbandingan kelas VII SMP/MTs.

Perangkat pembelajaran yang didalamnya terdapat instruksi yang bertujuan untuk membimbing peserta didik dalam menemukan suatu konsep dan memahami konsep yang diperolehnya. Pembelajaran dimulai dengan pemberian permasalahan yang berkaitan dengan masalah sehari-hari. Pengajuan pertanyaan yang tepat oleh guru akan merangsang kreatifitas peserta didik dan membantu mereka dalam menemukan pengetahuan yang baru tersebut. Pengetahuan yang baru akan melekat lebih lama apabila peserta didik dilibatkan secara langsung dalam proses pemahaman dan mengkonstruksi sendiri konsep atau pengetahuan tersebut. Pembelajaran yang dilakukan

bermakna, dengan belajar bermakna peserta didik akan menyenangi pembelajaran matematika dan memiliki ketertarikan dengan masalah-masalah yang diberikan.

Dalam kajian ini akan dibahas tentang bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk kelas VII SMP/MTs yang valid dan praktis. Adapun tujuan dalam kajian ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing yang valid dan praktis kelas VII SMP/MTs. Selain itu kajian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi guru dan peserta didik sebagai tambahan perangkat pembelajaran yang dapat digunakan pada pembelajaran matematika di sekolah. Hasil penelitian ini berupa RPP dan LKPD yang dirancang sesuai penemuan terbimbing. RPP dan LKPD yang dikembangkan dibatasi untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik pada pokok bahasan aritmatika sosial dan perbandingan.

Model penemuan terbimbing adalah suatu cara penyampaian topik matematika sehingga proses belajar memungkinkan peserta didik menemukan sendiri pola atau struktur matematika melalui serentetan pengalaman yang lampau yang berada dalam bimbingan guru yang bersangkutan[1]. Langkah-langkah pembelajaran berbasis penemuan terbimbing menurut Markaban yaitu merumuskan masalah dengan data secukupnya, menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data, menyusun konjektur (prakiraan) dan membuat kesimpulan, latihan, untuk memeriksa penemuan itu benar[2]. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yaitu panduan langkah-langkah yang dilakukan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran yang disusun dalam skenario kegiatan[3]. Sedangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga peserta didik diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri[4]. Sejalan dengan itu, lembar kegiatan peserta didik (*Student Work Sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik[5].

Materi aritmatika sosial berkaitan erat dengan kehidupan manusia sehingga dibutuhkan suatu pemahaman dan penguasaan yang mendalam dari materi aritmatika sosial karena dengan pemahaman konsep yang tinggi dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Matematika itu bukan ilmu pengetahuan menyendiri yang dapat sempurna karena dirinya sendiri, tetapi adanya matematika dapat membantu manusia dalam memahami dan menguasai permasalahan sosial, ekonomi dan alam. Operasi dasar aritmatika adalah penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian, dan operasi-operasi lainnya seperti persentase. Perbandingan adalah membandingkan suatu besaran atau bilangan dengan besaran atau bilangan yang lain, dimana penulisan bentuk suatu perbandingan sama dengan penulisan bentuk suatu pecahan yaitu dinyatakan dalam bentuk $\frac{p}{q}$ atau $p : q$, untuk p dan q adalah anggota bilangan asli dengan $q \neq 0$ [6].

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini, model pengembangan yang digunakan diadaptasi dari Model Plomp. Model Plomp terdiri dari tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan *Prototype* (*development or prototyping phase*), dan fase penilaian (*assessment phase*)[7]. Pada fase pertama atau fase investigasi awal dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Fase kedua atau fase pembuatan *Prototype* dilaksanakan kegiatan perancangan, pengembangan dan evaluasi formatif (*design,*

development and formative evaluation). Langkah-langkah evaluasi formatif dimulai dari Evaluasi sendiri (*self-evaluation*), tinjauan ahli (*expert review*), evaluasi satu-satu (*one-to-one evaluation*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*) dan uji lapangan (*field test*). Selanjutnya pada fase ketiga atau fase penilaian (*assessment phase*) berupa tes kemampuan pemahaman konsep matematis.

Ujicoba perangkat pembelajaran dilaksanakan pada peserta didik kelas VII SMPN 2 Lembah Gumanti. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini antara lain pedoman wawancara, lembar validasi, lembar observasi, angket dan soal tes. Sebelum digunakan, masing-masing instrumen divalidasi oleh pakar. Instrumen yang telah valid yang digunakan dalam penelitian. Data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan jenis data. Data kualitatif dianalisis dengan cara kualitatif dan data kuantitatif dianalisis dan dikategorikan sehingga dapat diambil kesimpulannya secara kualitatif.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini terdiri dari tiga fase yaitu pertama fase investigasi awal. Fase ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk dan karakteristik perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Pada fase ini dilaksanakan beberapa kegiatan antara lain analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Berdasarkan analisis kebutuhan diperoleh informasi bahwa perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD belum memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara aktif dan belum mendorong peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan peserta didik secara mandiri sehingga materi yang dipelajari mudah hilang dari ingatan peserta didik.

Berdasarkan analisis kurikulum diketahui bahwa indikator pencapaian kompetensi pembelajara matematika untuk kelas VII SMP/MTs pada semester I menuntut peserta didik untuk mengaplikasikan konsep yang dipelajari ke dalam masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Materi yang diambil untuk pengembangan perangkat pada penelitian ini adalah materi aritmatika sosial dan perbandingan. Materi tersebut dipilih karena materi perbandingan cocok dipelajari dengan pembelajaran penemuan terbimbing.

Pada tahap analisis konsep dilaksanakan kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang akan dipelajari oleh peserta didik. Materi tersebut disusun secara hirarkis. Materi utamanya adalah aritmatika sosial dan perbandingan. Pada materi aritmatika sosial, dengan submateri menghitung nilai keseluruhan, nilai per unit dan nilai sebagian, menentukan harga pembelian, harga penjualan, untung dan rugi, menentukan persentase untung dan rugi, menghitung rabat (diskon), bruto, tara dan neto, dan menentukan pajak dan bunga tabungan. Sedangkan pada materi perbandingan dengan submateri perbandingan dan skala, faktor perbesaran dan pengecilan pada gambar berskala, perbandingan senilai dan perbandingan berbalik nilai.

Berdasarkan analisis peserta didik dapat disimpulkan bahwa adalah peserta didik menyenangi LKPD atau buku dengan tampilan huruf yang unik serta gambar dan warna yang cerah, penerapan tahapan belajar yang rinci dan jelas, diselingi dengan penerapan proses pembelajaran yang dapat menghilangkan kejenuhan peserta didik dalam belajar, peserta didik lebih suka berdiskusi dengan teman sebangku.

Fase selanjutnya adalah fase Pengembangan *Prototype*. Tujuan pengembangan ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing yang valid dan praktis pada materi aritmatika sosial dan perbandingan kelas

VII SMP/MTs. Adapun tahap-tahap yang dilaksanakan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika untuk peserta didik kelas VII SMP/MTs pada materi aritmatika sosial dan perbandingan berbasis penemuan terbimbing yang valid dan praktis adalah sebagai berikut.

Pertama, perancangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Perancangan ini terdiri dari perancangan RPP dan perancangan LKPD. Pada perancangan RPP, RPP disusun berdasarkan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang terdiri dari berbagai indikator, komponen yang terdapat pada RPP sama dengan RPP yang ada yaitu memuat identitas RPP, standar kompetensi dan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, sumber belajar dan penilaian. Kegiatan pembelajaran, terdiri dari tiga kegiatan yaitu kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup.

Pada kegiatan pendahuluan terdapat kegiatan membuka pembelajaran, apersepsi dan motivasi. Pada kegiatan inti terdapat kegiatan yang sesuai dengan langkah-langkah penemuan terbimbing. Langkah-langkah dalam penemuan terbimbing adalah peserta didik diminta untuk mengamati dan mengidentifikasi masalah yang diberikan sesuai dengan materi yang dipelajari. Selanjutnya peserta didik dibimbing untuk berdiskusi dengan pasangannya dalam menyusun, memproses, mengorganisir dan menganalisis data melalui pertanyaan-pertanyaan yang diberikan yang terdapat pada LKPD.

Langkah berikutnya, peserta didik diarahkan untuk menyusun konjektur atau prakiraan dari masalah yang diberikan. Selanjutnya, peserta didik dan guru memeriksa konjektur yang dibuat oleh peserta didik, hal ini bertujuan agar peserta didik tidak mengalami kebingungan dari jawaban yang diperolehnya. Kegiatan akhir pada kegiatan inti adalah peserta didik diminta untuk mengerjakan soal latihan yang bertujuan untuk memeriksa hasil penemuan yang dilakukan itu benar sehingga konsep yang diperoleh peserta didik lebih mendalam dan tidak mudah dilupakan karena pembelajaran itu peserta didik langsung terlibat dalam proses penemuan-penemuan dari konsep yang dipelajarinya sehingga pembelajaran yang dilakukan bermakna. Pada kegiatan penutup peserta didik bersama guru membuat kesimpulan untuk materi yang dipelajari, memberikan PR serta menginformasikan kepada peserta didik materi yang akan dipelajari pertemuan berikutnya.

Selanjutnya perancangan LKPD, LKPD berbasis penemuan terbimbing ini memiliki ukuran 29,5 cm x 21 cm. Jenis tulisan yang digunakan dalam LKPD ini untuk judul pada setiap BAB dan huruf tulis yaitu *comic sans MS*. Sedangkan ukuran huruf yang digunakan adalah 11-24. *Cover* memuat identitas/ judul LKPD matematika berbasis penemuan terbimbing, judul pokok bahasan yang dipelajari, kolom identitas peserta didik yang berisi nama dan kelas sebagai pemilik LKPD. Selain itu, pada *cover* juga terdapat beberapa gambar yang merupakan gambar-gambar yang ditemui dalam pembelajaran matematika.

Pada *cover* juga terdapat gambar peserta didik sedang belajar agar peserta didik termotivasi untuk belajar dan memahami materi yang terdapat pada LKPD. Warna *background* utama yang digunakan pada LKPD adalah biru dan dipadukan dengan warna cerah lainnya seperti hijau dan pink. Warna biru dipilih karena secara psikologis warna biru dapat menenangkan emosi dan mengisi kembali semangat, menyegarkan tingkat energi yang habis serta meningkatkan konsentrasi. Sedangkan warna hijau dipilih karena warna yang dingin, sejuk dan mencerminkan ketenangan. Jenis tulisan yang digunakan pada sampul adalah jenis huruf *Kristen ITC*, *Impact*, *Informal Roman*, *Segoe Print* dan *Monotype Corsiva* dengan ukuran 14-36. Selain itu, pada *cover* juga

terdapat cuplikan gambar peserta didik yang sedang melaksanakan pembelajaran, gambar animasi tinggi orang yang melambangkan perbandingan, gambar peta yang melambangkan skala sebagai suatu perbandingan dan gambar suatu toko yang memberikan diskon melambangkan materi aritmatika sosial sehingga dari *cover* sudah tergambar materi yang akan dipelajari.

Halaman judul tiap bab memuat gambaran tentang materi yang akan dipelajari peserta didik. Pada halaman ini juga memuat indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran dan petunjuk belajar. Kompetensi ditampilkan agar peserta didik mengetahui kompetensi yang harus dicapainya setelah proses pembelajaran. Petunjuk belajar merupakan panduan peserta didik sebelum melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan LKPD. Selain itu, penyajian LKPD memuat kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan dan daftar pustaka.

LKPD berbasis penemuan terbimbing diawali dengan memberikan rumusan masalah atau pemberian permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan materi yang dipelajari, bertujuan untuk memotivasi peserta didik untuk memahami dan mengidentifikasi masalah dari permasalahan yang diberikan. Melalui permasalahan ini peserta didik tertarik untuk memahami dan mencoba mencari solusi dari permasalahan yang diberikan sehingga peserta didik dapat mengkonstruksi pemahamannya. Selanjutnya peserta didik dibimbing dalam menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data dari permasalahan yang diberikan, bertujuan untuk membangun dan mengkonstruksi pengetahuan yang dimiliki peserta didik dalam melakukan penemuan-penemuan melalui pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab peserta didik pada tempat yang disediakan yang terdapat pada LKPD. Pada menyusun dan memproses data, peserta didik dapat menggali ide-ide yang dimilikinya sehingga memudahkan mereka dalam proses penemuan-penemuan yang dilakukan.

Selanjutnya pada tahap mengorganisir dan menganalisis data, peserta didik dapat membangun pengetahuannya melalui kegiatan-kegiatan yang dilakukan sehingga peserta didik dapat mengkonstruksi pengetahuannya sehingga pembelajaran yang dilakukan lebih bermakna karena berdasarkan pengalaman-pengalaman yang diperoleh oleh peserta didik melalui penemuan-penemuan yang dilakukan. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk menyusun prakiraan-prakiraan konsep dan pengetahuan yang dimilikinya berdasarkan jawaban-jawaban yang diperolehnya dari permasalahan dan pertanyaan-pertanyaan yang diberikan. Peserta didik dituntun untuk membuat prakiraan-prakiraan dari permasalahan yang diberikan. Langkah berikutnya adalah mengerjakan soal latihan, bertujuan untuk memeriksa apakah penemuan yang dilakukan sudah benar.

Kemudian tahap yang kedua adalah evaluasi sendiri perangkat pembelajaran. Evaluasi sendiri pada perangkat pembelajaran dilaksanakan untuk melihat apakah masih ada kesalahan yang dibuat saat membuat prototipe 1 perangkat pembelajaran. Hal-hal yang diperhatikan pada evaluasi sendiri antara lain kejelasan tulisan, kesalahan pengetikan, kesalahan penggunaan istilah, kejelasan gambar dan kesalahan penggunaan tanda baca. Evaluasi sendiri yang dilakukan adalah evaluasi sendiri RPP dan LKPD. Pada RPP, ditemukan beberapa kesalahan yaitu kesalahan pengetikan, kekurangan tanda baca, kesalahan penulisan. Sedangkan pada LKPD, ditemukan beberapa kesalahan yaitu kesalahan penulisan, kesalahan dalam penggunaan tanda baca dan soal latihan tertutup oleh kotak jawaban. Kesalahan tersebut kemudian diperbaiki.

Setelah dilakukan evaluasi sendiri terhadap rancangan perangkat pembelajaran maka tahap selanjutnya adalah validasi perangkat pembelajaran matematika. Validasi ini dilaksanakan oleh ahli yang kompeten di bidang masing-masing. Prototipe 1 RPP dan

prototipe 1 LKPD divalidasi oleh enam orang ahli yang terdiri dari tiga orang ahli pendidikan matematika, satu orang ahli bahasa, dan dua orang ahli teknologi pendidikan.

Pada prototipe 1 RPP terdapat beberapa revisi yang dilaksanakan berdasarkan saran-saran dari validator. Setelah dilihat berbagai masukan dan saran dari validator, dilaksanakan perbaikan pada RPP berdasarkan saran dari validator tersebut. Diantara saran validator tersebut terdapat beberapa saran yang sama yaitu saran tentang perbaikan indikator pencapaian kompetensi, tahapan penemuan terbimbing kegiatan inti dan materi jar yan disajikan pada RPP. Setelah dilaksanakan perbaikan berdasarkan saran dari validator, RPP divalidasi kembali oleh validator. Secarakeseluruhan RPP yang dikembangkan dikatakansangat valid dengan rata-rata 3,33. Jadi, dapatdisimpulkanbahwa RPP matematikaberbasis penemuan terbimbing untuk peserta didik kelas VII SMP/MTs telah valid. Prototipe 1 RPP yang telah valid selanjutnya diberi nama prototipe 2 RPP.

Pada prototipe 1 LKPD terdapat beberapa saran untuk merevisi LKPD. Selanjutnya LKPD direvisi berdasarkan saran-saran dari validator tersebut. Berdasarkan masukan dari validator, maka dilaksanakan revisi terhadap prototipe1 LKPD. Perbaikan yang dilaksanakan pada LKPD berdasarkan saran dari validator pada aspek didaktik adalah masalah sebaiknya diperbaiki agar lebih memudahkan peserta didik dalam memahami masalah yang disajikan. Pada aspek isi saran validator adalah petunjuk belajar yang menyatakan peserta didik bekerja secara berpasangan seharusnya ditambahkan, susunan pertanyaan yang belum sistematis diperbaiki, pertanyaan yang mempunyai tujuan sama yang digunakan pertanyaan yang mewakilinya dan pertanyaan yang lain dihapuskan serta kolom jawaban ukurannya diperbesar sehingga sesuai dengan perkiraan jawaban peserta didik.

Berdasarkan aspek bahasa, saran dari validator yaitu perbaiki penulisan dan gunakan kalimat-kalimat yang mudah dipahami peserta didik. Sedangkan pada aspek kegrafikan yaitu saran dari validator tentang cover diperbaiki, halaman judul diperbaiki dan warna kotak untuk menuliskan jawaban gunakan satu warna. Setelah dilaksanakan perbaikan pada prototipe 1 LKPD, selanjutnya LKPD kembali diserahkan pada ahli untuk divalidasi. Berdasarkan validasi diperoleh bahwa pada aspek didaktik, LKPD memperoleh nilai validitas 3,36 atau pada kategori sangat valid. Pada aspek isi, LKPD memperoleh nilai validitas 3,45 atau kategori sangat valid. Selanjutnya, pada aspek bahasa dan penyajian/kegrafikan memperoleh nilai validitas yaitu 3,33 dan 3,29 atau dengan kategori sangat valid. Secara keseluruhan rata-rata nilai validitas LKPD adalah 3,36 dengan kategori sangat valid. Jadi dapat dikatakan bahwa LKPD yang dikembangkan telah valid dari aspek didaktik, isi, bahasa dan penyajian/kegrafikan. Selanjutnya, prototipe 1 LKPD yang telah diperbaiki dan valid selanjutnya diberi nama prototipe 2 LKPD.

Setelah divalidasi, tahap selnjutnya adalah evaluasi satu-satu terhadap LKPD. Evaluasi satu-satu prototipe 2 perangkat pembelajaran dilaksanakan di sekolah ujicoba penelitian yaitu di SMP Negeri 2 Lembah Gumanti. Peserta didik yang menjadi subjek evaluasi satu-satu LKPD terdiri dari tiga orang dengan kemampuan yang berbeda yaitu kemampuan sedang, rendah dan tinggi. Evaluasi satu-satu LKPD dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan seperti tata bahasa yang kurang dimengerti oleh peserta didik, petunjuk yang kurang jelas, kemudahan penggunaan, kemenarikan, dan kepuasan.

Evaluasi satu-satu dilaksanakan dengan meminta peserta didik memahami dan mengerjakan kegiatan yang terdapat dalam LKPD. Selama pelaksanaan evaluasi satu-satu, peneliti memantau dan menyampaikan kepada peserta didik tentang kendala yang ditemui selama mengerjakan kegiatan dalam LKPD pada setiap pertemuan. Kendala-kendala tersebut menjadi catatan bagi peneliti untuk bahan perbaikan. Selanjutnya setelah selesai dilaksanakan wawancara pada masing-masing peserta didik tentang LKPD tersebut.

Terdapat beberapa perbaikan yang dilaksanakan pada LKPD setelah dilaksanakan evaluasi satu-satu. Kegiatan perbaikan yang dilaksanakan pada LKPD salah satunya adalah mengganti istilah yang tidak dipahami oleh peserta didik dengan istilah lain yang dipahami. Selanjutnya kotak jawaban yang ukurannya terlalu kecil ditambah dan beberapa kotak yang ukurannya terlalu kecil diperbesar ukurannya. Beberapa informasi pertanyaan yang kurang lengkap diperbaiki dan kesamaan penggunaan nama orang dengan masalah yang akan diselesaikan yang menyulitkan peserta didik dalam penyelesaian masalah diganti

Setelah dilaksanakan perbaikan pada LKPD berdasarkan evaluasi satu-satu, prototipe 2 perangkat pembelajaran dievaluasi dengan melaksanakan pembelajaran pada kelompok kecil peserta didik atau evaluasi kelompok kecil.

Prototipe 2 perangkat pembelajaran diujicoba dalam kelompok kecil terhadap 6 orang peserta didik kelas VII SMP Negeri 2 Lembah Gumanti. Tujuan evaluasi kelompok kecil adalah untuk mengidentifikasi kekurangan perangkat pembelajaran. Setelah dilaksanakan pembelajaran, peserta didik diminta mengisi angket untuk melihat praktikalitas atau keterlaksanaan perangkat pembelajaran.

Perangkat pembelajaran yang telah diujicoba pada kelompok kecil direvisi berdasarkan kekurangan dan permasalahan yang ditemukan. Perbaikan yang dilaksanakan pada RPP adalah pada kegiatan menyajikan hasil diskusi yang dilakukan oleh peserta didik. Penyajian hasil diskusi pada kelompok kecil setelah mengerjakan soal latihan. Hal ini menyebabkan peserta didik masih mengalami keraguan dari konsep yang ditemukan bersama pasangannya dan dibuktikan kebenarannya melalui soal latihan. Sementara pada LKPD perbaikan yang dilaksanakan adalah terdapat kotak jawaban yang terlalu kecil sehingga tidak muat untuk jawaban peserta didik.

Setelah pelaksanaan pembelajaran semua pertemuan selesai, selanjutnya peserta didik mengisi angket untuk melihat praktikalitas perangkat pembelajaran. Dari hasil angket tersebut diperoleh data praktikalitas perangkat pembelajaran. Perbaikan pada prototipe 2 dinamakan dengan prototipe 3.

Fase selanjutnya adalah fase penilaian. Pada fase penilaian dilaksanakan dengan ujicoba prototipe 3 perangkat pembelajaran pada peserta didik kelas VII.A SMPN 2 Lembah Gumanti. Ujicoba dilaksanakan untuk melihat kembali praktikalitas perangkat pembelajaran.

Pertama, hasil angket praktikalitas pada evaluasi kelompok kecil.

Berdasarkan angket yang diisi oleh peserta didik setelah dilaksanakan pembelajaran pada kelompok kecil, diperoleh nilai praktikalitas LKPD dari aspek penyajian adalah 82 % dengan kategori praktis. Pada aspek penggunaan adalah 83 % dengan kategori praktis. Selanjutnya pada aspek keterbacaan adalah 83 % dengan kategori praktis dan pada aspek waktu adalah 79 dengan kategori praktis. Secara keseluruhan rata-rata praktikalitas diperoleh nilai kepraktisannya adalah 83 dengan kategori praktis.

Kedua, hasil angket praktikalitas pada uji lapangan. Angket praktikalitas diperoleh dari angket respon guru dan respon peserta didik. Berdasarkan angket yang diisi oleh guru setelah dilaksanakan pembelajaran pada uji lapangan, diperoleh nilai praktikalitas LKPD dari aspek penyajian adalah 94 % dengan kategori sangat praktis. Pada aspek penggunaan adalah 80 % dengan kategori praktis. Selanjutnya pada aspek keterbacaan adalah 88 % dengan kategori sangat praktis dan pada aspek waktu adalah 75% dengan kategori praktis. Secara keseluruhan rata-rata praktikalitas diperoleh nilai kepraktisannya adalah 84% dengan kategori praktis.

Selanjutnya, berdasarkan angket yang diisi oleh peserta didik setelah dilaksanakan pembelajaran pada uji lapangan, diperoleh nilai praktikalitas LKPD dari aspek penyajian adalah 81 % dengan kategori praktis. Pada aspek penggunaan adalah 81 % dengan kategori praktis. Selanjutnya pada aspek keterbacaan adalah 86 % dengan kategori sangat praktis dan pada aspek waktu adalah 83% dengan kategori praktis. Secara keseluruhan rata-rata praktikalitas diperoleh nilai kepraktisannya adalah 83% dengan kategori praktis.

Berdasarkan lembar pengamatan keterlaksanaan RPP diperoleh bahwa pada kegiatan pendahuluan memperoleh nilai rata-rata praktikalitas adalah 79% dengan kategori praktis, kegiatan inti memperoleh nilai rata-rata praktikalitas adalah 83% dengan kategori praktis dan pada kegiatan penutup memperoleh nilai rata-rata praktikalitas adalah 75% dengan kategori praktis. Secara keseluruhan rata-rata nilai kepraktisan RPP adalah 79% dengan kategori praktis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan proses pengembangan yang telah dilaksanakan, maka diperoleh hasil berupa perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing pada materi aritmatika sosial dan perbandingan kelas VII SMP/MTs berupa RPP dan LKPD yang valid dan praktis.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Sabri, Ahmad. 2005. Strategi Belajar Mengajar Micro Teaching. Jakarta:Quantum Teaching.
- [2] Markaban. 2006. Model Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing. Yogyakarta: Depdiknas.
- [3] [Trianto. 2009. Pengantar Penelitian Pendidikan bagi Pengembangan Profesi Pendidikan & Tenaga Kependidikan. Jakarta: Prenata Media Grup.](#)
- [4] Prastowo, Andi. 2012. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Yogyakarta: Diva Press.
- [5] Majid, Abdul. 2007. Perencanaan Pembelajaran. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- [6] Adinawan, M. Cholik & Sugijono. (2002). Matematika untuk Kelas VII. Jakarta: Erlangga.
- [7] Plomp, T dan N . Nieveen. 2013. Educational Design Research. Enschede : Netherland Institute For Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP

Aan Putra¹, Hendra Syarifuddin², Indrati Kusumaningrum³

¹Mahasiswa Magister Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang
e-mail: aanputra283@gmail.com

^{2,3}Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA Universitas Negeri Padang

Abstract. *The purpose of this research is to produce learning instruments based on guided discovery that valid, practice and effective to increase students understanding of concepts and mathematical reasoning ability. Learning instruments that developed were lesson plan or Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) and student worksheet or Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). This research is a development research with Plomp model that consists of three steps namely preliminary research, prototyping phase and assessment phase. In prototyping phase, researcher designed and evaluated the prototype by using formative evaluation steps. The subject of field test in this study were grade VIII students at SMP Negeri 1 Kerinci in 2015/2016 academic year. The instruments were used in this study are validation sheets for RPP, validation sheets for LKPD, questionnaire for teacher, questionnaires for students, sheets of observation for learning process, and final test. Before use for collect data, these instruments were validated by validators. The result of this research is mathematics learning instruments that satisfied validity, practicality and effectiveness criteria. The analysis result of validation sheets for RPP and LKPD show that learning instruments that develop are valid. These ones are also practice based on the analysis result of questionnaire for teacher, questionnaires for students, and sheets of observation for learning process. In addition, the learning instruments that develop are also effective to improve students understanding of concepts and mathematical reasoning ability.*

Keyword: *Mathematical learning instruments, understanding of concepts, mathematical reasoning ability, guided discovery.*

1. Pendahuluan

Dalam rangka menjawab tantangan dan kebutuhan pada masa sekarang dan masa yang akan datang, peme-rintah telah merumuskan tujuan pendidikan nasional yang menjadi acuan dalam pelaksanaan pendidikan di seluruh Indonesia. Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan berkemb- bangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab [1].

Tujuan pendidikan nasional tersebut di atas masih sangat umum dan mencakup banyak bidang ilmu yang kemudian dijabarkan menjadi beberapa mata pelajaran yang wajib diajarkan, salah satunya adalah matematika. Matematika merupakan salah satu bagian ilmu yang harus dipelajari dan dikuasai oleh peserta didik pada semua jenjang pendidikan mulai dari pendidikan dasar hingga perguruan tinggi dengan porsi dan kebutuhan yang berbeda-beda. Hal ini tidak mengherankan karena belajar matematika tidak hanya untuk menjadi guru matematika atau ahli matematika, tetapi jauh lebih pen- ting bahwa manusia tidak dapat hidup tanpa penguasaan terhadap matematika.

Penguasaan setiap individu terhadap matematika pada tingkat tertentu ikut menentukan kelangsungan hidup dan kemajuan suatu peradaban. Penguasaan individual ini pada dasarnya bukanlah penguasaan matematika sebagai suatu ilmu pengetahuan semata, melainkan penguasaan akan kecakapan matematika (*mathematics literacy*) yang diperlukan untuk memahami dunia sekitar serta untuk keberhasilan dalam kehidupannya saat ini dan di masa depan. Hal ini sesuai dengan dua visi utama pembelajaran matematika yaitu; (1) mengarahkan pembelajaran matematika untuk pemahaman konsep-konsep yang kemudian diperlukan untuk menyelesaikan masalah dan ilmu pengetahuan lainnya, dan (2) mengarahkan ke masa depan yang lebih luas yaitu matematika memberikan kemampuan pemecahan masalah, sistematis, kritis, cermat, bersifat objektif dan terbuka. Kemampuan tersebut sangat diperlukan dalam menghadapi masa depan yang selalu berubah [2].

Seiring perubahan zaman, tujuan pembelajaran matematika di Indonesia juga mengalami perubahan sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan, rumusan tujuan pembelajaran matematika lebih menekankan pada: (1) Memahami konsep matematika, (2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, (3) Memecahkan masalah, (4) Mengkomunikasikan gagasan, dan (5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan [3].

Berdasarkan tujuan pembelajaran matematika di atas, dua kemampuan dasar yang penting untuk dicapai dalam pembelajaran matematika adalah pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematika. Pemahaman konsep matematika memberikan pengertian bahwa materi-materi yang diajarkan kepada peserta didik bukan hanya sekedar hapalan. Dengan pemahaman konsep matematika peserta didik diharapkan dapat lebih mengerti akan konsep atau materi pelajaran itu sendiri, keterkaitan antar konsep, dan menggunakan konsep dalam menyelesaikan masalah. Pemahaman konsep merupakan salah satu tujuan pembelajaran matematika yang mutlak harus dicapai sebab pemahaman akan suatu konsep sangat mendukung untuk memahami konsep berikutnya, atau dengan kata lain pemahaman suatu konsep menjadi prasyarat untuk memahami konsep berikutnya.

Demikian pula pada aspek kemampuan penalaran, materi matematika dan penalaran matematika merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Materi matematika dipahami melalui penalaran, sebaliknya penalaran dipahami dan dilatihkan melalui pembelajaran matematika. Penguasaan terhadap kemampuan penalaran matematika diharapkan peserta didik dapat berpikir dan menalar tentang suatu persoalan matematika, menganalisis situasi matematika dengan menggunakan pola, menentukan validitas argumen, dan mampu berpikir secara logis, kritis dan sistematis. Penguasaan terhadap kedua kemampuan dasar ini sudah semestinya dicapai secara maksimal dalam pembelajaran matematika, tidak terkecuali pada jenjang pendidikan SMP.

Namun laporan studi internasional memperlihatkan kenyataan yang sebenarnya dari kualitas pendidikan kita terutama pada jenjang pendidikan SMP. Laporan *Trends of International Mathematic and Science Study (TIMSS)* 2011 dan hasil survey PISA (*Programme International for Student Assesment*) memberikan gambaran adanya masalah dalam sistem pendidikan di Indonesia khususnya pada pembelajaran matematika yang menyebabkan para peserta didik Indonesia belum bisa bersaing dengan peserta didik dari negara lain. Kemampuan matematika peserta didik Indonesia berada pada tingkatan kognitif mengetahui (*knowing*) yang merupakan tingkatan terendah menurut kriteria tingkatan kognitif. Peserta didik Indonesia belum dapat memahami dan menerapkan pengetahuan dasar yang dimiliki untuk menyelesaikan masalah (*applying*), serta

belum mampu memahami dan menerapkan pengetahuan dalam masalah yang kompleks, membuat kesimpulan, serta menyusun generalisasi (*reasoning*).

Ketika melakukan observasi di SMP Negeri 1 Kerinci pada tanggal 2 November 2015, peneliti mencoba mengungkap pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik pada materi sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV). Materi ini dipilih karena merupakan materi yang sudah dipelajari oleh peserta didik. Peneliti memberikan 6 soal yang terdiri dari 3 soal pemahaman konsep dan 3 soal kemampuan penalaran matematis. Dari hasil tes terlihat bahwa masih sedikit persentase peserta didik yang memperoleh skor ideal. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik yang masing-masing diwakili oleh tiga indikator masih belum optimal.

Pada hari yang sama, peneliti melakukan wawancara dengan dua orang guru matematika SMP Negeri 1 Kerinci. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh beberapa informasi, diantaranya dibutuhkan bahan ajar yang cocok untuk semua peserta didik karena kemampuan peserta didik yang bervariasi, guru lebih cenderung menggunakan cara belajar konvensional karena dinilai lebih efektif dalam penggunaan waktu dan peserta didik lebih cepat mengerti materi yang diajarkan karena langsung pada poin-poin penting saja. Selain itu juga diperoleh informasi bahwa bahan ajar yang digunakan selama ini hanya berupa ringkasan materi dan kumpulan soal. Terakhir, guru setuju dengan pengembangan LKS atau LKPD yang bisa membantu peserta didik menemukan dan memahami konsep melalui kegiatan penemuan yang dibimbing oleh guru. Untuk spesifikasi LKPD yang akan dikembangkan, guru menyerahkannya pada keinginan peserta didik yang akan menjadi penggunanya.

Selain itu berdasarkan hasil observasi terhadap cara mengajar guru diperoleh beberapa informasi, pertama kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru sudah mengacu pada usaha membelajarkan peserta didik namun peran guru masih sangat dominan sehingga peserta didik belum mendapat ruang yang cukup untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Kedua, pembelajaran yang dilakukan oleh guru belum membiasakan peserta didik bernalar dalam menggunakan pengetahuan yang dimilikinya untuk mempelajari materi baru atau dalam memecahkan masalah. Selain itu kegiatan pembelajaran juga belum memfasilitasi peserta didik dalam melatih kemampuan penalaran misalnya dalam menarik kesimpulan dari materi yang telah dipelajari dan menyelesaikan soal yang membutuhkan penalaran.

Menyikapi masalah peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik dan cara mengajar guru yang dilakukan selama ini, peneliti menawarkan penggunaan pembelajaran penemuan terbimbing. Model penemuan terbimbing (*discovery learning*) merupakan pilihan yang tepat untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis. Keuntungan pembelajaran dengan penemuan terbimbing antara lain peserta didik aktif dalam berpikir dan bernalar untuk menemukan hasil akhir. Selain itu peserta didik lebih memahami konsep karena peserta didik mengalami sendiri proses penemuan konsep. Sesuatu yang diperoleh dengan cara ini akan lebih bermakna dan lebih lama diingat [4]. Pendapat tersebut secara tersirat menyebutkan bahwa pembelajaran penemuan terbimbing mampu meningkatkan pemahaman konsep dan melatih kemampuan penalaran matematis peserta didik. Pendapat ini dipertegas oleh hasil penelitian yang membuktikan bahwa pembelajaran matematika dengan penemuan terbimbing dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik sekolah menengah pertama [5].

Penerapan penerapan pembelajaran dengan penemuan terbimbing membutuhkan adanya perangkat pembelajaran yang didasarkan pada karakteristik dan langkah-langkah penemuan terbimbing, salah satunya Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Pemilihan pengembangan RPP dikarenakan RPP merupakan pedoman atau panduan pelaksanaan proses pembelajaran yang sangat menentukan tindakan guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Penggunaan pendekatan, strategi, model dan metode pembelajaran juga tergambar dalam RPP sehingga pengembangan RPP merupakan langkah yang tepat dalam merancang proses pembelajaran yang diinginkan.

Sebagai pendukung terlaksananya pembelajaran penemuan terbimbing, dibutuhkan sumber belajar yang sesuai baik berupa buku sumber, modul maupun lembar kerja peserta didik. Peneliti memilih pengembangan LKPD pada penelitian ini karena pada penyusunan LKPD sangat memungkinkan untuk mengarahkan peserta didik menemukan sendiri konsep-konsep matematika. Berbeda dengan buku sumber atau modul yang lebih banyak menyajikan konsep-konsep dalam bentuk jadi. Hal ini didasarkan pada pendapat yang menyatakan bahwa salah satu tujuan penggunaan bahan ajar termasuk lembar kerja peserta didik adalah untuk membantu peserta didik dalam menemukan konsep. Bahan ajar harus dilengkapi dengan pertanyaan-pertanyaan analisis yang membantu peserta didik dalam mengaitkan fenomena yang mereka amati dengan konsep yang akan mereka bangun dalam pikiran mereka [6].

Hal inilah yang mendasari peneliti untuk mencoba mengembangkan RPP dan LKPD berbasis penemuan terbimbing yang diharapkan dapat mengarahkan dan membimbing peserta didik untuk dapat menemukan, memahami, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah serta dapat menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika untuk dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing pada materi lingkaran kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik?”, sehingga tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing pada materi lingkaran kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri dari 3 tahapan yaitu penelitian pendahuluan (*preliminary research*), tahap pengembangan (*prototyping phase*) dan tahap penilaian (*assesment phase*). Pada tahap penelitian pendahuluan dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dalam pembelajaran matematika sebagai dasar menentukan alternatif solusi dan spesifikasi produk yang dibutuhkan, mengidentifikasi materi yang cocok untuk penerapan penemuan terbimbing, serta mempelajari perumusan indikator dan cakupan materi yang dibutuhkan untuk mencapai indikator-indikator pencapaian kompetensi.

Pada tahap pengembangan dilakukan perancangan, evaluasi dan revisi terhadap prototipe melalui tahapan-tahapan evaluasi formatif terdiri dari evaluasi sendiri (*self evaluation*), tinjauan para ahli (*experts review*), evaluasi perorangan (*one-to-one evaluation*), evaluasi kelompok kecil (*small group evaluation*), dan uji coba lapangan (*field test*).

Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi RPP, lembar validasi LKPD, angket respon guru, angket respon peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, dan tes pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian diawali dengan tahap penelitian pendahuluan. Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep. Pada analisis kebutuhan telah dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika dan penyebabnya, pelaksanaan pembelajaran dan penggunaan perangkat pembelajaran. Pengumpulan informasi ini dilakukan dengan cara wawancara dua orang guru matematika kelas VIII SMP Negeri 1 Kerinci, observasi pelaksanaan pembelajaran, pemberian angket kepada peserta didik dan tes kondisi awal pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan dua guru Matematika SMP Negeri 1 Kerinci, diperoleh beberapa informasi. Pertama, beberapa kendala yang ditemui oleh guru dalam pembelajaran adalah kemampuan peserta didik yang bervariasi sehingga dibutuhkan bahan ajar yang cocok untuk semua peserta didik. Kedua, keterbatasan bahan ajar baik dalam segi kuantitas maupun kualitas. Artinya tidak semua peserta didik memiliki buku paket dan buku paket yang digunakan masih belum optimal membantu pelaksanaan pembelajaran. Ketiga, guru lebih cenderung menggunakan cara belajar konvensional karena dinilai lebih efektif dalam penggunaan waktu dan peserta didik lebih cepat mengerti materi yang diajarkan karena langsung pada poin-poin penting saja. Kelima, LKS yang digunakan selama ini memiliki beberapa kekurangan misalnya hanya berupa ringkasan materi dan kumpulan soal. Terakhir, guru setuju dengan pengembangan LKS atau LKPD yang bisa membantu peserta didik menemukan dan memahami konsep melalui kegiatan penemuan yang dibimbing oleh guru. Untuk spesifikasi LKPD yang akan dikembangkan, guru menyerahkannya pada keinginan peserta didik yang akan menjadi penggunanya.

Hasil observasi terhadap cara mengajar guru diperoleh beberapa informasi, pertama kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru sudah mengacu pada usaha membelajarkan peserta didik namun peran guru masih sangat dominan sehingga peserta didik belum mendapat ruang yang cukup untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Kedua, pembelajaran yang dilakukan oleh guru belum membiasakan peserta didik bernalar dalam menggunakan pengetahuan yang dimilikinya untuk mempelajari materi baru atau dalam memecahkan masalah. Selain itu kegiatan pembelajaran juga belum memfasilitasi peserta didik dalam melatih kemampuan penalaran misalnya dalam menarik kesimpulan dari materi yang telah dipelajari dan menyelesaikan soal yang membutuhkan penalaran.

Untuk mendapatkan informasi tentang spesifikasi produk yang diinginkan oleh peserta didik, peneliti memberikan angket kepada 38 orang peserta didik kelas VIII. Hasil analisis angket mengungkapkan bahwa bahan ajar yang diinginkan oleh peserta didik antara lain mengenai warna dan ukuran bahan ajar. Selain itu, dari hasil tes terlihat

bahwa masih sedikit persentase peserta didik yang memperoleh skor ideal. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik yang masing-masing diwakili oleh tiga indikator masih belum optimal.

Pada analisis kurikulum telah dilakukan telaah terhadap kurikulum yang digunakan di SMP Negeri 1 Kerinci yaitu kurikulum KTSP, khususnya pada materi lingkaran kelas VIII semester 2 SMP. Analisis terhadap kurikulum yang dimaksud adalah analisis terhadap rumusan indikator pencapaian kompetensi materi lingkaran yang tertera pada silabus. Tidak ada perubahan pada SK dan KD yang telah ditetapkan, namun terdapat perubahan dalam susunan rumusan indikator pada materi lingkaran.

Perumusan ulang indikator pencapaian kompetensi didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pertama, kompetensi dasar 4.1 tidak cukup diukur dengan satu indikator saja sehingga dijabarkan menjadi dua indikator. Kedua, indikator 4.2.2 dan 4.2.3 disusun ulang dengan memisahkan indikator tentang keliling dan luas lingkaran. Hal ini dimaksudkan agar pembelajaran terfokus pada keliling lingkaran saja atau luas lingkaran saja. Dan ketiga, indikator 4.3.3 dan 4.3.4 juga disusun ulang agar pembelajaran terfokus pada panjang busur saja atau luas juring saja.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan materi-materi yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran untuk mencapai indikator-indikator pencapaian kompetensi. Untuk mencapai indikator 4.1.1 dan 4.1.2 diperlukan materi tentang unsur-unsur dan bagian-bagian lingkaran yang meliputi pusat lingkaran, jari-jari, diameter, busur, talibusur, juring, tembereng dan apotema. Untuk mencapai indikator 4.2.1, 4.2.2, dan 4.2.3 dibutuhkan materi tentang keliling lingkaran dan luas lingkaran. Sedangkan untuk mencapai indikator 4.3.1, 4.3.2, 4.2.3, dan 4.2.4 membutuhkan materi tentang hubungan sudut pusat dan sudut keliling yang menghadap busur yang sama, sifat sudut keliling yang menghadap diameter dan busur yang sama, panjang busur, dan luas juring. Materi atau konsep-konsep yang dibutuhkan dalam pembelajaran kemudian disusun dalam bentuk peta konsep. Hasil analisis konsep ini menjadi dasar dalam perancangan RPP dan LKPD berbasis penemuan terbimbing.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, dilakukan perancangan RPP dan LKPD berbasis penemuan terbimbing. RPP dirancang sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. Komponen RPP dirancang berdasarkan Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses. Kegiatan pembelajaran yang disajikan dalam RPP mengacu pada pembelajaran berbasis penemuan terbimbing yang terintegrasi dengan penggunaan LKPD berbasis penemuan terbimbing. Penyajian identitas RPP, standar kompetensi, kompetensi dasar, rumusan indikator, tujuan pembelajaran, materi ajar, pendekatan, model, metode pembelajaran, alokasi waktu, sumber belajar dan penilaian hampir sama dengan RPP pada umumnya. Komponen RPP yang menjadi ciri khas dari RPP berbasis penemuan terbimbing ini antara lain dapat dicermati pada langkah-langkah kegiatan pembelajaran.

Pada kegiatan pendahuluan diberikan pemberian masalah yang berhubungan dengan materi yang akan dipelajari sebagai rangsangan pada peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu pada kegiatan pendahuluan juga disampaikan tujuan pembelajaran dan cara belajar agar peserta didik lebih terarah pada apa yang harus dicapai dan dilakukan selama proses pembelajaran. Pada kegiatan inti, guru mengarahkan, membimbing atau memfasilitasi peserta didik untuk memahami gambar atau penjelasan yang diberikan pada LKPD kemudian menjawab pertanyaan atau perintah yang mengikutinya. Pembelajaran diakhiri dengan kegiatan penutup yang dilakukan dalam bentuk membuat rangkuman atau kesimpulan tentang materi yang

telah dipelajari dan telah didiskusikan secara klasikal, mengerjakan soal-soal latihan, dan guru informasikan materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya.

Sedangkan karakteristik LKPD dibagi atas beberapa aspek, yaitu sebagai berikut.

a. Aspek Didaktik

Pembelajaran diawali dengan memberikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi yang dipelajari dengan tujuan menggugah peserta didik untuk melakukan kegiatan penemuan. Untuk lebih menarik perhatian peserta didik, pada permasalahan juga diberikan gambar yang relevan dengan masalah yang disajikan. Selain itu, pada LKPD materi tidak disajikan dalam bentuk jadi tetapi ditemukan melalui kegiatan penemuan. Pada bagian akhir kegiatan penemuan selalu diikuti dengan beberapa pertanyaan-pertanyaan pemandu yang mengarahkan peserta didik untuk membuat kesimpulan dari kegiatan penemuan yang telah dilakukan secara berkelompok.

b. Aspek Isi

Materi dan kegiatan penemuan yang disajikan sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi. Misalnya, untuk mencapai “indikator menemukan pendekatan nilai π ” peserta didik dihadapkan pada kegiatan pengukuran keliling dan diameter benda-benda berbentuk lingkaran dengan tujuan menemukan pendekatan nilai π dari hasil bagi keliling terhadap diameter benda berbentuk lingkaran. Kegiatan penemuan dilengkapi dengan keterangan tentang alat-alat yang dibutuhkan dan cara kerja yang jelas disertai gambar agar proses pembelajaran berjalan dengan menarik dan menyenangkan.

c. Aspek Tampilan

Halaman sampul/*cover* memuat identitas atau judul LKPD berbasis penemuan terbimbing, judul pokok bahasan yang dipelajari yaitu materi lingkaran, kolom identitas peserta didik sebagai pemilik LKPD, dan disertai gambar yang berhubungan dengan alat-alat yang biasa digunakan dalam mempelajari materi lingkaran yaitu gambar jangka, penggaris dan busur derajat. Penyajian gambar tersebut bertujuan agar peserta didik terbiasa dengan alat-alat tersebut yang selalu digunakan dalam melakukan kegiatan penemuan.

Warna latar (*background*) utama yang digunakan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing adalah warna biru. LKPD berbasis penemuan terbimbing menggunakan kertas A4 (ukuran 29,7 cm \times 21 cm). Pemilihan warna dan ukuran LKPD sesuai dengan permintaan sebagian besar peserta didik yang mengisi angket pada penelitian pendahuluan. Jenis tulisan yang digunakan dalam LKPD ini untuk judul pada setiap pertemuan yaitu *Algerian* dengan ukuran huruf 20 dan *Lucida Calligraphy* dengan ukuran huruf 14, huruf tulis (*script*) yaitu *Arial (Body CS)* dengan ukuran huruf 12. Bagian judul dan bagian yang perlu mendapatkan penekakan diberikan warna yang lebih mencolok. LKPD didesain dengan warna dominan adalah warna biru.

d. Aspek Bahasa

Penulisan dan bahasa yang digunakan pada LKPD sesuai dengan ejaan yang disempurnakan (EYD). LKPD menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif seperti penggunaan kata sapaan “Ananda” serta sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik SMP dan menghindari penggunaan istilah-istilah yang sulit dipahami oleh peserta didik. Selain itu, perintah dan pertanyaan-pertanyaan pada LKPD disusun dengan kalimat yang jelas sehingga mampu mengarahkan peserta didik melakukan kegiatan atau menjawab pertanyaan sesuai dengan yang diharapkan.

RPP dan LKPD yang telah dirancang kemudian diperiksa oleh peneliti sendiri. Ada tiga aspek utama yang dievaluasi pada RPP, yaitu kesalahan pengetikan, kelengkapan

komponen RPP, dan ketepatan ukuran tulisan. Pada LKPD, ada tiga aspek yang dievaluasi yaitu kesalahan pengetikan, relevansi permasalahan dan ilustrasi gambar yang diberikan, dan ketersediaan tempat kosong untuk menyelesaikan soal atau menjawab pertanyaan. Secara umum, kesalahan banyak terjadi pada pengetikan kata dan tanda baca. Misalnya, kesalahan terjadi pada kata “titik-titik” tertulis “titi-titik”, “di bawah” tertulis “dibawah”, dan lainnya. Selain itu juga kekonsistenan penggunaan kata sapaan “Ananda” juga ditemui kesalahan. Selain itu peneliti juga memperkirakan kecukupan ruang kosong pada LKPD sebagai tempat peserta didik menuliskan jawaban.

Prototipe yang telah diperiksa oleh eneliti kemudian diberikan kepada validator untuk divalidasi. Pada hasil validasi RPP terlihat bahwa secara umum validitas RPP adalah 0,677 dengan kategori valid. Sedangkan hasil validasi LKPD terlihat bahwa secara umum validitas aspek didaktik, aspek isi, aspek tampilan dan aspek bahasa sudah memenuhi kriteria valid dengan rata-rata berturut-turut adalah 0,667; 0,704; 0,762; dan 0,667. Kemudian prototipe diujicobakan pada 3 orang peserta didik yang berkemampuan sedang dan rendah. Berdasarkan hasil observasi terhadap pengerjaan LKPD yang diberikan peserta didik, dilakukan beberapa revisi. Bagian-bagian yang direvisi antara lain penyederhanaan tujuan pembelajaran dan petunjuk penggunaan, penyederhanaan perintah dan pertanyaan, penggantian istilah yang tidak dipahami oleh peserta didik dan beberapa kesalahan penulisan.

Hasil revisi prototipe diujicobakan lagi pada 8 orang peserta didik untuk mendapatkan gambaran penerapannya pada kelompok besar. Berdasarkan hasil observasi pada evaluasi perorangan, ditemui beberapa kendala yang mengharuskan peneliti menentukan alternatif solusi yang dapat dilakukan. Alternatif solusi dituangkan dalam RPP dan revisi LKPD. Perubahan yang dilakukan antara lain LKPD 1 sebaiknya dikerjakan secara berpasangan dengan teman sebangku, untuk menghemat waktu guru mengarahkan peserta didik untuk duduk pada kelompoknya sebelum guru memasuki kelas, menghilangkan tabel rumus luas segitiga dan segiempat pada LKPD 4, dan beberapa penyederhanaan pertanyaan dan perintah.

Setelah mengalami beberapa tahap evaluasi dan revisi, prototipe akhir diujicobakan pada kelompok besar. Dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran yang dilakukan sebanyak 5 kali oleh dua observer, diperoleh nilai praktikalitas 83,97% dengan kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil angket respon guru diperoleh nilai praktikalitas 79,75% dengan kategori praktis yang berarti bahwa menurut guru LKPD berbasis penemuan terbimbing dapat mudah digunakan, menarik, dapat dipahami dengan baik, dan dapat digunakan sebagai pengganti ataupun variasi bahan ajar yang digunakan. Sedangkan dari hasil angket respon peserta didik diperoleh nilai praktikalitas 80,02% dengan kategori sangat praktis yang berarti bahwa menurut peserta didik LKPD berbasis penemuan terbimbing dapat mudah digunakan, menarik, dan bermanfaat bagi peserta didik.

Data efektifitas perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing diperoleh dari hasil tes. Berdasarkan hasil tes pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis, diperoleh angka ketuntasan peserta didik secara klasikal sebesar 77,78%. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis masalah dapat membantu peserta didik dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis berdasarkan capaian terhadap KKM.

4. Kesimpulan

Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKPD dilakukan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga tahap yaitu tahap penelitian pendahuluan, tahap pengembangan dan tahap penilaian. Perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing yang dihasilkan dari penelitian ini telah memenuhi kriteria kualitas produk yang valid, praktis dan efektif.

Berdasarkan kesimpulan di atas peneliti menyarankan penggunaan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan penalaran matematis peserta didik. Untuk mendapatkan manfaat dari penggunaan perangkat ini diharapkan pihak sekolah atau guru untuk membantu pengadaannya.

Daftar Pustaka

- [1] *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. 2003. Jakarta: Kemendikbud
- [2] Sumarmo, Utari. (2010). *Berpikir dan Disposisi Matematik: Apa, Mengapa, Dan Bagaimana Dikembangkan pada Peserta Didik*. Tersedia di <http://math.sps.upi.edu/wp-content/uploads/2010/02/BERPIKIR-DAN-DISPOSISI-MATEMATIK-SPS-2010.pdf>
- [3] *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi*. 2006. Jakarta: Kemendikbud
- [4] Suherman, Erman dkk. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- [5] Bani, Asmar. (2011). *Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematik Peserta didik Sekolah Menengah Pertama Melalui Pembelajaran Penemuan Terbimbing*. Bandung: UPI (tidak diterbitkan)
- [6] Praswoto, Andi. (2010). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jakarta: Diva Press

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA DIDIK KELAS X SMA

Anton Suhendra¹, Hendra Syarifuddin² dan Irwan³

¹Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: antonsuhendra2015@gmail.com

^{2,3} Staf Pengajar Matematika Universitas Negeri Padang

Abstract. Students' problem solving ability at any school is still in low category. That is due to student weakness to understand any mathematical problems that linked to the real life around them. One of any cause of this problem is mathematics lesson equipments development and its utilization by teacher are not optimal yet. To solve this problem, mathematics teachers should develop mathematics lesson equipments based on problem approach for class X student at senior high school that satisfied validity, practicality, and effectiveness criteria. This research is a development research with Plomp model, that consist of preliminary research, prototyping stage, and assessment phase. In preliminary research, researcher takes analysis of needs, analysis of curriculum, and analysis of mathematic concepts. Techniques of data collection through interview with teacher mathematics, questionnaire learners, curriculum analysis. Based on the analysis found that the needs of learners in the form of new learning approaches in addition to conventional learning are better able to increase problem solving ability of learners to achieve the desired goal then the required mathematics lesson equipments that consist of lesson study or Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) and worksheet learners or Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) based on problem solving approach.

Kata Kunci: Pendekatan Pemecahan Masalah, Perangkat Pembelajaran, Kemampuan Pemecahan Masalah

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan pada semua jenjang pendidikan yang memiliki peranan penting dalam pengembangan kemampuan matematis peserta didik. Hasil dari pendidikan matematika yaitu peserta didik diharapkan memiliki kepribadian yang kreatif, kritis, berpikir ilmiah, jujur, hemat, disiplin, tekun, berprikemanusiaan mempunyai perasaan keadilan, dan bertanggung jawab terhadap kesejahteraan bangsa dan negara [1]

Sejalan dengan perubahan zaman, tujuan pembelajaran matematika di Indonesia juga mengalami perubahan sesuai dengan kebutuhan. Rumusan tujuan pembelajaran matematika sebagaimana dinyatakan Permendikbud Nomor 64 tahun 2013 bahwa salah satu tingkat kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran pada pendidikan menengah adalah memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan, faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka salah satu kemampuan matematika yang berperan penting dalam keberhasilan peserta didik adalah kemampuan pemecahan masalah. Mengajarkan pemecahan masalah kepada peserta didik, memungkinkan

peserta didik itu menjadi lebih analitis di dalam mengambil keputusan di dalam hidupnya [2]. Artinya, bila peserta didik dilatih menyelesaikan masalah, maka peserta didik itu akan mampu mengambil keputusan, sebab peserta didik tersebut telah menjadi terampil tentang bagaimana mengumpulkan informasi yang relevan, menganalisis informasi, dan menyadari betapa perlunya meneliti kembali hasil yang telah diperolehnya.

Suatu persoalan merupakan masalah bagi seseorang peserta didik apabila: 1) peserta didik belum mempunyai prosedur atau algoritma tertentu dalam menyelesaikannya; 2) peserta didik harus mampu menyelesaikannya; 3) bila ada niat untuk menyelesaikannya, terlepas apakah dia mampu menyelesaikan permasalahan tersebut. Apabila salah satu dari ketiga hal tersebut tidak terpenuhi maka sebuah persoalan bukan suatu permasalahan [1].

Tes kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut peserta didik untuk memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan mengecek kembali yang meliputi pembuktian jawaban itu benar dan menyimpulkan hasil jawaban. Penilaian untuk setiap butir soal tes pemecahan masalah mengacu pada indikator. Beberapa indikator kemampuan pemecahan masalah matematika menurut NCTM adalah sebagai berikut: 1) mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; 2) merumuskan masalah matematik atau menyusun model matematik; 3) menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah (sejenis dan masalah baru) dalam atau di luar matematika; 4) menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal; 5) menggunakan matematika secara bermakna [3]. Badan Standar Nasional Pendidikan menyatakan bahwa indikator yang menunjukkan pemecahan masalah matematika, menunjukkan pemahaman masalah, mengorganisasikan data dan memilih informasi yang relevan, menyajikan masalah secara matematik dalam berbagai bentuk, memilih pendekatan dan metode pemecahan masalah secara tepat, mengembangkan strategi pemecahan masalah, membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu permasalahan, menyelesaikan masalah yang tidak rutin [4]. Dalam pelaksanaannya evaluator juga bisa menetapkan indikator pemecahan masalah sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Maka peneliti mengelompokkan indikator dalam BSNP dikelompokkan menjadi empat bagian, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh

Berdasarkan hasil wawancara dengan 2 orang guru matematika dan observasi yang dilakukan di SMA Kartika 1-5 Padang, peneliti mendapati realitas yang terjadi di sekolah diantaranya masih cukup banyak peserta didik kurang memahami materi dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil pengamatan ini juga terlihat bahwa pembelajaran hanya terpusat pada guru sehingga selama proses pembelajaran peserta didik kurang berpartisipasi, serta banyak peserta didik yang kurang memperhatikan saat guru menjelaskan materi pelajaran. Latihan yang diberikan guru berupa soal-soal rutin yang mengakibatkan peserta didik kurang memahami masalah-masalah matematika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan di sekolah belum memadai untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Berdasarkan pendapat guru matematika pada tahap wawancara diperoleh hasil bahwa LKPD yang digunakan di sekolah cukup membantu untuk memberikan banyak soal latihan dan tugas di rumah tetapi kebanyakan soal ditekankan untuk proses berhitung.

Materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel merupakan salah satu materi pembelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah. Materi ini juga sangat penting karena merupakan materi prasyarat untuk pembelajaran matematika di jenjang berikutnya misalnya pada materi persamaan lingkaran dan program linear. Keterampilan memecahkan masalah yang berhubungan dengan sistem persamaan linear akan menjadi bekal bagi peserta didik dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Selain melakukan observasi, juga diberikan 2 buah soal tes kemampuan pemecahan masalah matematika kepada 26 orang peserta didik kelas XI IPA 2 SMA Kartika 1-5 Padang, 30 orang peserta didik kelas XI IPA 4 SMAN 8 Padang dan 19 orang peserta didik kelas XI IPA SMA Pembangunan Bukittinggi. Indikator kemampuan pemecahan masalah yang menjadi perhatian adalah memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan memeriksa kembali hasil yang telah diperoleh. Hasil tes kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas XI IPA 2 SMA Kartika 1-5 Padang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Peserta Didik Kelas XI IPA 2 SMA Kartika 1-5 Padang

	Indikator \ Skor	0	1	2	3	4
		1	Memahami Masalah	30,76%	53,85%	15,39%
	Merencanakan Penyelesaian	38,46 %	42,31%	19,23%	-	-
	Menyelesaikan Masalah	26,92%	26,92%	19,23%	11,54%	15,39%
	Memeriksa Kembali	73,08%	15,38%	11,54%	-	-
2	Memahami Masalah	53,85%	20,76%	15,38%	-	-
	Merencanakan Penyelesaian	46,15%	42,31%	11,54%	-	-
	Menyelesaikan Masalah	46,15%	30,77%	15,38%	7,69%	0
	Memeriksa Kembali	92,31%	7,69%	0	-	-

Hasil tes kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas XI IPA 4 SMAN 8 Padang dan XI IPA SMA Pembangunan Bukittinggi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2: Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Peserta Didik Kelas XI IPA 4 SMAN 8 Padang

	Indikator \ Skor	0	1	2	3	4
		1	Memahami Masalah	13,33%	26,67,%	60%
	Merencanakan Penyelesaian	30 %	43,33%	26,67%	-	-

	Menyelesaikan Masalah	20%	16,67%	13,33%	13,33%	36,67%
	Memeriksa Kembali	56,67%	33,33%	10%	-	-
2	Memahami Masalah	26,67%	23,33%	50%	-	-
	Merencanakan Penyelesaian	23,33%	46,67%	30%	-	-
	Menyelesaikan Masalah	33,33%	23,33%	10%	13,33%	20%
	Memeriksa Kembali	86,67%	10%	3,33%	-	-

Tabel 3: Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Peserta Didik Kelas XI IPA SMAN Pembangunan Bukit tinggi

	Indikator \ Skala	0	1	2	3	4
1	Memahami Masalah	94,74%	0	5,26%	-	-
	Merencanakan Penyelesaian	0	84,21%	15,79%	-	-
	Menyelesaikan Masalah	0	15,79%	31,58%	21,05%	31,58%
	Memeriksa Kembali	52,63%	42,11%	5,26%	-	-
2	Memahami Masalah	89,47%	0	10,53%	-	-
	Merencanakan Penyelesaian	10,52%	57,90%	31,58%	-	-
	Menyelesaikan Masalah	10,52%	15,79%	21,05%	21,05%	31,58%
	Memeriksa Kembali	68,42%	21,05%	5,26%	-	-

Dari hasil tes tersebut terlihat bahwa masih sedikit persentase peserta didik mencapai skor ideal. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik yang diwakili oleh empat indikator tersebut belum optimal. Rata-rata hasil kemampuan pemecahan masalah yang diperoleh adalah untuk indikator memahami masalah dengan rata-rata persentase 26,07%, merencanakan penyelesaian 22,47%, menyelesaikan masalah sesuai rencana 22,53%, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh 5,81%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika yang diwakili oleh empat indikator tersebut belum optimal.

Pembelajaran yang telah berlangsung di sekolah belum optimal dan masih bisa ditingkatkan. Pembelajaran seharusnya tidak hanya menyajikan konsep dasar saja dalam pembelajaran matematika tetapi juga mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan tujuan dari proses belajar-mengajar matematika [5].

Salah satu alternatif pembelajaran yang memungkinkan adalah dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah yang dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Pendekatan pemecahan masalah merupakan suatu pedoman mengajar yang sifatnya teoritis dan konseptual untuk melatih peserta didik memecahkan masalah-masalah matematika dengan menggunakan berbagai strategi dan langkah pemecahan masalah yang ada [6].

Pendekatan pemecahan masalah merupakan pendekatan pembelajaran dimana peserta didik berlatih memecahkan persoalan. Menurut Fellite, pendekatan pemecahan masalah merupakan suatu pendekatan pembelajaran dengan membuat konfrontasi kepada pebelajar (peserta didik) dengan masalah praktis berbentuk *ill-structure* atau *open ended* melalui stimulus dalam belajar [7] Persoalan tersebut terkadang sengaja dibuat oleh guru dari permasalahan yang muncul di dalam kehidupan peserta didik sehari-hari. Pemecahan masalah didefinisikan sebagai salah satu pendekatan pengajaran berbasis masalah dimana guru membantu peserta didik untuk belajar memecahkan masalah melalui pengalaman-pengalaman pembelajaran *hands-on* [8]. Pendekatan pemecahan masalah adalah suatu usaha individu menggunakan pengetahuan, keterampilan dan pemahamannya untuk menemukan solusi dari suatu masalah. Pemecahan masalah adalah pendekatan yang bersifat umum yang lebih mengutamakan kepada proses daripada hasil [1].

Pemecahan masalah dalam matematika membutuhkan tingkat berfikir yang lebih tinggi, karena setiap masalah dalam matematika memiliki cara penyelesaian yang tidak selalu sama karena antara masalah yang satu dan masalah yang lain tidak selalu sama dalam pemecahannya. Pemecahan masalah adalah usaha mencari jalan keluar dari suatu kesulitan guna mencapai tujuan yang tidak segera dapat dicapai, oleh karena itu pemecahan masalah merupakan suatu tingkat aktivitas intelektual yang tinggi [9]. Pendekatan pemecahan masalah melalui 4 fase penyelesaian yaitu (1) memahami masalah (*understand the problem*), (2) merencanakan penyelesaian (*devising a plan*), (3) menyelesaikan masalah sesuai rencana (*carry out the plan*), dan (4) memeriksa kembali hasil yang diperoleh (*looking back*) [10].

Supaya proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah menjadi lebih optimal, maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang didasarkan pada karakteristik pendekatan pemecahan masalah. Hal inilah yang mendasari peneliti untuk mencoba mengembangkan RPP. Pemilihan pengembangan RPP dikarenakan RPP merupakan pedoman atau panduan pelaksanaan proses pembelajaran yang sangat menentukan tindakan guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

Skenario pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan pemecahan masalah akan terimplementasi dengan lebih praktis dan efektif jika dilengkapi dengan LKPD yang memuat serangkaian kegiatan/pertanyaan bagi peserta didik dalam memecahkan suatu masalah matematika. Hal ini juga yang mendasari peneliti memilih pengembangan LKPD karena pada penyusunan LKPD sangat memungkinkan untuk mengarahkan peserta didik untuk memecahkan masalah matematika dalam rangka peningkatan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik. LKPD dapat membantu peserta didik pada saat proses belajar sehingga proses belajar menjadi lebih baik dan bermakna [11]. Pada proses pembelajaran menggunakan LKPD dapat meningkatkan keaktifan peserta didik sehingga dapat diindikasikan prestasi belajar peserta didik akan menjadi meningkat [12]. Oleh sebab itu, penelitian pengembangan

perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas X SMA perlu dilakukan.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika peserta didik kelas X SMA yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika peserta didik kelas X SMA yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*)[13]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi, wawancara dan tes kemampuan pemecahan masalah. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKPD serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari angket peserta didik berupa karakteristik LKPD seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas X SMA. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel kelas X SMA semester ganjil yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran SK, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah pada materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel berupa RPP dan LKPD.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKPD berbasis pendekatan pemecahan masalah. Isi dan materi pelajaran dijelaskan melalui dengan peta konsep.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 2 orang guru matematika kelas X SMA Kartika 1-5 Padang pada

tanggal 10 Agustus 2015 serta melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas dan penggunaan perangkat pembelajaran pada tanggal 10 – 12 Agustus 2015. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika dan observasi mengindikasikan kebutuhan peserta didik berupa pendekatan pembelajaran baru selain pembelajaran konvensional yang biasa digunakan di sekolah yang lebih mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik. Berdasarkan hasil tes awal kemampuan pemecahan masalah peserta didik diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik masih belum optimal. Pendekatan pemecahan masalah dipilih sebagai intervensi karena berdasarkan teori dan bukti empiris pendekatan pemecahan masalah dapat membantu untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara juga diperoleh kesimpulan bahwa materi yang dipilih dalam pengembangan ini adalah materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel karena materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel merupakan materi yang cukup sulit untuk dipahami peserta didik pada pokok bahasan di semester 1 di kelas X. Materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel dikatakan cukup sulit untuk dipahami peserta didik karena peserta didik merasa terbebani dengan soal cerita atau masalah matematika dan materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel sangat penting karena menjadi materi prasyarat untuk materi pada jenjang berikutnya, contohnya pada materi lingkaran dan program linear.

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang mampu membangun kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas X SMA pada materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel, sehingga perlu dikembangkan lagi sehingga RPP dan LKPD yang mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik.

Selain melakukan wawancara dan observasi, peneliti juga melakukan penyebaran angket kepada 22 orang peserta didik mengenai karakteristik LKPD. Berdasarkan hasil angket tersebut diperoleh kesimpulan bahwa LKPD yang diinginkan adalah dengan tampilan yang cukup menarik, didominasi oleh warna biru, ukuran kertas yang digunakan adalah kertas ukuran A4, dan disertai dengan ilustrasi gambar yang sesuai dengan materi serta menambah kemenarikan LKPD. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan inilah maka perlu dikembangkan perangkat pembelajaran yang dimaksud yang disusun dalam tahap pengembangan.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas X SMA. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel kelas X SMA semester ganjil yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD.

Analisis terhadap SK dan KD mengindikasikan agar dilakukan perubahan urutan, hal ini dilakukan untuk menyesuaikan keterkaitan antar setiap konsep dan melihat kompetensi dasar yang bisa menerapkan pendekatan pemecahan masalah. Perubahan

urutan terjadi pada kompetensi dasar untuk materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel dapat dilihat pada Tabel 4.

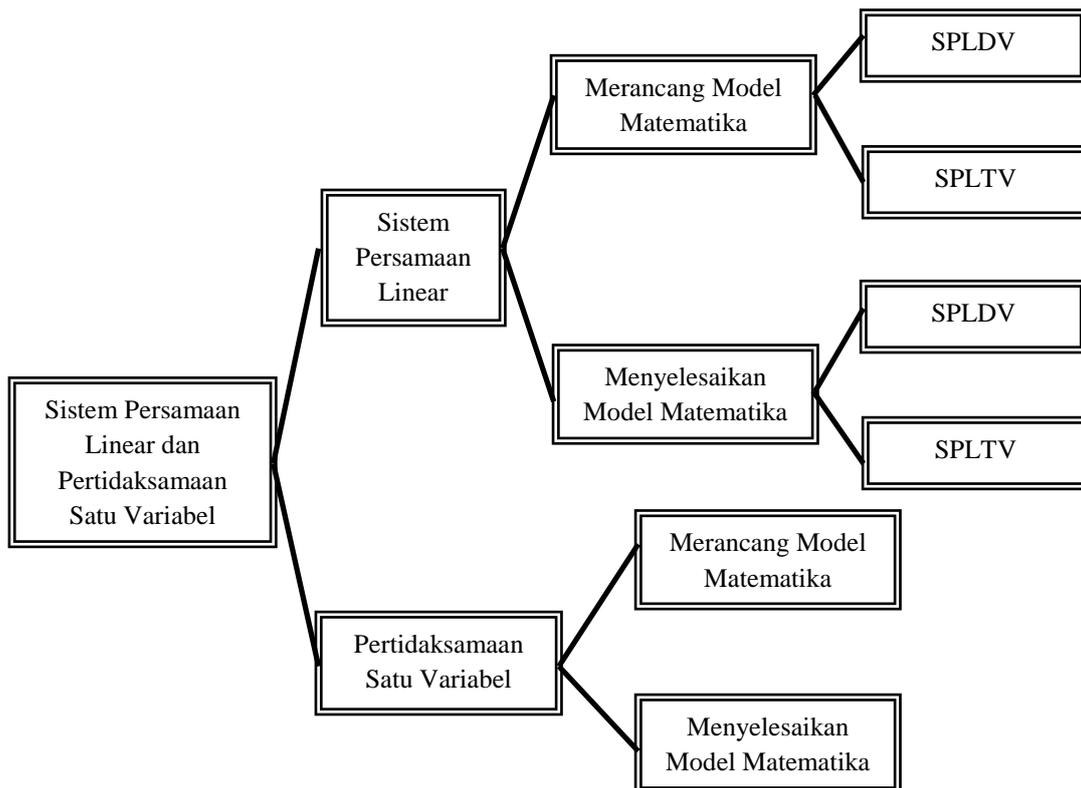
Tabel 4: Analisis Kompetensi Dasar

Analisis Kompetensi Dasar	
Menurut Kurikulum	Perubahan
3.1 Menyelesaikan sistem persamaan linear dan sistem persamaan campuran linear dan kuadrat dalam dua variabel	3.1 Menyelesaikan sistem persamaan linear dan sistem persamaan campuran linear dan kuadrat dalam dua variabel
3.2 Merancang model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear	3.2 Menyelesaikan pertidaksamaan satu variabel yang melibatkan bentuk pecahan aljabar
3.3 Menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dan penafsirannya	3.3 Merancang model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear
3.4 Menyelesaikan pertidaksamaan satu variabel yang melibatkan bentuk pecahan aljabar	3.4 Menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dan penafsirannya
3.5 Merancang model matematika dari masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan satu variabel	3.5 Merancang model matematika dari masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan satu variabel
3.6 Menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan satu variabel dan penafsirannya	3.6 Menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan satu variabel dan penafsirannya

Berdasarkan Tabel 4 terdapat perubahan urutan untuk KD 3.4 dipindahkan menjadi KD 3.2 dan dari hasil perubahan urutan KD tersebut, untuk KD 3.1 dan KD 3.2 tidak diajarkan menggunakan pendekatan pemecahan masalah karena pada KD tersebut lebih ditekankan dalam menyelesaikan sistem dalam bentuk menghitung, bukan pada penekanan pemecahan masalah.

Selanjutnya Hasil analisis KD juga dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian kompetensi. Dalam perumusan ini terdapat beberapa indikator yang hampir sama dengan indikator yang ada pada silabus. Namun untuk KD 3.3 dan KD 3.4 dijabarkan lagi menjadi masalah yang berkaitan dengan SPLDV dan SPLTV dengan tujuan tujuan pembelajaran bisa tercapai lebih optimal.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Materi sangat diperlukan untuk mencapai indikator pencapaian kompetensi. Pencapaian indikator pada KD 3.3 dan KD 3.4 materi yang diperlukan adalah merancang dan menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear. Pencapaian indikator pada KD 3.5 dan KD 3.6, materi yang diperlukan adalah merancang dan menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan satu variabel. Berdasarkan penjelasan di atas, maka peneliti menyusun sebuah peta konsep mengenai materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel ini yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Konsep Materi

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah berupa RPP dan LKPD. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMA pada materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel berupa RPP dan LKPD dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah berupa RPP dan LKPD. Hasil dari analisis kurikulum yaitu terdapat perubahan urutan KD dengan tujuan untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan melihat kompetensi dasar yang bisa menggunakan pendekatan pemecahan masalah. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Ruseffendi, E.T. 1991. *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya dan Pengajaran Matematika untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.
- [2] Hudoyo, Herman. 1979. *Pengembangan Kurikulum Matematika dan Pelaksanaannya di Depan Kelas*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [3] NCTM. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- [4] BNSP.2006. *Buku Panduan Penulisan KTSP*. Jakarta: BNSP.
- [5] Jimbon. 2010. *Pengajaran Matematika Salah Konsep*. <http://edukasi.komps.com/read/2015/09/05/04329/pengajaran.matematika.salah.konsep> [Akses pada tanggal 5 September 2015].
- [6] Aisyah, Nyimas. 2006. *Pendekatan Pemecahan Masalah Matematika*. Pengembangan Pembelajaran Matematika_UNIT_5_0.pdf [Akses pada tanggal 11 Agustus 2015].
- [7] Ngalimun. 2012. *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- [8] Jacobsen, David A. 2008. *Methods For Teaching*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- [9] Ningrum, Wahyu. 2009. *Percakapan Matematik untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematika dalam Menyelesaikan Masalah*. Bandung: Prosiding Seminar Matematika dan Pendidikan Matematika FPMIPA UPI.
- [10] Suherman, Erman dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: UPI
- [11] Isnaningsih, dan Bimo D. 2013. *Penerapan Lembar Kerja Siswa (LKS) Discovery Berorientasi Keterampilan Proses Sains untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA*. Jurnal 2.
- [12] Toman. 2013. *Extended Worksheet Developed According to 5E Model Based on Constructivist Learning Approach*. Internasional Journal on New Trends in Education and Their Implications.

THE EFFECT OF LEARNING METHOD AND SELF-CONCEPT PERSPECTIVE OF STUDENTS' MATHEMATICS ABILITY

Rukmini Handayani

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Pakuan

hiyori_violet@yahoo.com

Abstract: *This research is an experimental research which aims at finding out the effectiveness of learning method on students' mathematics ability on students' self-concept perspective. The population of this research is fourth grade students of SDN Duta Pakuan and SDN Pajajaran, Bogor, West Java. The research using by cluster random sampling was 120 students. Data collection used for this research is taken by test instrument and analyzed by Analysis of Variance(ANOVA) and two lines with treatment by level 2x2 design. Research result shows: (1) students' mathematics ability using Realistics Mathematics Education is higher than group of students taught by speech method, (2) there is an interactive effect between learning method on students' self-concept, (3) students' mathematics ability which have high self-concept and study using Realistic Mathematics Education is higher than students who study using speech method, (4) students' mathematics ability which have low self-concept and study using Realistic Mathematics Education is lower than students who study using speech method. This means that learning method on students' mathematics ability shows significant effect seen from students' self-concept perspective.*

Key words: *Learning Method, Students' Mathematics Ability, and the Self-concept.*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan kajian ilmu praktis yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Peran matematika sangat penting dalam memberi kontribusi di bidang keilmuan lainnya, karena kedudukan matematika bukan sekedar sebagai objek hitung semata yang bersifat abstract, melainkan banyak pemikiran-pemikiran kritis yang membutuhkan konsep matematika. Hal itu menyebabkan penguasaan ilmu matematika mutlak dimiliki semua orang, mengingat peran matematika dalam ilmu pengetahuan.

[6] Kline dalam Karso (2005:1.30) mengungkapkan bahwa, matematika bukan pengetahuan menyendiri yang dapat sempurna karena dirinya sendiri, tetapi beradanya itu terutama untuk membantu manusia dalam memahami dan menguasai permasalahan sosial, ekonomi dan alam. Dapat disimpulkan bahwa matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang dapat dijadikan sebagai alat untuk membantu siswa memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-harinya.

[9] Ruseffendi (2006:21) mengatakan bahwa mengajarkan matematika harus memperhatikan beberapa faktor, salah satunya adalah pengalaman anak. Pengalaman anak merupakan sesuatu yang dialami anak dari kejadian sebelumnya, kejadian dalam hal ini ialah kejadian dari kegiatan belajar. Melalui pola pikir deduktif disertai pengalaman anak dengan kebebasan menggunakan pikirannya, akan membantu memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari baik masalah matematis maupun masalah sosial.

Proses pembelajaran yang dilakukan selama ini hanya mentransfer pengetahuan melalui buku-buku dengan cara mencatat dan menerangkan, bukan memberikan pengalaman belajar berdasarkan dari kehidupan sehari-hari siswa.

Berdasarkan kondisi pembelajaran matematika di Sekolah Dasar, terungkap bahwa beberapa masalah dalam pembelajaran diantaranya kegiatan pembelajaran yang terpusat pada guru (*teacher center*) bukan pada siswa (*student center*) dan metode pembelajaran yang kurang tepat karena dirasakan oleh siswa tidak memberikan keleluasaan dalam mengeluarkan pemikirannya.

Berdasarkan permasalahan di atas, dapat diungkap bahwa pembelajaran matematika kebanyakan hanya memberikan pengalaman siswa dengan kemampuan prosedural saja, seharusnya diawali dengan pemberian pengalaman belajar siswa melalui kemampuan konseptual. Menurut pernyataan [7] NAEP (*National Assessment of Educational Progress*) (2002:12) bahwa Kekuatan matematika terdiri dari kemampuan konseptual, kemampuan prosedural dan kemampuan pemecahan masalah. Penekanan yang sangat penting sekali dalam mengajarkan konsep-konsep pokok adalah membantu siswa itu secara berangsur-angsur dari berpikir kongkrit ke arah berpikir secara konseptual. Jadi pemahaman konsep merupakan kemampuan siswa dalam menangkap makna/arti suatu materi pelajaran dan menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari, menerapkan konsep secara aljabar, melakukan penghitungan sederhana, mengubah suatu bentuk ke bentuk lain yang berkaitan ke bentuk lain sebagai lambang yang mewakilinya. Sedangkan kemampuan prosedural ialah kemampuan tentang menentukan cara/langkah-langkah yang harus diikuti untuk menyelesaikan suatu soal/masalah. Kemampuan pemecahan masalah yang dimaksud adalah kemampuan siswa untuk menyelesaikan suatu masalah menggunakan pengalaman menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah.

Terlihat dari permasalahan di atas, konsep diri siswa merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi atau menentukan keefektifan pembelajaran. Konsep diri merupakan anggapan dan perasaan-perasaan tentang dirinya sendiri. Sehingga konsep diri masing-masing individu merupakan faktor penting dari setiap perilaku individu tersebut. Suasana kegiatan belajar-mengajar hendaknya dapat menumbuhkan konsep diri siswa. Salah satu faktor penting dalam proses pembelajaran adalah konsep diri. Konsep diri adalah pandangan seseorang terhadap dirinya sendiri. Artinya konsep diri mempunyai peran yang sangat menentukan dalam suatu proses pembelajaran karena konsep diri dapat menentukan tingkah laku seseorang. Menurut [1] Burns (1982:3) konsep diri adalah hubungan antara sikap dan keyakinan tentang diri kita sendiri. Atwater dalam [2] Desmita (2011:164) mendefinisikan konsep diri atas tiga bentuk. Pertama, *body image*, kesadaran tentang tubuhnya, yaitu bagaimana seseorang melihat dirinya sendiri. Kedua, *ideal self*, yaitu bagaimana cita-cita dan harapan-harapan seseorang mengenai dirinya. Ketiga, *social self*, yaitu bagaimana orang lain melihat dirinya. Pendapat yang sama dikemukakan oleh Brooks, bahwa konsep diri adalah pandangan dan perasaan tentang diri. Persepsi tentang diri ini lebih bersifat psikologi, sosial dan fisik berdasarkan pengalaman diri dan interaksi dengan orang lain.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disintetiskan bahwa konsep diri itu merupakan persepsi seseorang terhadap dirinya sendiri yang meliputi dimensi fisik (penerimaan terhadap bentuk tubuh, kondisi tubuh dan penampilan diri), dimensi psikologi (pemahaman diri, harga diri dan kepercayaan diri) dan dimensi sosial (kemampuan berkomunikasi dan rasa keunikan diri terhadap orang lain) dari individu

tersebut. Dalam penelitian ini, Konsep diri dibedakan menjadi dua yaitu konsep diri yang tinggi dan konsep diri yang rendah, orang yang memiliki konsep diri tinggi memiliki kecenderungan sikap yang positif yakni orang yang memiliki penghargaan diri dan optimismenya sangat tinggi, sedangkan orang yang memiliki konsep diri rendah adalah kebalikan dari konsep diri tinggi.

Bertitik tolak pada standar kelulusan matematika, seharusnya mengajarkan matematika bukan hanya sebagai kegiatan berhitung saja, melainkan menunjukkan peran matematika yang sebenarnya, yakni untuk dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Keadaan seperti itu yang menyebabkan siswa tidak terbiasa mengungkapkan pendapat atau pengalamannya dalam menyelesaikan masalah matematika, karena pembelajaran yang dirancang lebih banyak guru yang memberikan konsep yang sudah jadi. Hal tersebut memperlihatkan bahwa dalam proses pembelajaran, pengalaman siswa diabaikan. Seharusnya guru menggunakan metode pembelajaran yang dapat memberikan kesempatan kepada siswa mengungkapkan pendapat atau pengalamannya dalam menyelesaikan masalah dan menemukan konsep sendiri, sehingga siswa berpikir menyelesaikan matematika itu tidak dengan menggunakan konsep yang sudah jadi.

Metode pembelajaran yang berdasarkan konteks pengalaman siswa dan dalam proses pembelajarannya melibatkan siswa secara aktif, ialah metode pembelajaran RME (*Realistic Mathematics Education*) atau yang dikenal di Indonesia dengan PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia). [15] Wijaya (2012:32) memaparkan bahwa konteks dalam Pendidikan Matematika Realistik ditujukan untuk membangun ataupun menemukan kembali suatu konsep matematika melalui proses matematisasi. [12] Lima prinsip dalam pembelajaran *Realistic Mathematics Education*, diantaranya: 1) penggunaan masalah-masalah dalam konteks, melayani dua hal yaitu sebagai sumber dan sebagai terapan konsep matematika; 2) penggunaan model, pembelajaran konsep matematika atau keterampilan adalah proses dari informal ke formal atau konten real bergerak pada berbagai tingkat abstraksi; 3) kontribusi siswa, sehingga siswa dapat membuat pembelajaran menjadi konstruktif dan produktif artinya siswa memproduksi sendiri dan mengkonstruksi sendiri pengetahuan yang telah dimilikinya; 4) proses pembelajaran matematika harus interaktif, yaitu bahwa selain ruang untuk bekerja individual juga harus menawarkan kesempatan untuk pertukaran ide, argumen, dan sebagainya; 5) *intertwining*, belajar matematika tidak hanya terdiri dari menyerap pengetahuan dan keterampilan, tetapi pembangunan pengetahuan dan keterampilan yang sudah ada terstruktur. Konsep-konsep matematika tidak bersifat parsial, namun banyak konsep matematika yang memiliki keterkaitan. Metode RME merupakan suatu aktivitas matematisasi. Dibedakan menjadi dua jenis, matematisasi horizontal meliputi proses transformasi masalah nyata/sehari-hari ke dalam bentuk simbol, dan matematisasi vertikal merupakan proses yang terjadi dalam lingkup simbol matematika itu sendiri. RME memiliki lima langkah pembelajaran di antaranya: kontekstual, modeling, kontribusi, interaksi, dan *intertwining*.

Adapun metode ceramah merupakan metode tradisional karena sejak lama metode ini digunakan oleh para pengajar. Namun dengan demikian metode ini tetap memiliki fungsinya yang penting untuk membangun komunikasi antara pengajar dan

pembelajar. [11] Salah satu metode klasik yang masih dianggap efektif oleh guru adalah berceramah, dengan menyampaikan materi secara monoton. Satu sisi lain menjadi efektif karena siswa bisa dengan tenang, cermat dan sambil mencatat point-point penting yang disampaikan. metode ceramah adalah metode yang menekankan kepada proses penyampaian materi secara verbal dari seorang guru kepada sekelompok siswa dengan maksud agar siswa dapat menguasai materi pelajaran secara optimal. Hal ini menunjukkan bahwa, dibutuhkan kesiapan siswa pada saat proses penyampaian materi pelajaran.

Berdasarkan uraian di atas diduga terdapat pengaruh metode pembelajaran *realistic mathematics education* dan metode ceramah terhadap kemampuan matematika ditinjau dari konsep diri siswa, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh metode pembelajaran terhadap kemampuan matematika ditinjau dari konsep diri siswa di kelas IV SDN Duta Pakuan dan SDN Pajajaran Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penelitian eksperimen dengan menggunakan desain penelitian rancangan treatment *by level* 2x2. yang terdapat tiga variabel penelitian, yaitu satu variabel bebas, satu variabel kontrol dan satu variabel terikat. Sebagai variabel bebas ialah metode pembelajaran dan variabel kontrolnya adalah konsep diri, sedangkan yang menjadi variabel terikat adalah kemampuan matematika. Kelompok kelas eksperimen mendapat perlakuan pembelajaran RME sedangkan kelompok kelas kontrol mendapat perlakuan pembelajaran ceramah.

Teknik untuk menentukan sampel dengan *simple randomsampling* dan sampel yang didapat yaitu siswa SDN Duta Pakuan kota Bogor, kelas IVA dengan jumlah siswa sebanyak 27 siswa dan siswa kelas IVB dengan jumlah sebanyak 28 siswa. SDN Pajajaran Kota Bogor, kelas IVA sebanyak 33 siswa dan kelas IVB sebanyak 32 siswa.

Penelitian diawali dengan melaksanakan pengukuran konsep diri siswa melalui angket. Hal ini untuk mengetahui kelompok-kelompok siswa yang memiliki konsep diri tinggi dan siswa yang memiliki konsep diri rendah. Berdasarkan jumlah siswa masing-masing kelas sebagai sampel penelitian di atas, maka akan dilakukan praranking. Bertitik tolak dari hasil nontes konsep diri tersebut, maka dapat ditentukan kelompok subjek berdasarkan variabel penelitian sebagai berikut: metode pembelajaran *realistic mathematics education* (RME) (A_1) diikuti oleh siswa yang memiliki konsep diri tinggi (B_1) dan konsep diri rendah (B_2), demikian pula dengan metode ceramah (A_2) diikuti oleh siswa yang memiliki konsep diri tinggi (B_1) dan konsep diri rendah (B_2).

Pengujian prasyarat dalam penelitian ini dengan uji normalitas (lilifors) dan uji homogenitas (uji Barlett), Uji hipotesis menggunakan analisis varians (ANAVA) dua jalan dan dilanjutkan dengan uji t-*Dunnet* untuk menentukan kelompok.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh, berikut adalah tabel hasil perhitungan statistik deskriptif.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Statistik Deskriptif

	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂
Mak	100	82	100	100	80	100
Min	60	36	36	14	50	14
Rentang	40	46	64	86	30	86
Rata-rata	72,7	56,1	64,4	48,05	58,75	53,4
S.deviasi	10,19	12,30	13,96	20,88	8,00	16,52
Varians	103,91	151,25	194,96	436,05	63,99	272,96
Modus	64	68	68	29	50	57
Median	71	55,5	66	54	57	57

Pengujian hipotesis penelitian ini dilakukan dengan teknik Analisis Varians dua jalur (ANAVA 2x2). Adapun hasil perhitungan ANAVA 2 jalur ini secara ringkas dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil Perhitungan dengan Anava Dua Jalur

Sumber Varians	Db	J Kuadrat	RJK	Fh=Rk/RkD	F _{tabel} $\alpha=0,05$
Antara A	1	2420	2420	12,18	3,96
Antara B	1	174,05	174,05	0,92	
Interaksi	1	18075,15	18075,15	95,74	2,71
Dalam Kelompok	76	14348,70	188,80		
Total Direduksi	79	20669,20			

1. Perbedaan kemampuan matematika antara siswa yang belajar dengan menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* dan siswa yang belajar dengan menggunakan metode ceramah.

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa terdapat perbedaan kemampuan matematika antara siswa yang belajar dengan menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* dan siswa yang belajar dengan menggunakan metode ceramah yang signifikan. Yaitu kemampuan matematika siswa yang belajar dengan metode *Realistic Mathematics Education* lebih tinggi dari metode ceramah. Menurut [5] Gravemeijer (1994:81) "*Socio-constructivists argue that all knowledge is self-constructed . . .*" Siswa mengkonstruksi sendiri pemahaman, menginterpretasikan dan memahami suatu prosedur dari penyelesaian suatu permasalahan matematika. Sedangkan pembelajaran yang menggunakan metode ceramah hanya terpusat pada guru, sehingga siswa tidak terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Hal ini sejalan diperkuat oleh pernyataan [10] Sanjaya (2010:189) menyatakan bahwa metode ceramah adalah pembelajaran yang menekankan kepada proses penyampaian materi secara verbal dari seorang guru kepada sekelompok siswa. Hal tersebut yang membuat pembelajaran menjadi monoton karena siswa hanya mendengarkan materi pembelajaran dari guru, bukan mengkonstruksi sendiri suatu konsep dari materi pembelajaran. Mengkonstruksi suatu konsep merupakan bagian dari kemampuan matematika (kemampuan konseptual), oleh sebab itu jika bagian dari kemampuan matematika tidak dilaksanakan maka kemampuan matematika menjadi lemah.

2. Terdapat pengaruh interaksi antara metode pembelajaran dan konsep diri terhadap kemampuan matematika.

Hasil penelitian pada pengujian hipotesis kedua menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara metode pembelajaran dan konsep diri terhadap kemampuan matematika siswa. [8] Brooks dalam Rahmat (2008:99) yang menyatakan bahwa, konsep diri sebagai persepsi tentang diri yang bersifat psikologi, sosial dan fisik berdasarkan pengalaman diri dan interaksi dengan orang lain. Konsep diri mempunyai peran yang sangat menentukan dalam suatu proses pembelajaran karena konsep diri dapat menentukan tingkah laku seseorang. [3] Ehm (2014) menyatakan hasil penelitiannya bahwa tidak ditemukan pengaruh negatif dari prestasi matematika terhadap konsep diri siswa. Berdasarkan dua pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran dibutuhkan metode pembelajaran dan persepsi siswa terhadap konsep dirinya dan atau lingkungan sosialnya dalam proses pembelajaran, sehingga dapat meningkatkan keaktifan siswa yang berdampak pada kemampuan matematika yang diperoleh siswa. Hal ini didukung oleh [4] Ernest (1994:9) menyatakan bahwa “. . . *mathematical learning occurs as a result of using the schemes in some type of interaction*”. Ini berarti bahwa belajar matematika penekanannya bagaimana proses interaksi antara siswa belajar dan guru menjadi fasilitator. Bukan hanya tahu apa yang telah diajarkan guru, tapi dapat menciptakan atau mengkonstruksi pengertian sendiri dari pengetahuan yang ia sudah peroleh. Hal ini menyiratkan bahwa dalam proses pembelajaran matematika dibutuhkan metode yang melibatkan interaksi siswa secara aktif baik dengan guru maupun dengan siswa lainnya.

3. Pada kelompok siswa yang memiliki konsep diri tinggi, kemampuan matematika siswa yang belajar menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* lebih tinggi dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah.

Pengujian hipotesis ketiga menunjukkan bahwa kemampuan matematika bagi siswa yang memiliki konsep diri tinggi yang belajar menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* lebih tinggi dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah secara signifikan. Secara teoretis dan empiris, pembelajaran *Realistic Mathematics Education* lebih unggul pada pembelajaran yang membutuhkan keterlibatan siswa secara aktif dalam menemukan konsep, mengkonstruksi dan memecahkan masalah yang berdasarkan kehidupan sehari-hari. Tahapan dalam pembelajaran *Realistic Mathematics Education* terdapat tahapan kontribusi siswa dan interaktif, sehingga diperlukan konsep diri tinggi karena membutuhkan kemampuan berkomunikasi/berinteraksi dan kepercayaan diri. Konsep diri merupakan kesehatan mental, yang sangat didukung oleh ketepatan sikap dan perasaan. [13] Sikap akan diwujudkan dalam penerimaan atau penolakan akan dirinya, sedangkan perasaan dinyatakan dalam rasa senang atau tidak senang akan keadaan dirinya. Siswa yang memiliki konsep diri tinggi menyebabkan dia memiliki prestasi atau hasil belajar yang baik karena siswa tersebut memiliki kemampuan yang dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan karena lebih optimistis dan realistik.

4. Pada kelompok siswa yang memiliki konsep diri rendah, kemampuan matematika siswa yang belajar menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* lebih rendah dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah.

Pengujian hipotesis keempat menunjukkan bahwa kemampuan matematika kelompok siswa yang memiliki konsep diri rendah yang belajar melalui metode

Realistic Mathematics Education lebih rendah dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah tidak teruji.

Secara empiris hal ini disebabkan pada kelas eksperimen terjadi kelas interaksi sosial antar siswa dengan baik. Terlihat dari tahapan kontribusi pada pembelajaran RME, siswa yang memiliki konsep diri rendah, pada penugasan kelompok memberikan kontribusi yang maksimal dengan siswa yang memiliki konsep diri tinggi. Siswa yang memiliki konsep diri tinggi memiliki kepercayaan diri dan komunikasi yang baik, sehingga siswa yang memiliki konsep diri tinggi merangkul siswa yang memiliki konsep diri rendah. Akhirnya siswa yang memiliki konsep diri rendah memberikan kontribusi maksimal pada proses pembelajaran. Fakta empiris di lapangan tersebut didukung oleh teori dari [14] Ericson dalam Sumanto (2014:140), yang menyatakan siswa kelas IV (anak usia 9 – 10 tahun) masuk kepada tahapan Latensi dimana kerajinan versus inferioritas. Masa sekolah (*School age*) ditandai dengan adanya kecenderungan *industry-inferiority*. Sebagai kelanjutan dari perkembangan tahapan sebelumnya, pada masa ini anak sangat aktif mempelajari apa saja yang ada di lingkungannya, dorongan untuk mengetahui dan berbuat terhadap lingkungannya sangat besar. Selain itu siswa memiliki kedekatan yang sangat positif satu dengan lainnya, dikarenakan kelompok belajar pada saat penelitian adalah kelompok belajar yang sama pada saat sehari-hari. seperti yang diungkapkan [8] Rahmat (2008:99) bahwa komunikasi dengan kelompok yang kohesif komunikasi diantara anggota kelompoknya biasanya bersedia berdiskusi dengan bebas sehingga saling pengertian sikap, hal tersebut yang yang menyebabkan terjadinya perubahan sikap.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis, dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh kemampuan matematika siswa yang belajar dengan menggunakan metode *Realistic Mathematics Education* dengan siswa yang belajar menggunakan metode ceramah; terdapat pengaruh interaksi antara metode pembelajaran dan konsep diri terhadap kemampuan matematika; kemampuan matematika siswa yang memiliki konsep diri tinggi dan belajar melalui metode *Realistic Mathematics Education* lebih tinggi dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah; dan kemampuan matematika siswa yang memiliki konsep diri rendah dan belajar melalui metode *Realistic Mathematics Education* lebih rendah dari siswa yang belajar menggunakan metode ceramah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Burns, Robert. (1982). *Self-Concept Development and Education*. London: Holt, Rinehart and Wiston.
- [2] Desmita. (2011). *Psikologi Perkembangan Peserta didik*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [3] Ehm., Jan-Henning Sven Lindberg, Marcus Hasselhorn. (2014). “*Reading, writing, and math self-concept in elementary school children: influence of dimensional comparison processes*”. *European Journal of psychology of Education EJPE*, (Springer Science & Business Media) Juni 2014 vol.29. <http://web.b.edcohost.com/>(diakses 15 Desember 2014)
- [4] Ernest, Paul. (1994). *Constructing Mathematical Knowledge: Epistemology and Mathematics Education*. London: The Falmer Press,

- [5] Gravemeijer, K.P.E. (1994). *Developing Realistic Mathematics*. Utrecht: Freudenthal institute,
- [6] Karso. (2005). *Pendidikan Matematika 1 Edisi Kesatu*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- [7] National Assessment of Educational Progress. (2002). *Mathematics Framework for the 2003*. Washington: U.S. Government Printing Office.
- [8] Rakhmat, Jalaluddin. (2008). *Psikologi Komunikasi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [9] Ruseffendi, E.T. (2006). *Dasar-Dasar Matematika Modern dan Komputer untuk Guru*. Bandung: Tarsito.
- [10] Sanjaya, Wina. (2010). *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prenada Media Group.
- [11] Siregar, Eveline dan Hartini Nara. (2010). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bogor: Gharlia Indonesia.
- [12] Suherman, Eman. (2003). *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UPI.
- [13] Sukmadinata, Nana Syaodih. (2007). *Landasan Psikologi Proses Pendidikan*. Bandung: Rosdakarya.
- [14] Sumanto. (2014). *Psikologi Perkembangan Fungsi dan Teori*. Yogyakarta: Buku Seru,
- [15] Wijaya, Ariyadi. (2012). *Pendidikan Matematika Realistik Suatu Alternatif Pendekatan Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS KONSTRUKTIVISME UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP

M.Rezki Putra

Mahasiswa S2 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

Email: rezkiputra31@gmail.com.

Abstract : M.Rezki.Son.2016. "Development Tool Based Learning Constructivism to Improve Communication Skills Mathematical Grade VIII SMP". Thesis Mathematics Education Graduate Padang State University. This study originated from the problem of low mathematical communication skills class VIII SMP in Padang. This is seen in the test results obtained mathematical communication skills of student, observations and interviews with teachers of mathematics padang SMPN 35, SMPN 20 and SMPN 24 Padang. This study aims to determine the effect of the development of devices based learning constructivism on mathematical communication skills class VIII SMPN 35 Padang and to determine the students mathematical communication ability after being taught by the constructivism based learning. This type of research is the development of research. Development model applied is Plomp models developments. Developments procedure consists of three stages: preliminary investigation phase, phase of development and assessment phase. The population in this study were all students of class VIII SMPN 35 Padang, wich totaled 197 and consists of six class. Samples were taken at random. The study sample consisted of the experimental class and control class. Data collection techniques in this study using a questionnaire and test of mathematical communication skills. The data analysis technique used in this study, namely Likert Scale. In a study to be carried out, will be the validity, the practicalities and effectiveness of learning tools are developed. Validity, practicalities and effectiveness of learning tools developed consisting of learning Implimitation Plan (RPP) and Worksheet Students (LKPD).

4. Pendahuluan

Kemajuan suatu bangsa sangat ditentukan oleh kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang dimiliki oleh bangsa itu sendiri. Kualitas SDM tergantung oleh kualitas pendidikan bangsa tersebut. Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pendidikan 9 tahun. Hal ini sesuai dengan Tujuan Pendidikan Nasional yang telah dirumuskan dalam Undang-Undang No 20 Tahun 2003 yaitu untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan yang dijabarkan dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi menyatakan bahwa mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari Sekolah Dasar (SD) sampai dengan Sekolah Menengah Atas (SMA). Hal ini dikarenakan matematika sebagai ratu ilmu dan pelayan ilmu. Matematika dikatakan sebagai ratu ilmu karena banyak ilmu-ilmu yang penemuan dan pengembangannya bergantung dari matematika. Sedangkan matematika sebagai pelayan ilmu karena matematika tidak hanya tumbuh berkembang untuk dirinya sebagai suatu ilmu tapi juga untuk melayani kebutuhan ilmu pengetahuan lain dalam perkembangan dan operasionalnya.

Seiring dengan kebijakan pemerintah tentang perubahan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) menjadi kurikulum 2013, dasar kurikulum pun berubah.

Untuk tingkat SMP / MTs adalah peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 untuk Sekolah Menengah Pertama. Menurut Peraturan Menteri tersebut, mata pelajaran matematika tetap dipelajari dengan alasan dan tujuan yang sama.

Dalam pembelajaran matematika terdapat beberapa kemampuan matematis yang harus dikuasai oleh setiap peserta didik yaitu kemampuan pemahaman konsep, kemampuan penalaran, kemampuan pemecahan masalah, kemampuan komunikasi, kemampuan representasi dan kemampuan komunikasi matematis. Menurut NCTM, kesemua kemampuan tersebut harus dilatih dan dirangsang guna mencapai tujuan pembelajaran matematika.

Dalam proses pembelajaran matematika kemampuan komunikasi matematika memiliki tuntutan khusus. Berkomunikasi dalam matematika merupakan kemampuan yang menyertakan dan memuat berbagai kesempatan untuk berkomunikasi dalam bentuk : merefleksikan benda-benda nyata, gambar, ide, atau grafik; membuat model situasi atau persoalan menggunakan oral, tertulis, konkrit, grafik, dan aljabar; menggunakan keahlian membaca, menulis, dan menelaah untuk menginterpretasikan dan mengevaluasi ide-ide, simbol, istilah, serta informasi matematika; merespon suatu pernyataan/persoalan dalam bentuk argument yang meyakinkan untuk mengkonstruksi pemahamannya terhadap materi pelajaran.

Mengingat pentingnya mata pelajaran matematika dan tujuan pembelajaran matematika, maka dalam proses pembelajaran matematika, hendaknya kemampuan komunikasi matematis dapat dikembangkan secara maksimal. Menurut *National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM) dalam Yulianti (2005), komunikasi matematika merupakan bagian penting yang harus mendapat penekanan di setiap jenjang pendidikan. Menurut *National Center Teaching Mathematics* (NCTM, 1996; Broody, 1993; Miriam, dkk, 2000) komunikasi matematika merupakan : (1) komunikasi dimana ide matematika dieksploitasi dalam berbagai perspektif, membantu mempertajam cara berpikir peserta didik dan mempertajam kemampuan peserta didik dalam melihat berbagai keterkaitan materi matematika; (2) komunikasi merupakan alat bantu “mengukur” pertumbuhan pemahaman dan merefleksikan pemahaman matematika para peserta didik (3) melalui komunikasi, peserta didik dapat mengorganisasikan dan mengkonsolidasikan pemikiran matematika mereka (4) komunikasi antar peserta didik dalam pembelajaran matematika sangat penting untuk pengkonstruksian pengetahuan matematika, pengembangan pemecahan masalah, dan peningkatan penalaran, menumbuhkan rasa percaya diri, serta peningkatan keterampilan sosial. (5) “ *writing and talking*” dapat menjadi alat yang sangat bermakna (*powerful*) untuk membentuk komunitas matematika yang inklusif.

Namun dalam kenyataannya, dalam pembelajaran matematika terlihat peserta didik masih sulit mengkonstruksi dan mengkomunikasikan ide-idenya ke dalam bentuk simbol, gambar, grafik dan aljabar atau sebaliknya. Akibatnya kemampuan komunikasi mereka belum optimal. Hal ini menandakan peserta didik belum mampu mengkonstruksi pemahamannya terhadap materi yang diberikan serta kurang percaya diri dalam menyelesaikan soal yang berbentuk komunikasi matematis.

Untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematika peserta didik dalam pembelajaran matematika, perlu dilaksanakan pembelajaran yang memberi kesempatan pada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematikanya. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pembelajaran agar peserta didik berkesempatan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematikanya adalah

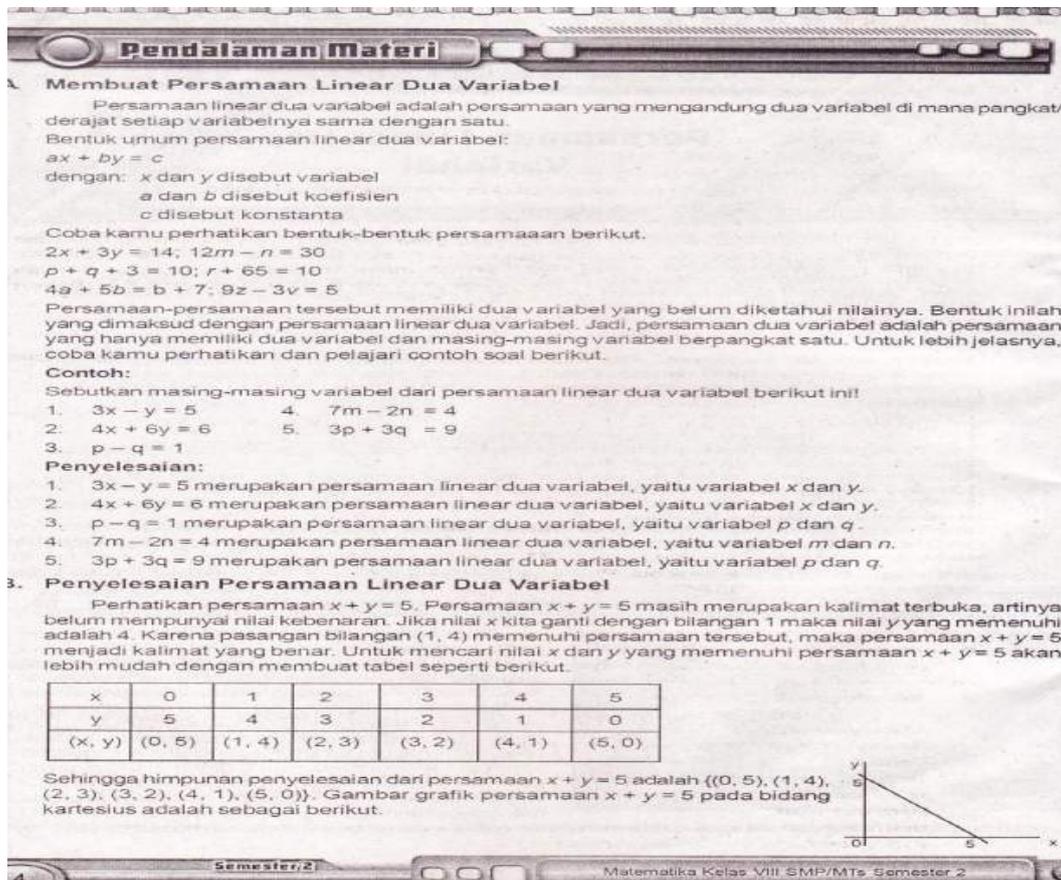
dengan pendekatan konstruktivisme. Melalui pendekatan konstruktivisme, peserta didik dibiasakan untuk mengkonstruksi pemahamannya sehingga dapat menemukan konsep sendiri terhadap materi pembelajaran matematika.

Pendekatan konstruktivisme adalah salah satu filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan kita adalah konstruksi (bentuk) kita sendiri. (Van Glasersfeld dalam suparno 1997 :18). Konstruktivisme menyatakan bahwa pengetahuan akan tumbuh dan berkembang dari buah pikiran manusia melalui konstruksi berpikir, bukan melalui transfer yang dipindah dari kepala guru ke peserta didik. (Hudoyono 1998:6) menyatakan bahwa pembelajaran matematika dalam pandangan konstruktivisme adalah membantu peserta didik membangun konsep-konsep atau prinsip-prinsip matematika dengan kemampuan sendiri melalui proses internalisasi dan transformasi dari konsep atau prinsip itu, sehingga terbangun kembali menjadi konsep atau prinsip baru. Dengan pendekatan konstruktivisme peserta didik dapat mengkonstruksi pemahamannya sendiri sehingga diharapkan bisa menemukan konsep sendiri dari pembelajaran matematika yang sedang dipelajari. Kemampuan komunikasi matematis akan meningkat apabila peserta didik dapat menemukan konsep sendiri dari pembelajaran matematika yang sedang berlangsung.

Langkah-langkah dalam konstruktivisme salah satunya memuat lima langkah kegiatan yang terdiri dari *orientasi*, *elicitasi*, restrukturisasi ide, penggunaan ide di banyak situasi dan *review*. Langkah dan tahapan yang akan dilakukan itu haruslah bertahap dan terorganisasi. Oleh sebab itu diperlukan suatu panduan untuk pembelajaran dengan menggunakan pendekatan konstruktivisme. Panduan tersebut dapat berupa Lembar Kerja Peserta didik (LKPD).

LKPD adalah bahan ajar yang di dalamnya terdapat langkah-langkah pembelajaran yang dapat membantu dan mengarahkan peserta didik mengkonstruksikan sendiri pengetahuan dan kemampuan berpikirnya. Melalui LKPD, guru dapat mengarahkan kegiatan yang dilaksanakan oleh peserta didik. Kegiatan tersebut yang akan membantu peserta didik membangun pengetahuan dan kemampuan berpikirnya. Di samping itu, LKPD juga memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran serta bagi peserta didik sendiri akan melatih untuk belajar secara mandiri dan belajar memahami suatu tugas secara tertulis (Widyantini, 2013)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan pada tanggal 25 Mei sampai tanggal 1 Juni 2016 di SMPN 24 Padang, SMPN 20 Padang, SMPN 35 Padang, ditemukan bahwa bahan ajar yang digunakan guru dalam pembelajaran matematika adalah buku teks dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang beredar di pasaran. Sehingga dapat dikatakan bahwa pembelajaran masih terpaku pada buku teks. Selain itu LKPD sebagai pendamping dalam pembelajaran matematika belum memfasilitasi peserta didik untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuannya, merumuskan masalah sendiri dan merangsang kemampuan komunikasi matematika. Isi LKPD lebih banyak ditekankan pada contoh soal dan sejumlah soal latihan, sedangkan peserta didik memerlukan pemaparan penyelesaian masalah yang dapat merangsang kemampuan komunikasi matematika yang memungkinkan tercapainya tujuan pembelajaran.



Gambar 1 : Contoh LKPD yang beredar di pasaran

Pada Gambar 1. terlihat bahwa LKPD yang disediakan oleh salah satu penerbit, yang digunakan di beberapa sekolah tidak menyediakan kegiatan penyelidikan berupa pemecahanan sebuah masalah yang dapat membimbing peserta didik untuk memperoleh konsep serta keterkaitan antar materi yang satu dengan materi lainnya. LKPD tersebut langsung menyajikan teori singkat tentang materi pelajaran, contoh soal, penyelesaian contoh soal, serta latihan-latihan berbentuk soal pilihan ganda.

Hal ini akan mengakibatkan pelaksanaan dan tujuan pembelajaran dengan menggunakan LKPD tersebut belum sesuai dengan yang diharapkan. Akibatnya kemampuan komunikasi matematis belum tercapai secara optimal. Hal ini disebabkan karena peserta didik belum terbiasa dalam mengkonstruksi pemahamannya sendiri untuk menemukan konsep pembelajaran matematika yang sedang dipelajari.

Pengembangan LKPD berbasis konstruktivisme ini terbatas akan dilaksanakan pada kelas VIII SMP pada semester 2. Pemilihan semester 2 dikarenakan materi semester 2 merupakan materi prasyarat di kelas IX. Misalnya pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variable dijadikan sebagai materi prasyarat guna memahami sebagian besar materi di kelas IX.

Penggunaan pendekatan berbasis konstruktivisme akan dilaksanakan pada seluruh materi kelas VIII semester dua yang meliputi SPLDV, lingkaran, bangun ruang sisi datar. Semua materi tersebut membutuhkan kemampuan komunikasi matematis peserta

didik dalam mengkonstruksi pemahamannya dalam menemukan konsep. Selain itu karena semua materi tersebut erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari dan juga berkaitan dengan disiplin ilmu lain.

Berdasarkan masalah-masalah di atas perlu dikembangkan LKPD berbasis konstruktivisme yang valid, praktis dan efektif. Melalui pengembangan LKPD ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber belajar yang dapat melibatkan seluruh peserta didik aktif mengikuti kegiatan pembelajaran dan dapat memberikan penjelasan tahap dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Selain itu melalui LKPD ini diharapkan peserta didik dapat menyajikan pernyataan matematika secara lisan, tertulis, gambar dan diagram. Mengajukan dugaan dan melakukan manipulasi matematika sehingga siswa bisa menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan terhadap kebebasan solusi, dan akhirnya juga bisa memeriksa kesahihan suatu argumen (Depdiknas, 2004: 65). Oleh sebab itu peneliti mengambil judul pengembangan perangkat pembelajaran berbasis konstruktivisme untuk peserta didik kelas VIII SMP.

5. Metode

Untuk menjawab permasalahan di atas, maka akan dilakukan penelitian pengembangan dengan menggunakan model pengembangan yang diadaptasi dari model pengembangan Plomp. Model Plomp ini terdiri dari 3 tahap yaitu fase investigasi awal, Fase pengembangan, dan fase penilaian

Fase investigasi awal terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis siswa, dan analisis konsep. Instrumen yang digunakan untuk fase investigasi awal adalah lembar observasi dan tes kemampuan komunikasi matematika siswa. Selanjutnya adalah fase pengembangan yang terdiri dari evaluasi diri, tinjauan ahli dan uji coba lapangan. Uji coba lapangan ini terdiri dari dua tahap yaitu *one to one evaluation* dan *small group evaluation*. Instrumen yang digunakan dalam fase pengembangan adalah lembar validasi, pedoman wawancara dan angket yang sebelumnya telah divalidasi oleh ahli.

Tahap terakhir adalah fase penilaian. Pada fase ini untuk pertama kalinya perangkat akan diujicobakan pada realita di kelas. Pada fase ini akan dilihat dua hal yaitu praktikalitas dan efektivitas. Praktikalitas dilakukan untuk melihat sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu penggunaan oleh guru dan peserta didik. Instrumen yang digunakan dalam uji praktikalitas ini adalah lembar angket, lembar observasi dan pedoman wawancara yang sebelumnya telah divalidasi oleh ahli. Selanjutnya adalah dilakukan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari seberapa jauh siswa mampu menggunakan kemampuan komunikasi matematika untuk menyelesaikan masalah. Tes yang dilakukan berbentuk tes essay. Hasil tes akan diolah berdasarkan rubrik penskoran kemampuan komunikasi matematika. Selanjutnya uji efektivitas dilakukan dengan membandingkan hasil tes siswa yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis konstruktivisme dengan hasil tes siswa yang tidak menggunakan perangkat pembelajaran berbasis konstruktivisme. pengujian efektivitas ini dilakukan dengan mengacu pada ketentuan *quasi eksperimen*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2005. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- _____. 2008. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- _____. 2012. *Prosedur Penilaian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Depdiknas. 2014. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs*. Jakarta: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Elniati, Sri. 2007. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berorientasi Konstruktivisme*. Padang. FMIPA Universitas Negeri Padang. Disajikan pada jurnal guru.
- Saefudin. 2008. *Pengertian Pendekatan Konstruktivisme*.
- _____. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Depdikbud.
- Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud.
- Kemendiknas. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi*. Jakarta: Kemdiknas.
- Nasution, S. 2005. *Berbagai Pendekatan Dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Putra, Nusa. 2012. *Research & Development (Penelitian dan Pengembangan): Suatu Pengantar*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sumarmo, Utari. 2000. *Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Untuk Meningkatkan Kemampuan Intelektual Tingkat Tinggi Siswa*. Bandung: UPI.
- Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede Netherland Institute For Curriculum Development (SLO).
- Riduwan. 2013. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rustam. 2012. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Depok: PT. Rajagrafindo Persada.
- Sanjaya, Wina. 2009. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.

- _____. 2008. *Strategi Pembelajaran; Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Suherman, Erman, dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: UPI.
- Sukardi. 2008. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Walpole, Ronald E. 1992. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia.
- Widoyoko, S. Eko Putro. 2012. *Teknik Penusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- www.edukasi.kompas.com/read/2012/12/14/09005434/Prestasi.Sains.dan.Matematika.Indonesia.Menurun, (Diakses pada tanggal 19 Desember 2014).
- Putri, Anggraini. 2013. "Pengembangan perangkat Pembelajaran Berbasis Konstruktivisme untuk kelas V SD". *Tesis* tidak diterbitkan. Padang: UNP.

TAHAP PRELIMINARY RESEARCH PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING PADA MATERI PERSAMAAN GARIS LURUS DAN TEOREMA PYTHAGORAS DI SMP KELAS VIII

¹Wiga Ariani, ²Yerizon, ³Jasrial

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: wiga_doank@yahoo.co.id

²Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: yerizon@yahoo.com

³Jurusan Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang

e-mail: jasrial@yahoo.com

Abstract- Mathematics communication is the ability to affirm and interpret mathematical ideas whether in written, spoken or graphic forms. Having good mathematics communication ability, the students would be easier to learn the materials. The mathematics communication ability of the students, however, was still low in which they got difficulties to deliver ideas or reasons and were unable to accomplish story items. To diminish this problem, guided inquiry learning was applied. In order to support the process, guided inquiry based instructional materials were developed. The aim of this research was to produce guided inquiry based instructional materials which were valid, practical and effective. This was a developmental research which applied Plomp model. This model consisted of three phases; preliminary research phase, development and prototyping phase and assessment phase. Preliminary research phase consisted of analysis of needs, analysis of curriculum, analysis of mathemtic concepts, and anlysis of students. The instructional material developed were in the form of Student Worksheet

Kata Kunci: *Guided Inquiry, The Mathematics Communication Ability*

Pendahuluan

Dalam matematika, kualitas interpretasi dan respon seringkali menjadi masalah, karena salah satu karakteristik matematika sarat dengan istilah dan simbol. Sesuai dengan pernyataan guru yang menyatakan bahwa kemampuan matematis peserta didik rendah dalam menerjemahkan soal-soal matematika. Ketika peserta didik ditanya apa penyebabnya, mereka menyatakan bahwa tidak mengerti maksud dari soal sehingga menjadikan matematika adalah pelajaran yang sulit, soal-soal berupa cerita itu sulit dipahami sehingga tidak dapat diselesaikan secara maksimal. Kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal tersebut disebabkan karena kemampuan komunikasi matematis yang dimiliki peserta didik rendah.

Untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik, perlu dilaksanakan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir, mengembangkan ide matematis dan bernalar. Ketika peserta didik ditantang utuk berpikir dan bernalar tentang suatu ide matematik, maka ia akan mengkomunikasikan idenya kepada orang lain secara tertulis atau lisan sehingga ide tadi menjadi semakin jelas bagi dirinya dan juga untuk orang lain [1]. Dengan berfikir

mengembangkan ide-ide matematis yang dimilikinya diharapkan kemampuan komunikasi matematis yang dimilikinya dapat meningkat. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan model pembelajaran penemuan terbimbing. Melalui pembelajaran penemuan terbimbing peserta didik dituntun untuk mengorganisasikan sendiri cara belajarnya dalam menemukan konsep dan prinsip. Pada tahap awal penemuan terbimbing ini guru menyediakan atau merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya. Rumusan masalah dengan data secukupnya dapat memancing peserta didik untuk berfikir dan mengembangkan ide-ide kreatifnya. Ide-ide kreatif atau gagasan-gagasan abstract yang dimiliki peserta didik sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam berbahasa dan logika. Selain itu, selama proses pembelajaran tersebut peserta didik akan belajar melalui simbol-simbol bahasa, logika, matematika, dan sebagainya untuk menemukan informasi baru. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan komunikasi matematis peserta didik.

Tahapan-tahapan penemuan terbimbing yang ditempuh peserta didik dalam pembelajaran tersebut harus diarahkan dan dibimbing oleh guru. Arah dan bimbingan ini telah disiapkan guru dalam bentuk lembar kegiatan [2]. Untuk menerapkan model penemuan terbimbing, maka dibutuhkan suatu bahan ajar dengan bentuk format Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD). LKPD sebagai pelengkap atau sarana pendukung yang berisi panduan dalam melakukan kegiatan pembelajaran dapat membantu peserta didik dan guru dalam pembelajaran. LKPD yang dibuat harus disesuaikan dengan model pembelajaran yang akan digunakan. Namun kenyataan yang ditemukan disekolah, LKPD yang digunakan adalah LKPD yang dibeli dari percetakan dan ada juga LKPD yang dibuat oleh Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP). LKPD tersebut memberikan materi, rumus, contoh soal, dan penyelesaiannya serta terdapat latihan. Dalam LKPD tidak terdapat langkah-langkah kegiatan yang dapat membangun ide-ide kreatifnya dalam memahami konsep dan menemukan prinsip.

Berdasarkan masalah diatas, maka perlu dikembangkan bahan ajar matematika berbasis penemuan terbimbing yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik. Meningkatkan kemampuan komunikasi ini dilakukan dengan cara memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep dan menemukan prinsip matematika. Pada bahan ajar berbasis penemuan terbimbing, materi tidak disajikan dalam bentuk akhir. Peserta didik dituntut untuk melakukan berbagai kegiatan menghimpun informasi, membandingkan, mengkategorikan, menganalisis, mengintegrasikan, merorganisasikan bahan serta membuat kesimpulan-kesimpulan. Bahan ajar berbasis penemuan terbimbing memuat pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab oleh peserta didik, ini bertujuan untuk membimbing peserta didik untuk menemukan suatu konsep. Peserta didik didorong untuk berfikir, di pancing untuk mengeluarkan ide-ide kreatifnya dan peserta didik akan bebas mengembangkan daya pikir untuk menemukan suatu konsep dan menarik kesimpulan. Penggunaan LKPD akan lebih efektif jika disertakan dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang sesuai dengan konsep LKPD berbasis penemuan terbimbing. Dengan RPP guru lebih siap melakukan kegiatan pembelajaran dengan perencanaan yang matang [3]. Bahan ajar berbasis penemuan terbimbing ini dikembangkan pada materi persamaan garis lurus dan teorema pythagoras. Materi ini di pilih karena peserta didik banyak mengalami kesulitan sehingga melakukan kesalahan dalam menerapkan materi persamaan garis lurus dan teorema pythagoras.

Agar pelaksanaan model penemuan terbimbing ini berjalan dengan efektif, beberapa langkah yang perlu ditempuh oleh guru matematika adalah sebagai berikut: (1) Merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya, perumusannya harus jelas, hindari pernyataan yang menimbulkan salah tafsir sehingga arah yang ditempuh peserta didik tidak salah. (2) Dari data yang diberikan guru, peserta didik menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data tersebut. Dalam hal ini, bimbingan guru dapat diberikan sejauh yang diperlukan saja. Bimbingan ini sebaiknya mengarahkan peserta didik untuk melangkah ke arah yang hendak dituju, melalui pertanyaan-pertanyaan, atau LKPD. (3) Peserta didik menyusun konjektur (prakiraan) dari hasil analisis yang dilakukannya. (4) Bila dipandang perlu, konjektur yang telah dibuat peserta didik tersebut diatas diperiksa oleh guru. Hal ini penting dilakukan untuk meyakinkan kebenaran prakiraan peserta didik, sehingga akan menuju arah yang hendak dicapai. (5) Apabila telah diperoleh kepastian tentang kebenaran konjektur tersebut, maka verbalisasi konjektur sebaiknya diserahkan juga kepada peserta didik untuk menyusunnya. Di samping itu perlu diingat pula bahwa induksi tidak menjamin 100% kebenaran konjektur. (6) Sesudah peserta didik menemukan apa yang dicari, hendaknya guru menyediakan soal latihan atau soal tambahan untuk memeriksa apakah hasil penemuan itu benar [4].

Berdasarkan Langkah-langkah model penemuan terbimbing yang diuraikan permendiknas, maka penulis memodifikasi langkah-langkah penemuan terbimbing pada penelitian ini menjadi empat tahapan, yaitu: (1) Guru merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya. (2) Peserta didik menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data. (3) Peserta didik menyusun konjektur (prakiraan). (4) Peserta didik memeriksa kebenaran dari penemuan.

Dengan model pembelajaran ini, peserta didik dihadapkan kepada situasi dimana peserta didik bebas menyelidiki, Menerka dan mencoba-coba (*trial-error*), serta menarik kesimpulan. Guru bertindak sebagai penunjuk jalan, guru membantu peserta

didik agar menggunakan ide, konsep, dan keterampilan yang mereka miliki dan pelajari sebelumnya untuk memperoleh pengetahuan yang baru. Bahan ajar merupakan salah satu sumber belajar yang disusun secara sistematis untuk mendukung proses pembelajaran. Selain itu, Bahan ajar juga dijadikan sebagai sarana untuk berkomunikasi antara peserta didik dan guru. Bahan ajar yang dikembangkan adalah bahan ajar cetak (printed) dengan format Lembar Kegiatan Peserta didik. Lembar kerja peserta didik adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah [5].

Berdasarkan diuraian diatas maka disusun rumusan masalah bagaimana proses dan hasil pengembangan bahan ajar matematika berbasis penemuan terbimbing pada materi persamaan garis lurus dan teorema pythagoras di SMP kelas VIII yang valid, praktis dan efektif? Sehingga tujuan yang dicapai adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan bahan ajar matematika berbasis penemuan terbimbing pada materi persamaan garis lurus dan teorema pythagoras di SMP kelas VIII yang valid, praktis dan efektif.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan yang diadaptasi dari model Tjeer Plomp yang terdiri dari 3 tahap yaitu fase analisis pendahuluan (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping phase*), dan fase penilaian (*assessment phase*) [6].

Fase analisis pendahuluan (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara, yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan mengetahui permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan. Analisis kurikulum yang bertujuan untuk mengetahui tujuan dan sasaran pembelajaran serta untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, dan strategi yang dipilih sebagai landasan pengembangan LKPD. Analisis konsep dilaksanakan dengan cara menganalisis berbagai buku teks/ sumber belajar tentang konsep yang cocok diberikan di semester 1 kelas VIII SMP. Fokus penelitian pada analisis konsep adalah melihat konsep-konsep esensial apa saja yang diperlukan untuk pembelajaran sehingga dapat membantu dalam mencapai kompetensi yang diinginkan? dan bagaimana peta konsep dari konsep-konsep tersebut? Analisis peserta didik dilaksanakan dengan cara observasi dan wawancara. Fokus penelitian pada analisis peserta didik adalah bagaimana karakteristik peserta didik kelas VIII SMP terkait dengan pembelajaran matematika? dan bahan ajar apa yang diinginkan peserta didik?

Hasil dan Pembahasan

Hasil fase analisis pendahuluan (*preliminary research*) dilakukan analisis kebutuhan yang menghasilkan bahwa kemampuan komunikasi matematis peserta didik rendah, hal ini terlihat dari kesulitan peserta didik dalam menyampaikan ide yang dimilikinya ketika diminta guru untuk menyampaikan pendapatnya. Selain itu, kurang mampu peserta didik dalam menyelesaikan soal cerita. Hasil wawancara dengan peserta didik yang menyatakan kesulitannya ketika menyelesaikan soal-soal cerita dan ketidakmampuannya menyampaikan ide karena malu dan tidak tahu. Karena kemampuan komunikasi matematis peserta didik rendah, maka dibutuhkan suatu

pembelajaran yang dapat memicu munculnya kemampuan komunikasi matematis yang berakibat meningkatnya kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Solusi yang tepat adalah dengan mengaplikasikan pembelajaran dengan model penemuan terbimbing. Pembelajaran penemuan terbimbing memberikan ruang kepada peserta didik untuk berpikir dan mengeluarkan ide-ide kreatif yang dimiliki peserta didik dan mengharuskan peserta didik untuk mengkomunikasikan setiap penemuan yang mereka peroleh.

Untuk membantu kelancaran mengaplikasikan penemuan terbimbing dalam pembelajaran matematika, maka dibutuhkan bahan ajar yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam menemukan konsep dan prinsip matematika. Namun bahan ajar yang digunakan sekolah tidak sesuai dengan model pembelajaran berbasis penemuan terbimbing. Oleh karena itu, dikembangkan bahan ajar yang tepat untuk membantu menerapkan model pembelajaran penemuan terbimbing adalah Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD).

Analisis kurikulum difokuskan analisis kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) untuk materi kelas VIII semester I. Hasil analisis KI dan KD dipakai untuk merumuskan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK). Indikator untuk KD yang diturunkan dari KI-1 dan KI-2 dirumuskan dalam bentuk perilaku umum yang bermuatan nilai dan sikap yang gejalanya dapat diamati sebagai dampak pengiring dari KD pada KI-3 dan KI-4. Indikator untuk KD yang diturunkan dari KI-3 dan KI-4 dirumuskan dalam bentuk perilaku spesifik yang dapat diamati dan terukur. KI, KD dan IPK yang dirumuskan pada materi persamaan garis lurus dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. KI, KD, dan Indikator Pencapaian Kompetensi Matematika kelas VIII Materi Persamaan Garis Lurus

KI	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.	1.1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya	1.1.1 Mensyukuri kebesaran Tuhan dengan berdoa sebelum dan sesudah belajar
2	2.1 Menunjukkan sikap logis, kritis, analitik dan kreatif, konsisten dan teliti, bertanggung jawab, responsif, dan tidak mudah menyerah dalam memecahkan masalah sehari-hari, yang merupakan pencerminan sikap positif dalam matematika.	2.1.1 Menunjukkan sikap teliti dalam selama melakukan kegiatan penemuan pada persamaan garis lurus
	2.2 Memiliki rasa ingin tahu, percaya diri dan ketertarikan pada matematika serta memiliki rasa percaya pada daya dan kegunaan matematika, yang terbentuk melalui pengalaman belajar.	2.2.1 Suka bertanya kepada guru atau teman selama proses pembelajaran dalam menentukan gradien garis lurus dan persamaan garis lurus (rasa ingin tahu)
	2.3 Memiliki sikap terbuka, objektif, menghargai pendapat dan karya teman dalam interaksi kelompok maupun aktivitas sehari-hari	2.3.1 Menunjukkan sikap menghargai pendapat dan karya teman yang mempresentasikan tugas di depan kelas
3	3.4 Menentukan persamaan garis lurus dan grafiknya	3.4.1 Menggambar grafik persamaan garis lurus

Bersambung ...

Sambungan Tabel 1.

KI	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
		3.4.2 Menentukan gradien persamaan garis lurus yang melalui dua titik (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) 3.4.3 menentukan gradien garis lurus $ax + by + c = 0$ 3.4.4 Menentukan gradien garis lurus yang saling tegak lurus 3.4.5 Menentukan gradien garis lurus yang saling sejajar 3.4.6 Menentukan persamaan garis lurus dengan gradien m dan melalui titik (x_1, y_1) 3.4.7 Menentukan persamaan garis lurus melalui dua titik (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) 3.4.8 Menentukan persamaan garis lurus yang saling sejajar 3.4.9 Menentukan persamaan garis lurus yang saling tegak lurus
4.	4.12 Menyelesaikan masalah nyata yang menggunakan konsep persamaan garis lurus	4.12.1 Menyelesaikan masalah nyata yang berkaitan dengan persamaan garis lurus dan gradien garis lurus

KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi yang telah dirumuskan pada materi teorema pythagoras dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. KI, KD, dan Indikator Pencapaian Kompetensi Matematika Kelas VIII Materi Teorema Pythagoras

KI	KD	Indikator Pencapaian Kompetensi
1	1.1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya	1.1.1 Merasa bersyukur terhadap karunia Tuhan atas kesempatan mempelajari kegunaan matematika dalam kehidupan sehari-hari melalui belajar teorema Pythagoras
2	2.1 Menunjukkan sikap logis, kritis, analitik, konsisten dan teliti, bertanggung jawab, responsif, dan tidak mudah menyerah dalam memecahkan masalah.	2.1.1 Menunjukkan sikap teliti dan tanggung jawab dalam menyelesaikan tugas dari guru dan kelompok belajar
	2.2 Memiliki rasa ingin tahu, percaya diri, dan ketertarikan pada matematika serta memiliki rasa percaya pada daya dan kegunaan matematika, yang terbentuk melalui pengalaman belajar.	2.2.1 Menunjukkan rasa ingin tahu selama mengikuti proses pembelajaran teorema pythagoras 2.2.2 Menunjukkan sikap percaya diri dalam mempresentasikan tugas didepan tugas

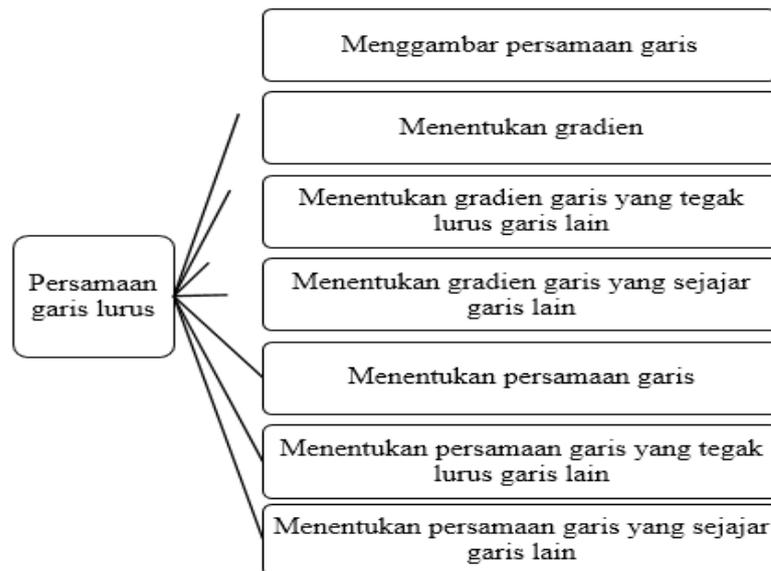
Bersambung ...

Sambungan Tabel 2.

KI	KD	Indikator Pencapaian Kompetensi
	2.3 Memiliki sikap terbuka, santun, objektif, menghargai pendapat dan karya teman dalam interaksi kelompok maupun aktivitas sehari-hari	2.3.1 Menunjukkan sikap menghargai pendapat teman
	3.8 Memahami Teorema Pythagoras melalui alat peraga dan penyelidikan berbagai pola bilangan	3.8.1 Membuktikan teorema pythagoras dan syarat berlakunya melalui alat peraga 2.3.2 Menentukan panjang sisi segitiga siku-siku jika dua sisi lain diketahui 2.3.3 Menentukan jenis segitiga jika diketahui panjang sisi-sisinya 2.3.4 Menentukan tripel pythagoras 2.3.5 Menentukan hubungan antar panjang sisi segitiga siku-siku 30° - 60° - 90° 2.3.6 Menentukan hubungan antar panjang sisi segitiga siku-siku sama kaki 2.3.7 Menerapkan Teorema pythagoras dalam menyelesaikan berbagai masalah
	4.3 Menggunakan pola dan generalisasi untuk menyelesaikan masalah nyata	4.3.1 Menyelesaikan masalah nyata dengan menggunakan pola dan generalisasi
	4.5 Menggunakan Teorema Pythagoras untuk menyelesaikan berbagai masalah	4.5.1 Menyelesaikan berbagai masalah dengan menggunakan teorema pythagoras

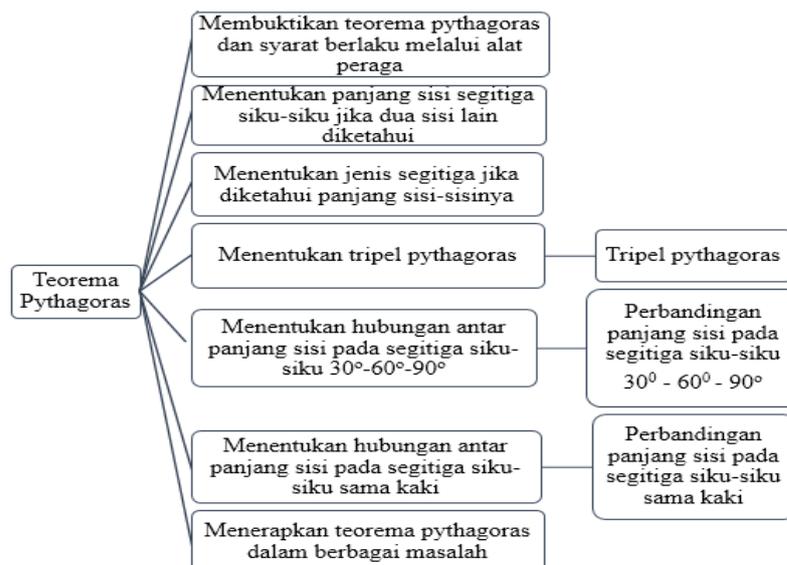
Hasil analisis kurikulum inilah yang dijadikan sebagai pertimbangan untuk membuat bahan ajar matematika berupa Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) matematika berbasis penemuan terbimbing.

Analisis konsep merupakan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang dipelajari oleh peserta didik, kemudian menyusunnya secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan (mengurutkan materi pembelajaran). Materi-materi pada Persamaan Garis Lurus yaitu menggambar grafik persamaan garis lurus, menentukan gradien garis lurus, kemiringan garis yang saling tegak lurus, kemiringan garis yang saling sejajar, menentukan persamaan garis, menentukan persamaan garis yang tegak lurus dan sejajar dengan garis lain. Peta konsep dari materi persamaan garis lurus dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Analisis Konsep Persamaan Garis Lurus

Adapun konsep utama pada teorema pythagoras adalah (1) teorema pythagoras, (2) jenis-jenis segitiga , (3) tripel pythagoras, (4) perbandingan panjang sisi pada segitiga siku-siku 30° - 60° - 90° (5) perbandingan panjang sisi pada segitiga siku-siku sama kaki (6) penerapan teorema pythagoras dalam berbagai masalah. Untuk mencapai indikator 3.8.1 sampai 3.8.3, materi yang diperlukan adalah menemukan teorema pythagoras. Untuk mencapai indikator 3.8.4, materi yang diperlukan adalah pola tripel pythagoras. Untuk mencapai indikator 3.8.5 dan 3.8.6 materi yang diperlukan adalah perbandingan sisi-sisi segitiga siku-siku khusus. Untuk mencapai indikator 3.8.7 diperlukan semua materi dari indikator 3.8.1 sampai dengan 3.8.6 agar dapat menerapkan teorema pythagoras dalam kehidupan nyata. Peta konsep dari materi teorema pythagoras dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2.

Analisis Konsep Teorema Pythagoras

Hasil

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dikembangkanlah bahan ajar matematika berupa LKPD yang berisi kegiatan peserta didik dalam menemukan konsep dan prinsip, sehingga pelajaran yang dipelajari dapat bertahan lama dalam ingatan peserta didik.

Analisis peserta didik bertujuan untuk menelaah peserta didik dengan mengidentifikasi karakteristik peserta didik untuk mengetahui kemampuan umum peserta didik, cara belajar, kebiasaan/ kegemaran peserta didik, dan bahasa. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik sangat perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas perorangan untuk dapat dijadikan sebagai petunjuk dalam pembelajaran [7]. Pada penelitian yang dilakukan ini yang menjadi subjek uji coba adalah peserta didik kelas VIII yang berusia 13-14 tahun. Berdasarkan penelitian Piaget disimpulkan pada usia tersebut perkembangan kognitif yang dimiliki seorang anak telah berada pada tahap operasi formal [8]. Pada tahap operasi formal, anak sudah mampu melakukan penyelesaian masalah, dan bernalar dengan menggunakan hal-hal abstract. Penggunaan benda-benda konkrit sudah tidak diperlukan lagi. Ciri pokok perkembangan pada tahap ini adalah anak sudah mulai berpikir abstract dan logis serta pada tahap ini anak telah memiliki kemampuan menarik kesimpulan, menafsirkan, dan mengembangkan hipotesis [9].

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa (1) peserta didik senang belajar dengan teman sebayanya, (2) peserta didik mudah lupa terhadap pelajaran yang telah dipelajarinya, (3) peserta didik kesulitan dalam menerjemahkan soal-soal cerita yang diberikan guru sehingga peserta didik kesulitan untuk menyelesaikan soal tersebut, (4) peserta didik tidak memperhatikan penjelasan guru, (5) Ketika disuruh mencatat pelajaran yang telah dijelaskan sebagian peserta didik tidak mencatat melainkan mereka membuat gambar-gambar dan tulisan-tulisan yang ada dipikirannya seperti gambar kartun dan tulisan bergaya.

Hasil wawancara dengan peserta memberikan informasi bahwa (1) peserta didik masih kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal matematika terutama soal-soal yang berbentuk cerita. Kesulitan tersebut disebabkan kurangnya pemahaman terhadap materi yang dipelajari dan susahnya peserta didik mengkomunikasikan soal kedalam bentuk matematika. (2) peserta didik jenuh pada saat pembelajaran berlangsung. Akibatnya, pada saat guru menjelaskan materi, ada peserta didik yang melakukan pekerjaan lain, seperti mengobrol dengan teman lain, mengerjakan PR, mengganggu teman bahkan ada yang malas-malasan dan melamun. Berdasarkan hasil analisis peserta didik tersebut dibutuhkan bahan ajar yang dapat memfasilitasi kebiasaan peserta didik dan mengaktifkan peserta didik ke arah yang positif .

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan bahan ajar yaitu Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) matematika berbasis penemuan terbimbing. Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan bahwa proses pengembangan bahan ajar matematika berbasis penemuan terbimbing pada materi persamaan garis lurus dan teorema pythagoras di SMP kelas VIII dilakukan dengan model pengembangan Plomp. Pada fase analisis pendahuluan dalam model pengembangan Plomp dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. hasil analisis pendahuluan ini yang dijadikan dasar pengembangan bahan ajar berbasis penemuan terbimbing. Hasil analisis kebutuhan memberikan informasi tentang masalah yang terdapat dalam kegiatan pembelajaran dan LKPD yang ada. Hasil analisis kurikulum adalah materi yang akan disajikan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing hanya persamaan garis dan teorema pythagoras,

pada materi teorema pythagoras ditambahkan indikator menentukan jenis-jenis segitiga, pada KI-2 yang diamati sikap spritual, teliti, percaya diri, rasa ingin tahu, gotong royong, dan menghargai pendapat. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan bertujuan agar indikator pencapaian kompetensi dapat tercapai. Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik agar dapat dikembangkan bahan ajar yang sesuai dengan usia, kesukaan, gaya belajar dan komunikasi peserta didik. Berdasarkan analisis pendahuluan maka dikembangkan LKPD berbasis penemuan terbimbing yang terdapat kegiatan peserta didik dalam menemukan konsep dan prinsip.

Daftar Pustaka

- [1] Sumarmo, Utari. 2013. *Berpikir dan Disposisi Matematik Serta Pembelajarannya*. Bandung: FMIPA UPI.
- [2] Bell, Frederick H. 1981. *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary School)*. USA: Wc. C.-Brown Company Publishers.
- [3] Daryanto dan dwicahyo. 2014. Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar). Yogyakarta: Gava Media.
- [4] Depdiknas. 2014. *Peraturan Menteri pendidikan Nasional Nomor 58 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan
- [5] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- [6] Plomp, Tjeerd. *Educational Design Research: an Introduction*. Dalam Tjeerd Plomp dan Nienken Nieveen (Ed.). 2010. *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede: SLO Netherlands Institute for Curriculum Development.
- [7] Uno, H. dkk. 2013. *Assessment Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Suherman, Erman. dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: jurusan Pendidikan Matematika UPI
- [9] Budiningsih. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN
BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI
SISTEM PERSAMAAN LINEAR DAN KUADRAT UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
PESERTA DIDIK KELAS X SMA**

Edwin Musdi¹, dan Ridwan²

¹Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: win_musdi@yahoo.co.id

²Jurusan Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang

e-mail: ridwan@yahoo.co.id

***Abstract** : The Ability of problem solving is a very important part in learning mathematics, because in the process of learning mathematics or students assessment it hopes the students get new experiences use knowledge and skills which already had to apply in problem solving. In fact, students problem solving ability is still low. Efforts that can be made to enhance the students problem solving ability, by developing a learning tools based on problem based learning. The purpose of this development is to produce a valid, practical, and effective learning tools. This study is research and development with Plomp development model, which consists of preliminary research phase, development or prototyping phase, and the assessment phase. The study also used the formative evaluation such as self evaluation, expert evaluation, one-to-one evaluation, small group, big group try out. Learning tools that is developed is the Lesson Plan and worksheets learners. The subject of research is the students of grade X of SMAN 9 Padang. The result shows that the learning tools based on problem based learning developed has met the valid criteria. Teaching instrument is already practical both in terms of result, ease, and time required. The learning tools has also been effective in terms of students problem solving ability.*

Keyword : *abstract, full paper, prosiding*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang sains yang mempunyai peranan penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini terlihat dalam penerapan ilmu matematika pada disiplin ilmu lainnya dan aplikasinya pada perkembangan teknologi. Matematika bukan hanya memberikan kemampuan dalam perhitungan-perhitungan secara kuantitatif tetapi juga dalam penataan cara berpikir, terutama dalam pembentukan kemampuan menganalisis, melakukan evaluasi, hingga kemampuan memecahkan masalah. Matematika juga merupakan salah satu pelajaran yang diberikan disetiap jenjang pendidikan mulai dari tingkat sekolah dasar sampai pendidikan menengah.

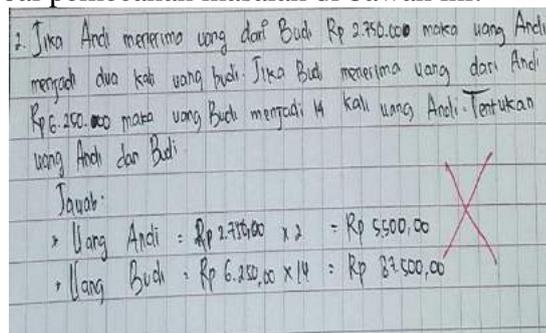
Pembelajaran matematika yang menyenangkan merupakan harapan setiap peserta didik. Proses pembelajaran matematika memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep materi pembelajaran dengan bermakna. Hal ini dapat dilakukan, jika guru merancang suatu kegiatan pembelajaran yang menarik dan mendorong peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya yang tertuang dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Menunjang kegiatan yang menarik RPP bisa digunakan media pembelajaran seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang sesuai dengan

kurikulum yang digunakan. Jadi, RPP dan LKPD sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Pembelajaran matematika yang dilaksanakan di sekolah saat ini pada umumnya masih belum memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika. Pembelajaran hanya terpusat pada guru, sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik lebih cenderung pasif, kurang berpartisipasi, serta banyak peserta didik yang tidak memperhatikan saat guru menjelaskan materi pelajaran.

Pada saat guru menyampaikan materi pembelajaran, guru cenderung menyajikan materi berdasarkan urutan pada buku paket. Latihan-latihan dan contoh soal yang diberikan guru lebih terfokus pada buku paket. Latihan yang diberikan guru, soalnya persis sama dengan contoh yang diberikan oleh guru. Selain itu, ketersediaan bahan ajar untuk peserta didik juga terbatas. Kesempatan peserta didik untuk menemukan konsep bermakna hampir tidak ada, sehingga peserta didik kurang kreatif dalam berpikir dan menjadi malas mengerjakan soal-soal yang berbeda dengan contoh yang diberikan guru.

Cara mengajar guru cenderung menyajikan konsep secara langsung kepada peserta didik. Peserta didik hanya menerima konsep yang disampaikan oleh guru. Oleh karena itu, apabila peserta didik menemui masalah dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik tidak mampu memecahkan masalah tersebut. Hal ini terlihat dari hasil kerja peserta didik tentang soal pemecahan masalah di bawah ini:



Gambar 1. Hasil Kerja Peserta Didik

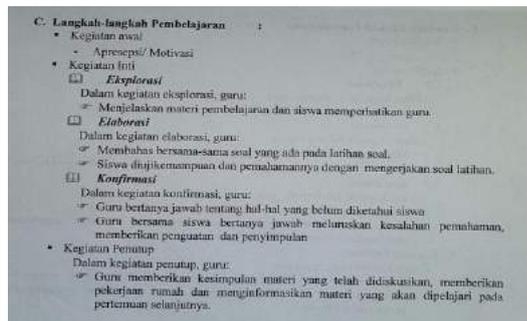
Berdasarkan jawaban peserta didik tersebut, diketahui bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik masih rendah, khususnya dalam materi sistem persamaan linear. Mereka belum dapat menentukan konsep apa yang mereka gunakan dalam menyelesaikan soal. Persentase ketuntasan peserta didik pada soal tersebut yaitu 30%. Hal ini dilihat dari indikator pemecahan masalah yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah sesuai rencana, dan melakukan pengecekan kembali terhadap semua langkah yang telah dikerjakan. Dengan demikian, banyak peserta didik yang tidak dapat menyelesaikan masalah.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru dan peserta didik kelas X SMA pada bulan Mei sampai Juni 2015, menyatakan bahwasanya salah satu materi yang dianggap sulit oleh peserta didik yaitu sistem persamaan linear dan kuadrat. Materi sistem persamaan linear dan kuadrat merupakan salah satu materi yang kurang dipahami oleh peserta didik dengan baik. Guru pada saat menjelaskan materi sistem persamaan linear dan kuadrat membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menjelaskan kepada peserta didiknya.

Sistem persamaan linear (SPL) merupakan materi yang diajarkan di kelas X. Sistem persamaan linear dibangun dari beberapa persamaan linear yang disebut komponen-komponen sistem persamaan linear. Banyak masalah dalam kehidupan

sehari-hari yang dapat diselesaikan dengan sistem persamaan linear. Oleh sebab itu, penguasaan terhadap topik sistem persamaan menjadi sangat penting. Kompetensi tersebut diperlukan agar peserta didik dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari.

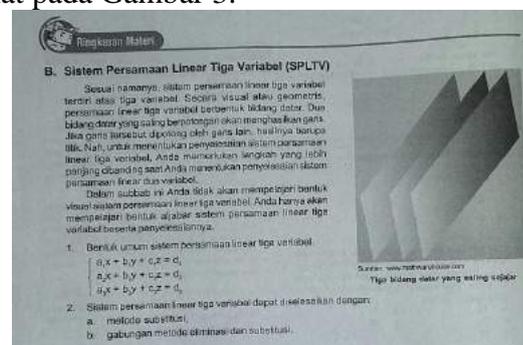
Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD belum membantu peserta didik dalam menemukan konsep dan menggunakan penalarannya, sehingga tujuan pembelajaran matematika belum tercapai. Hal ini merupakan salah satu keterbatasan guru untuk membuat RPP dan LKPD untuk memenuhi kebutuhan peserta didik pada saat proses pembelajaran matematika. RPP dan buku paket yang digunakan belum memenuhi kebutuhan peserta didik untuk melibatkan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran, baik secara individu maupun berkelompok. Contoh RPP yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP yang dikembangkan belum memfasilitasi peserta didik dalam menggunakan pikirannya. Pada langkah-langkah pembelajaran hanya membuat peserta didik pasif dalam proses pembelajaran. Hal ini terlihat pada saat proses pembelajaran guru hanya menjelaskan materi pelajaran dan memberikan latihan kepada peserta didik. Kegiatan tersebut belum mendorong peserta didik atau belum memfasilitasi peserta didik menemukan konsep sendiri.

Hasil analisis terhadap LKPD yang digunakan peserta didik lebih cenderung langsung menyajikan konsep maupun prinsip tanpa adanya proses untuk memperolehnya sehingga peserta didik tidak terbiasa menggunakan keterampilan berpikir dalam memecahkan suatu masalah secara ilmiah. LKPD matematika yang diberikan berisi ringkasan materi, contoh, dan soal latihan. Peserta didik hanya dituntut untuk dapat menyelesaikan soal latihan. Hal ini belum sesuai dengan makna LKPD yang sesungguhnya yaitu sarana untuk menyampaikan konsep kepada peserta didik yang berisi petunjuk untuk menemukan konsep materi. Contoh uraian materi yang ada pada LKPD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Contoh Lembar kerja Peserta Didik (LKPD)

Berdasarkan Gambar 3, pada LKPD disajikan langsung rumus untuk menyelesaikan sistem persamaan linear. LKPD ini, belum terlihat adanya pertanyaan atau pernyataan yang menuntut peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik dalam memecahkan masalah. LKPD seharusnya membantu peserta didik untuk menjadi aktif dalam menggunakan pola pikirnya baik dalam menemukan konsep maupun dalam penyelesaian soal. Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik dalam memecahkan masalah adalah dengan menyediakan LKPD yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan konsep materi pembelajaran.

Dalam upaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan mengatasi permasalahan di atas, salah satu cara yang dapat digunakan guru yaitu dengan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning*. *Problem Based Learning* adalah proses pembelajaran yang titik awal pembelajaran berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata peserta didik, lalu dari masalah ini peserta didik diarahkan untuk mempelajari masalah berdasarkan pengetahuan dan pengalaman baru. Perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* adalah perangkat yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru. Masalah ini digunakan untuk mengaitkan rasa keingintahuan serta kemampuan analisis peserta didik. Penggunaan masalah-masalah dalam proses pembelajaran akan menjadikan pembelajaran tersebut lebih bermakna.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* pada materi sistem persamaan linear dan kuadrat untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMA”.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) (Plomp and Nieveen 2010: 30). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kurikulum, analisis konsep, analisis siswa, wawancara guru, dan wawancara siswa. Pada *prototyping stage*, pembuatan prototipe ini dilakukan evaluasi formatif. Fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*) terdiri atas prototipe 1, yaitu evaluasi diri sendiri (*self evaluation*) dan *expert review*; prototipe 2, yaitu evaluasi satu-satu; prototipe 3, yaitu evaluasi kelompok kecil, dan prototipe 4 yang merupakan hasil dari evaluasi formatif. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan pada kelas X SMAN 9 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, lembar wawancara, dan hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa. Validasi perangkat dilakukan oleh tiga orang dosen matematika, satu orang dosen bahasa, dan satu orang dosen teknologi pendidikan Universitas Negeri Padang (UNP).

3. Hasil dan Pembahasan

(1) Fase Investigasi Awal

Prototype perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL dirancang berdasarkan fase investigasi awal. Kegiatan pada fase investigasi awal dimulai dengan analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Uraian hasil fase investigasi awal yaitu:

a. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan informasi dilakukan dengan mewawancarai beberapa orang peserta didik dan guru. Kegiatan yang dilakukan juga mengobservasi perangkat pembelajaran yang ada di lapangan dan kegiatan pembelajaran.

Hasil yang diperoleh dari analisis kebutuhan belum optimalnya perangkat pembelajaran matematika yang digunakan. Hasil wawancara dengan guru, guru menjelaskan perangkat yang digunakan belum sesuai dengan tujuan pembelajaran matematika untuk membantu peserta didik dalam menemukan konsep. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang digunakan guru belum memfasilitasi peserta didik dalam menggunakan pikirannya. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan peserta didik lebih cenderung langsung menyajikan konsep maupun prinsip tanpa adanya proses untuk memperolehnya sehingga peserta didik tidak terbiasa menggunakan keterampilan berpikir dalam memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Jadi, sekolah membutuhkan perangkat pembelajaran matematika yang valid, praktis, dan efektif.

b. Analisis Kurikulum

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum difokuskan pada analisis standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang tercantum pada standar isi. Analisis kurikulum bertujuan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk peserta didik kelas X SMA. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan hasil perumusan indikator dan analisis silabus mata pelajaran matematika kelas X SMA, diperoleh beberapa indikator dalam materi sistem persamaan linear dan kuadrat.

c. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun materi pelajaran pada semester I adalah (1) Bentuk pangkat, akar, dan logaritma, (2) Fungsi, fungsi kuadrat, persamaan kuadrat, dan pertidaksamaan kuadrat, (3) Sistem persamaan linear dan kuadrat.

d. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik, yang meliputi: usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemui peserta didik dalam memahami LKPD yang dipakai dalam pembelajaran matematika. Usia peserta didik kelas X SMA berkisar antara 16-17 tahun. Jika dikaitkan dengan teori Piaget, peserta didik berada pada tahap operasional formal, dengan ciri pokok perkembangannya sudah mampu berpikir abstract, logis, menarik kesimpulan, menafsirkan dan mengembangkan hipotesis

(Budiningsih, 2008: 39). Jadi, pada usia ini anak-anak sudah mampu untuk memahami operasi-operasi logis dan dapat memecahkan masalah yang bersifat logis.

Analisis peserta didik dijadikan salah satu pedoman dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis PBL, karena cara berpikir pada tahap operasional formal memungkinkan peserta didik untuk berpikir secara maksimal dalam menemukan konsep persamaan linear dan kuadrat. Dari hasil analisis wawancara yang dilakukan kepada beberapa orang peserta didik kelas X di peroleh informasi peserta didik menyukai gambar, dan lebih menyukai warna-warna yang terang seperti orange, hijau, kuning, merah muda karena dengan ini akan menimbulkan kesan semangat. Siswa juga senang bermain kelereng, berbelanja baju, membantu orang tua dirumah, menggambar, membaca, menulis, memasak kue, bermain game, dan lain-lain. Proses pembelajaran yang berlangsung di kelas peserta didik sering merasa bosan, dan untuk menghilangkan kebosananannya mereka izin keluar, bicara dengan teman sebangku, melihat keluar dan mencoret-coret bukunya.

(2)Fase Pengembangan atau Pembuatan Prototipe

Merancang perangkat pembelajaran matematika berbasis pembelajaran PBL berdasarkan analisis pada fase investigasi awal. Hasil perancangan ini akan menghasilkan prototipe 1. Perangkat pembelajaran dirancang mengacu pada karakteristik pembelajaran PBL. Berikut uraian perangkat pembelajaran berbasis pembelajaran PBL.

a. Perancangan RPP

RPP dirancang dengan memperhatikan komponen-komponen penyusunan berdasarkan berdasarkan pada Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2007 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah menyebutkan bahwa komponen RPP terdiri dari: kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi ajar, alokasi waktu, metode pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian hasil belajar, dan sumber belajar. RPP disusun mengacu pada langkah-langkah pembelajaran PBL.

Kegiatan inti pada RPP berdasarkan sintaks pembelajaran berbasis PBL. Pembelajaran PBL diawali dengan tahap orientasi siswa pada masalah. Tahap ini peserta didik dihadapkan pada sebuah permasalahan yang terkait dengan konsep yang akan dipelajari. Tahap kedua dari pembelajaran PBL adalah mengorganisasi siswa belajar. Pada tahap pemfokusan peserta didik memahami dan mencermati permasalahan sehingga peserta didik dapat mengeksplorasi konsep materi yang dipelajari. Tahap ketiga dari pembelajaran PBL adalah membimbing penyelidikan. Pada tahap ini peserta didik dilatih untuk mengeluarkan ide dalam diskusi dan menghargai pendapat teman. Peserta didik diajak untuk dapat memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Latihan soal yang diberikan akan membuat peserta didik lebih memahami konsep pelajaran secara lebih mendalam dan bermakna, sehingga konsep yang dipelajari mudah diingat. Tahap keempat adalah mengembangkan dan menyajikan hasil karya. Pada tahap ini peserta didik akan mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya. Tahap kelima adalah menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Pada tahap ini peserta didik akan menanggapi hasil yang ditampilkan temannya.

b. Perancangan LKPD

LKPD berbasis PBL memiliki beberapa komponen yaitu judul yang tertera pada halaman sampul, SK, KD, indikator, tujuan pembelajaran, petunjuk LKPD, masalah-masalah, langkah kerja, dan latihan. LKPD memiliki gambar-gambar yang menarik

sesuai dengan masalah yang akan dipecahkan dalam menemukan konsep materi yang dipelajari. LKPD didesain dengan warna yang bervariasi dan cerah, misalnya pink, hijau, kuning, biru dan sebagainya. Hal ini bertujuan menimbulkan ketertarikan siswa, karena pada umumnya siswa menyukai warna-warna yang cerah. Semua gambar-gambar yang terdapat pada LKPD di ambil dari internet. LKPD diawali dengan menghadirkan pertanyaan-pertanyaan atau masalah yang bertujuan untuk membantu peserta didik untuk mengaitkan fenomena yang diamati dengan konsep yang akan dikonstruksi.

LKPD menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif serta sesuai dengan tingkat komunikasi peserta didik, sehingga penyajian materi pada LKPD dapat dipahami dengan baik. Pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD disusun dengan kalimat yang jelas sehingga mampu mengarahkan peserta didik mendapatkan jawaban yang diharapkan. Halaman sampul memuat identitas atau judul LKPD berbasis PBL. Warna background utama yang digunakan pada LKPD adalah warna yang terang. Pada Jenis tulisan yang digunakan pada sampul adalah jenis huruf times new roman.

1. Prototipe 1

Hasil perancangan perangkat pembelajaran pada tahap awal dinamakan dengan *prototype* 1. Perangkat pembelajaran selanjutnya divalidasi, untuk memperoleh perangkat yang valid. Dua langkah yang dilakukan dalam validasi perangkat pembelajaran, yaitu melakukan *self evaluation* dan mendiskusikan dengan para ahli. Berikut diuraikan hasil validasi *prototype* perangkat pembelajaran yang telah dirancang.

a. Self Evaluation Perangkat Pembelajaran.

Sebelum mengonsultasikan dan mendiskusikan kepada para ahli, dilakukan evaluasi diri sendiri terlebih dahulu terhadap perangkat pembelajaran yang telah dirancang.

1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP yang telah dirancang dievaluasi dengan instrumen *self evaluation* RPP. Aspek yang dievaluasi yaitu aspek komponen RPP, prinsip-prinsip pembelajaran PBL, dan komponen pembelajaran PBL. Setelah dilakukan evaluasi diperoleh hasil bahwa RPP yang telah dirancang telah memenuhi aspek yang telah ditetapkan dan memperbaiki lagi kata-kata yang hurufnya masih kurang.

2) Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD yang telah dirancang dievaluasi dengan instrumen *self evaluation* LKPD. Aspek yang dievaluasi yaitu langkah-langkah pembelajaran PBL, penggunaan bahasa, penyajian gambar, dan soal-soal latihan. Setelah dilakukan evaluasi, maka LKPD direvisi. Revisi dilakukan pada LKPD yaitu, menambahkan soal-soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan memperbaiki penggunaan bahasa pada LKPD. Revisi LKPD dapat dilihat pada Lampiran 41. Hasil revisi kemudian dikonsultasikan dan didiskusikan dengan pakar atau ahli.

b. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran oleh Para Ahli.

Perangkat pembelajaran selanjutnya didiskusikan dengan pembimbing. Perangkat pembelajaran divalidasi oleh 5 orang validator. Dosen yang menjadi validator berasal dari 3 bidang keahlian yaitu matematika, teknologi pendidikan dan bahasa. Berikut diuraikan hasil validasi perangkat pembelajaran.

1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Aspek yang dinilai pada RPP adalah aspek komponen RPP dan aspek kegiatan pembelajaran. Kelima validator membaca dan memberikan saran, jika terdapat

kekurangan pada RPP yang dikembangkan. Saran yang disampaikan validator hampir memiliki saran yang sama, yaitu perhatikan bahasa, tanda baca, beberapa kata linier diganti dengan kata linear, dan pada kegiatan pendahuluan tidak disampaikan metode yang digunakan kepada peserta didik. Selama tahap validasi RPP terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator. Berdasarkan saran-saran dari validator, dilakukan revisi terhadap RPP sehingga diperoleh RPP yang valid.

2) Lembar Kerja Peserta Didik

Selama tahap validasi LKPD terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator. Saran validator untuk LKPD dapat dilihat pada Lampiran 43. Berdasarkan saran-saran dari validator, dilakukan revisi terhadap LKPD sehingga diperoleh LKPD yang valid. Nilai setiap indikator pada LKPD berkisar antara 3,2 hingga 4 dengan kategori valid dan sangat valid. Secara umum validitas LKPD dengan kategori valid. Hasil validasi menggambarkan bahwa LKPD sudah sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai. Langkah kegiatan telah dirumuskan berdasarkan tahapan pembelajaran PBL sehingga memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan bisa mengaplikasikannya dalam pemecahan masalah.

Setelah proses validasi selesai, dilakukan perbaikan terhadap *prototype* 1 sesuai dengan saran validator. Hasil revisi pada *prototype* 1 dinamakan dengan *prototype* 2. Selanjutnya, dilakukan uji praktikalitas LKPD berbasis PBL. Uji praktikalitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu penggunaan LKPD berbasis PBL oleh guru dan peserta didik.

2. Prototipe 2

Kegiatan yang dilakukan pada prototipe 2 yaitu evaluasi orang per orang (*one-to-one evaluation*). LKPD diujicobakan pada 3 orang siswa kelas X SMAN 9 Padang yang diminta untuk mengerjakan LKPD yang berasal dari kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Uji coba dilakukan dengan waktu yang berbeda setiap peserta didik. Evaluasi orang per orang dilakukan sebanyak 7 kali pertemuan.

Setelah dilakukan pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis PBL, maka dilakukan wawancara untuk mengetahui kepraktisan LKPD. Hasil analisis wawancara menggambarkan bahwa penyajian LKPD sangat menarik dan membantu dalam memahami materi. Penggunaan bahasa pada LKPD dapat dipahami dengan baik dan gambar pada halaman sampul di hilangkan. Soal-soal yang terdapat pada LKPD termasuk kategori sedang. Selain itu, dalam menyelesaikan soal peserta didik banyak yang kurang teliti dalam menjumlahkan, mengurangi, mengalikan, dan membagi. Berdasarkan hasil analisis wawancara maka dilakukan revisi.

Setelah proses revisi LKPD selesai, dilakukan perbaikan terhadap *prototype* 2 sesuai dengan saran peserta didik. Hasil revisi pada *prototype* 2 dinamakan dengan *prototype* 3. Selanjutnya, dilakukan uji praktikalitas LKPD berbasis PBL. Uji praktikalitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu penggunaan LKPD berbasis PBL oleh guru peserta didik.

3. Prototipe 3

Kegiatan yang dilakukan pada prototipe 3 yaitu evaluasi kelompok kecil (*small group*). LKPD diuji cobakan pada *small group* yaitu 7 orang peserta didik kelas X SMAN 9 Padang yang dibagi menjadi tiga kelompok. Evaluasi kelompok kecil dilakukan sebanyak 7 kali pertemuan. Diakhir pertemuan peserta didik akan diwawancarai untuk mengetahui kepraktisan LKPD.

Hasil analisis wawancara menggambarkan bahwa mereka sangat senang belajar dengan LKPD berbasis PBL. Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada ketujuh siswa didapatkan hasil bahwa untuk segi efektifitas dan efisiensi menurut siswa waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan LKPD sudah cukup. Bagian yang memberikan potensi ketidak berhasilan penggunaan LKS jika dilakukan pada kelas yang sebenarnya menurut siswa adalah pengelolaan kelasnya, mengatur siswa untuk duduk dikelompok masing-masing. Untuk mengantisipasi kondisi ini peneliti dan guru bekerjasama dalam pengelolaan kelas agar siswa tidak menghabiskan waktu yang lama untuk duduk pada kelompok masing-masing. Selanjutnya, pada segi implementasi, siswa mampu menggunakan LKPD dengan cukup mudah, meskipun masih ada timbul pertanyaan selama mengerjakan LKS.

Segi penyajian LKS sudah menarik dengan adanya permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, meskipun awalnya siswa merasa kesulitan karena jarang menyelesaikan soal cerita namun siswa terlihat antusias untuk mencobanya. Pada bagian desain pembelajaran menurut siswa strategi pembelajaran dengan menggunakan soal yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sudah cukup menarik, pertanyaan-pertanyaannya membantu siswa menyelesaikan permasalahan dan membuat kesimpulan. Kegiatan-kegiatan yang ada pada LKPD menarik, penyajian gambar serta ilustrasi pada LKPD memudahkan mereka untuk memahami konsep materi yang mereka pelajari. Siswa kurang terbiasa mengemukakan pendapatnya, jika pada LKPD ada perintah yang meminta siswa untuk mengemukakan alasan. Selain itu, dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah, siswa kurang teliti dalam menyelesaikannya.

(3) Hasil Uji Lapangan (*Field Test*)

Setelah direvisi berdasarkan masukan dari evaluasi kelompok kecil, maka perangkat diujicobakan pada subjek penelitian yaitu kelas X.3 SMAN 9 Padang yang terdiri dari 31 orang peserta didik. Dalam pembelajaran siswa dibagi menjadi enam kelompok yang masing-masing anggotanya 5 siswa. Penelitian dilaksanakan dalam 7 kali pertemuan. Pada tahap ini dilihat kepraktisan perangkat pembelajaran. Kepraktisan perangkat pembelajaran dapat dilihat dari hasil analisis angket prediksi praktikalitas menurut para ahli, angket respon guru, dan siswa. Selain itu, juga dapat diketahui dari lembar observasi pelaksanaan pembelajaran.

Keefektifan perangkat pembelajaran dilihat dari hasil kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama 7 kali pertemuan, perkembangan kemampuan pemecahan masalah peserta didik selalu ada peningkatan. Pertemuan I, peserta didik belum terbiasa menuliskan unsur-unsur yang diketahui pada masalah yang diberikan, dan mengecek kembali kebenaran dari jawaban yang telah diperoleh, serta tidak terbiasa menuliskan kesimpulan dari setiap masalah yang diberikan. Peserta langsung menuliskan penyelesaian dari masalah yang diberikan, tanpa menuliskan unsur-unsur yang diketahui, mengecek kembali kebenaran jawaban, serta menuliskan kesimpulan dari penyelesaian masalah.

Perkembangan kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada pertemuan II sudah mulai ada perubahan, tapi peserta didik masih belum terbiasa menuliskan kesimpulan dari penyelesaian masalah. Pertemuan III, IV, V, VI, dan VII perkembangan kemampuan pemecahan masalah peserta didik sudah sesuai dengan indikator yang diharapkan. Indikator pemecahan masalah tersebut yaitu: a). Memahami masalah, b). Merencanakan penyelesaian, 3). Menyelesaikan masalah sesuai rencana, dan d).

Melakukan pengecekan kembali terhadap semua langkah yang telah dikerjakan (menyimpulkan hasil).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* pada materi sistem persamaan linear dan kuadrat yang dirancang valid, praktis, dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMA. Berdasarkan simpulan di atas, maka perangkat pembelajaran berbasis *problem based learning* dapat dijadikan sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] BSNP. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 41 Tahun 2006*. Jakarta : Depdiknas.
- [2] Budiningsih, A. (2008). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [3] Kemdikbud. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2007*. Jakarta: Kemdikbud.
- [4] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- [5] Ronis, Diane. (2009). *Problem-Based Learning for Math and Science*. America: Skylight Professional Development.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP

¹Melati Ardeliza, ²Edwin Musdi, ³Yerizon

Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: melatiardeliza@rocketmail.com

²Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: win_musdi@yahoo.co.id

³Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

email: yerizon@yahoo.com

Abstract. This study originated from low mathematics achievement of learning objectives in terms of mathematical problem solving ability. This can be seen from the observation and analysis of the test results of students' mathematical problem solving ability. One way to overcome this problem is developing mathematics learning instruments based on contextual approach. In this research, learning instruments meant are lesson plans and students worksheets based on contextual approach. The purpose of this research is to produce mathematics learning instruments that valid, practice and effective. This type of research is research development by using Plomp model that consist of preliminary research, development or prototyping phase and assessment phase. In the preliminary research, researcher carried out a needs analysis, curriculum analysis, analysis of students and analysis of problems in mathematics learning. In development or prototyping phase, researcher design lesson plans and student worksheets based on contextual approach. The learning instruments validated by three mathematics education experts, an education technology expert and an Indonesian language expert. Practicality was seen through the results of the observation sheets of learning implementation analysis, interviews and questionnaire responses for students and teacher. Effectiveness was seen through the results of observation of activity analysis and student learning outcomes.

Keywords: Contextual Approach, Development, Learning Tools

Pendahuluan

Matematika adalah ilmu yang berperan penting dalam dunia pendidikan serta penghubung berbagai pengetahuan lainnya. Ilmu yang diperoleh tersebut dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, sistematis dan logis sehingga dapat membantu manusia dalam memahami dan menguasai permasalahan-permasalahan sosial, ekonomi dan alam. Banyak sekali kontribusi yang diberikan ilmu ini dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari yang sederhana sampai pada yang kompleks. Oleh karena itu matematika diajarkan mulai dari tingkat taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi.

Menyadari begitu pentingnya peran matematika, maka peningkatan kualitas pembelajaran matematika pada tiap jenjang pendidikan perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh. Berbagai usaha telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika seperti: menyempurnakan kurikulum, pelatihan pengajaran kepada guru, seminar pendidikan, serta perbaikan sarana dan prasarana. Tetapi usaha tersebut belum menunjukkan hasil yang maksimal, kualitas pembelajaran yang terjadi sekarang masih jauh dari yang diharapkan.

Berdasarkan observasi, pada saat proses pembelajaran terlihat bahwa guru langsung memberikan materi pada awal kegiatan pembelajaran, kemudian contoh soal, latihan, dan pada akhir pembelajaran diberi tugas (PR). Pada saat diberi latihan dan pekerjaan rumah masih banyak siswa yang tidak mengerjakan latihan yang diberikan oleh guru, bahkan dalam membuat latihan dan pekerjaan rumah kebanyakan siswa hanya mencontoh jawaban dari temannya karena malas maupun dengan alasan kurang mampu mengerjakannya sendiri. Akibatnya metode pembelajaran yang sudah diterapkan belum mampu mengembangkan kemampuan matematis masing-masing siswa secara optimal, terutama kemampuan pemecahan masalah.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kemampuan matematika yang berperan penting dalam keberhasilan siswa. Mengajarkan pemecahan masalah kepada siswa memungkinkan siswa itu menjadi lebih analitis di dalam hidupnya[1]. Ini berarti jika siswa dilatih menyelesaikan masalah, maka siswa itu akan mampu mengambil keputusan sebab siswa tersebut telah menjadi terampil tentang bagaimana mengumpulkan informasi yang relevan, menganalisis informasi dan menyadari betapa pentingnya memeriksa kembali hasil yang diperolehnya. Kenyataan di lapangan, siswa hanya menghafal konsep dan kurang mampu menggunakan konsep tersebut jika menemui masalah dalam kehidupan nyata yang berhubungan dengan konsep yang dimiliki[2]. Hal ini senada dengan hasil observasi yang menunjukkan tingkat keberhasilan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah masih rendah. keadaan ini disebabkan guru umumnya memberikan soal latihan yang mirip dengan contoh soal, yaitu soal-soal yang bisa diselesaikan dengan satu langkah saja dan soal-soal rutin. Akibatnya, siswa merasa kesulitan jika diberikan bentuk soal yang berbeda walaupun dengan konsep yang masih sama.

Hal ini didukung ketika diberikan soal mengenai pemecahan masalah matematis kepada siswa, sebagian besar siswa tidak bisa menyelesaikan soal tersebut. Berikut adalah soal pemecahan masalah yang diberikan pada siswa kelas VIII Negeri 6 X Koto Singkarak. Pada saat mengerjakan soal pemecahan masalah, banyak siswa terlihat bingung karena mereka kurang memahami cara mengerjakan soal tersebut. Hal ini disebabkan siswa tidak bisa mengidentifikasi langkah-langkah penyelesaian soal pemecahan masalah. Sehingga siswa sulit dalam memecahkan suatu persoalan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Lembar jawaban siswa tersebut diperiksa menggunakan rubrik penskoran kemampuan pemecahan masalah matematika. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa masih belum optimal. Hal ini bisa terlihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas VIII SMP Negeri 6 X Koto Singkarak

Soal	Skala	0	1	2	3	4
	Indikator					
I	Memahami Masalah	23,80%	28,57%	28,57%	19,04%	-
	Merencanakan Penyelesaian	28,57%	14,28%	33,33%	14,28%	9,52%
	Menyelesaikan Masalah	28,57%	19,04%	33,33%	9,52%	9,52%
	Memeriksa Kembali	57,14%	9,52%	19,04%	14,28%	-

Berdasarkan Tabel 1 di atas terlihat bahwa masih sedikit persentase siswa yang mencapai skor ideal. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang diwakili oleh empat indikator tersebut mengalami masalah.

Peneliti juga memberikan soal tes kemampuan pemecahan masalah tersebut di SMP Negeri 1 X Koto Singkarak dan SMP Negeri 8 X koto Singkarak. Hasil penilaian terhadap hasil kerja siswa di kedua sekolah tersebut hampir sama dengan hasil kerja siswa di SMP Negeri 6 X Koto Singkarak. Hasil kerja siswa juga menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa masih belum optimal. Sebagaimana terlihat pada tabel 2 dan Tabel 3 berikut

Tabel 2. Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas VIII SMP Negeri 1 X Koto Singkarak

Soal	Indikator \ Skala	0	1	2	3	4
		I	Memahami Masalah	45,45%	22,73%	13,63%	18,18%	-
	Merencanakan Penyelesaian	31,82%	27,27%	18,18%	13,63%	9,09%
	Menyelesaikan Masalah	36,36%	22,73%	9,09%	18,18%	13,63%
	Memeriksa Kembali	63,64%	13,63%	18,18%	4,54%	-

Tabel 3. Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas VIII SMP Negeri 1 X Koto Singkarak

Soal	Indikator \ Skala	0	1	2	3	4
		I	Memahami Masalah	60%	15%	20%	5%	-
	Merencanakan Penyelesaian	35%	25%	15%	15%	10%
	Menyelesaikan Masalah	25%	20%	20%	20%	15%
	Memeriksa Kembali	65%	20%	10%	5%	-

Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang rendah tidak bisa dibiarkan begitu saja, karena nantinya siswa akan sulit memahami materi selanjutnya. Keberhasilan belajar merupakan muara dari seluruh aktifitas yang dilakukan guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Guru harus berupaya secara optimal memahami berbagai faktor yang dapat menyebabkan terjadinya masalah dalam proses pembelajaran agar siswa berhasil dalam belajar terutama pada aspek kemampuan pemecahan masalah matematis. Berdasarkan permasalahan di atas, salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah menggunakan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual atau *Contextual Teaching and Learning (CTL)*. Hal ini dikarenakan pendekatan CTL bisa mendorong siswa untuk beraktivitas mempelajari materi pembelajaran sesuai dengan topik yang akan di pelajari, CTL juga dapat membantu pendidik untuk menghubungkan

materi pelajaran dengan situasi nyata pada proses pembelajaran yang melibatkan siswa dalam kelompok dan memotivasi siswa untuk membuat koneksi antara pengetahuan dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*) merupakan konsep belajar yang dapat membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata peserta didik dan mendorong antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat [3]. Pembelajaran kontekstual memiliki ciri-ciri dimana pemilihan informasi berdasarkan kebutuhan siswa, terintegrasi pada beberapa bidang lainnya, selalu mengaitkan informasi dengan pengetahuan awal yang telah dimiliki siswa serta menerapkan penilaian autentik melalui penerapan praktis dalam pemecahan masalah. Pembelajaran yang kontekstual mewujudkan proses pembelajaran yang lebih alamiah, lebih bermakna dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalaminya langsung. Dengan pendekatan kontekstual diharapkan siswa sadar bahwa yang mereka pelajari berguna bagi kehidupannya nanti[4].

CTL adalah sistem yang menyeluruh yang melibatkan siswa- siswa secara penuh dalam proses pembelajaran. CTL mencakup 7 komponen pembelajaran yaitu konstruktivisme (*construtivism*), menemukan (*inquiry*), bertanya (*questioning*), masyarakat belajar (*learning community*), pemodelan (*modeling*), refleksi (*reflection*), dan penilaian yang sebenarnya (*authentic assessment*)[5]. Dalam pembelajaran dengan pendekatan kontekstual, siswa mempelajari konsep-konsep matematika yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Hal tersebut akan memberikan pengaruh yang sangat kuat terhadap watak, sikap, dan pola pikir serta kemampuan siswa dalam menanggapi dan menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengimplementasikan pendekatan kontekstual tersebut dalam proses pembelajaran matematika maka diperlukan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan adalah LKS. Karena LKS sangat memungkinkan untuk mengarahkan siswa memahami konsep matematika melalui pembelajaran berbasis permasalahan kontekstual. Pembelajaran ini akan membekali siswa dalam menghadapi masalah sehari-hari. LKS yang baik dalam pembelajaran matematika akan memberi kesempatan yang seluas-luasnya kepada siswa untuk dapat mengembangkan kreativitas mereka dalam memecahkan suatu masalah. Agar LKS yang dikembangkan dapat terimplementasi dengan lebih praktis dan efektif, maka peneliti juga mengembangkan RPP yang memuat serangkaian kegiatan pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual. Peneliti memilih pengembangan RPP karena RPP merupakan pedoman atau panduan pelaksanaan proses pembelajaran yang sangat menentukan tindakan guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan melakukan penelitian tentang pengembangan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS berbasis Pendekatan Kontekstual. RPP yang akan disusun dalam penelitian yang akan dilakukan adalah RPP merujuk pada komponen-komponen dalam pembelajaran kontekstual. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif?. Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual untuk

meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*)[4]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi, wawancara dan tes kemampuan pemecahan masalah. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKS serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari angket siswa berupa karakteristik LKS seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi lingkaran kelas VIII SMP semester genap yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran SK, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan kontekstual pada materi lingkaran berupa RPP dan LKS.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKS berbasis pendekatan kontekstual.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 3 orang guru matematika kelas VIII SMPN 1 X Koto Singkarak, SMPN 6 X Koto Singkarak dan SMPN 8 X Koto Singkarak. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika dan observasi mengindikasikan kebutuhan siswa berupa pendekatan pembelajaran baru selain pembelajaran konvensional yang biasa digunakan di sekolah yang lebih mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Berdasarkan hasil tes awal kemampuan pemecahan masalah siswa diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa masih belum optimal. Pembelajaran berbasis Pendekatan Kontekstual dipilih sebagai intervensi karena berdasarkan teori pendekatan kontekstual dapat membantu untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Berdasarkan hasil wawancara juga diperoleh kesimpulan bahwa materi yang dipilih dalam pengembangan ini adalah materi lingkaran karena materi lingkaran

merupakan materi yang cukup sulit untuk dipahami siswa pada pokok bahasan di semester 2 di kelas VIII. Materi lingkaran dikatakan cukup sulit untuk dipahami siswa karena siswa akan menentukan model matematika dari soal cerita atau masalah matematika, panjang garis singgung sebuah lingkaran, garis singgung persekutuan dua lingkaran dan melukis garis singgung persekutuan dua lingkaran.

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang mampu membangun kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas VIII SMP pada materi Lingkaran, sehingga perlu dikembangkan lagi RPP dan LKS yang mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel kelas VIII SMP semester genap yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis PBL berupa RPP dan LKS. Penelitian yang akan dilakukan pada Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah siswa kelas VIII SMP pada materi Lingkaran berupa RPP dan LKS dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah berupa RPP dan LKS. Analisis kurikulum bertujuan untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan melihat kompetensi dasar yang bisa menggunakan pendekatan kontekstual. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Hudoyo, H. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta : P2LPTK.
- [2] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [3] Rusman. 2010. *Model-model Pembelajaran: mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- [4] Depdiknas. 2002. *Pendekatan Kontekstual (Contextual Teaching and Learning/CTL)*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Direktorat Pendidikan Lanjutan Pertama.

- [5] Suyadi. 2013. Strategi Pembelajaran Pendidikan Karakter. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [6] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands *Institute For Curriculum Development (SLO)*.

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA MATERI PYTHAGORAS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP

Sherlyane Hendri

Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: sherlyaneane@gmail.com

Abstract. Students' problem solving ability at any school is still in low category. That is due to student weakness to understand any mathematical problems that linked to the real life around them. One of any cause of this problem is mathematics lesson equipments development and its utilization by teacher are not optimal yet. To solve this problem, mathematics teachers should develop mathematics lesson equipments based on discovery learning for class VIII student at junior high school that satisfied validity, practicality, and effectiveness criteria. This research is a development research with Plomp model, that consist of preliminary research, prototyping stage, and assessment phase. In preliminary reasearch, researcher takes analysis of needs, analysis of curriculum, and analysis of mathematic concepts. Techniques of data collection through interview with teacher mathematics, questionnaire learners, curriculum analysis. Based on the analysis found that the needs of learners in the form of new learning model in addition to conventional learning are better able to increase problem solving ability of learners to achieve the desired goal then the required mathematics lesson equipments that consist of lesson study or Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) and worksheet learners or Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) based on discovery learning.

Kata Kunci: Discovery Learning, Lesson Equipments, Problem Solving Ability

Pendahuluan

Matematika merupakan suatu mata pelajaran yang berperan penting dalam menyongsong masa depan dan dunia kerja nantinya untuk berfikir dan berinisiatif serta melatih dalam menyelesaikan suatu permasalahan meskipun butuh waktu dan tenaga yang maksimal dalam penyelesaiannya. Matematika perlu diajarkan kepada peserta didik karena selalu digunakan dalam segala segi kehidupan, semua bidang studi memerlukan keterampilan matematika yang sesuai, merupakan sarana komunikasi yang kuat, singkat dan jelas. Selain itu matematika juga dapat digunakan untuk menyajikan informasi dalam berbagai cara, meningkatkan kemampuan berpikir logis, ketelitian dan kesadaran keruangan serta memberikan kepuasan terhadap pemecahan masalah yang menantang [1]. Mengingat pentingnya matematika, maka setiap peserta didik harus mempelajari matematika agar tercapai tujuan pembelajaran yang diharapkan.

Sejalan dengan perubahan zaman, tujuan pembelajaran matematika di Indonesia mengalami perubahan sesuai dengan kebutuhan. Rumusan tujuan pembelajaran matematika SMP/MTs sebagaimana dinyatakan Permendikbud No.58 tahun 2014 yakni 1) Memahami dan menjelaskan keterkaitan antar konsep, 2) Menggunakan pola sebagai dugaan dalam penyelesaian masalah, 3) Menggunakan penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika, 4) Mengkomunikasikan gagasan, penalaran serta mampu menyusun bukti matematika, 5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, 7) Memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dalam

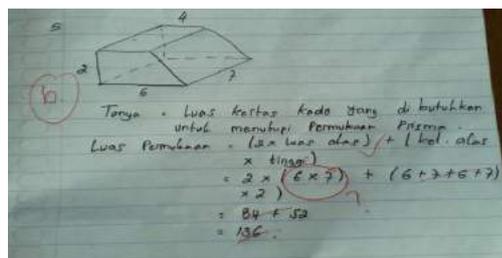
matematika dan pembelajarannya, 8) Melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan matematika, 9) Menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan Matematik [2]. Untuk mewujudkan tujuan tersebut maka peranan guru sangat diperlukan.

Telah banyak usaha yang dilakukan pemerintah dalam mengatasi permasalahan dalam bidang pendidikan matematika, diantaranya adalah meningkatkan kualitas guru dengan diadakannya seminar-seminar, mengembangkan dan memperbaharui kurikulum serta pemberian kesempatan kepada guru untuk mengikuti pendidikan lanjut. Semua usaha pemerintah tersebut diharapkan dapat meningkatkan mutu pendidikan matematika, namun faktanya peningkatan mutu pendidikan matematika masih belum optimal, hal ini terlihat dari hasil tes *Programme for International Student Assessment* (PISA).

Hasil tes PISA tahun 2009 tentang matematika, Indonesia hanya menduduki ranking 61 dari 65 negara peserta. Pada tahun 2012 peringkat Indonesia semakin turun menjadi peringkat 64 dari 65 negara peserta (www.kompas.com, 5 Desember 2013). Aspek yang dinilai dari PISA adalah kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran, dan kemampuan komunikasi. Hasil PISA tersebut memberi informasi bahwa mutu pendidikan matematika Indonesia belum menunjukkan peningkatan yang optimal. Selain itu kemampuan pemecahan masalah siswa masih rendah, banyak siswa yang tidak biasa menjawab materi ujian matematika yang berstanar international. Jika dilihat dari materi yang diujikan, materi tes yang diujikan adalah soal yang tidak rutin, yaitu soal dengan masalah matematis yang membutuhkan penalaran dan pemahaman konsep.

Tes kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut peserta didik untuk memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan mengecek kembali yang meliputi pembuktian jawaban itu benar dan menyimpulkan hasil jawaban. Penilaian untuk setiap butir soal tes pemecahan masalah mengacu pada indikator. Beberapa indikator kemampuan pemecahan masalah matematika menurut Sumarmo adalah sebagai berikut: 1) Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; 2) Merumuskan masalah matematika atau menyusun model matematika; 3) Menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam atau luar matematika; 4) Menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal; 5) Menggunakan matematika secara bermakna [3].

Rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa terlihat pada hasil ulangan harian siswa kelas VIII SMPN 15 Padang. Hal ini disebabkan karena siswa tidak dilibatkan secara langsung dalam penemuan konsep sehingga siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep, akibatnya siswa kerang mampu dalam memecahkan masalah. Ini terlihat dari contoh jawaban ulangan harian siswa terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh Jawaban Ulangan Harian Siswa

Berdasarkan gambar 1 terlihat siswa sudah benar dalam menuliskan rumus luas permukaan prisma namun siswa salah mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui. Siswa mengira bahwa alas prisma adalah sisi bawah dari bangun tersebut. Siswa juga kurang memahami konsep luas permukaan dan sifat-sifat prisma, sehingga siswa kesulitan atau keliru menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Siswa juga belum terlihat menginterpretasikan atau menuliskan kesimpulan jawaban yang diperoleh.

Kurangnya pemahaman konsep sangat berpengaruh terhadap rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa. Berdasarkan hasil wawancara pada seorang guru SMPN 34 Padang pada bulan maret 2015, juga diperoleh informasi bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa masih rendah salah satunya pada materi pythagoras. Pada materi Pythagoras sering kali siswa keliru dalam menentukan panjang salah satu sisi segitiga siku-siku jika sisi lainnya diketahui. Siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep dari teorema Pythagoras sehingga siswa sering kali salah dalam menentukan metode dalam menyelesaikan soal. Kurangnya pemahaman konsep inilah yang membuat siswa belum mampu menyelesaikan soal pemecahan masalah dengan benar.

Rendahnya tingkat pemahaman dan penguasaan materi siswa menyebabkan rendahnya hasil belajar siswa. Pemecahan masalah merupakan bagian kurikulum matematika yang sangat penting dalam proses pembelajaran maupun penyelesaian, siswa dimungkinkan memperoleh pengalaman menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah yang bersifat tidak rutin. Melalui kegiatan ini aspek-aspek kemampuan matematika penting seperti penerapan aturan pada masalah tidak rutin, penemuan pola, penggeneralisasian, komunikasi matematika dan lain-lain dapat dikembangkan secara lebih baik [4]. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan memecahkan masalah seyogyanya merupakan hasil utama atau target dari pembelajaran matematika. Guru dituntut menggali kreativitas dalam pembelajaran di kelas agar kemampuan berpikir siswa senantiasa terbangun, sebaiknya guru menggunakan model pembelajaran yang dapat mengaktifkan siswa dalam mengembangkan pola pikirnya sehingga hasil belajar siswa bisa menjadi baik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan 3 orang guru matematika dan observasi yang dilakukan di SMPN 7 Padang, SMPN 15 Padang dan SMPN 34 Padang, peneliti mendapati realitas yang terjadi di sekolah diantaranya masih cukup banyak peserta didik kurang memahami materi dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil pengamatan ini juga terlihat bahwa pembelajaran hanya terpusat pada guru sehingga selama proses pembelajaran peserta didik kurang berpartisipasi, serta banyak peserta didik yang kurang memperhatikan saat guru menjelaskan materi pelajaran. Selain itu, pembelajaran yang berlangsung belum memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi sendiri pengetahuannya dalam membangun atau menemukan suatu konsep materi. Proses pembelajaran seperti ini akan membuat siswa cenderung menghafal materi atau rumus matematika tanpa memahami konsep dan keterkaitan antar konsep. Latihan yang diberikan guru berupa soal-soal rutin yang mengakibatkan peserta didik kurang memahami masalah-masalah matematika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan di sekolah belum memadai untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Berdasarkan pendapat guru matematika pada tahap wawancara diperoleh hasil bahwa LKS yang digunakan di sekolah cukup membantu untuk memberikan banyak soal latihan dan tugas di rumah

tetapi kebanyakan soal ditekankan untuk proses berhitung. LKS yang digunakan siswa lebih cenderung langsung menyajikan konsep maupun prinsip tanpa adanya proses untuk memperolehnya sehingga siswa tidak terbiasa menggunakan keterampilan berpikir dalam menemukan konsep dan memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Materi Pythagoras merupakan salah satu materi pembelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Materi ini juga sangat penting karena merupakan materi prasyarat untuk pembelajaran matematika di jenjang berikutnya misalnya pada materi luas dan volume bangun ruang. Keterampilan memecahkan masalah yang berhubungan dengan pythagoras akan menjadi bekal bagi peserta didik dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Mengatasi permasalahan dalam pembelajaran matematika tersebut, maka dibutuhkan suatu perangkat pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk menemukan konsep dari materi yang dipelajari secara bermakna. Hal ini dapat dilakukan guru dengan merancang suatu kegiatan pembelajaran yang dapat mendorong siswa dalam menggunakan pola pikirnya. Salah satu model pembelajaran yang dapat diadopsi oleh guru yakni *discovery learning*. *Discovery learning* merupakan proses belajar yang di dalamnya tidak disajikan suatu konsep dalam bentuk jadi (final), tetapi siswa dituntut untuk mengorganisasi sendiri cara belajarnya dalam menemukan konsep [5]. Model *discovery learning* lebih menekankan peran aktif siswa baik fisik maupun mental dalam proses pembelajaran. Guru berperan sebagai pembimbing dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara aktif, sebagaimana pendapat guru harus dapat membimbing dan mengarahkan kegiatan belajar siswa. Kondisi seperti ini ingin merubah kegiatan belajar mengajar yang *teacher oriented* menjadi *student oriented*. *Discovery learning* merupakan kegiatan pembelajaran yang menuntut guru kreatif menciptakan situasi yang dapat membuat peserta didik belajar aktif menemukan pengetahuan sendiri [6]. Untuk merencanakan pengajaran dengan metode penemuan hendaknya diperhatikan bahwa: a) Aktivitas siswa untuk belajar sendiri sangat berpengaruh; b) Hasil (bentuk) akhir harus ditemukan sendiri oleh siswa; c) Prasyarat-prasyarat yang diperlukan sudah dimiliki siswa; d) Guru hendaknya bertindak sebagai pengarah dan pembimbing saja, bukan pemberitahuan [4].

Model *discovery learning* akan terlaksana dengan baik, jika pelaksanaannya sesuai dengan langkah-langkah yang harus ada pada pembelajaran *discovery learning*. Langkah-langkah tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Hosnan yaitu a) Stimulasi/pemberian ransangan; b) Identifikasi masalah; c) Pengumpulan data; d) Pengolahan data; e) Pembuktian; e) Menarik Kesimpulan [7]. Melalui langkah-langkah tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam proses pembelajaran menggunakan model *discovery learning* ini, siswa mendapatkan permasalahan atau informasi yang lengkap dari guru. Selanjutnya siswa mengumpulkan data yang ada dari informasi yang disajikan, dan memproses data tersebut hingga memperoleh suatu prakiraan jawaban. Prakiraan jawaban siswa tidak selalu benar, oleh sebab itu dilakukan kegiatan pembuktian kebenaran temuan siswa untuk meyakinkan atau menguatkan bahwa hasil temuan siswa telah benar, selanjutnya diakhiri dengan menarik kesimpulan.

Penggunaan Model *discovery learning* dalam proses pembelajaran matematika memiliki beberapa keuntungan, yakni sebagai berikut: a) Siswa dapat berpartisipasi aktif dalam pembelajaran yang disajikan; b) Menanamkan sikap mencari-temukan; c) Mendukung kemampuan pemecahan masalah siswa; d) Materi yang dipelajari dapat mencapai tingkat kemampuan yang tinggi dan lebih lama membekas karena siswa dilibatkan dalam proses penemuan; e) Pengetahuan bertahan lama dan mudah diingat;

f) Melatih keterampilan-keterampilan kognitif siswa untuk menemukan dan memecahkan masalah tanpa pertolongan orang lain [7].

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran yang menggunakan model *discovery learning* peserta didik terlibat secara aktif dalam melakukan penemuan dan guru aktif memberikan bimbingan secara bertahap dan menciptakan lingkungan yang memungkinkan peserta didik melalui proses penemuan. Selama proses penemuan peserta didik mendapat bimbingan guru baik berupa lisan maupun petunjuk tertulis yang dituangkan dalam bentuk LKS. LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah [8]. LKS merupakan sarana untuk menyampaikan konsep kepada siswa baik secara individual maupun kelompok kecil yang berisi petunjuk untuk melakukan berbagai kegiatan [9]. Penggunaan LKS ini dapat membuat peserta didik terlibat aktif dengan materi yang dipelajari dan memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik dalam mengerjakan soal. Pada proses pembelajaran menggunakan LKS dapat meningkatkan keaktifan peserta didik sehingga dapat diindikasikan hasil belajar peserta didik akan menjadi meningkat [10]. Oleh sebab itu, penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti memberikan suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning*. Maka disusun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [11]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKS serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari wawancara siswa berupa karakteristik LKS yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar. Dari observasi pembelajaran juga dilakukan analisis siswa. Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, dan motivasi terhadap mata pelajaran.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari

cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi Pythagoras kelas VIII SMP semester ganjil yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis SK dan KD dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran SK, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah pada materi pythagoras berupa RPP dan LKS.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKS berbasis *discovery learning*. Isi dan materi pelajaran dijelaskan dengan peta konsep.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 3 orang guru matematika kelas VIII SMP, yakni SMPN 7, SMPN 15 dan SMPN 34 Padang dan wawancara kepada 5 orang siswa di dua sekolah berbeda yakni tiga orang siswa SMPN 15 Padang dan dua orang siswa SMPN 34 Padang serta melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas dan penggunaan perangkat pembelajaran oleh guru dan siswa. Berdasarkan observasi pelaksanaan pembelajaran, terlihat bahwa guru lebih mendominasi pembelajaran. Penyampaian pelajaran melalui metode ceramah dan pemberian tugas. Siswa hanya memperhatikan guru menerangkan pelajaran sehingga siswa kurang aktif dalam pembelajaran, belum terlihat adanya kegiatan yang memfasilitasi siswa dalam membangun sendiri konsep. Berdasarkan hasil wawancara siswa juga diperoleh informasi bahwa siswa seringkali bosan memperhatikan penjelasan guru. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam membangun sendiri konsep sehingga konsep materi lebih melekat dalam ingatan siswa.

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan LKS yang mampu memfasilitasi siswa mengembangkan ide dan pola pikirnya dalam membangun sendiri konsep materi dan menggali kemampuan pemecahan masalah siswa, sehingga perlu dikembangkan RPP dan LKS yang mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Berdasarkan pengamatan diperoleh fakta bahwa siswa tidak menggunakan LKS dalam mempelajari materi dan hasil wawancara menyatakan bahwa guru memang hanya menggunakan LKS dalam pembelajaran sebagai latihan di sekolah dan pekerjaan rumah. Selain itu, guru tidak mampu membuat LKS sendiri. Guru berkeberatan membuat LKS karena waktu dan biaya yang digunakan untuk membuat LKS cukup besar sedangkan sekolah tidak menyediakan dana lebih untuk menunjang pembiayaan tersebut. Hal tersebut yang menyebabkan guru belum membuat LKS sendiri.

LKS yang digunakan siswa berisi ringkasan materi pelajaran, contoh soal dan soal latihan. Peneliti belum menemui LKS matematika untuk kelas VIII yang dapat menyebabkan siswa aktif dalam menemukan sendiri konsep materi yang dipelajari. Selain itu, belum terlihat adanya pengaitan konsep yang dipelajari dengan kehidupan nyata. Tampilan penyajian materi pada LKS tersebut juga berpotensi menimbulkan

kebingungan dan kebosanan, hal ini dikarenakan jarak antara baris terlalu rapat dan susunan penulisan yang kurang rapi. Kemudian dilakukan diskusi dengan guru sekaligus menunjukkan contoh rancangan LKS berbasis *discovery learning* untuk materi menentukan jenis-jenis segitiga jika diketahui panjang sisinya. Ternyata guru sangat mengapresiasi LKS berbasis *discovery learning* ini.

Guru sangat mendukung tentang pemilihan *discovery learning* sebagai model pembelajaran yang cocok untuk diterapkan pada pembelajaran matematika, khususnya pada kelas VIII SMP. Hal ini menunjukkan bahwa *discovery learning* merupakan model pembelajaran yang cocok dipilih sebagai landasan dalam mengembangkan LKS matematika untuk kelas VIII SMP. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan gambaran mengenai kriteria perangkat pembelajaran yang dibutuhkan untuk mendukung proses pembelajaran adalah perangkat yang dapat mengaitkan materi dengan permasalahan nyata dan memfasilitasi siswa untuk menemukan sendiri konsep yang dipelajari. Hal inilah yang dijadikan pedoman dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* dalam penelitian ini.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum difokuskan pada analisis Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD). Analisis kurikulum bertujuan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* untuk siswa kelas VIII SMP. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis silabus mata pelajaran matematika kelas VIII SMP, dirumuskan beberapa indikator yang dapat dilihat pada tabel 1.

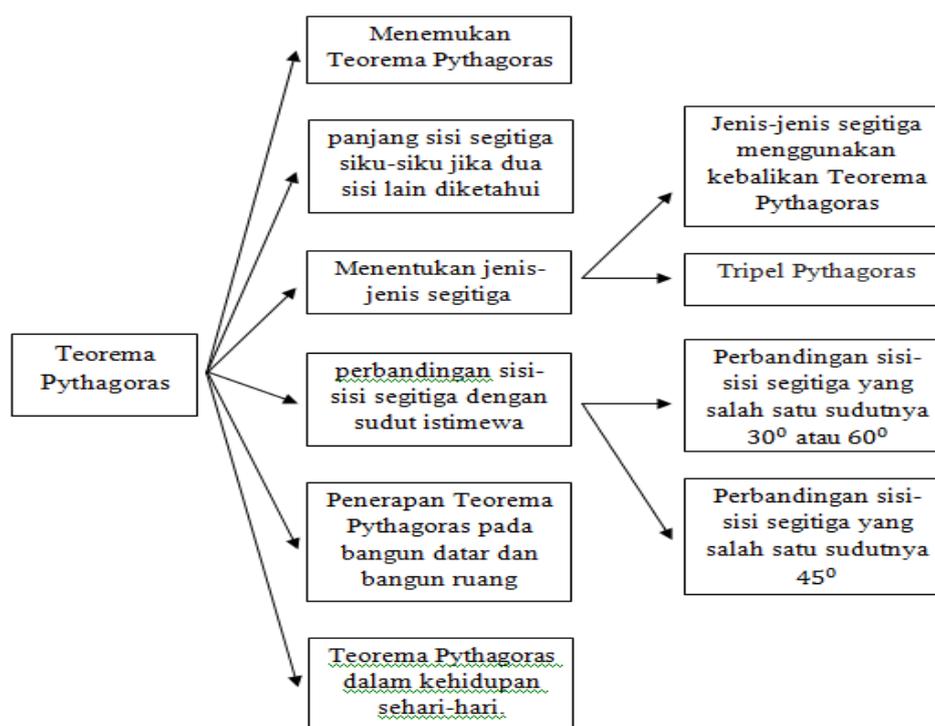
Tabel 1. Indikator Pencapaian Kompetensi Setelah Dilakukan Analisis

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3. Menggunakan Teorema Pythagoras dalam pemecahan masalah.	3.1. Menggunakan teorema Pythagoras untuk menentukan panjang sisi-sisi segitiga	3.1.1. Menemukan Teorema Pythagoras.
		3.1.2. Menghitung panjang sisi segitiga siku-siku jika dua sisi lain diketahui.
		3.1.3. Menentukan jenis segitiga jika diketahui panjang sisi-sisinya.
		3.1.4. Menghitung perbandingan sisi-sisi segitiga dengan sudut istimewa.
	3.2. Memecahkan masalah pada bangun datar yang berkaitan dengan Teorema Pythagoras.	3.2.1. Menggunakan Teorema Pythagoras pada bangun datar dan bangun ruang.
		3.2.2. Menerapkan Teorema Pythagoras dalam kehidupan sehari-hari.

Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada SK dan KD yang terdapat di dalam silabus yang digunakan guru. Pada silabus yang digunakan guru, indikator 3.1.3 ditulis menentukan kebalikan teorema pythagoras sedangkan tujuan pada indikator ini adalah siswa mampu menentukan jenis segitiga dan tripel pythagoras.

Sehingga untuk indikator 3.1.3 diubah menjadi menentukan jenis segitiga jika diketahui panjang sisinya. Selain itu, KD 3.2 yang dikembangkan guru hanya memuat satu indikator yakni menggunakan teorema pythagoras pada bangun datar. KD 3.2 dikembangkan peneliti menjadi tiga indikator seperti terlihat pada tabel 26. Indikator pencapaian kompetensi dipertimbangkan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam proses pembelajaran. Setelah mempelajari SK, KD, dan merumuskan indikator pencapaian kompetensi serta tujuan pembelajaran pada materi pythagoras, diperoleh bahwa materi ini bisa ditemukan siswa melalui pembelajaran dengan sintaks *discovery learning*.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun materi dalam teorema pythagoras yaitu menemukan teorema pythagoras, panjang sisi segitiga siku-siku jika dua sisi lain diketahui, jenis-jenis segitiga menggunakan kebalikan teorema pythagoras, tripel pythagoras, Menghitung perbandingan sisi-sisi segitiga dengan sudut istimewa, Teorema Pythagoras pada bangun datar dan bangun ruang, penerapan Teorema Pythagoras dalam kehidupan sehari-hari. Berikut ini digambarkan peta konsep dari Teorema Pythagoras.



Gambar 2. Peta konsep Teorema Pythagoras

Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa, yang meliputi usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemui siswa dalam memahami LKS yang dipakai dalam pembelajaran matematika. Untuk mempelajari karakteristik siswa dilakukan wawancara pada siswa dan pengamatan pada saat pembelajaran. *Pertama*, hasil pengamatan menunjukkan bahwa siswa memiliki rasa ingin tahu yang tinggi. *Kedua*, selama pembelajaran sebagian siswa tidak fokus memperhatikan penjelasan guru. Hal ini terlihat ketika guru menjelaskan pelajaran. Beberapa siswa melihat-lihat ke jendela, minta izin ke luar kelas, berbicara dengan teman, dan sebagainya. *Ketiga*, siswa suka berdiskusi. Pada saat guru menjelaskan pelajaran, siswa yang tidak fokus, terlihat berdiskusi dengan temannya.

Diskusi yang dilakukan oleh siswa adalah hal di luar materi yang diajarkan. *Keempat*, siswa mudah lupa terhadap konsep yang telah dipelajari. Hal ini terlihat pada saat guru menggali ingatan siswa tentang materi pada pertemuan sebelumnya, banyak siswa yang diam atau tidak menjawab.

Hasil wawancara yang dilakukan kepada tiga orang siswa kelas VIII SMPN 15 Padang menunjukkan informasi, yang *pertama* siswa menyukai gambar-gambar, dan lebih menyukai warna-warna yang terang seperti biru, hijau, merah muda. *Kedua*, siswa sering merasa bosan, dan untuk menghilangkan kebosananannya mereka izin keluar, bicara dengan teman sebangku, melihat keluar dan mencoret-coret bukunya. Kemungkinan hal tersebut juga disebabkan karena metode yang digunakan guru masih monoton dan membosankan untuk siswa. Berdasarkan karakteristik tersebut, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa ke arah yang lebih positif. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis *discovery learning* yang berisi kegiatan siswa dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan. Bahasa dan penggunaan kalimat pada LKS disesuaikan dengan tingkat perkembangan siswa kelas VIII SMP, sehingga siswa lebih mudah mempelajari LKS. Penyajian LKS juga didesain menggunakan warna-warna yang cerah, yang membuat siswa lebih bersemangat.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* pada pythagoras untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas VIII SMP berupa RPP dan LKS dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* berupa RPP dan LKPD. Hasil dari analisis kurikulum yaitu terdapat perubahan indikator pencapaian kompetensi untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan pencapaian tujuan yang diharapkan. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai. Hasil analisis siswa yaitu mengetahui karakteristik siswa, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Berdasarkan karakteristik tersebut, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa ke arah yang lebih positif. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis *discovery learning* yang berisi kegiatan siswa dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik siswa kelas VIII SMP.

Daftar Pustaka

- [1] Risnawati. 2008. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Pekanbaru: Suska Press.
- [2] Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014. *Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [3] Sumarmo. 2003. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [4] Suherman, Erman dkk. 2003. *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*. Bandung : JICA-universitas Pendidikan Indonesia.
- [5] Bell, Frederick H. 1981. *Teaching and Learning Mathematics*. America. Publishing Company.
- [6] Mulyatiningsih, Dr.Endang 2011. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung : ALFABETA
- [7] Hosnan, Dr. M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor : Ghalia Indonesia
- [8] Prayitno, Edi. 2003. *Materi Diklat Pedoman Pengembangan System Penilaian*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- [9] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- [10] Toman. 2013. *Extended Worksheet Developed According to 5E Model Based on Constructivist Learning Approach*. Internasional Journal on New Trends in Education and Their Implications.
- [11] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *INQUIRY* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIKA PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP

Mayona Chantika¹

¹Mahasiswa Program Pascasarjana UNP.

e-mail: mayonachantika@yahoo.com

Advisor: 1. Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc.,

2. Dr. Darmansyah, M.Pd

Abstract : Based on preliminary observations in the field, Data showed on the circumstances of Mathematics learning in several of junior high schools in Pekanbaru. The writer finding learning device which exist can still be optimized, It is seen from RPP and LKPD that used has not involve yet students actively in learning activities. Not optimal yet the learning device result low of student's mathematical reasoning ability. This is accordance with the results of interviews with teachers that student have not been accustomed to finding their own understanding and teachers did not facilitate yet students to explore ideas they have. Likewise, based on observations and interviews of the writer with some math teacher and several students of junior high school Pekanbaru, during mathematics learning, especially students of class VIII did not use yet *inquiry learning*. *Inquiry* is learning which emphasizes the process of searching and finding. Problem formulation in this study is: how is the development process and the results of the device learning *inquiry-based* to enhance students mathematical reasoning ability of class VIII junior high school that valid, practical, and effective ?.

The objective of this developing study are: Generate the learning device *inquiry-based* which valid, practical, and effective to improve students mathematical reasoning abilities of class VIII junior high school. This study use Plomp and Nieveen (2013) model which consist of three phases, namely: (1) preliminary research, (2) development or prototyping phase, and (3) assessment phase. This model was chosen because it is more accurate in view how the development processes and outcomes of learning device that valid, practical and effective and also easy to understand. Subject Tests in this study is VIII class of junior high school 029 Pekanbaru in the second half of the material.

The products that will be developed in this study was RPP and LKPD which will be evaluated through several stages, namely: (1) *Self-evaluation*, (2) *Expert review*, (3) *One-to-one evaluation*, (4) *Small group evaluation* and (5) *Field test*. The result of the evaluation will be in the form of suggestions, comments and ratings as input to revise and enhance the development of learning device. Based on a series of experiments performed is expected learning device that valid, practical, and effective so as to increase students learning activity and students mathematical reasoning ability.

Keyword: *The Development of learning device, Mathematical Reasoning Ability, Inquiry, Plomp and Nieveen model.*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan mata pelajaran yang mempunyai peranan penting baik untuk matematika itu sendiri maupun ilmu lainnya. Mengingat pentingnya matematika, maka pelajaran matematika diajarkan kepada peserta didik mulai dari bangku sekolah dasar sampai bangku perkuliahan. Penguasaan matematika yang kuat sejak dini akan menunjang keberhasilan peserta didik dalam menghadapi kehidupan yang selalu berkembang.

Tujuan pembelajaran matematika berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 58 Tahun 2014 mencakup beberapa aspek diantaranya: pemahaman konsep, penalaran dan penyelesaian/pemecahan masalah, mengkomunikasikan ide-ide, menyelesaikan masalah menggunakan strategi pemecahan/penyelesaian masalah dan aspek lainnya. Berdasarkan tujuan tersebut, dapat dipahami bahwa kemampuan penalaran merupakan salah satu hal penting yang harus dimiliki peserta didik dalam pembelajaran matematika. Kemampuan penalaran matematika peserta didik merupakan kemampuan peserta didik dalam mengemukakan argumen logis berdasarkan fakta dan sumber yang relevan.

Kualitas dan keberhasilan pembelajaran matematika salah satunya dipengaruhi oleh ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai. Hal ini dikarenakan perangkat pembelajaran merupakan sumber penting untuk pencapaian tujuan pembelajaran. Perangkat pembelajaran berfungsi untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Perangkat pembelajaran terdiri dari silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan ajar, dan lembar penilaian.

Silabus merupakan salah satu produk pengembangan kurikulum berisikan garis-garis besar materi pelajaran, kegiatan pembelajaran, dan rancangan penilaian. Langkah-langkah penyajian silabus secara lengkap dan sistematis dikemas dalam bentuk RPP. RPP disusun untuk setiap KD yang dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih (Depdiknas:2008). Kegiatan pembelajaran dalam RPP disusun dengan mengutamakan proses pembelajaran secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif selama pembelajaran.

Komponen rencana pembelajaran yang memegang peranan penting adalah materi ajar. Guru harus mampu memilih materi ajar dari berbagai sumber belajar dan mengorganisasikannya ke dalam bahan ajar, sehingga Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) tercapai dengan baik. Panduan yang digunakan peserta didik untuk memahami perolehan informasi pembelajaran disusun dalam bentuk Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) yang sebelumnya disebut LKS. LKPD merupakan lembaran yang berisi petunjuk bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan secara jelas. Penyusunan LKPD dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik, materi, dan kemampuan kognitif peserta didik.

Berdasarkan hasil survey di beberapa SMP di kota Pekanbaru yaitu SMP N 006 Pekanbaru tanggal 28 Juli 2015, SMP N 015 Pekanbaru tanggal 30 Juli 2015, SMP N 029 Pekanbaru tanggal 29 Juli 2015, dan SMP N 030 Pekanbaru tanggal 31 Juli 2015 ditemukan bahwa perangkat pembelajaran yang ada masih bisa dioptimalkan untuk melibatkan peserta didik secara aktif. Hal ini dapat dilihat dari RPP dan LKPD yang digunakan. RPP belum menggunakan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif. Langkah pembelajaran yang dibuat merupakan langkah-langkah kegiatan yang rutin, yaitu: peserta didik diberikan konsep, pemberian contoh soal, dan mengerjakan latihan yang ada pada buku cetak. Sehingga peserta didik kurang diberi kesempatan untuk melakukan aktivitas belajar seperti: membaca LKPD atau sumber belajar yang disediakan terlebih dahulu, berdiskusi dan mengemukakan pendapat dalam mengerjakan latihan, dan menarik kesimpulan dari pembelajaran. Ini menunjukkan kalau aktivitas belajar peserta didik masih bisa dioptimalkan.

Kenyataan lain yang ditemukan yaitu sumber belajar masih terbatas pada buku paket dan LKPD dari penerbit. Guru hanya menggunakan LKPD yang telah disediakan sekolah. Teknik penyajian materi pada LKPD belum melibatkan peserta didik secara aktif dalam melakukan penemuan-penemuan guna membangun konsep terhadap materi

yang dipelajarinya dan meningkatkan kemampuan penalarannya. Oleh karena itu guru sebaiknya membuat LKPD sendiri yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan peserta didik. Sejalan dengan Prastowo (2012:205) yang menjelaskan empat fungsi LKPD yaitu: (a). Mampu meminimalkan peran guru, namun lebih mengaktifkan peserta didik, (b). Mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan, (c). sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih, (d)Memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika Kelas VIII SMP Negeri 006 Pekanbaru yaitu Ibu Linda Wati,S.Pd tanggal 28 Juli 2015, guru pernah membuat LKPD tetapi hanya berisi soal latihan yang akan dikerjakan oleh peserta didik, setelah itu guru tidak ada membuat LKPD lagi karena kurangnya ketersediaan waktu dan dana yang dibutuhkan. Dapat disimpulkan bahwa LKPD yang digunakan masih bisa dioptimalkan untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik

Untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran matematika tersebut, dibutuhkan suatu perangkat pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran sehingga meningkatkan aktivitas dan kemampuan penalaran matematika peserta didik. Perangkat pembelajaran yang sesuai dengan materi dan kebutuhan peserta didik tersebut adalah perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* terdiri dari RPP dan LKPD.

Inquiry merupakan salah satu model pembelajaran atau kegiatan penyajian materi pelajaran untuk memperoleh pengetahuan yang dilakukan dengan cara menyelidikinya sendiri. Sanjaya (2008:196) mengatakan bahwa “pembelajaran *inquiry* adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berfikir secara kritis dan analisis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan”. Terlihat bahwa model ini memberi kesempatan peserta didik untuk mencari dan menemukan sendiri apa yang dibutuhkannya. Dalam model *inquiry* ini, peserta didik didorong untuk belajar melalui keterlibatan aktif mereka sendiri dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, dan guru mendorong peserta didik untuk memiliki pengalaman dan melakukan percobaan yang memungkinkan peserta didik menemukan pengetahuannya. Sehingga pada perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* ini membuat peserta didik berpikir secara mandiri, kemudian turut mengambil bagian dalam proses mendapatkan pengetahuan yang akan membuat peserta didik menyadari bahwa mengetahui adalah suatu proses, bukan suatu produk.

Dengan adanya perangkat pembelajaran berbasis *Inquiry* ini, guru diharapkan mampu menuntun peserta didik untuk terlibat aktif dalam melakukan penemuan-penemuan terhadap konsep materi yang akan dipelajari. Guru berperan sebagai orang yang mengarahkan dan membimbing peserta didik dalam melakukan penemuan-penemuan. Dengan demikian diharapkan aktivitas dan kemampuan penalaran matematika peserta didik dapat meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD berbasis *Inquiry* yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan peserta didik. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* diharapkan dapat meningkatkan aktivitas dan kemampuan penalaran matematika peserta didik. Maka rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif?. Dan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil dari pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis, dan efektif.

2. Metode Pengembangan

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model Plomp yang terdiri dari 3 tahapan, yaitu tahap investigasi awal (*preliminary research*), tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*Development or Prototyping Phase*) dan tahap penilaian (*assessment phase*), (Plomp and Nieveen, 2013: 30). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran di sekolah baik itu yang dihadapi oleh guru maupun peserta didik. Pengumpulan informasi dilaksanakan dengan melakukan wawancara dengan guru dan mengobservasi pelaksanaan pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan dijadikan sebagai pertimbangan dalam merancang perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik kelas VIII.

Selanjutnya pada *preliminary research* terdapat analisis peserta didik yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Karakteristik ini meliputi kemampuan akademis yang diperoleh berdasarkan informasi dari guru, kesulitan yang dihadapi peserta didik serta kegemaran peserta didik terhadap LKPD yang berwarna. Untuk mengetahui karakteristik peserta didik dilakukan dengan cara memberikan angket kepada beberapa peserta didik kelas VIII SMP.

Pada *preliminary research* juga terdapat analisis kurikulum yang dilakukan dengan menelaah kurikulum yang digunakan sekolah untuk mata pelajaran matematika SMP kelas VIII untuk materi pelajaran matematika. Hasil analisis ini dijadikan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *inquiry*. Analisis kurikulum ini dilanjutkan dengan analisis konsep dengan melakukan kegiatan merinci dan menyusun secara sistematis materi-materi yang akan dipelajari oleh peserta didik. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menyiapkan aspek-aspek yang berhubungan perancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil dari *preliminary research*, maka dirancang perangkat pembelajaran pada *development or prototyping phase* atau tahap pengembangan dan pembuatan prototipe. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik. Tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping phase*) terdiri dari tahap *self evaluation*, *expert review*, *one-to-one evaluation*, dan *small group evaluation*. *Self evaluation* atau evaluasi diri merupakan tahap yang dilaksanakan untuk mengevaluasi perangkat yang sudah dirancang oleh peneliti sendiri. Tujuannya untuk mengecek ulang kesalahan-kesalahan yang dapat terlihat jelas pada perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Setelah perangkat pembelajaran yang dirancang diyakini sesuai dengan harapan dan kebutuhan, selanjutnya dilakukan tahap *expert reviews* atau penilaian oleh para ahli dengan meminta beberapa ahli atau pakar yang relevan untuk memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat yang telah dirancang dengan memvalidasi perangkat yang dikembangkan tersebut. Para ahli atau pakar yang melakukan penilaian terdiri atas beberapa ahli di bidang matematika, ahli bahasa, dan desain pembelajaran. Dalam hal ini peneliti akan meminta penilaian dari 3 orang dosen Matematika, 1 orang ahli Bahasa Indonesia, dan 1 orang dosen Teknologi Pendidikan. Jika perangkat pembelajaran sudah dinyatakan valid oleh para ahli, maka selanjutnya dilakukan uji coba untuk mengevaluasi perangkat pembelajaran matematika. Evaluasi perangkat pembelajaran matematika tersebut adalah Evaluasi satu-satu atau (*One-to-One Evaluation*). Evaluasi ini dilakukan terhadap tiga orang peserta didik kelas VIII. Tujuan evaluasi satu-satu

adalah untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan seperti tata bahasa yang kurang dimengerti, kemungkinan ejaan yang masih salah, petunjuk yang kurang jelas, dan kesesuaian-kesesuaian gambar atau tampilan visual serta kemenarikan tampilan. Selanjutnya perangkat diujicobakan dalam kelompok kecil yang terdiri dari enam-sembilan orang peserta didik kelas VIII SMP. Tujuan evaluasi ini adalah untuk mengidentifikasi kekurangan dari perangkat pembelajaran yang dirancang.

Setelah melalui tahap pengembangan dan pembuatan prototipe, proses pengembangan dilanjutkan pada tahap penilaian (*assessment phase*). Pada tahap ini dilakukan uji lapangan atau *field test* pada kelas VIII SMP untuk melihat praktikalitas dan efektivitas perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematika peserta didik. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan peserta didik, lembar observasi, pedoman wawancara, hasil tes akhir dan lembar observasi aktivitas peserta didik.

3. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan aktivitas belajar peserta didik kelas VIII SMP.

Daftar Rujukan

- [1] Dahlan, J.A. (2004). *Meningkatkan Kemampuan Penalaran dan Pemahaman Matematik Peserta didik Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama melalui Pendekatan Open-Ended* (Disertasi). Bandung: UPI Bandung.
- [2] Depdiknas. 2008. Kurikulum Pendidikan Dasar Bidang Studi Matematika. Jakarta: Pusat perbukuan depdiknas.
- [3]. Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud
- [4]. Nieveen, Nienke. 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- [5] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Education Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).
- [6] Hartono. 2011. *Metodologi Penelitian*, Pekanbaru: Zanafa.
- [7] Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press.
- [8] Sanjaya, Wina. 2008. *Perencanaan dan Desain Sistem Perencanaan*. Jakarta: Kencana Media Prenada Media Group.
- [9] Shadiq, Fadjar. 2009. *Kemahiran Matematika*. Yogyakarta: Dediknas Direktorat Jendral Peningkatan Mutu pendidik dan Tenaga Kependidikan Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga kependidikan Matematika
- [10] Tessmer, Martin. *Planning and Conducting Formative Evaluation*. London
- [11] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *GUIDED INQUIRY* UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA

Artita Salmi¹, Yerizon², dan Hendra Syarifuddin³

¹ Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

^{2,3} Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

e-mail: artitasalmi@yahoo.com

Abstract : Students are not optimal actively involved in scientific thinking and reinvent the concept of learning itself. This has caused student's activities and student outcomes is low. One of the methods to overcome this problem is by developing devices based guided inquiry learning of mathematics in the material system of linear equations and inequalities. The type of this research is the development research by modifying the 4D model, consisting of the definition phase, design phase and the development phase. At the stage of defining phase some analysis are done such as curriculum, students' concepts and student itself. The next stage is design phase and then it is continued by the development phase. In the last stage some activities are done such as evaluation, validation which is done by experts, individual evaluation, the evaluation of small group and large group in class X. This trial was conducted to see the practicality and effectiveness of the lesson equipment. The effectiveness can be seen from the activity and student learning outcomes. The data is analyzed descriptively. The result of this research showed that the lesson equipment base guided inquiry in the material of the system linear equations and inequalities can be declared that it is valid, practical and effective.

Keyword : *Guided inquiry, Lesson equipment in mathematics learning based on guided inquiry, Learning Outcomes*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang dikaitkan dengan kecerdasan bangsa yang berperan besar dalam menunjang ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga menggugah para pendidik untuk dapat merancang dan melaksanakan pendidikan yang lebih terarah pada penguasaan konsep matematika. Pembelajaran matematika bertujuan untuk membekali siswa kemampuan berfikir logis, analitis, sistematis, kritis, kreatif dan mampu bekerjasama. Oleh karena itu, mutu pembelajaran matematika harus lebih ditingkatkan lagi.

Fakta menunjukkan, menurut hasil penelitian tim *Programme of International Student Assessment* (PISA) pada tahun 2012 Indonesia menduduki peringkat 64 dari 65 negara^[6]. Hal ini merupakan suatu indikasi bahwa kemampuan matematika siswa Indonesia masih rendah dan belum berkembang sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada tanggal 13 mei 2015 di Madrasah

Aliyah Negeri (MAN) Salido, diketahui bahwa pembelajaran yang dilakukan belum optimal melibatkan siswa secara aktif beraktivitas, berfikir ilmiah dalam melakukan kegiatan-kegiatan penemuan konsep belajar secara mandiri. Hal ini disebabkan perangkat pembelajaran yang tersedia juga kurang memfasilitasi siswa untuk aktif. Sehingga hasil belajar siswa tidak maksimal yang terlihat dari rendahnya persentase ketuntasan nilai ulangan akhir semester genap mata pelajaran matematika kelas X MAN Salido Tahun Pelajaran 2014/2015 yang berkisar antara 38% sampai 55% pada tiap kelasnya.

Perangkat pembelajaran berfungsi untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai, akan membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran sehingga mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Untuk meningkatkan pembelajaran matematika di kelas maka diperlukan perangkat pembelajaran yang berkualitas seperti RPP dan LKS. Sehingga dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas, guru dapat melakukan pembelajaran yang mengembangkan kemampuan berfikir siswa, memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja merumuskan prosedur, menganalisis hasil dan mengambil kesimpulan secara mandiri. Konsep yang harus diketahui siswa hendaknya tidak disajikan secara instan tapi merupakan hasil temuan dari siswa sendiri dengan mengoptimalkan pengetahuan awal yang telah dimilikinya. Agar proses penemuan dan penyelidikan ini berjalan lebih mudah bagi siswa, maka bahan ajar yang digunakan harus disusun sedemikian rupa supaya lebih menarik, mudah dipahami dan digunakan oleh siswa. Salah satu model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif, kemampuan belajar mandiri, mengembangkan pengetahuan sendiri secara aktif, adalah dengan menggunakan model pembelajaran *guided inquiry*, guru hanya berperan sebagai fasilitator dan mediator dalam proses pembelajaran.

Pada model *guided inquiry* siswa dibimbing untuk menemukan konsep pembelajaran yang belum diketahui. Siswa terlibat aktif dalam pembelajaran, siswa harus menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya untuk menemukan konsep dan prosedur dalam pembelajaran. Dalam model ini siswa dituntut untuk mengidentifikasi atau melakukan penyelidikan dan penemuan sendiri pada pembelajaran.

Guided inquiry merupakan sebuah model yang berfokus pada proses berpikir yang membangun pengalaman oleh keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran. Siswa belajar dengan membangun pemahaman mereka sendiri berdasarkan pengalaman-pengalaman dan apa yang telah mereka tahu. Ada hal yang menjadi ciri utama model pembelajaran *guided inquiry* yaitu (1) model *guided inquiry* menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan, (2) seluruh aktivitas yang dilakukan siswa diarahkan, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self-belief*), (3) tujuan dari penggunaan model pembelajaran *inquiry* adalah bagaimana mereka dapat menggunakan potensi yang dimilikinya.

Adapun tahapan *guided inquiry* yang dilaksanakan dalam penelitian adalah penyajian masalah, perumusan masalah, menentukan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data serta menarik kesimpulan. Peneliti menduga dengan perangkat pembelajaran yang menggunakan model ini dapat membuat siswa aktif dengan mengeluarkan ide-ide, pengetahuan dan keterampilan yang dimilikinya dalam melakukan proses pembelajaran sehingga materi yang dipelajari siswa bertahan lama dalam ingatannya yang menyebabkan pembelajaran lebih bermakna.

Materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear merupakan materi yang sangat penting pada kelas X. Materi ini menjadi materi prasyarat untuk jenjang selanjutnya. Pada materi ini siswa sering tidak memahami kenapa dari variabel bisa berubah menjadi angka. Selain itu, pada materi ini siswa banyak kesulitan untuk membuat model matematika, sehingga siswa tidak dapat memecahkan permasalahan yang disajikan dalam bentuk soal cerita. Guru selalu memberikan bentuk umum, contoh soal, sehingga materi ini menjadi materi yang membosankan bagi peserta didik.

LKS berbasis *guided inquiry* dibuat khusus untuk membimbing siswa dengan tahapan-tahapan *guided inquiry* dalam melakukan penyelidikan, penemuan dan menarik kesimpulan untuk menyelesaikan suatu masalah. LKS didisain semenarik mungkin yang dilengkapi dengan gambar-gambar yang mendukung dan LKS memuat KI, KD, Tujuan pembelajaran, dan petunjuk. Pada tahap awal pembelajaran diawali dengan suatu peristiwa atau penyajian masalah yang harus diselesaikan oleh siswa secara individu, dan di dalam LKS terdapat pertanyaan-pertanyaan pengarah yang membimbing siswa untuk merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis dan merumuskan kesimpulan. Sehingga siswa termotivasi menyelesaikan masalah yang dihadapkan kepada mereka dan membimbing mereka kepada suatu pencarian dan penyelidikan secara disiplin dan mendapatkan solusi yang tepat. LKS matematika berbasis *guided inquiry* ini diharapkan mampu membawa siswa pada kegiatan pembelajaran yang menarik, menyenangkan, sekaligus menantang siswa untuk berpikir dan bernalar.

Mengingat minimnya perangkat pembelajaran matematika dengan model *guided inquiry* ini, maka penulis tertarik melakukan penelitian mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang valid, praktis dan efektif. Perangkat Pembelajaran yang dikembangkan meliputi: Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang valid, praktis dan efektif pada materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear?”

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* pada materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

”Pembelajaran matematika adalah upaya membantu peserta didik untuk menkonstruksikan konsep–konsep atau prinsip–prinsip matematika dengan kemampuannya sendiri melalui proses internalisasi sehingga konsep atau prinsip itu terbangun kembali”^[4]. Jadi dalam belajar matematika siswa berperan sebagai subjek, dimana siswa membangun pemahamannya sendiri melalui usaha yang dilakukan. Tugas guru hanya mendorong, membimbing dan memfasilitasi siswa agar usaha siswa dalam belajar lebih terarah dan memberikan hasil yang baik. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu menerapkan pembelajaran yang menarik. Untuk menciptakan pembelajaran yang menarik dapat difasilitasi dengan perangkat pembelajaran berbasis *guided inquiry*.

Tahapan pembelajaran *guided inquiry* terdiri dari enam tahapan yaitu (1) menyajikan pertanyaan atau masalah, (2) membuat hipotesis, (3) merancang percobaan, (4) melakukan percobaan untuk memperoleh informasi, (5) mengumpulkan dan menganalisis data, (6) membuat kesimpulan^[9].

“Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah program perencanaan yang disusun sebagai pedoman pelaksanaan pembelajaran untuk setiap kali pertemuan”^[2]. Secara umum dalam mengembangkan RPP harus berpedoman pada prinsip pengembangan RPP, yaitu: (1) kompetensi yang direncanakan dalam RPP harus jelas, konkret dan mudah dipahami; (2) RPP harus sederhana dan fleksibel; (3) RPP yang dikembangkan sifatnya menyeluruh, utuh, dan jelas pencapaiannya; (4) harus koordinasi dengan komponen pelaksana program sekolah, agar tidak mengganggu jam pelajaran lain ^[9].

“LKS adalah lembaran-lembaran yang memuat sekumpulan kegiatan yang harus dilakukan untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh” ^[9]. LKS dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun untuk pengembangan semua aspek pembelajaran.

Dalam mengembangkan suatu produk diharapkan menghasilkan produk yang berkualitas. Perangkat pembelajaran dikatakan berkualitas apabila perangkat pembelajaran tersebut valid, praktis, dan efektif. Secara metodologis, validitas perangkat yang disusun harus memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruk. Validitas isi artinya kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan beberapa kriteria yang ditentukan. Kesesuaian perangkat pembelajaran dengan silabus mata pelajaran, kesesuaian dengan isi kurikulum yang sedang berlaku serta kesesuaian perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan dengan pengalaman belajar peserta didik. Validitas isi pada umumnya ditentukan melalui pertimbangan para ahli. Praktikalitas perangkat pembelajaran matematika berhubungan dengan kemudahan dalam menggunakan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Istilah efektivitas dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1990: 219) berarti sesuatu bersifat efektif yang berarti efek, akibat, pengaruh, kesannya. Maka efektivitas adalah seberapa jauh tingkat keberhasilan yang dapat dicapai dari tujuan yang hendak dicapai.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model 4D, Model ini dikemukakan oleh Thiagarajan dkk. yang terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *define*, *design*, *develop* dan *desseminate* ^[8]. Kemudian diadaptasi menjadi 4-P yaitu: pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran.

Pada pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* ini, peneliti menggunakan model 4D yang dimodifikasi, penyederhanaan model dari empat tahap menjadi tiga tahap, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*) dan pengembangan (*develop*). Tahap penyebaran (*desseminate*) tidak dilakukan karena keterbatasan waktu peneliti dimana pada tahap penyebaran butuh waktu lebih lama dengan subjek penelitian yang berbeda. Selain itu, tujuan penelitian ini dapat diperoleh pada tahapan ke tiga yakni tahap pengembangan (*develop*). Meskipun prosedur pengembangan dipersingkat namun didalamnya sudah mencakup proses pengujian dan revisi sehingga produk yang dikembangkan memenuhi kriteria produk yang baik. Subyek dalam penelitian adalah siswa MAN Salido yang menggunakan kurikulum 2013 dan keterbatasan waktu dalam penelitian hanya untuk materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear.

Tahap pendefinisian terdiri dari analisis kurikulum, analisis konsep, analisis siswa. Tahap perancangan bertujuan untuk menyiapkan prototipe perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang meliputi RPP dan LKS serta menyiapkan instrumen penelitian. Pada tahap pengembangan dilakukan evaluasi sendiri oleh peneliti dan tiga teman sejawat. Hasil analisis dan revisi berdasarkan evaluasi sendiri dilanjutkan dengan validasi oleh lima validator. Setelah direvisi berdasarkan saran validator dan perangkat pembelajaran dinyatakan valid kemudian dilanjutkan dengan evaluasi satu-satu. Evaluasi satu-satu dilakukan oleh tiga orang peserta didik dengan kemampuan berbeda. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi kelompok kecil oleh sembilan orang peserta didik. Pada tahap ini dilihat praktikalitas perangkat pembelajaran matematika pada skala kecil.

Hasil analisis evaluasi kelompok kecil diujicobakan pada kelompok besar. Pada tahap ini dilakukan uji praktikalitas dan uji efektivitas.

Instrumen pengumpulan data meliputi instrumen berupa lembar analisis kurikulum, siswa dan konsep, lembar observasi dan pedoman wawancara. Instrumen validasi. Instrumen kepraktisan melalui angket siswa, angket guru dan lembar keterlaksanaan RPP. Instrumen keefektivan melalui lembar observasi aktivitas siswa dan lembar tes hasil belajar. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini divalidasi terlebih dahulu. Hasil validasi instrumen oleh tiga validator diperoleh seluruh instrumen yang digunakan valid.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pada tahap pendefinisian dimulai dengan analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis siswa. Analisis kurikulum difokuskan pada analisis kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) yang tercantum pada standar isi. Analisis kurikulum bertujuan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry*. Hasil analisis KI dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan hasil perumusan indikator dan analisis silabus mata pelajaran matematika wajib kelas X SMA/MA, diperoleh beberapa indikator dalam materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Konsep utama pada materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear adalah menyelesaikan SPLDV, SPLTV dan SPtLDV, membuat model matematika dari masalah yang berkaitan dengan SPLDV, SPLTV dan SPtLDV, serta menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan SPLDV, SPLTV dan SPtLDV dan penafsirannya.

Analisis siswa merupakan telaah terhadap karakteristik siswa yang meliputi tingkat perkembangan intelektual, bahasa, dan motivasi belajar siswa khususnya matematika serta kebiasaan yang dilakukan siswa. Analisis ini dijadikan sebagai acuan dasar pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry*.

Subjek uji coba adalah siswa kelas X, berdasarkan analisis siswa dari segi usia, umumnya siswa yang duduk dikelas X SMA/MA memiliki usia rata-rata 14-16 tahun. Pada tahap operasionalnya ciri pokok perkembangan siswa minimalnya sudah mampu berfikir abstract, logis, menarik kesimpulan, menafsirkan dan mengembangkan hipotesa.

Berdasarkan pengamatan, karakter siswa kelas X MA yaitu siswa kurang focus dan sulit berkonsentrasi dalam belajar, siswa kurang termotifasi untuk belajar, siswa belajar dengan cara dan kecepatan yang berbeda-beda, siswa malas mencatat kesimpulan yang diterangkan guru, siswa sering lupa dengan konsep yang telah dipelajari sebelumnya, siswa lebih suka berdiskusi dengan temannya.

Berdasarkan karakter siswa yang ditemui, maka peneliti merasa perlu mengembangkan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa dan mengakomodasi karakter yang dimiliki siswa kearah yang lebih baik. Pembelajaran berbasis *guided inquiry* merupakan pembelajaran yang dapat membuat siswa berfikir ilmiah, dan penggunaan LKS berbasis *guided inquiry* diharapkan mampu memotivasi siswa karena LKS didisain dengan menarik serta berisi kegiatan-kegiatan berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing dan mengarahkan siswa dalam sebuah penemuan, sehingga membuat siswa focus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKS.

Pada tahap perancangan, dirancang perangkat pembelajaran berupa LKS dan RPP berbasis *guided inquiry*. Perangkat pembelajaran dirancang mengacu pada karakteristik pembelajaran berbasis *guided inquiry*. Kegiatan pembelajaran yang disajikan dalam RPP mengacu kepada pembelajaran berbasis *guided inquiry* yang terintegrasi dalam LKS berbasis *guided inquiry*.

Sebelum diberikan kepada para ahli, perangkat pembelajaran yang telah dirancang terlebih dahulu dievaluasi sendiri dan dibantu oleh teman sejawat. Setelah dilakukan evaluasi, dilakukan revisi terhadap perangkat pembelajaran. Selanjutnya perangkat

pembelajaran diberikan kepada lima validator yang berasal dari tiga bidang matematika, satu bidang teknologi pendidikan dan satu bidang bahasa untuk memvalidasi sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang valid.

Pada validasi RPP terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator. Aspek yang dinilai pada validitas RPP adalah aspek komponen RPP dan aspek bahasa. Setelah dilakukan beberapa perbaikan, RPP dinilai valid dengan nilai validitas 3,50 (sangat valid). Berdasarkan hasil tersebut, RPP dinyatakan sudah valid dari segi validitas isi dan konstruk, sehingga RPP ini dapat digunakan sebagai pedoman guru dalam menjalankan pembelajaran berbasis *guided inquiry* artinya RPP yang dikembangkan telah sesuai dengan kurikulum 2013. Arikunto menyatakan bahwa “kondisi valid dipandang terpenuhi karena instrument yang bersangkutan sudah dirancang secara baik, mengikuti teori dan ketentuan yang ada”. Guru harus merencanakan kegiatan yang perlu dikerjakan agar tugas guru berjalan dengan optimal^[8].

Selama tahap validasi LKS terdapat beberapa revisi yang dilakukan berdasarkan saran-saran dari validator. Rata-rata validasi LKS secara keseluruhan adalah 3,53 dengan kategori sangat valid. Nilai setiap aspek juga berada pada kategori sangat valid. Dari hasil validasi, dapat disimpulkan bahwa LKS sudah memuat petunjuk penggunaan LKS, telah memenuhi prinsip kedalaman dan ketepatan materi. Langkah-langkah dalam LKS telah menuntun siswa untuk menyelidiki, menemukan serta mengkonstruksi pengetahuannya.

Hasil validasi perangkat pembelajaran yang valid selanjutnya dilakukan evaluasi perorangan dengan tiga orang siswa dengan kemampuan yang berbeda. Hasil evaluasi perorangan terdapat revisi pada kalimat yang sulit dipahami, gambar yang kurang jelas, kesalahan dalam penyetikan dan tanda baca. Hasil revisi pada evaluasi perorangan diujicobakan pada kelompok kecil yang terdiri dari Sembilan orang siswa yang dibagi menjadi tiga kelompok. Temuan yang diperoleh pada evaluasi kelompok kecil yaitu terdapat beberapa soal latihan yang merupakan soal cerita diganti dan ditambahkan soal yang bukan soal cerita. Selain itu, pada LKS ditambahkan kata-kata pengingat untuk materi sebelumnya karena siswa banyak yang lupa dengan materi-materi pembelajaran sebelumnya. Hasil revisi kelompok kecil diujicobakan pada evaluasi kelompok besar yaitu siswa kelas X MAN Salido, RPP dan LKS yang telah dirancang dan dinyatakan valid digunakan oleh guru bidang studi yang mengajar di kelas X MAN Salido.

Pada evaluasi kelompok besar ini, dikumpulkan data melalui observasi pelaksanaan pembelajaran dan angket praktikalitas yang diisi oleh siswa dan guru. Untuk pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *guided inquiry* menunjukkan bahwa proses pembelajaran dapat menciptakan dengan baik situasi kelas yang mendorong siswa untuk saling bertanya, menjawab dan mengeluarkan pendapat dan terjadinya interaksi antara siswa.

Selain itu, pembelajaran menggunakan perangkat berbasis *guided inquiry* dapat menstimulasi siswa dengan sangat baik dalam meningkatkan motivasi siswa dalam belajar serta dapat mengembangkan kemandirian dan kreativitas dalam memahami LKS dan menyelesaikan permasalahan. Begitu juga dari wawancara dengan siswa menunjukkan bahwa LKS yang digunakan dapat membantu siswa untuk penyelidikan dan penemuan sehingga siswa dapat memahami pelajaran dengan baik.

Selama pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan perangkat berbasis *guided inquiry*, secara umum waktu yang disediakan sudah cukup. Meskipun bagi sebagian siswa yang berpendapat berbeda. Hal ini dikarenakan sebagian siswa sulit dalam melakukan penyelidikan, penemuan dan menarik kesimpulan, sehingga banyak bertanya kepada guru. Ini terjadi karena siswa sudah terbiasa untuk mendapatkan informasi dari guru secara lengkap tanpa harus berfikir untuk menemukan informasi itu sendiri. Untuk mengatasi masalah ini, selama proses pembelajaran guru bertugas untuk membantu siswa dengan mengarahkan mereka dalam berfikir sehingga mereka dapat mengeluarkan ide dan pemikiran dalam penyelidikan, penemuan dan menarik kesimpulan.

Berdasarkan hasil angket guru dan hasil angket siswa diperoleh nilai praktikalitas LKS mencapai 95,83% dan 83,3%. Berdasarkan kriteria kepraktisan, LKS yang dikembangkan telah praktis. Dari hasil angket yang diberikan kepada guru dan siswa semuanya menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan termasuk kategori praktis yaitu dari segi kelengkapan komponen dan penampilan LKS, kemudahan menggunakan dan kesesuaian dengan waktu. Perangkat dikatakan praktis jika perangkat dapat memberikan kemudahan, guru dan siswa dapat menggunakan tanpa banyak masalah hal ini sesuai dengan pendapat sukardi (2008 : 52) bahwa pertimbangan praktikalitas dilihat dari kemudahan penggunaan, waktu dan daya tarik.

Efektivitas perangkat pembelajaran matematika dilihat dari aktivitas siswa pada saat pembelajaran dan hasil belajar siswa setelah pembelajaran. Jenis aktivitas siswa yang diamati terdiri dari *oral activities*, *writing activities*, dan *emotional activities*.

Hasil belajar yang diperoleh dalam penelitian ini berasal dari tes yang diberikan dalam bentuk tes uraian sebanyak lima butir soal serta observasi penilaian keterampilan dan sikap selama proses pembelajaran dengan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* berlangsung.

Berdasarkan hasil tes akhir menunjukkan bahwa siswa yang nilainya di atas KKM sebanyak 23 orang siswa dari 32 siswa. Berarti nilai siswa yang tuntas adalah 72 % dan yang tidak tuntas sebanyak 28 % dari siswa yang ikut ujian. Dari hasil tes akhir ini, diketahui lebih dari 70% siswa berada di atas KKM.

Berdasarkan hasil observasi, nilai kompetensi keterampilan di atas KKM sebanyak 26 orang siswa dari 32 siswa. Berarti nilai siswa yang tuntas adalah 81,25 % dan yang tidak tuntas sebanyak 18,75 % dari jumlah siswa. Untuk nilai kompetensi sikap yang di atas KKM sebanyak 27 orang siswa dari 32 siswa. Berarti nilai siswa yang tuntas adalah

84,38% dan yang tidak tuntas sebanyak 15,62 % dari jumlah siswa. Dari hasil observasi ini, diketahui lebih dari 70% siswa berada di atas KKM.

Efektivitas penelitian dilakukan untuk melihat seberapa jauh kegunaan dan manfaat dari perangkat pembelajaran berbasis *guided inquiry* dalam meningkatkan aktivitas belajar dan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil uji efektivitas diperoleh bahwa aktivitas positif menunjukkan persentase yang tinggi dan cenderung meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *guided inquiry* dapat meningkatkan aktivitas siswa.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang dihasilkan telah efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* terbukti efektif dapat meningkatkan hasil belajar siswa^[4].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh bahwa hasil penelitian menunjukkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang dikembangkan sudah valid baik dari segi isi maupun konstruk. LKS berbasis *guided inquiry* sudah layak digunakan dalam proses pembelajaran, RPP yang dikembangkan sudah memenuhi komponen RPP dan sudah disusun berdasarkan ketentuan penulisan RPP. Perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria praktis baik dari aspek keterlaksanaan, kemudahan dan waktu yang diperlukan. Perangkat pembelajaran matematika berbasis *guided inquiry* yang dikembangkan sudah efektif. Perangkat pembelajaran dapat mengarahkan siswa pada aktivitas-aktivitas positif dalam berfikir ilmiah melalui kegiatan-kegiatan berbasis *guided inquiry* dalam kegiatan penemuan dan penyelidikan yang dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa selama pembelajaran.

Daftar Pustaka

- [1] Arikunto. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [2] Kurniasih, Imas dan Berlian Sani. 2014. *Perancangan Pembelajaran Prosedur Pembuatan RPP yang sesuai kurikulum 2013*. Kata Pena: Bandung.
- [3] Kemendikbud. 2014. *Salinan Permendikbud No. 103 Lampiran Empat Tentang Pedoman Umum Pembelajaran*. Jakarta: Kemendikbud
- [4] Mulyardi. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Padang: FMIPA UNP.
- [5] Solikhah, dkk. 2014. *Keefektifan Model Guided Inquiry dengan Pendekatan Keterampilan Metakognitif Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah*. Jurnal Kreano. Volume 5. Nomor 1, ISSN: 2086-2334
- [6] Sri Wardhani dan Rumiati. 2011. *Modul Matematika SMP Program Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika belajar dari PISA dan TIMSS*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- [7] Sukardi. 2008. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [8] Suparno, Paul. 2007. *Metodologi Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma

- [9] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara
- [10] Widjajanti, Endang. 2008. *Kualitas Lembar Kerja Siswa*. Yogyakarta. UNY

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING PADA MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP

Wahyu Saswika¹, Armiati², Darmansyah³

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: saswika_wahyu@yahoo.com

² Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

³ Staf Pengajar Program Pascasarjana UNP

Abstract-

Student's mathematical problem solving skills is still not fully achieved yet. Teachers' effort is they can use Teaching Materials of Students' Worksheets (TMSW). However, the existing of TMSW have not facilitated students to develop mathematical problem solving ability optimally. This study aims to develop Teaching Materials of Students' Worksheets (TMSW) based on guided discovery learning for the math materials of circle and tangents which are valid, practical, and effective. This research is a development research with Ploom model. This study consists of three phases, preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. Preliminary phase of research carried out a needs analysis, analysis of learners, curriculum analysis, analysis of the concept. In the prototype phase, it starts to design lesson equipments mathematics consist of lesson study and Teaching Materials of Students based guided discovery learning for circle and tangents, then carried out a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product in the form of lesson equipments based on guided discovery learning. The last is assessment phase, this phase is to test the practicalities and effectiveness of assessment. The Effectiveness can be seen through quasi experiment research.

Keyword- *guided discovery learning, Problem Based Learning, Lesson equipments.*

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu yang penting, karena selalu digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Itulah alasan matematika diajarkan pada setiap jenjang pendidikan. Matematika juga merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern dan berperan penting dalam memajukan berbagai disiplin ilmu. Secara umum, pembelajaran matematika bertujuan untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri agar sanggup menghadapi perubahan keadaan di dalam kehidupan dan di dunia yang selalu berkembang, melalui latihan bertindak atas dasar pemikiran logis, kritis, dan mempersiapkan peserta didik agar dapat menggunakan matematika serta pola pikir matematika dalam kehidupan sehari-hari dan dalam mempelajari berbagai disiplin ilmu.

Tujuan pembelajaran matematika berdasarkan peraturan menteri pendidikan nasional RI Nomor 58 tahun 2014 tentang kurikulum SMP mencakup beberapa aspek kemampuan, yakni pemahaman konsep matematika, penalaran, dan pemecahan masalah, mengkomunikasikan gagasan/ide, memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan

matematika, menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan matematika.

Berdasarkan tujuan pembelajaran matematika yang dikemukakan tersebut, jelaslah bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah kemampuan pemecahan masalah. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Pemecahan masalah dalam matematika termasuk proses menemukan jawaban dari suatu pertanyaan yang membutuhkan prosedur atau langkah yang nonrutin dan terdapat dalam suatu bentuk teks, teka-teki nonrutin dan situasi-situasi dalam kehidupan nyata [1].

Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang mengandung serangkaian kegiatan guru dan peserta didik atas dasar timbal balik yang berlangsung secara edukatif. Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dalam proses pembelajaran adalah penggunaan perangkat pembelajaran. Penggunaan perangkat pembelajaran yang tepat akan membantu peserta didik dalam memperoleh pengalaman belajar. Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam mengelola proses pembelajaran dapat berupa: Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan Ajar dan instrumen evaluasi atau tes hasil belajar.

Silabus merupakan rencana pembelajaran pada suatu mata pelajaran yang mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian, alokasi waktu dan sumber belajar. Dalam pelaksanaannya dibuatlah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yakni panduan langkah-langkah yang akan dilakukan guru dalam proses pembelajaran yang disusun dalam skenario pembelajaran [2]. Pada proses pembelajaran, dapat digunakan berbagai bahan ajar seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) atau yang dulu disebut Lembar Kerja Peserta didik (LKS), Modul, buku paket, *hand out* dan lainnya. Dengan adanya bahan ajar yang bervariasi, peserta didik akan lebih tertarik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran dan peserta didik akan mendapatkan kesempatan untuk belajar sendiri, sehingga guru tidak lagi mendominasi kelas. Bahan ajar yang akan dibahas pada penelitian pengembangan ini adalah LKPD.

LKPD merupakan bahan ajar yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LKPD memuat sekumpulan kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan matematis sesuai indikator pembelajaran yang harus dicapai. Hal ini sesuai dengan fungsi LKPD sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih serta mempermudah dalam memahami materi.

Kenyataan di lapangan, berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan guru bidang studi matematika di SMPN 1 Taluk Kuantan, SMPN 2 Taluk dan SMPN 4 Taluk Kuantan, diketahui bahwa pembelajaran matematika di sekolah masih sering menjadi suatu pelajaran yang menakutkan dan membosankan bagi sebagian peserta didik dan dianggap ilmu abstract yang hanya mempelajari rumus-rumus. Hal ini dikarenakan peserta didik masih kurang mengetahui manfaat matematika bagi kehidupan sehari-hari dan kurangnya keterlibatan peserta didik secara langsung dalam proses pembelajaran, mereka terbiasa menerima langsung penjelasan dari guru, sehingga ketika peserta didik diminta untuk mengerjakan soal latihan matematika, hanya peserta didik yang pandai saja yang mengerjakan sedangkan peserta didik lain hanya menyalin pekerjaan yang dibuat temannya. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman matematis peserta didik. Terlihat dari masih banyak peserta didik yang

belum bisa menyelesaikan soal-soal cerita yang bersifat nonrutin, belum bisa menyajikan suatu rumusan masalah secara sistematis dalam berbagai bentuk, dikarenakan peserta didik terlalu terfokus pada contoh-contoh penyelesaian soal yang diberikan. Akibatnya, masalah tidak dapat diselesaikan dengan benar.

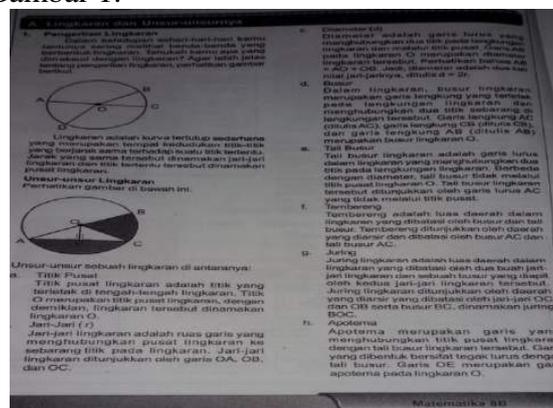
Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh beberapa mahapeserta didik di SMP Negeri 1 Taluk Kuantan, menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik masih rendah. Terlihat dari hasil tes kemampuan pemecahan masalah yang dilakukan, 60% peserta didik masih kesulitan dalam menyelesaikan soal. Sebagian besar peserta didik kurang mampu memahami masalah matematika dan kurang mampu menafsirkan pemodelan soal matematika yang berbentuk soal pemecahan masalah.

Pokok bahasan yang sering dikatakan sulit oleh peserta didik adalah lingkaran dan garis singgung lingkaran. Pada materi ini guru sering menemukan peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami maksud soal, serta peserta didik peserta didik sering melakukan kesalahan dalam menganalisis permasalahan dalam soal cerita dan menyederhanakan soal cerita tersebut kedalam bentuk matematika.

Kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik perlu ditingkatkan, dilatih lebih banyak untuk memahami berbagai macam masalah, agar dapat membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu masalah serta menyelesaikannya dengan benar. Upaya yang dilakukan guru bisa dengan menggunakan LKPD. Namun LKPD yang ada, masih kurang membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah.

LKPD tersebut telah memuat Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), indikator, tujuan pembelajaran, ringkasan materi, contoh soal dan soal-soal latihan, akan tetapi soal-soal kemampuan pemecahan masalahnya masih kurang, yakni soal-soal yang bersifat nonrutin. Kebanyakan soal yang diberikan adalah soal-soal rutin. Soal rutin biasanya mencakup aplikasi suatu prosedur matematika yang sama atau mirip dengan hal yang baru dipelajari, sedangkan soal nonrutin untuk sampai pada prosedur yang benar diperlukan pemikiran yang lebih mendalam.

Selain itu, LKPD yang digunakan langsung memberikan konsep tanpa terlebih dahulu memberikan contoh permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik tidak mengetahui manfaat dari materi yang akan dipelajarinya. LKPD belum berisi panduan kegiatan peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan mengembangkan konsep yang telah diperolehnya untuk menganalisis dan memecahkan masalah yang ada. Salah satu sampel LKPD yang digunakan di sekolah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Lembaran Kerja Peserta Didik

Seharusnya, LKPD yang digunakan dapat memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan mengembangkannya untuk menganalisis dan memecahkan masalah, dan soal-soal yang diberikan bisa melatih peserta didik dalam memecahkan masalah. Hal ini sesuai dengan salah satu tujuan penyusunan LKPD yakni melatih kemandirian belajar peserta didik [3]. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu disusun dan dikembangkan LKPD yang dapat membantu guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran dengan mudah. Salah satu pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dan membantu peserta didik dalam menemukan konsep sendiri dan memecahkan masalah sendiri adalah model penemuan terbimbing.

Model pembelajaran penemuan terbimbing adalah proses belajar yang didalamnya tidak disajikan suatu konsep dalam bentuk jadi, tetapi peserta didik dituntut untuk mengorganisasi sendiri cara belajarnya dalam menemukan konsep [4]. Dalam pembelajaran penemuan ini, peserta didik juga belajar pemecahan masalah secara mandiri dan keterampilan-keterampilan berfikir, karena mereka harus menganalisis dan memanipulasi informasi. Dalam proses ini peserta didik berusaha sendiri menemukan konsep atau rumus dan memecahkan suatu permasalahan dengan bimbingan guru.

Beberapa keuntungan dari pembelajaran dengan penemuan terbimbing adalah (a) peserta didik aktif dalam kegiatan belajar, sebab ia berpikir dan menggunakan kemampuan untuk menemukan hasil akhir; (b) peserta didik memahami benar bahan pelajaran; (c) Menemukan sendiri rasa puas; (d) peserta didik yang memperoleh pengetahuan penemuan dengan penemuan akan lebih mampu mentransfer pengetahuannya ke berbagai konteks; (e) melatih peserta didik lebih banyak belajar mandiri [5]. Menurut pendapat Carin, beberapa keuntungan pembelajaran penemuan terbimbing yaitu peserta didik belajar bagaimana belajar (*learn how to learn*), belajar menghargai diri sendiri, memotivasi diri dan lebih mudah untuk mentransfer, memperkecil atau menghindari menghafal dan peserta didik bertanggung jawab atas pembelajarannya sendiri [6]. Dengan demikian, peserta didik akan lebih memahami materi dan pembelajaran akan lebih berarti karena mereka terlibat langsung dalam proses pembelajaran. Diberikannya soal-soal yang nonrutin dan beragam masalah, dapat meningkatkan pemecahan masalah matematika peserta didik.

Agar penggunaan LKPD yang berbasis penemuan terbimbing ini dapat berfungsi dengan baik, hendaknya diiringi dengan perencanaan pembelajaran yang baik pula. Untuk itu, perencanaan pembelajaran yang terangkum dalam RPP disesuaikan dengan LKPD yang digunakan. Melalui perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing, diharapkan dapat membantu guru dalam memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

Oleh sebab itu, penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti memberikan suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Maka disusun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat

pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif.

Metode Penelitian

Penelitian pengembangan ini menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [7]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKPD dan RPP serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari wawancara peserta didik berupa karakteristik LKPD yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar. Dari observasi pembelajaran juga dilakukan analisis peserta didik. Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif dan motivasi terhadap mata pelajaran.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi lingkaran dan garis singgung lingkaran, indikator pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang akan disajikan pada perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang diperlukan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing, sehingga dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Pada tahap analisis bahan ajar yang telah ada, dilakukan pengumpulan informasi mengenai bahan ajar yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran di kelas. Pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara.

Hasil dan Pembahasan

Pada tahap analisis pendahuluan dilakukan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis bahan ajar yang telah ada. Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan di SMP Negeri 1, SMP Negeri 2 dan SMP Negeri 4 Taluk Kuantan, diperoleh kesimpulan bahwa belum terlaksananya proses pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selain itu, LKPD yang disediakan di sekolah belum optimal memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya. Belum adanya perangkat pembelajaran seperti LKPD yang dikhususkan untuk membimbing peserta didik aktif menemukan konsep materi yang dipelajarinya, dan masih kurangnya pengaitan konsep yang dipelajari dengan kehidupan nyata, sehingga peserta didik tidak mengetahui manfaat mempelajari matematika. Oleh sebab itu guru membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik

untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran yakni dengan menemukan konsep materi yang dipelajarinya dan menumbuh dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya.

Analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik, meliputi usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemuinya dalam proses pembelajaran pada peserta didik kelas VIII SMPN 2 Taluk Kuantan yang terdaftar pada tahun ajaran 2015/2016. Peserta didik tersebut berusia pada kisaran 13-14 tahun. Pada tahap operasi formal, sebagian peserta didik tidak fokus dalam memperhatikan penjelasan guru, hal ini terlihat dari beberapa peserta didik melihat-lihat keluar, berbicara dengan teman, melamun, meminta izin keluar dan lain sebagainya. Selain itu, peserta didik mudah lupa dengan konsep yang telah dipelajarinya. Penggunaan benda-benda konkrit sudah tidak diperlukan lagi. Hal ini dikarenakan peserta didik tidak terlibat langsung untuk aktif dalam proses pembelajaran di kelas.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika di kelas VIII SMP, hal ini dilakukan untuk melihat materi (SK, KD) manakah yang dapat disajikan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing. Selain itu, analisis kurikulum dilakukan untuk mengetahui apakah materi (SK dan KD) yang ada pada kurikulum telah terurut dengan baik, serta untuk mengetahui apakah materi tersebut telah memadai untuk tercapainya tujuan kurikulum yaitu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Berdasarkan analisis tersebut, maka diperoleh SK yang akan digunakan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing adalah SK 4, yaitu menentukan unsur, bagian lingkaran serta unsurnya. Kompetensi dasarnya adalah 1) menentukan unsur dan bagian-bagian lingkaran, 2) menghitung keliling dan luas lingkaran 3) menggunakan hubungan sudut pusat, panjang busur, luas juring dalam pemecahan masalah, 4) menghitung panjang garis singgung persekutuan dua lingkaran 4) melukis lingkaran dalam dan lingkaran luar suatu segitiga.

Hasil analisis SK dan KD dijabarkan dalam indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada SK dan KD yang terdapat di dalam silabus yang digunakan guru. Pada silabus yang digunakan guru KD 4, yang dikembangkan guru hanya memuat 3 indikator dan peneliti mengembangkannya menjadi 5 indikator, yaitu menambahkan indikator menentukan panjang garis singgung sebuah lingkaran, dan Menentukan sabuk lilitan minimal yang menghubungkan dua lingkaran. Materi ini bisa ditemukan peserta didik melalui pembelajaran penemuan terbimbing.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi yang dibutuhkan dalam mengembangkan LKPD. Adapun konsep utamanya adalah memahami unsur dan bagian-bagian lingkaran serta menghitung ukurannya, seluruh materi yang terdapat pada pokok bahasan tersebut disajikan pada perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan maka diharapkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing pada materi lingkaran dan garis singgung lingkaran dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik

kelas VIII SMP. Pengembangan yang akan dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKPD. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis penemuan terbimbing yang berisi kegiatan peserta didik dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik peserta didik kelas VIII SMP.

Daftar Pustaka

- [1] Hudojo, Heman. 2005. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang
- [2] Trianto, 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- [3] Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press
- [4] Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud.
- [5] Suherman, Herman dkk, 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*, Padang, Rios Multi Cipta.
- [6] Padiya. 2008. *Model-model Pembelajaran: Pembelajaran Penemuan Terbimbing* [Online]. Tersedia di www.e-dukasi.net.
- [7] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO)

PENINGKATAN KOMUNIKASI DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN *OPEN-ENDED* PADA SISWA KELAS XI AKUTANSI SMK NEGERI 1 KERUMUTAN

Muhar Rira¹

Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: Muhar_rira@yahoo.com

Abstract: The data about situation and condition of mathematics learning at SMKN 1 Kerumutan were obtained based on experience in the field. This research was motivated by the problems of the lack of students' mathematical communication skills in mathematics about relations and functions. This study aimed to obtain an appropriate way to improve the quality of mathematics learning at SMKN 1 Kerumutan in improving students' mathematical communication skills. The application of existing models by using open-ended learning approach was expected to improve the communication skills of the students' mathematical about relations and functions. Classroom action research using model from Kemmis & McTaggart consisting of four stages (planning, implementation, observation and reflection) was used in this study. The four stages of the research were conducted in two cycles with each cycle focusing on relations and functions materials with open-ended learning approach. This study was conducted at SMKN 1 Kerumutan in which the subjects were the second grade students majoring accounting. The purpose of this research was to improve the learning process and to improve the ability of students' mathematical communication.. Based on the research tools and implementation, it was found that Open-ended learning approach could improve mathematics learning process to improve communication and learning outcomes of the second grade of SMKN 1 Kerumutan majoring Accounting.

Keywords: Classroom Action Research, Mathematics communication skills and Mathematics Learning Outcomes, Open-ended Learning Approach,

1. Pendahuluan

Perkembangan dan kemajuan suatu bangsa sangat erat hubungannya dengan masalah pendidikan. Pendidikan bukan sekedar media dalam menyampaikan kebudayaan dan meneruskannya dari generasi ke generasi, akan tetapi diharapkan akan membawa perubahan yang dapat mengembangkan kehidupan bangsa. Menurut UU No. 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional disebutkan tentang definisi pendidikan: Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik dapat secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian dan kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Dalam keseluruhan proses pendidikan di sekolah, kegiatan belajar merupakan kegiatan yang paling pokok. Hal ini berarti bahwa berhasil tidaknya pencapaian tujuan pendidikan tergantung kepada proses pembelajaran yang dialami siswa sebagai anak didik.

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di semua jenjang pendidikan. Menurut Depdiknas 2004 : "Mata pelajaran Matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif, serta kemampuan bekerja sama". Hal tersebut sangat diperlukan agar peserta didik dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk bertahan hidup pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti, dan kompetitif. Jadi matematika sangat diperlukan untuk dapat mengembangkan kemampuan berpikir satu diantaranya adalah kemampuan komunikasi dan hasil belajar siswa.

Komunikasi matematika merupakan bentuk khusus dari komunikasi, yakni segala bentuk komunikasi yang dilakukan dalam rangka mengungkapkan ide-ide matematika. Komunikasi dalam pembelajaran matematika menurut NCTM yang menyatakan bahwa program pembelajaran matematika sekolah harus memberi kesempatan kepada siswa untuk: menyusun dan mengaitkan *mathematical thinking* mereka melalui komunikasi, mengkomunikasikan *mathematical thinking* mereka secara logis dan jelas kepada teman-temannya, guru, dan orang lain., menganalisis dan menilai *mathematical thinking* dan strategi yang dipakai orang lain, menggunakan bahasa matematika untuk mengekspresikan ide-ide matematika secara benar. Matematika dinilai cukup memegang peranan penting, baik pola pikirnya dalam membentuk siswa menjadi berkualitas maupun terapannya dalam kehidupan sehari-hari, karena matematika merupakan suatu komunikasi untuk mengkaji sesuatu secara logis dan sistematis. Di satu sisi, matematika sangat dibutuhkan siswa untuk masa depan, namun di sisi lain dinyatakan oleh Beall bahwa "... *mathematics is a tool one must learn to use to survive and get by, often difficulty and boring, even scary.*" Matematika adalah alat yang digunakan untuk belajar bertahan hidup yang sering dikatakan sulit, membosankan bahkan menakutkan.

Komunikasi dan hasil belajar matematika siswa juga masih rendah, hal ini terlihat dari jawaban siswa kurang tampak mengkomunikasikan suatu permasalahan yang diberikan guru. Jawaban siswa kebanyakan hanya berfokus pada contoh soal yang diberikan oleh guru atau contoh-contoh pada buku pelajaran dan masih sulit untuk mampu mencari alternatif terhadap soal-soal yang menuntut adanya komunikasi. Siswa belum mampu mengkombinasikan semua pengetahuan, keterampilan dan pola pikir matematikanya yang telah dipelajari sebelumnya . Berdasarkan pengalaman dilapangan selama mengajar di SMK N 1 Kerumutan dengan menggunakan beberapa pendekatan masih banyak siswa khususnya kelas XI AK yang kurang komunikasi dan hasil belajar matematika dalam menyelesaikan soal, masih banyak menunggu jawabnya teman yang pintar. Dan dari hasil wawancara dengan siswa kelas XI di SMK N 1 Kerumutan, sebagian besar mengatakan bahwa hampir semua materi matematika itu sulit. Pada saat penyajian materi di kelas masih menerapkan pembelajaran langsung yang dikombinasikan dengan beberapa metode yaitu ceramah, diskusi, tugas dan tanya jawab dan menerapkan beberapa metode dan pendekatan tetapi masih banyak siswa yang kurang dalam komunikasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran lebih ditekankan pada teknik-teknik mengajar yang baik, bukan pada metode atau pendekatan yang lebih tepat. Akan tetapi pembelajaran langsung ini ternyata tidak secara keseluruhan dapat menarik minat, motivasi dan antusiasme siswa untuk belajar matematika. Suasana demikian cenderung membuat siswa kurang aktif dalam menerima materi dari guru. Penyebab dari permasalahan-permasalahan tersebut diduga karena metode atau

pendekatan pembelajaran yang digunakan guru kurang tepat. Terlihat juga pada hasil tes belajar matematika siswa kelas XI AK SMK Negeri 1 Kerumutan pada materi pokok logika matematika dari ulangan I ke ulangan II dengan KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) 70. Pada ulangan I dari 27 siswa hanya 13 siswa atau 48,18 % yang mencapai KKM untuk materi pokok logika matematika. Sedangkan pada ulangan II hanya 10 siswa atau 37,03 % yang mencapai KKM. Keadaan di atas menunjukkan masih banyak siswa yang belum mencapai KKM. Rendahnya hasil belajar siswa tersebut disebabkan oleh beberapa faktor situasi atau keadaan, seperti yang berkaitan dengan diri siswa sendiri, keadaan belajar, proses belajar, guru yang memberikan pelajaran dengan pendekatan yang diterapkan.

Menyikapi permasalahan yang berkaitan dengan kondisi kegiatan pembelajaran di kelas, dan upaya meningkatkan komunikasi matematika siswa, maka perlu upaya perbaikan dan inovasi dalam proses pembelajaran. Salah satu upaya pembenahan dalam rangka meningkatkannya difokuskan pada pemberian kesempatan siswa untuk membangun pengetahuannya secara aktif, artinya pengetahuan ditemukan, dibentuk, dan dikembangkan oleh siswa sendiri baik secara individu maupun kelompok dengan menggunakan suatu pendekatan pembelajaran.

Menurut Erman Suherman mengemukakan bahwa: “pendekatan (*approach*) dalam pembelajaran matematika adalah cara yang ditempuh guru dalam pelaksanaan pembelajaran agar konsep yang disajikan dapat diadaptasi oleh siswa”. Terdapat berbagai macam pendekatan yang dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika, antara lain pembelajaran kooperatif (*Cooperatif Learning*), pembelajaran berbasis masalah (*Problems-Based Learning*), pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*), pembelajaran dengan menulis (*Writing to Learn*), pendekatan *problem posing* dan pendekatan *open-ended*. Setiap pendekatan tersebut memiliki karakteristik tersendiri dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan permasalahan yang dihadapi anak didik dalam belajar matematika dan juga disesuaikan dengan karakteristik bahan ajarnya. Bahwa masing-masing individu akan memilih cara atau gayanya sendiri untuk belajar dan untuk mengajar, namun setidaknya-tidaknya ada karakteristik tertentu dalam pendekatan pembelajaran tertentu yang khas dibandingkan dengan pendekatan lain. Dari pernyataan tersebut dapat diambil pengertian bahwa penggunaan pendekatan pembelajaran harus disesuaikan dengan karakteristik siswa yang akan menerima materi dan juga dengan bahan ajarnya. Di antara beberapa pendekatan yang mampu mengembangkan kemampuan komunikasi matematika siswa dalam pembelajaran matematika diantaranya adalah pendekatan *open-ended*.

Penerapan pendekatan *open-ended* dalam pembelajaran matematika memiliki tujuan tertentu. Utami Munandar menyatakan bahwa “pertanyaan yang merangsang pemikiran kreatif adalah pertanyaan yang divergen atau terbuka.” Dalam hal ini siswa diberikan kebebasan mengkomunikasikan ide-ide mereka masing-masing berdasarkan hasil pemikirannya tidak hanya dengan satu cara, dan merasa bahwa yang dipelajari akan berguna bagi kehidupan, yang akhirnya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematika. Pembelajaran dengan *open-ended* merupakan pembelajaran yang lebih menekankan pada upaya siswa untuk sampai pada jawaban daripada kebenaran atau ketepatan jawaban semata. Siswa dihadapkan pada suatu masalah yang memiliki jawaban benar lebih dari satu. Guru tidak membatasi metode penyelesaian yang digunakan oleh siswa. Bahkan sebaliknya siswa diberi keleluasaan untuk mencari dan menggunakan berbagai pendekatan masalah. Selain itu, pendekatan

open-ended menyediakan pengalaman bagi siswa untuk menemukan sesuatu yang baru. Hal ini sebagaimana dikemukakan oleh Erman Suherman menyatakan Pembelajaran dengan pendekatan *open ended* biasanya dimulai dengan memberikan problem terbuka kepada siswa. Kegiatan pembelajaran harus membawa siswa dalam menjawab permasalahan dengan banyak cara dan mungkin juga banyak jawaban (yang benar) sehingga mengundang potensi intelektual dan pengalaman siswa dalam proses menemukan sesuatu yang baru.

Supaya proses pembelajaran menjadi lebih optimal maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang mendukung keterlaksanaannya yaitu Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Perangkat pembelajaran berperan untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran hingga mencapai tujuan dan sasaran belajar yang diharapkan. Perangkat pembelajaran yang ditemui di lapangan belum sepenuhnya memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran sehingga perlu diperbaiki lagi terutama dalam membangun pengetahuan dan pola pikir siswa dalam kemampuan komunikasi dan hasil belajar matematika .

RPP yang digunakan guru pelaksana belum dirancang secara optimal dalam mengembangkan pola pikir siswa. Terlihat pada kegiatan inti siswa belum terlibat secara aktif, misalnya belum adanya kegiatan dalam menyelidiki, menyelesaikan masalah dan menyampaikan ide-ide. Selain itu pembelajaran yang dilakukan bersifat konvensional, dimana guru mendominasi kegiatan pembelajaran dengan menjelaskan materi pelajaran, kemudian memberikan latihan untuk dikerjakan oleh siswa. Diakhir pembelajaran guru memberi penguatan dan menyimpulkan. RPP yang berperan sebagai pedoman dan panduan pelaksanaan proses pembelajaran sangat menentukan tindakan guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlunya rancangan RPP yang berfungsi sebagai pembimbing pelaksanaan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi siswa berani mengeluarkan pendapat dan memahami pengetahuan dan prosedur yang dipelajari.

LKS yang ada hanya berisi latihan-latihan soal *open-ended* yang sesuai materi yang akan dipelajari. Penyajian LKS yang demikian menyebabkan siswa dapat mengkomunikasikan pendapat atau ide ada ketika mengerjakan soal. Padahal banyak keuntungan yang diperoleh dalam pembelajaran jika menggunakan LKS. Salah satunya keuntungan menggunakan LKS adalah membantu siswa untuk menjadi aktif, percaya diri dan membantu mereka dalam membangun pengetahuannya sendiri. Jadi diperlukan LKS yang dapat dijadikan pedoman kegiatan seperti mencari, mengolah dan menemukan pengalaman belajar yang dapat membantu mengarahkan siswa untuk mengkonstruksikan pengetahuan yang telah dipelajari.

Usaha untuk mengatasi masalah ini, diperlukan peningkatan komunikasi dan hasil belajar matematika dengan menggunakan pendekatan pembelajaran *open-ended* pada siswa kelas XI Akutansi SMK Negeri 1 kerumutan pada materi relasi dan fungsi. Materi relasi dan fungsi ini digunakan dalam kehidupan sehari-hari serta terdapat banyak soal-soal bervariasi pada materi ini. Berkaitan dengan hal itu maka kemampuan komunikasi siswa dalam materi ini sangat penting. Diharapkan hasil belajar siswa pada materi relasi dan fungsi ini mengalami peningkatan terutama pada kemampuan komunikasi matematis siswa.

Perangkat pembelajaran yang diperlukan adalah Silabus, RPP dan LKS. Pengembangan RPP ini dirancang untuk memfasilitasi siswa selama dan setelah pembelajaran. RPP yang akan dikembangkan menghasilkan kegiatan pembelajaran yang

aktif, menantang, inspiratif, kondusif dan menyenangkan. RPP berbasis pendekatan open-ended ini dibuat berdasarkan tahap-tahap pelaksanaan pendekatan open-ended yaitu pada

Selain itu juga dikembangkan LKS berbasis pendekatan open-ended yang mencakup lembaran-lembaran yang berisi panduan tugas yang harus dikerjakan oleh siswa dengan pedoman berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing siswa dan didalamnya siswa diberikan kesempatan untuk bekerja memecahkan masalah agar kemampuan komunikasi siswa dapat terbangun. Sesuai dengan pendapat Trianto LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. Adanya LKS berbasis pendekatan open-ended diharapkan dapat melatih kemampuan komunikasi siswa untuk menemukan, menerapkan dan memperdalam materi matematika sehingga menciptakan kondisi belajar yang kondusif dapat meningkatkan komunikasi matematis siswa.

Open-ended merupakan pendekatan pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk mencari berbagai alternatif informasi dan strategi dalam memecahkan permasalahan, dapat lebih sering mengungkapkan ide-ide sendiri. Pendekatan ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis siswa, serta kemampuan komunikasi belajar matematika siswa dapat terkomunikasikan dengan baik. Shimada menyatakan bahwa pendekatan *open-ended* adalah pendekatan pembelajaran yang menyajikan suatu permasalahan yang memiliki metode atau penyelesaian yang benar lebih dari satu, sehingga dapat memberi kesempatan kepada siswa untuk memperoleh pengetahuan/pengalaman menemukan, mengenali, dan memecahkan masalah dengan beberapa teknik. Secara umum, langkah-langkah pembelajaran matematika dengan pendekatan *open-ended* adalah sebagai berikut.

- 1) Pendekatan *open-ended* dimulai dengan memberikan problem terbuka kepada peserta didik, problem tersebut diperkirakan mampu diselesaikan peserta didik dengan banyak cara dan mungkin juga banyak jawaban sehingga memacu potensi intelektual dan pengalaman peserta didik dalam proses menemukan pengetahuan yang baru.
- 2) Peserta didik melakukan beragam aktivitas untuk menjawab problem yang diberikan.
- 3) Berikan waktu yang cukup kepada peserta didik untuk mengeksplorasi problem.
- 4) Peserta didik membuat rangkuman dari proses penemuan yang mereka lakukan.
- 5) Diskusi kelas mengenai strategi dan pemecahan dari problem serta penyimpulan dengan bimbingan guru.

Setiap pendekatan pembelajaran memiliki keunggulan dan kelemahan dalam penerapannya, demikian juga dengan pendekatan *open-ended*. Adapun kelebihan dari pendekatan *open-ended* menurut Sullivan yaitu:

- 1) Peserta didik lebih aktif terlibat dalam berpikir tentang situasi, dan karenanya meningkatkan potensi untuk konstruksi pada pengetahuan baru;
- 2) Lebih mudah diakses dari contoh terbuka, bahwa siswa dapat menggunakan pengetahuan apa yang dimiliki sekitar parameter untuk mengeksplorasi aspek-aspek wilayah, sedangkan pertanyaan tertutup membutuhkan penarikan kembali wilayah tertentu dan formula perimeter.
- 3) Menawarkan kesempatan untuk perpanjangan berpikir matematika, karena siswa dapat mengeksplorasi berbagai pilihan serta mempertimbangkan bentuk respon umum.

Kelebihan atau keunggulan dari pendekatan *open-ended* juga dinyatakan oleh Suherman, dkk yaitu:

- 1) Siswa berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran dan sering mengekspresikan idenya.
- 2) Siswa memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan ketrampilan matematika secara komprehensif.
- 3) Siswa dengan kemampuan matematika rendah dapat merespon permasalahan dengan cara mereka sendiri.
- 4) Siswa secara intrinsik termotivasi untuk memberikan bukti atau penjelasan.
- 5) Siswa memiliki pengalaman banyak untuk menemukan sesuatu dalam menjawab permasalahan.

Pentingnya pendekatan *open-ended problem* terletak pada yang penemuan pertama dan fakta menunjukkan kebanyakan dengan pendekatan *open-ended* dapat memecahkan setiap masalah dengan tidak hanya memiliki satu solusi benar. Pendekatan *open-ended* juga memungkinkan setiap siswa untuk bekerja pada masalah yang sama menurut kemampuannya. Demikian pentingnya hal ini karena ternyata pendekatan *open-ended* dapat digunakan untuk mempelajari strategi-strategi, sehingga dapat memperdalam pengetahuan matematika siswa dan meningkatkan komunikasi matematika.

Sementara pada proses pembelajaran matematika pada umumnya masih kurang menyentuh masalah-masalah matematika terbuka. Menurut Sawada bila *open-ended problems* diberikan pada siswa di sekolah, setidaknya ada lima keuntungan yang dapat diharapkan. Pertama, siswa terlibat lebih aktif dalam proses pembelajaran dan mereka dapat mengungkapkan ide-ide mereka secara lebih sering. Para siswa tak hanya pasif menirukan cara yang dicontohkan gurunya. Kedua, siswa mempunyai kesempatan yang lebih dalam menggunakan pengetahuan dan keterampilan matematika mereka secara menyeluruh. Mereka terlibat lebih aktif dalam menggunakan potensi pengetahuan dan keterampilan yang sudah dimiliki sebelumnya. Ketiga, setiap siswa dapat menjawab permasalahan dengan caranya sendiri. Berarti tiap kreativitas siswa dapat terungkap. Keempat, pembelajaran dengan menggunakan *open-ended problems* memberikan pengalaman nyata bagi siswa dalam proses bernalar. Kelima, ada banyak pengalaman-pengalaman berharga yang akan didapatkan siswa dalam bentuk kepuasan dalam proses penemuan jawaban dan juga mendapat pengakuan dari siswa-siswa lainnya.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa *open-ended* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang mengedepankan permasalahan terbuka yang mengandung banyak cara penyelesaian atau banyak jawaban benar. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut, siswa akan mengkombinasikan semua pengetahuan, keterampilan dan pola pikir matematika yang telah dimiliki sebelumnya yang memungkinkan munculnya suatu pengalaman yang baru. Hal tersebut dapat dilakukan siswa tentunya dengan melalui analisis, sintesis, dan evaluasi terhadap data yang ada dalam soal, membuat dan menguji hipotesis, serta menarik kesimpulan, sehingga diharapkan diharapkan dapat memunculkan komunikasi belajar matematika pada siswa.

Relasi dan fungsi merupakan salah satu materi matematika yang diajarkan pada siswa kelas XI AK SMK. Materi pokok dalam relasi dan fungsi kuadrat ini meliputi pengertian fungsi kuadrat, grafik fungsi kuadrat, menyusun fungsi kuadrat dan merancang model matematika yang berkaitan dengan fungsi kuadrat. Dalam

pembelajaran yang berlangsung selama ini, materi fungsi kuadrat cenderung diajarkan semata-mata untuk memperoleh kemahiran siswa memanipulasi simbol-simbol melalui latihan yang berulang-ulang. Akan tetapi dalam pengerjaan soal, jawaban siswa kebanyakan hanya berfokus pada contoh soal saja dan masih sulit untuk mampu mencari alternatif penyelesaian lain atau dengan cara berbeda sehingga jika diberikan permasalahan lain siswa merasa kesulitan untuk mencari solusinya. Demikian juga dalam penyelesaian soal-soal yang menuntut komunikasi matematika, siswa juga pada umumnya masih sulit untuk menyelesaikannya. Hal ini akan berdampak pada rendahnya tingkat komunikasi matematika siswa. Untuk itu perlu dicobakan suatu pembelajaran dengan pendekatan *open-ended*.

Berdasarkan uraian di atas, pemakalah tertarik untuk melakukan mengadakan penelitian tindakan kelas dengan berjudul “Peningkatkan komunikasi dan Hasil Belajar Matematika Siswa dengan menggunakan Pendekatan Pembelajaran *open-ended* pada siswa kelas XI AK SMK Negeri 1 Kecamatan Kerumutan.

Maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah peningkatan kemampuan komunikasi siswa kelas XI AK di SMK Negeri 1 Kerumutan dengan menggunakan pendekatan pembelajaran *open-ended* dalam pembelajaran Matematika? dan bagaimanakah peningkatan hasil belajar siswa kelas XI AK di SMK Negeri 1 Kerumutan dengan menggunakan pendekatan pembelajaran *open-ended* dalam pembelajaran Matematika?

2. Metode Penelitian

Menurut Muslich Penelitian Tindakan Kelas bertujuan untuk dapat meningkatkan kualitas pembelajaran serta membantu memberdayakan guru dalam memecahkan masalah pembelajaran di sekolah Adapun rancangan penelitian tindakan kelas terdiri atas beberapa siklus yang meliputi tindakan-tindakan: 1) perencanaan tindakan, 2) pelaksanaan tindakan, 3) observasi dan monitoring, dan 4) refleksi. Perencanaan tindakan merupakan tahap awal pada penelitian tindakan kelas dimana guru harus membuat dan menyusun skenario pembelajaran yang berupa silabus dan rancangan pelaksanaan pembelajaran. Selain itu, guru juga membuat lembar observasi yang bertujuan untuk melihat bagaimana keadaan belajar mengajar di kelas sesuai dengan pendekatan atau metode yang diterapkan. Pelaksanaan tindakan terdiri dari beberapa siklus. Setiap siklus terdiri atas perencanaan tindakan, pelaksanaan tindakan, observasi dan monitoring, dan refleksi.

Siklus I

a. Perencanaan tindakan

Perencanaan tindakan pada siklus I meliputi pembuatan skenario pembelajaran yang terdiri atas silabus dan rancangan pelaksanaan pembelajaran. Dalam rancangan pelaksanaan pembelajaran memuat tentang tujuan pembelajaran, materi dan kegiatan pembelajaran dengan penerapan pendekatan *open-ended* disertai dengan aktivitas guru dan siswa.

b. Pelaksanaan tindakan.

Tindakan yang dilakukan pada siklus I adalah melaksanakan aktivitas pembelajaran matematika dengan menerapkan pendekatan *open-ended*. Penyajian masalah dari guru terkait dengan materi yang dibahas merupakan langkah awal dalam pelaksanaan tindakan sebagai bagian dari pendekatan *open-ended*. Pelaksanaan kegiatan belajar

mengajar disesuaikan dengan rancangan pelaksanaan pembelajaran yang telah dibuat sebelumnya.

c. Observasi dan monitoring.

Kegiatan observasi dan monitoring dilakukan untuk melihat, mengamati dan mencatat setiap kemampuan komunikasi dan aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Selanjutnya melakukan evaluasi formatif atas dampak tindakan terhadap hasil belajar siswa selama pelaksanaan tindakan yang berkaitan dengan kemampuan komunikasi dan aktivitas siswa.

d. Refleksi.

Berdasarkan hasil observasi dan monitoring, peneliti mengidentifikasi berbagai faktor-faktor hambatan dan kemudahan selama proses pembelajaran dengan pendekatan *open-ended* serta merumuskan alternatif tindakan yang akan dilaksanakan selanjutnya, kemudian dilanjutkan dengan penyusunan rencana pelaksanaan tindakan.

Siklus II merupakan kelanjutan dari siklus I dimana perencanaan dan pelaksanaan tindakan berdasarkan hasil dari siklus I. Keseluruhan prosedur pada siklus II sama dengan siklus I yang meliputi juga perencanaan tindakan, pelaksanaan tindakan, observasi dan monitoring, dan refleksi. Pembelajaran yang dilakukan direncanakan sampai pada siklus II, tetapi jika pada siklus kedua belum ada peningkatan kemampuan komunikasi dan aktivitas siswa maka pembelajaran akan dilanjutkan pada siklus-siklus berikutnya. Kegiatan pembelajaran akan berhenti ketika terdapat peningkatan kemampuan komunikasi dan hasil belajar siswa.

Tahapan sesudah pengumpulan data adalah analisis data. Data yang sudah diperoleh melalui teknik pengamatan dari proses pembelajaran dan tes selanjutnya dianalisis. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis data kualitatif (deskriptif) yang bertujuan untuk mendeskripsikan data tentang aktivitas guru dan siswa selama proses pembelajaran berlangsung dan analisis data kuantitatif pada materi pokok fungsi dan relasi. Adapun analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut: Hasil pengamatan yang diperoleh pengamat dan peneliti dari lembar pengamatan dianalisis yang diungkapkan dengan kata-kata, ungkapan, atau pernyataan bertujuan untuk menggambarkan data tentang aktivitas guru dan siswa, selanjutnya direfleksikan guna mengetahui aktivitas siswa dan guru selama proses pembelajaran untuk melihat kesesuaian antara perencanaan dengan pelaksanaan dengan pelaksanaan tindakan. Apabila hasil dari refleksi tersebut masih terdapat kekeliruan atau ketidaksesuaian dalam pelaksanaan tindakan dilakukan perencanaan ulang untuk diperbaiki pada siklus selanjutnya.

Data kuantitatif siswa dilihat dari hasil belajar matematika kelas XI AK SMK Negeri 1 Kerumutan yang diperoleh pada ulangan harian I dan ulangan harian II pada materi pokok relasi dan fungsi. Keberhasilan tindakan pada penelitian ini dilihat dari skor dasar, ulangan harian I dan ulangan harian II dianalisis untuk melihat peningkatan hasil belajar siswa dengan melihat ketercapaian siswa terhadap KKM dan rata-rata (mean) yang diperoleh siswa dari hasil belajar matematika pada materi pokok relasi dan fungsi setelah dilakukan tindakan. Pada penelitian ini siswa dikatakan mencapai KKM apabila skor hasil belajar yang diperoleh ≥ 70 .

Data yang diperoleh dari tes hasil belajar atau ulangan harian siswa dianalisis dengan menggunakan analisis rata-rata (mean) nilai siswa. Untuk analisis rata-rata nilai siswa dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai setelah tindakan dengan rata-rata nilai sebelum tindakan (skor dasar). Dalam penelitian ini dilakukan dua kali

ulangan harian. Jika rata-rata nilai siswa pada ulangan I lebih tinggi dari rata-rata nilai siswa pada skor dasar dan jika rata-rata nilai siswa pada ulangan harian II lebih tinggi dari rata-rata nilai siswa pada ulangan harian I maka dengan demikian dapat dikatakan hasil belajar siswa meningkat.

5. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan open-ended yang valid, praktis dan efisien. Sehingga dapat untuk meningkatkan proses pembelajaran kemampuan komunikasi dan hasil belajar siswa kelas XI SMK Negeri Kerumutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Armiati. 2009. “*Self- Efficacy* dan Pembelajaran Berbasis Masalah”. Makalah disajikan dalam Konferensi Nasional Pendidikan Matematika Unimed Medan, 23-25 Juli 2009.
- Akhmad Sudrajat. 2008. Pengertian pendekatan, strategi, metode, teknik, taktik, dan model pembelajaran. Diambil tanggal 7 Agustus 2015, dari <http://akhmadsudrajat.wordpress.com>
- Depdiknas. 2003. *Undang-undang RI nomor 20, tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- Depdiknas . 2004. *Kurikulum matematika SMA/SMK*.
- Erman Suherman, dkk. 2003. *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- nprashita, M. 2005. Open-ended approach and teacher education (Versi Elektronik). Diambil tanggal 9 Agustus 2015. Tersedia <http://math.coe.uga.edu/tme/tmeonline.html>
- Mumun Syaban. 2010. Menggunakan open-ended untuk memotivasi berpikir matematika (Versi Elektronik). *Jurnal Pendidikan dan Budaya*. Diambil tanggal 11 Agustus 2015. Tersedia <http://educare,e-fkipunla.net>
- Santrock, J.W. 2009. *Psikologi pendidikan*. Jakarta: Penerbit Salemba Humanika.
- Suherman, dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas pendidikan Indonesia.
- Sumarmo, Utari. 2010. “Berpikir Dan Disposisi Matematika: Apa, Mengapa Dan Bagaimana dikembangkan Pada Peserta Didik”. Dalam Armiati (Ed), *Seminar Nasional Matematika*. Bandung: FPMIPA UPI.
- Santrock, J.W. 2009. *Psikologi pendidikan*. Jakarta: Penerbit Salemba Humanika.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VII SMP

Alimatu Saqdhah¹, Armiami², Yerizon³
email: saqdhaha@yahoo.co.id

¹ Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

^{2,3} Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Abstract : The results of preliminary observations show the situation and condition of mathematics learning in the research object, that is some Junior High School in Sungai Limau . The author found learning devices used in the schools such as lesson plans and worksheet not optimal to improving mathematical problem solving ability at grade VII students of junior high school. That is the reason why learning devices need to developed to improve mathematical problem solving ability of students. Either the efforts for solve the problem is used learning based on contextual. In this research, learning devices based on contextual developed. The goal is produce a learning devices based on contextual that valid, practical and effective. Research and development using Ploomp and Nieveen models (2013), which consists of three phase are the preliminary research, prototype phase and assessment phase. In the preliminary phase, need analysis, curriculum analysis, student characteristics analysis, and concept analysis were conducted. In prototype phase, research was designed lesson plans (RPP) and students handout based on contextual. In the assessment phase, assessments of practical and effective based on the results of the teacher response of questionnaire, student responses of questionnaire, observation sheets of RPP implementation, observation sheets of students activity, and the final test result mathematical problem solving ability.

Keywords: learning based on contextual, learning devices, mathematical problem solving ability, Ploomp model.

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia dalam rangka mempertahankan hidup dan penghidupan. Pendidikan juga merupakan kewajiban dari Sang Kholiq yang bernilai beribadah. Pendidikan dapat berlangsung dimana saja, baik dalam lingkungan keluarga, sekolah maupun masyarakat. Sekolah merupakan salah satu tempat pendidikan formal untuk mempersiapkan SDM yang berkualitas.

Pemerintah senantiasa berupaya untuk meningkatkan mutu pendidikan. Upaya ini terlihat dengan ditetapkannya Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Undang-undang ini menyatakan bahwa fungsi pendidikan nasional adalah mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggungjawab.

Peningkatan mutu pendidikan di Indonesia diterapkan dalam berbagai bidang pendidikan, salah satunya pada bidang pendidikan matematika. Permen No. 58 tahun 2014 menyatakan matematika merupakan suatu ilmu yang penting dalam kehidupan bahkan dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Matematika merupakan salah satu

komponen dari serangkaian mata pelajaran yang mempunyai peranan penting dalam pendidikan[1]. Matematika juga merupakan salah satu bidang studi yang mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi[2].

Tujuan pembelajaran matematika adalah meningkatkan kemampuan matematis peserta didik yang terdiri dari kemampuan dalam memahami konsep, kemampuan penalaran, kemampuan komunikasi, dan kemampuan pemecahan masalah. Pemecahan masalah matematis merupakan salah satu dari lima standar proses dalam NCTM (*National Council of Teachers of Mathematics*), selain komunikasi, penalaran dan bukti, koneksi, dan representasi matematis. Pemecahan masalah merupakan tipe belajar yang paling kompleks (Gagne dalam Ruseffendi, 2006:166) dan merupakan fokus sentral dari kurikulum matematika (NCTM, 1989 dalam Kirkley, 2003: 1) [3].

Kemampuan pemecahan masalah merupakan bagian yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Karena dalam proses pembelajaran matematika, peserta didik dimungkinkan memperoleh pengalaman baru menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah yang bersifat tidak rutin[4]. Sehingga dapat membekali peserta didik berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif.

Untuk menciptakan proses pembelajaran matematika yang berkualitas, pendidik harus mampu memberikan gambaran konkrit dari materi yang disampaikan. Upaya pendidik tersebut akan menjadikan peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep-konsep matematika dan penerapannya dalam kehidupan. Artinya, pembelajaran matematika hendaknya ditekankan pada keterkaitan antara konsep-konsep matematika dengan pengalaman peserta didik sehari-hari. Untuk itu diperlukan cara yang efektif dan lebih kreatif dalam menyampaikan konsep matematika dan mempersiapkan perangkat pembelajaran.

Beberapa alasan pentingnya perangkat pembelajaran dalam proses pembelajaran adalah (1) Perangkat pembelajaran sebagai panduan, yaitu perangkat pembelajaran benar-benar memberi arah bagi seorang guru; (2) Perangkat pembelajaran sebagai tolak ukur, yaitu seorang guru yang profesional tentu mengevaluasi setiap hasil mengajarnya, begitu pula dengan perangkat pembelajaran; (3) Perangkat pembelajaran sebagai peningkatan profesionalisme, yaitu profesionalisme seorang guru dapat ditingkatkan dengan perangkat pembelajaran artinya perangkat pembelajaran tidak hanya sebagai kelengkapan administrasi saja, tetapi lebih sebagai media peningkatan profesionalisme, seorang guru harus benar-benar menggunakan dan mengembangkan perangkat pembelajarannya; (4) Mempermudah, yaitu memiliki perangkat pembelajaran sangat mempermudah seorang guru dalam membantu proses fasilitasi pembelajaran dengan perangkat pembelajaran, seorang guru bisa dengan mudah menyampaikan materi hanya dengan melihat perangkatnya tanpa harus banyak berpikir dan mengingat[5].

Perangkat pembelajaran terdiri dari silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan ajar, dan lembar penilaian[6]. Silabus merupakan hasil atau produk pengembangan disain pembelajaran berupa penjabaran standar kompetensi dan kompetensi dasar ke dalam materi pokok/pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian. Penjabaran silabus yang menggambarkan rencana prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi disebut Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Setiap guru pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun RPP secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif,

inspirasi, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran.

Komponen yang memiliki peran penting dalam rencana pembelajaran adalah materi pembelajaran. Seperangkat materi pembelajaran yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, dan penyajiannya disesuaikan dengan model pembelajaran yang telah dipilih dalam RPP dikenal dengan bahan ajar. Bahan ajar berfungsi sebagai pedoman bagi pengajar yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, pedoman bagi peserta didik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran, dan alat evaluasi pencapaian/penguasaan hasil pembelajaran. Salah satu jenis bahan ajar berupa bahan tertulis tambahan dapat yang memperkaya pengetahuan peserta didik adalah *handout*[7]. Penyusunan *handout* dilakukan atas dasar kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik dengan mempertimbangkan karakteristik, materi, dan kemampuan kognitif peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di beberapa SMP di kecamatan Sungai Limau yaitu SMP N 5 Sungai Limau tanggal 04 Juni 2015, SMP N 4 Sungai Limau tanggal 05 Juni 2015, dan SMP N 3 Sungai Limau tanggal 08 Juni 2015, ditemukan bahwa perangkat pembelajaran yang ada masih bisa dioptimalkan untuk melibatkan peserta didik secara aktif. Hal ini dapat dilihat dari RPP dan bahan ajar yang digunakan. RPP yang digunakan belum menerapkan model pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif. Dimana guru menyusun RPP belum memanfaatkan lingkungan yang ada yaitu belum mempertimbangkan karakter dan kondisi peserta didik.

Proses pembelajaran yang ada memuat langkah pembelajaran dengan kegiatan rutin. Yakni, dalam pelaksanaan pembelajaran, ada guru yang masih menerapkan metode mencatat pelajaran sampai selesai, memberikan tugas, dan menyelesaikan soal-soal latihan pada buku cetak. Disamping itu, pendekatan pembelajaran yang lebih banyak berpusat pada guru, komunikasi lebih banyak satu arah dari guru ke peserta didik, metode pembelajaran lebih banyak menggunakan ceramah dan demonstrasi, dan materi pembelajaran lebih pada penguasaan konsep-konsep bukan kompetensi.

Pada umumnya guru hanyaterpaku pada materi yang terdapat didalam buku pegangan dan belum dikaitkan dengan kehidupan nyata. Akibatnya, peserta didik lebih cenderung pasif dan kurang berpartisipasi. Pembelajaran yang ada belum menempatkan peserta didik didalam konteks bermakna yang menghubungkan pengetahuan awalpeserta didik dengan materi yang sedang dipelajarinya dan penerapannya dalam konteks kehidupan peserta didik sehari-hari. Ini menunjukkan masih kurangnya aktivitas peserta didik, dan perlunya mengoptimalkan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran.

Selain itu, bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran adalah buku paket yang didampingi dengan LKPD dari penerbit. Buku paket yang tersedia di sekolah masih ada beberapa kekurangan, seperti : keterbatasan buku paket yang dimiliki peserta didik, buku paket menggunakan bahasa dan ilustrasi yang tidak komunikatif sehingga peserta didik sulit memahaminya, dan tidak adanya nuansa yang bisa menggugah kesadaran afektif peserta didik. Penggunaan LKPD sebagai pendamping dalam pembelajaran matematika kurang memenuhi kebutuhan peserta

didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang optimal. Penyajian materi LKPD hanya berupa ringkasan materi yang tentunya tidak cukup sebagai referensi pembelajaran, sedangkan peserta didik memerlukan pemaparan materi yang memungkinkan mencapai tujuan pembelajaran.

Berdasarkan pengamatan dilapangan, pembelajaran yang mendorong kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik masih dapat dikembangkan. Kebanyakan peserta didik kesulitan menemukan sumber belajar yang menunjang pembelajaran matematika yang mendorong kemampuan pemecahan masalah. Keterbatasan sumber belajar matematika yang mendorong kemampuan pemecahan masalah menuntut peran aktif guru dan peserta didik. Akan tetapi, praktek dalam pembelajaran menunjukkan kebanyakan peserta didik tergantung dengan guru. Hanya sebagian peserta didik yang mampu dan mau mencari sumber lain untuk belajar. Kondisi tersebut tentu menyebabkan pembelajaran didominasi oleh guru.

Hal ini akan berakibat pada rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebagaimana terlihat dari rendahnya daya serap peserta didik terhadap soal cerita dan pemecahan masalah pada ujian nasional matematika SMP. Menurut Saekhan (2007), rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik disebabkan oleh proses pembelajaran matematika di kelas kurang meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) dan kurang terkait langsung dengan kehidupan nyata sehari-hari[8].

Berdasarkan observasi dengan salah seorang guru SMPN 3 Sungai limau, ditemukan permasalahan peserta didik pada kemampuan matematis khususnya pemecahan masalah. Data hasil ulangan peserta didik menunjukkan bahwa masih banyak peserta didik yang belum paham menyelesaikan masalah berbentuk soal cerita. Dari 5 soal ulangan peserta didik, ada dua soal pemecahan masalah yang diberikan. Beberapa peserta didik terlihat kesulitan dalam menyelesaikannya. Disamping itu, hasil wawancara didapatkan data bahwa masih banyak peserta didik yang belum mendapat nilai diatas KKM (75). Berikut ini dapat dilihat dari data nilai ulangan peserta didik pada mata pelajaran matematika Semester I SMP Negeri 3 Sungai Limau tahun ajaran 2015/2016 pada tabel 1.

Tabel 1: Nilai Ulangan Pemecahan Masalah Peserta Didik kelas VII pada Mata Pelajaran Matematika Semester I Tahun Ajaran 2015/2016

No.	Kelas	Jumlah peserta didik (orang)	Tuntas	Tidak Tuntas
			Persentase (%)	Persentase (%)
1.	VII.1	33	47	53
2.	VII.2	33	44	56
3.	VII.3	34	43	57
4.	VII.4	31	25	75
5.	VII.5	33	38	62
6.	VII.6	34	32	68

Sumber data : Guru Matematika Kelas VII SMP Negeri 3 Sungai Limau

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada mata pelajaran matematika masih belum sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut mendeskripsikan rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Untuk mengatasi permasalahan di atas, diperlukan perangkat pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran sehingga meningkatkan keaktifan dan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Apabila peserta didik sudah berperan aktif dalam proses pembelajaran, maka guru akan lebih mudah dalam memotivasi peserta didik untuk memahami materi pelajaran secara mandiri. Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan perangkat pembelajaran.

Alasan pentingnya pengembangan perangkat pembelajaran ialah ketersediaan bahan sesuai tuntutan kurikulum, karakteristik sasaran, dan tuntutan pemecahan masalah belajar[9]. Pemilihan pendekatan yang digunakan dalam perangkat pembelajaran matematika juga merupakan hal yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan yang tepat, akan memberikan hasil yang optimal bagi pemahaman peserta didik terhadap materi yang sedang dipelajarinya.

Salah satu pendekatan yang bisa lebih memberdayakan peserta didik yaitu dengan pendekatan kontekstual. Menurut Wina Sanjaya (2006:255), pendekatan kontekstual adalah suatu strategi pembelajaran yang menekankan kepada proses keterlibatan peserta didik secara penuh untuk dapat menemukan materi yang dipelajari dan dapat menghubungkannya dengan kehidupan nyata sehingga mendorong peserta didik untuk dapat menerapkannya dalam kehidupan mereka[10]. Dengan pendekatan kontekstual, proses pembelajaran lebih mengedepankan idealitas pendidikan sehingga benar-benar akan menghasilkan kualitas pembelajaran yang efektif dan efisien[11]. Sehingga dengan konsep ini peserta didik memperoleh hasil pembelajaran yang lebih bermakna.

Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dikembangkan suatu perangkat pembelajaran berbasis kontekstual untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP. Dalam perangkat ini materi disajikan dengan melibatkan gambar-gambar yang sudah dikenal peserta didik, dan mengaitkan materi dengan masalah sehari-hari yang biasa dihadapi peserta didik [9]. Ini dapat dijadikan pengetahuan awal bagi peserta didik dalam memahami materi, disamping penjelasan materi yang diberikan oleh guru. Perangkat pembelajaran dimaksud adalah RPP dan *handout* berbasis kontekstual.

RPP berbasis kontekstual memuat pembelajaran yang dikaitkan dengan lingkungan sekitar sekolah. Dalam pembelajaran kontekstual, RPP diartikan sebagai rencana kegiatan guru yang berisi skenario pembelajaran. Tahap demi tahap mengenai hal-hal yang akan dilakukan guru bersama peserta didik terkait topik atau pokok bahasan yang akan dipelajari, demi tercapainya kompetensi standar yang telah ditentukan. RPP berbasis kontekstual lebih menekankan pada skenario pembelajaran yang mengakomodasi 7 (tujuh) komponen utama yaitu 1) konstruktivisme (*constructivism*); 2) penemuan (*inquiry*); 3) masyarakat belajar (*learning community*); 4) bertanya (*questioning*); 5) pemodelan (*modeling*); 6) refleksi (*reflection*); dan 7) penilaian yang sebenarnya (*authentic assessment*). Ketujuh komponen utama pendekatan kontekstual termaktub pada rencana pembelajaran yang disusun[9]. Selain itu, dalam

RPP berbasis kontekstual juga dirancang bagaimana mengintegrasikan keterampilan kecakapan hidup (*life skill*) dalam rangkaian pembelajaran[12].

Dilain pihak, mengembangkan *handout* menjadi bahan ajar yang inovatif dan kreatif sangatlah penting. *Handout* yang dimaksud disini adalah *handout* yang disusun dan didesain khusus dengan menggunakan pendekatan kontekstual. *Handout* berbasis kontekstual merupakan bahan pembelajaran yang dibuat ringkas, bersumber dari beberapa literatur yang relevandengan kompetensi dasar dan materi pokok yang diajarkanmengacu pada 7 (tujuh) komponen utama pembelajaran kontekstual. Keberadaan *handout* berbasis kontekstual dapat membuat materi-materi yang abstract menjadi lebih konkrit dan materi yang kompleks dapat disederhanakan. *Handout* berbasis kontekstual yang efektif juga dapat meningkatkan keingintahuan peserta didik mengenai materi, sehingga peserta didik terdorong untuk belajar dan terus belajar. Selain itu, *handout* dapat memperlancar dan memberikan bantuan informasi atau materipelajaran sebagai pegangan bagi peserta didik dan memperkaya pengetahuan peserta didik[7]. Pemakaian *handout* berbasis kontekstual akan lebih menguatkan pemahaman peserta didik tentang apa yang telah mereka ketahui sebelumnya. Sehingga proses belajar yang dilakukan peserta didik akan lebih bermakna.

Rumusan masalah pada pengembangan ini adalah “Bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran berbasis kontekstual yang valid, praktis, dan efektif pada materi matematika semester II SMP kelas VII ?” Tujuan yang hendak dicapai dalam pengembangan ini adalah mendeskripsikan karakteristik perangkat pembelajaran berbasis kontekstual yang valid, praktis, dan efektif pada materi semester II SMP kelas VII.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [13]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses pembelajaran matematika di kelas VII SMP. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis kontekstual. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMP.

3. Hasil dan Pembahasan

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum dilakukan terhadap standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan materi kelas VII Sekolah Menengah Pertama (SMP). Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis kontekstual untuk peserta didik kelas VII SMP. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas VII SMP adalah mengenai kesesuaian materi dengan pembelajaran kontekstual. Dari analisis terhadap kurikulum yang dilakukan sehingga dipilih pengembangan perangkat pembelajaran berbasis kontekstual untuk materi matematika semester IISMP kelas VII.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang akan dipelajari oleh peserta didik. Selanjutnya materi tersebut disusun secara hirarkis. Materi yang dikembangkan adalah materi matematika semester II SMP kelas VII.

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi kemampuan akademis, usia, latar belakang peserta didik, kegemaran peserta didik terhadap warna dan gambar. Sehingga perangkat pembelajaran yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik yang dimiliki peserta didik.

Pada *prototyping stage* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan pembelajaran berbasis kontekstual untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik kelas VII SMP. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation*, hasil revisi dilanjutkan tahap *expert review* dengan lima orang validator. Kemudian melakukan *one to one* oleh tiga orang peserta didik dilanjutkan *small group* oleh delapan orang peserta didik. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan (*field test*) pada kelas VII SMPN 3 Sungai Limau untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar angket respon guru dan peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan RPP, lembar observasi aktivitas peserta didik dan tes akhir kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis kontekstual yang valid, praktis dan efisien. untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik kelas VII SMPN.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Mulyardi. 2002. Strategi Pembelajaran Matematika. Padang: UNP.
- [2] Mulyardi. 2003. Strategi Pembelajaran Matematika. Padang: FMIPA UNP
- [3] NCTM. 1989. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, VA : NCTM.
- [4] Masnur Muslich. 2007. KTSP. Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontekstual. Jakarta: Bumi Aksara
- [5] Rochmad. 2011. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika. Artikel tidak diterbitkan. Semarang: UNNES.
- [6] Majid, Abdul. 2011. Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- [7] Prastowo, Andi. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Jogjakarta: Diva Press.
- [8] Saekhan Muchith. 2007. Pembelajaran Kontekstual. Semarang : Rasail.
- [9] Rochmad. 2011. Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika. Artikel tidak diterbitkan. Semarang: UNNES.
- [10] Winata, S. Udin, dkk. 2008. Teori Belajar dan Pembelajaran. Jakarta Universitas Terbuka.

- [11] Alwasih, Chaedar.2007.Contextual Teaching and Learning. Bandung : MLC.
- [12] Rahmi.2009.“Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Kontekstual pada Topik Ruang Tiga Dimensi di SMAN 7 Padang”. Tesis tidak diterbitkan. Padang: Program Pascasarjana UNP Padang.
- [14] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. Educational design research: Illustrative cases. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

PROFIL BERPIKIR SISWA *CLIMBER* PADA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA

Silvia Fitriani

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Batanghari Jambi
silviafitriani1089@yahoo.com

Abstract. The research about analysis of students profile thinking based on adversity quotient type climber in solving mathematical problems was carried out on students at SMPN 8 Jambi. This research aims to analyze the students profile thinking based on adversity quotient type climber in solving mathematical problems. The result of research expected to be useful in optimizing learning activity based on profile thinking at junior high school student's type quitter, camper, and climber in mathematic learning, consideration for teacher or school in constructing learning model that relevant and further research material that relevant with classes containing students type climber, and for further research material about students profile thinking based on adversity quotient other type. This research method is descriptive qualitative, which the researcher directly involved by doing interview, adversity response profile (ARP) for research subject selection, sheet about math problem solving to analyze students profile thinking based on thinking activity that ranging from understand the problem step, solving plan step, implementation step of mathematic problem solving plan and recheck step. The conclusion of this result of research is there is student's type quitter disposed thinking process is accommodations, student's type camper disposed thinking process is assimilation, and student's type climber disposed thinking process is assimilation.

Keyword: *Profile thinking, adversity quotient, climber, mathematical problems*

PENDAHULUAN

Matematika mempunyai tingkat kesulitan yang tinggi berkaitan dengan konsep-konsep yang bersifat abstract, merupakan penyederhanaan dari keadaan sebenarnya, dan sifatnya berurutan, artinya suatu konsep akan sulit dipahami jika belum menguasai konsep sebelumnya. Dalam menyelesaikan masalah matematika siswa akan menemukan kesulitan-kesulitan dalam menyelesaikan persoalan. Dampak dari kesulitan siswa dalam menghadapi pemecahan masalah matematika membuat siswa selalu menghindari pelajaran matematika. Kesulitan belajar yang sering dihadapi siswa disebabkan dari siswa tersebut malas untuk bertanya dan kurangnya motivasi untuk mengetahui lebih banyak pemahaman dari soal-soal matematika yang sulit. Sehingga siswa hanya mampu mengerjakan soal-soal matematika yang mudah dan tidak mau berusaha untuk menyelesaikan soal matematika yang sulit. Menurut Gray dalam (Ronnie M, 2006) mengatakan bahwa semua kesulitan sesungguhnya kesempatan bagi jiwa untuk tumbuh. Oleh karena itu, siswa perlu berusaha memotivasi diri untuk lebih menyenangkan belajar matematika. Siswa perlu menyadari bahwa matematika itu penting. Disinilah *Adversity Quotient (AQ)* sangat diperlukan dalam belajar matematika. Menurut Stoltz (2000) *AQ* adalah kecerdasan dalam mengatasi kesulitan.

Stoltz (2000) mengelompokkan orang ke dalam tiga kategori *AQ*, yaitu: *quitter* (*AQ* rendah), *camper* (*AQ* sedang), dan *climber* (*AQ* tinggi). Dengan demikian siswa memiliki *AQ* rendah, sedang, dan tinggi berturut-turut disebut siswa *quitter*, *camper*, dan *climber*. Siswa *quitter* berusaha menjauh dari permasalahan, begitu melihat kesulitan ia akan memilih mundur, dan tidak berani menghadapi permasalahan. Siswa *camper* adalah anak yang tak mau mengambil risiko yang terlalu besar dan merasa puas dengan kondisi atau keadaan yang telah dicapainya. Sementara siswa *climber* menyambut baik tantangan, dapat memotivasi diri, memiliki semangat tinggi, dan mereka cenderung membuat segalanya terwujud.

Menurut Udin (2007) Proses berpikir dalam diri manusia dapat terjadi secara asimilasi dan akomodasi. Asimilasi terjadi ketika struktur masalah yang dihadapi sesuai dengan skema yang sudah dimiliki, sehingga struktur masalah dapat diintegrasikan langsung ke dalam skema yang ada. Sedangkan akomodasi terjadi ketika struktur skema yang dimiliki belum sesuai dengan struktur masalah yang dihadapi, sehingga perlu mengubah skema lama agar sesuai dengan struktur masalah.

KAJIAN TEORI

Menurut Stoltz (2007:8) *Adversity Quotient* (*AQ*) merupakan kemampuan seseorang dalam menghadapi kesulitan dan kemampuan mengatasinya dengan kecerdasan yang dimiliki sehingga menjadi sebuah tantangan untuk menyelesaikannya. Terutama dalam penggapaian sebuah tujuan, cita-cita, harapan dan yang paling penting adalah kepuasan pribadi dari hasil kerja/ aktifitas itu sendiri. *Adversity Quotient* merupakan suatu penilaian atau pengukuran bagaimana seseorang dalam menghadapi tantangan yang ada sampai akhirnya orang tersebut bisa keluar dari tantangan tersebut dan keluar sebagai pemenangnya. Orang yang mempunyai *Adversity Quotient* yang tinggi biasanya melihat suatu tantangan yang dihadapinya itu sebagai suatu peluang untuk menuju sukses. *AQ* memberi tahu seberapa jauh seseorang mampu menghadapi kesulitan dan kemampuan untuk mengatasinya, *AQ* meramalkan siapa yang mampu mengatasi kesulitan dan siapa yang akan hancur, *AQ* meramalkan siapa yang akan melampaui harapan-harapan atas kinerja dan potensi mereka serta siapa yang akan gagal, dan *AQ* meramalkan siapa yang akan menyerah dan siapa yang akan bertahan.

Dalam kamus bahasa Inggris, "*Adversity*" artinya kesengsaraan atau kemalangan, sedangkan "*Intelligence*" diartikan kecerdasan. Berdasarkan atas pengamatan Stoltz, yang tidak semua orang kemudian mampu menarik manfaat dari kapasitas IQ dan EQ, sehingga pada akhirnya Stoltz menawarkan konsep *Adversity Quotient* (*AQ*).

Secara ringkas Stoltz mendefinisikan *AQ* sebagai kemampuan seseorang dalam mengamati kesulitan dan mengolah kesulitan tersebut dengan kecerdasan yang dimiliki sehingga menjadi sebuah tantangan untuk menyelesaikan. Terutama dalam penggapaian sebuah tujuan, cita-cita, harapan dan yang paling penting adalah kepuasan pribadi dari hasil kerja/aktivitas itu sendiri.

Analisa Stoltz Adversity Quotient (AQ) menggambarkan pola seseorang mengelola tanggapan atas semua bentuk dan intensitas kesulitan, serta tragedy besar hingga gangguan. Konsep baru ini menawarkan manfaat yang dapat diperoleh:

1. AQ menyatakan seberapa tegar seseorang menghadapi kemalangan dan menerima sebuah tantangan. Serta seberapa jauh seseorang mampu bertahan menghadapi kesulitan dan kemampuannya untuk mengatasi permasalahan tersebut.
2. AQ memperkirakan siapa yang mampu mengatasi kemalangan tersebut dan siapa yang akan hancur.
3. AQ dapat memperkirakan siapa yang dapat melampaui harapan kinerja dan potensinya dan siapa yang akan gagal.
4. AQ memperkirakan putus asa atau menyerah dan siapa yang bertahan.

AQ mewujudkan dua komponen essensial yang amat praktis yaitu teori Ilmiah dan aplikasi nyata, karena AQ terwujud dalam tiga bentuk yaitu:

1. Keberhasilan konseptual baru untuk memahami dan meningkatkan semua aspek keberhasilan.
2. Merupakan ukuran bagaimana seseorang merespon kemalangan.
3. Merupakan alat untuk memperbaiki respon seseorang terhadap kemalangan.

Dengan demikian *adversity quotient* (AQ) mampu memprediksi seseorang atau individu pada tampilan motivasi, pemberdayaan, kreativitas, produktivitas, pembelajaran, energi, harapan, kegembiraan, vitalitas dan kesenangan, kesehatan mental, kesehatan jasmani, daya tahan, fleksibilitas, perbaikan sikap, daya hidup dan respon terhadap perubahan terutama dalam hal ini adalah siswa yang mempunyai kelebihan khusus, baik intelegensi, kreatifitas, ataupun skill dan potensi lebih. *Adversity quotient* (AQ) merupakan faktor utama yang menentukan kemampuan seseorang untuk mengatasi kesulitan, suatu kerangka konseptual yang memahami dan meningkatkan semua kesuksesan, dan suatu ukuran untuk mengetahui respon terhadap kesulitan.

Menurut Stolz (2007:18) pengelompokan individu berdasarkan AQ terdiri dari tiga yaitu: *Quitters*, *Campers*, dan *Climbers*.

1. Quitters

orang yang berhenti di tengah pendakian, gampang putus asa, dan mudah menyerah, mudah puas dengan pemuas kebutuhan dasar fisiologis saja, cenderung pasif, tidak bergairah untuk mencapai puncak keberhasilan. Kelompok ini cenderung menolak perubahan karena kapasitasnya yang minimal. Mereka yang *quitter* cenderung akan berhenti di tengah jalan ketika pesaingnya terus berjalan tanpa henti. Stoltz (2000) mengemukakan karakteristik orang *quitter* sebagai berikut menolak untuk "mendaki", bekerja sekedar untuk hidup, cenderung menghindari tantangan, tidak memiliki persahabatan yang sejati, cenderung menolak perubahan, terampil menggunakan kata-kata yang sifatnya membatasi, misalnya: tidak mau, mustahil, ini konyol, belum waktunya, bukan macam saya, kemampuannya kurang, tidak memiliki visi, keyakinan akan masa depan, dan konstribusinya dalam tim sangat kecil.

Siswa *quitter* belajar seadanya sekedar ikut teman, sedikit ambisi, minim semangat, biasanya tidak kreatif (kecuali untuk menghindari tantangan), dan tidak

banyak memberikan sumbangan yang berarti dalam kelompok. Siswa *quitter* berusaha menjauh dari permasalahan, begitu melihat kesulitan ia akan memilih mundur, dan tidak berani menghadapi permasalahan. Siswa *quitter* adalah mereka yang beranggapan bahwa matematika itu rumit, dan membingungkan. Motivasi mereka sangat kurang, sehingga ketika menemukan sedikit kesulitan dalam menyelesaikan soal matematika mereka menyerah dan berhenti tanpa diiringi usaha sedikitpun.

2. *Campers*

Tidak mencapai puncak, sudah puas dengan apa yang dicapai, orang seperti ini yang sedikit lebih baik dari *quitters*, yaitu masih mengusahakan terpenuhinya kebutuhan rasa aman dan keamanan dan kebersamaan, serta masih bisa melihat dan merasakan tantangan pada skala hirarki Maslow. kelompok ini juga tak tinggi kapasitasnya untuk perubahan karena terdorong oleh ketakutan dan hanya mencari keamanan dan kenyamanan. Dalam menghadapi kesulitan akan menimbang resiko dan imbalan sehingga tak pernah mencapai apa yang seyogyanya dapat tercapai dengan potensinya. Mereka yang *camper* merasa cukup puas berada atau telah mencapai sebuah target tertentu, meskipun tujuan yang hendak dicapai masih jauh. Lebih lanjut Stolts (2000) mengemukakan karakteristik orang *camper* sebagai berikut mau "mendaki" dan "berhenti" di pos tertentu dan merasa cukup sampai di situ, cukup puas telah mencapai suatu tahapan tertentu, memiliki sejumlah inisiatif, sedikit semangat, dan beberapa usaha, mengorbankan kemampuan individunya untuk mendapatkan kepuasan, menahan diri terhadap perubahan, tidak menyenangi perubahan besar karena merasa nyaman dengan kondisi yang ada, menggunakan bahasa dan kata-kata yang kompromistis, misalnya: ini cukup bagus, cukuplah di sini saja, saya sudah puas dsb., prestasinya tidak tinggi, kontribusinya tidak besar, dan meskipun telah melalui beberapa rintangan, namun mereka berhenti juga pada suatu tempat dan mereka ber "kemah" di situ.

Siswa *camper* masih menunjukkan sejumlah inisiatif, sedikit semangat, beberapa usaha, tidak menggunakan seluruh kemampuannya, bisa mengerjakan yang menuntut kreativitas dan mengambil resiko dengan penuh perhitungan. Siswa *camper* adalah anak yang tak mau mengambil resiko yang terlalu besar dan merasa puas dengan kondisi atau keadaan yang telah dicapainya saat ini. Ia pun kerap mengabaikan kemungkinan-kemungkinan yang bakal di dapat. Anak kategori ini cepat puas atau selalu merasa cukup berada di posisi tengah. Mereka tidak memaksimalkan usahanya walaupun peluang dan kesempatannya ada. Dalam belajar matematika siswa *camper* tidak berusaha semaksimal mungkin. Mereka berusaha sekedarnya saja. Mereka berpandangan bahwa tidak perlu nilai tinggi yang penting lulus, tidak perlu juara yang penting naik kelas.

3. *Climbers*

Orang yang selalu berupaya mencapai puncak pendakian yaitu kebutuhan aktualisasi diri pada skala kebutuhan Maslow, siap menghadapi berbagai rintangan. Kelompok ini memang menantang perubahan-perubahan. Kesulitan ataupun krisis akan

dihadapi walaupun perlu banyak energi, dedikasi dan pengorbanan. Mereka yang *climber* akan terus pantang mundur menghadapi hambatan yang ada di hadapannya. Mereka menganggap hambatan itu sebagai tantangan dan peluang untuk meraih sesuatu yang lebih tinggi yang belum diraih oleh orang lain.

Stolts (2000) juga mengemukakan karakteristik orang *climber* sebagai berikut membaktikan dirinya untuk terus "mendaki", selalu berpikir berbagai kemungkinan, menyambut baik tantangan, memotivasi diri, memiliki semangat tinggi, berjuang untuk mendapat yang terbaik, cenderung membuat segala sesuatu terwujud, tidak takut menjelajahi potensi-potensi yang ada, memahami dan menyambut baik risiko yang diakibatkan oleh langkah yang ditempuhnya, bersedia menerima kritik, menyambut baik setiap perubahan, bahkan ikut mendorong perubahan tersebut ke arah yang positif, menggunakan bahasa dan kata-kata yang penuh dengan kemungkinan-kemungkinan, berbicara tentang apa yang dapat dikerjakan dan cara mengerjakannya, berbicara tentang tindakan, tidak sabar dengan kata-kata yang tidak didukung dengan perbuatan, memberikan kontribusi yang besar kepada tim karena dapat mewujudkan potensi yang ada pada dirinya, dan tidak asing dengan situasi yang sulit karena kesulitan merupakan bagian dari hidupnya.

Siswa *climber* menyambut baik tantangan, dapat memotivasi diri, memiliki semangat tinggi, mereka cenderung membuat segalanya terwujud, terus mencari cara baru untuk bertumbuh dan berkontribusi, bekerja dengan visi, seringkali penuh dengan inspirasi, selalu menemukan cara untuk membuat segala sesuatunya terjadi. Siswa *climber* adalah anak yang mempunyai tujuan atau target. Untuk mencapai tujuan itu, ia mampu mengusahakan dengan ulet dan gigih. Tak hanya itu, ia juga memiliki keberanian dan disiplin yang tinggi. Ibarat orang bertekad mendaki gunung sampai puncak, ia akan terus mencoba sampai yakin berada di puncak gunung. Kategori inilah yang tergolong memiliki *AQ* yang baik. Siswa *climber* adalah mereka senang belajar matematika. Tugas-tugas yang diberikan guru diselesaikannya dengan baik dan tepat waktu. Jika mereka menemukan masalah matematika yang sulit dikerjakan, maka mereka berusaha semaksimal mungkin sampai mereka dapat menyelesaikannya. Mereka tidak mengenal kata menyerah. Mereka juga memiliki keberanian dan disiplin tinggi. Merekalah yang menjadi peserta olimpiade matematika.

METODE PENELITIAN

Penelitian jenis ini termasuk jenis penelitian kualitatif yang menggunakan metodologi penelitian kualitatif deskriptif. Menurut Moleong (2006:11) penelitian deskriptif adalah data yang dikumpulkan berupa kata-kata, gambar, dan bukan angka-angka. Hal itu disebabkan oleh adanya penerapan metode kualitatif. Selain itu, semua yang dikumpulkan berkemungkinan menjadi kunci terhadap apa yang sudah diteliti.

Penelitian deskriptif kualitatif berusaha menggambarkan suatu gejala sosial. Dengan kata lain penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan sifat sesuatu yang tengah berlangsung pada saat studi. Metode deskriptif ini ialah metode yang

menuturkan dan menafsirkan data yang ada, misalnya tentang situasi yang dialami, satu hubungan, kegiatan, pandangan, sikap yang menampak, atau tentang satu proses yang sedang berlangsung, pengaruh yang sedang bekerja, kelainan yang sedang muncul, kecenderungan yang menampak, pertentangan yang meruncing. Pelaksanaan metode-metode deskriptif tidak terbatas hanya sampai pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisa dan interpretasi tentang arti data itu. Karena itulah maka dapat terjadi sebuah penyelidikan deskriptif, membandingkan persamaan dan perbedaan fenomena tertentu lalu mengambil bentuk studi komperatif; atau mengukur sesuatu dimensi seperti dalam berbagai bentuk studi kuantitatif, angket, test, dan interview. Ciri-ciri metode deskriptif itu sendiri adalah memusatkan diri pada pemecahan masalah-masalah yang ada pada masa sekarang, pada masalah-masalah yang aktual, kemudian data yang dikumpulkan mula-mula disusun, dijelaskan, dan kemudian dianalisa (karena itu metode ini sering pula disebut metode analitik). Sifat-sifat lainnya adalah sama seperti pada setiap metode penyelidikan secara umum.

Peneliti sebagai instrumen utama penelitian berperan sebagai perencana, pengumpul, penganalisis, penafsir dan akhirnya menjadi pelapor hasil penelitian. Untuk menjalankan perannya, peneliti didukung oleh instrumen lain yaitu lembar soal dan pedoman wawancara. Instrumen lainnya adalah *adversity response profil (ARP)* untuk pemilihan subjek penelitian, lembar soal pemecahan masalah matematika untuk mengetahui proses berpikir siswa dalam pemecahan masalah matematika yang berbentuk esai dan pedoman wawancara yang dimaksudkan untuk membimbing peneliti dalam proses berpikir siswa dalam memecahkan masalah matematika.

Tes pemilihan subjek yang digunakan adalah *adversity response profil (ARP)* untuk pemilihan subjek penelitian. Dalam penelitian ini, konstruk dan isi tes *adversity quotient* diadaptasi langsung dari instrumen yang disusun oleh Paul Stolz.

Instrumen lembar soal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lembar soal yang berisi materi matematika Sekolah Menengah Pertama. Soal diberikan dalam bentuk soal cerita. Soal-soal tersebut disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku di Sekolah Menengah Pertama (SMP). Setiap soal yang digunakan telah melalui proses validasi isi (*content validity*). Validitas soal dikaitkan dengan muatan kurikulum, bahasa yang dipakai dan kesesuaian dengan subjek.

Penilaian terhadap konstruksi soal dilakukan dengan kriteria: (1) kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda, (2) persyaratan yang diberikan cukup untuk menyelesaikan soal, (3) rumusan soalnya menggunakan kalimat tanya atau perintah, dan (4) persyaratan soal yang diberikan jelas berfungsi.

Materi soal yang ditanyakan dibuat dengan kriteria: (1) sesuai dengan materi pelajaran sekolah, (2) sesuai dengan kurikulum sekolah, (3) materi soal telah diajarkan pada anak didik, (4) sesuai dengan tingkat perkembangan anak.

PEMBAHASAN

Berikut ini disajikan deskripsi pemecahan masalah matematika yang dilakukan siswa tipe *Climber*. Data proses berpikir yang diperoleh dari proses pemecahan masalah yang dilaksanakan.

Proses berpikir siswa *Climber* pada setiap tahap penyelesaian masalah matematika, sebagai berikut.

Pada tahap memahami masalah matematika, proses berpikir siswa *Climber* dapat menyebutkan dengan lancar dan jelas, ini ditunjukkan keseriusan dalam pemecahan masalah yang diberikan. Selama proses pemecahan masalah dan wawancara yang berlangsung, subjek *Climber* dapat mengungkapkan argumen-argumennya dengan lancar, yakin dan serius. Subjek tersebut juga dapat memberikan alasan-alasan yang logis atas argumen yang telah diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa sebelum mengkomunikasikan argumennya, subjek *climber* tersebut telah memikirkan dan mempertimbangkan terlebih dahulu untuk jawaban yang akan diberikan. Subjek *climber* telah mempunyai dasar atau alasan-alasan yang kuat untuk setiap jawaban atau argumen yang akan diberikan. Subjek *climber* juga dapat menjawab pertanyaan peneliti dengan lancar dan serius dengan melihat lembar tugas pemecahan masalah yang diberikan, hal ini terlihat dari yang jawaban subjek *climber* mengenai soal yang dipikirkannya dalam soal itu yaitu tinggi dari segitiga yang terbentuk 10 km sedangkan jarak kapal dari titik semula 8,5 km dan yang ditanyakan hipotenusa, hal ini berarti subjek *climber* sudah memiliki skema bahwa yang diketahui dalam suatu masalah matematika dapat diidentifikasi dengan kalimat tanya dari masalah yang diberikan. pada tahap perencanaan siswa *climber* langsung dapat mengasimilasi informasi tersebut ketika ia diminta untuk memahami masalah yang diberikan sehingga siswa *climber* dapat menyebutkan atau menyatakan dengan lancar apa yang ditanyakan oleh peneliti. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Suparno (1997) bahwa asimilasi adalah proses berpikir seseorang dengan mengintegrasikan persepsi, konsep, ataupun pengalaman baru ke skema yang sudah ada dalam pikiran. Sehingga dapat disimpulkan pada tahap memahami masalah siswa *climber* melakukan proses berpikir abstractsi reflektif dan asimilasi.

Pada tahap menyusun rencana penyelesaian masalah matematika, proses berpikir siswa *Climber* menyusun rencana dengan memisalkan yang diketahui dari soal tersebut, terlihat dari menyebutkan rumus phytagoras yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah matematika.

Siswa *climber* dapat mengintegrasikan langsung informasi yang baru diperoleh ke dalam skema yang ada dipikirkannya. Sebagaimana terdapat dalam asimilasi menyusun rencana bahwa dalam menyusun rencana siswa tersebut dapat menyatakan atau menyebutkan dengan lancar dan benar apa yang diminta dari soal.

Selanjutnya siswa *climber* dapat terkoneksi dengan baik dalam menjawab pertanyaan si peneliti terlihat dari hasil wawancara bahwa siswa *climber* dapat menyebutkan dengan jelas dan lancar penggunaan rumus yang akan dipakai. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa siswa *climber* melakukan proses berpikir asimilasi dalam menyusun rencana sebagaimana terdapat pada asimilasi menyusun rencana.

Tahap melaksanakan rencana pemecahan masalah, subjek *climber* mensketsa gambar yang terbentuk dari soal matematika tersebut. Selanjutnya dari gambar maka subjek *climber* menggunakan teorema Pythagoras untuk memecahkan soal matematika tersebut. Subjek *climber* melaksanakan jawabannya dengan menuliskan di atas kertas yang mana terlebih dahulu mensketsa gambar yang terbentuk dari soal matematika, kemudian subjek *climber* menggunakan rumus yang bersesuaian untuk memecahkan soal tersebut. Dengan demikian rumus-rumus yang dinyatakan oleh subjek *climber* dapat digunakannya dengan lancar dalam memecahkan soal matematika. Proses perhitungan yang dilakukan subjek *climber* secara langsung dapat dinyatakan benar artinya aktivitas metakognisi terlaksana dengan kesadaran penggunaan strategi dan ini artinya terjadi asimilasi terhadap operasi hitung yang digunakan.

Hal ini menunjukkan subjek *climber* menggunakan kesadaran terhadap pencapaian tujuan serta kemampuannya dalam mengatasi masalah dan pengetahuan yang dimiliki cukup untuk menyelesaikan soal matematika.

Terlihat dari pernyataan yang disebutkan oleh siswa *climber* bahwa siswa *climber* sudah memiliki skema tentang rencana penyelesaian masalah yang telah disusunnya melalui penggunaan rumus pythagoras yang diketahui dari soal. Sehingga siswa *climber* langsung dapat mengasimilasi informasi-informasi tersebut ketika ia diminta menjelaskan pelaksanaan rencana penyelesaian masalah yang diberikan. Dengan demikian siswa *climber* dapat mengintegrasikan langsung informasi yang baru diperoleh ke dalam skema yang ada dipikirkannya sehingga siswa *climber* melakukan proses berpikir asimilasi dalam melaksanakan rencana penyelesaian masalah sebagaimana terdapat dalam asimilasi melaksanakan rencana pemecahan masalah yang mana dalam menyatakan/menyebutkan suatu masalah pernyataannya benar dan lancar.

Pada tahap mengecek kembali hasil pemecahan masalah menggunakan data wawancara. Ketika pengecekan kembali subjek *climber* menyebutkan dengan lancar dan serius apa yang ditanyakan oleh peneliti, selanjutnya subjek *climber* menyadari bahwa langkah yang digunakan pada tahap melaksanakan rencana pemecahan masalah telah baik. Dalam memeriksa kembali hasil yang diperoleh siswa *climber* benar-benar dapat secara langsung menyatakannya dengan lancar sehingga siswa *climber* sudah memiliki skema bahwa pengecekan kembali itu dilakukan dengan mengecek kesesuaian penyelesaian yang telah diperoleh dengan data yang diketahui. Dalam hal ini siswa *climber* langsung dapat mengasimilasi informasi-informasi tersebut ketika ia diminta menjelaskan pengecekan kembali penyelesaian masalah yang diberikan. Dengan demikian siswa *climber* dapat mengintegrasikan langsung informasi yang baru diperoleh ke dalam skema yang ada dipikirkannya sehingga siswa *climber* melakukan proses berpikir asimilasi dalam mengecek kembali.

PENUTUP

Dalam mengidentifikasi Proses berpikir Siswa climber dalam menyelesaikan masalah matematika yaitu dengan melakukan teknik wawancara yang direkam menggunakan handpone pada soal langkah-langkah polya yang mana hasil dari wawancara terlihat ekspresi wajah dan ungkapan jawaban dari subjek penelitian sehingga hasilnya diidentifikasi bahwa Siswa climber terjadi proses berpikir asimilasi dalam memahami masalah, terjadi proses berpikir asimilasi dalam menyusun rencana, terjadi proses berpikir asimilasi dalam melaksanakan rencana, dan terjadi proses berpikir asimilasi dalam mengecek kembali. Dapat disimpulkan bahwa siswa climber dalam menyelesaikan masalah matematika berdasarkan langkah-langkah polya terjadi proses berpikir secara asimilasi.

Saran-saran

Penulis menyarankan kepada guru mata pelajaran matematika antara lain:

1. Untuk menggunakan tahap-tahap penyelesaian masalah matematika dengan memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian matematika, melaksanakan rencana penyelesaian matematika, dan mengecek kembali hasil penyelesaian masalah matematika.
2. Hendaknya memperhatikan proses berpikir siswa yang meliputi asimilasi dan akomodasi, memperhatikan kategori adversity quotient (AQ) siswanya.
3. Penulis menyarankan kepada guru dan siswa hendaknya menyadari bahwa setiap siswa mempunyai potensi AQ yang setiap saat harus ditingkatkan.
4. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi gambaran untuk penelitian selanjutnya mengenai proses berpikir siswa dan pola pikir siswa berdasarkan asimilasi dan akomodasi.

REFERENSI

- [1] Brown, A. L., & DeLoache, J. S.(1978). Skills, plans, and self-regulation. In R. S. Siegel (Ed.), *Children_s thinking: What develop?* (pp. 3-35). Hillsdale, N.J: Erlbaum.
- [2] Milles & Huberman. (1992) *Analisis Data Kualitatif (tentang metode-metode baru)*, Jakarta: UI-Press.
- [3] Polya, G. 1973. *How to Solve It*. New York: Doubleday.
- [4] Papaleontiou, E., dkk. 2008, Model of metacognition, *Metacognition and theory of mind*.hal. 12-5, Scolars Publishing., Cambridge.
- [5] Santrock, J. W., 2007. *Perkembangan Anak*, edisi-11, Terjemahan Mila Rachmawati, S.Psi & Anna Kuswanti, Erlangga, Jakarta.
- [6] Santrock, J. W., 2008. *Psikologi Pendidikan*, edisi-2, Terjemahan Tri Wibowo B.S., Kencana Prenada Media Group, Jakarta.
- [7] Sternberg, R. J., 2008. *Psikologi Kognitif*, edisi-4, Terjemahan Yudi Santoso, S.Fil, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

PENGEMBANGAN DESAIN PEMBELAJARAN TOPIK PERBANDINGAN DENGAN PENDEKATAN RME

Elva Yezita¹, Ahmad Fauzan², Lufri³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: elva.yezita@yahoo.com

^{2,3} Staf Pengajar Pascasarjana UNP

email: ²ahmad.zan66@gmail.com, ³lufri_unp@yahoo.com

Abstract. Ratio was one of the difficult topics for students. Students' achievement of ratio was not optimal. One of those factors are students still can not constructing the concept systematically. To overcome it, it was developed learning trajectory in the topic of ratio. The purpose of this research was to develop students problem-solving ability in grade seven of junior high school. The type of the research was design research. It consisted of three phrase, preparing for the experiment, conducting the experiment, and retrospective analysis. The result of validation showed that the learning trajectory that had been developed was valid based on the three experts' view. The result of conducting the experiment showed that the learning of ratio topic was meaningful and effective. Moreover, the learning trajectory can develop students' problem-solving ability. Based on the result of pre-test and post-test, it was found that the students' problem-solving ability increased after following the learning trajectory using Realistic Mathematics Education (RME) approach in the ratio topic with the percentage of mastery learning was 82,14%.

Kata Kunci: *RME, learning trajectory, ratio, problem solving.*

1. Pendahuluan

Perbandingan merupakan salah satu materi yang dipelajari di kelas VII SMP semester 1. Peserta didik harus memahami topik perbandingan karena mendasari beberapa topik lain dalam matematika, diantaranya adalah garis dan sudut, keliling dan luas bangun datar, lingkaran, luas permukaan dan volume bangun ruang, peluang, dan topik-topik lain yang menggunakan konsep perbandingan. Hasil observasi terhadap kegiatan pembelajaran peserta didik khususnya dalam mempelajari materi perbandingan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum memahami konsep perbandingan sehingga berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Hal ini terlihat ketika peserta didik mengerjakan soal ulangan harian. Sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal yang di berikan.

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) masih menyajikan materi secara terpisah-pisah. Hal ini dapat dilihat dari pengajaran materi perbandingan yang berulang-ulang. Materi perbandingan diajarkan di kelas VII semester 1 dan kembali diajarkan di kelas IX semester 1 yaitu dalam mempelajari konsep kesebangunan. Materi perbandingan tidak diajarkan secara berkesinambungan. Hal ini menyebabkan guru harus mengulang kembali menjelaskan konsep yang sudah dipelajari untuk mengembalikan ingatan peserta didik. Pembelajaran yang dilakukan secara berulang-

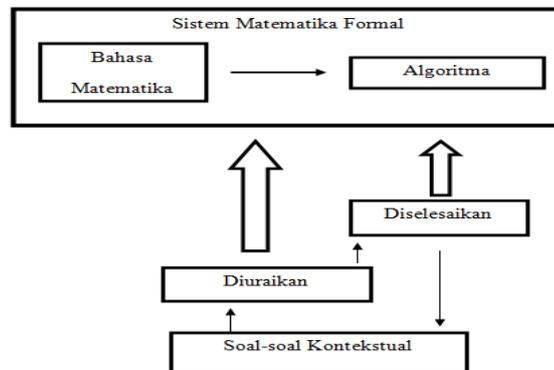
ulang seperti ini menyebabkan waktu yang diperlukan untuk mempelajari materi tidak efisien. Peserta didik memaknai konsep perbandingan secara beragam. Hal ini disebabkan karena guru masih menggunakan buku teks yang belum mampu membantu peserta didik dalam memahami konsep perbandingan dengan baik.

Salah satu cara untuk memecahkan permasalahan tersebut adalah dengan menciptakan alur belajar dengan pendekatan *Realistic Mathematics Educations* (RME). Pembelajaran matematika realistik diawali dengan pengenalan dunia nyata agar dapat memudahkan peserta didik dalam belajar matematika. Selain itu, peserta didik juga diberikan kesempatan untuk menemukan sendiri konsep-konsep matematika yang disajikan dalam kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik dapat memecahkan masalah terkait dengan materi perbandingan. Dengan menerapkan aktivitas belajar melalui pendekatan *Realistic Mathematics Educations* (RME), diharapkan peserta didik dapat memahami materi perbandingan dengan baik dan mampu memecahkan masalah matematis yang berkaitan dengan materi perbandingan.

Pendidikan matematika harus diarahkan pada penggunaan berbagai situasi dan kesempatan yang memungkinkan peserta didik menemukan kembali (*reinvention*) matematika berdasarkan usaha mereka sendiri. Suatu pemikiran yang menarik dan mendorong munculnya suatu inspirasi mengubah posisi matematika, bahwa matematika tidak hanya sekedar ilmu pengetahuan yang diproduksi tanpa kegunaan apapun dan bagi siapapun. Matematika sering kali menjadi masalah karena pembelajarannya yang abstrak. Dengan demikian diperlukan proses pembelajaran yang dapat mengubah sesuatu yang abstrak menjadi konkrit dalam pembelajaran matematika. Matematika harus dihubungkan dengan kenyataan, berada dekat dengan peserta didik, relevan dengan kehidupan masyarakat, dan materi-materi harus dapat ditransmisikan sebagai aktivitas manusia [1]. Ini berarti materi-materi matematika harus dapat menjadi aktivitas peserta didik dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan matematika melalui praktek yang dilakukan sendiri dan sesuai dengan level kognitif peserta didik.

Peserta didik perlu dituntun menuju dunia matematika dengan jembatan penghubung yang disebut dengan matematisasi. Mematematisasi bisa diartikan sebagai memodelkan suatu fenomena secara matematis ataupun membangun suatu konsep matematika dari suatu fenomena. Matematisasi dapat dibagi menjadi dua yaitu matematisasi horizontal dan matematisasi vertikal. Matematisasi horizontal berkaitan dengan proses generalisasi (*generalizing*). Proses matematisasi horizontal diawali dengan pengidentifikasian konsep matematika berdasarkan keteraturan (*regularities*) dan hubungan (*relations*) yang ditemukan melalui visualisasi dan skematisasi masalah. Matematisasi vertikal merupakan bentuk proses formalisasi (*formalizing*) dimana model matematika diperoleh pada matematisasi horizontal menjadi landasan dalam perkembangan konsep matematika yang lebih formal melalui proses matematisasi vertikal.

Gravemeijer menggambarkan kedua proses matematisasi. Kedua proses matematisasi dapat digambarkan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Matematisasi Horizontal dan Vertikal

Dalam matematisasi horizontal, peserta didik mulai dari soal-soal kontekstual, mencoba menguraikan dengan bahasa dan simbol yang dibuat sendiri, kemudian menyelesaikan soal tersebut. Dalam proses ini, setiap orang dapat menggunakan cara mereka sendiri yang mungkin berbeda dengan orang lain. Dalam matematisasi vertikal, kita juga mulai dari soal-soal kontekstual, tetapi dalam jangka panjang kita dapat menyusun prosedur tertentu yang dapat digunakan untuk menyelesaikan soal-soal sejenis secara langsung, tanpa bantuan konteks. RME memiliki tiga prinsip, yaitu (a) penemuan kembali secara terbimbing (*guided reinvention*) dan matematisasi progresif (*progressive mathematization*), (b) fenomenologi didaktik (*didactical phenomenology*), dan (c) pengembangan model sendiri (*self-developed models*)[2].

Hypothetical learning trajectories are defined by researcher developers as goals for meaningful learning, a set of tasks to accomplish those goals, and a hypothesis about students thinking and learning[3]. Berdasarkan pendapat tersebut diketahui bahwa HLT terdiri dari tiga komponen yaitu tujuan pembelajaran untuk pembelajaran bermakna, sekumpulan tugas untuk mencapai tujuan tersebut, dan hipotesis tentang bagaimana peserta didik belajar dan bagaimana peserta didik berpikir. Tujuan belajar yang dimaksudkan di sini berupa memahami suatu konsep atau memecahkan suatu masalah matematika. Alur belajar hipotetik lebih dekat dengan konsep pembelajaran lokal yang dikemukakan oleh Gravemeijer[4]. Penelitian desain (HLT) berkaitan dengan rencana lintas belajar dan *Local Instructional Theory* (LIT). LIT adalah sebuah teori yang memberikan deskripsi dari gambaran alur belajar untuk sebuah topik khusus[5]. Rencana lintasan belajar memuat dugaan yang dibuat guru dan diharapkan mendapatkan respon dari peserta didik untuk setiap tahap dalam lintasan belajar tersebut.

Untuk operasionalnya, alur belajar dimuat dalam RPP dan LKPD. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan

pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam Standar Isi dan telah dijabarkan dalam silabus[6]. RPP digunakan sebagai panduan bagi guru dalam melakukan proses pembelajaran. RPP memuat tiga komponen dalam alur belajar yaitu tujuan pembelajaran, sekumpulan aktivitas atau langkah-langkah yang akan ditempuh untuk memperoleh tujuan, dan hipotesis tentang bagaimana peserta didik belajar dan berpikir. Dalam memformulasikan alur belajar, terlebih dahulu ditentukan tujuan pembelajaran yang diuraikan dalam sub-sub tujuan. Dalam merancang aktivitas pembelajaran, rencana alur belajar memuat dugaan aktivitas yang akan dilakukan peserta didik serta antisipasi-antisipasi terhadap respon yang diberikan peserta didik untuk setiap tahap dalam lintasan belajar yang dilakukan.

Dalam proses pembelajaran, RPP dibantu dengan penggunaan LKPD. LKPD merupakan perangkat pembelajaran sebagai pelengkap atau sarana pendukung pelaksanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)[7]. Lembar kerja Peserta didik (LKPD) berupa lembaran kertas yang berupa informasi maupun soal-soal yang harus dijawab oleh peserta didik. LKPD memfasilitasi peserta didik dalam pembelajaran dengan menggunakan permasalahan kontekstual yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari dan menemukan kembali konsep melalui bimbingan guru. Hal ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Sebagian besar ahli pendidikan matematika menyatakan bahwa masalah merupakan pertanyaan yang harus dijawab atau direspon. Namun mereka menyatakan juga bahwa tidak semua pertanyaan otomatis akan menjadi masalah. Suatu pertanyaan akan menjadi masalah hanya jika pertanyaan itu menunjukkan adanya suatu tantangan (*challenge*) yang tidak dapat dipecahkan oleh suatu prosedur rutin (*routine procedure*) yang sudah diketahui si pelaku. Indikator pemecahan matematis adalah (a) mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan, (b) merumuskan masalah matematika atau menyusun model matematika dan menyajikan masalah secara matematik dalam berbagai bentuk, (c) menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah Mengembangkan strategi pemecahan masalah, (d) menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan, dan (e) menggunakan matematika secara bermakna[8].

Dari 5 indikator pemecahan masalah tersebut, indikator pemecahan masalah pada penelitian yang telah dilakukan difokuskan pada indikator a, b, c, dan d.

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian dengan rumusan masalah sebagai berikut, (a) bagaimana desain pembelajaran topik perbandingan menggunakan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME)? dan (b) bagaimana dampak potensial dari desain pembelajaran topik perbandingan menggunakan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik?

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan penelitian pengembangan versi Gravemeijer and Cobb. Pengembangan alur belajar dilakukan pada tiap fase pelaksanaan penelitian yaitu *preparing for the experiment* (tahap persiapan), *conducting the experiment* (tahap pelaksanaan), and *retrospective analysis* (tahap analisis retrospektif)

Pada tahap persiapan dirumuskan teori instruksional lokal atau *Local Instructional Theory* (LIT). Penelitian diawali dengan membaca dan mempelajari literatur yang berhubungan dengan topik perbandingan berupa jurnal dan buku sebagai sumber buku untuk mendapatkan wawasan tentang alur belajar topik perbandingan. LIT yang akan dilakukan masih dalam bentuk rencana alur belajar atau *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). HLT, LKPD, dan soal kemampuan pemecahan masalah divalidasi oleh 3 orang pakar matematika. Validasi dilakukan dengan mengisi lembar validasi dan diskusi dengan pakar matematika.

Pada tahap pelaksanaan dilakukan ujicoba dalam dua siklus. Siklus pertama adalah uji coba kelompok kecil. Uji kelompok kecil dilakukan terhadap enam orang peserta didik. Siklus ini bertujuan untuk melihat bagaimana desain dapat bekerja. Selanjutnya, desain dapat dievaluasi dan diperbaiki untuk siklus berikutnya. Siklus kedua adalah percobaan mengajar yang dilakukan di kelas sesungguhnya.

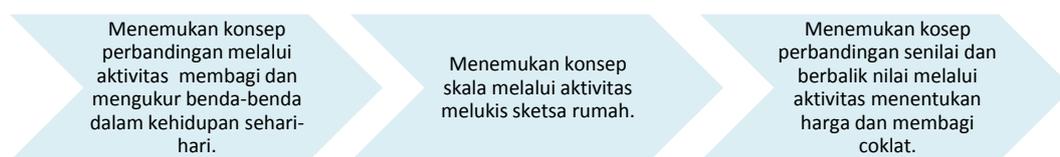
Pada tahap analisis retrospektif dilakukan analisis apakah HLT yang sudah direncanakan berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Tujuan utama pada tahap ini adalah untuk memberikan kontribusi pada pengembangan HLT dalam mendukung pemahaman peserta didik terhadap materi perbandingan. Pada tahap analisis retrospektif dilihat validitas dan efektifitas produk. Validitas alur belajar diperoleh dari hasil validasi yang dilakukan pakar matematika. Selanjutnya, efektivitas alur belajar dilihat melalui hasil *pre-test* dan *post-test*. Alur belajar dikatakan efektif apabila dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Validitas dan efektivitas alur belajar dianalisis secara kuantitatif. Instrumen pengumpulan data meliputi rekaman video, catatan lapangan, dokumentasi berupa lembar kerja peserta didik, dan hasil *pre-test* dan *post-test*.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap persiapan dilakukan pengkajian literatur-literatur tentang bagaimana cara mengajar topik perbandingan. Literatur yang dikaji berupa jurnal dan buku panduan sebagai acuan dalam mengajarkan topik perbandingan. Jurnal yang dijadikan literatur adalah jurnal yang ditulis oleh Sudarman[9], Farah Diba, Zulkardi, dan Trimurti Saleh[10], dan Beswick[11] mengenai pembelajaran perbandingan dan skala menggunakan pendekatan matematika realistik. Peserta didik diberi permasalahan yang sebenarnya dalam memahami konsep perbandingan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pembelajaran perbandingan dengan pendekatan RME dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, cara mengajarkan perbandingan dengan konteks

yang digunakan pada penelitian tersebut dijadikan acuan pada penelitian ini dalam merancang aktivitas pembelajaran pada topik perbandingan. Selain itu, juga dibaca buku dengan judul “Matematika Pengembangan Pengajaran”[12] dan literatur mengenai pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME)[13]. Dari buku tersebut diperoleh berbagai macam cara dalam mempelajari perbandingan, diantaranya dengan menciptakan alur pembelajaran menggunakan konteks resep minuman dan kegiatan pengukuran.

Alur belajar yang dirancang difokuskan pada pengembangan pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Hasil pengembangan alur belajar yang sudah dilakukan menyatakan bahwa aktivitas yang sudah dirancang dapat mengarahkan peserta didik untuk memahami konsep perbandingan dari tahap informal ke tahap formal. Berdasarkan hasil analisis literatur, maka dirancanglah *Hyphotetical Learning Trajectory* (HLT) topik perbandingan untuk kelas VII SMP seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Aktivitas Pembelajaran

Berikut dideskripsikan tiap bagian HLT yang digunakan untuk mencapai tujuan yang dirumuskan seperti yang terlihat pada Gambar 2.

a. Menemukan Konsep Perbandingan Melalui Aktivitas Membagi dan Mengukur Benda-Benda dalam Kehidupan Sehari-Hari

Aktivitas yang dilakukan diawali dengan memahami masalah kontekstual yaitu mendeskripsikan foto, membagi permen, dan mengukur figura yang kemudian digunakan untuk menemukan konsep perbandingan. Konteks ini dipilih karena foto, permen, dan figura merupakan benda yang dekat atau biasa ditemui peserta didik. Dalam kehidupan sehari-hari, jika seseorang dihadapkan pada sesuatu yang berbeda dari segi tertentu maka akan cenderung membandingkannya. Aktivitas 1 menggunakan konteks foto keluarga. Melalui foto, peserta didik akan memperoleh pemahaman bagaimana membandingkan dua hal atau lebih. Begitu banyak yang dapat dibandingkan dari foto yang telah diberikan, diantaranya berdasarkan jenis kelamin, usia, tinggi badan, properti yang digunakan, dan lain sebagainya. Lambang perbandingan “ : “ tidak diperkenalkan sampai peserta didik memiliki pengetahuan untuk membandingkan beberapa objek.

Aktivitas 2 menggunakan konteks membagi permen. Peserta didik membagikan permen yang sudah diberikan kepada kelompok mereka dengan bagian yang tidak sama banyak. Peserta didik diberi kebebasan dalam membagi permen sesuai dengan

keinginan mereka sehingga terdapat bermacam-macam perbandingan. Dengan demikian, diketahui bahwa ada perbandingan yang dapat disederhanakan dan tidak dapat disederhanakan. Selanjutnya, akan timbul ide peserta didik kalau perbandingan sebaiknya disajikan dalam bentuk sederhana. Kemampuan awal peserta didik untuk dapat menyederhanakan perbandingan diperoleh dari pengetahuan menyederhanakan pecahan. Jika perbandingan yang diperoleh tidak dapat disederhanakan, peserta didik dapat memberikan alasan mengapa perbandingan yang mereka peroleh tidak dapat disederhanakan.

Selanjutnya, pada aktivitas 3 peserta didik diberi figura yang sudah ditentukan ukurannya. Dari ukuran figura, peserta didik difasilitasi dalam menentukan perbandingan yang mungkin seperti membandingkan panjang dan lebar dan perbandingan yang tidak mungkin seperti perbandingan lebar dan luas. Soal yang diberikan membantu peserta didik menyadari bahwa sesuatu dapat dibandingkan jika memiliki satuan yang sama. Dengan meminta membandingkan lebar dan luas, akan menstimulasi peserta didik kalau objek atau ukuran yang tidak sejenis tidak dapat dibandingkan.

b. Menemukan Konsep Skala Melalui Aktivitas Melukis Sketsa Rumah dan Benda-Benda yang Ada di Lingkungan Kelas

Konsep skala dibangun dari konsep perbandingan. Aktivitas yang dilakukan adalah melukis sketsa rumah. Peserta didik diberi kebebasan dalam menentukan ukuran rumah pada sketsa yang akan mereka buat lalu membandingkannya dengan ukuran rumah sebenarnya. Dalam membandingkan 1 cm ukuran rumah pada sketsa dengan ukuran rumah sebenarnya beberapa kelompok mungkin menemukan perbandingan yang tidak dalam bentuk bilangan bulat. Dalam keadaan seperti itu, peserta didik tidak melakukan sesuatu yang salah. Skala tidak selalu dapat dinyatakan dalam bentuk perbandingan bilangan bulat. Namun skala yang berbentuk bilangan pecahan jarang digunakan. Dengan demikian, timbul ide bahwa skala harus dinyatakan dalam bentuk bilangan bulat. Selain itu, aktivitas yang dilakukan memberikan pengalaman kepada peserta didik bahwa dalam menentukan ukuran sketsa rumah memerlukan perhitungan yang matang sehingga saat membandingkan ukuran sketsa rumah dengan ukuran sebenarnya dalam bentuk yang paling sederhana diperoleh perbandingan dalam bentuk bilangan bulat. Sebelum melanjutkan ke aktivitas berikutnya, peserta didik melakukan aktivitas menentukan ukuran objek sebenarnya jika diketahui skala dan ukuran objek pada sketsa.

Selanjutnya, peserta didik melakukan aktivitas mengukur benda-benda yang ada di lingkungan kelas. Aktivitas ini bertujuan untuk menguji pemahaman peserta didik, apakah sudah benar-benar memahami konsep skala atau belum. Benda yang diukur oleh masing-masing kelompok harus berbeda. Setelah mengukur dan mengetahui ukuran objek yang mereka pilih, peserta didik diminta untuk melukis sketsa objek tersebut dengan skala yang mereka tentukan sendiri. Peserta didik diberi kebebasan untuk menentukan skala dengan tujuan agar peserta didik dapat mengembangkan pola pikir

mereka dalam mengupayakan objek yang mereka pilih tersebut bisa digambarkan pada kertas yang sudah disediakan. Dengan kata lain, sketsa objek tidak telalu kecil dan tidak telalu besar. Aktivitas ini dapat melatih peserta didik untuk memperkirakan skala yang cocok digunakan untuk menggambarkan suatu objek pada media dengan ukuran tertentu. Dengan demikian, timbul ide peserta didik bahwa dalam menentukan skala perlu perhitungan yang matang agar sesuai dengan media yang sudah disediakan.

c. Menemukan Kosep Perbandingan Senilai dan Berbalik Nilai Melalui Aktivitas Menentukan Harga dan Membagi Coklat

Pengalaman dalam menemukan konsep perbandingan dan skala menjadi dasar bagi peserta didik dalam menemukan konsep perbandingan senilai dan perbandingan berbalik. Dalam menemukan konsep perbandingan senilai, aktivitas yang dilakukan adalah menentukan harga sejumlah coklat jika diketahui harga beberapa coklat. Peserta didik diminta untuk menentukan harga coklat jika coklat yang dibeli bertambah atau berkurang. Dari kegiatan tersebut peserta didik akan menemukan bahwa jika coklat yang dibeli bertambah banyak maka uang yang digunakan untuk membayar coklat juga bertambah banyak dan sebaliknya jika coklat yang dibeli semakin sedikit maka uang yang digunakan untuk membayar coklat tersebut juga semakin sedikit. Dengan kata lain, jumlah coklat yang dibeli sebanding dengan uang atau harga yang harus dibayarkan. Aktivitas ini membantu peserta didik menyadari bahwa jika nilai suatu objek bertambah maka nilai objek lain yang dibandingkan dengan objek tersebut juga bertambah dan jika nilai objek tersebut berkurang maka nilai objek lain yang dibandingkan dengan objek tersebut juga berkurang.

Aktivitas selanjutnya adalah menemukan konsep perbandingan berbalik nilai. Aktivitas yang dilakukan adalah membagi coklat. Dari kegiatan membagi coklat, peserta didik akan menemukan hubungan jumlah coklat yang diterima dengan jumlah anggota yang menerima coklat. Jika anggota yang menerima coklat semakin banyak maka coklat yang diterima masing-masing anggota akan semakin sedikit dan sebaliknya jika anggota yang menerima coklat semakin sedikit maka coklat yang diterima masing-masing anggota akan semakin banyak. Dengan kata lain, jumlah coklat yang diterima berbanding terbalik dengan jumlah anggota yang menerima coklat. Aktivitas ini membantu peserta didik menyadari bahwa jika nilai suatu objek bertambah maka nilai objek lain yang dibandingkan dengan objek tersebut akan berkurang. Sebaliknya, jika nilai suatu objek berkurang maka nilai objek lain yang dibandingkan dengan objek tersebut akan bertambah. Kegiatan menentukan harga dan berbagi coklat ini sudah biasa dilakukan peserta didik dalam kehidupan sehari-hari sehingga pola pikir peserta didik akan mudah terbentuk.

HLT dan LKPD divalidasi oleh tiga orang validator. Hasil validasi HLT dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi HLT

No	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata	Kategori
1	Isi	3,00	Valid
2	Bahasa	3,12	Valid
Rata-Rata Validitas		3,06	Valid

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil validasi aspek isi dan bahasa menunjukkan bahwa HLT berada pada kategori valid. Selanjutnya, hasil validasi LKPD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi LKPD

No	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata	Kategori
1	Isi	3,04	Valid
2	Bahasa	3,08	Valid
Rata-Rata Validitas		3,06	Valid

Hasil validasi LKPD pada aspek isi dan bahasa juga menunjukkan bahwa LKPD berada pada kategori valid.

Pada tahap pelaksanaan dilakukan uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan bahwa alur dapat bekerja dengan baik dengan tujuan pembelajaran. Pada uji coba kelompok kecil tidak ditemukan kendala yang berarti sehingga hanya sedikit perbaikan pada uji coba kelompok besar, seperti memperbaiki kalimat atau kata-kata yang kurang jelas. Peserta didik menemukan konsep perbandingan melalui aktivitas membagi dan mengukur benda-benda dalam kehidupan sehari-hari. Pada aktivitas pertama, peserta didik diberikan foto keluarga. Peserta didik dapat membandingkan apa yang mereka lihat pada foto keluarga tersebut berdasarkan jenis kelamin, usia, dan properti yang digunakan. Sebagian besar peserta didik sudah menggunakan lambang perbandingan. Pada aktivitas kedua, peserta didik diminta membagikan permen kepada anggota kelompok. Mereka diberi kebebasan dalam membagi sehingga diperoleh perbandingan yang dapat disederhanakan dan tidak dapat disederhanakan. Peserta didik dapat menyederhanakan perbandingan dengan baik dan benar. Peserta didik juga dapat menyertakan alasan jika perbandingan yang mereka peroleh tidak dapat disederhanakan. Selanjutnya, pada aktivitas ketiga, peserta didik diminta untuk menentukan ukuran figura yang berbentuk persegi panjang. Peserta didik dapat menentukan perbandingan panjang dengan lebar dan panjang dengan keliling, serta menemukan bahwa lebar dan luas tidak dapat dibandingkan karena memiliki satuan yang berbeda. Walaupun demikian, masih ada peserta didik yang belum memahami bahwa ukuran dengan satuan berbeda tidak dapat dibandingkan.

Dalam menemukan konsep skala, peserta didik melakukan aktivitas melukis sketsa rumah sangat membantu peserta didik untuk melakukan aktivitas selanjutnya.

Pada aktivitas pertama, peserta didik menemukan bahwa skala merupakan perbandingan ukuran pada sketsa dengan ukuran sebenarnya. Pada aktivitas kedua, peserta didik dapat menentukan skala jarak dua kota yang diketahui ukuran pada gambar dan ukuran sebenarnya. Pada aktivitas ketiga, peserta didik diminta untuk menentukan jarak sebenarnya beberapa kota yang ada pada peta Propinsi Sumatera Barat. Sebagian besar peserta didik sudah mampu menentukan jarak sebenarnya beberapa kota tersebut. Kendala yang ditemui adalah masih ada peserta didik yang salah dalam menggunakan konsep skala. Mereka menggunakan rumus yang mereka pelajari di Sekolah Dasar. Dalam menemukan jarak sebenarnya, peserta didik mengalikan skala dengan jarak pada peta. Jika skala dinyatakan dengan $1 : p$, maka peserta didik menyatakan bahwa jarak sebenarnya adalah $p \times \text{jarak pada gambar}$. Hal ini tentu saja tidak sesuai dengan konsep skala. Untuk mengatasi hal tersebut, peserta didik diminta untuk memahami kembali konsep skala yang sudah mereka temukan pada aktivitas sebelumnya. Selanjutnya, pada aktivitas 4, peserta didik diminta untuk mengukur benda yang ada di lingkungan kelas dan menggambarkan objek tersebut pada kertas yang sudah disediakan berdasarkan skala yang mereka buat sendiri. Dari hasil ujicoba, diketahui bahwa sebagian besar peserta didik dapat menentukan skala dan menggambarkan objek secara tepat.

Selanjutnya, peserta didik menemukan konsep perbandingan senilai dan perbandingan berbalik nilai melalui aktivitas menentukan harga dan berbagi coklat. Pada aktivitas pertama, peserta didik diminta untuk menjelaskan hubungan antara jumlah coklat yang dibeli dengan harga yang harus dibayar. Pada uji coba yang dilakukan, jawaban yang diberikan semua kelompok sudah benar. Peserta didik menemukan bahwa, jika jumlah coklat yang dibeli semakin banyak, maka harga yang harus dibayar juga semakin banyak, dan sebaliknya. Pada aktivitas 2, peserta didik diminta untuk menjelaskan hubungan antara jumlah anggota kelompok yang menerima coklat dengan jumlah coklat yang diterima masing-masing kelompok. Peserta didik menemukan bahwa, jika anggota kelompok yang menerima coklat bertambah maka jumlah coklat yang diterima masing-masing anggota semakin sedikit dan sebaliknya. Pada bagian akhir, peserta didik diminta untuk menyimpulkan mana diantara 2 aktivitas yang telah dilakukan yang merupakan perbandingan senilai dan mana yang merupakan perbandingan berbalik nilai. Pada umumnya peserta didik sudah mampu menentukan bahwa masalah pertama merupakan masalah yang penyelesaiannya menggunakan konsep perbandingan senilai dan masalah kedua merupakan masalah yang penyelesaiannya menggunakan perbandingan berbalik nilai.

Pada tahap analisis retrospektif, dilihat validitas dan efektivitas produk. Berdasarkan triangulasi data dan hasil validasi dengan 3 orang dosen matematika diperoleh alur belajar yang valid. Pada akhir pembelajaran pada setiap pertemuan, guru bersama peserta didik merefleksi sejauh mana implementasi alur belajar yang telah dilakukan. Dari hasil diskusi dengan observer disimpulkan bahwa guru harus memberikan penanganan yang berbeda pada masing-masing kelompok karena kemampuan masing-masing kelompok tidak sama persis. Ada kelompok yang dapat melakukan aktivitas dalam LKPD secara langsung karena ada anggota kelompok yang

paham dan ada sebagian kelompok yang perlu bimbingan lebih dari guru dalam memberikan arahan. Arahan yang diberikan guru berupa *probing question* sangat berpengaruh terhadap kelangsungan diskusi. Guru perlu menambahkan variasi antisipasi terhadap permasalahan yang ditemukan peserta didik. Secara umum, pada uji coba kelompok besar tidak perlu perubahan yang terlalu besar karena sebagian besar masalah yang ditemui pada kelompok besar juga ditemui pada kelompok kecil. Jadi, kendala yang ditemukan sudah terlebih dahulu diantisipasi berdasarkan pengalaman pada saat melakukan uji coba kelompok kecil. Hasil HLT pada uji coba kelompok besar kemudian akan menjadi *Local Instructional Theory* (LIT) sebagai produk akhir penelitian ini.

Efektivitas alur belajar dapat dilihat dari nilai *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan nilai yang diperoleh peserta didik, diperoleh informasi bahwa peserta didik yang tuntas adalah 23 orang dari keseluruhan peserta didik yang berjumlah 28 orang dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) adalah 71. Nilai tersebut diolah menggunakan teknik persentase ketuntasan hasil belajar. Persentase ketuntasan belajar peserta didik mencapai 82,14%. Hal ini menunjukkan bahwa alur pembelajaran yang dikembangkan efektif untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Selain itu, dari hasil tes peserta didik dapat dilihat bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik mulai berkembang setelah melakukan pembelajaran dengan alur belajar yang telah dirancang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan temuan dan data yang diperoleh, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dari penelitian ini telah dihasilkan desain pembelajaran berupa *Local Instructional Theory* (LIT) yang valid dan efektif. Desain yang dihasilkan terdiri dari alur belajar topik perbandingan yaitu menemukan konsep perbandingan melalui aktivitas membagi dan mengukur benda-benda dalam kehidupan sehari-hari, menemukan konsep skala melalui aktivitas melukis sketsa rumah dan benda-benda yang ada di lingkungan kelas, dan menemukan konsep perbandingan senilai dan berbalik nilai melalui aktivitas menentukan harga dan berbagi coklat. Untuk operasional HLT dirancang LKPD dan RPP.
- b. Dampak potensial alur belajar adalah dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Pada awalnya peserta didik masih kesulitan dalam memahami materi dan memecahkan masalah kontekstual. Setelah dilakukan penelitian seperti ini, kemampuan pemecahan masalah peserta didik mengalami peningkatan. Artinya, jika peserta didik belajar dengan alur seperti ini maka akan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Persentase ketuntasan belajar peserta didik mencapai 82,14%.

Daftar Pustaka

- [1] Freudenthal, H. 1991. *Revisiting Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

- [2] Gravemeijer, Koeno. 1994. *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht University.
- [3] Simon, M. A. 1995. *Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145. (Online). (<http://www.math.ntnu.Edu.tw>, diakses 23 Juni 2015).
- [4] Bakker, Athur. 2003. *Design Research on How IT May Support the Development of Symbols and Meaning in Mathematics Education*. Freudenthal Institute, Utrecht University (Online). (<http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/5896.pdf>, diakses 23 Juni 2015).
- [5] Wijaya. 2008. *Design Research in Mathematics Education Indonesian Traditional Games as Preliminaries in Learning Measurement of Length*. Utrecht University.
- [6] Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 41 tahun 2007 tentang Standar Proses. 2007. Jakarta.
- [7] Majid, Abdul. 2013. *Strategi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [8] Sumarmo, Utari. 2013. *Berpikir dan Disposisi Matematik serta Pembelajarannya*. Bandung: FPMIPA UPI
- [9] Sudarman. 2006. Meningkatkan Kemampuan Siswa Menyelesaikan Soal Perbandingan dengan Pembelajaran Matematika Realistik Siswa SMPN 4 Palu (Online). <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/MediaEksakta/article/download/2467/1614>, diakses 31 Juli 2015).
- [10] Diba, Farah, dkk. 2009. Pengembangan Materi Pembelajaran Bilangan Berdasarkan Pendidikan Matematika Realistik untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar (Online). http://eprints.unsri.ac.id/788/1/4_GANJIL_FARAH_DIBA.pdf diakses 23 Juni 2015).
- [11] Beswick, Kim. 2011. A Realistic Context for Developing Ratioal Reasoning with Ratios, (Online). (<http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer>, diakses pada tanggal 18 Januari 2016).
- [12] Walle, John A. Van De. 2008. *Matematika Pengembangan Pengajaran Jilid 2 Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- [13] Wijaya, Ariyadi. 2012. *Pendidikan Matematika Realistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUAL PADA MATERI BARISAN DAN DERET KELAS XI SMK

Ita Desnatalia¹, I Made Arnawa², dan Irwan³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

^{2,3}Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Indonesia

e-mail: itadesnatalia@yahoo.com

Abstract: Learning device that is used in schools such as the RPP and LKS is not optimal in helping students build their understanding. For it is necessary to develop mathematical learning device that can provide opportunities for students to discover the concept of the learning material itself. Material sequence and series is an important material in mathematics learning in vocational schools and students still have difficulty in understanding it. In this study, developed a learning tool with a contextual approach to the material sequence and series that are expected to achieve those goals. The goal of this development effort is to produce a device mathematics learning with contextual approach is valid, practical and effective. Research using the model of development of formative evaluation. The model was developed by Tjeerd Plomp which consists of three stages, ie preliminary, prototyping and assessment. Learning tools developed are Lesson Plan (RPP) and the Student Worksheet (LKS). The subjects were students of class XI SMKN 6 Padang. The initial step of this study is to conduct a preliminary analysis (initial investigation) is to conduct a needs analysis of students and teachers, curriculum analysis, analysis of student and concept analysis. Preliminary analysis using the instrument interview, questionnaire and observation sheet from an existing document. Based on preliminary analysis of the results obtained that needed learning tools such as lesson plans and worksheets for material Sequences and Series.

Keywords: learning based contextual approach, lesson equipment, the activity and result of study, Plomp model

I. PENDAHULUAN

Pendidikan yang berkualitas akan menciptakan sumber daya manusia yang mampu melestarikan hidup sendiri serta mensejahterakan kehidupan suatu bangsa. Pendidikan tidak hanya menyajikan pengetahuan untuk keperluan sehari-hari namun juga untuk mengembangkan intelektual dan emosional serta memberikan kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan situasi mendatang yang belum diketahui. Untuk menciptakan pendidikan yang berkualitas, pemerintah dan masyarakat pendidikan telah melakukan berbagai upaya pada berbagai jenjang persekolahan sesuai dengan kurikulum yang diberlakukan secara nasional yang memuat berbagai mata pelajaran termasuk matematika. Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan pada semua jenjang pendidikan yang memiliki peranan penting dalam pengembangan kemampuan berpikir siswa. Semua kegiatan dalam kehidupan merupakan aktivitas dari matematika.

Kurikulum merupakan komponen yang sangat penting dalam suatu sistem pendidikan. Kurikulum merupakan alat untuk mencapai tujuan pendidikan dan sekaligus merupakan pedoman dalam pelaksanaan pembelajaran. Kurikulum sebagai landasan yang digunakan pendidik dalam membimbing siswa ke arah tujuan yang diinginkan melalui akumulasi sejumlah pengetahuan, keterampilan dan sikap mental. Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) maupun Kurikulum 2013, matematika merupakan mata pelajaran yang diuji dalam ujian nasional. Salah satu subsistem dalam pendidikan Nasional adalah penyelenggaraan pendidikan kejuruan pada jenjang pendidikan menengah yang disebut dengan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). SMK merupakan pendidikan yang mempersiapkan siswa untuk memiliki keahlian dan keterampilan di bidang tertentu dan siap menghadapi tantangan dunia industri pada era globalisasi yang berkembang saat ini. SMK merupakan pendidikan yang membekali lulusannya dengan kompetensi tertentu agar siap pakai dalam suatu bidang pekerjaan setelah menamatkan pendidikan. Keberhasilan pendidikan di SMK ditentukan dari kualitas tamatannya, yang menggambarkan individu yang berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan bertanggung jawab.

Sekolah tempat penulis mengajar yaitu SMKN 6 Padang, pada tahun ajaran 2015-2016 ini menggunakan KTSP sebagai kurikulum acuan pembelajaran. Matematika termasuk pada kelompok mata pelajaran adaptif. Matematika juga merupakan mata pelajaran wajib yang harus diikuti siswa sebagai salah satu mata uji dalam ujian nasional. Berdasarkan observasi pendahuluan yang penulis lakukan terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan terlihat bahwa bahan ajar yang digunakan pada saat ini bergantung pada buku paket yang disediakan pemerintah, bahan ajar dan lembar kegiatan siswa (LKS) yang di buat oleh kelompok kerja guru matematika di sekolah tersebut. LKS yang digunakan tentulah belum memiliki standar validitas, dan efektivitas yang baik karena LKS tersebut belum direvisi oleh ahli yang kompeten di bidangnya tetapi hanya direvisi oleh kelompok guru di sekolah tersebut.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika yang ada di sekolah tersebut, bahan ajar dan LKS yang digunakan sudah dapat menjadi bahan ajar yang baik bagi siswa akan tetapi jika bahan ajar tersebut dikembangkan lagi dengan sebuah pendekatan pembelajaran tentu akan menghasilkan pembelajaran yang lebih bermakna lagi bagi siswa. Penyajian materi, contoh soal dan soal-soal latihan dalam buku paket dan LKS tentunya dapat lebih dikembangkan lagi agar memudahkan siswa untuk memahaminya. Penyajian materi pada LKS yang digunakan belum terlihat hubungannya dengan masalah yang sering ditemui siswa dalam kehidupan sehari-hari secara optimal. Konsep pembelajaran langsung disajikan dalam bentuk definisi dan

penggunaan simbol-simbol matematika. Hal ini tentu kurang menarik minat dan motivasi siswa untuk mempelajari matematika lebih lanjut. Pembelajaran yang disajikan tentulah belum dapat memberi makna kepada siswa karena kurang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa kurang merasakan manfaat dari materi yang dipelajarinya. Penyajian materi ajar dalam LKS yang digunakan terlihat kurang menarik minat siswa untuk mempelajarinya karena langsung disajikan dalam bentuk simbol dan bahasa matematika yang sulit dipahami siswa.

Penggunaan LKS dalam proses pembelajaran tentulah memerlukan RPP yang akan menjadi panduan bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran. Dari pengamatan penulis, pada umumnya RPP yang ditemui di lapangan telah sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang ada pada silabus, akan tetapi perlu dikembangkan lagi sehingga dapat memaksimalkan kemampuan pola pikir siswa. Perangkat yang belum mendukung pola pikir siswa mengakibatkan belum tercapainya seluruh tujuan pembelajaran matematika dengan baik sehingga berakibat pada masih rendahnya hasil belajar matematika siswa. RPP yang telah dibuat guru di SMK kota Padang sudah cukup baik akan tetapi jika dikembangkan lagi dengan suatu pendekatan pembelajaran yang sesuai tentu dapat mendukung terjadinya peningkatan aktifitas dan hasil belajar siswa dalam proses pembelajaran yang sejalan dengan pemakaian LKS yang dirancang.

Kualitas seorang siswa tamatan SMK tentu juga dipengaruhi oleh kemampuannya dalam menyelesaikan persoalan matematika. Berdasarkan pengalaman penulis mengajar dan observasi yang penulis lakukan di SMKN 6 Padang, terlihat aktifitas siswa dalam proses pembelajaran masih belum optimal. Hal serupa juga sering menjadi pembicaraan sesama guru matematika pada musyawarah guru mata pelajaran SMK se-kota Padang. Guru sering membicarakan permasalahan proses pembelajaran yang terjadi di kelas.

Dalam proses pembelajaran di kelas, komunitas atau masyarakat belajar yang baik antar siswa belum terlihat optimal. Siswa yang berkemampuan tinggi masih kurang bersemangat berbagi pengetahuan dengan siswa berkemampuan rendah, begitupun sebaliknya siswa yang berkemampuan rendah terlihat sedikit enggan bertanya pada teman berkemampuan tinggi. Mereka bekerja sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan matematika yang mereka miliki. Dalam proses pembelajaran terlihat kerjasama dan kegiatan saling membantu diantara siswa belum optimal, sehingga berakibat belum optimalnya aktivitas belajar siswa. Aktivitas kegiatan bertanya siswa, mengeluarkan pendapat dalam diskusi dirasakan dapat lebih ditingkatkan. Begitu juga dengan aktifitas menulis siswa dalam menyelesaikan soal-soal latihan. Beberapa siswa terlihat masih lambat dan bermenung agak lama untuk memulai menyelesaikan soal yang diberikan.

Hasil wawancara yang penulis lakukan pada 10 orang siswa diperoleh informasi ada siswa yang kurang tertarik belajar matematika karena menganggap matematika sulit dan materi yang diberikan kurang ada penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Kebanyakan siswa belum dapat membuat hubungan antara apa yang mereka pelajari dan bagaimana pengetahuan tersebut dapat diaplikasikan dalam kehidupan mereka. Siswa cenderung menghafal rumus dari pada memahami konsep matematika yang diberikan sehingga berakibat siswa kurang mampu menentukan dan menerapkan konsep matematika yang diperlukan saat diberikan latihan. Masih banyak siswa yang bingung menentukan konsep mana yang diperlukan pada suatu soal. Siswa suka cepat menyerah dan kurang termotivasi untuk menyelesaikan persoalan matematika sehingga latihan dikerjakan kurang serius.

Saat diberikan contoh soal dalam proses pembelajaran, seperti siswa mengikuti dengan baik, tetapi saat diberikan pertanyaan dan latihan, beberapa siswa masih belum mampu berpikir sendiri bagaimana menyelesaikan soal tersebut. Walaupun telah diberikan arahan dan bimbingan oleh guru namun siswa masih kurang mampu menentukan konsep yang sesuai. Dalam menyelesaikan persoalan matematika, sering kali siswa kurang termotivasi untuk menyelesaikannya karena kurang menyadari bahwa apa yang mereka pelajari sangatlah berguna dalam kehidupan nyata mereka sehingga mereka belum merasakan kebutuhan untuk memahami materi tersebut.

Aktivitas dan hasil belajar yang akan dicapai siswa pada proses pembelajaran dapat ditingkatkan dengan adanya kegiatan belajar yang dilakukan di kelas. Aktivitas dan kegiatan belajar siswa yang akan terjadi di kelas dapat dibantu dengan memberikan lembar kegiatan siswa (LKS). LKS akan memberikan panduan yang nyata untuk proses pembelajaran. LKS adalah panduan yang memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh siswa untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh[1]. Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan sebuah penelitian pengembangan perangkat pembelajaran yang dapat membimbing siswa dalam memahami konsep pembelajaran matematika yang diberikan di kelas dengan memaksimalkan pemahamannya dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar. Penulis berencana merancang perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS yang disusun secara sistematis menggunakan pendekatan kontekstual sesuai dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa.

Melalui penggunaan LKS berbasis kontekstual, siswa secara aktif berlatih mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Siswa tidak hanya langsung menerima begitu saja konsep yang disajikan guru tetapi siswa sendirilah yang akan membangun sebuah konsep dari yang telah dilihat, dialami, dan diketahui oleh siswa selama ini. Belajar akan lebih bermakna jika anak mengalami sendiri apa yang dipelajari, bukan sekedar mengetahui.

Pembelajaran kontekstual didasarkan pada hasil penelitian menyimpulkan bahwa siswa akan belajar dengan baik jika apa yang dipelajari terkait dengan apa yang telah diketahui dan dengan kegiatan atau peristiwa yang terjadi di sekelilingnya[2]. Pembelajaran berbasis kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang memenuhi harapan tersebut. CTL mempunyai tujuh asas yang menjadi landasan filosofis yang disebut juga komponen-komponen CTL yaitu konstruktivisme, inkuiri, bertanya, pemodelan, refleksi, dan penilaian nyata[3]. Pendekatan kontekstual mempunyai konsep bahwa guru menghadirkan situasi dunia nyata ke dalam kelas dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka. CTL adalah pembelajaran yang digunakan untuk memahami makna materi pelajaran dengan mengaitkan materi tersebut dalam konteks kehidupan siswa sehari-hari[4]. Pembelajaran kontekstual didasarkan pada empat pilar pendidikan yang dicanangkan UNESCO yaitu 1) *learning to do*, 2) *learning to know*, 3) *learning to be*, dan 4) *learning live together*. Setiap pembelajaran yang dilaksanakan diharapkan dapat memberdayakan siswa agar mau/bersedia dan mampu memperkaya pengalaman belajarnya. Dengan pembelajaran kontekstual diharapkan siswa dapat membangun pemahaman dan pengetahuan terhadap dunia sekitarnya yang akan menumbuhkan kepercayaan diri sehingga melahirkan sikap dan perilaku positif dalam diri siswa.

Dalam penyajian LKS, siswa diberikan petunjuk belajar, ilustrasi-ilustrasi dan pertanyaan-pertanyaan yang dapat membimbingnya menemukan konsep matematika.

Peran guru adalah sebagai fasilitator yang ikut berpartisipasi membantu siswamembangun pengetahuan mereka, bukan sebagai pemberi jawaban akhir sehingga terciptanya pembelajaran yang berpusat pada siswa. Hakekat pembelajaran matematika adalah suatu proses berpikir disertai dengan aktivitas fisik dan afektif. Suatu proses akan berjalan secara alami melalui tahap demi tahap menuju ke arah yang lebih baik, jika siswa belajar mengalami/mengkonstruksi sendiri konsep secara bertahap. Tahapan yang akan dilalui siswa menemukan sendiri konsep belajarnya dapat diharapkan dari pemberian lembar kegiatan siswa yang dirancang guru sesuai tingkat pemahaman dan karakteristik siswa.

Pengembangan perangkat pembelajaran yang akan penulis rancang difokuskan pada materi Barisan dan Deret. Materi barisan dan deret sering kita temukan dalam soal tes potensi akademik yang sangat diperlukan dalam menunjang terbentuknya intelegensi siswa. Siswa SMK setelah menyelesaikan pendidikan akan terjun ke dunia kerja yang sangat menuntut kreatifitas, disiplin yang tinggi.

Hasil observasi di lapangan pada guru yang telah mengajarkan materi barisan dan deret, pada umumnya kemampuan siswa dalam penyelesaian persoalan menggunakan konsep barisan dan deret belum memuaskan. Kemampuan siswa dalam mengkaitkan persoalan yang diberikan dengan konteks kehidupan mereka sehari-hari masih dirasakan kurang. Hal ini tentu saja berdampak pada hasil belajar pada materi barisan dan deret. Masih banyaknya siswa yang mendapatkan nilai rendah untuk materi barisan dan deret.

Rendahnya hasil belajar siswa dalam proses pembelajaran tentu juga akan berpengaruh pada hasil ujian nasional siswa. Persentase soal untuk materi barisan dan deret dalam naskah ujian nasional cukup tinggi yaitu sekitar (15-20)%. Terdapat 6-8 soal terkait materi barisan dan deret dari 40 soal ujian nasional mata pelajaran matematika SMK.

Berdasarkan keadaan di atas, maka penulis berencana akan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual untuk materi barisan dan deret dengan harapan dapat meningkatkan akivitas dan hasil belajar siswa selanjutnya. Dengan diberikannya sebuah LKS berbasis pendekatan kontekstual sebagai pendukung pembelajaran, diharapkan siswa dapat membangun atau mengkonstruksi sendiri pengetahuannya untuk memecahkan masalah yang diberikan menggunakan konsep barisan dan deret. Selain itu dalam proses pembelajaran diharapkan akan terbentuk komunitas belajar yang baik sehingga aktivitas belajar siswa dapat meningkat.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual yang valid, praktis, dan efektif untuk materi barisan dan deret di kelas XI SMK untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa?” dan tujuan penelitian adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual yang valid, praktis, dan efektif untuk materi barisan dan deret di kelas XI SMK untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [5]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Pada *prototyping stage*, pembuatan prototipe ini dilakukan evaluasi formatif. Fase pengembangan atau

pembuatan *prototype* (*prototyping stage*) terdiri atas *prototype* 1, yaitu evaluasi diri sendiri (*self evaluation*) dan *expert review*; *prototype* 2 yaitu *one to one*; *prototype* 3 yaitu *small group*; *prototype* 4, yaitu *field test*. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan pada siswa kelas XI SMKN 6 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar *self evaluation*, lembar validasi, lembar observasi dan pedoman wawancara, lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, lembar observasi keaktifan siswa dan tes akhir hasil belajar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Investigasi Awal (Analisis Pendahuluan)

Tujuan tahap ini adalah untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika. Tahap ini dilakukan dengan menganalisis tujuan dalam batasan materi pelajaran yang dikembangkan. Ada empat langkah pokok dalam dalam tahap ini, yaitu:

a. Analisis Kebutuhan

Pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai dan melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas. Wawancara dengan guru dilakukan secara informal. Wawancara ini terkait beberapa hal diantaranya kendala yang ditemui siswa dalam belajar dan topik-topik pelajaran yang dianggap sulit bagi siswa. Hasil yang diperoleh dari analisis kebutuhan tersebut adalah masih dapat dioptimalkannya perangkat pembelajaran matematika yang digunakan. Dari hasil wawancara dengan guru, guru menjelaskan bahwa RPP yang digunakan belum terlihat dengan jelas rincian langkah kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan model dan pendekatan pembelajaran yang digunakan untuk membantu siswa mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Inidisebabkan masih terbatasnya kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran. Sering guru mengeluh, kadang telah mempersiapkan RPP akan tetapi tidak sesuai pada pelaksanaannya. LKS yang digunakan juga belum membantu secara optimal pelaksanaan RPP dengan baik. Kebutuhan guru akan perangkat pembelajaran matematika yang valid, praktis dan efektif sangat dirasakan perlu.

b. Analisis Kurikulum

Tabel 31. KD dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Dasar	Indikator Sebelum Analisis	Indikator Sesudah Analisis
<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan konsep pola, barisan, deret bilangan dan notasi sigma 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan beberapa suku berikutnya dari sebuah barisan bilangan. Menentukan pola dari barisan bilangan. Menentukan suku ke-n dari pola bilangan. Menentukan jumlah n buah suku pertama barisan bilangan. Mengubah deret bilangan kedalam notasi sigma dan sebaliknya. 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan barisan bilangan yang terbentuk dari masalah nyata yang diberikan . Menentukan pola barisan bilangan yang terbentuk dari masalah nyata yang diberikan. Menentukan suku ke-n dari barisan bilangan yang diberikan. Menentukan jumlah n buah suku pertama barisan bilangan yang diberikan. Mengubah bentuk deret bilangan kedalam bentuk notasi sigma dan sebaliknya.
<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan konsep barisan dan deret 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku pertama dan beda dari barisan aritmatika. 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku pertama dan beda dari barisan aritmatika berdasarkan masalah yang diberikan

Kompetensi Dasar	Indikator Sebelum Analisis	Indikator Sesudah Analisis
aritmatika	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku ke-n suatu barisan aritmatika Menentukan jumlah n suku pertama suatu barisan aritmatika 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku ke-n suatu barisan aritmatika berdasarkan masalah yang diberikan Menentukan jumlah n suku pertama suatu deret aritmatika berdasarkan masalah yang diberikan Menerapkan konsep barisan dan deret aritmatika dalam penyelesaian masalah berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
<ul style="list-style-type: none"> Menerapkan konsep barisan dan deret geometri 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku pertama dan rasio dari barisan aritmatika. Menentukan suku ke-n suatu barisan geometri Menentukan jumlah n suku pertama deret geometri. Menyelesaikan deret geometri yang mempunyai banyak suku tak hingga. 	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan suku pertama dan rasio dari barisan geometri berdasarkan masalah yang diberikan Menentukan suku ke-n suatu barisan geometri berdasarkan masalah yang diberikan Menentukan jumlah n suku pertama suatu deret geometri berdasarkan masalah yang diberikan Menyelesaikan deret geometri yang mempunyai banyak suku tak hingga Menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep barisan dan deret geometri

Analisis kurikulum bertujuan untuk menganalisis standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran matematika pada kurikulum KTSP 2006 untuk SMK. Tanpa adanya kurikulum yang baik dan tepat maka akan sulit dalam mencapai tujuan dan sasaran pendidikan yang dicita-citakan. Dalam hal ini dilakukan telaah terhadap Kurikulum Tingkat satuan Pendidikan (KTSP) yang digunakan di SMKN 6 Padang untuk Program Keahlian Seni, Pariwisata dan Teknologi Kerumahtanggaan. Analisa ini dilakukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, dan strategi yang dipilih sebagai landasan mengembangkan perangkat pembelajaran yang akan dilakukan. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi barisan dan deret yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Analisis kurikulum ini bertujuan untuk mengorganisasikan materi dan menentukan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada setiap pertemuan. Berdasarkan analisis kurikulum yang dilakukan diperoleh pengembangan terhadap indikator-indikator dari setiap kompetensi dasar materi barisan dan deret. Indikator yang dikembangkan berdasarkan pada pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual. Indikator yang dikembangkan terdapat pada Tabel 1.

c. Analisis Siswa

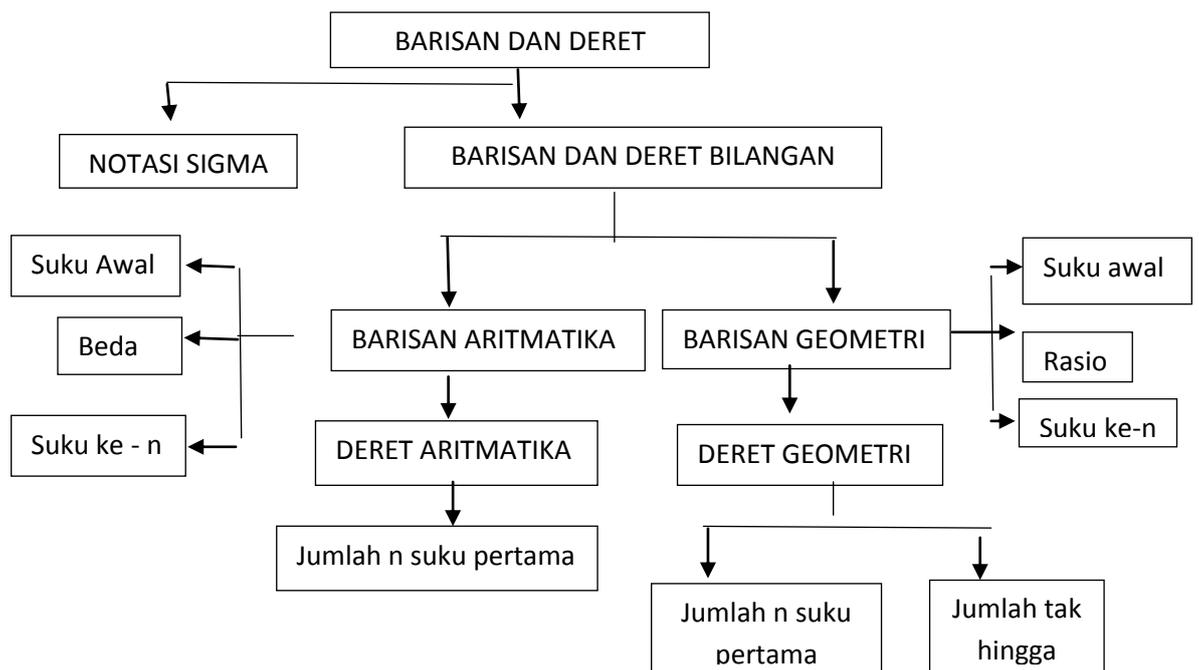
Analisis siswa dilakukan dengan mewawancarai dan memberikan angket kepada 10 orang siswa dan empat orang guru matematika SMKN 6 Padang. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik siswa yang meliputi: kemampuan akademis siswa, gaya belajar, tingkat perkembangan kemampuan berpikir dan aktivitas belajar siswa dalam belajar matematika. Wawancara ini dijadikan sebagai latar belakang perancangan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan agar sesuai dengan karakteristik siswa. Berdasarkan hasil wawancara dan angket tersebut diperoleh data bahwa siswa membutuhkan LKS yang menarik dari segi warna dan tampilan dan mempunyai langkah-langkah dapat membimbing mereka menemukan konsep pembelajarannya sendiri. Selain itu masalah yang diberikan mempunyai kaitan yang

erat dengan kehidupan siswa. Dalam penelitian yang akan dilakukan, siswa yang dijadikan subjek adalah siswa kelas XI SMKN 6 Padang.

d. Analisis Konsep

Pada tahap ini dilakukan kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang akan dipelajari oleh siswa. Selanjutnya materi tersebut disusun secara hirarkis. Sesuai materi yang akan dikembangkan yaitu Barisan dan Deret maka dirinci dan disusun secara garis besar, mulai dari pengertian barisan bilangan dan deret bilangan, cara menemukan pola barisan bilangan, dan implementasinya dalam kehidupan sehari-hari, menemukan konsep barisan dan deret aritmatika, menemukan konsep barisan dan deret geometri serta menggunakan konsep barisan dan deret dalam pemecahan masalah sehari-hari. Materi barisan dan deret dijadikan pilihan materi untuk perangkat pembelajaran yang dikembangkan karena masih rendahnya hasil belajar siswa pada materi ini dan merupakan materi yang urgen dalam ujian nasional. Peta konsep materi ini terlihat pada Gambar 1.

Hasil *Preliminary Research* dijadikan dasar pada pengembangan atau pembuatan *prototype*. Setelah indikator dirumuskan, serta peta konsep ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah merancang perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS berbasis pendekatan kontekstual.. Berikut ini akan diuraikan karakteristik RPP dan LKS berbasis pendekatan kontekstual yang telah dirancang.



Gambar 1. Peta Konsep Barisan dan Deret

1) Karakteristik RPP

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran. RPP disusun untuk setiap KD yang dapat dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih. Guru merancang penggalan RPP untuk setiap pertemuan yang disesuaikan dengan penjadwalan di satuan pendidikan. Hasil rancangan RPP yang dibuat pada materi barisan dan deret dihasilkan 3 (tiga) RPP yang disajikan sebanyak 7 (tujuh) kali pertemuan dengan alokasi waktu 2 x 40 menit.

Kegiatan pembelajaran terdiri dari tiga tahap yaitu pendahuluan, inti dan penutup. Di dalam ketiga kegiatan tersebut terdapat langkah-langkah pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual. Kegiatan pendahuluan merupakan tahap untuk menyampaikan tujuan pembelajaran dan memotivasi yang berfungsi untuk membangkitkan motivasi dan memfokuskan perhatian siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran serta menciptakan suasana pembelajaran yang responsif. Kegiatan pembelajaran dalam RPP diawali dengan mengajak siswa berpikir kaitan materi yang akan dipelajari dengan permasalahan kontekstual yang diketahui siswa sehingga dapat memotivasi siswa untuk belajar lebih baik. Kegiatan pembelajaran dalam RPP mengarahkan siswa untuk mendiskusikan permasalahan kontekstual yang diberikan pada ilustrasi yang terdapat dalam LKS sehingga siswa menemukan sendiri konsep pembelajarannya kemudian mendiskusikan contoh-contoh soal dalam LKS sehingga terbentuknya masyarakat belajar. Kegiatan pembelajaran dalam RPP mengarahkan agar siswa menyelesaikan soal-soal kegiatan siswa dalam LKS, kemudian saling berbagi ide-ide dan pengetahuan yang diperoleh dalam kelompoknya. Sebagai kegiatan penutup dilakukan kegiatan refleksi dari pembelajaran yang telah dilakukan. Selanjutnya kegiatan pembelajaran dalam RPP menjelaskan bahwa guru akan melakukan kegiatan penilaian pada setiap proses pembelajaran.

LKS yang baik adalah LKS yang dapat digunakan sesuai kemampuan siswa. Kemampuan siswa yang berbeda-beda memungkinkan untuk belajar dengan sistem diskusi kelompok. Pembelajaran dengan sistem kelompok yang bersifat heterogen, akan membuat siswa dengan kemampuan rendah dapat belajar dengan anggota kelompok yang memiliki kemampuan tinggi. Oleh karena itu perlu dipilih model diskusi kelompok yang tepat agar semua anggota kelompok dapat berperan aktif dalam diskusi kelompok. Model pembelajaran yang dipilih adalah kooperatif learning.

2) Karakteristik LKS

LKS yang dikembangkan sesuai standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran. Penyajian materi pada LKS dimulai dengan kegiatan pendahuluan yang menyajikan cerita singkat dan menarik yang dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa dan terkait dengan materi barisan dan deret sehingga pembelajaran lebih bermakna. LKS berisi permasalahan kontekstual yang harus diselesaikan siswa melalui pertanyaan-pertanyaan yang dapat membimbing proses berpikirnya untuk menemukan sendiri konsep dari materi yang dipelajari yang diberi nama "Ilustrasi". LKS menyediakan tempat bagi siswa untuk melaksanakan kegiatan inkuiri pada materi barisan dan deret. LKS memiliki contoh-contoh soal dan penyelesaiannya sebagai model pembelajaran yang dapat dipelajari siswa sendiri. Selanjutnya LKS menyediakan tempat bagi siswa untuk membuat rangkuman pembelajaran sebagai tahap refleksi. Untuk melihat tingkat pemahaman siswa, LKS memiliki soal-soal latihan sebagai penilaian yang diberi nama "Kegiatan Siswa". Soal-soal yang disajikan dapat mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan siswa.

LKS menggunakan bahasa baku yang komunikatif dan tidak ambigu sehingga mudah dipahami oleh siswa. Penggunaan simbol dan istilah yang baru dikenal oleh siswa dijelaskan secara rinci pada bagian akhir pokok bahasan (jika ada) agar siswa tidak salah memahami penggunaan simbol dan istilah.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa kelas XI SMK. Berdasarkan analisis kebutuhan (*Preliminary Research*) diambil kesimpulan bahwa guru dan siswa memerlukan perangkat pembelajaran yang dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna bagi siswa. Peneliti menyarankan bagi guru-guru untuk dapat merancang pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual pada materi lainnya dan dapat dijadikan pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progesif*. Jakarta : Kencana Prenada Media Kelompok.
- [2] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- [3]Suyadi, Didi. 2014. *Pemecahan Masalah Matematika*. (staf upi.edu/files/2011/06.Bab 4.Pdf, diakses tanggal 6 Juni 2015).
- [4] Zainal, 2014. *Model-model, Media dan Strategi Pembelajaran Kontekstual (Inovatif)*. Bandung :Yrama Widya.
- [5] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. *Educational design research: Illustrative cases*. Enschede,the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS MASALAH DI KELAS VIII SMP

Rani Valicia Anggela

Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: valicia.anggela@yahoo.com

Abstract: mathematics learning at school should be implemented with students involvement actively in understanding the material. But in fact, the implementation of the learning have not got students actively. One of the causes of this problem is the unavailable of a learning equipment yet that can actived students in learning. In addition, teachers have not been able design lesson plans and student worksheets in accordance with the curriculum of 2013. This study aims to design a learning equipment that consist of lesson plans and student worksheets based on problem based learning at grade VIII junior high school that satisfied validity, practicality and effectiveness criteria. In the preliminary phase, need analysis, curriculum analysis, student characteristics analysis, and concept analysis were conducted. In prototype phase, research was designed lesson plans and students worksheets of problem based learning then conducted a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product, were conducted. In the assessment phase, assessments of practical and effective based on the results of the teacher response of questionnaire, student responses of questionnaire, observation sheets of lesson plans implementation, and the final test.

Keyword: *Learning equipment, problem based learning, Plomp model*

Pendahuluan

Keberhasilan dunia pendidikan pada abad ke-21 akan tergantung pada pengembangan keterampilan-keterampilan yang tepat untuk menghadapi tantangan global. Abad ke-21 para peserta didik menghadapi berbagai resiko dan ketidakpastian sejalan dengan perkembangan lingkungan yang begitu pesat, seperti teknologi, ilmu pengetahuan, ekonomi budaya, sehingga peserta didik dituntut untuk belajar lebih banyak dan proaktif agar peserta didik memiliki pengetahuan dan keterampilan/keahlian yang memadai[1]. Sehingga diperlukan nilai tambah atau kemampuan lebih yang unik agar dapat bersaing. Salah satu cara untuk memperoleh kemampuan tersebut adalah melalui pendidikan.

Pemerintah telah merumuskan tujuan pendidikan nasional dalam pelaksanaan pendidikan di seluruh Indonesia. Tujuan pendidikan nasional yang dimuat dalam pasal 3 UU No. 20 adalah untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggungjawab[2]. Agar tujuan tersebut dapat terwujud sangat diperlukan para pendidik yang profesional di bidangnya termasuk pendidik matematika, karena matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di setiap jenjang, baik jenjang pendidikan dasar, pendidikan menengah, maupun pendidikan tinggi.

Matematika merupakan salah satu ilmu dasar yang memiliki nilai esensial yang dapat diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan. Matematika diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan permasalahan seperti kemampuan menghitung yang diperlukan dalam kegiatan jual beli, kemampuan berkomunikasi

melalui tulisan atau gambar seperti membaca grafik dan persentase, kemampuan membuat catatan-catatan dengan angka dan sebagainya.

Pemerintah telah berupaya untuk meningkatkan kualitas pendidikan, salah satunya melakukan pengembangan Kurikulum 2013. Pengembangan Kurikulum 2013 merupakan lanjutan dari pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006. Kurikulum 2013 tujuan untuk menghadapi tantangan internal dan eksternal dalam mewujudkan lulusan yang bisa bersaing, terampil dan kompeten.

Perubahan kurikulum tentu saja juga diikuti oleh berubahnya keseluruhan perangkat pembelajaran. Beberapa kendala yang terjadi saat pelaksanaan Kurikulum 2013 pada seluruh sekolah di Indonesia pada tahun 2014 yang lalu diantaranya adalah ketersediaan bahan ajar untuk guru masih terbatas, buku paket berbasis Kurikulum 2013 masih direvisi. Kondisi ini tentu juga berlaku pada pembelajaran matematika. Hal ini akan berdampak pada proses pembelajaran. Dimana tujuan yang harus dicapai dengan pelaksanaan Kurikulum 2013 adalah peserta didik dituntut untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.

Kenyataan di lapangan berbeda dengan yang diharapkan, dari hasil observasi yang dilakukan pada pembelajaran matematika di SMPN 5 Padang, SMPN 12 Padang dan SMPN 31 Padang. Dalam proses pembelajaran yang terjadi di sekolah lebih terfokus pada guru dan bersifat konvensional. Proses pembelajaran dimulai dari guru menjelaskan materi pelajaran lanjut memberikan contoh soal dan pada akhir pelajaran memberikan latihan kepada peserta didik. Soal yang diberikan kepada peserta didik biasanya berupa soal-soal yang sifatnya rutin, sehingga mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal bervariasi. Selain itu perangkat pembelajaran yang ditemui di lapangan belum sepenuhnya memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran sehingga perlu diperbaiki lagi terutama dalam membangun pengetahuan dan pola pikir peserta didik.

RPP yang digunakan guru belum dirancang secara optimal dalam mengembangkan pola pikir peserta didik. Pada RPP yang digunakan belum menggambarkan langkah-langkah kegiatan yang dilaksanakan oleh guru dengan rinci. langkah-langkah tersebut belum memberikan kesempatan yang cukup kepada peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran. Selain itu, permasalahan yang dibahas juga terpaku pada permasalahan yang ada pada buku teks. Padahal diharapkan peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang beragam dan banyak latihan. RPP yang berperan sebagai pedoman dan panduan pelaksanaan proses pembelajaran sangat menentukan tindakan guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlunya rancangan RPP yang berfungsi sebagai pembimbing pelaksanaan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi peserta didik bertanya, berani mengeluarkan pendapat dan memahami pengetahuan dan prosedur yang dipelajari

Selain RPP, bahan ajar juga membantu guru dalam memfasilitasi peserta didik dan menunjang proses belajar matematika dalam mencapai tujuan pembelajaran. Salah satu bahan ajar dapat berupa buku teks, modul, Lembar Kegiatan Peserta didik (LKPD), dan sebagainya), alat bantu visual, audio, video, multimedia, animasi, serta komputer. Bahan ajar yang menarik dapat menjadikan peserta didik lebih termotivasi dan aktif dalam belajar. Kondisi ini tentunya juga berlaku untuk pembelajaran matematika. Menurut Trianto [3] LKPD adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyidikan atau pemecahan masalah. Berdasarkan observasi LKPD yang digunakan di sekolah sudah dapat menjadi bahan ajar yang baik bagi peserta didik akan tetapi jika bahan ajar tersebut dikembangkan lagi dengan sebuah model

pembelajaran tentu akan menghasilkan pembelajaran yang lebih bermakna lagi bagi peserta didik. peserta didik juga berkesempatan berperan aktif dalam proses pembelajaran untuk menemukan dan memahami konsep-konsep matematika yang dipelajari. Oleh karena itu diperlukan adanya LKPD yang dapat menuntun peserta didik untuk mampu menghadapi dan berani menghadapi masalah dalam kehidupan sehari-hari, kemudian peserta didik bisa mengatasinya dengan proaktif dan kreatif.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah di atas adalah guru dituntut menciptakan pembelajaran yang kreatif dan inovatif. Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru adalah merancang perangkat pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis sehingga peserta didik merasa tertantang untuk melakukan suatu pemecahan masalah.

Pembelajaran merupakan suatu proses yang tidak hanya proses mentransfer informasi dari guru kepada peserta didik, tetapi juga melibatkan berbagai tindakan dan kegiatan yang harus dilakukan terutama jika menginginkan hasil belajar menjadi lebih baik. Setiap pembelajaran yang terjadi diharapkan mampu mendorong peserta didik untuk mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar/mengasosiasikan, dan mengomunikasikan pelajaran. Maka diperlukan peran guru yang lebih mampu memfasilitasikan kegiatan peserta didik, selain itu sumber belajar merupakan bagian penting dalam proses belajar mengajar. Salah satu model pembelajaran yang dapat dipilih dan dikembangkan oleh guru dalam kurikulum 2013 adalah model pembelajaran berbasis masalah (PBM).

PBM adalah pembelajaran yang diawali dari suatu permasalahan yang digunakan sebagai sara untuk investigasi peserta didik. Permasalahan yang disajikan awal pembelajaran merupakan masalah yang autentik dan bermakna. Setiap peserta didik ataupun kelompok harus menyelesaikan permasalahan-permasalahan tersebut secara mandiri. Hal ini diharapkan agar peserta didik mampu mendapatkan pengetahuannya dengan lebih bermakna. Sehingga peserta didik dapat bertindak aktif untuk membangun pengetahuannya sendiri. PBM merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran [4]. Melalui PBM diharapkan peserta didik tidak hanya dapat memahami materi saja tetapi juga menambah keterampilan dalam pemecahan masalah.

Pembelajaran berbasis masalah adalah proses pembelajaran yang titik awal pembelajaran berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata peserta didik lalu dari masalah ini peserta didik dirangsang untuk mempelajari masalah berdasarkan pengetahuan dan pengalaman baru[5]. Perangkat pembelajaran berbasis masalah ini mengutamakan keterlibatan peserta didik secara aktif dan efektif sehingga kegiatan pembelajaran berjalan dengan menarik, menyenangkan, sekaligus menantang peserta didik untuk berpikir. PBM terdiri atas 5 sintak yaitu (1) Orientasi peserta didik kepada masalah, (2) Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, (3) Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, (4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, (5) Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah . Berdasarkan hal itu, perangkat pembelajaran yang menggunakan masalah berupaya menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah pada diri peserta didik, sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik lebih banyak belajar sendiri dalam memecahkan masalah. Pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah ini valid, praktis dan efisien.

Berdasarkan uraian di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah kelas VIII semester II dengan melihat kriteria validitas, praktikalitas

dan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir. Maka rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika matematika berbasis masalah dengan menggunakan pendekatan saintifik di kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif? dan tujuan pengembangan ini adalah Menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas VIII SMP.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [6]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses pembelajaran matematika di kelas VIII SMP. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis masalah. Setelah dilakukan observasi di sekolah ditemui beberapa hambatan yang di hadapi oleh guru dan peserta didik dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMP.

Analisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas VIII SMP adalah mengenai kesesuaian materi dengan pembelajaran berbasis masalah.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia dan motivasi terhadap mata pelajaran. Untuk mendapatkan suasana belajar, kondisi dan lingkungan belajar yang baik perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan penggunaan LKPD dalam pembelajaran. LKPD memiliki daya tarik tersendiri, sehingga membuat peserta didik fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKPD yang berisi pertanyaan mengenai materi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil fase investigasi awal (*preliminary research*) dilakukan analisis kebutuhan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai dan melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas. Wawancara dengan guru dilakukan secara informal. Wawancara ini terkait beberapa hal diantaranya kendala yang ditemui peserta didik dalam belajar dan topik-topik pelajaran yang dianggap sulit bagi peserta didik. Hasil yang diperoleh dari analisis kebutuhan tersebut adalah masih dapat dioptimalkannya perangkat pembelajaran matematika yang digunakan. Dari hasil wawancara dengan guru, guru menjelaskan bahwa RPP yang digunakan belum terlihat dengan jelas rincian langkah kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan model dan pendekatan pembelajaran yang digunakan untuk membantu peserta didik

mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. LKPD yang digunakan juga belum membantu secara optimal dalam membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Kebutuhan guru akan perangkat pembelajaran matematika yang valid, praktis dan efektif sangat dirasakan perlu.

Analisis kurikulum difokuskan pada materi kelas VIII SMP semester II. Analisis kurikulum dilakukan terhadap kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD) yang dipakai untuk merumuskan indikator pencapaian kompetensi (IPK), indikator untuk KD yang diturunkan dari KI-1 dan KI-2 dirumuskan dalam bentuk perilaku umum yang bermuatan nilai dan sikap yang gejalanya dapat diamati sebagai dampak pengiring dari KD pada KI-3 dan KI-4 dirumuskan dalam bentuk perilaku spesifik yang dapat diamati dan diukur. Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis masalah untuk peserta didik kelas VIII SMP. Berdasarkan hasil wawancara juga diperoleh kesimpulan bahwa materi yang dipilih dalam pengembangan ini adalah materi lingkaran karena materi lingkaran merupakan materi yang cukup sulit untuk dipahami peserta didik pada pokok bahasan di semester 2 di kelas VIII. Materi lingkaran dikatakan cukup sulit untuk dipahami peserta didik karena peserta didik akan menentukan model matematika dari soal cerita atau masalah matematika.

Analisis peserta didik kelas VIII menjadi subjek penelitian dalam uji coba LKPD berbasis masalah. Analisis dilakukan pada peserta didik kelas VIII SMPN 5 dan SMPN 31 Padang yang terdaftar pada semester II tahun ajaran 2015/ 2016. Analisis peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia dan motivasi terhadap mata pelajaran. Berdasarkan wawancara dan observasi yang dilakukan, diketahui bahwa peserta didik lebih senang belajar dengan tutor teman sebaya. Hal ini terlihat pada saat proses pembelajaran berlangsung, jika peserta didik belum mengerti dengan materi pelajaran yang diajarkan guru, maka sebagian besar peserta didik lebih suka bertanya dengan temannya. Menurut peserta didik, bertanya dengan teman yang telah mengerti dapat membantu mereka agar memahami materi yang dipelajari. Peserta didik cenderung bertanya kepada temannya, dan tidak berani bertanya langsung kepada guru. Sebagian besar peserta didik suka berkelompok ketika melakukan suatu kegiatan, misalnya berbelanja ke kantin atau pergi ke suatu tempat. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik lebih suka melakukan suatu aktivitas secara bersama-sama.

Berdasarkan hasil analisis peserta didik maka peneliti merasa perlu mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dapat membuat peserta didik fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKPD yang berisi pertanyaan mengenai materi. Selain itu, peserta didik juga diajarkan bagaimana langkah-langkah dalam menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang valid, praktis dan efisien untuk peserta didik kelas VIII SMP. Berdasarkan analisis kebutuhan (*Preliminary Research*) diambil kesimpulan bahwa guru dan peserta didik memerlukan perangkat pembelajaran yang dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik. Peneliti menyarankan bagi guru-guru untuk dapat merancang pengembangan perangkat pembelajaran berbasis masalah pada materi lainnya dan dapat dijadikan pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [2] Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud.
- [3] Trianto. 2011. *Pengantar Penelitian Pendidikan Bagi Pengembangan Profesi Pendidikan dan Tenaga Kependidikan*. Jakarta: Kencana.
- [4] Sani, Ridwan Abdullah. 2014. *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Bumi Aksara. Jakarta
- [3] Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). (2006). *Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 22 Tahun 2006 Tanggal 23 Mei 2006*. Jakarta.
- [4] Rusman. 2010. *Model-model pembelajaran mengembangkan profesionalisme guru*. Jakarta: Rajawali pers.
- [5] Sanjaya, Wina. 2010. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Hassoubah, zaleihazhab. 2004. *Developing kreatif dan critical thinking skill*. Terjemahan bambang Suriadi. Bandung: Nuansa.
- [6] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. *Educational design research: Illustrative cases*. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMK.

¹Helvia Sri Dewi, ²Edwin Musdi, ³Indrati Kusumaningrum

¹Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: helviasridewi83@gmail.com

²Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: win_musdi@yahoo.co.id

³Jurusan teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang

e-mail: indrati_kusumaningrum@yahoo.co.id

Abstrak. Problem-solving ability is a highly important aspect in studying mathematics. It enables students to gain new experiences throughout the learning process by solving problems using the knowledge and skills that they already acquired. In an effort to improve students' problem-solving abilities, teachers are required to make the learning more innovative. One way that can be used by teachers is to develop learning tools that are problem-based (Problem-Based Learning), such as the Learning Implementation Plan and the Student Worksheet.

This research applies the Plomp development model consisting of the initial investigation phase, the development or the prototyping phase, and the assessment phase. This research uses a series of formative evaluation, which are personal evaluation, expert review, one-on-one evaluation, small group evaluation, and large group evaluation. The subjects are the students of class X SMK 2 Pulau Punjung.

The aim of this research is to produce a problem-based learning tool for mathematics that is convenient, valid in content and construct, practical in the aspects of implementation and time, and also effective in terms of the problem-solving ability of students.

Keywords: Problem-solving ability, development, learning tools, PBL

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memegang peranan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu sebagai alat bantu, pembentuk pola pikir, dan pembentuk sikap. Matematika juga membangun karakter manusia, menciptakan manusia yang bisa berpikir logis, praktis, cermat, taat asas, dan mampu memutuskan masalah dengan cepat dan tepat.

Belajar matematika tidak cukup dengan hanya menyampaikan materi pelajaran sesuai dengan tuntutan kurikulum saja, tetapi juga disertai dengan makna dimana para siswa dapat menggunakan kemampuan dan daya pikirnya dengan leluasa dan tanpa tekanan. Lima kemampuan matematis yang seharusnya dimiliki siswa adalah belajar untuk berkomunikasi (*mathematical communication*), belajar untuk bernalar (*mathematical reasoning*), belajar untuk memecahkan masalah (*mathematical problem solving*), belajar untuk mengaitkan ide (*mathematical connection*), belajar untuk merepresentasikan ide-ide (*mathematical representation*) [1]

Salah satu kemampuan matematika yang berperan penting dalam keberhasilan siswa adalah kemampuan pemecahan masalah. Mengajarkan pemecahan masalah kepada siswa, memungkinkan siswa itu menjadi lebih analitis di dalam mengambil keputusan di dalam hidupnya [2] Artinya, bila siswa dilatih menyelesaikan masalah, maka siswa itu akan mampu mengambil keputusan, sebab siswa tersebut telah menjadi

terampil tentang bagaimana mengumpulkan informasi yang relevan, menganalisis informasi, dan menyadari betapa perlunya meneliti kembali hasil yang telah diperolehnya. Berdasarkan penjelasan di atas, kemampuan pemecahan masalah ini bertujuan untuk meningkatkan daya analitis siswa dalam mengambil keputusan sehingga membantu pembentukan persepsi siswa dengan cara melihat matematika sebagai bagian terintegrasi dalam kehidupan.

Tes kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut siswa untuk memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan mengecek kembali yang meliputi pembuktian jawaban serta menyimpulkan hasil jawaban. Penilaian untuk setiap butir soal tes pemecahan masalah mengacu pada indikator kemampuan pemecahan masalah matematika menurut NCTM adalah sebagai berikut: 1) mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; 2) merumuskan masalah matematik atau menyusun model matematik; 3) menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah (sejenis dan masalah baru) dalam atau di luar matematika; 4) menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal; 5) menggunakan matematika secara bermakna [1]. Badan Standar Nasional Pendidikan menyatakan bahwa indikator yang menunjukkan pemecahan masalah matematika adalah Menunjukkan pemahaman masalah, mengorganisasikan data dan memilih informasi yang relevan, menyajikan masalah secara matematik dalam berbagai bentuk, memilih pendekatan dan metode pemecahan masalah secara tepat, mengembangkan strategi pemecahan masalah, membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu permasalahan, serta menyelesaikan masalah yang tidak rutin [3]. Peneliti mengelompokkan indikator dalam BNSP menjadi empat bagian, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan memeriksa hasil yang diperoleh.

Berdasarkan hasil wawancara dengan 4 orang guru matematika dan observasi yang dilakukan di SMKN 1 Pulau Punjung, SMKN 2 Pulau punjung dan SMKN 1 Sungai Rumbai, peneliti mendapati realitas yang terjadi di sekolah diantaranya masih cukup banyak siswa kurang memahami materi dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan hasil pengamatan ini juga terlihat bahwa pembelajaran hanya terpusat pada guru sehingga selama proses pembelajaran siswa kurang berpartisipasi, serta banyak siswa yang kurang memperhatikan saat guru menjelaskan materi pelajaran. Latihan yang diberikan guru berupa soal-soal rutin yang mengakibatkan siswa kurang memahami masalah-masalah matematika yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan belum mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. LKS yang baik dalam pembelajaran matematika akan memberikan kesempatan yang luas kepada siswa untuk dapat mengembangkan kreativitas siswa dalam memecahkan suatu masalah.

Materi program linier merupakan suatu materi pembelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Materi ini sangat membantu siswa dalam memecahkan persoalan dalam kehidupan sehari-hari.

Selain observasi, Peneliti juga memberikan 2 buah soal tes kemampuan pemecahan masalah matematika kepada 29 orang siswa kelas X SMKN 1 Pulau Punjung, 27 orang siswa kelas X SMKN 2 Pulau Punjung, dan kepada 28 orang siswa kelas X SMKN 1 Sungai Rumbai. Indikator kemampuan pemecahan masalah yang menjadi perhatian adalah memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan memeriksa kembali hasil yang telah diperoleh. Hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMKN 1 Pulau Punjung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas X SMKN 2 Pulau Punjung

Soal	Skala	0	1	2	3	4
	Indikator					
I	Memahami Masalah	30,76%	23,09%	30,76%	15,39%	-
	Merencanakan Penyelesaian	26,92 %	11,54%	42,31%	7,69%	11,54%
	Menyelesaikan Masalah	26,92%	26,92%	19,23%	11,54%	15,39%
	Memeriksa Kembali	73,08%	7,69%	7,69%	11,54%	-
II	Memahami Masalah	53,85%	15,38%	15,38%	15,39%	-
	Merencanakan Penyelesaian	46,15%	38,46%	11,54%	3,85%	0%
	Menyelesaikan Masalah	46,15%	27,77%	12,38%	7,35%	5,34%
	Memeriksa Kembali	80,31%	7,12%	10,16%	2,41%	-

Hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMKN 1 Pulau Punjung dan SMKN 1 Sungai Rumbai dapat dilihat pada table 2 dan table 3

Tabel 2 : Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas X SMKN 1 Pulau Punjung

Soal	Skala	0	1	2	3	4
	Indikator					
I	Memahami Masalah	25,5%	25,2%	29%	20,3%	-
	Merencanakan Penyelesaian	23,22%	15,12%	40,1%	9,41%	12,15%
	Menyelesaikan Masalah	26,72%	21,7%	20,13%	13,16%	18,29%
	Memeriksa Kembali	80,18%	4,21%	6,39%	9,22%	-
II	Memahami Masalah	55,35%	15,22%	14,33%	15,1%	-
	Merencanakan Penyelesaian	36,25%	28,16%	19,64%	5,95%	10%
	Menyelesaikan Masalah	33,25%	31,57%	16,45%	8,41%	10,32%
	Memeriksa Kembali	72,21%	12,92%	10,26%	4,61%	-

Tabel 3 : Hasil Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa kelas X SMKN 1 Sungai Rumbai

Soal	Skala	0	1	2	3	4
	Indikator					
I	Memahami Masalah	53,85%	15,38%	15,38%	15,39%	-
	Merencanakan Penyelesaian	46,15%	38,46%	11,54%	3,85%	0%
	Menyelesaikan Masalah	46,15%	27,77%	12,38%	7,35%	5,34%
	Memeriksa Kembali	76,31%	7,13%	10,49%	6,7%	-
II	Memahami Masalah	55,35%	15,22%	14,33%	15,1%	-
	Merencanakan Penyelesaian	26,72%	21,7%	20,13%	13,16%	18,29%
	Menyelesaikan Masalah	36,25%	28,16%	19,64%	5,95%	10%
	Memeriksa Kembali	25,5%	25,2%	29%	20,3%	-

Berdasarkan Tabel 1, table 2 dan tabel 3 terlihat bahwa persentase siswa yang mencapai skor ideal masih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa yang diwakili oleh empat indikator tersebut mengalami masalah.

Salah satu alternatif pembelajaran yang memungkinkan adalah dengan menggunakan model yang dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematika adalah penggunaan model *Problem Based Learning* (PBL). Melalui pembelajaran menggunakan PBL memungkinkan siswa untuk memahami konsep dari suatu materi melalui bekerja dan belajar pada situasi atau masalah yang diberikan. siswa melakukan investigasi, eksplorasi, melakukan konjektur, membuat kesimpulan sebelum melakukan pemecahan masalah, mengaitkan pengetahuan baru dengan struktur kognitif yang telah dimilikinya dan mengkonstruksikan pemahamannya sendiri.

Belajar berbasis masalah adalah suatu pembelajaran yang melibatkan siswa aktif secara optimal, memungkinkan siswa melakukan investigasi, pemecahan masalah yang mengintegrasikan keterampilan dan konsep dari berbagai konten area. Model pembelajaran ini menyimpulkan informasi sekitar masalah, melakukan sintesis dan mempresentasikan hasil yang didapat kepada orang lain [4]

PBL adalah suatu model pembelajaran yang didasarkan pada prinsip menggunakan masalah sebagai titik awal pembelajaran dan integrasi pengetahuan baru. Model pembelajaran ini pada dasarnya mengacu kepada pembelajaran-pembelajaran mutakhir lainnya seperti pembelajaran berdasarkan proyek (*Project based instruction*), pembelajaran berdasarkan pengalaman (*experience based instruction*), pembelajaran autentik (*authentic instruction*) dan pembelajaran bermakna

PBL menuntut siswa mendapatkan pengetahuan yang penting, membuat mereka mahir dalam memecahkan masalah dan memiliki strategi belajar sendiri serta memiliki

kecakapan berpartisipasi dalam tim. PBL merupakan rencana pembelajaran dan proses pembelajaran [5]. Rencana pembelajaran terdiri dari pilihan dan bentuk masalah yang diperoleh dari pengetahuan kritis siswa, kemampuan memecahkan masalah, strategi pembelajaran masing-masing siswa, kemampuan kelompok. Proses ini mencontohkan sistem pendekatan yang biasa digunakan untuk memecahkan masalah atau menemui tantangan yang dihadapi dalam hidup dan karir.

Berdasarkan kedua defenisi di atas, maka PBL yaitu proses pembelajaran yang titik awal pembelajaran berdasarkan masalah dalam kehidupan nyata siswa lalu dari masalah ini siswa dirangsang untuk mempelajari masalah berdasarkan pengetahuan dan pengalaman baru.

Faktanya di lapangan, salah satu kecenderungan yang sering dilupakan adalah melupakan bahwa hakikatnya pembelajaran adalah belajarnya siswa bukan mengajarnya guru. PBL merupakan salah satu model yang memungkinkan dikembangkannya keterampilan berpikir siswa (penalaran, komunikasi, dan koneksi) dalam memecahkan masalah [6]. Kita menyadari selama ini kemampuan siswa untuk dapat menyelesaikan masalah kurang diperhatikan oleh setiap guru, akibatnya disaat siswa menghadapi masalah, walaupun masalah kecil, banyak siswa yang tidak dapat menyelesaikan dengan baik.

Supaya proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran PBL menjadi lebih optimal, maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang didasarkan pada karakteristik PBL. Hal ini juga yang mendasari peneliti memilih pengembangan LKS karena pada penyusunan LKS sangat memungkinkan untuk mengarahkan siswa untuk memahami konsep matematika melalui pembelajaran berdasarkan masalah. Pembelajaran ini akan membekali siswa dalam menghadapi masalah sehari-hari. LKS yang baik dalam pembelajaran matematika akan memberi kesempatan yang seluas-luasnya kepada siswa untuk dapat mengembangkan kreativitas mereka dalam memecahkan suatu masalah.

Agar LKS yang dikembangkan dapat terimplementasi dengan lebih praktis dan efektif, maka peneliti juga mengembangkan RPP yang memuat serangkaian kegiatan pembelajaran berbasis masalah. Pemilihan pengembangan RPP dikarenakan RPP merupakan pedoman atau panduan pelaksanaan proses pembelajaran yang sangat menentukan tindakan guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

LKS merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang terdiri dari sekumpulan kegiatan, masalah, atau soal yang akan dikerjakan siswa selama proses pembelajaran. Pemilihan kegiatan, masalah pada LKS disesuaikan dengan kemampuan dan karakteristik siswa. LKS yang berbasis PBL ini merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan guru matematika untuk membantu siswa agar dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas X SMK yang valid, praktis, dan efektif ?”

Dari rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis PBL yang valid, praktis, dan efektif untuk materi program linear pada siswa Kelas X SMK.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [7]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi, wawancara dan tes kemampuan pemecahan masalah. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKS serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari angket siswa berupa karakteristik LKS seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas X SMK. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi Program Linier kelas X SMK semester genap yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Hasil analisis SK dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran SK, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL pada materi Program linear berupa RPP dan LKS.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKPS berbasis pendekatan berbasis PBL.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 4 orang guru matematika kelas X SMKN 2 Pulau Punjung dan SMKN 1 Pulau Punjung. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika dan observasi mengindikasikan kebutuhan siswa berupa pendekatan pembelajaran baru selain pembelajaran konvensional yang biasa digunakan di sekolah yang lebih mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Berdasarkan hasil tes awal kemampuan pemecahan masalah siswa diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika siswa masih belum optimal. Pembelajaran berbasis PBL dipilih sebagai intervensi karena berdasarkan teori PBL dapat membantu untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Berdasarkan hasil wawancara juga diperoleh kesimpulan bahwa materi yang dipilih dalam pengembangan ini adalah materi Program linear karena materi Program linear dan merupakan materi yang cukup sulit untuk dipahami siswa pada pokok bahasan Program Linier di semester 2 kelas X. Materi sistem Program linear dikatakan cukup sulit untuk dipahami siswa karena siswa akan menentukan Model matematika dari soal cerita atau masalah matematika, membuat grafik himpunan penyelesaian sistem pertidaksamaan linier, dan menentukan nilai optimum dari sistem pertidaksamaan linier

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang mampu membangun kemampuan pemecahan masalah matematika siswa kelas X SMK pada materi Program linear, sehingga perlu dikembangkan lagi sehingga RPP dan LKS yang mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas X SMK. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi sistem persamaan linear dan pertidaksamaan satu variabel kelas X SMK semester genap yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran SK, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian SK dan KD. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis PBL berupa RPP dan LKS. Penelitian yang akan dilakukan pada Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah siswa kelas X SMK pada materi Program linear berupa RPP dan LKS dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis PBL berupa RPP dan LKS. Analisis kurikulum bertujuan untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan melihat kompetensi berbasis PBL. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] NCTM. 1989. *Assesment Standards for School Mathematics*. Amerika : The National Council of Teachers of Mathematics.Inc
- [2] Hudoyo, H. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta : P2LPTK.
- [3] BNSP.2006. *Buku Panduan Penulisan KTSP*. Jakarta: BNSP.
- [4] Ratnaningsih, N. 2003. *Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika SMU Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Bandung: PPS UPI
- [5] Barrows, H and Kelson A. 2003. *Problem Based Learning [online]*. Tersedia di <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/pbl/info.html> [akses tanggal 27 September 2015]
- [6] Rusman. 2011. *Model-Model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Bandung : Raja Grafindo Persada
- [7] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

Cherly Mardelfi

Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: cherlymardelfi@gmail.com

Abstrak. Mathematical problem solving weaknees was seen from the observation and analysis of students mathematical problem solving ability. In students problem solving ability improvement, teachers are required to plan the learning well. One of the ways that can be used by teachers to develop mathematics learning instruments based on scientific approach. This purpose of this reseearch is to produce mathematics learning instruments based on scientific approach that sutisfied validity, practicality and effectiveness criteria. The mathematics learning instruments that design are lesson plan or Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) and student worksheets or Lembar Kerja Siswa (LKS).This reserch used Plomp development model that consist of preliminary research, development or prototyping phase and assessment phase. The preliminary reseasrh aims to investigate needs analysis, curriculum analysis, analysis of learners, and analysis of related concepts in mathematics. The development phase aims to design lesson plans and student worksheets based on scientific approach for material circle, then conducted self evaluation and experts review. In sssessment phase conducted practicality and effectiveness test. The practicality datas were obtained from observation learning implementasion sheets, questionnaire for teachers, and questionnaires for students. In addition, the effectiveness datas obtained from the final test of students' problem-solving abilities.

Kata Kunci: Scientific Approach, Lesson Equipments, Problem Solving Ability

Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memegang peranan penting dalam kehidupan sehari-hari dan menjadi dasar bagi ilmu-ilmu seperti kimia, fisika, ekonomi, akuntansi dan ilmu lainnya. Dengan kata lain matematika mendasari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. pembelajaran matematika berorientasi pada upaya cara berfikir matematika siswa. Melalui pembelajaran matematika diharapkan siswa dapat menata nalarnya, membentuk kepribadiannya serta dapat menerapkan atau menggunakan matematika dalam kehidupannya sehari-hari atau dapat menggunakannya sesuai jenjang pendidikan masing-masing. Pembelajaran matematika adalah upaya membantu siswa untuk mengkonstruksikan konsep-konsep atau prinsip-prinsip matematika dengan kemampuannya sendiri melalui proses internalisasi sehingga konsep atau prinsip itu terbangun kembali [1].Setiap peserta didik harus mempelajari matematika diberbagai jenjang pendidikan, agar tercapai tujuan pembelajaran matematika.

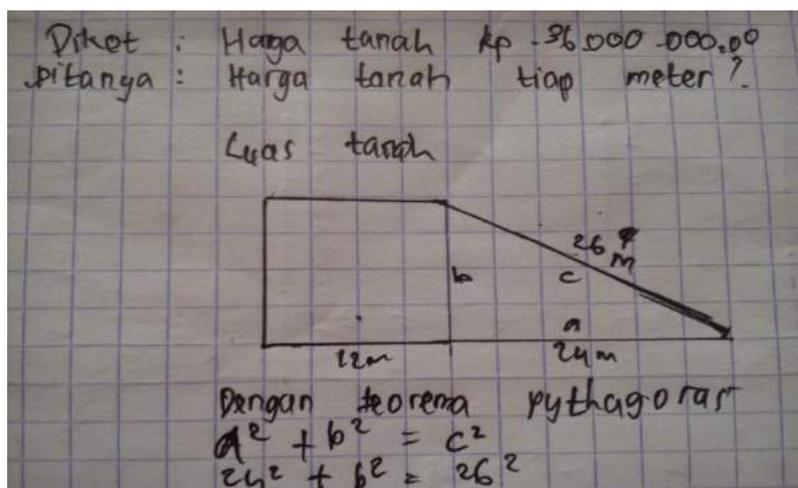
Seiring dengan perkembangan zaman, tujuan pembelajaran matematika di Indonesia mengalami perubahan sesuai dengan kebutuhan. Rumusan tujuan pembelajaran matematika SMP/MTs sebagaimana dinyatakan Permendikbud No.58 tahun 2014 yakni 1) Memahami dan menjelaskan keterkaitan antar konsep, 2) Menggunakan pola sebagai dugaan dalam penyelesaian masalah, 3) Menggunakan

penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika, 4) Mengkomunikasikan gagasan, penalaran serta mampu menyusun bukti matematika baik dalam penyederhanaan, maupun menganalisa komponen yang ada dalam pemecahan masalah, 5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, 7) Memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai-nilai dalam matematika dan pembelajarannya, 8) Melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan matematika, 9) Menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan Matematik [2]. Guru memiliki peran penting agar tujuan pembelajaran ini dapat tercapai.

Mengingat pentingnya ilmu matematika maka mutu pendidikan Indonesia terus dibenahi dan mendapat perhatian yang serius. Telah banyak usaha yang dilakukan pemerintah dalam mengatasi permasalahan dalam bidang pendidikan matematika, diantaranya adalah dikembangkannya kurikulum 2013, meningkatkan kualitas guru dengan diadakannya pelatihan, perbaikan sarana dan prasarana pendidikan serta pemberian kesempatan kepada guru untuk melanjutkan pendidikan. Semua usaha pemerintah tersebut diharapkan dapat meningkatkan mutu pendidikan matematika, namun faktanya peningkatan mutu pendidikan matematika masih belum optimal, hal ini terlihat dari hasil tes *Programme for International Student Assessment* (PISA). Hasil tes PISA tahun 2009 tentang matematika, Indonesia hanya menduduki peringkat 61 dari 65 negara peserta. Pada tahun 2012 peringkat Indonesia semakin turun menjadi peringkat 64 dari 65 negara peserta (www.kompas.com, 5 Desember 2013). Aspek yang dinilai dari PISA adalah kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran, dan kemampuan komunikasi. Hasil PISA tersebut memberi informasi bahwa mutu pendidikan matematika Indonesia belum menunjukkan peningkatan yang optimal. Selain itu kemampuan pemecahan masalah siswa masih rendah, banyak siswa yang tidak biasa menjawab materi ujian matematika yang berstandar internasional. Materi tes yang diujikan adalah soal yang tidak rutin, yaitu soal dengan masalah matematis yang membutuhkan penalaran dan pemahaman konsep.

Tes kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut peserta didik untuk memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan mengecek kembali yang meliputi pembuktian jawaban itu benar dan menyimpulkan hasil jawaban. Penilaian untuk setiap butir soal tes pemecahan masalah mengacu pada indikator. Beberapa indikator kemampuan pemecahan masalah matematika menurut Sumarmo adalah sebagai berikut: 1) Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, yang ditanyakan, dan kecukupan unsur yang diperlukan; 2) Merumuskan masalah matematika atau menyusun model matematika; 3) Menerapkan strategi untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam atau luar matematika; 4) Menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan asal; 5) Menggunakan matematika secara bermakna [3].

Rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa terlihat pada hasil ulangan harian siswa kelas VIII SMPN 1 VII Koto Sungai Sarik. Hal ini disebabkan karena siswa belum dilibatkan secara optimal dalam memperoleh konsep sehingga kemampuan siswa dalam pemecahan masalah masih rendah. Ini terlihat dari contoh jawaban ulangan harian siswa terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh Jawaban Ulangan Harian Siswa

Soal di atas merupakan soal pemecahan masalah, dari jawaban siswa terlihat siswa sudah benar dalam menuliskan teorema pythagoras tetapi kesulitan dalam memperoleh hasil yang diinginkan. Siswa kurang memahami konsep teorema pythagoras dan konsep lainnya sehingga tidak dapat menyelesaikan soal pemecahan masalah. Berdasarkan hasil observasi di SMP N 1 VII Koto dan SMP N 4 VII Koto pada bulan April 2015, diperoleh informasi bahwa pembelajaran sudah menggunakan pendekatan saintifik, tetapi belum terealisasi dengan baik. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Siswa (LKS) belum dirancang secara optimal sehingga bahan ajar yang digunakan guru adalah Buku Matematika dari Kemendikbud yang telah disediakan sekolah. Teknik penyajian materi pada buku sudah baik, tetapi ada beberapa masalah yang disajikan, kadang tidak sesuai dengan masalah yang ada dilingkungan siswa dan tidak semua soal yang memiliki tingkat kesulitan yang sesuai dengan kemampuan siswa. Dalam penggunaan buku ini siswa belum difasilitasi optimal dalam memperoleh konsep sehingga kemampuan siswa dalam memecahkan masalah siswa masih rendah.

Rendahnya tingkat penguasaan materi dan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa menyebabkan rendahnya hasil belajar siswa. Pemecahan masalah merupakan bagian kurikulum matematika yang sangat penting dalam proses pembelajaran maupun penyelesaian, siswa dimungkinkan memperoleh pengalaman menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah yang bersifat tidak rutin. Melalui kegiatan ini aspek-aspek kemampuan matematika penting seperti penerapan aturan pada masalah tidak rutin, penemuan pola, penggeneralisasian, komunikasi matematika dan lain-lain dapat dikembangkan secara lebih baik [4]. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan memecahkan masalah seyogyanya merupakan hasil utama atau target dari pembelajaran matematika. Guru dituntut menggali kreativitas dalam model dan pendekatan pembelajaran di kelas agar kemampuan berpikir siswa senantiasa terbangun.

Berdasarkan hasil wawancara dengan 3 orang guru matematika dan observasi yang dilakukan di SMPN 1 VII Koto, SMPN 4 VII Koto LKS yang digunakan di sekolah belum memadai untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika. Informasi yang diperoleh dari guru matematika pada tahap wawancara diperoleh hasil bahwa LKS yang digunakan di kebanyakan soal ditekankan untuk proses berhitung. LKS yang digunakan siswa belum menggunakan pendekatan saintifik secara utuh lebih cenderung langsung menyajikan konsep maupun prinsip tanpa adanya proses

untuk memperolehnya sehingga siswa tidak terbiasa menggunakan keterampilan berpikir dalam menemukan konsep dan memecahkan suatu masalah secara ilmiah. Materi Lingkaran merupakan salah satu materi pembelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Materi ini juga sering ditemukan dalam kehidupan sehari – hari.

Mengatasi permasalahan dalam pembelajaran matematika tersebut, maka dibutuhkan suatu perangkat pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk menemukan konsep dari materi yang dipelajari secara bermakna sehingga menuntun siswa menyelesaikan masalah dengan baik. Hal ini dapat dilakukan guru dengan merancang suatu kegiatan pembelajaran yang dapat membantu siswa mendominasi pembelajaran. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diadopsi oleh guru adalah pendekatan saintifik. Pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan – tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan [5]. Prinsip pembelajaran saintifik diterapkan mulai dari mengamati fenomena, pola, kejadian, dari suatu peristiwa atau masalah sehari-hari, siswa menanya atau mempertanyakan bagaimana, mengapa itu terjadi serta apa yang terjadi jika peristiwa tidak seperti yang teramati/didengar/dibaca, melakukan eksplorasi dan penalaran dalam bentuk mencoba, beres eksperimen, penyelidikan, mengumpulkan data, menyimpulkan dari berbagai fakta/data dan konsep, serta menyajikan hasil belajarnya kepada teman [2].

Langkah – langkah pembelajaran pendekatan saintifik dapat dijelaskan sebagai berikut[2].

Tabel 1. Deskripsi Langkah Pembelajaran

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk hasil belajar
Mengamati (<i>observing</i>)	mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat	perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu (<i>on task</i>) yang digunakan untuk mengamati
Menanya (<i>questioning</i>)	Membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi.	jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi (<i>experimenting</i>)	Mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/gerak, melakukan eksperimen,	jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk hasil belajar
	membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari nara sumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/mengembangkan	dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
Menalar/Mengasosiasi (<i>associating</i>)	mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan.	mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antar berbagai jenis fakta-fakta/konsep/teori/pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.
Mengomunikasi-kan (<i>communicating</i>)	menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan	menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain

Pendekatan saintifik menuntut peserta didik terlibat secara aktif dalam melakukan penemuan, berpikir kritis, analitis dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah. Selama proses pembelajaran dengan pendekatan saintifik peserta didik mendapat bimbingan guru baik berupa lisan maupun petunjuk tertulis yang dituangkan dalam bentuk LKS. LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah [6]. LKS merupakan sarana untuk menyampaikan konsep kepada siswa baik secara individual

maupun kelompok kecil yang berisi petunjuk untuk melakukan berbagai kegiatan [7]. Penggunaan LKS ini dapat membuat peserta didik terlibat aktif dengan materi yang dipelajari dan memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik dalam mengerjakan soal. Fungsi LKS diantaranya 1) bahan ajar yang bisa meminimalkan pendidik namun lebih mengaktifkan peserta didik, 2) bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan, 3) bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih, 4) memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik [8]. Oleh sebab itu, penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII Sekolah Menengah Pertama perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti memberikan suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik. Disusun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik pada pembelajaran matematika siswa kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika.

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [9]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKS serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari wawancara siswa berupa karakteristik LKS yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar. Dari observasi pembelajaran juga dilakukan analisis siswa. Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, dan motivasi terhadap mata pelajaran.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi Lingkaran kelas VIII SMP semester genap yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian KI dan KD. Hasil analisis KI dan KD dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran KI, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah pada materi lingkaran berupa RPP dan LKS.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKS berbasis pendekatan saintifik.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai 3 orang guru matematika kelas VIII SMP, yakni SMPN 1 VII Koto, SMPN 4 VII Koto dan wawancara kepada 5 orang siswa di dua sekolah berbeda yakni dua orang siswa SMPN 4 VII Koto dan tiga orang siswa SMPN 1 VII Koto serta melakukan observasi pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas dan penggunaan perangkat pembelajaran oleh guru dan siswa. Berdasarkan observasi pelaksanaan pembelajaran, terlihat bahwa guru lebih mendominasi pembelajaran. Penyampaian pelajaran melalui metode ceramah dan pemberian tugas. Siswa hanya memperhatikan guru menerangkan pelajaran sehingga siswa kurang aktif dalam pembelajaran, belum terlihat adanya kegiatan yang memfasilitasi siswa dalam membangun sendiri konsep dan pembelajaran dengan pendekatan saintifik belum optimal. Berdasarkan hasil wawancara siswa juga diperoleh informasi bahwa siswa seringkali bosan memperhatikan penjelasan guru. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran.

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa RPP dan LKS yang mampu memfasilitasi siswa mengembangkan ide dan pola pikirnya dalam membangun sendiri konsep materi dan menggali kemampuan pemecahan masalah siswa, sehingga perlu dikembangkan RPP dan LKS yang mampu mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Berdasarkan pengamatan diperoleh fakta bahwa siswa tidak menggunakan LKS. Selain itu, guru belum mampu membuat LKS secara mandiri, kemudian dilakukan diskusi dengan guru sekaligus menunjukkan contoh rancangan LKS berbasis pendekatan saintifik untuk materi unsur – unsur lingkaran. Ternyata guru sangat mengapresiasi LKS berbasis pendekatan saintifik ini.

Guru sangat mendukung tentang pemilihan pendekatan saintifik sebagai pendekatan pembelajaran yang cocok untuk diterapkan pada pembelajaran matematika, karena kurikulum 2013 sangat menuntut siswa menggunakan pendekatan saintifik baik dalam pembelajaran maupun dalam perangkat pembelajaran yang digunakan belum disusun secara optimal, khususnya pada kelas VIII SMP. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan saintifik merupakan pendekatan pembelajaran yang cocok dipilih sebagai landasan dalam mengembangkan LKS matematika untuk kelas VIII SMP. Berdasarkan analisis tersebut didapatlah gambaran mengenai kriteria perangkat pembelajaran yang dibutuhkan untuk mendukung proses pembelajaran adalah perangkat yang dapat mengaitkan materi dengan permasalahan nyata dan memfasilitasi siswa untuk menemukan sendiri konsep yang dipelajari dengan tahap mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasikan dan mengkomunikasikan. Hal inilah yang dijadikan pedoman dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik dalam penelitian ini.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum difokuskan pada analisis KI dan KD. Analisis

kurikulum bertujuan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik untuk siswa kelas VIII SMP. Hasil analisis KI dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis silabus mata pelajaran matematika kelas VIII SMP, dirumuskan beberapa indikator yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Indikator Pencapaian Kompetensi Setelah Dilakukan Analisis

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.1 Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya	1.1.1 Menunjukkan <i>sikap bersyukur</i> pada Tuhan dalam mempelajari lingkaran.
2.1. Menunjukkan sikap logis, kritis, analitik, konsisten dan teliti, bertanggung jawab, responsif, dan tidak mudah menyerah dalam memecahkan masalah.	2.1.1. Membiasakan untuk <i>teliti</i> dalam mengerjakan tugas dari guru dalam pembelajaran lingkaran.
2.2. Memiliki rasa ingin tahu, percaya diri, dan ketertarikan pada matematika serta memiliki rasa percaya pada daya dan kegunaan matematika, yang terbentuk melalui pengalaman belajar.	2.2.1 Menunjukkan <i>sikap ingin tahu</i> terhadap topik lingkaran.
2.3. Memiliki sikap terbuka, santun, objektif, menghargai pendapat dan karya teman dalam interaksi kelompok maupun aktivitas sehari-hari.	2.3.1. Menunjukkan <i>sikap menghargai pendapat teman</i> dalam berdiskusi.
3.6 Mengidentifikasi unsur, keliling, dan luas dari lingkaran	3.6.1 Mengidentifikasi unsur – unsur lingkaran 3.6.2 Memahami hubungan antar unsur pada lingkaran 3.6.3 Menemukan nilai phi dan keliling lingkaran 3. 6.4 Menentukan keliling lingkaran 3.6. 5 Menemukan rumus luas lingkaran 3.6. 6 Menentukan luas lingkaran
3.7 Menentukan hubungan sudut pusat, panjang busur, dan luas juring	3.7.1 Menentukan hubungan sudut pusat dan sudut keliling menghadap busur yang sama 3.7.2 Menentukan sudut keliling menghada diameter 3.7.3 Menentukan sudut keliling menghadap busur yang sama
4.4 Menyelesaikan permasalahan nyata yang terkait penerapan hubungan sudut pusat, panjang busur, dan luas juring	4.4.1 Menyelesaikan masalah nyata yang terkait penerapan hubungan sudut pusat, panjang busur dan luas juring.

--	--

Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada KI dan KD yang terdapat di dalam silabus yang digunakan guru. RPP yang digunakan guru, memuat indikator terdiri dari mengidentifikasi unsur – unsur lingkaran, menghitung keliling lingkaran dan menentukan luas lingkaran, menentukan hubungan sudut pusat dan keliling menyelesaikan masalah nyata tentang hubungan sudut pusat, panjang busur dan luas juring. Penelitian ini indicator lebih dikembangkan, selain menentukan keliling dan luas siswa juga dituntut untuk menemukan luas dan keliling lingkaran. Pembelajaran pada materi lingkaran, diperoleh bahwa materi ini bisa ditemukan siswa melalui pendekatan saintifik. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun materi dalam lingkaran yaitu unsur – unsur lingkaran, keliling dan luas lingkaran, hubungan sudut pusat dan sudut keliling dan hubungan sudut pusat, panjang busur dan luas juring.

Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa, yang meliputi usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemui siswa dalam memahami LKS yang dipakai dalam pembelajaran matematika. Karakteristik siswa dilakukan wawancara pada siswa dan pengamatan pada saat pembelajaran. *Pertama*, hasil pengamatan menunjukkan bahwa guru lebih mendominasi pembelajaran. *Kedua*, selama pembelajaran sebagian siswa tidak fokus memperhatikan penjelasan guru. *Ketiga*, siswa banyak yang berdiskusi. Pada saat guru menjelaskan pelajaran, siswa yang kurang fokus, terlihat berdiskusi dengan temannya apabila ada keraguan dalam materi yang diajarkan siswa lebih sering bertanya kepada temannya.

Hasil wawancara yang dilakukan kepada tiga orang siswa kelas VIII SMPN 1 VII Koto menunjukkan informasi, *pertama* siswa menyukai gambar-gambar, dan lebih menyukai warna-warna yang terang seperti biru dan merah muda, *kedua* siswa lebih suka bertanya atau berdiskusi dengan temannya. Berdasarkan karakteristik tersebut, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa mendominasi pembelajaran. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis pendekatan saintifik yang berisi kegiatan siswa dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan. Bahasa dan penggunaan kalimat pada LKS disesuaikan dengan tingkat perkembangan siswa kelas VIII SMP, sehingga siswa lebih mudah mempelajari LKS. Penyajian LKS juga didesain menggunakan warna-warna yang cerah, yang membuat siswa lebih bersemangat.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa Proses pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik pada materi lingkaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas VIII SMP berupa RPP dan LKS dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik berupa RPP dan LKS. Hasil dari

analisis kurikulum yaitu terdapat perubahan indikator pencapaian kompetensi untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan pencapaian tujuan yang diharapkan. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai. Hasil analisis siswa yaitu mengetahui karakteristik siswa, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Berdasarkan karakteristik tersebut, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa ke arah yang lebih positif. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis pendekatan saintifik yang berisi kegiatan siswa dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik siswa kelas VIII SMP.

Daftar Pustaka

- [1] Mulyardi. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Padang: FMIPA UNP.
- [2] Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014. *Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- [3] Sumarmo. 2003. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [4] Suherman, Erman dkk. 2003. *Strategi pembelajaran matematika kontemporer*. Bandung: JICA-universitas Pendidikan Indonesia.
- [5] Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [6] Prayitno, Edi. 2003. *Materi Diklat Pedoman Pengembangan System Penilaian*. Yogyakarta: FMIPA UNY
- [7] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- [8] Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- [9] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK SISWA KELAS XI SEKOLAH MENENGAH ATAS

¹Dina Sardi, ²Irwan, ³Yuni Ahda

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: dinasardi@rocketmail.com

²Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Matematika

³Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Matematika

Abstract:The students learning achievement in several schools was still low. The students seemed to have lack of understanding on the mathematics problems related to their real life which led them to have low creative thinking ability. The less optimal application of the instructional materials developed was assumed as the cause of the problem. One of the efforts done to overcome this problem was by developing scientific approach-based mathematics instructional materials for teaching mathematics to the students in class XI of Senior High School which were valid, practical and effective. This was a developmental research which applied plomp model. It consisted of preliminary research phase, developing or prototype designing phase and assesment phase. In the preliminary research phase, needs analysis, curriculum analysis, and conceptual analysis related to mathematics learning were conducted. In developing or prototype designing phase, the scientific approach-based lesson plan and student worksheet were developed. The materials developed then were evaluated. In the assesment phase, practicality and effectiveness tests were done in a limited scale. The data of the practicality were gotten from the lesson plan implementation sheet and questionnaire distributed to the teachers and students. The data of the effectiveness were seen from the results of the posttest and the students learning achievement. The results of the research that the mathematics instructional materials developed were valid and practical. The materials were also effective as the students could achieve the minimum standard score.

Keyword: learning tools, scientific approach-based, lesson equipment, Plomp model

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan bagian terpenting didalam kehidupan kita. Kualitas pendidikan suatu bangsa mempengaruhi kemajuan bangsa tersebut. Pendidikan dapat menumbuhkembangkan sumber daya manusia yang handal dan mempunyai keahlian serta keterampilan sehingga dapat mempercepat pembangunan bangsa Indonesia. Tanpa pendidikan, suatu bangsa tidak dapat mengalami perubahan dan kemajuan. Oleh karena itu, pendidikan harus dipersiapkan sebagai bekal kehidupan di masa yang akan datang.

Masalah pendidikan erat kaitannya dengan masalah pembelajaran. Pembelajaran merupakan salah satu unsur dalam pelaksanaan pendidikan sehingga kualitas pendidikan erat hubungannya dengan kualitas pembelajaran. Proses pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah meliputi berbagai bidang ilmu pengetahuan diantaranya ilmu sains, sosial dan bahasa. Salah satu jembatan dari berbagai ilmu pengetahuan yaitu matematika. Matematika merupakan ilmu yang universal yang mempunyai peran sangat penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia [1]. Menurut Albert Einstein matematikalah yang sebenarnya menawarkan kepada pengetahuan-pengetahuan alam suatu pengukuran pasti, dimana tanpa matematika kesemuanya itu

tidaklah mungkin untuk diperoleh [2]. Hal tersebut mengisyaratkan betapa pentingnya matematika untuk dipelajari oleh semua orang khususnya siswa.

Kurikulum 2013 disiapkan agar bangsa Indonesia memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, afektif berdasarkan Permendikbud nomor 68 tahun 2013. Paradigma lama yang harus dikembangkan dengan penyempurnaan yaitu dari pola pembelajaran pasif menjadi pembelajaran aktif-mencari, dengan memperkuat proses pembelajaran dan penilaian autentik untuk mencapai kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan. Mengingat pentingnya mata pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi untuk membekali mereka dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta kemampuan bekerja sama. Jadi untuk mendapatkan kekuatan pada matematika itu dalam kehidupan nyata dengan cara memfasilitasi kemampuan berpikir, keaktifan dan peningkatan kepercayaan diri dalam bermatematika. Belajar bukan hanya mengingat sejumlah fakta, melainkan belajar adalah proses berpikir (*learning how to think*), yakni proses mengembangkan potensi seluruh otak [3].

Matematika menjadi aspek penting dalam menciptakan generasi bangsa yang unggul, namun pada kenyataannya kemampuan matematis siswa masih jauh dari yang diharapkan. Hasil laporan evaluasi dari *Program of International Student Assessment (PISA)* tahun 2012 diperoleh bahwa: “prestasi anak-anak Indonesia pada pelajaran matematika masih rendah, hanya menduduki peringkat 64 dari 65 negara”[4]. Terlihat juga pada Ujian Nasional (UN), prestasi belajar matematika yang dicapai siswa masih rendah. Hal ini yang diungkapkan Anna, dari 16.616 siswa yang tidak lulus UN dan 1330 diantaranya tidak lulus mata pelajaran matematika. Angka ini merupakan angka ketidakkulusan paling banyak diantara mata pelajaran lain [5].

Masih rendahnya kualitas hasil belajar siswa dalam pelajaran matematika merupakan indikasi bahwa tujuan pembelajaran yang ditentukan belum tercapai sesuai dengan harapan. Harapan yang ingin dicapai adalah pemilihan dan penggunaan perangkat pembelajaran matematika yang tepat. Guru harus mampu memilih pendekatan pembelajaran dan bahan ajar yang tepat, karena pendekatan pembelajaran dan bahan ajar yang tepat pada hakekatnya merupakan salah satu upaya dalam mengoptimalkan hasil belajar siswa.

Kenyataan di lapangan berbeda dengan yang diharapkan, dari hasil observasi yang dilakukan pada pembelajaran matematika di SMA Negeri 3 Bukittinggi, SMA Negeri 2 Bukittinggi, terlihat proses pembelajaran selama ini masih belum optimal. Dalam proses pembelajaran yang terjadi di sekolah lebih terfokus pada guru. Proses pembelajaran dimulai dari guru menjelaskan materi pelajaran lanjut memberikan contoh soal dan pada akhir pelajaran memberikan latihan kepada siswa. Soal yang diberikan kepada siswa biasanya berupa soal-soal yang sifatnya rutin, sehingga mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal bervariasi yang membutuhkan berpikir kritis. Pembelajaran yang demikian membuat siswa kurang aktif dan tidak mandiri serta selalu menunggu jawaban dari guru. Sehingga siswa hanya menerima dan kurang terlatih dalam mengkonstruksikan atau membangun pengetahuannya sendiri dalam menyelesaikan soal-soal matematika yang disajikan dalam materi pelajaran. Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran matematika seperti ini tidak menunjukkan kemampuan hasil belajar siswa sehingga hasil belajar siswa kurang memuaskan. Nilai hasil belajar matematika banyak dibawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 75.

Proses penyempurnaan kurikulum 2013 terus dilakukan dengan memperbaiki, mengembangkan serta melaksanakannya di sekolah-sekolah rintisan yang selama ini

telah menggunakan kurikulum 2013 selama tiga semester terakhir. Beberapa kendala yang terjadi saat pelaksanaan kurikulum 2013 pada seluruh sekolah di Indonesia pada tahun 2014 yang lalu diantaranya adalah ketersediaan bahan ajar untuk guru masih terbatas, buku paket berbasis kurikulum 2013 masih direvisi, serta keterampilan guru masih belum sesuai dengan standar yang dibutuhkan dalam kurikulum 2013 sehingga proses pembelajaran tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Ada beberapa perbedaan kurikulum 2013 dengan KTSP salah satunya terletak pada struktur kurikulum pada tingkat sekolah menengah. Struktur kurikulum pada tingkat sekolah menengah terdiri atas kelompok mata pelajaran wajib dan kelompok mata pelajaran peminatan. Materi yang dipelajari pada matematika kelompok peminatan secara umum merupakan pendalaman dari matematika wajib.

Buku teks yang tersedia masih minim terutama pada mata pelajaran matematika kelompok peminatan. Buku mata pelajaran matematika kelompok wajib sudah tersusun sesuai dengan pendekatan saintifik, tetapi buku kelompok peminatan masih belum memuat langkah-langkah yang sesuai dengan pendekatan saintifik.

Supaya proses pembelajaran menjadi lebih optimal maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang mendukung keterlaksanaannya yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS). Perangkat pembelajaran berperan untuk memandu jalannya proses pembelajaran. Ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai akan membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran hingga mencapai tujuan dan sasaran belajar yang diharapkan. Perangkat pembelajaran yang ditemui di lapangan belum sepenuhnya memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran sehingga perlu diperbaiki lagi terutama dalam membangun pengetahuan dan pola pikir siswa.

RPP yang digunakan guru belum dirancang secara optimal dalam mengembangkan pola pikir siswa. Terlihat pada kegiatan eksplorasi siswa belum terlibat secara aktif, misalnya belum adanya kegiatan dalam menyelidiki, menyelesaikan masalah dan menyampaikan ide-ide. Selain itu pembelajaran yang dilakukan bersifat konvensional, dimana guru mendominasi kegiatan pembelajaran dengan menjelaskan materi pelajaran, kemudian memberikan latihan untuk dikerjakan oleh siswa. Diakhir pembelajaran guru memberi penguatan dan menyimpulkan. RPP yang berperan sebagai pedoman dan panduan pelaksanaan proses pembelajaran sangat menentukan tindakan guru dan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlunya rancangan RPP yang berfungsi sebagai pembimbing pelaksanaan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi siswa bertanya, berani mengeluarkan pendapat dan memahami pengetahuan dan prosedur yang dipelajari.

LKS yang ada hanya berisi contoh dan latihan-latihan soal yang sesuai dengan contoh sehingga siswa tidak paham soal-soal yang bervariasi. Penyajian yang demikian menyebabkan siswa cenderung selalu mengikuti cara yang ada ketika mengerjakan soal. Padahal banyak keuntungan yang diperoleh dalam pembelajaran jika menggunakan LKS. Salah satunya keuntungan menggunakan LKS adalah membantu siswa untuk menjadi aktif, percaya diri dan membantu mereka dalam membangun pengetahuannya sendiri. Jadi diperlukan LKS yang dapat dijadikan pedoman kegiatan seperti mencari, mengolah dan menemukan pengalaman belajar yang dapat membantu mengarahkan siswa untuk mengkonstruksikan pengetahuan yang telah dipelajari.

Usaha untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik untuk siswa kelas XI SMA pada

materi Irisan Dua Lingkaran. Materi irisan dua ingkaran ini digunakan dalam kehidupan sehari-hari serta terdapat banyak soal-soal bervariasi pada materi ini.

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah RPP dan LKS. Pengembangan RPP ini dirancang untuk memfasilitasi siswa selama dan setelah pembelajaran. RPP yang akan dikembangkan menghasilkan kegiatan pembelajaran yang aktif, menantang, inspiratif, kondusif dan menyenangkan. RPP berbasis pendekatan saintifik ini dibuat berdasarkan tahap-tahap pelaksanaan saintifik yaitu pada pendahuluan pembelajaran ada tahap orientasi, tahap ini guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Pada kegiatan inti diberikan suatu rangsangan selanjutnya siswa identifikasi masalah, mengumpulkan data, mengolah data, pembuktian dan menarik kesimpulan. Pada kegiatan penutup, guru dan siswa menyimpulkan pelajaran.

Selain itu juga dikembangkan LKS pendekatan saintifik yang mencakup lembaran-lembaran yang berisi panduan tugas yang harus dikerjakan oleh siswa dengan pedoman berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing siswa dan didalamnya siswa diberikan kesempatan untuk bekerja dengan mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengomunikasikan. Sesuai dengan pendapat Trianto [9] LKS adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. Adanya LKS berbasis pendekatan saintifik diharapkan dapat melatih keaktifan siswa untuk menemukan, menerapkan dan memperdalam materi matematika sehingga menciptakan kondisi belajar yang kondusif dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan [10]. Perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik ini mengutamakan keterlibatan siswa secara aktif dan efektif untuk mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengomunikasikan sehingga kegiatan pembelajaran berjalan dengan menarik, menyenangkan, sekaligus menantang siswa untuk berpikir. Berdasarkan hal itu, perangkat pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik berupaya menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah pada diri siswa, sehingga dalam proses pembelajaran siswa lebih banyak belajar sendiri dalam memecahkan masalah. Pengembangan perangkat pembelajaran matematika dengan pendekatan saintifik ini valid, praktis dan efisien pada sub pokok bahasan irisan dua lingkaran.

Berdasarkan uraian di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik kelas XI semester I dengan melihat kriteria validitas, praktikalitas dan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir. Rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMA? dan tujuan pengembangan ini adalah Menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik yang valid, praktis dan efektif untuk siswa kelas XI SMA.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses

pembelajaran matematika di kelas XI SMA. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik. Setelah dilakukan observasi di sekolah ditemui beberapa hambatan yang di hadapi oleh guru dan siswa dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMA.

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum dilakukan terhadap kompetensi Inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan materi kelas XI Sekolah Menengah Atas (SMA). Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik untuk siswa kelas XI SMA. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas XI SMA adalah mengenai kesesuaian materi dengan pendekatan saintifik.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun konsep utama pada semester I adalah (1) menentukan persamaan lingkaran, (2) menyelesaikan persamaan garis singgung lingkaran, (3) menyelesaikan hubungan dua lingkaran, (4) menyelesaikan keliling irisan dua lingkaran, (5) menyelesaikan luas irisan dua ligkaran, (6) Membuat model matematika dari masalah yang berkaitan dengan irisan dua lingkaran.

Analisis siswa dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia dan motivasi terhadap mata pelajaran. Untuk mendapatkan suasana belajar, kondisi dan lingkungan belajar yang baik perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan penggunaan LKS dalam pembelajaran. LKS memiliki daya tarik tersendiri, sehingga membuat siswa fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKS yang berisi pertanyaan mengenai materi.

Pada *prototyping stage* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan pendekatan saintifik untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMA. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation*, hasil revisi dilanjutkan tahap *expert review* dengan lima orang validator. Kemudian melakukan *one to one* oleh tiga orang siswa dilanjutkan *small group* oleh delapan orang siswa. Pada tahap ini dilihat praktikalitas perangkat pembelajaran matematika pada skala kecil.

Hasil analisis evaluasi kelompok kecil diujicobakan pada kelompok besaryaitu SMAN 3 Bukittinggi. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan (*field test*) pada kelas XI SMAN 3 Bukittinggi untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, kuis dan tes akhir.

Instrumen pengumpulan data meliputi Instrumen pengumpulan data meliputi instrumen fase investigasi awal berupa lembar analisis kebutuhan, kurikulum, siswa dan konsep, lembar observasi dan pedoman wawancara. Instrumen kevalidan meliputi instrumen *self evaluation*, instrumen validasi. Instrumen kepraktisan melalui lembar observasi keterlaksanaan RPP. Instrumen keefektivan melalui tes kognitif berupa kuis dan tes akhir. Setiap instrumen yang digunakan pada penelitian ini divalidasi terlebih dahulu. Hasil validasi intrumen oleh tiga validator diperoleh seluruh instrumen yang digunakan valid.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada fase investigasi awal dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis siswa, dan analisis konsep. Analisis kebutuhan diperoleh melalui wawancara dengan guru dan siswa serta observasi proses pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan pembelajaran kelas XI di SMAN Bukittinggi belum terlaksana maksimal. Hal ini disebabkan, perangkat pembelajaran yang dikembangkan belum memfasilitasi siswa agar aktif dalam pembelajaran. Analisis kurikulum dilakukan dengan membaca, memahami dan menganalisis KI, KD yang terdapat pada materi Irisan Dua Lingkaran. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa untuk materi irisan dua lingkaran ditambahkan permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk menemukan konsep dari materi tersebut.

Analisis siswa dilakukan melalui angket dan observasi. Hasil analisis siswa menunjukkan karakteristik siswa kelas XI sesuai dengan pembelajaran menemukan konsep dari materi karena mereka berada pada tahap operasional formal. Siswa juga mengungkapkan mereka menyukai LKS dalam pembelajaran matematika yang mengkaitkan dengan kehidupan sehari-hari serta mereka sendiri yang menemukan konsep dari materi yang dipelajari. Siswa juga mengungkapkan bahwa mereka menyukai warna yang netral dan tidak mencolok.

Analisis konsep dilakukan dengan menganalisis berbagai buku yang terdapat materi irisan dua lingkaran dan kemudian dilakukan pemetaan konsep. Konsep yang dibutuhkan dalam materi ini terdiri atas persamaan lingkaran, persamaan garis singgung lingkaran, hubungan dua lingkaran, keliling dan luas irisan dua lingkaran . Hasil pemetaan konsep menunjukkan urutan materi yang akan dipelajari.

Fase pembuatan prototipe atau fase pengembangan diawali dengan merancang perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik yang meliputi RPP dan LKS. Setelah dihasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik (prototipe 1) kemudian dilakukan evaluasi sendiri oleh peneliti sendiri. Setelah dilakukan evaluasi sendiri kemudian direvisi dan dianalisis menghasilkan prototipe II. Hasil prototipe II diberikan kepada validator kemudian divalidasi dan menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik yang valid terlihat pada Tabel 1. Arikunto (2013:80) menyatakan bahwa “kondisi valid dipandang terpenuhi karena instrumen yang bersangkutan sudah dirancang secara baik, mengikuti teori dan ketentuan yang ada”. Artinya perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik terutama RPP yang dikembangkan telah sesuai dengan Permendikbud Nomor 81A Tahun 2013 tentang implementasi Kurikulum.

Tabel 1. Hasil Uji Validasi Perangkat Pembelajaran Matematika

Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Nilai Validitas	Kriteria
RPP	3,69	Sangat valid
LKS	3,50	Sangat valid

Pada proses kevalidan terdapat beberapa revisi dari perangkat yang dihasilkan pada prototipe II. Pada RPP disarankan dan direvisi yaitu sintaks pendekatan saintifik

lebih ditonjolkan dan dirinci dengan jelas. Pada LKS, terdapat beberapa masalah yang diganti sesuai dengan karakteristik siswa serta warna yang terlalu mencolok.

Hasil perangkat pembelajaran matematika yang valid kemudian dilakukan evaluasi satu-satu dengan tiga orang siswa di SMAN 3Bukittinggi yang berkemampuan rendah dan sedang. Hasil evaluasi satu-satu yaitu terdapat revisi pada LKS tentang kalimat yang sulit dipahami, warna yang masih mencolok, gambar yang belum sesuai. Hal ini diperkuat oleh Gaines dan Curry (2011: 54) menyatakan bahwa “warna memiliki kemampuan untuk mempengaruhi perhatian, perilaku, dan prestasi peserta didik”. Berdasarkan saran dari evaluasi satu-satu dilakukan revisi. Hasil revisi pada evaluasi satu-satu diujicobakan kepada kelompok kecil yang terdiri atas 2 orang siswa berkemampuan rendah, 2 orang siswa berkemampuan tinggi dan 4 orang siswa berkemampuan sedang.

Temuan yang diperoleh pada evaluasi kelompok kecil yaitu terdapat beberapa soal yang diganti dan dihilangkan. Hal ini disebabkan ada soal yang lebih dari satu dengan tujuan konsep yang ditemukan sama, jika tetap dipakai maka waktu yang tersedia tidak cukup. Revisi lainnya yaitu sintaks pendekatan saintifik, juga disarankan agar dalam penyelesaian masalah diselesaikan permasalahan atau setiap satu masalah menggunakan sintaks pendekatan saintifik sampai akhir. Hasil revisi kelompok kecil diujicobakan pada evaluasi kelompok besar yaitu siswa kelas XI SMAN 3Bukittinggi. RPP dan LKS, yang telah dirancang dan dinyatakan valid digunakan oleh Guru SMAN 3Bukittinggi.

Dari hasil evaluasi kelompok besar diperoleh bahwa perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik dinyatakan praktis dan efektif. Kepraktisan perangkat ini dilihat dari angket guru, angket siswa, lembar keterlaksanaan RPP. Rata-rata hasil angket siswa adalah praktis. Artinya LKS berbasis pendekatan saintifik yang diberikan mudah untuk digunakan oleh siswa.

Rata-rata nilai praktikalitas dari Guru diperoleh praktis. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik mudah digunakan oleh guru baik dari segi daya tarik, proses penggunaan, kemudahan penggunaan dan waktu

Rata-rata nilai keterlaksanaan RPP disetiap pertemuan diperoleh praktis. Hal ini menunjukkan RPP berbasis pendekatan saintifik telah dilaksanakan sesuai dengan yang dirancang. Sejalan dengan itu, Ratna (2014) menyatakan bahwa “proses pembelajaran akan berhasil dengan baik apabila guru sejak awal dapat mengkondisikan kegiatan belajar secara efektif..

Temuan yang diperoleh pada evaluasi kelompok besar, masih terdapat revisi RPP berdasarkan saran guru dan observer untuk penyempurnaan RPP. Terdapat beberapa soal yang direvisi karena siswa kesulitan dalam menyelesaikannya. Hal ini dijadikan saran untuk perbaikan produk menjadi lebih baik.

Efektivitas perangkat pembelajaran adalah seberapa besar pembelajaran dengan menggunakan perangkat yang dikembangkan mencapai indikator-indikator efektivitas pembelajaran (Yahnnidah, dkk., 2013:3). Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear digunakan dalam pembelajaran karena telah memenuhi indikator efektivitas

pembelajaran yaitu hasil belajar kognitif, hasil belajar afektif, dan hasil belajar psikomotor. Hasil efektivitas dari penilaian kognitif.

Dari hasil kuis dan tes akhir menunjukkan rata-rata peserta didik lebih dari skor rerata 2,67 dalam permendikbud nomor 104 tahun 2014. Artinya perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik menjadi lebih baik atau dapat dikatakan efektif.

Jadi dapat disimpulkan perangkat yang dikembangkan dinyatakan valid oleh lima orang validator. Sedangkan untuk praktikalitas terjadi peningkatan melalui tiga tahap yang dilakukan, tahap evaluasi satu-satu, evaluasi kelompok kecil, dan evaluasi kelompok besar.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik yang valid, praktis dan efisien untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMA. Artinya penelitian ini memberikan gambaran dan masukan kepada pihak sekolah untuk terus meningkatkan mutu dan kualitas pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran matematika. Perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna sehingga hasil belajar siswa menjadi memuaskan.

Pengembangan perangkat pembelajaran matematika ini tidak hanya dapat dilakukan oleh guru SMAN 3 Bukittinggi saja, tapi juga oleh guru-guru di Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Matematika tanpa mengabaikan uji validitas, uji praktikalitas dan uji keefektifitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

Perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik untuk materi irisan dua lingkaran pada Sekolah Menengah Atas (SMA) yang dikembangkan ini telah dinyatakan valid, praktis, dan efektif, sehingga disarankan untuk dapat digunakan oleh guru matematika sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran materi irisan dua lingkaran kelas XI.

Perlu dilakukan ujicoba terbatas di sekolah lain agar lebih diketahui bagaimana praktikalitas dan efektivitas perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan saintifik yang dikembangkan.

Bagi peneliti lain yang akan melanjutkan penelitian ini, disarankan untuk melakukan inovasi dalam penelitian berikutnya. Seperti pengembangan perangkat pembelajaran matematika untuk materi lain atau inovasi perangkat pembelajaran matematika yang baru.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). (2006). Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 22 Tahun 2006 Tanggal 23 Mei 2006. Jakarta.
- [2] Wahyudin, 2008. Kurikulum, Pembelajaran, dan Evaluasi. Bandung: Ipa Abong.
- [3] Hosnan. 2014. Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [4] www.edukasi.kompas.com/read.2012/12/14/09005434/Prestasi.Sains.dan.Matematika.Indonesia.Menurun. (diakses tanggal 22 Mei 2015)

- [5] Wardhani, Sri dan Rumiati. 2011. Instrumen Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP: Belajar dari PISA dan TIMSS. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- [6] Anna, Lusia. (2013, 25 Juni). Banyaknya Siswa Tidak Lulus Ujian Matematika. Kompas. Tersedia: <http://www.kompas.com>. (diakses tanggal 22 Mei 2015)
- [7] Trianto. 2011. Pengantar Penelitian Pendidikan Bagi Pengembangan Profesi Pendidikan dan Tenaga Kependidikan. Jakarta: Kencana.
- [8] Sanjaya, Wina. 2010. Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Prenada Media Group.
- [9] Suherman, dkk. 2003. Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer. Bandung: JICA Universitas Pendidikan Indonesia.
- [10] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. *Educational design research: Illustrative cases*. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

EKSPLORASI PEMBELAJARAN LITERASI STATISTIKA DALAM PARADIGMA KONSTRUKTIVISME

Muhammad Arif Tiro¹ dan Muhammad Nusrang²

^{1,2}Statistika FMIPA UNM Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia.

e-mail: arif_tiro@yahoo.com

e-mail: muh.nusrang@unm.ac.id

Abstract. This study explores and examines the statistical literacy for students of the Master Program at Post Graduate UNM. This research is important because tendency of today learning is more emphasizing on technical procedures of formulas. However, the emphasis on the concept of statistics as a science of uncertainty go into the main strategy to improve statistical literacy for learners. Based on this view, statistical literacy is relevant to the datacustomer, while the competence is relevant to the manufacturer data. Based on the sample of 138 graduate students, the result showed that the understanding of the concepts, the ability to apply concepts, ability to calculate the statistical values, and the ability to interpret the results of statistical analysis (descriptive and inferential statistics) are still under the level of 60%. Thus, statistical literacy learning strategy with constructivism as recommended by this study need to be applied.

Keywords: uncertainty, statistical competence, statistical literacy, constructivism

1. Pendahuluan

Pembelajaran statistika dewasa ini masih kuat dipengaruhi cara tradisional karena dua alasan. Pertama, masih ada anggapan bahwa statistika adalah bagian dari matematika. Dengan demikian, pembelajaran statistika masih cenderung menekankan pada penurunan rumus dan perhitungan, bukan pemikiran statistisnya. Dengan paradigma matematis, statistika diajarkan sebagai metode atau prosedur teknis, tanpa memberi penekanan perhatian pada makna di balik angka yang dihasilkan dari analisis data. Hal ini sebagai konsekuensi pemikiran matematis yang *deduktif-deterministik*. Kedua, pembelajaran statistika dewasa ini masih warisan dari cara tradisional yang belum memanfaatkan teknologi informasi. Dengan kehadiran teknologi informasi seperti komputer, *internet*, dan *software* statistika memaksa terjadinya perubahan pada pembelajaran statistika. Perubahan ini perlu menekankan pada pemikiran statistis (*statistical thinking*), dan tidak banyak menghabiskan waktu untuk penurunan rumus dan perhitungan dengan cara manual (*mathematical statistics*). Teknologi harus dimanfaatkan secara optimal.

Statistika adalah bagian dari *liberal arts*, bukan bagian dari matematika, dan bukan juga matematika terapan. Sikap ini meneruskan pandangan David S. Moore dalam artikelnya: *Statistics among the Liberal Arts*. Pandangan ini menyatakan bahwa *statistics is one of the liberal arts*, yang menawarkan aplikasi statistika terhadap pandangan dan penalaran yang lebih luas dan fleksibel. Ia menyatakan bahwa dengan cara pandang dan pemahaman seperti ini, membuat orang bijak bertambah bijak dalam setiap aspek kehidupan dan pekerjaan. Dengan demikian, statistika dengan cara berpikir *induktif-probabilistik* yang diaplikasikan terhadap cara pandang dan penalaran yang luas dan fleksibel dapat dipandang sebagai bagian dari *liberal arts*.

Pembelajaran statistika dewasa ini umumnya masih menekankan pada prosedur teknis dengan penurunan rumus yang banyak. Pembelajaran seperti ini menakutkan bagi pebelajar. Karena itu, perlu perumusan strategi pembelajaran yang menantang dan menyenangkan. Pembelajaran statistika yang benar adalah menekankan pada literasi

statistika yang memandang satatistika bukan saja penyajian bilangan dalam bentuk angka, tetapi bilangan bersama konteksnya. Konsep dasar yang sangat penting dalam literasi statistika adalah statistika deskriptif dan statistika inferensial. Dengan demikian studi ini menjawab pertanyaan penelitian tentang: (i) pemahaman terhadap konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial, (ii) kemampuan menerapkan konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial, (iii) kemampuan dalam menghitung nilai statistik deskriptif dan nilai statistik inferensial, dan (iv) kemampuan dalam menginterpretasi hasil analisis statistika deskriptif dan statistika inferensial.

Tujuan studi ini adalah untuk mengkaji indikator literasi statistika yang menjadi dasar pengembangan strategi pembelajaran literasi statistika dengan paradigma konstruktivisme sehingga diperoleh model pembelajaran yang: (1) lebih menantang, (2) lebih menyenangkan, (3) lebih berguna secara praktis, dan (4) lebih menambah wawasan ilmu pengetahuan. Manfaatnya adalah untuk mendapatkan peta mutu terhadap konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial, dan memperbaiki pembelajaran literasi statistika yang menenkankan pada pemikiran statistis.

2. Kajian Pustaka

a. Apa Literasi Statistika Itu?

Literasi statistika (*statistical literacy*) adalah kemampuan membaca dan menafsirkan data, yakni kemampuan menggunakan statistik sebagai bukti dalam berargumen. Schield (1999) menyatakan bahwa literasi statistika adalah kompetensi, yakni kemampuan berpikir kritis tentang statistika.

Konsep literasi statistika adalah luas. Dewan Nasional Pendidikan dan Disiplin (National Council of Education and the Disciplin) menentukan tujuh elemen, yang mencirikan literasi kuantitatif. Elemen ini (Steen 2001) adalah; (i) aritmetika, (ii) data, (iii) komputer, (iv) pemodelan, (v) statistika, (vi) peristiwa kebetulan, dan (vii) penalaran.

b. Pemikiran Statistis

Wade dan Goodfellow (2009) melakukan penelitian dalam rangka lebih memahami kemampuan atau ketiadaan statistika bagi mahasiswa ilmu sosial. Memahami tingkat kemahiran statistika mahasiswa memasuki inti metode penelitian yang diperlukan dan sangat penting untuk pedagogi yang efektif. Hal ini juga penting untuk memahami sumber hambatan untuk membuat elemen kunci literasi sains dalam kurikulum sarjana.

Pemikiran statistis yang menjadi konsep dasar statistika, antara lain; membaca grafik (*reading graph*), peluang (*probability*), termasuk nilai peluang (*probability value*), variabilitas (*variability*), keacakan (*randomness*), peristiwa kebetulan (*event by chance*), sebaran sampel (*sampling distribution*), model peluang (*probability model*), pengujian hipotesis (*hypothesis testing*): hipotesis perbandingan (*comparative hypothesis*) dan hipotesis hubungan (*association hypothesis*), penaksiran parameter (*estiamting parameters*): titik taksiran (*point estimate*) dan interval taksiran (*interval estimate*) atau interval kepercayaan (*confidence interval*), tingkat kesignifikanan (*significane level*) dan tingkat kepercayaan (*confidence level*), pemanfaatan paket statistika (*statistics software aplication*), dan mengenal dan menginterpretasi hasil komputer (*out put interpretation*) dengan berbagai perangkat lunak (*softwares*).

c. Literasi Statistika dan Statistika Tradisional

Statistika tradisional berfokus pada argumen deduktif dengan menggunakan peluang (*probability*), kebebasan (*independence*) dan peristiwa kebetulan (*chance*) untuk menyimpulkan variasi terkait. Peristiwa kebetulan dan posisi mantap kebebasan

adalah premis atau penyebab. Variasi yang menghasilkan sebaran peluang adalah kesimpulan atau efek. Penurunan sebaran binom dan berbagai sebaran penyampelan (*sampling distribution*) bersifat deduktif. Pertanyaannya adalah: "Berapa besar kemungkinan nilai statistik sampel seluruhnya terjadi secara kebetulan?" Mengenai interval kepercayaan klasik, ada kepastian 100% bahwa 95% dari semua interval kepercayaan 95% (*95% confidence interval*) yang diperoleh dari sampel acak akan mencakup konstanta parameter populasi yang sebenarnya.

Di sisi lain, literasi statistika lebih berfokus pada argumen induktif. Pertanyaan literasi statistika: "Apakah peristiwa kebetulan adalah penyebab yang tidak tentu dari variasi yang diamati atau apakah ada beberapa penyebab yang tertentu?" Di sini, peristiwa kebetulan adalah salah satu dari beberapa penjelasan, peristiwa kebetulan yang tidak diberikan seperti dalam statistika teoretis. Pertanyaannya adalah: "Bagaimana mungkin nilai statistik sampel sepenuhnya terjadi secara kebetulan?". Dengan kata lain, literasi statistika lebih berfokus pada penalaran induktif.

d. Membaca Nilai Statistik

Literasi statistika adalah kompetensi seperti membaca, menulis atau berbicara. Literasi statistika melibatkan dua keterampilan membaca, yaitu pemahaman dan interpretasi terhadap apa yang dibaca. Sangat sering, buta statistika (*statistical illiteracy*) melibatkan ketidakmampuan untuk memahami apa yang sedang dibaca. Perhatikan tiga perbedaan penting, asosiasi dibandingkan hubungan sebab-akibat, sampel dibandingkan populasi, dan mutu tes dibandingkan kuasa (daya ramal) tes.

e. Teori Pembelajaran Konstruktivisme

Menurut prinsip konstruktivisme, belajar merupakan proses aktif mahasiswa mengonstruksi arti, wacana, dialog, pengalaman psikis, dan lain-lain. Belajar juga merupakan proses mengasimilasi dan menghubungkan pengalaman atau informasi yang dipelajari dengan pengertian yang sudah dimiliki mahasiswa sehingga pengetahuannya berkembang. Proses tersebut bercirikan; *belajar* berarti membentuk makna, pengembangan pemikiran yang mengarah ke suatu penemuan bukan kegiatan mengumpulkan fakta, *konstruksi* arti merupakan proses yang terus menerus bernalar untuk merangsang pemikiran lebih lanjut, dan *hasil belajar* yang dipengaruhi oleh pengalaman mahasiswa dan tergantung pada apa yang mereka telah ketahui, yaitu konsep, tujuan, dan motivasi.

Pengaruh konstruktivisme terhadap mahasiswa

Belajar merupakan pengembangan pemikiran dengan membuat kerangka pengertian yang berbeda. Belajar yang bermakna terjadi melalui refleksi, pemecahan konflik, dialog, penelitian, pengujian hipotesis, pengambilan keputusan, dan lain-lain. Dalam semua proses ini, tingkat pemikiran selalu diperbaharui sehingga menjadi semakin lengkap. Setiap mahasiswa mempunyai caranya sendiri untuk mengonstruksikan pengetahuannya, yang terkadang sangat berbeda dengan teman-temannya. Jadi sangat penting bagi dosen untuk menciptakan berbagai variasi situasi dan metode belajar, karena dengan satu model saja tidak membantu mahasiswa yang cara belajarnya berbeda.

Mahasiswa belajar dalam kelompok

Pengetahuan dan pengertian dikonstruksi mahasiswa bila ia terlibat secara sosial dalam dialog, dan aktif dalam percobaan dan pengalaman. Pembentukan makna dapat diperoleh dari dialog antarpribadi dalam suatu kelompok. Dalam kelompok belajar, mahasiswa dapat mengungkapkan perspektifnya dalam melihat persoalan dan hal lain yang akan dilakukan dengan persoalan itu. Melalui kesempatan mengemukakan

gagasan, mendengarkan pendapat orang lain, serta bersama-sama membangun pengertian menjadi sangat penting dalam belajar, karena memiliki unsur yang berguna untuk menantang pemikiran dan meningkatkan kepercayaan seseorang.

Pengaruh konstruktivisme terhadap proses pembelajaran

Pembelajaran berarti partisipasi dosen bersama mahasiswa dalam membentuk pengetahuan, membuat makna, mencari kejelasan, bersikap kritis, dan mengadakan justifikasi. Pembelajaran adalah proses membantu seseorang berpikir secara benar, dengan cara membiarkannya berpikir sendiri. Berpikir yang baik lebih penting daripada mempunyai jawaban yang benar atas suatu persoalan. Seorang yang mempunyai cara berpikir yang baik dapat menggunakan cara berpikirnya dalam menghadapi suatu fenomena baru, dan dapat menemukan pemecahan dalam menghadapi persoalan lain.

Dosen sebagai mediator dan fasilitator

Menurut prinsip konstruktivisme, seorang dosen berperan sebagai mediator dan fasilitator, dapat menerima dan menghormati upaya mahasiswa untuk membentuk suatu pengertian baru, sehingga dapat menciptakan berbagai kemungkinan bagi mahasiswa berkreasi: (1) membebaskan mahasiswa dari ikatan beban kurikulum dan membolehkan mahasiswa untuk berfokus pada ide yang menyeluruh (*big concepts*), (2) memberikan kewenangan dan kebebasan kepada mahasiswa untuk mengikuti minatnya, mencari keterkaitan, mereformulasikan ide, dan mencapai kesimpulan yang unik; (3) berbagi informasi dengan mahasiswa tentang kompleksitas kehidupan dimana terdapat berbagai perspektif, dan kebenaran merupakan interpretasi orang per orang; dan (4) mengakui bahwa belajar dan proses penilaian terhadap belajar merupakan hal yang tidak mudah untuk dikelola, karena banyak hal yang tidak kasat mata, tetapi lebih kepada rasionalitas individu.

Pengaruh konstruktivisme terhadap strategi pembelajaran

Hal yang perlu diperhatikan dalam prinsip konstruktivisme ialah mengevaluasi hasil belajar mahasiswa. Dalam mengevaluasi, dosen sebenarnya menunjukkan kepada mahasiswa bahwa pikiran/pendapat mereka tidak sesuai untuk persoalan yang dihadapi berdasarkan prinsip atau teori tertentu. Kebenaran bukanlah hal yang dicari, namun berhasilnya suatu proses (*viable*) adalah hal yang dinilai.

Proses evaluasi berbeda berdasarkan tujuan belajar, namun prinsip konstruktivisme berfokus pada pendekatan mahasiswa terhadap persoalan yang dihadapi, bukan jawaban akhir yang diberikannya. Proses evaluasi dalam pembelajaran konstruktivisme tidak tergantung pada bentuk asesmen yang menggunakan *paper and pencil test* atau bentuk tes objektif. Bentuk asesmen yang digunakan disebut *alternative assessment*, seperti *portfolio*, observasi proses, dinamika kelompok, studi kasus, simulasi dan permainan, *performance appraisal*, dan lain-lain.

f. Teknik Pengolahan Bahan Pustaka

Tiro (2009) mengatakan bahwa bahan berupa data atau fakta hasil kajian pustaka diumpamakan sebagai bahan mentah. Bahan itu harus diolah sehingga menjadi barang jadi yang siap dijual atau digunakan di tempat yang diperlukan. Dalam garis besar, pengolahan hasil kajian pustaka dapat mengikuti teknik sebagai berikut.

1. Semua bahan, data dan sebagainya, dihimpun dan diinventarisasi.
2. Bahan-bahan itu diperiksa supaya:
 - a. memenuhi persyaratan atau ketentuan yang telah ditetapkan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif;
 - b. telah cukup, tidak kurang, tidak ada yang keliru;

- c. sudah bersih, atau tidak ada yang kurang tepat, atau semua konsisten, dan sebagainya.
3. Kalau salah satu di antara a, b, atau c pada nomor 2 belum memadai maka dilakukan:
 - a. pengecekan kembali ke sumber informasi yang diperlukan;
 - b. pengkajian ulangan atau pengkajian tambahan;
 - c. pembersihan, perbaikan bahasa, istilah (*editing*) dan sebagainya.
4. Data atau bahan yang telah melalui proses 1, 2, dan 3, dikelompokkan menurut sistematika tertentu. Sistematika hasil kajian pustaka dapat mengikuti struktur kronologis, atau menurut kedekatan isu masalah, atau menurut tema, dan dapat pula disusun menurut piramida terbalik (konvergen menuju fokus masalah).
5. Kesimpulan disusun menurut teknik dan kaidah penyusunan kerangka pikir.
6. Kerangka pikir disajikan menurut teknik tertentu, seperti nilai statistik, peta, grafik, skema, dan sebagainya sebagai rangkuman deskriptif hasil kajian literatur.

g. Teknik Penyajian Informasi Ilmiah

Tiro dan Ahsan (2015) meyajikan dasar pandangan yang diadopsi dan dikembangkan dari artikel dengan judul: *Informative Presentation of Tables, Graph and Statistiuics*, 2000, The University of Reading Statistical Service Centre, yaitu: (1) Data dapat disajikan dalam teks, tabel, gambar, diagram, atau grafik, (2) Dalam teks saja, data tidak seharusnya digunakan untuk menyampaikan lebih dari tiga atau empat angka, (3) Ketika seluruh bilangan bulat (*integers*) dan angka desimal yang dikutip, (4) Secara umum, tabel lebih baik dari grafik untuk memberikan informasi numerik terstruktur, (5) Idealnya, tabel dan grafik harus cukup jelas.

Pembaca harus dapat memahami tabel dan grafik tanpa melihat secara rinci dalam teks, (6) Deskripsi bilangan yang diwakili dalam tabel atau grafik harus dibuat sesederhana mungkin, sementara memiliki rincian yang cukup sehingga berguna dan informatif, (7) Informasi statistis, misalnya rerata (*mean*), kesalahan baku (*standard errors*) yang tepat, biasanya diperlukan dalam karya ilmiah formal, (8) Menyampaikan informasi secara efisien sejalan dengan penggunaan tinta yang hemat (*non-data ink*), dan (9) Tabel yang dihasilkan dari program komputer biasanya tidak siap untuk diambil secara utuh dan disisipkan ke dalam laporan. Sebagai contoh, sebuah tabel yang baik tidak memasukkan garis-garis vertikal.

3. Metode

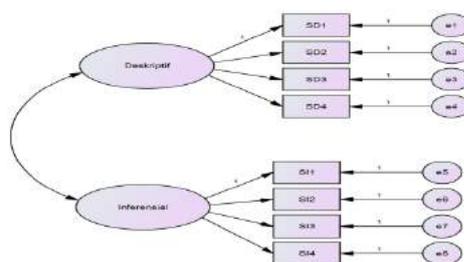
Studi ini bersifat deskriptif analitis yang dilakukan pada mahasiswa program magister PPs UNM Makassar yang telah mengambil pelajaran statistika mengenai literasi statistika *deskriptif* dan literasi statistika *inferensial*. Literasi statistika deskriptif maupun inferensial dinyatakan dalam empat indikator, yaitu: (1) pemahaman konsep, (2) kemampuan aplikasi, (3) kemampuan menghitung, dan (4) kemampuan interpretasi. Keempat indikator tersebut dijabarkan dalam table 1 berikut:

Tabel 1.Kisi-kisi Tes Dasar Literasi Statistika Deskriptif dan Inferensial

No	Indikator	Kode Indikator	
		Deskriptif	Inferensial
1.	Pemahaman konsep	SD ₁	SI ₁
2.	Kemampuan aplikasi	SD ₂	SI ₂
3.	Kemampuan menghitung	SD ₃	SI ₃
4.	Kemampuan interpretasi	SD ₄	SI ₄

Kedua tes ini dikembangkan dengan ujicoba yang sekaligus pengumpulan data dengan melakukan analisis tingkat kesulitan butir yang dinyatakan dengan nilai

p (proporsi peserta tes yang benar pada setiap butir soal). Stanley dan Hopkins (1972) membuat pengelompokan soal menurut indeks kesukaran, yaitu soal mudah apabila $p > 0,75$, soal sedang apabila $0,25 \leq p \leq 0,75$, dan soal sulit apabila $p < 0,25$. Uji kesahihan konstruk dengan analisis faktor konfirmasi untuk menguji konstruksi teori yang membangun definisi operasional peubah. Pendekatan yang digunakan untuk analisis data survei ini adalah deskriptif kualitatif dan klasifikasi. Analisis klasifikasi digunakan untuk menentukan klasifikasi masalah yang dihadapi mahasiswa dalam literasi statistika. Selanjutnya, analisis faktor konformasi dilakukan untuk melihat kesahihan konstruk definisi operasional statistika deskriptif dan statistika inferensial. Selain uji kesahihan konstruk, hubungan antara dua peubah juga dianalisis dengan analisis korelasi. Analisis faktor konfirmasi dilakukan dengan model seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram jalur dan faktor literasi statistika

4. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif diperlihatkan metode *bootstrap*, yaitu teknik penyampelan berulang (*resampling*) untuk meningkatkan besarnya ukuran sampel. Peningkatan besarnya ukuran sampel (penggunaan sampel besar) dilakukan untuk menghindari tuntutan uji kenormalan populasi asal sampel. Hal ini dijelaskan secara teoretis oleh Tiro (1991).

Tabel 2 Rerata dan simpangan baku data sampel dan *bootstrap* literasi statistika deskriptif

Indikator	Sampel ($n=128$)		Bootstrap ($n=2000$)		Interval Kepercayaan 95%
	Rerata	Simp. baku	Rerata	Simp. baku	
SD ₁	2,54	1,108	2,54	0,061	2,36 – 2,73
SD ₂	2,52	1,210	2,52	0,064	2,33 – 2,73
SD ₃	3,24	1,070	3,24	0,079	3,04 – 3,41
SD ₄	1,99	0,952	1,99	0,043	1,83 – 2,16

Selanjutnya, rerata (*mean*), simpangan baku (*Std. Deviation*), dan interval kepercayaan 95% untuk rerata literasi statistika deskriptif disajikan dalam Tabel 2., baik yang menggunakan data sampel asli ($n=128$) maupun yang menggunakan data *bootstrap* dengan ukuran sampel 2000. Dari tabel ini terlihat bahwa rerata literasi statistika deskriptif dari dua sampel asli dan *bootstrap* sama saja, dan metode *bootstrap* memberikan interval kepercayaan 95% untuk rerata. Dalam tabel ini juga terlihat bahwa simpangan baku data *bootstrap* jauh lebih kecil daripada simpangan baku data sampel asli. Hal ini disebabkan oleh pengaruh besarnya ukuran sampel.

Tabel 3 Rerata dan simpangan baku data sampel dan *bootstrap* literasi statistika inferensial

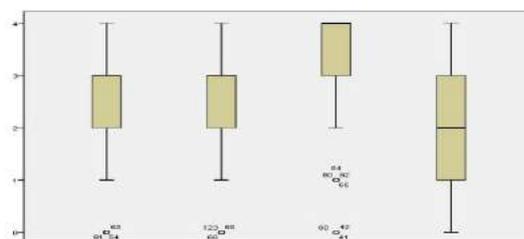
Indikator	Sampel ($n=128$)		Bootstrap ($n=2000$)		Interval Kepercayaan 95%
	Rerata	Simp. baku	Rerata	Simp. baku	
SI ₁	2,40	1,225	2,40	0,055	2,19 – 2,62
SI ₂	2,44	1,135	2,44	0,059	2,23 – 2,63

SI ₃	3,09	1,101	3,09	0,074	2,89 – 3,27
SI ₄	2,81	1,169	2,81	0,059	2,62 – 3,01

Tabel 3 terlihat bahwa rerata literasi statistika inferensial dari dua sampel asli dan *bootstrap* sama saja, dan metode *bootstrap* memberikan interval kepercayaan 95% untuk rerata. Seperti literasi statistika deskriptif, terlihat bahwa simpangan baku literasi statistika inferensial data *bootstrap* jauh lebih kecil daripada simpangan baku data sampel asli.

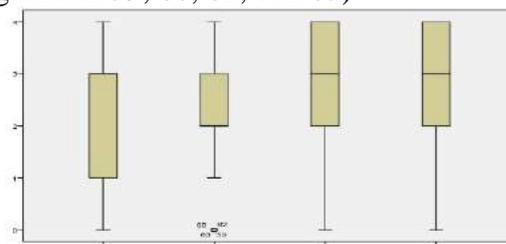
Selanjutnya, kita memperhatikan diagram kotak (*box plot*) pada Gambar 2 yang membandingkan nilai median antarindikator literasi statistika deskriptif. Diagram kotak dipilih sebagai alat ilustrasi karena memiliki banyak informasi. Informasi yang ditunjukkan oleh diagram kotak antara lain pencilan (jika ada), rerata, median, simpangan baku (variansi), kuartil, dan bentuk sebaran (berekor panjang di kiri atau di kanan). Penjelasan lebih terperinci tentang diagram kotak dapat dilihat dalam Tiro dan Ahsan (2015).

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kemampuan interpretasi statistika deskriptif mahasiswa paling rendah dibanding tiga indikator lainnya (konsep, aplikasi, dan perhitungan). Hal ini dapat dikonfirmasi pada Tabel 2. Kemampuan interpretasi memiliki sebaran skor paling lebar, namun ketiga indikator (tidak termasuk kemampuan interpretasi) identik dalam hal besarnya variansi. Sebaran kemampuan menghitung berekor panjang di kiri (bawah), namun ketiga indikator lainnya cenderung simetris. Pemahaman konsep statistika deskriptif memiliki tiga pencilan di bawah (pengamatan 54, 63, dan 81). Demikian pula, kemampuan aplikasi memiliki tiga pencilan di bawah (pengamatan 65, 66, dan 123). Lebih khusus lagi, kemampuan menghitung memiliki dua kelompok pencilan di bawah, empat pencilan di bawah pertama (pengamatan 62, 66, 80, dan 84) dan tiga pencilan di bawah kedua (pengamatan 41, 42, dan 60).



Gambar 2 Diagram kotak literasi statistika deskriptif

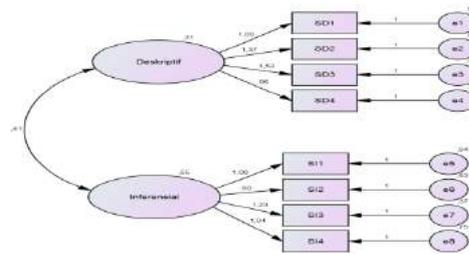
Selanjutnya, kita memperhatikan diagram kotak (*box plot*) pada Gambar 3 yang membandingkan nilai median antarindikator literasi statistika inferensial menunjukkan bahwa pemahaman konsep dan kemampuan aplikasi memiliki median yang terendah dan tiga kemampuan lainnya (pemahaman konsep, menghitung dan interpretasi) memiliki median yang hampir sama. Kelihatan juga bahwa kemampuan menghitung dan kemampuan interpretasi memiliki median yang sama dan sebaran yang berekor panjang di kiri (bawah). Variasi terkecil pada kemampuan aplikasi, namun memiliki empat pencilan di bawah (pengamatan 59, 60, 62, dan 63).



Gambar 3 Diagram kotak literasi statistika inferensial

b. Hasil analisis inferensial

Analisis jalur konfirmasi dilakukan untuk melihat kembali kesahihan kontrak definisi operasional peubah (Gambar 4, Tabel 4, dan Tabel 5). Selain uji kesahihan kontrak, hubungan antara dua peubah juga dianalisis dengan analisis korelasi. Gambar 4 menunjukkan analisis faktor konfirmasi untuk setiap peubah literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial, dan analisis korelasi keduanya. Kesahihan kontrak sudah dijelaskan sebelumnya (diperlihatkan lagi pada Tabel 4 dan Tabel 5), sedangkan koefisien korelasi kedua literasi ini adalah 0,41 dengan nilai $p < 0,001$. Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 99% kedua literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial berkorelasi positif. Dengan demikian, kedua literasi ini dapat saja digabungkan menjadi literasi statistika.



Gambar 4 Diagram faktor literasi statistika deskriptif dan inferensial

Tabel 4. Kesahihan kontrak literasi statistika deskriptif

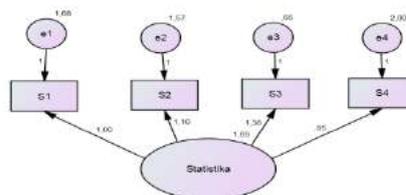
	Estimate	S.E.	C.R.	P
SD ₁	1,000			
SD ₂	1,374	0,278	4,934	< 0,001
SD ₃	1,521	0,277	5,492	< 0,001
SD ₄	0,663	0,186	3,571	< 0,001

Tabel 5 Kesahihan kontrak literasi statistika inferensial

	Estimate	S.E.	C.R.	P
SI1	1,000			
SI2	0,897	0,162	5,529	< 0,001
SI3	1,225	0,175	7,010	< 0,001
SI4	1,045	0,172	6,073	< 0,001

c. Hasil analisis literasi statistika

Selanjutnya, literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial digabungkan dan diberi nama literasi statistika (S). Kesahihan kontrak diberikan oleh Gambar 5 dan Tabel 6. Kesahihan kontrak literasi statistika (S) menunjukkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 99% indikator yang memberi kontribusi signifikan terbesar secara berurutan adalah kemampuan menghitung (S₃), kemudian kemampuan aplikasi (S₂), selanjutnya pemahaman konsep (S₁), dan terakhir kemampuan interpretasi (S₄). Seperti literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial, konstruksi teori yang membangun definisi operasional literasi statistika didukung oleh fakta empiris, dan kemampuan interpretasi masih sangat lemah.



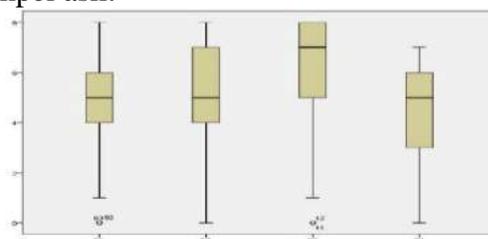
Gambar 5 Diagram faktor literasi statistika

Tabel 6 Kesahihankonstrak literasi statistika

	Estimate	S.E.	C.R.	P
S ₁	1,000			
S ₂	1,100	0,141	7,807	<0,001
S ₃	1,380	0,162	8,525	<0,001
S ₄	0,845	0,131	6,429	<0,001

Sifat data literasi statistika ditunjukkan oleh diagram kotak Gambar 6 dan Tabel 7. Dari gambar dan tabel ini terlihat bahwa kemampuan menghitung sedikit lebih tinggi daripada tiga indikator yang lain. Keempat indikator menunjukkan sebaran data yang berekor panjang di kiri (bawah). Variansi keempat indikator tidak terlalu berbeda, kecuali kemampuan menghitung memiliki dua pencilan di bawah (pengamatan 41 dan 42), demikian pula dua pencilan di bawah pada pemahaman konsep (pengamatan 50 dan 63).

Selanjutnya, dari Tabel 7 terlihat bahwa rerata literasi statistika dari dua sampel asli dan bootstrap sama saja, dan metode *bootstrap* memberikan interval kepercayaan 95% untuk rerata. Seperti literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial, terlihat bahwa simpangan baku literasi statistika data *bootstrap* jauh lebih kecil daripada simpangan baku data sampel asli.

**Gambar 6** Diagram kotak literasi statistika**Tabel 7** Rerata dan simpangan baku data sampel dan bootstrap literasi statistika

Indikator	Sampel (n=128)		Bootstrap (n=2000)		Interval Kepercayaan 95%
	Rerata	Simp. baku	Rerata	Simp. baku	
S ₁	4,94	1,843	4,94	0,108	4,63 – 5,24
S ₂	4,96	1,909	4,96	0,103	4,65 – 5,28
S ₃	6,33	1,973	6,33	0,144	5,96 – 6,66
S ₄	4,80	1,797	4,80	0,087	4,48 – 5,12

d. Pembahasan

Setelah memperhatikan hasil analisis inferensial, dapat disimpulkan bahwa kedua literasi statistika deskriptif dan statistika inferensial berkorelasi positif. Dari analisis deskriptif, dapat dilihat bahwa keempat indikator masih belum mencapai hasil yang diharapkan. Hanya kemampuan menghitung yang dapat mencapai skor tiga dari skor ideal empat untuk kedua literasi statistika deskriptif dan statistika inferensial. Tiga indikator lainnya hanya mencapai skor kurang dari tiga. Demikian pula literasi statistika yang merupakan gabungan dua literasi statistika deskriptif dan literasi statistika inferensial, hanya kemampuan menghitung yang mencapai skor enam dari skor ideal delapan (pencapaian level 75%). Tiga indikator lainnya mencapai skor kurang dari lima (pencapaian level 60%). Fakta tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan menghitung yang agak baik, namun pemahaman konsep, kemampuan aplikasi, dan kemampuan interpretasi masih sangat lemah.

Dari fakta tersebut, diyakini bahwa strategi pembelajaran statistika pada program pascasarjana UNM perlu dirancang dengan baik. Salah satu upaya untuk menaikkan

hasil pencapaian literasi statistika dengan menerapkan prinsip konstruktivisme. Strategi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Statistika diajarkan dari kehidupan nyata melalui apa yang dilihat, didengar, dialami, dan dirasakan oleh mahasiswa.
2. Pembelajaran statistika bukan hanya transfer ilmu, tetapi sebagai media yang memfasilitasi mahasiswa belajar dari pengalamannya.
3. Pengalaman harus dimotivasi dari prinsip belajar yang bertujuan untuk mengetahui dan memahami apa yang dipelajari.
4. Dari fakta yang dialami mahasiswa, mereka harus dimotivasi untuk selalu bertanya tentang kegunaan hasil pengamatan dan pengalamannya.
5. Mahasiswadifasilitasi untuk menemukan sendiri jawaban pertanyaannya.
6. Dengan pemahaman konsep yang baik, disertai kemampuan aplikasi yang diperoleh dari pengalaman, mahasiswa dapat menghitung nilai statistik dengan mudah, karena bisa dibantu oleh paket statistika yang ada (*statistical softwares*).
7. Dengan hasil perhitungan yang didasari oleh pemahaman konsep dan kemampuan aplikasi, mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan interpretasinya.

5. Kesimpulan Dan Rekomendasi

a. Kesimpulan

Kesimpulan dirumuskan sebagai jawaban atas pertanyaan penelitian yang dirumuskan sebelumnya. Dengan demikian, kesimpulan ini mengenai pencapaian mahasiswa program magister PPs UNM Makassar terhadap:

1. Pemahaman konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial yang masih dalam pencapaian level 60%;
2. Kemampuan menerapkan konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial yang masih dalam pencapaian level 60%;
3. Kemampuan menghitung nilai statistik deskriptif dan nilai statistik inferensial yang masih dalam pencapaian level 75%;
4. kemampuan menginterpretasi hasil analisis statistika deskriptif dan statistika inferensial yang masih dalam pencapaian level 60%.

Jadi, kemampuan menghitung mahasiswa sudah agak baik, namun pemahaman konsep, kemampuan aplikasi, dan kemampuan interpretasi masih sangat rendah.

b. Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan di atas, rekomendasi dirumuskan sebagai berikut:

1. Pengembangan model pembelajaran literasi statistika pada Program Pascasarjana UNM Makassar seharusnya memberi penekanan pada prinsip konstruktivisme. Penekanan perlu lebih khusus pada kemampuan aplikasi, yang berarti mahasiswa harus lebih banyak pengalaman mengerjakan penelitian yang menggunakan analisis statistika, baik statistika deskriptif maupun statistika inferensial. Dengan latihan aplikasi, mahasiswa dapat meningkatkan pemahamannya terhadap konsep statistika deskriptif dan statistika inferensial. Dengan pengalaman seperti ini, kemampuan menghitung dan menginterpretasi hasil analisis akan meningkat pula.
2. Tujuh prinsip strategi pembelajaran statistika yang dijelaskan pada bagian pembahasan perlu diimplementasikan. Supaya strategi ini dapat bekerja, materi pembelajaran mengacu kepada pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan di tempat mahasiswa bekerja, dan di dalam kehidupan sehari-harinya.
3. Sosialisasi pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan alumni Program Pascasarjana UNM Makassar dalam menghadapi masalah di tempat kerjanya perlu digalakkan.

Daftar Pustaka

- Bureau of Labor Statistics, 1979; www.bls.gov/nls/
- Chance, B. 2002. *What can we learn? Classroom-based research in statistics*. ASA Proceedings: Papers presented at the American Statistical Association Joint Statistical Meetings. Alexandria, VA: American Statistical Association, Section on Statistical Education.
- Friedman, D. 1996. *The Hidden Order*, 1st ed. Harper Business.
- Goodall, G. 2005. News and notes. *Teaching Statistics*, 27(3), 96.
- Howery, C. & Rodriguez, H. 2006. Integrating data analysis (IDS): Working with sociology departments to address the quantitative literacy gap. *Teaching Sociology*, 34: 23-38.
- Informative Presentation of Tables, Graph and Statistics*, 2000, The University of Reading Statistical Service Centre.
- Inderawati, R. 2007. *The Effectiveness of Reader Response Strategy and Visual Symbols Model in Literature Circle: A quasi-experiment learning aspects and writing skill of primary school students*. Makalah Simposium Nasional Penelitian Pendidikan. Pusat Penelitian Kebijakan dan Inovasi Pendidikan, Balitbang Depdiknas, Jakarta: 25-26 Juli.
- Manaster, A. 2001. *Mathematics and numeracy: Mutual reinforcement*. In L. A. Steen (Ed), *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. Princeton, NJ: The National Council on Education and the Disciplines.
- Moore, D. S. 1998. *Statistics Among the Liberal Arts*. The Presidential Address delivered to the American Statistical Association in Dallas, Texas, on August 11. *American Statistical Association Journal of the American Statistical Association* 1998, Vol. 93, No. 444, Theory and Methods.
- Morris, E. 2001. The design and evaluation of Link: A computer-based learning system for correlation. *British Journal of Educational Technology*, 32(1), 39-52.
- Rumsey, D. 2002. Discussion: Statistical literacy: Implications for teaching, research, and practice. *International Statistical Review*, 70(1), 32-36.
- Rand, A. 1966. *Introduction to Objectivist Epistemology*. Mentor Books, New American Library.
- Schild, M. 1999. *Statistical literacy: Thinking critically about statistics*. Paper presented at the meeting of the Association of Public Data Users (ADPU) Retrieved from: <http://web.augsburg.edu/~schild/MiloPapers/984StatisticalLiteracy6.pdf> on March 25, 2014.
- Steen, L. 2001. *The case for quantitative literacy*. In L. A. Steen (Ed), *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy*. Princeton, NJ: The National Council on Education and the Disciplines.
- Tiro, M. A. 1991. *Edgeworth Expansion and Bootstrap Approximation for M-Estimators of Linear Regression Parameters with Increasing Dimensions*. *Dissertation*. Unpublished. Ames, Iowa: Iowa State University.
- Tiro, M. A. 2009. *Penelitian: Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Tiro, M. A. & Ahsan, M., 2015. *Penyajian Informatif: Tabel, Grafik, dan Statistik*. Makassar: Andira Publisher.
- Vanderstoep, S. & Shaughnessy, J. 1997. Teaching a course in research methods improves reasoning about real-life events. *Teaching of Psychology*, 24(2), 122-124.
- Wade, B. 2003. *Statistical anxiety in undergraduate students and anxiety reduction techniques*. Unpublished master's thesis. The Pennsylvania State University.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PENEMUAN TERBIMBING UNTUK MATERI TRIGONOMETRI PADA KELAS X SMA

Reni Oktaviani Hersika¹, Armiati², Edwin Musdi³

¹Program Magister Pendidikan Matematika

^{2,3}Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

email: renioothersika@ymail.com

Abstract:Based on the results of preliminary observations at several SMA in Padang, the authors found that the mathematical abilities of students, especially the ability communication mathematics are still not optimal. One cause is not optimal communications capabilities that students in the use of learning tools such as RPP and LKPD yet actively engage students in the learning process. The purpose of this study are to describe the characteristics of the devices based discovery learning of mathematics to materials trigonometry classes X SMA valid, practical, and effective. This study uses a Research Approach Development (Development Research) is a development model Ploom. The study consisted of three phases: preliminary investigation, stage of prototyping (prototyping stage) and the stage of assessment (assessment phase). The products that will be developed in this study is a learning devices such as RPP and LKPD which will be evaluated through several stages, namely: (1) Self-evaluation, (2) Expert review, (3) One-to-one evaluation, (4) Small group evaluation and (5) Field test. This learning tool will be tested in SMA Negeri 8 Padang.

Key Word : Learning Devices of Development, The ability communications mathematics, Discovery learning, Model Ploom.

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan sarana pengendalian sosial yang bersifat preventif sehingga pendidikan diharapkan dapat membangun generasi baru bangsa yang lebih maju, mengembangkan kualitas generasi muda bangsa dalam berbagai aspek yang dapat memperkecil dan mengurangi penyebab berbagai masalah dalam kemajuan pendidikan. Pentingnya pendidikan di sekolah bertujuan antara lain: mengembangkan kebiasaan perilaku peserta didik yang terpuji, menjadikan manusia yang mandiri, kreatif dan berwawasan serta mengembangkan lingkungan belajar yang aman, jujur dan penuh kreativitas. Pengembangan pendidikan tersebut diperkuat dalam UU Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional pasal 3 yang menyebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk karakter serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, dan bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa terhadap Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab.

Pendidikan mempunyai kaitan dalam pembentukan kreativitas dan kemandirian belajar peserta didik, khususnya peserta didik Sekolah Menengah Atas. Melalui pendidikan seorang pendidik dapat membimbing, mengajar dan mengarahkan peserta didik selama proses pembelajaran terutama pada pembelajaran matematika. Salah satu alasan utama diberikannya matematika kepada peserta didik di sekolah adalah untuk memberikan pengetahuan yang dapat membantu mereka mengatasi berbagai hal dalam kehidupannya. Permen No. 58 tahun 2014 menyatakan matematika merupakan suatu ilmu yang penting dalam kehidupan bahkan dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Matematika merupakan salah satu komponen dari serangkaian mata pelajaran yang mempunyai peranan penting dalam pendidikan [1]. Oleh karena itu,

perlu adanya perubahan metode pembelajaran matematika yang lebih bermakna sehingga dapat membekali peserta didik dalam menghadapi permasalahan hidup yang dihadapi sekarang maupun akan datang.

Mengingat pentingnya pelajaran matematika maka seharusnya peserta didik menguasai pelajaran matematika. Namun kenyataan di lapangan, berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada sekolah berbeda yaitu SMAN 7 Padang, SMAN 8 Padang, SMAN 1 Batang Anai terlihat bahwa dalam pembelajaran matematika masih belum optimal. Proses pembelajaran dimulai dari pendidik menjelaskan materi pelajaran lanjut memberikan contoh soal dan pada akhir pelajaran memberikan latihan kepada peserta didik. Soal yang diberikan kepada peserta didik biasanya berupa soal-soal yang sifatnya rutin, sehingga peserta didik mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal yang bervariasi.

Belum optimalnya kemampuan komunikasi peserta didik juga terlihat dari hasil salah satu jawaban peserta didik kelas X SMAN 8 Padang ketika peserta didik menyelesaikan soal yang diberikan pendidik yaitu tentukan panjang sisi KM pada segitiga KLM dengan siku-siku di L, jika diketahui \cos sudut M = $\frac{2}{3}$ dan $KL = \sqrt{20}$. Dalam hal ini dari 32 peserta didik hanya 5 orang yang menjawab benar, yang tidak menjawab ada 7 orang dan selebihnya ada jawaban tetapi jawabannya belum tepat bahkan ada peserta didik yang menjawab seperti gambar 1.

2. Diketahui : ΔKLM siku-siku di L
 \cos sudut M = $\frac{2}{3}$
 $KL = \sqrt{20}$

Tanya : Panjang sisi KM.
 Jawab :

$$\cos M = \frac{\sqrt{20}}{x}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{\sqrt{20}}{x}$$

$$2x = 3\sqrt{20}$$

$$x = \frac{3\sqrt{20}}{2}$$

Gambar 1. Contoh jawaban peserta didik

Gambar di atas memperlihatkan bahwa peserta didik belum menggambarkan komunikasi dengan baik, sehingga peserta didik belum memberikan jawaban yang tepat. Salah satu indikator komunikasi yang belum dipenuhi yaitu menjelaskan ide situasi dan relasi matematika secara lisan atau tulisan dengan benda nyata, grafik, gambar dan aljabar.

Supaya proses pembelajaran menjadi lebih optimal maka perlu adanya perangkat pembelajaran yang mendukung keterlaksanaannya yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) atau Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (selanjutnya dalam hal ini akan disebut LKPD). Ketersediaan perangkat pembelajaran yang memadai membantu pendidik dalam melaksanakan proses pembelajaran hingga mencapai tujuan dan sasaran belajar yang diharapkan. Perangkat pembelajaran yang ditemui di lapangan belum sepenuhnya memfasilitasi tercapainya tujuan pembelajaran sehingga perlu diperbaiki lagi terutama dalam membantu peserta didik dalam menemukan sendiri konsep matematika serta membangun pengetahuan dan pola pikir peserta didik dalam kemampuan komunikasi.

RPP yang digunakan pendidik belum dirancang secara optimal dalam mengembangkan pola pikir peserta didik. Terlihat pada kegiatan RPP peserta didik belum terlibat secara aktif, misalnya belum adanya kegiatan dimana peserta didik lebih aktif dalam mencari tahu sebuah konsep, menyelesaikan masalah dan menyampaikan ide-ide. Selain itu pembelajaran yang dilakukan bersifat konvensional, dimana pendidik mendominasi kegiatan pembelajaran dengan menjelaskan materi pelajaran, kemudian memberikan latihan untuk dikerjakan oleh peserta didik. Diakhir pembelajaran pendidik memberi penguatan dan menyimpulkan. RPP yang berperan sebagai pedoman dan panduan pelaksanaan proses pembelajaran sangat menentukan tindakan pendidikan dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Oleh karena itu perlunya rancangan RPP yang berfungsi sebagai pembimbing pelaksanaan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi peserta didik bertanya, berani mengeluarkan pendapat dan memahami pengetahuan dan prosedur yang dipelajari.

LKPD yang ada hanya berisi latihan-latihan soal yang sesuai dengan contoh sehingga peserta didik tidak paham soal-soal yang bervariasi. Penyajian yang demikian menyebabkan peserta didik cenderung selalu mengikuti cara yang ada ketika mengerjakan soal. Padahal banyak keuntungan yang diperoleh dalam pembelajaran jika menggunakan LKPD. Salah satunya keuntungan menggunakan LKPD adalah membantu peserta didik untuk menjadi aktif, percaya diri dan membantu mereka dalam membangun pengetahuannya sendiri. Jadi diperlukan LKPD yang dapat dijadikan pedoman kegiatan seperti mencari, mengolah dan menemukan pengalaman belajar yang dapat membantu mengarahkan peserta didik untuk mengkonstruksikan pengetahuan yang telah dipelajari.

Usaha untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing peserta didik kelas X SMA pada materi trigonometri. Materi trigonometri ini digunakan dalam kehidupan sehari-hari serta terdapat banyak soal-soal bervariasi pada materi ini. Oleh sebab itu, kemampuan komunikasi peserta didik dalam materi ini sangat penting dan diharapkan hasil belajar peserta didik pada materi trigonometri ini mengalami peningkatan terutama pada kemampuan komunikasi matematis.

Perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan [2]. Perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing ini mengutamakan keterlibatan peserta didik secara aktif dan efektif untuk merumuskan masalah, didik menyusun, memproses, mengorganisir dan menganalisis data, dan menyusun konjektur (prakiraan) sehingga kegiatan pembelajaran berjalan dengan menarik, menyenangkan, sekaligus menantang peserta didik untuk berpikir. Metode penemuan terbimbing terdiri atas beberapa tahap yaitu (1) merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya, (2) peserta didik menyusun, memproses, mengorganisir dan menganalisis data, (3) peserta didik menyusun konjektur (prakiraan) dari hasil analisis yang dilakukan [3]. Berdasarkan hal itu, perangkat pembelajaran yang menggunakan metode penemuan terbimbing dapat membantu peserta didik berpikir secara ilmiah, sehingga dalam proses pembelajaran peserta didik lebih banyak belajar sendiri untuk menemukan sebuah konsep.

Berdasarkan uraian di atas, dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing kelas X semester II dengan melihat kriteria validitas, praktikalitas dan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir yang memuat kemampuan komunikasi dengan indikator (a) menghubungkan benda

nyata, gambar dan diagram kedalam ide matematika, (b) menjelaskan ide situasi dan relasi matematika secara lisan atau tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik dan aljabar, (c) menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa atau simbol matematika, (d) mendengarkan, berdiskusi dan menulis tentang matematika, (e) membaca presentasi matematika tertulis dan menyusun pernyataan yang relevan, (f) membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi, (g) menjelaskan dan membuat pertanyaan matematika yang telah dipelajari [4]. Adapun indikator kemampuan komunikasi pada penelitian ini adalah menghubungkan benda nyata, gambar dan diagram kedalam ide matematika, menjelaskan ide situasi dan relasi matematika secara lisan atau tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik dan aljabar, dan menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa atau simbol matematika.

Maka rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk materi trigonometri kelas X SMA yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif? dan tujuan pengembangan ini adalah mendeskripsikan karakteristik perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk materi sistem persamaan linier-kuadrat kelas X SMA yang valid, praktis, dan efektif.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (preliminary research), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (prototyping stage), dan fase penilaian (assessment stage) [5]. Fase investigasi awal (preliminary research) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses pembelajaran matematika di kelas X SMA.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMA.

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum dilakukan terhadap standar kompetensi (SK), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan materi kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA). Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk peserta didik kelas X SMA. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas X SMA adalah mengenai kesesuaian materi dengan pembelajaran penemuan terbimbing. Dari analisis terhadap kurikulum yang dilakukan sehingga dipilih pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk materi trigonometri matematika semester II SMA kelas X.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan kegiatan mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis materi-materi utama yang

akan dipelajari oleh peserta didik. Selanjutnya materi tersebut disusun secara hirarkis. Materi yang dikembangkan adalah materi trigonometri matematika semester II SMA kelas X.

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi kemampuan akademis, usia, latar belakang peserta didik, kegemaran peserta didik terhadap warna dan gambar. Sehingga perangkat pembelajaran yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik yang dimiliki peserta didik.

Pada *prototyping stage* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk materi trigonometri kelas X SMA. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation*, hasil revisi dilanjutkan tahap *expert review* dengan lima orang v. alidator. Kemudian melakukan *one to one* oleh tiga orang peserta didik dilanjutkan *small group* oleh enam orang peserta didik. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan (*field test*) pada kelas X SMAN 8 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar angket respon pendidik dan peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan RPP dan tes akhir kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan maka diharapkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing pada materi trigonometri dapat meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik kelas X SMA. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKPD. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis penemuan terbimbing yang berisi kegiatan peserta didik dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik peserta didik kelas X SMA. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing yang valid, praktis dan efisien. untuk materi trigonometri pada kelas X SMA.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Muliyardi. 2002. Strategi Pembelajaran Matematika. Padang: UNP.
- [2] Sanjaya, Wina. 2010. Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Prenada Media Group.
- [3] Widdiharto, Racmadi. 2004. Model-model Pembelajaran Matematika SMP. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- [4] Sumarmo, U. 2003. Pembelajaran Keterampilan Membaca Matematika pada Semua Siswa Sekolah Menengah dan Calon Guru. Bandung: Makalah Seminar Nasional MIPA, FMIPA UPI.
- [5] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. Educational design research: Illustrative cases. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

PEMBELAJARAN LITERASI STATISTIKA MELALUI PENDEKATAN SAINTIFIK DALAM MODEL KOOPERATIF TIPE TPS

Muhammad Nusrang¹ dan Suwardi Annas²

^{1,2}Statistika, FMIPA UNM Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia.

e-mail: muh.nusrang@unm.ac.id

e-mail: suwardi_annas@yahoo.com

Abstract. This study is a Classroom Action Research on the statistical literacy learning. Statistics that consists of facts, concepts or assumptions can be theoretical, in which they are able to become the learning of statistics. Its' procedure covered two cycles in which each of them had the systematically done 4 stages that involve planning, action, observation/evaluation, and reflection. It aimed in order to improve the statistical literacy learning through a scientific approach in the TPS type-cooperative learning model. its' result indicated that from the ideal score of 100, mean score of the learning outcome of the first cycle is 61.61 and 12.53 of standard deviation, while for the second one is 86.21 and 8.67 of standard deviation. Those results mean that there is the significant increase of the learning result' mean score from the first cycle to the second one. In addition, the enhancement of the students' presence in the class, attention to the learning and teaching process, and active in doing the task happened. That is why the statistical literacy is able to be comprehended by doing the statistical learning.

Keywords: *Statistical learning, Statistical Literacy, TPS Type-cooperative learning.*

1. Pendahuluan

Perkembangan Ilmu Pengetahuan teknologi mempercepat modernisasi segala bidang. Berbagai perkembangan itu semakin kuat sejalan dengan tuntutan reformasi, maka mutlak diperlukan sumber daya manusia yang berkualitas.

Statistika merupakan salah satu bidang ilmu yang memiliki peranan penting dalam pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Hal ini disebabkan karena statistika sebagai suatu alat atau sarana untuk mengembangkan pola pikir ilmiah yang logis, analitis dan sistematis yang dibutuhkan dalam menghadapi berbagai macam perubahan yang ditimbulkan oleh kemajuan IPTEK.

Peranan statistika dalam era globalisasi kehidupan yang modern sekarang ini, membantu memudahkan kehidupan manusia. Lebih jelasnya, menurut (Tjalla, 2014) bahwa peranan statistika antara lain terlihat pada: (1) dalam kehidupan sehari-hari, (2) dalam kegiatan ilmiah, (3) dalam kegiatan proses belajar mengajar, dan (4) dalam kegiatan ilmu pengetahuan.

Mengingat peranan statistika, maka selayaknya penanganan terhadap proses pembelajaran statistika perlu dilakukan dengan baik. Penanganan yang dimaksud adalah mengarahkan proses pembelajaran ke arah pencapaian tujuan pembelajaran statistika yang pada akhirnya pencapaian tujuan tersebut sejalan dengan materi yang disajikan. Oleh karena itu, statistika perlu dibekalkan kepada peserta didik pada setiap jenjang pendidikan mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga pendidikan menengah dan perlu adanya usaha peningkatan kualitas pembelajaran statistika.

Berkaitan dengan pembelajaran statistika secara khusus dan pembelajaran secara umum, Sanjaya (2008:110-111), mengemukakan bahwa pembelajaran di Indonesia sebaiknya memenuhi empat pilar pendidikan yang dirumuskan UNESCO, yaitu: (1) *Learning to know*, mengandung pengertian bahwa belajar itu pada dasarnya tidak hanya berorientasi kepada produk atau hasil belajar, akan tetapi juga harus berorientasi

kepada proses belajar, (2) *Learning to do*, mengandung pengertian bahwa belajar itu bukan hanya sekedar mendengar dan melihat dengan tujuan akumulasi pengetahuan, tetapi belajar untuk berbuat dengan tujuan akhir penguasaan kompetensi yang sangat diperlukan dalam era persaingan global, (3) *Learning to be*, mengandung pengertian bahwa belajar adalah membentuk manusia yang “menjadi dirinya sendiri”, (4) *Learning to live together*, adalah belajar untuk bekerja sama.

Sejalan dengan pernyataan tersebut, bahwaparadigma baru pendidikan menekankan bahwa proses pendidikan formal sistem persekolahan harus memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Zamroni, 2000):(1) Pendidikan lebih menekankan pada proses pembelajaran (*learning*) daripada mengajar (*teaching*); (2) Pendidikan diorganisir dalam suatu struktur yang fleksibel; (3) Pendidikan memperlakukan peserta didik sebagai individu yang memiliki karakteristik khusus dan mandiri; dan (4) Pendidikan merupakan proses yang berkesinambungan dan senantiasa berinteraksi dengan lingkungan.

Upaya pemerintah melalui Permendikbud No.65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah yang mengisyaratkan tentang perlunya proses pembelajaran yang dipandu dengan kaidah-kaidah pendekatan saintifik atau ilmiah. Pendekatan saintifik/ilmiah merupakan proses pembelajaran yang menggunakan proses berpikir ilmiah. Pendekatan ilmiah dapat dijadikan sebagai jembatan untuk perkembangan dan pengembangan sikap, keterampilan dan pengetahuan peserta didik. Pendekatan ilmiah merujuk pada teknik-teknik investigasi terhadap suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya. Oleh karena itu, metode ilmiah memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis.

Banyak para ahli yang meyakini bahwa melalui pendekatan saintifik/ilmiah, selain dapat menjadikan peserta didik lebih aktif dalam mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilannya, juga dapat mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan guna menemukan fakta-fakta dari suatu fenomena atau kejadian (Sudrajat, 2013). Peserta didik dilatih untuk mampu berpikir logis, runut, dan sistematis.

Pembelajaran statistika terdiri atas fakta, konsep atau asumsi yang bersifat abstrak maka untuk memahaminya diperlukan upaya kreatif dalam memikirkan, menganalisis, dan mengaplikasikan dalam berbagai situasi nyata. Pembelajaran statistika harus dikemas sedemikian rupa untuk menarik perlu menggunakan strategi, pendekatan, metode ataupun teknik mengajar yang dapat menumbuhkan semangat peserta didik dalam belajar, memudahkannya dalam memahami dan mengerti apa yang disajikan sehingga menciptakan hasil belajar yang optimal.

Salah satu inovasi menarik yang mengiringi perubahan paradigma pembelajaran adalah ditemukan dan diterapkannya pembelajaran konstruktif yang lebih tepat dalam mengembangkan dan menggali pengetahuan peserta didik secara konkret dan mandiri. Menurut Trianto (2007:106), pendekatan konstruktivis pada dasarnya menekankan pentingnya siswa membangun sendiri pengetahuan mereka lewat keterlibatan aktif proses belajar mengajar. Proses belajar mengajar lebih diwarnai *student centered* dari pada *teacher centered*. Sebagian besar waktu proses belajar mengajar berlangsung dengan berbasis pada aktivitas siswa.

Salah satu inovasi pembelajaran yang bernaung di bawah teori konstruktivis adalah model pembelajaran kooperatif. Pembelajaran kooperatif muncul dari konsep bahwa siswa akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep yang sulit jika mereka saling berdiskusi dengan temannya. Siswa secara rutin bekerja dalam kelompok

untuk saling membantu memecahkan masalah-masalah yang kompleks. Sebagaimana yang dikemukakan Vygotsky bahwa kinerja pemecahan masalah akan dapat dicapai pada level yang lebih tinggi bila siswa bekerja dalam kelompok kooperatif, khususnya secara heterogen. Jadi, hakikat sosial dan penggunaan kelompok sejawat menjadi aspek utama dalam pembelajaran kooperatif (Trianto, 2007:41).

Berdasarkan uraian tentang model pembelajaran kooperatif di atas dan fakta tentang kondisi kualitas pembelajaran statistika perlu dilakukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Upaya yang dapat ditempuh yaitu dengan menerapkan model pembelajaran yang tepat dengan kondisi psikologis sipebelajar, untuk menggunakan waktunya dengan efisien. Model pembelajaran yang dimaksud adalah model pembelajaran kooperatif. Model pembelajaran kooperatif dalam pelaksanaannya memiliki beberapa tipe. Salah satu tipe dari model pembelajaran kooperatif yang dapat diterapkan untuk meningkatkan prestasi belajar matematika siswa adalah model pembelajaran kooperatif tipe *think pair share* (TPS). *Think Pair Share* (TPS) merupakan suatu teknik sederhana dengan keuntungan besar.

2. Tinjauan Pustaka

a. Literasi Statistika dan Pemikiran Statistis

Dijelaskan bahwa literasi statistika (*statistical literacy*) adalah kemampuan untuk membaca dan menafsirkan data, yakni kemampuan untuk menggunakan statistik sebagai bukti dalam berargumen. Schield (1999) menyatakan bahwa literasi statistika adalah kompetensi, yakni kemampuan untuk berpikir kritis tentang statistika. Di sini, literasi statistika didefinisikan sebagai ilmu metode, membandingkan literasi statistika dengan statistika tradisional dan ulasan beberapa elemen dalam membaca dan menafsirkan statistik. Hal ini memberikan lebih banyak penekanan pada studi observasional daripada eksperimen. Dengan demikian, kita menggunakan ukuran asosiasi untuk mendukung klaim tentang hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, literasi statistika adalah keterampilan dasar, yaitu kemampuan untuk berpikir kritis tentang argumen yang menggunakan statistik sebagai bukti.

Konsepliterasi statistika adalah luas. Dewan Nasional Pendidikan dan Disiplin (*National Council of Education and the Disciplin*) menentukan tujuh elemen, yang mencirikan literasi kuantitatif. Elemen ini (Steen 2001) adalah: (1) *Aritmetika*, penggunaan perhitungan sederhana untuk bilangan; (2) *Data*, menggunakan data untuk menarik kesimpulan, memahami grafik dan diagram; (3) *Komputer*, untuk merekam data, membuat dan menampilkan grafik, dan perhitungan lengkap; (4) *Pemodelan*, kemampuan untuk memahami model linear, eksponensial, multivariate dan simulasi; (5) *Statistika*, untuk memahami pentingnya variabilitas dalam satu himpunan data, mengenal perbedaan antara korelasi dan hubungan sebab-akibat, perbedaan antara eksperimen dan bukan eksperimen, perbedaan antara kesignifikanan statistis dan kegunaan praktis; (6) *Peristiwa kebetulan*, untuk mengevaluasi risiko, memahami nilai sampel acak dan memahami bahwa tidak mungkin peristiwa secara kebetulan menjadi langka; dan (7) *Penalaran*, untuk berhati-hati dalam membuat perampatan (*generalization*), memeriksa hipotesis dan menggunakan pemikiran logis.

b. Pembelajaran Sainifik

Pembelajaran merupakan proses saintifik, yang diyakini sebagai titian emas perkembangan dan pengembangan sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik. Dalam pendekatan atau proses kerja yang memenuhi kriteria ilmiah, para ilmuwan lebih

mengedepankan pelararan induktif (*inductive reasoning*) ketimbang penalaran deduktif (*deductive reasoning*).

Kriteria proses pembelajaran saintifik adalah sebagai berikut: (1) materi pembelajaran berbasis pada fakta atau fenomena yang dapat dijelaskan dengan logika atau penalaran tertentu; (2) penjelasan pendidik, respon peserta didik, dan interaksi edukatif pendidik-peserta didik terbebas dari prasangka yang serta-merta, pemikiran subjektif, atau penalaran yang menyimpang dari alur berpikir logis; (3) mendorong dan menginspirasi peserta didik berpikir secara kritis, analitis, dan tepat dalam mengidentifikasi, memahami, memecahkan masalah, dan mengaplikasikan substansi atau materi pembelajaran; (4) mendorong dan menginspirasi peserta didik mampu berpikir hipotetik dalam melihat perbedaan, kesamaan, dan tautan satu sama lain dari substansi atau materi pembelajaran; (5) mendorong dan menginspirasi peserta didik mampu memahami, menerapkan, dan mengembangkan pola berpikir yang rasional dan objektif dalam merespon substansi atau materi pembelajaran; dan (6) berbasis konsep, teori, dan fakta empiris yang dapat dipertanggungjawabkan.

c. Model pembelajaran kooperatif tipe *Think-Pair-Share* (TPS)

Model pembelajaran kooperatif tipe TPS dikembangkan oleh Frank Lyman dan rekan-rekannya di University of Maryland (Arends, 2007:14). Menurut Arends dalam Ibrahim dkk (2000:26) model pembelajaran kooperatif tipe TPS merupakan cara yang efektif untuk mengubah pola diskursus di dalam kelas. Model pembelajaran ini menantang asumsi bahwa seluruh resitasi dan diskusi perlu dilakukan di dalam setting seluruh kelompok. Model pembelajaran kooperatif tipe TPS memiliki prosedur yang ditetapkan secara eksplisit untuk memberi, menjawab, dan saling membantu satu sama lain.

Frank Lyman dan rekan-rekannya dalam Ibrahim dkk (2000:26-27) menerapkan langkah-langkah berpikir secara berpasangan sebagai berikut: (1) *Thinking* (berfikir) Guru mengajukan pertanyaan atau isu yang berhubungan dengan pelajaran, kemudian siswa diminta untuk memikirkan pertanyaan atau isu tersebut secara mandiri untuk beberapa saat; (2) *Pairing* Guru meminta siswa berpasangan dengan siswa yang lain untuk mendiskusikan apa yang telah dipikirkannya pada tahap pertama. Interaksi pada tahap ini diharapkan dapat berbagi jawaban jika telah diajukan suatu pertanyaan atau berbagi ide jika suatu persoalan khusus telah diidentifikasi. Biasanya guru memberi waktu 4-5 menit untuk berpasangan; dan (3) *Sharing* (Berbagi). Pada langkah akhir, guru meminta kepada pasangan untuk berbagi dengan seluruh kelas tentang apa yang telah mereka bicarakan. Hal ini efektif dilakukan dengan cara bergiliran pasangan demi pasangan dan dilanjutkan sampai sekitar seperempat pasangan telah mendapat kesempatan untuk melaporkan.

3. Metode

Tulisan ini disadur dari penelitian tindakan kelas (*Classroom Action Research*) yang pelaksanaannya terdiri dari empat tahap yaitu: perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan refleksi.

Faktor yang diselidiki adalah: (1) *Mahasiswa* yaitu melihat kehadiran dan keaktifan mahasiswa dalam mengikuti proses pembelajaran dan terjadinya interaksi antara dosen dan mahasiswa, serta mahasiswa dengan mahasiswa, dan (2) *Hasil belajar*, yaitu mengukur sejauh mana tingkat keberhasilan mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran setelah diterapkannya pendekatan saintifik dalam model pembelajaran Kooperatif Tipe TPS dengan menggunakan tes hasil belajar.

Penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan dengan dua siklus, dengan rincian prosedur sebagai berikut: *Siklus I*: berlangsung selama empat kali pertemuan dengan kegiatan: (1) tahap perencanaan, (2) tahap pelaksanaan tindakan, (3) tahap observasi, dan (4) tahap refleksi. Hasil observasi dan evaluasi, selanjutnya dikumpulkan dan dianalisis.

Refleksi yang dimaksudkan adalah pengkajian terhadap keberhasilan atau kegagalan pencapaian tujuan sementara. Hasil analisis data yang dilaksanakan pada tahap ini akan dipergunakan sebagai acuan untuk menentukan tindakan pada siklus berikutnya dalam rangka pencapaian tujuan akhir. *Siklus II*: Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam Siklus II ini relatif sama dengan perencanaan dan pelaksanaan dalam Siklus I, namun pada beberapa langkah kemungkinan dilakukan perbaikan dan penyempurnaan atau penambahan tindakan sesuai dengan kenyataan yang ditemukan di lapangan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) *Tes hasil belajar*; dimaksudkan untuk mengukur tingkat keberhasilan mahasiswa terhadap materi pelajaran. (2) *Lembar observasi*; untuk melihat aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama proses pembelajaran dengan model pembelajaran kooperatif tipe TPS.

Data observasi dianalisis dengan analisis kualitatif dan data hasil belajar dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan statistik deskriptif. Selanjutnya, ketuntasan belajar dikategorikan dengan menggunakan kriteria tingkat penguasaan 0% – 64% dikategorikan tidak tuntas, dan tingkat penguasaan 65% – 100% dikategorikan tuntas. Analisis untuk data hasil observasi aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\sum \text{Siswa yang melakukan aktivitas}}{\sum \text{seluruh siswa}} \times 100\% \quad (1)$$

4. Hasil dan Pembahasan

a. Analisis hasil belajar Statistika

Tabel 1. Statistik Skor Hasil Belajar Statistika

Statistik	Nilai Statistik	
	Siklus I	Siklus II
Subjek	33	33
Skor Ideal	100	100
Skor Rata-rata	61,61	86,21
Skor Tertinggi	80	94
Skor Terendah	33	61
Rentang Skor	47	33
Median	61	81
Modus	61	81
Standar Deviasi	12,53	8,67
Variansi	156,99	75,25

Tabel 2. Distribusi Frekuensi dan Persentase Skor Hasil Belajar Statistika

Skor	Kategori	Siklus I		Siklus II	
		Frekuensi	(%)	Frekuensi	(%)
0 – 34	Sangat Rendah	1	3,03	0	0,00
35 – 54	Rendah	13	39,39	0	0,00
55 – 64	Sedang	9	25,00	5	15,15
65 – 84	Tinggi	10	27,27	22	66,67
85 – 100	Sangat Tinggi	0	0,00	6	18,18
	Jumlah	33	100,00	33	100,00

Tabel 3. Deskripsi Ketuntasan Individu Hasil Belajar

Interval	Siklus I			Siklus II		
	Frek.	(%)	Kategori	Frek.	(%)	Kategori
0 – 64	21	63,64	Tidak Tuntas	05	15,15	Tidak Tuntas
65 – 100	12	36,36	Tuntas	28	84,85	Tuntas
Jumlah	33	100,00	-	33	100,00	-

Tabel 4.Distribusi Frekuensi dan Persentase Skor Setelah Proses Pembelajaran

No	Skor	Kategori	Frekuensi		Persentase (%)	
			Siklus I	Siklus II	Siklus I	Siklus II
1	0 – 34	Sangat Rendah	1	0	3,03	0,00
2	35 – 54	Rendah	13	0	39,39	0,00
3	55 – 64	Sedang	9	5	25,00	15,15
4	65 – 84	Tinggi	10	22	27,27	66,67
5	85 - 100	Sangat Tinggi	0	6	0,00	18,18

b. Hasil Analisis Kualitatif

1. Analisis lembar observasi kegiatan mahasiswa

a) Kehadiran mahasiswa

Kehadiran mahasiswa mengikuti pembelajaran pada Siklus I maupun Siklus II sangat tinggi (97,91% atau 32 orang yang hadir dari 33 orang).

b) Mahasiswa yang memperhatikan materi pelajaran

Jumlah mahasiswa yang memperhatikan materi pelajaran pada Siklus I diperoleh persentase mahasiswa yang memperhatikan materi pelajaran 97,91%. Namun, pada Siklus II mahasiswa yang memperhatikan materi pelajaran turun menjadi 95,83%.

c) Mahasiswa yang mengajukan pertanyaan kepada dosen pada saat penyajian materi pelajaran.

Berbeda dengan bagian a dan bagian b, persentase mahasiswa yang mengajukan pertanyaan pada dosen pada saat penyajian materi pelajaran sebanyak 15,15 % pada siklus I dan 24,24 % siklus II.

d) Mahasiswa yang menjawab pertanyaan lisan dosen

Pada Siklus I mahasiswa yang menjawab pertanyaan lisan dosen sebanyak 12,12 %. Sedangkan pada Siklus II mahasiswa yang menjawab pertanyaan lisan dosen sebanyak 18,18 % mahasiswa.

e) Mahasiswa yang mengajukan diri mengerjakan soal di papan tulis

Pada awal-awal pertemuan mahasiswa takut salah, ragu-ragu untuk mengerjakan soal di papan tulis sehingga mahasiswa yang mengajukan diri mengerjakan soal di papan tulis hanya 15,15% pada Siklus I dan 24,24% pada Siklus II.

f) Mahasiswa yang aktif dalam kelompoknya

Semakin banyak mahasiswa yang aktif dalam diskusi kelompok menandakan makin tinggi penguasaan mereka terhadap materi yang diajarkan. Mahasiswa yang aktif dalam kelompoknya ditandai dengan mampu menjawab Lembar Kerja (LK) yang diberikan, mampu bekerja sama dengan kelompoknya, mampu mem-presentasikan hasil diskusinya, memberikan pertanyaan dan merumuskan jawaban yang tepat. Hal ini terlihat pada Siklus I mahasiswa yang aktif dalam diskusi kelompok sebanyak 75,69 % dan pada Siklus II meningkat menjadi 92,36%.

g) Mahasiswa yang membutuhkan bimbingan dosen dalam menyelesaikan soal di LK

Mahasiswa yang membutuhkan bimbingan dosen pada Siklus I sebanyak 44,44 %. Sedangkan pada Siklus II mahasiswa yang membutuhkan bimbingan dosen semakin menurun menjadi 25%.

h) Mahasiswa yang mengajukan tanggapan pada saat persentase kelompok

Mahasiswa yang mengajukan tanggapan di saat presentase kurang dari 10% (Siklus I sebanyak 4,17% dan Siklus II sebanyak 9,73%). Hal ini disebabkan mahasiswa masih malu-malu dan takut. Akan tetapi seiring dengan berjalannya proses

pembelajaran dari pertemuan ke pertemuan mahasiswa semakin berani untuk menganggap kelompok lain.

- i) Mahasiswa yang terlibat dalam menjawab pertanyaan yang diajukan oleh kelompok lain

Pada Siklus I sebanyak 9,03 % mahasiswa yang terlibat dalam menjawab pertanyaan yang diajukan oleh kelompok lain. Ini disebabkan karena masih kurangnya kesadaran mahasiswa dalam berdiskusi. Mahasiswa masih egois dan ingin menang sendiri. Tetapi pada Siklus II mahasiswa yang terlibat menjawab pertanyaan yang diajukan oleh kelompok lain meningkat menjadi 17,36 %. Peningkatan yang sebesar 8,33 % ini menandakan tumbuhnya kesadaran bekerja sama dalam diri mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan-persoalan yang dihadapinya.

- j) Mahasiswa yang melakukan kegiatan lain

Persentase jumlah mahasiswa yang melakukan kegiatan lain diluar proses belajar mengajar pada Siklus I sebanyak 20,14 %. Ini disebabkan mahasiswa belum terbiasa duduk berkelompok dan bekerja secara berkelompok. Tetapi seiring dengan berlangsungnya pertemuan-pertemuan berikutnya terlihat adanya penurunan jumlah mahasiswa yang melakukan kegiatan-kegiatan lain pada Siklus II yaitu sebesar 11,11 %.

2. Analisis lembar observasi kegiatandosen

- a) Dosen menyampaikan semua tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada pelajaran tersebut dan memotivasi mahasiswa.

Sesuai dengan rencana pembelajaran yang ada, maka setiap pertemuan dosen selalu menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan memotivasi mahasiswa. Namun, pada Siklus II motivasi yang diberikan dosen semakin diperbanyak melihat semakin meningkatnya pula keaktifan mahasiswa mengikuti seluruh kegiatan dalam proses belajar mengajar.

- b) Dosen menyajikan materi pelajaran kepada mahasiswa

Pada setiap pertemuan Siklus I dan Siklus II dosen selalu menyajikan materi pelajaran kepada mahasiswa pada menit ke 15 selama sekitar 10 menit. Pada pertemuan-pertemuan awal di Siklus I dosen menyampaikan materi secara terperinci agar mahasiswa dengan mudah memahami materi yang disajikan pada saat itu. Pada Siklus II penyajian materi dilakukan juga dengan terperinci namun dosen meminta mahasiswa untuk tidak mencatat pada saat dosen menerangkan. Dosen memberikan waktu tersendiri untuk mahasiswa gunakan mencatat. Ini dilakukan dosen supaya tidak mengganggu konsentrasi mahasiswa pada saat menyimak materi pelajaran dengan aktivitas mencatat mahasiswa.

- c) Dosen memberikan pertanyaan kepada mahasiswa mengenai materi kuliah

Dosen biasanya memberikan pertanyaan kepada mahasiswa mengenai materi yang dibahas pada pertemuan saat itu. Ini dilakukan dosen biasanya pada saat menyajikan materi pelajaran dalam bentuk tanya jawab dengan mahasiswa. Di menit-menit terakhir setiap pertemuan di Siklus I maupun di Siklus II dosen selalu memberikan pertanyaan kepada mahasiswa sebagai kesimpulan materi pelajaran yang dibahas pada saat itu.

- d) Dosen memberikan penghargaan pada hasil belajar kelompok

Pada saat mahasiswa mempersentasikan hasil belajar kelompoknya dosen selalu memberikan penghargaan berupa pujian-pujian. Hal ini dilakukan dosen untuk memberikan semangat kepada mahasiswa dalam upaya menghapus rasa takut dan malu-

malu mahasiswa jika mengerjakan soal di papan tulis. Hal ini selalu dilakukan dosen pada Siklus I dan Siklus II namun pemberian penghargaan lebih diperbanyak pada Siklus II.

e) Dosen memberikan perhatian khusus kepada mahasiswa yang melakukan kegiatan lain (ribut, bermain, dll)

Bagi mahasiswa yang melakukan kegiatan-kegiatan lain di luar proses belajar mengajar, selalu diberikan perhatian khusus oleh dosen. Pada Siklus I dosen biasanya hanya menegur saja. Tetapi pada Siklus II dosen memberikan perhatian khusus kepada mahasiswa yang melakukan kegiatan lain dengan memberikan pertanyaan seputar materi secara mendadak ataupun meminta mahasiswa menyelesaikan soal di papan tulis.

Analisis refleksi pada Siklus I

Secara umum gambaran pelaksanaan refleksi pada Siklus I sebagai berikut:

1. Kegiatan mahasiswa pada awal pertemuan berlangsung tidak efektif, aktivitas mahasiswa dari proses belajar mengajar sebelumnya belum ada perubahan. Hal ini terlihat dari kurangnya perhatian mahasiswa sehingga dalam menanggapi materi atau mengerjakan soal pada LK juga seadanya. Sikap mahasiswa pada umumnya masih belum memahami betul bagaimana bekerja secara berkelompok. Mahasiswa yang kemampuannya melebihi teman-teman kelompoknya lebih mendominasi aktivitas kelompok dalam menyelesaikan LK. Ini disebabkan karena mahasiswa tidak terbiasa belajar berkelompok pada pelajaran statistika.
2. Pada saat dosen memantau mahasiswa dalam mengerjakan LK kelompok, ternyata pada umumnya hanya satu sampai dua orang mahasiswa yang aktif mengerjakan soal di LK. Mahasiswa belum memiliki kesadaran bekerja sama dan mahasiswa masih mementingkan diri sendiri, sehingga sebagian besar mahasiswa hanya menunggu jawaban dari temannya. Mereka cenderung melakukan aktivitas yang tidak ada hubungannya dengan pelajaran, seperti: mengobrol dengan teman sekelompoknya ataupun kepada kelompok lain yang berdekatan.
3. Pada pertemuan kedua, peneliti mengubah strategi yakni menginformasikan kepada mahasiswa untuk mencatat nama-nama anggota kelompok yang tidak aktif dalam kegiatan kelompoknya. Ini merupakan motivasi yang diberikan peneliti untuk membangun tanggung jawab dalam diri mahasiswa. Akan tetapi, masih ditemukan adanya mahasiswa yang tidak peduli dan tidak ikut berpartisipasi membantu menyelesaikan soal-soal di LK.
4. Soal yang diberikan pada setiap akhir dibuat semirip mungkin dengan soal yang dicontohkan sebelumnya, namun masih banyak yang mendapat kesulitan. Sehingga ada beberapa mahasiswa mengerjakan soal dengan mencontoh kepada mahasiswa yang lain, tanpa ada usaha sendiri untuk mengetahui penyelesaian dari soal tersebut. Mahasiswa hanya ingin nilai tes mereka tinggi meskipun tidak memahami betul materi yang diajarkan. Berdasarkan hal tersebut peneliti merasa perlu adanya tindakan baru yang dilakukan untuk mencari jalan keluar dari masalah tersebut.
5. Hal lain yang ditemukan pada Siklus I yaitu: mahasiswa tidak termotivasi untuk belajar, kurangnya mahasiswa yang mempunyai pengetahuan prasyarat terhadap matematika, tidak disiplin belajar utamanya dalam mengerjakan tugas latihan yang diberikan, tidak percaya diri untuk mengerjakan soal, ada kelompok belajar mahasiswa yang tidak heterogen (kemampuan berfikir dan jenis kelamin relatif sama).

Analisis refleksi pada Siklus II

Secara umum gambaran pelaksanaan refleksi pada Siklus II sebagai berikut:

1. Minggu pertama pelaksanaan tindakan Siklus II seperti biasanya kegiatan belajar mengajar berlangsung, menjelaskan materi pelajaran dan memberikan tugas kepada mahasiswa. Pada proses belajar mengajar nampak masih sama dengan kegiatan sebelumnya. Namun demikian sudah ada kelompok yang mulai bersaing dan kelihatan muncul rasa ingin tahu mahasiswa mengenai materi pelajaran yang dibahas. Mahasiswa yang dulunya hanya mencontoh pada temannya pada saat mengerjakan LK sudah mulai ingin tahu bagaimana cara penyelesaian soal yang diberikan.
2. Pada minggu kedua Siklus II pada dasarnya hampir sama dengan minggu pertama Siklus II hanya saja pada minggu kedua perhatian dan motivasi mahasiswa semakin meningkat. Hal ini ditandai dengan semakin bertambahnya jumlah mahasiswa yang aktif dalam aktivitas kelompoknya dan semakin bertambahnya jumlah mahasiswa yang mampu menjawab pertanyaan atau memberi tanggapan secara mandiri. Hal ini menandakan bahwa ada kesungguhan mahasiswa untuk belajar dan menyelesaikan soal-soal tanpa adanya bantuan dari teman yang lain.
3. Pertemuan terakhir penelitian, terlihat bahwa proses belajar mengajar telah menemukan strategi yang sesuai dengan yang diharapkan. Setiap mahasiswa mulai terbiasa dengan kegiatan yang dilakukan, yaitu setelah dosen memberikan informasi tentang materi secara garis besar, mahasiswa mulai membahas materi yang dibagikan dan segera mengerjakan LK dan menanyakan hal-hal yang kurang jelas dari materi yang dibahas baik pada teman kelompok maupun kepada dosen.
4. Meningkatnya frekuensi mahasiswa yang mengajukan diri menyelesaikan soal di papan tulis. Ini menunjukkan bahwa rasa percaya diri dan keberanian mahasiswa dalam proses belajar mengajar sudah tertanam.

Secara umum dapat dikatakan bahwa seluruh kegiatan pada Siklus II ini mengalami peningkatan dibanding pada Siklus I. Hal ini dapat terlihat dari keseriusan mahasiswa memperhatikan pelajaran yang diberikan, semakin meningkatnya tanggapan mahasiswa terhadap materi yang dibahas, kehadiran mahasiswa, dan keaktifan mahasiswa mengajukan diri untuk menyelesaikan soal di papan tulis semakin meningkat.

Analisis Hasil Refleksi Mahasiswa

1. Tanggapan Mahasiswa Tentang Pelajaran Statistika

Ada dua persepsi mahasiswa mengenai pelajaran statistika. Bagi mahasiswa yang lebih mudah memahami persoalan statistika menganggap statistika itu pelajaran yang menyenangkan dan tidak membosankan karena berbagai macam soal dapat muncul dengan tingkat kerumitan yang berbeda. Menurut mereka statistika bukan hafalan tetapi pemahaman sehingga pengetahuan statistika mereka lebih awet dibanding pelajaran yang lain.

2. Tanggapan Mahasiswa Terhadap Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TPS

Sebagian besar mahasiswa merasa senang karena menurut mereka pembelajaran ini menuntut adanya kerja sama yang baik antara sesama anggota kelompok dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Disamping itu, mahasiswa yang pemahamannya kurang dapat termotivasi dan berusaha untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan dengan bantuan anggota kelompoknya yang lebih pintar.

Karena menurut mereka materi lebih mudah dipahami apabila diajar oleh temannya karena mahasiswa merasa segan dan malu bertanya langsung kepada dosen.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe TPS dapat meningkatkan kualitas pembelajaran statistika dengan rata-rata Siklus I sebesar 61,61 dan rata-rata Siklus II sebesar 86,21 pada kategori sedang ke kategori tinggi.
2. Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe TPS mengakibatkan adanya peningkatan persentase keaktifan mahasiswa dalam proses belajar mengajar seperti antusiasme mahasiswa memperhatikan materi pelajaran, mengajukan pertanyaan (bimbingan), dan menjawab pertanyaan.
3. Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe TPS mengakibatkan adanya peningkatan keaktifan mahasiswa dalam proses kerja kelompok seperti saling membantu mengerjakan soal dan saling bertukar informasi sehingga dapat menumbuhkan rasa kebersamaan dalam diri setiap mahasiswa.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka diajukan beberapa saran dalam upaya peningkatan mutu pendidikan, antara lain:

1. Diharapkan kepada dosen/matakuliah pada umumnya dan dosen statistika khususnya agar lebih mengintensifkan penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe TPS sejak dini untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal statistika dan memacu mahasiswa agar lebih aktif dan kreatif dalam proses belajar mengajar.
2. Sebagai tindak lanjut penerapan, pada saat proses pembelajaran diharapkan kepada dosen untuk lebih mengawasi dan mengontrol mahasiswa serta membimbing mahasiswa dalam bekerja kelompok.
3. Diharapkan kepada penentu kebijakan, dalam hal ini pemerintahan dalam Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, agar kiranya lebih menekankan kepada dosen matakuliah yang lain agar mampu mengembangkan dan menerapkan pembelajaran kooperatif ini dalam upaya peningkatan kualitas pembelajaran statistika.

Daftar Pustaka

- American Association for the advancement of Science (1989). *Science for all Americans*. Washington, D.C.
- Angelo, T. & Cross, K. (1993). *A Handbook of Classroom Assessment Techniques for College Teachers*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Arends, R. 2007. *Learning To Teach. Belajar Untuk Mengajar*. Edisi Ketujuh. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Biehler, R. (1991). Computers in probability education. In *Chance Encounters: Probability in Education*. R. Kapadia & M.
- Clement, J. (1987). Overcoming students' misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity. *Proceedings of the Second International Seminar; Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
- delMas, R.C., & Bart, W.M. (1987, April). The role of an evaluation exercise in the resolution of misconceptions of probability. Paper presented at the Annual meeting of the American Educational Research Association.

KEVALIDAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA KELAS X SMA

Nita Putri Utami¹, I Made Arnawa², Lufri³

¹ Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: nitautami030492@yahoo.com

^{2,3} Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

email: ² arnaw@fmipa.unand.ac.id, ³ lufri_unp@yahoo.com

Abstract. Mathematics learning process in class X of Senior High School in Pesisir Selatan could not facilitate the students to be active in the class. This problem was derived from the less sufficient instructional materials available. This research was conducted to develop discovery learning based mathematics instructional materials for teaching linear equation and inequality topics. These materials were expected to create meaningful learning through which the students could figure out the concepts of the materials being learned. This research was conducted by applying Plomp model. It consisted of three phases, preliminary research phase through which needs analysis, curriculum analysis, conceptual analysis and students' analysis were done' developing or prototype designing phase through which discovery learning based instructional materials were designed, and self-evaluation, validation by experts, one to one evaluation and small group evaluation were conducted ; and assessment phase through which a try out was given to the students in class X SMAN 2 Painan. In this phase, the practicality and the effectiveness of discovery learning based mathematics instructional materials were seen. The results of the research indicated that the discovery learning based mathematics instructional materials developed were valid, practical and effective.

Kata kunci: *Discovery learning*, validitas perangkat pembelajaran berbasis discovery learning

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika yang menyenangkan merupakan harapan setiap peserta didik. Dimana pembelajaran matematika memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep dari materi secara bermakna. Hal ini dapat dilakukan jika guru merancang suatu kegiatan pembelajaran yang menarik dan mendorong peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya yang tertuang dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Untuk menunjang kegiatan yang menarik maka dirancang RPP dan bisa digunakan media pembelajaran seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) serta penilaian yang sesuai dengan kurikulum 2013. Dengan kata lain perangkat pembelajaran yang meliputi RPP, LKPD dan penilaian sangat menentukan tercapainya tujuan pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada tanggal 13 Mei sampai 5 Juni 2015 ke beberapa SMAN di Pesisir Selatan, perangkat pembelajaran matematika yang digunakan belum maksimal pada kelas X SMA. Observasi dilakukan di beberapa sekolah yang menerapkan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) 2006 dan

kurikulum 2013 diantaranya SMAN 1 Batang Kapas dan SMAN 2 Painan. Belum maksimalnya perangkat pembelajaran terlihat dari perangkat pembelajaran tersebut kurang mendorong peserta didik untuk menemukan konsep dan menggunakan penalarannya. Hal ini mengakibatkan tujuan pembelajaran matematika yang ditetapkan belum tercapai.

RPP yang dikembangkan belum memfasilitasi peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya. Pada kegiatan pembelajaran yang termuat di RPP hanya membuat peserta didik pasif. Contohnya peserta didik diminta untuk memperhatikan penjelasan guru kemudian dilanjutkan dengan pengerjaan contoh soal dan latihan. Sedangkan berdasarkan [1] RPP disusun secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif. Kegiatan yang terlihat pada RPP belum mendorong peserta didik dalam menemukan konsep sendiri. Pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan juga ditemui tidak sesuai dengan RPP.

Selain RPP, LKPD yang digunakan merupakan LKPD yang dijual oleh lembaga tertentu contoh LKPD Simpati. Pada LKPD tersebut, memuat materi secara singkat, beberapa contoh soal dan soal. LKPD seperti ini, lebih menekankan pada latihan soal dan belum mendorong peserta didik untuk menggunakan pola pikirnya dalam menemukan konsep dari suatu materi. Dengan kata lain LKPD ini hanya membuat peserta didik pasif atau menerima materi tanpa mengetahui kegunaannya. Sedangkan LKPD seharusnya membantu peserta didik untuk menjadi aktif dalam menggunakan pola pikirnya baik dalam menemukan konsep maupun dalam penyelesaian soal. LKPD juga membantu peserta didik dalam mempermudah menggunakan buku siswa.

Penilaian yang digunakan guru, belum mengukur semua aspek yang akan dinilai sedangkan pada kurikulum 2013 penilaian mencakup tiga aspek yaitu kognitif, afektif dan psikomotor. Penilaian yang dilakukan hanya penilaian kognitif saja dengan menilai PR, latihan dan ulangan harian. Penilaian afektif dan psikomotor belum dilaksanakan sebagaimana mestinya. Pada penilaian yang dilakukan guru juga belum menggunakan pedoman penskoran yang benar. Pada sekolah yang menggunakan kurikulum 2013, buku peserta didik yang telah diedarkan belum dimiliki oleh seluruh peserta didik. Dalam penggunaannya pada proses pembelajaranpun guru tidak terlalu mepedomannya karena masih banyak ditemukan kekeliruan. Selain itu, guru agak kesulitan dalam menerapkan isi dari buku tersebut, karena ada materi yang dimulai dengan tingkat kesulitan yang susah dimengerti peserta didik. Jadi bahan ajar berupa buku wajib peserta didik masih memiliki beberapa kelemahan sehingga peserta didik kesulitan dalam menggunakannya.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan perangkat pembelajaran yang digunakan pada sekolah-sekolah belum mendukung tercapainya tujuan kurikulum 2013 khususnya tujuan pembelajaran matematika. Hal ini terbukti dengan ditemukan hasil dari ulangan harian I. Dari seluruh peserta didik yang mengikuti ulangan harian I

dengan materi eksponen dan logaritma, berisikan 50 % soal penalaran yang memiliki tingkat kesulitan, ketelitian yang tinggi dan 50 % soal pemahaman konsep lebih banyak peserta didik yang tidak tuntas atau nilainya dibawah KKM dari pada peserta didik yang tuntas atau nilainya diatas KKM dengan KKM adalah 80.

Hasil ulangan harian menunjukkan tujuan pembelajaran matematika belum tercapai pada materi eksponen dan logaritma. Soal yang diberikan hanya berisikan soal pemahaman konsep dan penalaran, maka dapat disimpulkan pemahaman konsep peserta didik masih rendah karena peserta didik banyak yang tidak tuntas. Tujuan pembelajaran matematika saling berhubungan satu sama lain apabila pemahaman konsep peserta didik yang masih rendah maka tujuan pembelajaran matematika selanjutnya yaitu penalaran, komunikasi, pemecahan masalah dan lain-lain juga belum tercapai.

Materi persamaan dan pertidaksamaan linear merupakan materi yang sangat penting pada kelas X dan materi yang dipelajari setelah eksponen. Materi ini selalu menjadi materi prasyarat untuk jenjang selanjutnya, contoh lingkaran di kelas XI dan program linear di kelas XII. Pada materi ini peserta didik sering tidak memahami kenapa dari huruf x , y , dan z bisa berubah menjadi angka. Selain itu, guru jarang menjelaskan kegunaan materi ini dan hubungannya dengan kehidupan sehari-hari. Guru selalu memberikan bentuk umum, rumus-rumus dan contoh soal, sehingga materi ini menjadi materi yang membosankan bagi peserta didik.

Untuk mengantisipasi masalah ini yaitu belum optimalnya pengembangan perangkat pembelajaran matematika pada kurikulum 2013. Guru matematika bertanggung jawab membuat peserta didik tertarik dan merubah pola belajar yang cenderung menerima lebih aktif dalam belajar sehingga peserta didik dapat menggunakan pola pikirnya. Pada *discovery learning* peserta didik dituntun untuk menemukan konsep pembelajaran yang sebelumnya tidak diketahui. Peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran karena peserta didik harus menggunakan seluruh pemikiran dan keterampilan yang dimiliki untuk menemukan konsep pembelajaran. Dalam *discovery learning* materi atau bahan pelajaran yang akan diberikan tidak dalam bentuk final. Akan tetapi peserta didik didorong untuk mengidentifikasi apa yang ingin diketahui dilanjutkan dengan mencari informasi sendiri kemudian mengorganisasi atau membentuk (konstruktif) apa yang mereka ketahui dan mereka pahami dalam suatu bentuk akhir.

Adapun tahapan *discovery learning* sebagai berikut, pada tahapan pemberian rangsangan dan mengidentifikasi masalah diharapkan peserta didik memahami kegunaan materi persamaan dan pertidaksamaan linear dalam kehidupan sehari-hari serta memahami permasalahan yang akan menggiring peserta didik menemukan konsep dari materi. Pada tahapan mengumpulkan data dan mengolah data diharapkan peserta didik bisa menemukan konsep dari materi sehingga pemahaman konsep peserta didik berkembang. Pada tahapan pembuktian dan menarik kesimpulan diharapkan pemahaman konsep peserta didik semakin meningkat serta dapat menggunakan

kemampuan penalarannya. Peneliti menduga dengan perangkat pembelajaran seperti ini materi yang dipelajari peserta didik akan bertahan lama dalam ingatannya atau dengan kata lain pembelajaran yang dilakukan bermakna. Dengan belajar bermakna, peserta didik akan menyenangi pembelajaran matematika dan memiliki ketertarikan dengan masalah-masalah yang diberikan. Rumusan masalah yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear di kelas X SMA yang valid?

Pembelajaran matematika adalah upaya membantu peserta didik untuk menkonstruksikan konsep-konsep atau prinsip-prinsip matematika dengan kemampuannya sendiri melalui proses internalisasi sehingga konsep atau prinsip itu terbangun kembali dalam [2]. Jadi dalam belajar matematika peserta didik berperan sebagai subjek, dimana peserta didik membangun pemahamannya sendiri melalui usaha yang dilakukan. Tugas guru hanya mendorong, membimbing dan memfasilitasi peserta didik agar usaha peserta didik dalam belajar lebih terarah dan memberikan hasil yang baik. Salah satu cara yang dapat digunakan yaitu menerapkan pembelajaran yang menarik. Untuk menciptakan pembelajaran yang menarik dapat difasilitasi dengan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning*.

Salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013 adalah *discovery learning*. Pada *discovery learning* peserta didik di tuntun untuk menemukan konsep pembelajaran yang sebelumnya tidak diketahui. Peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran karena peserta didik harus menggunakan seluruh pemikiran dan keterampilan yang dimiliki untuk menemukan konsep pembelajaran. Untuk mengaplikasikan metode *discovery learning* di kelas, ada beberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum sebagai berikut [3]. *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan). Pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah). Pada tahap ini guru memberikan kesempatan peserta didik untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi. Teknik ini berguna dalam membangun pola pikir peserta didik agar mereka terbiasa untuk menemukan suatu masalah. *Data collection* (pengumpulan data). Peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (collection) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. *Data processing* (pengolahan data). Menurut Syah (2004:244) pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan. *Verification* (pembuktian). Pada tahap ini peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data processing. *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi). Tahap

generalisasi/menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah program perencanaan yang disusun sebagai pedoman pelaksanaan pembelajaran untuk setiap kali pertemuan dalam [4]. Secara umum dalam mengembangkan RPP harus berpedoman pada prinsip pengembangan RPP, yaitu: (1) kompetensi yang direncanakan dalam RPP harus jelas, konkret dan mudah dipahami; (2) RPP harus sederhana dan fleksibel; (3) RPP yang dikembangkan sifatnya menyeluruh, utuh, dan jelas pencapaiannya; (4) harus koordinasi dengan komponen pelaksana program sekolah, agar tidak mengganggu jam pelajaran lain [5].

LKPD dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk eksperimen atau demonstrasi. Sejalan dengan itu, LKS adalah lembaran- lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik [6]. Penilaian (assesment) adalah proses pengumpulan berbagai data yang bisa memberikan gambaran perkembangan belajar peserta didik. Jenis penilaian tes dapat berupa tes tulis, tes lisan, tes kinerja/tes praktik, sedangkan nontes berupa observasi dan penugasan, baik perorangan maupun kelompok, dapat berupa tugas rumah dan/atau proyek, produk, portofolio, dan penilaian afektif [7].

Pemahaman berasal dari kata dasar paham, yang berarti mengerti benar. Seseorang dapat dikatakan paham terhadap suatu hal, apabila orang tersebut mengerti benar dan mampu menjelaskan suatu hal yang dipahaminya. Sehingga pemahaman konsep matematika adalah mengerti benar tentang konsep matematika. Indikator yang menunjukkan pemahaman konsep menurut [8] antara lain: (a) Menyatakan ulang sebuah konsep, (b) Mengklasifikasikan objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai dengan konsepnya), (c) Memberi contoh dan bukan contoh dari konsep, (d) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, (e) Mengembangkan syarat perlu dan syarat cukup suatu konsep, (f) Menggunakan, memanfaatkan dan memilih prosedur atau operasi tertentu, (g) Mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah.

Penalaran merupakan suatu kegiatan, suatu proses, atau suatu aktivitas berpikir untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu pernyataan baru yang benar berdasar pada beberapa pernyataan yang kebenarannya telah dibuktikan atau diasumsikan sebelumnya [9]. Jadi penalaran merupakan suatu penarikan kesimpulan berdasarkan pernyataan yang benar yang telah dibuktikan. Peraturan Dirjen Dikdasmen No.506/C/PP/2004 tentang indikator-indikator penalaran yang harus dicapai peserta didik. Indikator yang menunjukkan penalaran antara lain adalah : (a) Kemampuan menyajikan pernyataan matematika secara lisan, tertulis, gambar dan diagram, (b) Kemampuan mengajukan dugaan, (c) Kemampuan melakukan manipulasi matematika, (d) Kemampuan menyusun bukti, memberikan alasan /bukti terhadap kebenaran solusi, (e) Kemampuan menarik kesimpulan dari pernyataan, (f) Memeriksa

kesahihan suatu argument, (g) Menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi.

Dalam mengembangkan suatu produk diharapkan menghasilkan produk yang berkualitas, misalnya mengembangkan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran dikatakan berkualitas apabila perangkat pembelajaran tersebut valid, praktis, dan efektif. Secara metodologis, validitas perangkat yang disusun harus memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruk. Validitas isi artinya kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan beberapa kriteria yang ditentukan. Kesesuaian perangkat pembelajaran dengan silabus mata pelajaran, kesesuaian dengan isi kurikulum yang sedang berlaku serta kesesuaian perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan dengan pengalaman belajar peserta didik. Validitas isi pada umumnya ditentukan melalui pertimbangan para ahli.

Penelitian pengembangan dapat menggunakan beberapa model pengembangan, diantaranya model pengembangan 4-D- models oleh Thiagarajan dan Semmel, model pengembangan Kemp, model pengembangan Dick & Carey, dan model pengembangan Plomp. Pada penelitian ini digunakan model pengembangan Plomp. Pada pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* yang akan dilakukan menggunakan model pengembangan Plomp. Model pengembangan Plomp digunakan dengan mempertimbangkan beberapa hal. Pada model pengembangan Plomp [10] terdapat 3 tahap yaitu investigasi awal, pengembangan, dan penilaian. Tahapan pada model pengembangan Plomp sesuai dengan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Selain itu karena subyek dalam penelitian adalah peserta didik SMA yang menggunakan kurikulum 2013 dan keterbatasan waktu dalam penelitian hanya untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear.

2. Metode

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan penelitian pengembangan dengan model Plomp. Pada pengembangan yang dilakukan menggunakan tiga tahapan pada model Plomp. Tahapan pertama merupakan fase investigasi awal dengan melakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Pada fase pembuatan prototipe dilakukan perancangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi sendiri oleh peneliti dan dua teman sejawat. Hasil analisis dan revisi berdasarkan evaluasi sendiri dilanjutkan dengan validasi oleh lima validator. Nama-nama validator dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Daftar Nama Validator Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Discovery Learning*

No	Nama Validator	Bidang Keahlian
1.	Dr. Armiami, M.Pd.	Dosen Matematika Pasca Sarjana UNP
2.	Dr. Yerizon, M.Si.	Dosen Matematika Pasca Sarjana UNP
3.	Drs. Hendra Syarifuddin, M.Si., Ph.D.	Dosen Matematika Pasca Sarjana UNP
4.	Dr. Darmansyah, M.Pd.	Dosen Teknologi Pendidikan Pasca Sarjana UNP
5.	Dr. Abdurrahman, M.Pd.	Dosen Bahasa Indonesia Pasca Sarjana UNP

Instrumen pengumpulan data meliputi instrumen fase investigasi awal berupa lembar analisis kebutuhan, kurikulum, peserta didik dan konsep, lembar observasi dan pedoman wawancara. Instrumen kevalidan meliputi instrumen *self evaluation*, instrumen validasi. Setiap instrumen yang digunakan pada penelitian ini divalidasi terlebih dahulu. Hasil validasi instrumen oleh tiga validator diperoleh seluruh instrumen yang digunakan valid. Hasil validasi instrumen *self evaluation* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2 Hasil Uji Validasi Instrumen *self evaluation*

No	Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Nilai Validitas (%)	Kriteria
1.	RPP	84,38 %	Sangat valid
2.	LKPD	86,46 %	Sangat valid
3.	Penilaian Kognitif	85,42 %	Sangat valid
4.	Penilaian Afektif	88,54 %	Sangat valid
5.	Penilaian Psikomotor	83,33 %	Sangat valid

Setelah diperoleh instrumen *self evaluation* yang valid, kemudian sudah bisa digunakan. Pada instrumen ini dilakukan revisi bahwa terdapat beberapa kalimat yang ambigu. Sedangkan hasil validasi instrumen validasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Validasi Instrumen Validasi

No	Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Nilai Validitas (%)	Kriteria
1.	RPP	84,38 %	Sangat valid
2.	LKPD	86,46 %	Sangat valid
3.	Penilaian Kognitif	85,42 %	Sangat valid
4.	Penilaian Afektif	88,54 %	Sangat valid
5.	Penilaian Psikomotor	83,33 %	Sangat valid

3. Hasil dan Pembahasan

Pada fase investigasi awal dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan analisis konsep. Analisis kebutuhan diperoleh melalui wawancara dengan guru dan siswa serta observasi proses pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan pembelajaran kelas X di SMAN Pesisir Selatan belum terlaksana maksimal. Hal ini disebabkan, perangkat pembelajaran yang dikembangkan belum memfasilitasi peserta didik agar aktif dalam pembelajaran. Analisis kurikulum dilakukan dengan membaca, memahami dan menganalisis KI,

KD yang terdapat pada materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear. Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear ditambahkan permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk menemukan konsep dari materi tersebut.

Materi yang disajikan dimodifikasi atau diurutkan berdasarkan keterkaitan materi sebelumnya sehingga menjadi nilai mutlak, persamaan linear, persamaan linear nilai mutlak, pertidaksamaan linear, pertidaksamaan linear nilai mutlak. Selain itu indikator penilaian afektif yang akan dilihat dibatasi menjadi tiga indikator dari tujuh indikator berdasarkan kesesuaian dengan materi persamaan dan pertidaksamaan linear.

Analisis peserta didik dilakukan melalui wawancara dan observasi. Hasil analisis peserta didik menunjukkan karakteristik peserta didik kelas X sesuai dengan pembelajaran menemukan konsep dari materi karena mereka berada pada tahap operasional formal. Peserta didik juga mengungkapkan mereka menyukai LKPD dalam pembelajaran matematika yang mengkaitkan dengan kehidupan sehari-hari serta mereka sendiri yang menemukan konsep dari materi yang dipelajari. Peserta didik juga mengungkapkan bahwa mereka menyukai warna yang netral dan tidak mencolok.

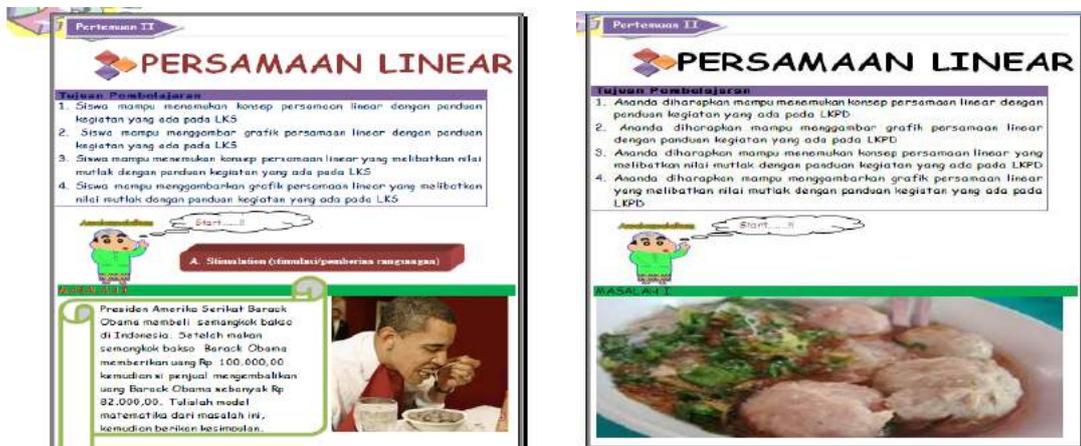
Analisis konsep dilakukan dengan menganalisis berbagai buku yang terdapat materi persamaan dan pertidaksamaan linear dan kemudian dilakukan pemetaan konsep. Konsep yang dibutuhkan dalam materi ini terdiri atas nilai mutlak, persamaan linear, persamaan linear nilai mutlak, pertidaksamaan linear dan pertidaksamaan linear nilai mutlak. Hasil pemetaan konsep menunjukkan urutan materi yang akan dipelajari nilai mutlak, menggambar grafik nilai mutlak, persamaan linear, menggambar grafik persamaan linear, persamaan linear nilai mutlak dan grafik, pertidaksamaan linear dan pertidaksamaan linear nilai mutlak dan grafik.

Fase pembuatan prototipe atau fase pengembangan diawali dengan merancang perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* yang meliputi RPP, LKPD, dan penilaian. Setelah dihasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* (prototipe 1) kemudian dilakukan evaluasi sendiri oleh dua teman sejawat dan peneliti sendiri. Setelah dilakukan evaluasi sendiri kemudian direvisi dan dianalisis menghasilkan prototipe II. Hasil prototipe II diberikan kepada validator yaitu Dr. Armiati, M.Pd, Dr. Yerizon, M.Si dan Drs. Hendra Syarifuddin, M.Si., Ph.D, Dr. Darmansyah, M.Pd., Dr. Abdurrahman, M.Pd. kemudian divalidasi dan menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* yang valid terlihat pada Tabel 1. [11] menyatakan bahwa “kondisi valid dipandang terpenuhi karena instrumen yang bersangkutan sudah dirancang secara baik, mengikuti teori dan ketentuan yang ada”. Artinya perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* terutama RPP yang dikembangkan telah sesuai dengan [12] tentang implementasi Kurikulum.

Tabel 1
Hasil Uji Validasi Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis *Discovery Learning*

Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Nilai Validitas (%)	Kriteria
RPP	84,38 %	Sangat valid
LKPD	86,46 %	Sangat valid
Penilaian Kognitif	85,42 %	Sangat valid
Penilaian Afektif	88,54 %	Sangat valid
Penilaian Psikomotor	83,33 %	Sangat valid

Pada proses kevalidan terdapat beberapa revisi dari perangkat yang dihasilkan pada prototipe II. Pada RPP disarankan dan direvisi yaitu sintaks *discovery learning* lebih ditonjolkan dan dirinci dengan jelas. Pada LKPD, terdapat beberapa masalah yang diganti sesuai dengan karakteristik peserta didik serta warna yang terlalu mencolok. Penilaian afektif yang dilakukan menjadi tiga aspek saja dari tujuh aspek berdasarkan kesesuaian dengan materi dan *discovery learning*.



Gambar 1

LKPD sebelum revisi

LKPD setelah revisi

Pada validasi RPP, nilai validitas yang paling ideal 100 % akan tetapi sudah mencapai 86,41 %. Hal ini menunjukkan bahwa seberapa besar RPP dapat dikatakan bagus. Bagian yang paling rendah nilai validitasnya adalah perumusan tujuan dan penilaian dengan nilai validitas masing-masing 83,33 %. Perumusan tujuan pembelajaran belum mencakup tujuan kompetensi afektif dan psikomotor, hanya tujuan kompetensi kognitif saja.

Pada validasi LKPD telah diperoleh nilai 86,13 % dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa seberapa besar LKPD dapat dikatakan bagus. Bagian yang paling rendah nilai validitasnya adalah komponen kegrafikaan. Pada komponen kegrafikaan masih disarankan validator bahwa warna yang digunakan belum menarik, ada yang membuat mata sakit dan peserta didik menjadi malas. Kemudian warna yang terlalu mencolok pada LKPD di revisi menjadi warna yang lembut. Misalnya warna merah yang terlalu banyak dikurangi.

Pada validasi penilaian kognitif telah memperoleh nilai 86,41 % dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa seberapa besar penilaian kognitif dapat dikatakan bagus. Bagian yang paling rendah nilai validitasnya adalah komponen kebahasaan. Pada komponen

kebahasaan masih disarankan validator bahwa masih ada kalimat yang terdapat pada soal yang susah di pahami. Berdasarkan saran validator maka kalimat-kalimat yang masih kurang dipahami di revisi kembali. Hal yang sama juga terdapat pada penilaian afektif dan psikomotor bahwa masih terdapat bahasa yang sulit di pahami. Maka penilaian afektif dan psikomotor direvisi berdasarkan saran validator.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut. Perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear yang telah dikembangkan melalui proses validasi dengan lima validator sangat valid.

Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.
- [2] Mulyardi. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Padang: FMIPA UNP.
- [3] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik Dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta :Ghalia Indonesia.
- [4] Kurniasih, Imas dan Berlian Sani. 2014. *Perancangan Pembelajaran Prosedur Pembuatan RPP yang sesuai kurikulum 2013*. Kata Pena: Bandung.
- [5] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara : Jakarta.
- [6] Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- [7] Kunandar.2013. *Penilaian Auntenik*. RajaGrafindo Persada: Jakarta.
- [8] Depdiknas. 2006. *Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [9] Shadiq, Fadjar. 2009. *Kemahiran Matematika*. Yogyakarta: Depertemen Pendidikan Nasional.
- [10] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).
- [11] Arikunto. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [12] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH UNTUK KELAS VII SMP

Novita Anggraini¹, Dr. Armiati, M.Pd², Dr. Irwan, M.Si³

email: novita.anggraini0605@gmail.com

¹ Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

^{2,3} Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Abstract: Aim to achieve is the selection and use of equipment appropriate mathematical learning. Learning equipment found in the field did not facilitate the achievement of student learning in building knowledge independently resulting in poor results of students' problem solving skills. Therefore, the mathematical tools that can motivate students to actively and independently to absorb and consider learning. Learning is required. Math equipment based approach to problem solving. Learning was developed to enhance students' problem-solving abilities in class VII. In the early stages, needs analysis, curriculum analysis, analysis of the characteristics of the students, and the analysis of the concept do. plans in the prototype stage, the study was designed lesson (RPP) and worksheets for students (LKPD) based problem solving approach of learning for the system of equations and linear inequality materials Quadrilateral and triangle then performed formative evaluation to determine the validity and practicality of the product, which is conducted. At this stage of appraisal, assessment of practical and effective based on the results of the questionnaire responses teacher, student response questionnaires, observation sheets implementation of lesson plans, quizzes and a final test results reach critical thinking skills based approach to problem solving

Keyword: Problem-solving approach , equipment Learning , Problem solving skills , Model Plomp

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman menuntut untuk adanya peningkatan dari mutu pendidikan. Hal ini sejalan dengan berkembangnya kurikulum yang ada di Indonesia. Menurut Rusman, kurikulum adalah seperangkat rencana dan peraturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu[1]. Disini pedoman kegiatan belajar tersebut, agar peserta didik dapat melakukan kegiatan belajar sehingga mendorong perkembangan dan pertumbuhan sesuai dengan tujuan pendidikan yang telah ditetapkan. Untuk mewujudkan tujuan pendidikan tersebut maka dilakukan pengembangan dan penyempurnaan kurikulum.

Kurikulum berkaitan dengan proses pembelajaran, proses pembelajaran adalah suatu proses belajar individu dengan lingkungan sehingga individu dapat mencapai tingkat kedewasaan yang diharapkan. Selain itu, menurut Erman Suherman dkk, pembelajaran diartikan sebagai proses komunikasi fungsional antara peserta didik dan guru, peserta didik dengan peserta didik, dalam rangka perubahan sikap dan pola pikir yang akan menjadi kebiasaan bagi peserta didik yang bersangkutan[2]. Di dalam suatu proses pembelajaran guru diharapkan dapat berperan sebagai komunikator dan fasilitator bagi peserta didik, sedangkan peserta didik berperan secara aktif untuk mencari informasi sehingga peserta didik memahami pembelajaran yang sedang dipelajari dan paham pentingnya pembelajaran yang dipelajari dalam proses pembelajaran.

Matematika adalah suatu ilmu yang sangat berperan besar dalam menunjang ilmu pengetahuan dan teknologi. Menurut Cockroft dalam Abdurrahman, mengatakan bahwa, matematika perlu diajarkan kepada peserta didik karena matematika: 1) selalu digunakan dalam segi kehidupan, 2) merupakan sarana komunikasi yang jelas dan kuat, 3) dapat digunakan untuk menyajikan informasi, 4) semua bidang studi memerlukan keterampilan matematika yang sesuai, 5) meningkatkan keterampilan logis, 6) memberikan kepuasan dalam memecahkan masalah yang menantang[3]. Maka melalui matematika ini diharapkan dapat menjadi sasaran dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan pada bulan juni 2015 di SMP N 7 Sawahlunto, SMP N 3 Bukittinggi dan SMP N 4 Bukittinggi dengan beberapa guru matematika dan beberapa peserta didik SMP, terungkap bahwa pembelajaran di sekolah masih sering menggunakan pembelajaran secara konvensional, yaitu pembelajaran berpusat dari guru ke peserta didik. Dari hasil ini, tampak dalam proses pembelajaran seperti ini mengakibatkan peserta didik cenderung pasif, kurang berpartisipasi, serta masih ada peserta didik yang belum memperhatikan saat guru menjelaskan materi pelajaran. Padahal dalam kurikulum 2013 diharapkan peserta didik bisa belajar lebih aktif dan mandiri.

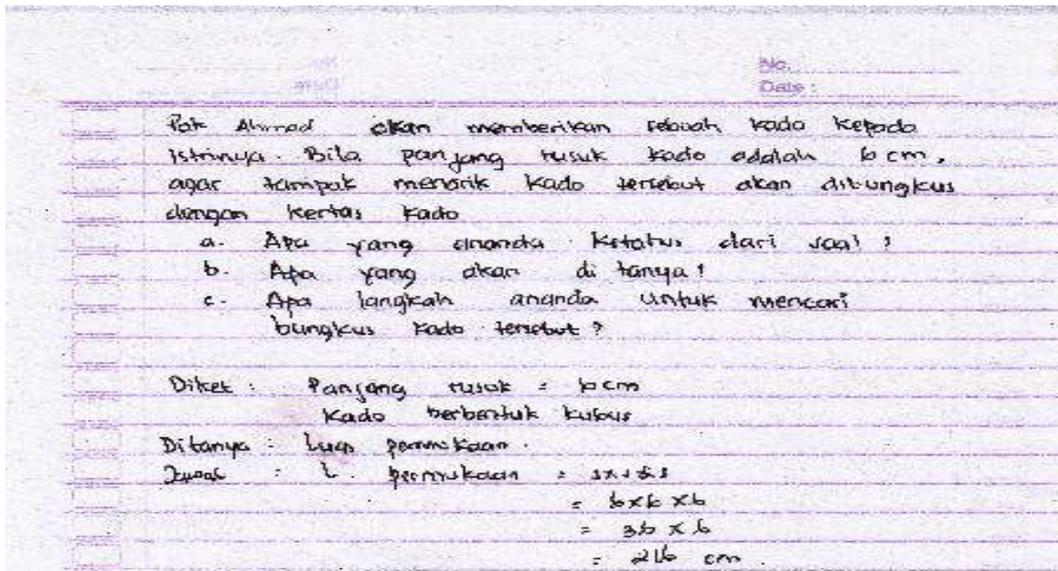
Disamping itu, guru masih menekankan kepada peserta didik dalam menghafal rumus tanpa tahu dari mana datangnya dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Tidak hanya itu, peserta didik masih dibiasakan dengan catatan, contoh soal, latihan dan pada akhir pembelajaran guru memberikan PR (pekerjaan rumah). Ini mengakibatkan peserta didik cepat lupa dan tidak dapat mengaplikasikannya dalam matematika. Hal ini berakibat pada rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebagaimana terlihat dari rendahnya daya serap peserta didik terhadap soal cerita dan pemecahan masalah pada soal ujian nasional matematika SMP.

Rendahnya kemampuan pemecahan masalah juga dibuktikan berdasarkan hasil studi yang dilakukan pada oleh *Trends International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang diselenggarakan oleh *International Association for the Evaluation of Achievement* (IEA) tahun 2011 dimana kemampuan matematika Indonesia menempati peringkat 38 dari 42 negara, dengan pencapaian skor 386 dari skor rata-rata internasional 500. Soal-soal yang dipakai dalam hasil studi ini berhubungan dengan fakta, prosedur, atau konsep dan menggunakannya untuk memecahkan masalah sederhana sampai dengan penalaran yang tinggi. Ini terlihat jelas bahwa pelajar indonesia masih jauh untuk memahami kemampuan memecahkan masalah.

Kondisi ini tidak jauh beda dari hasil studi yang dilakukan oleh *Programme of International Student Assessment* (PISA) yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) atau organisasi untuk kerjasama ekonomi dan pembangunan tahun 2012, Indonesia masih belum mampu menunjukkan prestasi yang cemerlang baik dibidang membaca, sains maupun matematika. Ini terlihat dari peringkat yang diraih Indonesia dimana peringkat 64 dari 65 negara peserta di bidang matematika. "Soal-soal matematika dalam PISA lebih banyak mengukur kemampuan pemecahan masalah, kemampuan penalaran, berargumentasi dan kemampuan koneksi" (Sri dan Rumiati, 2011: 51)[4]

Berdasarkan hasil studi diatas tampak jelas bahwa Indonesia masih rendah dalam kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik. ini juga terlihat dari hasil jawaban dari peserta didik. Jika peserta didik diberikan soal berupa soal pemecahan masalah peserta didik kebanyakan sulit untuk mengerjakan soal tersebut. Hal ini dapat dilihat dari hasil jawaban dari peserta didik untuk soal pemecahan

masalah. Jawaban yang diharapkan dari soal ini adalah peserta didik dapat mencari rumus luas permukaan kado. Berikut dapat dilihat pada gambar 1.



Soal di atas merupakan salah satu contoh soal pemecahan masalah, dari jawaban peserta didik terlihat bahwa peserta didik belum bisa memahami masalah yang ada pada soal. Seperti apa yang diketahui dan apa yang ditanya pada soal. Ini mengakibatkan peserta didik salah dalam mengerjakan jawaban dalam soal. Kebanyakan peserta didik menyelesaikan dengan cara yang sama. Ini juga dikarenakan kurang pemahannya terhadap soal-soal pemecahan masalah dan konsep dalam soal tersebut. Menurut Shadiq, rendahnya kemampuan pemecahan masalah disebabkan oleh proses pembelajaran matematika dikelas kurang meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan kurang terkait langsung dengan kehidupan sehari-hari[5].

Kemampuan pemecahan masalah diharapkan dapat membuat peserta didik tertantang untuk menyelesaikan suatu masalah, maka sikap dan kebiasaan yang diberikan kepada peserta didik ini akan membentuk dan menumbuhkan kesadaran untuk peserta didik berkeinginan dan dedikasi yang kuat pada diri peserta didik untuk belajar matematika dan melaksanakan berbagai kegiatan matematika. Pentingnya kemampuan pemecahan masalah di tegaskan oleh branca dalam shadiq yang mengatakan (1) Kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan umum pengajaran matematika (2) pemecahan masalah merupakan proses inti dan utama dalam kurikulum matematika (3) pemecahan masalah merupakan kemampuan dasar dalam belajar matematika. Jadi jelaslah bahwa pentingnya pemecahan masalah dalam matematika.

Salah satu yang mempengaruhi keberhasilan dalam proses pembelajaran adalah dengan penggunaan perangkat. Perangkat pembelajaran yang kita ketahui seperti silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), bahan ajar (berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), Modul, Buku paket, hand out. Salah satu yang akan kita gunakan adalah RPP dan LKPD. RPP digunakan untuk mendukung proses pembelajaran supaya jalannya tidak menyimpang. Sedangkan LKPD digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran.

RPP merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang penting karena dengan menggunakan RPP guru memiliki pedoman dalam melakukan pembelajaran. Selain itu, RPP disusun dengan tujuan agar pembelajaran yang dilakukan dapat berjalan secara sistematis, efektif, menyenangkan dan dapat membuat peserta didik merasa tertantang dalam mengikuti pembelajaran.

RPP yang digunakan sebagai pedoman pelaksanaan pembelajaran oleh guru seharusnya disusun sendiri oleh guru yang bersangkutan dan benar-benar menjadi pedoman dalam pelaksanaan pembelajaran. Selain itu, RPP yang disusun harus memperhatikan prinsip-prinsip antara lain perbedaan individu peserta didik, mendorong partisipasi aktif peserta didik, berpusat pada peserta didik, dan mengembangkan budaya membaca dan menulis (permendiknas nomor 65 tahun 2013)[6]. Akan tetapi, pada kenyataan hal tersebut masih banyak guru yang mengabaikannya. Oleh karena itu perlu pengembangan RPP sehingga membantu proses pembelajaran berjalan lebih baik.

Dalam kegiatan proses pembelajaran yang dilihat dalam RPP, guru sudah optimal dalam menggunakan berbagai metode dalam proses pembelajaran tetapi guru cenderung masih menggunakan buku paket dalam proses pembelajaran dari pada menggunakan bahan ajar yang dibuat oleh gurunya sendiri. Padahal bahan ajar adalah informasi, alat dan teks yang diperlukan guru untuk perencanaan dan penelaahan informasi pembelajaran. Dimana bahan ajar digunakan agar tercipta suasana yang memungkinkan agar peserta didik dapat belajar. Di sini dapat di lihat bahwa guru jarang mengembangkan perangkat pembelajaran. Kebiasaan guru yang hanya menggunakan buku paket yang ada disediakan oleh sekolah membuat peserta didik susah untuk mengerti apa yang mereka pelajari.

Agar dapat tercipta pembelajaran yang baik, pemilihan materi pembelajaran seharusnya berpijak pada pemahaman bahwa materi pembelajaran tersebut menyediakan aktivitas-aktivitas yang berpusat pada peserta didik. Materi yang menyediakan aktivitas-aktivitas berpusat pada peserta didik dapat dikemas dalam bentuk LKPD. LKPD menyajikan materi secara ringkas dan sistematis, sehingga dapat dengan mudah memberikan informasi-informasi yang di sampaikan. Selain itu, LKPD menyediakan soal yang beragam sehingga dapat meningkatkan pengalaman peserta didik dalam menyelesaikan berbagai persoalan dengan baik

Berdasarkan LKPD yang ada, penyajian materi dalam LKPD bersifat langsung yaitu dengan menuliskan pengertian dari materi beserta contohnya. Dengan penyajian seperti ini peserta didik hanya cenderung melihat, mengamati tanpa ada proses untuk menemukan sesuatu. Tidak ada proses pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari dalam LKPD. Sebagai guru, LKPD sebaiknya dikemas secara kreatif untuk tujuan agar peserta didik dapat lebih aktif dalam penggunaan LKPD yang digunakan. Seharusnya LKPD yang baik dapat membantu peserta didik menemukan suatu konsep, membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan, LKPD berfungsi sebagai penuntun belajar dan juga berfungsi sebagai penguatan (Rochmad, 2011)[7]. Keberadaan LKPD dalam pembelajaran sangat penting dalam membantu meningkatkan keaktifan dan kemandirian peserta didik. sehingga perlu dikembangkan LKPD agar dapat membuat peserta didik merasa tertantang dan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Seiring dengan pengembangan RPP dan LKPD yang harus dilakukan oleh pendidik, pemilihan pendekatan dalam pembelajaran haruslah tepat. Pendekatan ini bisa menciptakan suatu interaksi secara aktif antara peserta didik dan dapat membuat peserta didik dapat belajar secara mandiri. Selain itu, pendekatan pembelajaran yang digunakan harus membuat peserta didik merasa tertantang dalam mengikuti kegiatan belajar. Salah satu pendekatan yang dapat dipilih dan dikembangkan oleh guru adalah pendekatan pemecahan masalah.

Pendekatan pemecahan masalah membuat peserta didik untuk berpikir secara aktif. Moffit dalam Rusman, mengemukakan bahwa “Pemecahan masalah merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu

konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah matematis serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran”. Melalui pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah ini diharapkan peserta didik tidak hanya dapat memahami materi saja tetapi juga menambah keterampilan dalam pemecahan masalah.

Di SMP Negeri 3 Bukittinggi pembelajaran matematika sudah berjalan cukup baik. Hal ini dapat dilihat dari lulusannya yang sebagian besar melanjutkan ke sekolah favorit. Akan tetapi, masih terdapat kekurangan dalam pembelajaran tersebut. Pembelajaran matematika yang dilakukan masih bersumber dengan buku teks dan LKPD yang di jual dipasaran yang bersifat konvensional. Buku teks dan LKPD yang digunakan belum bisa membuat peserta didik lebih aktif dan mandiri pada proses belajar karena materi yang disajikan secara langsung tanpa ada proses peserta didik yang menemukan konsep tersebut. Hal ini mengakibatkan kurangnya kebermaknaan peserta didik dalam belajar.

Berdasarkan hasil analisis peserta didik dan wawancara dengan peserta didik tentang LKPD yang akan digunakan adalah peserta didik jarang mengulang pembelajaran matematika dirumah karena pembelajaran matematika yang sulit dipahami dan peserta didik bingung pemakaian rumus yang akan digunakan dalam suatu soal. Model pembelajaran yang disukai oleh kebanyakan peserta didik adalah dengan pembelajaran kelompok sehingga peserta didik dapat membahas apa yang tidak mereka mengerti. Peserta didik cenderung suka dengan pemakaian LKPD dan LKPD yang diinginkan oleh peserta didik adalah LKPD yang memiliki gambar yang menarik, huruf jelas, materi yang disajikan jelas dan berurutan, ukuran kertas A4, serta soal berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sehingga lebih jelas untuk dimengerti dan dipahami.

Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah ini terbatas yang akan dilaksanakan pada kelas VII SMP pada semester 2. Pemilihan semester 2 dikarenakan materi semester 2 merupakan materi prasyarat di kelas VII. Misalnya pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variable serta aritmatika sosial dijadikan sebagai materi prasyarat guna memahami sebagian besar materi di kelas VII. Penggunaan pendekatan pemecahan masalah ini akan dilaksanakan pada seluruh materi kelas VII semester dua yang meliputi segiempat dan segitiga, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variable serta aritmetika sosial, transformasi, peluang dan statistik. Hal ini karena semua materi pada semester 2 membutuhkan kemampuan pemecahan masalah dan mempunyai hubungan erat dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian diatas, dikembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah kelas VII semester 2 dengan melihat kriteria validitas, praktikalitas dan efektivitas. Efektivitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir yang memuat kemampuan pemecahan masalah. Rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah Bagaimanakah karakteristik perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah yang valid, praktis dan efektif pada pembelajaran matematika untuk siswa SMP kelas VII? Dan tujuan pengembangan ini adalah mendeskripsikan karakteristik perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah yang valid, praktis dan efektif pada pembelajaran matematika untuk siswa SMP kelas VII.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp[8], yang terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Pada makalah ini akan disajikan hasil dari fase investigasi awal.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap analisis kebutuhan untuk melihat kondisi di lapangan yang berkaitan dengan proses pembelajaran matematika di kelas VII SMP. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengumpulkan data berkenaan dengan perencanaan dan pelaksanaan pelaksanaan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah. Setelah dilakukan observasi di sekolah ditemui beberapa hambatan yang di hadapi oleh guru dan siswa dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan observasi di beberapa SMP.

Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan. Analisis kurikulum dilakukan terhadap Kompetensi Inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan materi kelas VII Sekolah Menengah Pertama (SMP). Hasil analisis ini dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran yang menjadi pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis pendekatan pemecahan masalah untuk siswa kelas VII SMP. Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum matematika untuk kelas VII SMP adalah mengenai kesesuaian materi dengan pendekatan pemecahan masalah.

Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis serta mengaitkan satu konsep diperoleh. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Adapun konsep utama pada semester II adalah (1) Persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel dan aritmatika sosial, (2) menemukan konsep persamaan linear satu variabel, (3) Bentuk setara (ekuivalen) persamaan linear satu variabel, (4) Membuat model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear satu variabel (SPLSV), (5) menemukan konsep pertidaksamaan linear satu variabel, (5)Menafsirkan hasil penyelesaian model matematika. dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel (SPLSV). (6) memahami aritmatika sosial.

Analisis siswa dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia dan motivasi terhadap mata pelajaran. Untuk mendapatkan suasana belajar, kondisi dan lingkungan belajar yang baik perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan penggunaan LKPD dalam pembelajaran. LKPD memiliki daya tarik tersendiri, sehingga membuat siswa fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKPD yang berisi pertanyaan mengenai materi.

Pada *prototyping stage* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan pendekatan pemecahan masalah untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas VIII SMP. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation*, hasil revisi dilanjutkan tahap *expert review* dengan lima orang validator. Kemudian melakukan *one to one* oleh tiga orang siswa dilanjutkan *small group* oleh delapan orang siswa. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan (*field test*) pada kelas VII SMP untuk melihat praktikalitas dan

efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, kuis dan tes akhir kemampuan pemecahan masalah.

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan pemecahan masalah yang valid, praktis dan efisien. untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas VII SMP.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Rusman. (2011). Model-model Pembelajaran : Mengembangkan Profesionalisme Guru. Jakarta: Rajawali
- [2] Erman Suherman, dkk. (2003). Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer. Bandung: JICA Universitas Pendidikan Indonesia.
- [3] Abdurrahman, Mulyono. 1998. Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar. Jakarta: Rineka Cipta
- [4] Sri dan Rumiati. 2011. Instrumen Penilaian Hasil Belajar SMP. Penerbit: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan dan Tenaga Kependidikan Matematika
- [9] www.edukasi.kompas.com/read.2012/12/14/09005434/Prestasi.Sains.dan.Matematika.Indonesia.Menurun. (diakses tanggal 22 Mei 2015)
- [5] Shadig, Fajar. 2007. Strategi Permodelan Pada Pemecahan Masalah Matematika. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [6] Kemdikbud. 2013. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses SMP/MTs. Jakarta: Kemdikbud
- [7] Rochmad. 2011. Pengembangan Model Pembelajaran: Mengacu pada Plomp
- [8] Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). 2013. *Educational design research: Illustrative cases*. Enschede, the Netherlands: SLO. (free access at www.international.slo.nl) (diakses tanggal 17 Mei 2015)

ANALISIS PROSES BERPIKIR SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PADA MATERI ARITMETIKA SOSIAL BERDASARKAN TEORI POLYA DI KELAS VII SMP NEGERI 20 SINGKAWANG

Rien Anitra¹

¹Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Singkawang
e-mail: rienanitra@yahoo.com

Abstract: *The research aims to describe the thinking process of junior high school students in solving math problems using Polya steps. This research was a descriptive qualitative research. The subjects of this research were 9 from 26 junior high school students of 20 Singkawang Junior High School, consisting of 3 top group students, 3 middle group students and 3 bottom group students. Data collection used for this research is taken by test instrument and interviewing the research subjects. Research result show: 1) top group students, mostly difficulties in understanding problem, can make plans with good enough, only a small part of students who can solve the problem according to plan, and nobody has look back the complete solution, 2) middle group students, mostly can understanding problem very well, could create a problem-solving plan properly to produce the correct answer, but nobody has look back the complete solution, 3) bottom group students, mostly difficulties in understanding problem, but they are difficult to make plans about the completion so that only a small part that could answer the question correctly, and nobody has look back the complete solution.*

Keywords: *Polya theory, thinking process, social arithmetic.*

1. Pendahuluan

Matematika sebagai suatu ilmu memiliki objek dasar abstrak yang dapat berupa fakta, konsep, operasi, dan prinsip. Dari objek dasar itu berkembang menjadi objek-objek lain, misalnya pola-pola, dan struktur-struktur dalam matematika yang ada dewasa ini. Pola pikir yang digunakan dalam matematika itu adalah deduktif.

Matematika sebagai ilmu dasar begitu cepat mengalami perkembangan, hal itu terbukti dengan makin banyaknya kegiatan yang berkaitan dengan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Disamping itu, matematika juga sangat diperlukan siswa dalam mempelajari dan memahami mata pelajaran lain. Sebagaimana yang diungkapkan Hudojo, 1988: 20 (dalam Leny Farida:13) bahwa, "Dalam perkembangan modern, matematika memegang peranan penting karena dengan bantuan matematika semua ilmu pengetahuan sempurna". Akan tetapi, pada kenyataannya banyak siswa merasa takut, enggan dan kurang tertarik terhadap mata pelajaran matematika. Banyak siswa yang kurang tertantang untuk mempelajari dan menyelesaikan soal-soal matematika.

Selain itu, siswa juga kurang mengenali lambang-lambang, konsep, prinsip dan bagaimana menggunakan prinsip atau rumus yang ada. Dalam hal ini, ketika diberikan sebuah soal siswa belum bisa memahami soal secara menyeluruh. Ia tidak tahu apa yang diketahui, apa yang dicari, rumus atau teorema yang dapat digunakan dan cara menyelesaikannya. Hal-hal tersebut menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penyebab lainnya menurut Tjipto Utomo dan Kees Ruijhter, 1994: 86 (dalam Leny Farida: 14) yaitu:

- a. Siswa kurang menganalisa soal yang dihadapinya
 - 1) Mereka tidak mengetahui apa yang diketahui.
 - 2) Mereka tidak membaca soal secara seksama.
 - 3) Mereka terlalu cepat memulai perhitungan.
 - 4) Mereka tidak mengetahui apa yang sebenarnya terjadi.
- b. Siswa tidak merencanakan jalan penyelesaian
 - 1) Mereka tidak mulai dengan yang ditanyakan.
 - 2) Mereka tidak mengetahui persamaan yang terpenting.
 - 3) Mereka tidak menghubungkan teori umum dengan soal khusus yang dihadapinya.
- c. Siswa tidak menyelesaikan soal-soal secara terperinci
 - 1) Mereka mengabaikan satuan-satuan yang dihadapinya.
 - 2) Perhitungan mereka dimulai terlalu dini.
- d. Siswa tidak menilai lagi kebenaran perhitungannya
 - 1) Mereka tidak memeriksa lagi apakah jawaban-jawaban itu benar, realistis, dan sesuai dengan yang ditanya.

Menurut Polya (1985) dalam bukunya *How To Solve It*, ada empat langkah fase penyelesaian masalah, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menyelesaikan masalah dan melakukan pengecekan kembali semua langkah yang telah dikerjakan.

Dari hasil observasi di kelas VIID SMP Negeri 20 Singkawang, diperoleh informasi dari guru yang mengajar matematika di kelas tersebut bahwa ketika menyelesaikan soal siswa merasa kesulitan, mereka kurang bisa menyimpulkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut. Bahkan saat dibimbing dalam mengerjakan latihan soal di kelas untuk menyelesaikan soal, siswa telah diminta untuk menganalisis soal dengan membaca soal secara seksama, menulis apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Tapi, kemampuan siswa untuk memaknai apa yang diketahui atau yang ditanyakan masih kurang. Sehingga berdampak pada nilai rata-rata ulangan yang diperoleh siswa tidak mencapai ketuntasan minimal (KKM). Dari fakta tersebut, diduga cara siswa menyelesaikan soal masih kurang tepat sehingga menyebabkan nilai matematika siswa belum mampu mencapai ketuntasan minimal (KKM).

Aritmetika sosial adalah salah satu materi yang diajarkan pada kelas VII di SMPN 20 Singkawang yang masih belum mencapai KKM yang telah ditetapkan sekolah. Aritmetika sosial termasuk materi yang mudah untuk dipahami karena berhubungan dengan kegiatan sosial perdagangan yang tidak asing bagi siswa. Namun kenyataannya, masih banyak siswa yang kurang memahami materi aritmetika sosial. Dilihat dari hasil persentase penguasaan materi soal matematika ujian nasional SMP/MTs tahun pelajaran 2009/2010 khususnya untuk materi aritmetika sosial dengan kemampuan yang diujikan sebagai berikut:

- a. Menentukan persentase untung atau rugi bila diketahui unsur-unsurnya, persentase penguasaan materi yang diperoleh adalah 56,67% pada tingkat kota dan 82,63% pada tingkat nasional.
- b. Menyelesaikan soal cerita yang berkaitan dengan pinjaman dan bunga, persentase penguasaan materi yang diperoleh adalah 46,78% pada tingkat kota dan 66,98% pada tingkat nasional (Depdikbud: 2010).

Berdasarkan kejelasan latar belakang tersebut, untuk mengungkapkan proses berpikir siswa dalam menyelesaikan soal di kelas VII SMP Negeri 20 Singkawang pada materi aritmetika sosial maka penulis mencoba untuk melakukan penelitian tentang:

2. Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2006: 3) metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kualitatif, dengan bentuk penelitian studi kasus. Metode deskriptif adalah prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan/melukiskan keadaan subjek/objek penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat, dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak, atau sebagaimana adanya (Hadari Nawawi, 2007 : 67). Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah (Sugiyono, 2006 : 15).

Menurut Subana dan Sudrajat (2009 : 17) penelitian deskriptif kualitatif adalah data yang dianalisis tidak untuk menerima atau menolak (jika ada), melainkan hasil analisis itu berupa deskripsi dari gejala-gejala yang diamati, yang tidak selalu harus berbentuk angka-angka atau koefisien antar variabel. Dengan metode tersebut, penelitian ini bermaksud untuk mendeskripsikan proses berfikir siswa dalam menyelesaikan soal pada materi aritmetika sosial berdasarkan teori Polya.

a. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 20 Singkawang yang terdiri dari 1 kelas (sebanyak 26 orang siswa, 10 siswa laki-laki, 16 siswa perempuan).

b. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah cara-cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data (Riduwan, 2009: 51). Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik komunikasi tak langsung, diperoleh dengan memberikan soal tentang materi aritmetika sosial dan teknik komunikasi langsung, diperoleh dengan melakukan wawancara. Wawancara adalah suatu tanya jawab secara tatap muka yang dilaksanakan oleh pewawancara dengan orang yang diwawancarai untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan (Sandjaja, 2006: 145). Wawancara yang dilakukan merupakan wawancara tidak terstruktur, yaitu wawancara yang memuat garis besar yang akan ditanyakan (Arikunto, 2006: 227).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah: a) memeriksa hasil pekerjaan siswa, pemeriksaan hasil jawaban siswa langsung dikelompokkan berdasarkan kemampuan matematika siswa yaitu kelompok siswa berkemampuan atas, menengah, dan bawah; b) menetapkan subjek yang akan diwawancarai, siswa yang akan diwawancarai diambil berdasarkan kemampuan matematika siswa di kelas, yaitu berdasarkan informasi nilai mata pelajaran matematika dari guru yang mengajar di kelas tersebut sehingga diketahui kelompok siswa yang berkemampuan atas, menengah, dan bawah; c) penyajian data, mendeskripsikan proses berfikir siswa dalam menyelesaikan soal aritmetika sosial berdasarkan teori Polya dari tiap butir soal yang diperoleh dari hasil tes tertulis dan wawancara; d) menarik kesimpulan/verifikasi, berdasarkan penyajian data tersebut, selanjutnya dilakukan penarikan kesimpulan tentang proses

berpikir subyek menurut teori Polya yang mempengaruhi subyek dalam menyelesaikan soal aritmetika sosial.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengumpulan data, diperoleh data hasil tes tertulis siswa yaitu data hasil jawaban siswa dalam menyelesaikan soal pada materi aritmetika sosial yang berbentuk esai. Hasil tes tertulis pada lembar kerja siswa ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui proses berpikir siswa dalam menyelesaikan soal pada materi aritmetika sosial. Berdasarkan hasil nilai rapot untuk mata pelajaran matematika, siswa dibagi menjadi tiga kelompok yaitu siswa berkemampuan atas, siswa berkemampuan menengah, dan siswa berkemampuan bawah. Dari tiga kelompok tersebut, dipilih masing-masing tiga orang siswa mewakili kelompoknya dilihat dari variasi jawaban tes tertulis pada lembar kerja siswa.

Berdasarkan hasil tes tertulis dan wawancara yang dilakukan oleh peneliti, pada umumnya siswa melakukan penyelesaian soal tidak seperti langkah-langkah penyelesaian soal menurut teori Polya. Setelah menuliskan langkah memahami masalah, siswa akan langsung menuliskan penyelesaian masalah tanpa menuliskan lagi penyusunan rencana penyelesaian. Kemudian ketika sudah memperoleh jawaban yang benar siswa tidak memeriksa kembali hasil jawaban tersebut. Ketika diwawancara siswa mengatakan bahwa guru matematika yang mengajar di kelas VIID hanya mengajarkan cara penyelesaian yang seperti itu.

Wawancara dilakukan pada 9 orang siswa dengan jumlah satu kali pertemuan pada setiap siswa. Wawancara dilakukan di ruang perpustakaan agar diperoleh suasana yang tenang. Pada wawancara yang telah dilakukan, peneliti mencoba mengungkapkan proses berpikir siswa dalam menyelesaikan soal pada materi aritmetika sosial yang tidak terlihat saat mengerjakan tes tertulis. Dalam hal ini, peneliti menduga adanya pemahaman yang dimiliki siswa yang tidak bisa terungkap dalam tes tertulis, namun terlihat saat diwawancarai.

Dari hasil tes tertulis dan wawancara 3 orang siswa berkemampuan atas dideskripsikan sebagai berikut:

Pada hasil lembar kerja subjek 1 untuk soal nomor 1, dapat dilihat dari tabel bahwa subjek sudah memahami masalah karena dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan secara benar. Langkah penyusunan rencana tidak ditulis pada lembar jawaban, tetapi ketika diwawancarai subjek mengatakan bahwa rumus yang akan digunakan tidak perlu dituliskan lagi sehingga langsung saja digunakan dalam perhitungan untuk menyelesaikan masalah pada soal. Karena sudah yakin jawabannya benar subjek mengatakan tidak perlu lagi memeriksa jawabannya kembali.

Pada soal nomor 2, subjek sudah memahami masalah karena dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan secara benar. Langkah penyusunan rencana tidak ditulis pada lembar jawaban, tetapi ketika diwawancarai subjek mengatakan bahwa rumus yang akan digunakan tidak perlu dituliskan lagi sehingga langsung saja digunakan dalam perhitungan untuk menyelesaikan masalah pada soal. Pada langkah penyelesaian, subjek tidak dapat menyelesaikan semua perhitungannya sehingga ada satu pertanyaan yang tidak dijawab dan ketika diwawancarai subjek mengatakan tidak tahu cara menghitung perkalian yang ada persennya. Karena sudah yakin jawabannya benar subjek mengatakan tidak perlu memeriksa jawabannya kembali.

Pada soal nomor 3, subjek sudah memahami masalah karena dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan secara benar. Langkah penyusunan rencana tidak

ditulis pada lembar jawaban, dan ketika diwawancarai subjek tidak tahu rumus apa yang akan digunakan sehingga tidak dapat menjawab pertanyaan pada soal.

Pada soal nomor 4, subjek masih belum memahami soal karena subjek tidak mengetahui apa saja yang ditanyakan dalam soal sehingga hanya satu masalah dalam soal yang dibuat perhitungannya dan tidak juga menghasilkan jawaban yang benar, karena subjek mengatakan tidak memahami cara menghitung perkalian yang berhubungan dengan persentase.

Pada soal nomor 5, subjek tidak ada menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan, penyusunan rencana, dan perhitungan. Hanya menuliskan jawaban langsung yang salah. Ketika diwawancarai subjek mengatakan tidak memahami masalah dalam soal sehingga tidak bisa menyelesaikannya.

Untuk subjek 2 pada soal nomor 1 dan 2, subjek belum memahami masalah karena tidak tahu apa saja yang diketahui dalam soal tetapi tahu apa saja yang ditanyakan. Ketika diwawancarai subjek mengatakan tahu apa saja yang ditanyakan karena sudah dibagi-bagi pada soal sehingga bisa langsung tahu. Karena tidak memahami masalah, jawaban yang dihasilkan salah dan tidak ada perhitungan yang dituliskan.

Pada soal nomor 3, subjek tidak memahami masalah karena tidak tahu apa saja yang diketahui dan ditanyakan sehingga tidak dapat melakukan langkah selanjutnya.

Pada soal nomor 4, subjek tidak menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan, serta penyusunan rencana penyelesaiannya. Ketika diwawancarai subjek mengatakan sudah paham dengan masalah pada soal sehingga langsung menuliskan perhitungan pada lembar kerjanya dan jawabannya benar. Dan karena sudah yakin jawabannya benar, jadi subjek mengatakan tidak perlu lagi melakukan pemeriksaan kembali.

Pada soal nomor 5, subjek tidak menuliskan semua apa saja yang diketahui dan ditanyakan, tetapi ketika diwawancara subjek bisa menyebutkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan sehingga dapat disimpulkan subjek memahami masalah pada soal. Penyusunan rencana penyelesaian juga tidak dituliskan dan subjek langsung melakukan perhitungan yang diperlukan. Jawaban yang dihasilkan benar, tetapi tidak ada pengecekan kembali karena subjek sudah yakin jawabannya benar.

Untuk subjek 3 pada soal nomor 1, apa saja yang diketahui tidak ditulis dengan lengkap, tetapi apa saja yang ditanyakan ditulis lengkap. Ketika diwawancarai subjek kelihatan memahami soal karena bisa menyebutkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan serta rumus-rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal. Namun, pada langkah pelaksanaan rencana hanya pertanyaan pertama yang dapat dijawab dengan benar, dan dua pertanyaan selanjutnya salah dalam perhitungan. Karena subjek sudah yakin jawabannya benar, jadi tidak melakukan pengecekan kembali sehingga subjek tidak menyadari telah keliru dalam perhitungannya.

Pada soal nomor 2, subjek terlihat memahami masalah pada soal karena menuliskan semua apa saja yang diketahui dan ditanyakan. Tidak dituliskan penyusunan rencana karena ketika wawancara subjek mengatakan tidak tahu rumus apa saja yang akan digunakan. Dari empat pertanyaan yang ada pada soal, hanya pertanyaan pertama yang bisa dijawab dengan benar dan tidak ada pengecekan kembali.

Pada soal nomor 3, subjek kurang memahami masalah pada soal karena tidak menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan. Ketika wawancara juga tidak bisa menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan. Subjek hanya mengetahui satu rumus yang akan digunakan dalam penyelesaian, sehingga pada langkah pelaksanaan rencana penyelesaian tidak diperoleh jawaban yang benar dan tidak ada pengecekan kembali.

Pada soal nomor 4, subjek belum memahami masalah pada soal karena apa yang ditanyakan tidak semuanya ditulis dan ketika diwawancarai subjek mengatakan kurang teliti ketika membaca soal sehingga hanya satu pertanyaan yang ditulis. Rencana penyelesaian masalah pada soal tidak perlu ditulis karena menurut subjek bisa langsung dilakukan perhitungan tanpa menuliskan rumusnya, yang penting sudah tahu. Jawaban yang diperoleh dari hasil perhitungan yang dilakukan belum benar karena subjek mengatakan tidak paham mengitung perkalian yang berbentuk pecahan. Tidak ada pengecekan kembali.

Pada soal nomor 5 subjek tidak ada menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan, penyusunan rencana, perhitungan, dan jawaban. Ketika diwawancarai subjek mengatakan tidak memahami masalah dalam soal sehingga tidak bisa menyelesaikannya.

Dari hasil tes tertulis dan wawancara 3 orang siswa berkemampuan menengah dideskripsikan sebagai berikut:

Pada hasil lembar kerja subjek 4 untuk soal nomor 1, dapat dilihat dari tabel bahwa subjek tidak menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan. Tetapi ketika diwawancarai subjek bisa menyebutkannya sehingga disimpulkan subjek memahami masalah. Penyusunan rencana tidak dituliskan tetapi perhitungan yang dilakukan semuanya menghasilkan jawaban yang benar. Karena sudah yakin benar, subjek merasa tidak perlu melakukan pengecekan kembali.

Pada soal nomor 2, 3, dan 4 subjek sudah memahami masalah karena dapat dilihat dari lembar kerjanya dapat menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan dengan benar. Walaupun penyusunan rencana tidak ditulis, subjek sudah tahu rumus-rumus yang akan digunakan untuk penyelesaian (ditanyakan ketika wawancara). Pada perhitungan yang dilakukan semuanya menghasilkan jawaban yang benar. Karena sudah yakin benar subjek merasa tidak perlu melakukan pengecekan kembali.

Pada soal nomor 5, subjek belum memahami masalah karena pada lembar kerja dan ketika diwawancara subjek tidak tahu semua yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Sehingga penyusunan rencana yang ditulis salah dan jawaban yang diperoleh juga salah. Karena merasa sudah benar, subjek tidak melakukan pengecekan kembali sehingga tidak tahu jawabannya salah.

Untuk subjek 5 pada soal nomor 1, subjek tidak menuliskan semua yang diketahui pada soal, tetapi apa saja yang ditanyakan pada soal dituliskan semuanya. Ketika diwawancarai subjek dapat menyebutkan semua yang diketahui dan ditanyakan pada soal sehingga disimpulkan subjek memahami masalah. Namun subjek tidak menuliskan rencana rumus-rumus yang akan digunakan karena ingin langsung digunakan dalam perhitungan. Dalam pelaksanaan rencana subjek menjawab 2 pertanyaan dengan benar, tetapi pada pertanyaan ketiga jawabannya salah. Ini terjadi karena subjek merasa yakin bahwa jawabannya sudah benar sehingga tidak perlu melakukan pengecekan kembali sehingga subjek tidak tahu telah melakukan salah perhitungan.

Pada soal nomor 2, 3, 4, dan 5 subjek tidak menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan. Tetapi ketika diwawancara subjek bisa menyebutkannya sehingga disimpulkan subjek memahami masalah. Penyusunan rencana tidak dituliskan tetapi perhitungan yang dilakukan semuanya menghasilkan jawaban yang benar. Karena sudah yakin benar, subjek merasa tidak perlu melakukan pengecekan kembali.

Untuk subjek 6 pada soal nomor 1, subjek belum memahami masalah pada soal karena hanya menuliskan apa yang diketahui secara lengkap, sedangkan apa yang ditanyakan pada soal tidak dituliskan secara benar. Ketika diwawancarai subjek

memang tidak paham apa saja yang ditanyakan pada soal. Karena tidak memahami masalah, jadi subjek tidak bisa menyusun rencana penyelesaian dengan baik sehingga jawaban yang benar hanya satu pertanyaan pertama. Sedangkan pertanyaan selanjutnya menghasilkan jawaban yang salah karena tidak ada pengecekan kembali apakah jawabannya sudah benar atau belum.

Pada soal nomor 2, subjek belum memahami masalah pada soal karena tidak menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan. Ketika diwawancarai subjek mengatakan tidak memahami maksud dari soal yang diberikan. Penyusunan rencana penyelesaian juga tidak dituliskan sehingga jawaban yang diperoleh belum benar. Tidak ada pengecekan kembali karena subjek tidak paham.

Pada soal nomor 3, subjek tidak memahami masalah karena hanya benar menuliskan apa yang diketahui, sedangkan apa saja yang ditanyakan subjek tidak paham. Ketika diwawancara subjek hanya tahu menyebutkan rumus yang akan digunakan untuk menghitung harga jual buku 1 lusinnya, namun subjek tidak tahu menghitung rugi atau untung dari penjualan sehingga jawabannya salah. Subjek tidak melakukan pengecekan kembali karena sudah yakin jawabannya benar sehingga subjek tidak tahu bahwa masih ada masalah dalam soal yang belum diselesaikan.

Pada soal nomor 4, subjek tidak menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan, tetapi ketika diwawancara subjek tahu menyebutkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan sehingga dapat dilihat subjek memahami masalah. Di lembar kerja subjek dituliskan satu dari dua rumus yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal, tetapi ketika diwawancarai subjek tahu rumus lain yang tidak dituliskannya. Pada langkah pelaksanaan rencana subjek menghasilkan jawaban yang benar, walaupun tidak melakukan pengecekan kembali karena sudah yakin jawabannya benar.

Pada soal nomor 5, subjek tidak memahami masalah karena terlihat pada lembar kerja dan ketika diwawancara subjek tidak tahu apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Sehingga tidak ada langkah penyelesaian selanjutnya.

Dari hasil tes tertulis dan wawancara 3 orang siswa berkemampuan bawah dideskripsikan sebagai berikut:

Pada hasil lembar kerja subjek 7 untuk soal nomor 1, dapat dilihat dari tabel bahwa subjek kurang memahami masalah pada soal karena pada lembar kerja dan ketika diwawancarai subjek kurang tahu apa saja yang diketahui tetapi tahu apa saja yang ditanyakan pada soal. Pada langkah menyusun rencana subjek menuliskan rumus yang salah sehingga pada perhitungan hanya menghasilkan satu jawaban yang benar dari tiga pertanyaan yang ada pada soal. subjek tidak melakukan pengecekan kembali karena tidak paham cara memeriksa jawaban.

Pada soal nomor 2 dan 3, subjek belum memahami masalah karena pada lembar kerja dan ketika diwawancara tidak tahu apa saja yang diketahui tetapi hanya tahu apa saja yang ditanyakan pada soal. Subjek juga tidak tahu rumus apa saja yang akan digunakan untuk menyusun rencana penyelesaian sehingga tidak ada jawaban benar yang diperoleh dari hasil perhitungan. Tidak ada pengecekan kembali karena subjek tidak paham cara memeriksa jawaban.

Pada soal nomor 4, subjek tidak menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan. Tetapi ketika diwawancarai subjek terlihat memahami masalah karena tahu apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Pada lembar kerja subjek menuliskan rencana penyelesaian dengan benar dan hasil jawaban juga benar. Subjek tidak melakukan pengecekan kembali karena sudah yakin jawabannya benar.

Pada soal nomor 5, subjek tidak memahami masalah karena terlihat pada lembar kerja dan ketika diwawancara subjek tidak tahu apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal sehingga tidak ada langkah penyelesaian selanjutnya.

Untuk subjek 8 pada soal nomor 1, subjek terlihat memahami masalah pada soal karena menuliskan semua apa saja yang diketahui dan ditanyakan. Tidak dituliskan penyusunan rencana karena ketika wawancara subjek mengatakan tidak tahu rumus apa saja yang akan digunakan. Dari tiga pertanyaan yang ada pada soal, hanya pertanyaan pertama yang bisa dijawab dengan benar dan tidak ada pengecekan kembali.

Pada soal nomor 2, subjek belum memahami masalah pada soal karena tidak menuliskan semua yang diketahui dan ditanyakan. Ketika diwawancarai subjek mengatakan tidak memahami maksud dari soal yang diberikan. Penyusunan rencana penyelesaian juga tidak dituliskan sehingga jawaban yang diperoleh belum benar. Tidak ada pengecekan kembali karena subjek tidak paham.

Pada soal nomor 3, 4, dan 5 pada lembar jawaban dan ketika diwawancara subjek memahami soal karena tahu apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Hanya saja subjek tidak tahu menyusun rencana penyelesaian karena tidak tahu rumus apa saja yang harus digunakan dan urutan langkah menyelesaikan soal tersebut. Sehingga diperoleh jawaban yang salah. Tidak ada pengecekan kembali karena subjek tidak paham cara memeriksa jawaban.

Untuk subjek 9 pada soal nomor 1, subjek terlihat memahami masalah pada soal karena menuliskan semua apa saja yang diketahui dan ditanyakan. Tidak dituliskan penyusunan rencana karena ketika wawancara subjek mengatakan tidak tahu rumus apa saja yang akan digunakan. Dari tiga pertanyaan yang ada pada soal, hanya pertanyaan pertama yang bisa dijawab dengan benar dan tidak ada pengecekan kembali.

Pada soal nomor 2 dan 3, subjek kurang memahami masalah karena dari lembar kerja dan wawancara subjek tidak mengetahui apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Subjek juga tidak tahu cara menyusun rencana penyelesaian sehingga jawaban yang benar hanya satu dan subjek tidak melakukan pengecekan kembali karena tidak paham cara memeriksa jawaban.

Pada soal nomor 4 dan 5 subjek tidak menuliskan apa saja yang diketahui dan ditanyakan, serta penyusunan rencana penyelesaiannya. Ketika diwawancarai subjek mengatakan sudah paham dengan masalah pada soal sehingga langsung menuliskan perhitungan pada lembar kerjanya dan jawabannya benar. Karena sudah yakin jawabannya benar sehingga subjek mengatakan tidak perlu memeriksa kembali.

Berdasarkan tabel 2.4 dan tabel 2.5 yaitu rekapitulasi data hasil tes tertulis dan wawancara siswa untuk keempat langkah Polya dari 5 soal yang diberikan kepada siswa adalah sebagai berikut:

a. Memahami masalah

Untuk 3 subjek pada kelompok atas dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa yang sudah memahami masalah yaitu 1 subjek untuk soal nomor 1 dan 3, 2 subjek untuk soal nomor 2, dan untuk soal nomor 4 dan 5 tidak ada subjek yang memahami masalah. Sedangkan dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang sudah memahami masalah yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1 dan 2, 1 subjek untuk soal nomor 3, 4, dan 5.

Untuk 3 subjek pada kelompok menengah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa yang sudah memahami masalah yaitu 1 subjek untuk soal nomor 2, 3, dan 4, sedangkan untuk soal nomor 1 dan 5 tidak ada subjek yang memahami masalah. Kemudian dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang sudah memahami

masalah yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1, 2, dan 3, 1 subjek untuk soal nomor 5, dan untuk soal nomor 4 ketiga subjek sudah memahami masalah.

Untuk 3 subjek pada kelompok bawah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa yang sudah memahami masalah yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1, 1 subjek untuk soal nomor 3, 4, dan 5, sedangkan untuk soal nomor 2 tidak ada subjek yang memahami masalah. Kemudian dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang sudah memahami masalah yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1 dan 5, 1 subjek untuk soal nomor 3, 3 subjek untuk soal nomor 4, dan tidak ada subjek yang memahami masalah untuk soal nomor 2.

Berdasarkan rekapitulasi data tersebut, terlihat bahwa subjek pada kelompok bawah sebagian besar mudah dalam memahami masalah. Untuk subjek pada kelompok menengah sebagian besar lebih mudah memahami masalah. Sedangkan untuk subjek pada kelompok atas sebagian besar kesulitan dalam memahami masalah pada soal-soal yang diberikan terutama untuk soal nomor 2.

b. Menyusun rencana penyelesaian

Untuk 3 subjek pada kelompok atas dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa tidak ada satu pun siswa yang menyusun rencana penyelesaian. Kemudian dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang bisa menyusun rencana penyelesaian yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1, 1 subjek untuk soal nomor 2, 4, dan 5. Sedangkan untuk soal nomor 3 tidak ada subjek yang bisa menyusun rencana penyelesaian.

Untuk 3 subjek pada kelompok menengah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa tidak ada satu pun siswa yang menyusun rencana penyelesaian. Kemudian dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang bisa menyusun rencana penyelesaian yaitu 2 subjek untuk soal nomor 1, 2, dan 3, 1 subjek untuk soal nomor 5, dan 3 subjek untuk soal nomor 4.

Untuk 3 subjek pada kelompok bawah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis siswa yang bisa menyusun rencana penyelesaian yaitu 1 subjek untuk soal nomor 4, sedangkan untuk soal nomor 1, 2, dan 5 tidak ada subjek yang menyusun rencana penyelesaian. Kemudian dilihat dari rekapitulasi data hasil wawancara siswa yang bisa menyusun rencana penyelesaian yaitu 2 subjek untuk soal nomor 4, 1 subjek untuk soal nomor 5. Sedangkan untuk soal nomor 1, 2 dan 3 tidak ada subjek yang bisa menyusun rencana penyelesaian.

Berdasarkan rekapitulasi data tersebut, terlihat bahwa subjek pada kelompok atas sebagian besar mudah dalam menyusun rencana penyelesaian. Untuk subjek pada kelompok menengah sebagian besar lebih mudah menyusun rencana penyelesaian. Sedangkan untuk subjek pada kelompok bawah sebagian besar kesulitan dalam menyusun rencana penyelesaian.

c. Penyelesaian masalah

Untuk 3 subjek pada kelompok atas dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis dan wawancara siswa yang bisa melakukan penyelesaian masalah yaitu 1 subjek untuk soal nomor 1, 4, dan 5. Sedangkan untuk soal nomor 2 dan 3 tidak ada subjek yang bisa melakukan penyelesaian masalah.

Untuk 3 subjek pada kelompok menengah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis dan wawancara siswa yang bisa melakukan penyelesaian masalah yaitu 1 subjek untuk soal nomor 1 dan 5, 2 subjek untuk soal nomor 2 dan 3. Sedangkan untuk soal nomor 4 tidak ada subjek yang bisa melakukan penyelesaian masalah.

Untuk 3 subjek pada kelompok bawah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis dan wawancara siswa yang bisa melakukan penyelesaian masalah yaitu 1 subjek untuk soal nomor 5 dan 2 subjek untuk soal nomor 4. Sedangkan untuk soal nomor 1, 2, dan 3 tidak ada subjek yang bisa melakukan penyelesaian masalah.

Berdasarkan rekapitulasi data tersebut, terlihat bahwa subjek pada kelompok atas sebagian besar mudah dalam melakukan penyelesaian masalah. Untuk subjek pada kelompok menengah sebagian besar lebih mudah melakukan penyelesaian masalah. Sedangkan untuk subjek pada kelompok bawah sebagian besar kesulitan dalam melakukan penyelesaian masalah.

d. Memeriksa kembali

Untuk 3 subjek pada kelompok atas, menengah, dan bawah dilihat dari rekapitulasi data hasil tes tertulis dan wawancara siswa tidak ada satu subjek pun yang memeriksa jawabannya kembali.

Dengan demikian proses berpikir siswa dalam menyelesaikan soal aritmetika sosial berdasarkan teori Polya untuk subjek pada kelompok atas, kelompok menengah, dan kelompok bawah dapat dipaparkan yaitu siswa yang sudah menguasai materi aritmetika sosial, bisa dengan mudah melakukan langkah pertama yaitu memahami masalah dengan menentukan apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Namun, siswa yang tidak memahami masalah mengalami kesulitan untuk menentukan apa saja yang diketahui dan ditanyakan pada soal sehingga sulit untuk melanjutkan ke langkah selanjutnya.

Siswa yang sudah benar melakukan langkah pertama, ada yang bisa melakukan langkah kedua yaitu menyusun rencana, baik ditulis pada lembar kerja atau pun tidak ditulis. Menyusun rencana penyelesaian yaitu dengan menentukan rumus-rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. Untuk siswa yang tidak bisa menentukan rumus-rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah, tidak bisa melanjutkan ke langkah selanjutnya.

Siswa yang telah berhasil merinci langkah kedua dengan lengkap dapat melakukan langkah ketiga dengan melakukan perhitungan yang diperlukan sesuai rencana yang telah dibuat. Hanya saja, tidak semua siswa menghasilkan jawaban yang benar karena ada siswa tertentu yang salah dalam perhitungan karena kurangnya ketelitian sehingga jawabannya salah.

Siswa yang menjadi subjek penelitian tidak ada satu orang pun yang melakukan langkah ke empat karena pada umumnya siswa hanya terbiasa menyelesaikan soal sampai langkah ketiga. Menurut mereka, memeriksa jawaban kembali tidak terlalu penting untuk dilakukan karena mereka sudah yakin jawabannya benar. Ada juga siswa yang tidak melakukan langkah ke empat ini karena tidak paham cara memeriksa kembali jawaban yang sudah diperoleh.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan diperoleh simpulan sebagai berikut:

- a. Kelompok siswa bekemampuan atas untuk langkah Polya yang pertama, yaitu memahami masalah sebagian besar mengalami kesulitan. Untuk langkah kedua, yaitu menyusun rencana penyelesaian subjek dapat melakukannya dengan cukup baik. Pada langkah ketiga, yaitu melakukan penyelesaian subjek kurang bisa

melakukannya dengan baik sehingga hanya sebagian kecil subjek yang bisa menjawab pertanyaan pada soal dengan benar. Kemudian untuk langkah keempat subjek tidak ada yang memeriksa jawabannya kembali.

- b. Kelompok siswa berkemampuan menengah untuk langkah Polya yang pertama sebagian besar subjek bisa memahami masalah dengan sangat baik. Kemudian untuk langkah menyusun rencana penyelesaian subjek juga sebagian besar sudah bisa menyusun rencana penyelesaian dengan benar sehingga pada langkah ketiga yaitu melakukan penyelesaian subjek bisa dengan mudah memperoleh jawaban yang benar. Namun subjek tidak ada yang melakukan langkah keempat, yaitu memeriksa jawaban kembali.
- a. Kelompok siswa berkemampuan bawah untuk langkah Polya yang pertama sebagian besar bisa memahami masalah dengan baik. Namun sebagian besar subjek mengalami kesulitan pada langkah kedua, yaitu menyusun rencana penyelesaian. Oleh sebab itu, subjek kurang bisa melakukan penyelesaian dengan baik sehingga hanya sebagian kecil subjek yang menjawab pertanyaan soal dengan benar. Kemudian untuk langkah keempat subjek tidak ada yang memeriksa jawabannya kembali.

Daftar Pustaka

- [1] Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [2] Farida, Leny. 2009. “Penerapan Penyelesaian Soal Secara Sistematis (PS3) Dengan Menggunakan Metode Ekspositori Pada Pokok Bahasan Lingkaran Di Kelas VIII SMP Rakyat Pancur Batu Tahun Ajaran 2008/2009”. (Online) <http://www.scribd.com/doc/17826828/skripsi-Pendidikan-Matematika>. Diakses Tanggal 2 Juli 2011.
- [3] Nawawi, Hadari. 2007. *Metode Penelitian Bidang Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [4] Riduwan. 2009. *Dasar-Dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta.
- [5] Sandjaja. 2006. *Panduan Penelitian*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- [6] Subana dan Sudrajat. 2009. *Dasar-Dasar Penelitian Ilmiah*. Bandung: Pustaka Setia.
- [7] Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENTIFIC* DI KELAS VII SMP

Mayang Intan Suri¹

Program Studi Magister Pendidikan Matematika
e-mail: mayang_intansuri@yahoo.co.id

Abstract: Difficulties of learning math were caused by the students who considered that many formulas must be memorized. Memorized formulas were not guarantee the students can understand the material had been studied. Even by memorizing will make students become passive and unskilled of thought. One of the pattern of learning to make the students more active and skilled in obtaining a math concept with no memorize and recall a set of fact, but by finding its own principles and procedures is discovery learning which implemented on scientific approach. This type of this research is research development by using development pattern plomp that consist of Phase of preliminary investigation carried out a need analysis, curriculum analysis and analysis of issues which related with math concept. The development phase is to design lesson plans and worksheets based on discovery learning on implementation scientific approach, and then do its own evaluation and validation by experts. Assessment phase is to test the practicalities and effectiveness limitedly.

Kata Kunci: Discovery Learning, Lesson Equipments, scientific approach

1. Pendahuluan

Matematika merupakan ilmu universal yang berguna bagi kehidupan manusia dan juga mendasari perkembangan teknologi modern, serta mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin ilmu dan memajukan daya pikir manusia. Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini dilandasi oleh perkembangan matematika di bidang teori bilangan, aljabar, analisis, teori peluang dan matematika diskrit. Untuk menguasai dan menciptakan teknologi di masa depan, diperlukan penguasaan dan pemahaman atas matematika yang kuat sejak dini. Matematika adalah salah satu mata pelajaran yang berfungsi melatih agar siswa dapat berpikir logis, kritis, praktis, dan bersikap positif, serta berjiwa kreatif [1]. Matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari sekolah dasar, untuk membekali siswa dengan berfikir logis, sistematis, kritis, inovatif dan kreatif serta kemampuan bekerjasama untuk mengembangkan aktifitas kreatif. Kompetensi tersebut diperlukan agar siswa dapat memiliki kemampuan memperoleh, mengelola, dan memanfaatkan informasi untuk hidup lebih baik pada keadaan yang selalu berubah, tidak pasti dan kompetitif.

Programme for International Student Assesment (PISA) pada tahun 2012 menempatkan Indonesia pada urutan ke-64 untuk bidang studi matematika dan peringkat ke-64 untuk bidang sains dari 65 negara. Kondisi ini menunjukkan bahwa mutu pendidikan kita memang memprihatinkan. Pemerintah harus memperhatikan mutu

pendidikan di Indonesia pada saat ini. Untuk dapat bangkit dari keterpurukan SDM ini maka pembaruan pendidikan harus terus dilakukan.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan, salah satunya melakukan pengembangan terhadap Kurikulum. Pengembangan Kurikulum 2013 merupakan langkah lanjutan pengembangan [Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan](#) yang telah berlaku selama kurang lebih 6 tahun. Kurikulum 2013 masuk dalam masa percobaannya pada tahun [2013](#) dengan menjadikan beberapa sekolah menjadi sekolah percobaan. Pengembangan kurikulum 2013 ini untuk merespon berbagai tantangan internal dan eksternal dengan tujuan mewujudkan lulusan yang bisa bersaing, terampil dan kompeten.

Pelaksanaan Kurikulum 2013 pada tahun 2014 di seluruh sekolah Indonesia mengalami kendala diantaranya keterampilan guru masih belum sesuai dengan standar yang dibutuhkan dalam Kurikulum 2013. Mengatasi masalah tersebut pemerintah telah berusaha dengan mengadakan pelatihan kurikulum 2013. Pelatihan yang diselenggarakan ini diharapkan dapat membekali guru dalam pelaksanaan kurikulum 2013.

Hasil wawancara guru Matematika yaitu Ibu Erlinda, S.Pd, dan Ibu Gustawirna, M.Pd yang mengajar di kelas VII SMPN 2 kota Solok bulan Juli 2015, menyatakan bahwa proses pelaksanaan kurikulum 2013 ini akan menghasilkan output yang bagus jika proses pembelajaran itu dapat terlaksana dengan baik. Proses dalam pembelajaran, guru tidak hanya dituntut menyampaikan materi pelajaran saja, tetapi juga harus mampu mengaktualisasikan peranan strategis dalam upaya mengembangkan pola pikir. Pembelajaran tidak hanya terfokus kepada guru saja (*Teacher Centered*), tapi siswa harus lebih berperan aktif (*Student Centered*), dimana guru hanya sebagai motivator dan yang banyak aktif adalah murid. Ini lah yang dituntut sebenarnya pada kurikulum 2013. Agar tercapainya tujuan pembelajaran diperlukan kesiapan yang matang, baik dari aspek guru sebagai penyampai pesan, maupun siswa sebagai perespon pesan. Persiapan dari aspek guru menyangkut skenario pembelajaran, bahan ajar, penguasaan materi, strategi pembelajaran, dan lain-lain.

Berdasarkan observasi di lapangan untuk skenario pembelajaran guru sudah merancang RPP yang memfasilitasi siswa agar dapat mengembangkan pola pikirnya. Siswa diarahkan menelaah masalah yang diberikan pada buku siswa. RPP yang dirancang oleh guru ini telah mengarah kepada rencana pelaksanaan pembelajaran yang dianjurkan dalam kurikulum 2013. Sesuai Permendikbud nomor 65 tahun 2013 menetapkan bahwa proses pembelajaran dalam kurikulum 2013 dilaksanakan melalui pendekatan *scientific*. Langkah – langkah dalam pendekatan *scientific* meliputi : mengamati, menanya, menalar, mencoba, dan mengkomunikasikan [3]. Hal ini dapat kita lihat pada Gambar berikut,

KEGIATAN	DESKRIPSI KEGIATAN	WAKTU
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdoa 2. Guru mengecek kesiapan belajar siswa. 3. membahas pekerjaan rumah yang sulit 4. Menginformasikan manfaat belajar himpunan semesta dan diagram venn dalam kehidupan sehari-hari 5. Guru mengkomunikasikan tujuan belajar dan hasil belajar yang diharapkan akan dicapai siswa. 6. Guru menginformasikan cara belajar yang akan ditempuh (pengamatan, tanya jawab, latihan individu dilanjutkan kelompok, pembahasan latihan secara klasikal, pembahasan materi secara klasikal) 7. Mereviuw pelajaran prasyarat. 	10 menit
Inti	<ol style="list-style-type: none"> 8. Siswa menelaah masalah 1.3 dan 1.4 yang diberikan pada buku siswa halaman 11 dengan diskusi kelompok. 9. Menjawab pertanyaan yang diberikan pada masalah. 10. Menyimpulkan pengertian himpunan semesta. 11. Menuliskan semua himpunan semesta dari suatu himpunan. Dan membuat diagram venn 12. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan himpunan semesta dan diagram venn 	20 menit
penutup	<ol style="list-style-type: none"> 13. Siswa dan guru merangkum isi pembelajaran yaitu tentang himpunan semesta dan diagram venn. 14. Melakukan refleksi. 15. Memberikan pekerjaan rumah. 16. Guru menginformasikan kegiatan pada pertemuan berikutnya. 	10 menit

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa siswa di Kelas VII SMP Negeri 2 Solok, pada dasarnya siswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran karena menganggap pelajaran matematika adanya banyak rumus-rumus yang harus dihapal. Menghapal rumus saja belum menjamin siswa dapat memahami materi yang dipelajari, bahkan dengan menghapal akan membuat siswa pasif dan tidak terampil mengembangkan pola pikirnya. Agar siswa paham dengan materi yang dipelajari alangkah lebih baiknya siswa sendiri yang menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami konsep yang ada. Salah satu model pembelajaran untuk membuat siswa lebih aktif dan keterampilan dalam memperoleh konsep matematika dengan tidak menghafal dan mengingat seperangkat fakta-fakta, melainkan dengan cara menemukan sendiri prinsip dan prosedur ialah model pembelajaran *discovery learning*.

Discovery learning merupakan pembelajaran yang menekankan pada proses pengembangan diri yang menuntut anak didik agar bisa menggunakan pola pikir untuk menemukan prinsip dalam memahami konsep. Pada *discovery learning* materi yang akan disampaikan tidak disampaikan dalam bentuk final akan tetapi siswa di dorong untuk mengidentifikasi apa yang ingin diketahui dilanjutkan dengan mencari informasi sendiri kemudian mengorganisasikan atau membentuk apa yang mereka ketahui dan mereka pahami dalam suatu bentuk akhir [2]. Pada akhirnya *discovery learning* dapat merubah kondisi belajar yang pasif menjadi aktif dan kreatif. Mengubah pembelajaran yang *teacher oriented* ke *student oriented*[5]. Merubah modus siswa hanya menerima informasi secara keseluruhan dari guru ke modus siswa menemukan informasi sendiri.

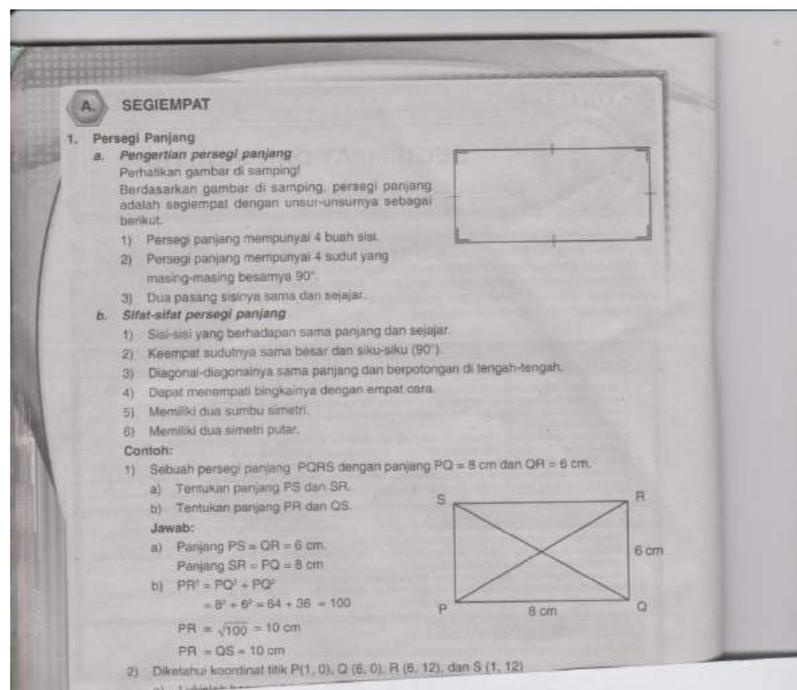
Penerapan model pembelajaran *discovery learning* ini harus tergambar dalam skenario pembelajaran, agar proses pembelajaran dapat terlaksana dengan baik. Model *discovery learning* akan terlaksana dengan baik, jika pelaksanaannya sesuai dengan

langkah-langkah yang harus ada pada pembelajaran *discovery learning*. Langkah-langkah tersebut sesuai dengan yang dijelaskan oleh Hosnan yaitu a) Stimulasi/pemberian ransangan; b) Identifikasi masalah; c) Pengumpulan data; d) Pengolahan data; e) Pembuktian; e) Menarik Kesimpulan [6]. Jadi dari RPP yang sudah direncanakan guru perlu ditambahkan lagi model pembelajaran *discovery learning* pada tahap pelaksanaannya.

Selain dari RPP kehadiran bahan ajar mempunyai arti penting dalam menunjang proses pembelajaran, karena dengan adanya bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis, sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu. Bahan ajar disusun sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa serta harus disesuaikan dengan tuntutan materi. Bentuk ajar yang digunakan seperti bahan cetak, audio visual, audio, visual dan multimedia.

Bahan ajar yang dapat digunakan salah satunya adalah Lembaran Kerja Siswa (LKS). LKS adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa [4]. Salah satu kelebihan dari LKS adalah materi yang disampaikan secara ringkas dan jelas sehingga tidak membingungkan siswa. LKS dilengkapi dengan soal-soal dan juga memberikan kesempatan pada siswa untuk terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran untuk menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami konsep yang dipelajari.

Hasil wawancara dengan guru SMPN 1, SMPN 2 dan SMPN 4 kota Solok pada bulan Agustus 2015, mengenai LKS yang digunakan oleh guru dan siswa, mengatakan bahwa LKS tersebut berisi berupa ringkasan materi, belum terlihat adanya pertanyaan yang menggiring siswa untuk membangun pola pikir. Mengenai materi dan soal yang disajikan sebaiknya disajikan berupa permasalahan yang berkaitan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu diharapkan adanya pertanyaan yang menantang bagi siswa dalam menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami materi. Cuplikan LKS yang digunakan guru selama ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Adanya LKS berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *scientific* semoga membantu siswa dalam menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami konsep, maka peneliti mengembangkan LKS yang nantinya dapat digunakan sebagai penunjang dalam proses pembelajaran matematika kelas VII SMP yang telah direncanakan pada RPP. Peneliti menduga dengan pengembangan RPP dan LKS seperti ini materi yang dipelajari siswa akan bertahan lama dalam ingatannya. Sehingga siswa dapat merasakan pengalaman belajar yang bermakna. Dengan belajar bermakna, siswa akan menyenangi pembelajaran matematika dan memiliki ketertarikan dengan masalah-masalah yang diberikan.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*)[7]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara serta pemberian angket. Wawancara dilakukan dengan guru. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru yaitu mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKS. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan siswa serta pemberian angket siswa yaitu berupa karakteristik LKS yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum 2013 untuk mata pelajaran matematika kelas VII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran. Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi semester 2 kelas VII SMP yang akan dikembangkan perangkat pembelajarannya. Penjabaran KI, KD dan indikator pencapaian kompetensi menjadi pertimbangan untuk menentukan konsep-konsep yang diperlukan dalam pembelajaran matematika dan mengukur pencapaian KI dan KD. Hasil analisis KI dan KD dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian kompetensi. Berdasarkan penjabaran KI, KD dan indikator inilah nantinya disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk kelas VII semester 2 berupa RPP dan LKS.

Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep-konsep yang diperlukan dan dijadikan acuan dalam mengembangkan LKS. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu mengidentifikasi konsep-konsep penting yang terdapat pada materi, menentukan hubungan diantara konsep-konsep tersebut terhadap kehidupan sehari-hari. Hasil analisis ini dijadikan sebagai acuan dalam mengembangkan LKS. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dapat disajikan pada LKS berbasis *discovery learning*. Isi dan materi pelajaran dijelaskan dengan peta konsep.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan dilakukan dengan pengumpulan informasi dilakukan dengan cara mewawancarai guru matematika kelas VII SMPN Solok dan wawancara kepada 5 orang siswa dari sekolah berbeda yakni dua orang siswa SMPN 1 Solok dan dua orang siswa SMPN 3 Solok, serta melakukan observasi perangkat pembelajaran yang digunakan. Berdasarkan observasi terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan, RPP yang digunakan guru belum menggunakan model pembelajaran yang dianjurkan dalam kurikulum 2013. RPP dan LKS belum memfasilitasi siswa untuk menemukan prinsip atau prosedur sehingga siswa belum dapat merasakan belajar yang bermakna.

LKS yang digunakan belum mendukung pelaksanaan RPP kurikulum 2013 dan bagi siswa LKS tersebut tidak menarik. Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan LKS yang mampu memfasilitasi siswa mengembangkan ide dan pola pikirnya untuk menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami konsep yang diberikan, oleh karena itu perlu dikembangkan RPP dan LKS berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific*.

Berdasarkan fakta di lapangan LKS yang digunakan siswa berisi ringkasan materi pelajaran, contoh soal dan soal latihan. Peneliti belum menemui LKS matematika untuk kelas VII yang dapat menyebabkan siswa aktif dalam menemukan sendiri prinsip dan prosedur dalam memahami konsep. Selain itu, belum terlihat adanya pengaitan konsep yang dipelajari dengan kehidupan nyata. Tampilan penyajian materi pada LKS tersebut juga berpotensi menimbulkan kebingungan dan kebosanan, hal ini dikarenakan jarak antara baris terlalu rapat dan susunan penulisan yang kurang rapi. Kemudian dilakukan diskusi dengan guru sekaligus menunjukkan contoh rancangan LKS berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk materi segiempat dan segitiga. Ternyata guru sangat mengapresiasi LKS berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* ini.

Guru sangat mendukung tentang pemilihan *discovery learning* sebagai model pembelajaran yang cocok untuk diterapkan pada pembelajaran matematika, khususnya pada kelas VII SMP. Hal ini menunjukkan bahwa *discovery learning* merupakan model pembelajaran yang cocok dipilih sebagai landasan dalam mengembangkan LKS matematika untuk kelas VII SMP. Berdasarkan analisis tersebut didapatkan gambaran mengenai kriteria perangkat pembelajaran yang dibutuhkan untuk mendukung proses pembelajaran adalah perangkat yang dapat mengaitkan materi dengan permasalahan nyata dan memfasilitasi siswa untuk menemukan sendiri prinsip dan prosedur dalam memahami konsep yang dipelajari. Hal inilah yang dijadikan pedoman dalam mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis *discovery learning* dalam penelitian ini.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VII SMP. Menganalisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui apakah materi yang diajarkan sudah sesuai dengan kompetensi yang diharapkan serta apakah materi (KD) yang ada pada kurikulum telah terurut dengan baik, dan untuk mengetahui apakah materi tersebut telah memadai untuk tercapainya tujuan kurikulum. Analisis kurikulum difokuskan pada analisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Analisis kurikulum bertujuan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP. Hasil analisis KI dan KD yang terdapat pada standar isi dijabarkan menjadi indikator-indikator pencapaian pembelajaran.

Berdasarkan analisis tersebut, maka diperoleh bahwa seluruh KD yang ada dalam pembelajaran semester 2 ini sesuai dengan proses pembelajaran *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP. Adapun materi yang dipelajari pada Semester 2 ini terdiri dari 4 BAB yaitu Segiempat dan segitiga, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel serta aritmatika sosial, Transformasi dan Statistika dan peluang. Pada pembelajaran berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* ini nantinya siswa akan dapat menemukan sendiri prinsip dan prosedur dalam membantu memahami konsep mengenai segiempat dan segitiga, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel serta aritmatika sosial, transformasi, statistika dan peluang.

Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada KI dan KD yang terdapat dalam silabus yang digunakan guru. Berdasarkan KD yang ada dikembangkanlah indikator pembelajaran yang sesuai dengan pembelajaran berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific*. Dimana indikator yang dibuat lebih mengarahkan siswa untuk menemukan prinsip dan prosedur dalam memahami konsep dari materi yang ada. Seperti pada materi segiempat dan segitiga secara garis besar indikator pembelajarannya siswa dapat menemukan keliling dan luas dari bangun segiempat dan segitiga tersedut. Dengan cara menemukan rumus keliling dan luas segiempat dan segitiga ini siswa akan lebih merasakan pembelajaran yang bermakna sehingga membuat siswa lebih tahu darimana diperoleh rumus-rumus yang ada itu.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Keseluruhan materi yang ada pokok bahasan segiempat dan segitiga, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel serta aritmatika sosial, transformasi, statistika dan peluang tersebut disajikan pada LKS berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* dan untuk terlaksananya pembelajaran menggunakan LKS ini dibuatkanlah RPP berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific*

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa Proses pengembangan perangkat pembelajaran *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP berupa RPP dan LKS dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP berupa RPP dan LKS. Hasil dari analisis kurikulum yaitu terdapat pengembangan indikator pencapaian kompetensi untuk menyesuaikan keterkaitan antar konsep dan pencapaian tujuan yang diharapkan dalam pembelajaran berbasis *discovery learning* pada implementasi pendekatan *Scientific* untuk siswa kelas VII SMP. Hasil analisis konsep berupa urutan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan agar indikator pencapaian kompetensi bisa tercapai.

Daftar Pustaka

- [1] Suherman, Erman. dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer* (revisi). Bandung: JICA-UPI.
- [2] Illahi, Mohammad Takdir. 2012. *Pembelajaran Discovery Strategy & Mental Vocational Skill*. Yogyakarta: DIVA Press
- [3] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik Dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta :Ghalia Indonesia.
- [4] Prastowo, Andi. 2011. *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Yogyakarta: Diva pers
- [5] Bell, Frederick H. 1981. *Teaching and Learning Mathematic*. America. Publishing Company
- [6] Whardani, Sri. dkk. 20015. *Materi pelatihan guru implementasi kurikulum 2013*. Yogyakarta: Kemendikbud
- [7] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS METODE PENEMUAN TERBIMBING PADA TAHAP INVESTIGASI AWAL

Sherly Adrila Fitri¹, Irwan² dan Hendra Syarifuddin³

¹Mahasiswa Pendidikan Matematika Pascasarjana FMIPA UNP
e-mail: sherlyadrila123@yahoo.com

²Dosen Matematika Pascasarjana FMIPA UNP
e-mail: irwan.math.165@gmail.com

³Dosen Matematika Pascasarjana FMIPA UNP
e-mail: hendrasy@yahoo.com

Abstract – Lesson equipment are used in schools such as the RPP and LKPD not optimal in helping learners in finding concepts. It is necessary to develop tools for learning mathematics that can provide opportunities for learners to construct knowledge in finding concepts. This happens because students are less active in the learning process and are not accustomed to work on the problems in the form of problem solving so that learning is less meaningful cause learners to master difficult math learning materials. One effort that can be done to overcome these problems is to develop the learning of mathematics guided discovery method based on the material and social arithmetic comparison valid, practical, and effective. This development research uses a Plomp model consisting of the initial preliminary research, development or prototyping stage and assesment phase. In the initial phase of the investigation carried out a needs analysis, curriculum analysis, analysis of learners, and analysis of issues related concept in mathematics.

Keywords: *guided discovery, lesson equipment, problem solving skills, plomp model*

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah suatu proses transformasi peserta didik dalam mencapai hal-hal tertentu sebagai akibat proses yang diikutinya. Pendidikan memegang peranan penting dalam proses mencerdaskan kehidupan bangsa. Namun, situasi pada saat ini para penyelenggara pendidikan masih perlu berbenah diri dalam mencapai tujuan sistem pendidikan nasional. Sistem pendidikan di Indonesia secara umum masih dititikberatkan pada kecerdasan kognitif. Sesuai dengan bunyi pasal 3 Undang-Undang No 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang berfungsi untuk mengembangkan kemampuan, membentuk watak dan peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, bersih, cakap, kreatif, mandiri, berwibawa, dan bertanggung jawab.

Rendahnya hasil belajar peserta didik dapat dilihat dari hasil IMO (*International Mathematical Olympiad*) tahun 2012 yang dilaksanakan di Jerman, Indonesia menempati peringkat ke-65 dari 100 negara yang ikut serta. Selain itu, untuk nilai PISA (*Programme For International Student Assessment*) yang mengukur kemampuan literasi membaca, matematika, dan sains peserta didik berusia 15 tahun di SMP / MTs / SMA / MA / SMK, skor Indonesia untuk kemampuan matematika adalah 371 dari skor

rata-rata 494. Hal ini menunjukkan kemampuan matematika peserta didik Indonesia masih di bawah standar Internasional. Dari hasil penelitian yang diperoleh maka dapat diartikan perlu adanya perbaikan-perbaikan untuk memperbaiki hasil belajar matematika.

Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang terstruktur dan memiliki kaitan erat dengan mata pelajaran lainnya. Mata pelajaran matematika terdiri dari bermacam topik yang memiliki hubungan satu sama lain, tidak hanya antar topik dalam matematika, tetapi juga keterkaitan yang terjadi antara matematika dengan disiplin ilmu lain serta. Dalam mempelajari matematika dapat melatih cara berpikir peserta didik dalam menarik kesimpulan, serta dapat mengembangkan pemahaman peserta didik. Jika dikaitkan dengan Sekolah, tujuan matematika dapat menjadikan peserta didik yang aktif sehingga dapat menarik suatu kesimpulan dan dapat memecahkan masalah.

Secara umum kemampuan matematika dapat dilihat dari hasil survei *Programme of International Student Assessment* (PISA) tahun 2009 yang menunjukkan bahwa Indonesia masih belum mampu menunjukkan prestasi yang cemerlang di bidang membaca, sains dan matematika. Hasil survei PISA di bidang matematika menunjukkan bahwa Indonesia menempati posisi ke 61 dari 65 negara. Hal ini merupakan posisi yang sangat memprihatinkan bagi perkembangan dan kualitas pendidikan Indonesia di mata Internasional. Rendahnya prestasi peserta didik Indonesia dalam program ini sangat terkait dengan pembelajaran yang terjadi di sekolah-sekolah. Pembelajaran di sekolah belum membiasakan peserta didik untuk menyelesaikan soal-soal yang termasuk dalam kriteria soal PISA. Soal-soal PISA tersebut banyak menyajikan kemampuan matematis yang salah satunya adalah pemecahan masalah. Peserta didik Indonesia belum mampu dalam meraih prestasi yang baik di PISA sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas pendidikan Indonesia masih rendah berdasarkan kemampuan yang dimiliki peserta didik.

Pembelajaran matematika diharapkan peserta didik dapat memfasilitasi peserta didik dalam menemukan sendiri konsep dari materi secara terbimbing. Hal ini dapat dilakukan guru dalam mengembangkan suatu kegiatan pembelajaran sehingga mendorong peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya. Untuk itu hal yang dapat dilakukan dalam menunjang kegiatan pembelajaran peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya terdapat pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan bisa digunakan salah satu media pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD bertujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi dan membantu guru dalam mengaktifkan peserta didik pada kegiatan pembelajaran, sehingga peserta didik lebih termotivasi untuk mencoba menemukan permasalahan pada LKPD dan berdiskusi dengan temannya. Jadi, peneliti merancang suatu perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing yang didukung oleh LKPD sehingga pembelajaran yang dihasilkan dapat memfasilitasi peserta didik dalam menemukan konsep dan mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh di lapangan bahwa perangkat pembelajaran matematika yang terdiri dari RPP dan LKPD belum optimal. Hal ini dapat dilihat dari RPP yang digunakan bahwa belum menggunakan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Berdasarkan masalah yang dihadapi peserta didik yaitu kurangnya menguasai konsep, salah satu strategi yang dapat digunakan guru adalah dengan pembelajaran yang dapat membuat peserta didik menemukan konsep itu sendiri. Langkah pembelajaran yang dibuat guru masih

menggunakan kegiatan yang rutin, yaitu peserta didik diberikan konsep, pemberian contoh soal, dan mengerjakan latihan yang ada pada buku paket. Jika hal ini dilakukan terus menerus maka peserta didik merasa jenuh dan kurang termotivasi pada saat pembelajaran. Ini terlihat bahwa perangkat pembelajaran belum mendorong peserta didik dalam menemukan konsep dan menggunakan pola pikirnya, sehingga tujuan pembelajaran matematika belum tercapai.

LKPD yang digunakan belum sepenuhnya mampu menjadi sarana bagi peserta didik dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik. LKPD yang digunakan di sekolah belum terlihat adanya pertanyaan atau pernyataan yang menuntut peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan akibatnya peserta didik kurang mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematikanya. LKPD hanya berisi materi, contoh soal dan soal latihan yang berbentuk isian dan pilihan ganda yang belum sesuai dengan kebutuhan peserta didik. LKPD langsung dimulai dengan konsep matematika, contoh soal dan soal-soal latihan. Hal ini bertolak belakang dengan karakteristik peserta didik SMP kelas VII yang menyukai warna untuk merangsang mereka tertarik untuk belajar.

Berdasarkan pengamatan LKPD tersebut belum terlihat untuk membimbing peserta didik dalam menemukan konsep pembelajaran melalui kemampuan pemecahan masalah. Ini terlihat dari contoh soal yang belum memuat kemampuan pemecahan masalah. Kenyataannya di lapangan banyak guru yang belum menggunakan bahan ajar yang bervariasi dalam proses pembelajaran. Guru masih terpaku dengan menggunakan buku teks saja. Guru mengajarkan materi pelajaran sesuai dengan urutan materi yang terdapat dalam buku tersebut. Padahal sebenarnya guru bisa membuat bahan ajar yang lain, salah satu bahan ajar seperti LKPD. Akan tetapi guru lebih memilih membeli LKPD yang dijual diluar sekolah untuk melengkapi bahan ajarnya, karena guru belum mampu untuk merancang LKPD sebab guru memiliki keterbatasan waktu, dana kemampuan yang terbatas untuk merancang LKPD yang dapat menciptakan pembelajaran yang membuat peserta didik aktif dalam pembelajaran.

Materi aritmetika sosial dan perbandingan merupakan salah satu materi pembelajaran matematika yang membutuhkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah. Materi ini juga sangat penting karena merupakan materi prasyarat untuk pembelajaran matematika pada jenjang berikutnya. Keterampilan memecahkan masalah yang berhubungan dengan aritmetika sosial dan perbandingan akan menjadi bekal bagi peserta didik dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran yang telah berlangsung di sekolah belum optimal dan masih bisa ditingkatkan. Pembelajaran seharusnya tidak hanya menyajikan konsep dasar saja dalam pembelajaran matematika tetapi juga mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Hal ini senada dengan pendapat Thohari dalam Jimbon mengatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan tujuan dari proses belajar-mengajar matematika.

Dalam upaya meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan mengatasi permasalahan di atas, guru dituntut membuat suatu pembelajaran lebih inovatif yaitu dengan mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing. Berdasarkan permasalahan yang ada, ini merupakan tantangan bagi guru, orang tua, dan peserta didik. Peningkatan hasil belajar peserta didik perlu adanya perbaikan perangkat dalam proses pembelajaran. Untuk itu diadakan

suatu penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah “bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP yang valid, praktis, dan efektif”. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP yang valid, praktis, dan efektif.

Dalam penemuan terbimbing guru dapat memberikan petunjuk, arahan-arahan, pernyataan-pernyataan pada LKPD sehingga sampai pada suatu kesimpulan tentang materi yang diajarkan. LKPD yang diberikan guru tergantung pada kemampuan peserta didik dan topik yang dipelajari. Melalui pembelajaran dengan menggunakan metode penemuan terbimbing, peserta didik diharapkan benar-benar aktif dalam pembelajaran sehingga mampu menemukan sendiri konsep dan prinsip yang dipelajarinya. Langkah-langkah yang harus ditempuh oleh guru dalam menentukan metode penemuan terbimbing sebagai berikut (a) Merumuskan masalah yang akan diberikan kepada peserta didik dengan data secukupnya, (b) Perumusan masalah harus jelas. (c) Dari data yang diberikan guru, peserta didik menyusun, memproses, mengorganisir, dan menganalisis data tersebut. Bimbingan ini sebaiknya mengarahkan peserta didik untuk melangkah ke arah yang hendak dituju, melalui pertanyaan-pertanyaan atau *Student Worksheet* (Lembar Kegiatan Peserta didik). (d) Peserta didik menyusun konjektur (prakiraan) dari hasil analisis yang dilakukannya. (e) Bila dipandang perlu, konjektur yang telah dibuat peserta didik tersebut diperiksa oleh guru. (f) Apabila telah diperoleh kepastian tentang kebenaran konjektur tersebut, maka verbalisasi konjektur sebaiknya diserahkan juga kepada peserta didik untuk menyusunnya. (g) Sesudah peserta didik menemukan apa yang dicari, hendaknya guru menyediakan soal latihan atau soal tambahan untuk memeriksa apakah hasil penemuan itu benar.

Jadi dengan metode ini, peserta didik dihadapkan kepada situasi dimana ia bebas menyelidiki dan menarik kesimpulan. Terkaan, intuisi, dan mencoba-coba (*trial and error*) hendaknya dianjurkan. Guru bertindak sebagai penunjuk jalan, ia membantu peserta didik agar menggunakan ide, konsep, dan keterampilan yang sudah mereka pelajari sebelumnya untuk mendapatkan pengetahuan yang baru. Pengajuan pertanyaan tepat oleh guru akan merangsang kreativitas peserta didik dan membantu mereka dalam menemukan pengetahuan yang baru tersebut. Metode ini memerlukan waktu yang relatif banyak dalam pelaksanaannya, akan tetapi hasil belajar yang dicapai tentunya sebanding dengan waktu yang digunakan.

Berdasarkan uraian masalah yang telah dikemukakan, maka dilakukan penelitian untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing kelas VII yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Masalah dalam pembelajaran matematika merupakan pertanyaan yang harus dijawab atau direspon. Namun tidak semua pertanyaan otomatis akan menjadi masalah. Suatu pertanyaan akan menjadi masalah hanya jika pertanyaan itu menunjukkan adanya suatu tantangan (*challenge*) yang tidak dapat dipecahkan oleh suatu prosedur rutin (*routine procedure*) yang sudah diketahui pelaku.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*development research*) digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Model pengembangan yang digunakan model Plomp, mulai fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototype (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*). Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan analisis konsep. Fase ini dibutuhkan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan dalam bidang pendidikan (terdapat kesenjangan di antara situasi yang ada dengan yang diharapkan). Tujuan dari fase ini adalah, untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan yang ada dan kemungkinan membutuhkan perbaikan dan inovasi, untuk mendapatkan karakteristik sementara dari produk yang dikembangkan.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Analisis Pendahuluan(*Preliminary Research*)

Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi atau analisis yang dibutuhkan dalam suatu pengembangan perangkat pembelajaran berbasis metode penemuan terbimbing. Tahap ini dilakukan dengan menganalisis tujuan dalam batasan materi pelajaran yang dikembangkan. Adapun langkah pokok yang harus dilakukan (a) analisis kebutuhan, (b) analisis kurikulum, (c) analisis peserta didik dan (d) analisis konsep.

a. Analisis Kebutuhan

Analisis ini dilakukan dengan cara mewawancarai salah satu guru matematika kelas VII SMPN 1 Batang Kapas pada tanggal 22 Juli 2015. Pada pelaksanaan pembelajaran matematika juga dilakukan observasi di kelas VII dengan menggunakan perangkat pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang mengindikasikan kebutuhan peserta didik berupa metode pembelajaran baru selain pembelajaran konvensional yang mampu mengoptimal-kan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik.

Kebutuhan lain dalam melaksanakan pembelajaran adalah perangkat pembelajaran agar proses pembelajaran berjalan secara sistematis untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Perangkat pembelajaran yang dibutuhkan berupa RPP dan LKPD yang mampu membangun kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VII SMP. Perangkat pembelajaran yang digunakan di sekolah hanya bertujuan untuk menanamkan konsep dasar saja dan belum mampu membangun kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VII SMP pada materi aritmetika sosial dan perbandingan, sehingga perlu dikembangkan lagi sehingga RPP dan LKPD tersebut lebih berkualitas. Hasil wawancara dengan guru matematik dan hasil observasi pelaksanaan pembelajaran pada analisis pendahuluan.

Selain melakukan wawancara dan observasi, dilakukan penyebaran angket kepada 25 orang peserta didik mengenai karakteristik LKPD. Berdasarkan hasil angket peserta didik kelas VII diperoleh bahwa karakteristik LKPD yang mereka inginkan adalah dengan tampilan yang sesuai dengan karakteristik dan didominasi oleh warna biru dan ukuran kertas yang digunakan adalah kertas ukuran A4 dengan alasan mudah dibawa kemana-mana. Hasil angket analisis pendahuluan peserta didik mengenai karakteristik LKPD yang diinginkan. Jadi, kebutuhan perangkat pembelajaran yang dimaksud akan disusun dalam tahap pengembangan.

b. Analisis Kurikulum

Pada tahap ini dilakukan terhadap kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VII SMP. Analisis kurikulum ini dianalisis standar kompetensi dan kompetensi dasar yang dapat dilihat pada standar isi dan tujuan pembelajaran. Analisis kurikulum dilakukan dengan menganalisis standar kompetensi dan kompetensi dasar, cakupan materi, tujuan pembelajaran, dan indikator yang harus dicapai. Hasil analisis kurikulum tersebut dianalisis agar perangkat pembelajaran matematika yang dihasilkan sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik. Hasil analisis struktur isi diperoleh dari silabus mata pelajaran matematika kelas VII semester I.

Analisis ini berupa penentuan indikator dari materi aritmetika sosial dan perbandingan kelas VII SMP semester ganjil dikembangkan perangkat pembelajarannya. Standar kompetensinya adalah menggunakan bentuk aljabar, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel dan perbandingan dalam pemecahan masalah. Kompetensi dasarnya adalah menggunakan konsep aljabar dalam pemecahan masalah aritmatika sosial yang sederhana. Indikator yang akan dicapai adalah menentukan harga keseluruhan dan harga per unit dalam kegiatan ekonomi, menentukan harga pembelian harga penjualan dan menentukan besar untung/rugi, menentukan persentase untung atau rugi, menentukan nilai rabat, bruto, tara dan netto dalam kegiatan ekonomi, menentukan besar bunga tunggal tabungan dan menentukan besar nilai pajak, perbandingan dan skala, perbandingan senilai dan berbalik nilai.

Pencapaian indikator tersebut memerlukan bimbingan atau arahan dari guru. Bahan ajar yang digunakan juga harus mampu memfasilitasi peserta didik untuk dapat menemukan pemahaman terhadap materi secara terbimbing, melalui berbagai kegiatan pembelajaran. Berdasarkan penjabaran SK, KD, dan indikator inilah disusun perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing untuk SMP dalam bentuk RPP dan LKPD. Pembelajaran dimulai dengan peserta didik dapat mengalami sendiri dalam penemuan suatu konsep maupun prinsip materi sehingga tersimpan lama dalam ingatan peserta didik.

c. Analisis Peserta Didik

Pada analisis ini dilakukan dengan mewawancarai salah satu guru matematika SMPN 1 Batang Kapas. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang meliputi: usia, kemampuan akademis, gaya belajar, tingkat perkembangan kemampuan berpikir dan motivasi belajar peserta didik khususnya matematika. Sehingga perangkat pembelajaran yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik. Dalam penelitian yang dilakukan ini, peserta didik yang dijadikan subjek adalah peserta didik kelas VII SMP.

Peserta didik kelas VII SMP, berada pada tahap usia labil. Adakalanya mereka hanya senang belajar dengan pelajaran yang disukainya. Sedangkan pelajaran matematika merupakan pelajaran yang banyak kurang disenangi peserta didik. Oleh karena itu, peserta didik kelas VII SMP membutuhkan fasilitas yang menunjang mereka untuk menyenangi pembelajaran matematika. Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik SMPN 1 Batang Kapas, memiliki keunggulan dan motivasi lebih dibandingkan peserta didik SMPN lainnya. Akan tetapi pada peserta didik kelas VII. Peserta didik tersebut berasal dari sekolah yang beraneka ragam dengan kemampuan matematika yang berbeda-beda. Jadi peserta didik kelas VII SMPN 1 Batang Kapas memiliki kemampuan matematika yang tinggi, rendah dan sedang.

d. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Materi sangat diperlukan untuk mencapai indikator pencapaian kompetensi. Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika. Setelah mengetahui materi yang dipelajari selama semester I di kelas VII, maka diperlukan analisis konsep dengan tujuan mengidentifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusunnya secara sistematis sesuai dengan urutan penyajiannya. Setelah menganalisis konsep berdasarkan kurikulum yang digunakan ada 5 bab yaitu bilangan bulat, bilangan pecahan, operasi hitung bentuk aljabar, persamaan dan pertidaksamaan linear satu variabel, perbandingan dan aritmetika sosial. Dari hasil Analisis konsep maka diambil materi aritmetika sosial dan perbandingan sebagai perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan. Materi yang diberikan harus mengikuti alur yang logis agar semua indikator dapat tercapai. Materi yang menunjang indikator diuraikan lebih rinci lagi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis metode penemuan terbimbing. Perangkat tersebut berupa RPP dan LKPD kelas VII pada materi aritmetika sosial dan perbandingan. Dari hasil pengembangan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut (1) Bentuk perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing yang valid adalah perangkat pembelajaran yang di dalamnya sudah berlandaskan penemuan terbimbing. (2) Bentuk perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing yang praktis adalah perangkat pembelajaran yang memudahkan guru dalam menerapkan langkah-langkah kegiatan yang ada dalam RPP sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Bagi peserta didik, LKPD dapat meningkatkan motivasi dan mengkonstruksikan pengetahuannya sendiri melalui langkah-langkah kegiatan yang ada dalam LKPD. (3) Bentuk perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing yang efektif adalah perangkat yang dalam hal ini RPP dan LKPD, bisa mengarahkan peserta didik pada berbagai aktivitas positif dan meminimalisir aktivitas negatif. Selain itu, hasil belajar setelah penggunaan perangkat pembelajaran ini sudah memenuhi kriteria ketuntasan minimal. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa menghasilkan proses dan hasil perangkat pembelajaran matematika berbasis metode penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP yang valid, praktis, dan efektif.

Ada beberapa hal yang dapat peneliti sarankan berdasarkan kesimpulan dan keterbatasan penelitian ini yaitu, bagi pemerintah khususnya Dinas Pendidikan kabupaten Pesisir Selatan agar dapat mengadakan pelatihan bagi guru agar dapat mengembangkan suatu perangkat pembelajaran dengan pembelajaran berbasis penemuan terbimbing. Bagi guru maupun peneliti lainnya disarankan untuk dapat mengembangkan perangkat pembelajaran lain yang berbasis penemuan terbimbing pada berbagai materi, dengan mempertahankan prinsip-prinsip penemuan terbimbing dan menyesuaikan dengan Kurikulum pada tingkat sekolah menengah.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Oleh karena itu, dapat dijadikan salah satu alternatif bagi guru dan peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan perangkat pembelajaran berbasis metode penemuan terbimbing yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VII SMP. Berdasarkan simpulan di atas, maka perangkat pembelajaran berbasis metode penemuan terbimbing dapat dijadikan sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran, sehingga dengan menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran berbasis metode penemuan terbimbing dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1]Jimbon. 2010. *Pengajaran Matematika Salah Konsep*.<http://edukasi.komps.com/read/2015/09/05/04329/pengajaran.matematika.salah.konsep> [Akses pada tanggal 5 September 2015]
- [2]Suherman, herman. 2004. *Common TextBook Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA-Universitas Pendidikan Indonesia (UPI).
- [3]Markaban. 2006. *Model Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Penemuan Terbimbing*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [4]NCTM. 2000. *Principles and Standars for School Mathematics*. Reston, VA:NCTM
- [5]Sumarmo, Utari. 2010. "Berpikir dan disposisi matematik apa, mengapa, dan bagaimana dikembangkan pada peserta didik." *Jurnal*. Hlm. 1-27.
- [6]Sugiyono, 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV. Alfabeta.
- [7]Plomp, Tjeerd. 2013. *An Introduction to Educational Design Research :SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development*.
- [8]Syamsuddin. 2014. *Psikologi Warna*. Makassar: Universitas 45 Makasar.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVIS PADA MATERI DIMENSI TIGA UNTUK SISWA KELAS X IPA

Lusi Englita

Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: lusienglita.91@gmail.com

Abstract: The development of technology is also used in the process of learning, especially learning math. Technology is used as an innovation study conducted for learning to become more attractive and as a means of making it easier to understand the material being studied. One technology that could be used is to develop media-based interactive constructivist learning mathematics in a three-dimensional material. Interactive media is created using Macromedia Flash software. Software have been selected for animation presented is more convenient to use. Given this constructivist-based interactive media, can help students to visualize the subject matter and in the learning process, students not only receive materials for granted but the students are guided and directed so that students build knowledge and conclude with the matter independently.

In the constructivist view, knowledge grows and develops through experience. Developing understanding of the deeper and stronger if they always tested with new experiences. This is in accordance with the constructivist view that is in the learning activities of students construct their own knowledge through active engagement in learning. Any knowledge or abilities can be acquired and held by a person when that person is actively construct knowledge or the ability in mind. The process of construction of knowledge is possible it will not last long and the students' understanding of the subject matter better. Thus, the learning will be more meaningful

Key words: technology, media learning of mathematics, three -dimensional, constructivist

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, dunia pendidikan juga memerlukan berbagai inovasi untuk kemajuan kualitas pendidikan salah satunya pada bidang matematika yang berperan penting dalam perkembangan ilmu teknologi. Menyadari pentingnya peranan matematika maka peningkatan hasil belajar matematika pada jenjang pendidikan perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh. Pendidikan matematika memiliki dua tujuan besar, yaitu (1) tujuan yang bersifat formal yang memberi tekanan pada penataan nalar anak serta pembentukan pribadi anak, dan (2) tujuan yang bersifat material yaitu memberi tekanan pada penerapan matematika serta kemampuan memecahkan masalah (Bandri 2014: 1). Melihat peranan dan tujuan matematika begitu penting maka siswa dijenjang pendidikan sebaiknya dapat menguasai materi matematika dengan baik.

Salah satu kelompok materi matematika yang harus dikuasai oleh siswa di Sekolah Menengah Atas adalah materi dimensi tiga. Materi ini merupakan materi pelajaran kelas X semester II. Dimensi tiga adalah salah satu bagian materi geometri. Dalam penyajian materi dimensi tiga, akan adanya pergerakan-pergerakan dari bangun ruang yang melibatkan ilustrasi dan animasi sehingga pergerakan tersebut menjadi lebih jelas terlihat agar materi pelajaran mudah dipahami. Pemahaman materi dimensi tiga ini membutuhkan visualisasi siswa. Penggunaan media pembelajaran interaktif adalah salah satu acara agar pembelajaran bisa berjalan lebih optimal. Selama ini, media pembelajaran matematika banyak ditemui

dalam kehidupan. Media tersebut dibuat dan digunakan oleh guru, siswa maupun masyarakat umum. Media pembelajaran yang telah ada berupa media secara manual maupun yang berbasis teknologi. Bedanya media, yang akan dikembangkan ini adalah media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivis. Media ini dikembangkan dengan menggunakan *software macromedia flash*. Dengan adanya media pembelajaran yang berbasis konstruktivis ini, siswa dibimbing untuk dapat membangun pengetahuan, menemukan serta menyimpulkan sendiri pengetahuan tersebut. Penyajian media dengan animasi (tulisan, *background*, gambar dll) yang beragam menjadikan media semakin menarik untuk dilihat dan memudahkan siswa untuk memvisualisasikan ilustrasi materi yang dipelajari sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan optimal.

2. Metode

Model pengembangan ini menggunakan model Plomp terdiri atas tiga fase, yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*).

Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis siswa. Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika. Pada tahap analisis kurikulum ini dilakukan telaah terhadap tuntutan kompetensi yang tertuang dalam Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD). Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, pemilihan strategi yang sesuai sebagai landasan untuk mengembangkan produk media pembelajaran yang diharapkan. Tahap analisis ini dilakukan untuk menelaah siswa dengan mengidentifikasikan karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, gaya belajar, warna yang disukai dan motivasi terhadap mata pelajaran. Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi esensial yang akan dibahas pada pembelajaran kemudian menyusunnya secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep.

Pada fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*) dilakukan perancangan pengembangan dan pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivis pada materi dimensi tiga. Perancangan juga memperhatikan syarat-syarat sebuah media pembelajaran interaktif yang baik seperti mampu membangkitkan motivasi peserta didik dalam belajar, bersifat komunikatif, kreatif, sederhana, menggunakan bahasa visual yang harmonis, utuh, representative terhadap objek aslinya, pemilihan warna yang sesuai, navigasi harus familiar dan konsisten (Bandri, 2014: 45). Pada produk pengembangan dilakukan evaluasi diri sendiri. Evaluasi diri ini bertujuan untuk mengecek ulang kelengkapan komponen-komponen yang terdapat dalam perangkat yang dikembangkan, selanjutnya dilakukan uji validitas untuk menguji kevalidan produk pengembangan. Uji validitas ini melibatkan beberapa orang validator. Kritikan, masukan, dan saran dari para validator akan menjadi bahan untuk merevisi produk pengembangan. Setelah kegiatan uji validitas, dilanjutkan dengan uji lapangan. Uji lapangan terbagi atas dua, yaitu evaluasi satu-satu (*one to one*) dan evaluasi kelompok kecil (*small group*). Evaluasi satu-satu (*one to one*) bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan (*error*) seperti tata bahasa yang kurang dimengerti, ejaan yang salah, tanda baca, petunjuk yang kurang jelas, kesesuaian contoh, sistematika materi, kemudahan penggunaan, kemenarikan, dan kepuasan, sedangkan tujuan

evaluasi kelompok kecil adalah mengidentifikasi kekurangan-kekurangan produk pada evaluasi satu-satu.

Pada fase penilaian (*assessment stage*) dilakukan uji coba kelompok besar. Pada fase ini dilakukan uji praktikalitas dan efektivitas produk pengembangan. Uji praktikalitas dilakukan untuk melihat tingkat kepraktisan media pembelajaran saat digunakan dalam proses pembelajaran meliputi sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan, dan efisiensi waktu penggunaan media pembelajaran matematika oleh guru dan siswa. Untuk uji , didapatkan melalui pengamatan terhadap aktivitas belajar siswa dan hasil belajar siwa pada setiap KD. Pada dasarnya fase penilaian bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kepraktisan dan keefektifan media pembelajaran matematika yang dikembangkan. Berdasarkan hasil uji coba kelompok besar, kemudian data hasil uji coba dianalisis dan media pembelajaran matematika direvisi lagi. Uji coba dan revisi dapat dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh produk media pembelajaran matematika yang praktis dan efektif.

3. Kesimpulan

Penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivis ini merupakan salah satu bentuk inovasi pembelajaran matematika agar pembelajaran bisa berjalan lebih efektif dan optimal. Pembuatan media ini menggunakan *software macromedia flash* dan penyajian materi dilakukan secara konstruktivis, artinya akan adanya beberapa animasi maupun ilustrasi yang berfungsi sebagai pengantar dan pembimbing sehingga siswa dapat membangun, menemukan dan menyimpulkan sendiri materi pelajaran. Media pembelajaran interaktif ini dikembangkan dengan menggunakan model Plom yang terdiri atas tiga fase (fase investigasi, fase pengembangan dan pembuatan produk dan fase penilaian). Ketiga fase tersebut dilakukan secara teratur dan bertahap. Media pembelajaran interaktif dapat digunakan apabila media tersebut telah teruji kevalidan, kepraktisan dan keefektifannya. Untuk memperbaiki dan lebih mengembangkan lagi produk ini diharapkan pihak-pihak terkait, generasi selanjutnya dan masyarakat umum untuk lebih mengembangkan lagi media pembelajaran interaktif ini sebagai salah satu bentuk inovasi dalam dunia pendidikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, Azhar. 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Asyhar, R. 2011. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Pres
- Bandri, Sepannur. 2014. *Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berorientasi Pendekatan Kontekstual Untuk Materi Geometri Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
- Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS KONTEKSTUAL UNTUK SISWA SMA KELAS X PADA MATERI DIMENSI TIGA

Rezki Donheri

Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UN

email: rezki.donheri@gmail.com

Abstract: Along with the times, the world of educational so requires a variety of innovations. One of the innovations that can be done is to utilize technology in the learning process. Utilization of this technology can be realized by developing an interactive learning tool in the learning process, especially mathematics. Development of the device that was developed using Macromedia Flash software and contextually based. Dimension three is one of the subjects that involve the visualization power of students. Given these contextual-based interactive media, it can be easier for students in the visualization process. In view of the contextual, students will be more easy to understand instructional material for the presentation of the material to be taught attributed the students'everyday lives. Students as a subject of study not only received the knowledge that the teacher only. The learning process will take place naturally in the form of student activities and work experience for them selves and not the transfer of knowledge from teacher to students only. The material studied was associated with everyday life, so that the knowledge received is possible not last long and the learning process would be more meaningful.

keywords:*technology, media learning of mathematics, three-dimensional, contextual, learning.*

1. Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu bentuk perwujudan kebudayaan manusia yang dinamis dan syarat majunya suatu Negara. Menciptakan suatu Negara yang maju diperlukan sumber daya manusia (SDM) yang dinamis, berkualitas, berbudi pekerti memiliki keterampilan dan rasa tanggung jawab terhadap lingkungan sekitarnya termasuk bangsa dan negara. Tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 1 menyatakan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.

Matematika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ilmu lainnya. Peranan ini tidak hanya dalam cabang MIPA tetapi mencakup semua bidang ilmu. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Ruseffendi (1984:527) “ Matematika diajarkan di sekolah karena matematika dapat membantu bidang studi lain, seperti ilmu pengetahuan alam, kedokteran, geografi, bisnis, pendidikan, manajemen dan psikologi”. Oleh karena

itu matematika menjadi mata pelajaran yang cukup penting dan berpengaruh dalam ilmu pengetahuan, sehingga matematika terus dipelajari di setiap jenjang pendidikan, mulai dari jenjang pendidikan dasar sampai dengan jenjang pendidikan tinggi.

Salah satu kelompok materi matematika yang harus dikuasai siswa adalah geometri. Geometri merupakan cabang matematika yang mempelajari unsur dan relasi yang ada diantara unsur-unsur tersebut. Titik, garis, bidang dan ruang merupakan benda abstrak yang menjadi unsur geometri. Salah satu kelompok materi geometri yang harus dikuasai siswa SMA adalah dimensi tiga. Dimana pada materi dimensi tiga mempelajari tentang jarak titik dengan titik, kedudukan titik terhadap garis, kedudukan titik terhadap bidang, kedudukan garis terhadap garis, kedudukan garis dengan bidang, kedudukan bidang dengan bidang. Pemahaman materi dimensi tiga ini membutuhkan visualisasi siswa. Agar kebutuhan tersebut terpenuhi salah satu cara yang tepat untuk meningkatkan visualisasi siswa adalah penggunaan media pembelajaran interaktif.

Dengan media interaktif tidak hanya dapat meningkatkan kemampuan visualisasi siswa tetapi dapat juga meningkatkan kemampuan audio siswa. Hal itu yang membedakan media biasa dengan media interaktif. Selain itu media ini juga dapat digunakan oleh siswa untuk belajar sendiri di rumah (mandiri) untuk mengulang bagian materi yang belum paham atau untuk lebih memahami materi yang sudah disajikan tanpa bantuan guru. Penggunaan media pembelajaran matematika interaktif yang sesuai dan bervariasi dapat mengoptimalkan dan mempengaruhi keberhasilan proses pembelajaran. Media pembelajaran dibuat menggunakan *software macromedia flash*. Media pembelajaran tersebut dikembangkan dengan pendekatan kontekstual. Dengan media pembelajaran berbasis kontekstual dengan tujuan, siswa dengan mudah memvisualkan kedudukan titik terhadap garis, kedudukan titik terhadap bidang, kedudukan garis terhadap garis, kedudukan garis terhadap bidang dan kedudukan bidang terhadap bidang karena benda-benda yang diperkenalkan adalah benda-benda yang akrab dengan keseharian siswa. Dengan demikian proses pembelajaran diharapkan dapat lebih bermakna.

Pendekatan kontekstual dirasa tepat digunakan karena banyak memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun dan menemukan pengetahuannya sendiri setahap demi setahap berdasarkan contoh-contoh yang ada di lingkungan sekitar siswa. Pendekatan kontekstual merupakan suatu konsep belajar dimana guru menghadirkan situasi dunia nyata ke dalam kelas dan mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat (Nurhadi, 2007). Dengan menghadirkan contoh-contoh nyata yang akrab dengan keseharian siswa, pemahaman konsep siswa akan lebih mudah terjadi. Pembelajaran dengan menghadirkan situasi dunia nyata ke dalam kelas ini dilaksanakan dengan melibatkan tujuh komponen CTL, yaitu konstruktivisme, inkuiri, masyarakat belajar, bertanya pemodelan, penilaian sebenarnya dan refleksi. Dengan pendekatan ini, pembelajaran berlangsung secara ilmiah dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalami, bukan transfer pengetahuan dari guru ke siswa (Depdiknas, 2002:1).

Karena begitu banyak manfaat dari penggunaan teknologi komputer dan program untuk mengembangkan media matematika interaktif sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran serta kurangnya media pembelajaran pada materi dimensi tiga maka penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Pendekatan Kontekstual Untuk SMA Kelas X Pada Materi Dimensi Tiga.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp, yang terdiri atas tiga tahap yaitu tahap investigasi awal (*preliminary investigation*), tahapan pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping stage*) dan tahap penilaian (*assessment phase*) (Plomp and Nieveen, 2013 :30).

Pada fase investigasi awal terdapat beberapa tahap sebagai berikut :

a. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis kebutuhan dilakukan pengumpulan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran matematika. Pengumpulan informasi dilakukan dengan mewawancarai beberapa orang siswa dan guru pada SMA. Serta mengobservasi perangkat pembelajaran yang ada di lapangan dan kegiatan pembelajaran.

b. Analisis Kurikulum

Pada tahap ini dilakukan telaah terhadap Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Analisis dilakukan terhadap tuntutan kompetensi yang tertuang dalam Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD). Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, pemilihan strategi yang sesuai sebagai landasan untuk mengembangkan produk media pembelajaran yang diharapkan.

c. Analisis Siswa

Analisis ini dilakukan untuk menelaah siswa dengan mengidentifikasi karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif, usia, gaya belajar, warna yang disukai dan motivasi terhadap mata pelajaran.

d. Analisis Konsep

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi esensial yang akan dibahas pada pembelajaran kemudian menyusunnya secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis-analisis yang telah dilakukan pada fase investigasi awal, analisis-analisis tersebut digunakan sebagai patokan untuk menyiapkan aspek-aspek yang berhubungan dengan perangkat. Kesimpulan berdasarkan fase-fase pada fase investigasi awal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Langkah-langkah *Preliminary Research*/ Fase Investigasi Awal

<i>Preliminary research</i> / Fase Investigasi Awal	Kegiatan Penelitian	Kriteria/ Sasaran	Deskripsi Kegiatan	Hasil yang Diharapkan
	Analisis pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> • Kebutuhan • Kurikulum • Peserta didik • Konsep 	Wawancara, Observasi guru dan peserta didik, studi literature	Kerangka produk/ gambaran awal produk

Fase Pengembangan Atau Pembuatan Prototipe (*Development Or Prototyping Stage*) Berdasarkan hasil analisis pada tahap *preliminary*, penulis menyusun rancangan pengembangan pada media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivis yang valid, praktis dan efektif untuk SMA Kelas X pada materi dimensi tiga. Perancangan juga memperhatikan syarat-syarat sebuah media pembelajaran interaktif yang baik seperti mampu membangkitkan motivasi peserta didik dalam belajar, bersifat komunikatif, kreatif, sederhana, menggunakan bahasa visual yang harmonis, utuh, representative terhadap objek aslinya, pemilihan warna yang sesuai, navigasi harus familiar dan konsisten (Bandri, 2014: 45).

Hasil rancangan pada tahap ini menghasilkan prototipe I perangkat pembelajaran matematika. Kemudian dilakukan evaluasi diri yaitu evaluasi terhadap diri sendiri yang dilakukan oleh peneliti sendiri. Tujuannya adalah untuk mengecek ulang kelengkapan komponen-komponen yang terdapat dalam perangkat yang dikembangkan. Setelah hasil evaluasi diri dianalisis kemudian dilakukan revisi. Selanjutnya dilakukan uji validitas terhadap prototipe I perangkat pembelajaran matematika.

a. Uji validitas Perangkat Pembelajaran Matematika

Validasi dilakukan oleh pakar dan ahli pendidikan sesuai dengan kajiannya. Kritikan, masukan, dan saran dari para validator akan menjadi bahan untuk merevisi prorotipe I perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan. Kegiatan yang dilakukan pada waktu uji validitas perangkat pembelajaran adalah sebagai berikut.

- 1) Meminta kesediaan dosen/pakar ahli untuk menjadi validator dari prototipe I perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan.
- 2) Meminta pertimbangan validator tentang kelayakan prototipe I perangkat pembelajaran matematika yang telah disusun. Untuk kegiatan ini diperlukan instrumen berupa lembar validasi yang diserahkan kepada validator.
- 3) Melakukan analisis terhadap hasil validasi dari validator. Tindak lanjut setelah kegiatan meminta pertimbangan validator tentang kelayakan prototipe I (bagian 2) tergantung dari hasil validasi dari validator yang dapat diklasifikasikan dalam tiga kemungkinan yaitu:

- a) Apabila hasil validasi menunjukkan valid dan layak tanpa revisi, maka prototipe I perangkat pembelajaran matematika siap diujicobakan di lapangan.
- b) Apabila hasil validasi menunjukkan valid dan layak digunakan dengan revisi kecil, maka dilakukan revisi kecil terhadap prototipe I perangkat pembelajaran matematika. Prototipe I yang telah direvisi disebut dengan prototipe II perangkat pembelajaran matematika dan siap untuk diujicobakan di lapangan.
- c) Apabila hasil validasi menunjukkan tidak valid dan tidak layak, maka dilakukan revisi besar. Hasil revisi prototipe I harus divalidasi kembali oleh validator. Kegiatan memvalidasi ini memungkinkan terjadinya siklus (kegiatan validasi secara berulang) sampai diperoleh prototipe yang valid. Prototipe yang valid ini disebut prototipe II perangkat pembelajaran matematika dan siap untuk diujicobakan di lapangan. Aspek yang dinilai pada media pembelajaran interaktif adalah aspek didaktik, isi, bahasa dan penyajian seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Validitas Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Konstruktivis

No.	Aspek yang Dinilai	Metode Pengumpulan Data	Instrumen
1	Didaktik	Memberikan lembar validasi kepada pakar pendidikan matematika dan pakar bahasa.	Lembar Validasi
2	Isi		
3	Bahasa		
4	Penyajian		

b. Uji coba lapangan

Setelah prototipe I perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan sudah dinyatakan valid dan menghasilkan prototipe II, maka dilakukan ujicoba untuk mengevaluasi perangkat pembelajaran matematika. Evaluasi perangkat pembelajaran matematika terdiri dari dua tahap sebagai berikut.

1) Evaluasi satu-satu

Evaluasi ini dilakukan pada tiga orang siswa kelas X dengan kemampuan belajar yang berbeda (tinggi, sedang, dan rendah). Tujuan evaluasi satu-satu adalah untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan (*error*) seperti tata bahasa yang kurang dimengerti, ejaan yang salah, tanda baca, petunjuk yang kurang jelas, kesesuaian contoh, sistematika materi, kemudahan penggunaan, kemenarikan, dan kepuasan. Instrumen yang digunakan berupa pedoman wawancara dan angket. Perangkat pembelajaran matematika yang telah direvisi setelah dilakukan evaluasi satu-satu disebut prototipe III.

2) Evaluasi kelompok kecil

Prototipe III perangkat pembelajaran matematika diujicobakan dalam evaluasi kelompok kecil terhadap 7 orang kelas X. Tujuan evaluasi kelompok kecil adalah mengidentifikasi kekurangan prototipe III. Instrumen yang digunakan angket. Perangkat pembelajaran matematika yang telah direvisi setelah dilakukan evaluasi kelompok kecil disebut prototipe IV.

Fase Penilaian (*assessment Phases*), setelah dilakukan evaluasi satu-satu dan evaluasi kelompok kecil, selanjutnya dilakukan uji coba terbatas (uji coba kelompok besar) pada satu kelas. Pada tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kepraktisan dan keefektifan perangkat pembelajaran matematika yang dikembangkan dalam pelaksanaan pembelajaran. Berdasarkan hasil uji coba satu kelas, kemudian data hasil uji coba dianalisis dan media pembelajaran matematika direvisi lagi. Uji coba dan revisi dapat dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh prototipe media pembelajaran matematika yang praktis dan efektif.

a. Uji Praktikalitas

Uji praktikalitas media pembelajaran matematika dilakukan untuk melihat tingkat kepraktisan media pembelajaran saat digunakan dalam proses pembelajaran. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana manfaat, kemudahan penggunaan, dan efisiensi waktu penggunaan media pembelajaran matematika oleh guru dan siswa. Uji praktikalitas dilakukan dengan memberikan angket uji praktikalitas media pembelajaran matematika kepada guru dan siswa SMA Kelas X. Angket praktikalitas dikembangkan dengan mempertimbangkan lima aspek yaitu kemudahan penggunaan, waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan, daya tarik perangkat terhadap minat siswa, mudah diinterpretasikan oleh guru ahli maupun guru lain, dan memiliki ekivalensi yang sama sehingga bisa digunakan sebagai pengganti atau variasi (Sukardi, 2011: 52). Kisi-kisi dari angket praktikalitas dapat dilihat pada lampiran yang telah disediakan.

b. Uji Efektivitas

Aspek efektivitas yang diamati dalam proses pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran matematika interaktif berbasis konstruktivis untuk siswa SMA Kelas X pada materi bangun ruang sisi lengkung yang akan dibuat didapatkan melalui pengamatan terhadap aktivitas belajar siswa dan hasil belajar siswa pada setiap KD. Lembar pengamatan aktivitas siswa diadopsi dari Bandri (2014: 127). Lembar validasi instrument tes diadopsi dari Bandri (2014: 133).

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat pembelajaran matematika interaktif berbasis kontekstual untuk siswa SMA kelas X pada materi dimensi tiga. Pengembangan perangkat pembelajaran matematika interaktif ini menggunakan *software macromedia flash* yang akan meningkatkan kemampuan visual dan audio siswa secara maksimal. *Software macromedia flash* merupakan perangkat lunak komputer yang berfungsi merancang, membuat gambar animasi sehingga lebih terlihat dan menarik. Media pembelajaran

interaktif ini dikembangkan dengan menggunakan model Plom yang terdiri atas tiga fase (fase investigasi, fase pengembangan dan pembuatan produk dan fase penilaian). Ketiga fase tersebut dilakukan secara teratur dan bertahap. Media pembelajaran interaktif dapat digunakan apabila media tersebut telah teruji kevalidan, kepraktisan dan keefektifannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Bandri, Sepannur. 2014. *Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Berorientasi Pendekatan Kontekstual Untuk Materi Geometri Untuk Siswa Kelas V Sekolah Dasar*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Depdiknas. 2002. *Pendekatan Kontekstual Contextual Teaching and Learning (CTL)*. Jakarta: Depdiknas Dirjen Dikdasmen.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
- Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).
- Nieven, N. 2010. *Formative Evaluation in Education Design Reseach*. Dalam Tjeerd Plomp & N. Nievven (End). An introduction to educational design reseach. Enschede: Netherlands instute for curriculum development.
- Ruseffendi, E.T. 1994. *Matematika dan Komputer Basic*. Bandung: Tarsito
- Sukardi. 2011. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

PERSEPSI MAHASISWA CALON GURU TERHADAP SUATU ARGUMENTASI MATEMATIS

Oleh: Sukirwan*)

Abstract: Mathematical argument is a capability that is associated with reasoning and mathematical proof. Mathematical arguments characterizing the quality of mathematical reasoning, how to explore and communicate mathematical reasoning. Arguments set of the student's ability to give reasons for a mathematical reasoning, and construct mathematical proof according with the stages of abstraction student achievement. In this context, proof is seen as a process and human activities are not only rely on formal deduction system. Achievement of students at a level of abstraction is the interpretation given to the mathematical representation.

Keywords: mathematical arguments, mathematical proof, mathematical reasoning

A. Pendahuluan

Pembelajaran pembuktian merupakan kegiatan yang sangat penting dalam pembelajaran matematika. Pembelajaran ini begitu identik dengan kemampuan penalaran matematik siswa yang merupakan salah satu tujuan dari matematika di sekolah. Seperti yang tercantum dalam permendiknas No. 22 tahun 2006 (Depdiknas, 2006) bahwa salah tujuan matematika di sekolah diarahkan agar siswa mampu menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematikadalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika. Begitu juga dalam kurikulum 2013, walaupun tidak dinyatakan secara eksplisit, tetapi tuntutan pendekatan saintifik seperti mengurai, menyaji, dan merangkai menyiratkan bahwa siswa harus mampu berargumentasi dan menyusun bukti matematik.

Kendatipun begitu, kemampuan siswa dalam menyusun bukti matematik selalu banyak mengalami kendala. Hal yang nampaknya masuk akal mengingat pembuktian ini memerlukan penalaran matematik tingkat tinggi terutama pada saat siswa diminta untuk menyusun argumentasi secara logis. Selain itu pembuktian dalam matematika biasanya mengacu pada algoritma yang sifatnya kaku bersumber pada teorema tertentu ataupun pada aksioma atau postulat yang telah dibuktikan sebelumnya. Pandangan seperti inilah yang kemudian menjadikan pembelajaran pembuktian tidak disukai oleh

siswa dan banyak diabaikan oleh guru, baik di Indonesia maupun di negara-negara yang sudah maju.

Meskipun pembuktian matematik secara formal telah mempengaruhi para matematikawan dan memajukan pemahaman komunitas matematika, namun tidak sedikit para ahli pembelajaran matematika seperti Freudenthal, Lakatos, Schoenfeld dan Tall (Liu, 2013:3) yang mengkritik kekakuan bukti matematik dalam konteks formal. Para sarjana ini melihat dampak kekakuan bukti matematik pada bidang pendidikan bahwa bukti formal yang mengacu pada prinsip deduktif hanya cocok untuk kalangan tertentu. Padahal belajar pembuktian tidak hanya terbatas pada verifikasi dan sistematika bukti, tetapi pembuktian dapat dijadikan sebagai bahan untuk komunikasi dan tantangan intelektual. Seperti yang diungkapkan de Villiers (Liu, 2013:4) yang menawarkan kerangka kerja untuk menggambarkan enam fungsi pembuktian dalam matematika, yaitu: verifikasi, penjelasan, sistematisasi, penemuan, komunikasi dan tantangan intelektual.

Mencermati kekakuan dan pentingnya pembelajaran pembuktian, beberapa ahli seperti Balacheff (1988); Bell (1976) dan Harel & Sowder (1998) termasuk van Hiele (1986) telah mengusulkan apa yang mereka sebut taksonomi skema bukti yang menjelaskan bahwa kecenderungan siswa dalam menguraikan (memberikan argumentasi) pada suatu pembuktian sangat beragam dan dapat dibuat menjadi level-level tertentu (Liu, 2013). Balacheff (1988) membagi skema bukti menjadi 4 level, yaitu *naive empiricism*, *the crucial experiment*, *the generic example*, dan *the thought experiment*. Bell (1976) membagi skema bukti menjadi 2 bagian, yaitu: *empirical* dan *deductive*. Sedangkan Harel & Sowder (1998) membagi skema bukti menjadi tiga bagian, yaitu: *external*, *empirical* dan *analytical*. van Hiele (1986) secara khusus membuat skema bukti berdasarkan pada pembelajaran geometri mencakup taksonomi: *visual*, *analytic*, *informal deductive*, *formal deductive*, dan *rigor*.

Kendatipun para ahli ini telah berhasil membuat skema pembuktian yang secara empiris muncul dari beragam kemampuan siswa, namun hal yang tak kalah penting adalah bagaimana siswa dapat memunculkan argumentasi-argumentasi tersebut. Hal yang menjadi menarik adalah bagaimana siswa memverifikasi argumentasi-argumentasi

yang ia berikan. Patut diduga bahwa kecenderungan siswa pada level tertentu akan berubah seiring dengan bertambahnya pengetahuan yang ia peroleh termasuk pada saat ia dapat memilih argumentasi lain yang menurutnya lebih logis. Liu (2013) sendiri telah membuktikan bahwa siswa cenderung tidak dapat mempertahankan argumentasinya manakala ia memperoleh argumentasi lain yang menurutnya lebih benar. Selain itu, kecenderungan siswa dalam pembuktian lebih suka pada cara-cara aljabar. Bergqvist (2005) telah membuktinya dengan mengkaji bagaimana siswa melakukan verifikasi terhadap suatu konjektur. Ia menemukan bahwa kebanyakan siswa lebih suka bekerja pada aljabar. Padahal berdasarkan taksonomi skema bukti dari Balacheff (1988) pengerjaan dengan cara aljabar ini termasuk kategori penalaran matematis tingkat tinggi yang *notabene* dianggap oleh siswa sebagai kategori yang sulit.

Hasil penelitian kedua praktisi inilah yang kemudian mengilhami penulis untuk mencoba menyelidiki bagaimana seseorang melakukan verifikasi terhadap suatu konjektur. Penyelidikan dilakukan melalui tes dan wawancara pada seorang mahasiswa jurusan pendidikan matematika semester 2. Materi dipilih berkaitan dengan fungsi kuadrat. Penulis menganggap materi ini telah dikuasai oleh responden mengingat responden sebelumnya telah mengenal materi ini saat belajar kalkulus dan saat ia duduk di bangku SMA.

Agar hasil dari penyelidikan ini terarah, pertanyaan-pertanyaan penyelidikan diajukan sebagai berikut.

1. Pada level manakah responden memberikan argumentasi pada suatu konjektur berdasarkan taksonomi skema bukti dari Balacheff?
2. Apakah responden akan mempertahankan argumentasinya pada saat ditunjukkan argumentasi yang lain?
3. Berdasarkan pada taksonomi skema bukti dari Balacheff, cara manakah yang lebih disukai responden?

B. Tinjauan Teori

Pembelajaran pembuktian dalam kerangka pembelajaran matematika tidak bisa dipandang sebagai sesuatu yang sifatnya statis, karena pembuktian merupakan bagian dari aktivitas matematik yang diperlukan untuk menumbuhkembangkan kemampuan

matematik siswa. Walaupun dalam pandangan deduktivis, suatu bukti matematis harus merupakan bukti formal, namun beberapa ahli pendidikan lebih memilih untuk melihat kerangka pembuktian bagi perkembangan matematik anak.

Para ahli memandang pembuktian bukan hanya untuk menurunkan varian baru, tetapi lebih dari itu; untuk kepentingan komunikasi, penemuan, tantangan intelektual, dan sebagainya. Bell (1976) memandang bukti sebagai verifikasi, iluminasi dan sistematisasi. Sedangkan Schoenfeld (Liu, 2013) memandang bukti sebagai komponen yang esensial dalam berbuat, komunikasi dan merekam matematika. de Villiers (Liu, 2013) menguraikan lebih komprehensif mengenai fungsi bukti, yaitu: verifikasi, eksplanasi, sistematisasi, penemuan, komunikasi, dan tantangan intelektual.

Berkaitan dengan fungsi bukti tersebut para ahli seperti Balacheff (1988); Bell (1976) dan Harel & Sowder (1998) telah mengusulkan tentang taksonomi skema bukti. Bell (1976) membagi skema bukti ke dalam 2 tingkatan, yaitu: *empirical* dan *deductive* sebagai dua mode utama justifikasi siswa ketika bekerja pada masalah yang menuntut pembuktian. Justifikasi empiris, menurut penjelasannya, bergantung pada penggunaan contoh sedangkan justifikasi deduktif bergantung pada deduksi untuk menghubungkan data dengan kesimpulan.

Sementara itu, Harel & Sowder (1998) mengusulkan taksonomi skema bukti yang terdiri dari tiga kategori utama, yaitu *external*, *empirical* dan *analytical*. Skema bukti External mencakup kasus di mana siswa menentukan validitas dari sebuah argumentasi dengan mengacu pada sumber-sumber eksternal, seperti munculnya argumentasi bukan isinya (misalnya mereka cenderung menilai pada jenis simbol yang digunakan dalam argumentasi yang melekat pada konsep dan koneksi dari simbol tersebut), atau kata-kata dalam buku teks atau diberitahu oleh guru. Skema bukti empirical, mencakup kasus ketika siswa bergantung pada contoh-contoh atau gambar mental untuk memverifikasi validitas dari argumentasi sebelum memeriksa kasus untuk meyakinkan diri sendiri. Sedangkan, skema bukti analytical mengandalkan pada struktur transformasional (operasi pada objek) atau mode aksiomatik penalaran yang meliputi ketentuan yang ditetapkan dan terdefinisi, postulat atau dugaan bukti sebelumnya.

Balacheff (1988) membagi skema bukti menjadi 4 level, yaitu *naive empiricism*, *the crucial experiment*, *the generic example*, dan *the thought experiment*. Inti dari penelitian Balacheff adalah meminta siswa untuk menguji suatu konjektur matematik. Secara eksplisit, hasil dari penelitian Balacheff dapat digambarkan sebagai berikut.

Level 1: Naive empiricism

Meyakinkan bahwa suatu konjektur itu benar, dan membantah bahwa konjektur itu benar dilakukan setelah melalui verifikasi beberapa kasus.

Contoh:

Semua fungsi linear berpotongan pada sumbu-y. Saya menguji empat fungsi linear berbeda dan hasilnya selalu benar.

Level 2: The crucial experiment

Pengujian konjektur pada kasus yang khusus, “mungkin ekstrim”, dan penarikan kesimpulan bahwa “*if it works even for this it will always works*”. Perbedaan dari level 1 utamanya adalah siswa menyadari tentang adanya masalah yang bersifat umum.

Contoh:

Semua fungsi linear berpotongan dengan sumbu-y. Saya menguji fungsi $y=1000x-1000$. Fungsi ini memotong sumbu-y. Dengan demikian, saya berkeyakinan bahwa semua fungsi linear berpotongan dengan sumbu-y!

Level 3: The generic example

Untuk menunjukkan kebenaran suatu konjektur dilakukan dengan memanipulasi obyek yang digunakan sebagai representasi dari seluruh objek yang sama. Buktinya ditunjukkan oleh pengaruh dari operasi-operasi yang terlibat.

Contoh:

Semua fungsi linear berpotongan pada sumbu-y. $y = 2x + 3$ adalah fungsi linear. Memotong sumbu-y, berarti $x=0$, sehingga diperoleh $y=3$.

Level 4: The thought experiment

Siswa mendiskusikan hal yang abstrak. Pembuktian ditunjukkan dengan melihat pada karakteristik objek, tidak pada efek dari operasi pada objek.

Contoh:

Semua fungsi linear memotong sumbu-y. Fungsi linear dinyatakan sebagai polynomial berderajat 1. Polynomial ini didefinisikan untuk semua x , termasuk $x = 0$. Oleh karena itu semua fungsi linear berpotongan pada sumbu-y.

C. Metode Penyelidikan

Metode yang dipilih dalam penyelidikan ini adalah tes dan wawancara. Kedua metode ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Tes

Tes dilakukan untuk melihat sejauhmana responden memberikan argumentasi pada suatu konjektur matematika. Responden dipilih seorang mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika semester 2. Dalam tes ini, responden diminta untuk menjawab sebuah konjektur berkenaan dengan materi fungsi kuadrat. Konjektur diambil dari penelitian Bergqvist (2005) yang telah diujikan dan dibuat taksonomi skema buktinya berdasarkan pada Balacheff. Responden kemudian diberi waktu sekitar 20 menit untuk menjawab soal. Agar tidak terjadi persepsi yang salah mengenai soal, peneliti sebelumnya memberikan penjelasan maksud dari soal tersebut tanpa memberi arahan pada jawaban.

Berikut konjektur yang digunakan dalam penyelidikan ini:

Jika grafik fungsi kuadrat memotong sumbu-x di dua titik, maka ada sebuah titik di antara kedua titik potong tersebut sedemikian sehingga garis singgung pada kurva berbentuk horizontal

Sedangkan hasil penelitian Bergqvist (2005) pada tiap level skema bukti Balacheff adalah sebagai berikut.

Level 1: Saya gambargrafik $y = x^2 - 3$. Saya langsung mengerti bahwa saya bisa menggambar sebuah garis singgung horizontal pada kurva. Saya juga bisa melakukannya terhadap grafik $y = -x^2 + 2$.

Level 2: Jika anda melihat kurva $y = x^2 + 0,0001x$, anda bisa mengerti bahwa grafik memotong sumbu- x di dua titik yang sangat berdekatan sehingga menyebabkan garis singgung hampir horizontal di antara kedua perpotongannya. Saya akan memeriksa. Tidak, jika saya memperbesar perpotongan, maka saya bisa mengerti bahwa konjektur itu benar untuk fungsi ini. Hal tersebut bisa menunjukkan kemungkinan benar untuk semua fungsi kuadrat.

Level 3: Fungsi kuadrat $y = ax^2 + bx + c$ memiliki sebuah garis singgung horizontal untuk $x = -\frac{b}{2a}$. Fungsi tersebut memotong sumbu- x di kedua sisi pada titik ini pada saat $y = 0$. Fungsi kuadrat memiliki penyelesaian $x =$

$$\frac{b}{2a} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{c}{a}}. \text{ Dengan demikian konjektur itu benar.}$$

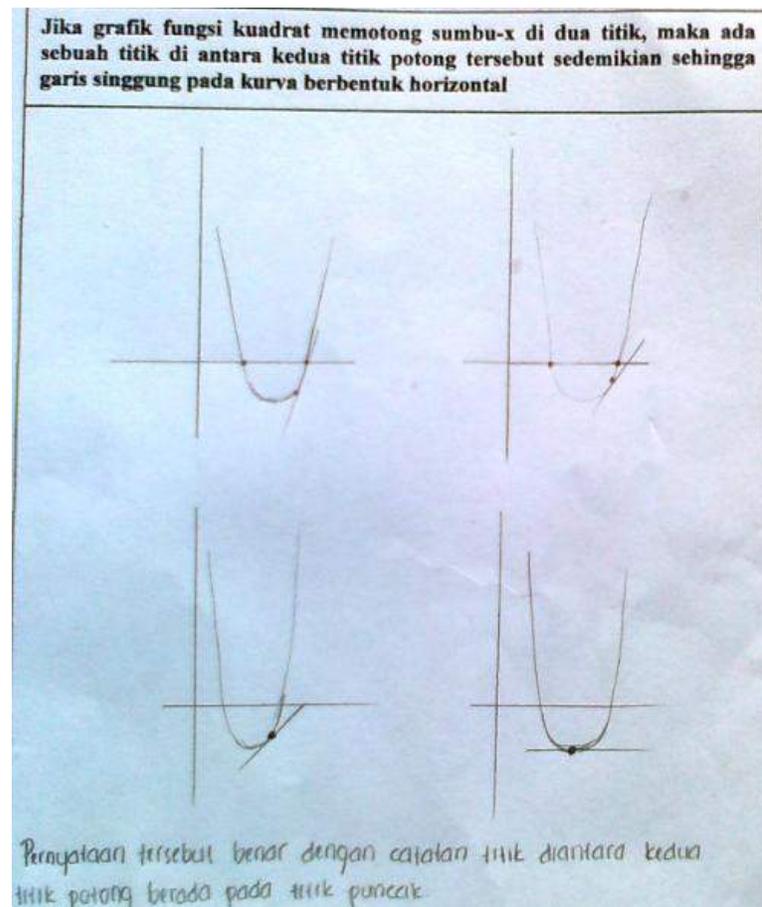
Level 4: Fungsi kuadrat yang memotong sumbu- x memiliki turunan positif dalam salah satu perpotongan dan hasil negatif pada perpotongan lainnya. Karena turunan dari fungsi tersebut adalah kontinyu, hal itu akan mengasumsikan nilai nol diantara perpotongan.

2. Wawancara

Wawancara dilaksanakan setelah tes. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk menggali sejauhmana responden melakukan verifikasi terhadap argumentasi yang diberikan. Wawancara dilakukan secara mendalam untuk menggali hal-hal yang tidak terduga dan muncul dari persepsi responden. Kendatipun begitu, semua materi dalam wawancara diarahkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penyelidikan yang diajukan. Hasil dari wawancara ini kemudian ditranskrip melalui dialog, seperti yang ditunjukkan pada hasil penyelidikan di bawah.

D. Hasil Penyelidikan

Tes dan wawancara dilaksanakan secara serempak pada hari Minggu, 1 Juni 2014 pukul 06.00. Kegiatan diawali dengan tes sekitar 20 menit, kemudian dilanjutkan dengan wawancara. Hasil tes ditampilkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Hasil Tes Konjektur

Gambar di atas menunjukkan bahwa responden memberikan argumentasi tentang bukti dari konjektur dengan cara merepresentasikannya melalui gambar. Penjelasan gambar dimulai dari gambar yang letaknya dibagian kanan atas. Ia membuat sebuah titik yang dekat dengan titik potong parabola sebelah kanan lalu menggambar garis singgung pada titik itu. Gambar berlanjut pada sebelah kiri atas. Pada gambar

kedua ini, responden menggeser titik ke sebelah kiri, lalu menggambar sebuah garis singgung pada titik itu. Gambar selanjutnya berada di sebelah kiri bawah. Ia menggambar titik pada kurva yang dekat ke titik puncak, kemudian menggambar garis singgung pada titik itu. Pada gambar keempat, ia gambarkan titik pada puncak parabola. Selanjutnya ia menggambar garis horizontal pada titik itu. Sebagai kesimpulan dari uraiannya, ia menyatakan bahwa “pernyataan tersebut benar dengan catatan titik di antara kedua titik potong berada pada titik puncak”.

Sedangkan, petikan dari hasil wawancara ditampilkan sebagai berikut (P menunjukkan peneliti, dan R menunjukkan responden)

P : Apakah Anda paham dengan soal tersebut?

R : Gak tahu, susah... Kayaknya soal tersebut tidak mungkin, salah ya...
(*sambil memandang ke Peneliti*)

P : Terserah Anda? Yang penting alasannya ditulis?

R : Tapi... sebentar, saya tahu... (*ia kemudian mengambil soal dan mulai mengerjakan*)

Responden kemudian mengerjakan soal tersebut, kira-kira 20 menit. Setelah itu kemudian berlanjut dengan wawancara.

P : Bagaimana menurut Anda?

R : Susah, saya tidak yakin dengan jawaban saya.

P : Kenapa jawabannya seperti itu? Bisa dijelaskan

R : Karena memotong di dua titik, saya gambarkan seperti ini? (*sambil menunjuk pada gambar*)

P : Lalu...

R : Jika titiknya di sini (*sambil menunjuk gambar sebelah kanan atas?*) maka garis singgungnya akan seperti ini. Jika titiknya di sini (*sambil menunjuk*

gambar sebelah kiri atas), garis singgungnya akan seperti ini. Jika titiknya di sini (sambil menunjuk gambar sebelah kiri bawah), garis singgungnya seperti ini. Jika titiknya di sini (sambil menunjuk titik puncak parabola pada gambar sebelah kanan bawah) garis singgungnya seperti ini.

P : Jadi, kesimpulannya...

R : Pernyataan itu benar, tapi dengan syarat...

P : Apa syaratnya?

R : Titiknya ada di puncak ini (*sambil menunjuk puncak salah satu parabola yang ia gambar*), makanya saya tulis pernyataan seperti itu... (*sambil menunjuk pada pernyataan yang ia buat pada bagian bawah gambar*)

P : Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda?

R : Saya yakin benar, tapi dengan syarat tadi...

P : Bagaimana dengan ini? (*Peneliti mengambil jawaban dari penelitian Bergqvist (2005) yang sudah dibuat levelisasi berdasarkan taksonomi skema bukti dari Balacheff*). Menurut Anda mana yang lebih mirip dengan pekerjaan yang Anda buat?

R : Mirip 1 dan 2

P : Di antara 1 dan 2 mana yang lebih mirip?

R : 1

P : Mana yang lebih Anda sukai, jawaban Anda atau jawaban orang? (*maksudnya jawaban yang ada pada hasil penelitian Bergqvist*)

R : Jawaban yang di sini. (*Sambil mengacungkan kertas jawaban dari Bergqvist*).

- P : Alasannya...
- R : Kayaknya lebih matematik.
- P : Jika Anda disuruh memilih di antara level 1 sampai level 4, mana yang lebih disukai?
- R : Ke-1 dan ke-3, yang lain *ribet...* (*maksudnya level 1 dan level 3*)
- P : Kenapa ke-1 lebih suka?
- R : Ga tahu, gimana ya...
- P : Menurut Anda, kenapa orang lain mengerjakan seperti cara ke-1 (*maksudnya level 1*).
- R : Sebenarnya dia paham, garis horizontal itu ada di puncak.
- P : Apakah Anda suka cara ngerjain orang seperti itu?
- R : Ya, jawaban yang ada di sana lebih meyakinkan, sebab lebih matematik
- P : Jika antara 1 dan 3, mana yang lebih Anda suka?
- R : Lebih suka yang 3
- P : Kenapa?
- R : Kalau cara ke-1, dia seperti sudah lebih paham, maka dia langsung menentukan; kalau cara 3 dia nyari dengan proses dulu...
-

E. Bahasan

Mencermati hasil tes di atas, nampak bahwa responden memiliki persepsi tersendiri terhadap konjektur yang diberikan. Sebelum ia melihat bukti lain, ia meyakini argumentasinya dengan menunjukkannya melalui representasi gambar. Ia yakin bahwa jika pada suatu fungsi kuadrat dapat digambarkan sebuah garis horizontal, maka hal tersebut akan berlaku untuk semua fungsi kuadrat. Secara tidak langsung, responden

telah menunjukkan bahwa garis horizontal yang dimaksud adalah garis yang melalui titik puncak parabola. Ia mempertegas argumentasinya dengan menuliskan bahwa *pernyataan tersebut benar dengan catatan titik di antara kedua titik potong berada pada titik puncak.*

Bila ditelusuri lebih lanjut pada hasil tes, responden ternyata lebih menyukai menunjukkan suatu konjektur dengan contoh kasus. Menurut Balacheff, cara yang digunakan oleh responden seperti itu termasuk pada kategori *naive empiricism*.

Berbeda dengan hasil tes, hasil wawancara nampaknya mempengaruhi persepsi responden pada argumentasi yang ia berikan. Pada saat ditunjukkan argumentasi lain, responden mulai ragu dengan argumentasinya. Ternyata ia lebih meyakini argumentasi lain yang dianggapnya lebih meyakinkan dan lebih matematik. Hal yang menarik untuk dicermati karena sesuai dengan temuan Liu (2013) bahwa subyek cenderung tidak dapat mempertahankan argumentasinya manakala ia memperoleh argumentasi lain yang menurutnya lebih benar. Keraguan ini sangat nampak manakala responden kemudian diminta untuk memilih mana diantara cara-cara pada level 1, level 2, level 3 dan level 4 yang lebih disukai. Responden ternyata lebih menyukai cara pembuktian yang ditunjukkan pada level 3 (cara aljabar). Sangat kontras dengan apa yang ia lakukan sebelumnya, yang membuktikan suatu konjektur dengan merepresentasikan pada suatu contoh kasus melalui representasi geometris.

Kecenderungan responden lebih menyukai cara-cara aljabar menunjukkan bahwa responden lebih menyukai bekerja pada level bernalar tingkat tinggi. Seperti apa yang diungkapkan oleh Bergqvist (2005) dalam studinya, ia menemukan kebanyakan siswa lebih suka bekerja pada aljabar yang menurut taksonomi dari Balacheff (1988) termasuk kategori penalaran matematis tingkat tinggi.

Hasil temuan semacam ini, tentu belum bisa digeneralisasi menjadi kesimpulan yang berlaku umum, mengingat sampel yang diambil hanya satu sampel saja. Namun demikian, hal menarik yang bisa diungkapkan dari hasil penyelidikan ini, memunculkan fenomena yang seragam seperti apa yang diungkapkan oleh Liu dan Bergqvist. Akan

tetapi, karena tes dan wawancara dilakukan secara spontan, mungkin saja ada faktor-faktor lain yang diabaikan.

Penelusuran lebih lanjut sebenarnya bisa dilakukan dengan memperbanyak responden dan juga mengaitkannya dengan kemampuan awal yang dimiliki responden. Dalam hal ini sangat dimungkinkan *treatment* diberikan, sehingga patut diduga bahwa dalam kondisi tertentu responden cenderung akan mempertahankan argumentasi yang ia berikan.

F. Simpulan

Dengan mengacu pada hasil penyelidikan dan pembahasan di atas, dapat diungkapkan simpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan taksonomi skema bukti Balacheff, responden berada pada level *naive empiricism*. Pembuktian suatu konjektur ditunjukkan dengan merepresentasikan suatu kasus yang disimpulkan menjadi kasus yang umum.
2. Sesuai dengan temuan Liu (2013), responden cenderung tidak bertahan pada argumentasinya. Responden lebih memilih argumentasi lain yang menurutnya lebih meyakinkan dan lebih matematis.
3. Berdasarkan pada taksonomi skema bukti dari Balacheff, responden lebih menyukai cara-cara aljabar yang menurut Balacheff termasuk kategori penalaran matematis tingkat tinggi.

G. Referensi

- [1] Balacheff, N. (1988). *Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics*. In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, teachers and children* (pp. 216–235). London: Hodder and Stoughton.
- [2] Bell, A.W. (1976). *A study of pupils' proof-explanations in Mathematical situations*. *Educational Studies in Mathematics*, 7(1-2), 23-40
- [3] Bergqvist. 2005. *How Students Verify Conjectures: Teachers' Expectation*. *Journal of Mathematics Teacher Education* (2005) 8:171–191.

- [4] Depdiknas. 2006. *Standar Isi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Depdiknas
- [5] Harel, G., & Sowder, L. (1998). *Students' proof schemes: Results from exploratory studies*. In A. H. Schoenfeld, Kaput, J., & Dubinsky, E. (Eds.), *Research in Collegiate Mathematics Education III*(pp. 234-283). American Mathematical Society
- [6] Liu, Yating. 2013. *Aspects of Mathematical Argumentasits that Influence Eighth Grade Students' Judgment of Their Validity*. Dissertation at The Ohio University, Ohio.
- [7] Van Hiele, P.M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. New York: Academic Press.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONSTRUKTIVISME MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN LANGSUNG PADA KELAS V DI SEKOLAH DASAR

Ali Asmar

Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang
e-mail: Aliasmar.sumbar@gmail.com

Abstrak : Based on a pre-observation and interview on the Mathematics Padang Panjang teachers, it was found that the instructional materials they used have not yet facilitate the students to construct their own learning in Mathematics. The purposes of this research were to develop a Constructivism learning materials for 5th Grade Elementary School students in Padang Panjang, consisted of lesson plan, hand out, and worksheet. The learning materials were developed use models Direct Instruction. This research was a combination of Research and Development (R & D) and Experimental. Based on the data analysis, the findings of this research were: (1)The Direct instructional materials for 5th Grade Mathematics was found “valid” for its content and construct (2)The Direct instructional materials which had been developed fulfill the practicality and that it can be easily used by the teachers without any difficulty. The conclusion of this research is: (1)Generated, Handouts are valid and meet the requirements of teaching materials is good, (2)LKS in the category is valid, and can be used with minor revisions, (3)RPP compiled in the category is valid and can be used with minor revisions, (4)Prototype handouts, worksheets, and lesson plans produced has good practicalities.

Key word: Constructivism, direct instructional, validity, practicality.

1. Pendahuluan

Memasuki abad ke-21, kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) Indonesia sangat tidak kompetitif. Menurut catatan *Human Development Report* tahun 2003 versi *United Nation Development Project(UNDP)*, kualitas SDM atau *Human Development Index(HDI)* Indonesia berada pada peringkat ke-112 dari 138 negara yang disurvei. Indonesia berada jauh dibawah Filipina (85), Thailand (74), Malaysia (58), Brunei Darussalam (31), Korea Selatan (30), dan Singapura (28). Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya *HDI* Indonesia adalah pencapaian di bidang pendidikan yang secara umum belum memuaskan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil-hasil studi international dalam beberapa tahun terakhir.

Berbagai usaha telah dan sedang dilakukan oleh pemerintah untuk memperbaiki mutu pendidikan nasional, salah satunya adalah penyempurnaan kurikulum. Saat ini pemerintah sedang menerapkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang merupakan penyempurnaan dari Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK). Penyempurnaan kurikulum harus dilakukan untuk merespon tuntutan terhadap kehidupan berdemokrasi, globalisasi, dan otonomi daerah. Implementasi KTSP memungkinkan lembaga pendidikan tidak kehilangan relevansi program pembelajarannya terhadap kepentingan daerah, karakteristik peserta didik, dan tetap

memiliki fleksibilitas dalam melaksanakan kurikulum yang berdiversifikasi. Selanjutnya, implementasi KTSP menghendaki agar pembelajaran mampu membawa siswa memasuki kawasan pengetahuan dan penerapannya, sehingga kompetensi siswa (pengetahuan, sikap, dan keterampilan) mereka akan berkembang melalui pembelajaran.

Tujuan pembelajaran di Sekolah Dasar (SD) sesuai dengan tujuan pendidikan dasar, yaitu; memberikan bekal kemampuan dasar kepada siswa dalam mengembangkan kehidupannya sebagai pribadi, anggota masyarakat, warga negara, dan anggota umat manusia serta mempersiapkan mereka untuk mengikuti pendidikan menengah. Terkait dengan bidang studi matematika, dalam KTSP dinyatakan empat fungsi pembelajaran matematika di SD, yaitu:

1. Melatih cara berfikir dan bernalar dalam menarik kesimpulan.
2. Mengembangkan aktivitas yang kreatif dengan melibatkan imajinasi, intuisi, dan rasa ingin tahu.
3. Mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, dan
4. Mengembangkan kemampuan komunikasi, terutama menyampaikan gagasan (ide) dengan lisan, catatan grafik, ataupun bentuk lainnya (Depdiknas, 2006).

Pencapaian tujuan tersebut diuraikan dalam bentuk kompetensi dasar berupa pengetahuan, keterampilan, dan sikap dalam kebiasaan berfikir dan bertindak. Terkait dengan fungsi pembelajaran matematika di atas, hasil observasi di sekolah-sekolah menunjukkan bahwa latihan keterampilan bernalar, memecahkan masalah, dan berkomunikasi belum membudaya hingga saat ini. Kebanyakan siswa terbiasa melakukan kegiatan belajar dengan mendengar penjelasan guru, menyalin, lalu menghafalkannya. Akibatnya, kebanyakan siswa hanya mampu menyajikan tingkat hafalan yang baik terhadap materi diterimanya, tetapi pada kenyataannya mereka seringkali tidak memahami secara substansi materinya. Fakta menunjukkan bahwa sebahagian besar siswa tidak mampu menghubungkan antara apa yang mereka pelajari dengan bagaimana pengetahuan tersebut akan digunakan atau dimanfaatkan.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan beberapa orang guru SD di Kota Padang Panjang, juga terungkap bahwa pembelajaran matematika masih cenderung berlangsung satu arah, yaitu dari guru ke siswa. Umumnya, pola pembelajaran pada setiap pertemuan yang diterapkan oleh guru adalah: menjelaskan materi pelajaran, memberikan contoh-contoh penerapan, memberikan latihan, dan di akhir pembelajaran guru memberikan Pekerjaan Rumah (PR). Pola pembelajaran seperti ini disebut Pembelajaran Konvensional. Pada pembelajaran seperti ini, siswa cenderung bersifat pasif, guru mendominasi kegiatan kelas, dan pembelajaran terpusat pada guru. Perhatian guru dalam pola Pembelajaran Konvensional lebih banyak tercurah pada ketuntasan penyampaian materi. Dampak dari pembelajaran yang berpusat pada guru adalah sebagian besar siswa bersikap pasif dalam mengikuti pembelajaran. Mereka tidak mampu atau kurang berani untuk mengkomunikasikan gagasan-gagasan yang mereka miliki. Dalam tiap pertemuan, hanya satu atau dua orang siswa saja yang berani bertanya atau mengemukakan pendapat.

Permasalahan yang diuraikan di atas, diperburuk lagi oleh kondisi bahan ajar (buku teks) yang tidak mendukung untuk penciptaan suasana belajar yang kondusif. Buku teks lebih banyak digunakan sebagai buku pegangan guru, dan mereka menyajikan pelajaran persis sama dengan apa yang ada pada buku teks. Hal ini disebabkan karena guru belum merancang perangkat pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan siswa untuk belajar secara aktif. Buku teks yang beredar pada umumnya belum memfasilitasi siswa untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Isi buku lebih banyak ditekankan pada penjelasan rinci dari sebuah konsep, kemudian diikuti dengan contoh soal dan sejumlah soal-soal latihan. Uraian yang ada pada buku teks cenderung membuat siswa menghafal, tanpa memahami untuk apa mereka mempelajarinya, karena materi yang disajikan kurang terkait dengan dunia nyata siswa.

Untuk menyikapi persoalan ini, perlu dilakukan upaya pengembangan perangkat pembelajaran berdasarkan teori kognitif, yang di dalamnya termasuk teori konstruktivisme. Menurut teori konstruktivisme, keterampilan berpikir (penalaran), memecahkan masalah, dan berkomunikasi dapat dikembangkan jika siswa melakukan sendiri, menemukan dan mengkonstruksi pengetahuan yang ada (Slavin, 1994). Berdasarkan teori ini, diyakini bahwa penggunaan model pembelajaran dengan pendekatan kontekstual, dimana pendekatan ini memiliki filosofi konstruktivis, akan dapat menciptakan pembelajaran matematika yang bermakna.

Melalui penelitian ini, maka dirancang perangkat pembelajaran matematika berbasis konstruktivis dengan menggunakan model pembelajaran Langsung. Berdasarkan pengamatan dan pengalaman peneliti berdiskusi dengan guru-guru SD di Kota Padang Panjang, diperoleh informasi dan fakta bahwa mereka belum terampil dalam menyusun perangkat pembelajaran yang berbasis konstruktivis. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi model bagi guru matematika dalam menyiapkan dan menyelenggarakan pembelajaran matematika yang lebih bermakna.

Guna memperoleh perangkat pembelajaran matematika yang memungkinkan siswa berlatih berfikir, bernalar, memecahkan masalah, dan berkomunikasi, perlu dipenuhi minimal tiga kriteria yaitu: (1) validitas, (2) praktikalitas, dan (3) efektivitas. Perangkat pembelajaran matematika berbasis model pembelajaran dikatakan *valid* atau serta potensial untuk meningkatkan hasil dan motivasi belajar matematika siswa. Penelitian ini belum sampai ke tahap efektivitas.

2. Metode

Jenis penelitian ini merupakan gabungan penelitian pengembangan (*developmental research*) dan eksperimental. Sehubungan dengan produk yang dihasilkan yaitu berupa perangkat pembelajaran. Kegiatan penelitian dibagi atas dua tahap, yaitu; (i) tahap penyusunan prototipe perangkat yang valid yang bertujuan untuk melihat validitas perangkat, dan (ii) tahap implementasi, yang bertujuan untuk melihat praktikalitas perangkat pembelajaran yang dihasilkan. **Penelitian ini terdiri dari 2 tahap.** Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut.

- 1) Lembar validasi, untuk mengumpulkan data hasil validasi perangkat pembelajaran.
- 2) Pedoman wawancara, digunakan untuk mengumpulkan data pendapat siswa, dan guru mengenai perangkat pembelajaran konstruktivis.
- 3) Lembar observasi, untuk mengumpulkan data tentang praktikalitas pembelajaran, terutama keterpakaian dan keterlaksanaan dari perangkat yang disusun.

3. Hasil dan Pembahasan

Deskripsi Data Hasil Pengembangan dan Implementasi Perangkat

Validasi melibatkan 2 orang pakar pembelajaran matematika. Berikut ini diuraikan hasil validasi pakar terhadap perangkat pembelajaran matematika berbasis konstruktivisme dengan model pembelajaran langsung yang telah disusun.

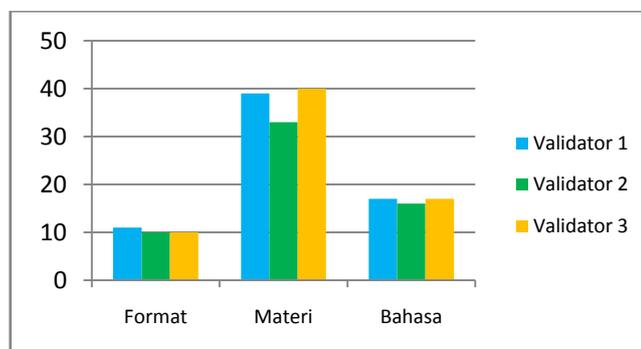
a) *Hand-out*

Hasil validasi pakar terhadap *hand-out* berbasis konstruktivisme dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Validasi *Hand-out*

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Jumlah Skor	Persentase
1	Format	11	10	10	31	86,1
2	Materi	39	33	40	112	84,9
3	Bahasa	17	16	17	50	83,3
Rata-rata						84,8

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa hasil penilaian validator terhadap *hand-out* berada pada kategori valid dan dapat digunakan setelah dilakukan revisi ringan sesuai saran validator. Revisi yang dilakukan terhadap *hand-out* adalah sebagai berikut: a) penggunaan istilah dan b) ukuran gambar dan warna.



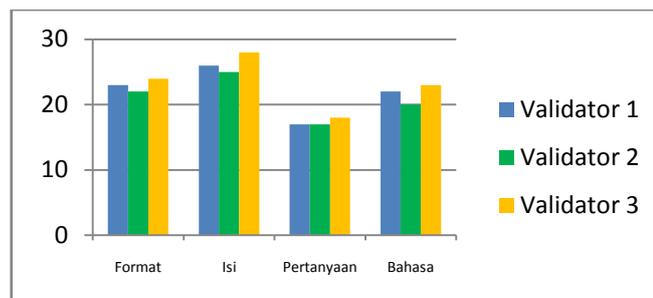
Gambar 1. Hasil Validasi *Hand-out*.

b) Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

Tabel 2. Data Hasil Validasi LKS

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Jumlah Skor	Persentase
1	Format	23	22	24	69	92
2	Isi	26	25	28	79	88,8
3	Pertanyaan	17	17	18	52	86,7
4	Bahasa	22	20	23	65	86,7
Rata-rata						88,5

Untuk lebih jelasnya data pada Tabel 2 di atas disajikan dalam bentuk diagram batang berikut ini.



Gambar 2. Data hasil validasi LKS

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil validasi LKS oleh validator untuk setiap aspek berada antara 86,7% hingga 92%, dengan rata-rata 88,5%. Secara keseluruhan LKS model pembelajaran Langsung tergolong valid dari aspek format (konstruksi), isi, pertanyaan, dan bahasa. Dapat disimpulkan bahwa LKS dapat digunakan dengan revisi ringan.

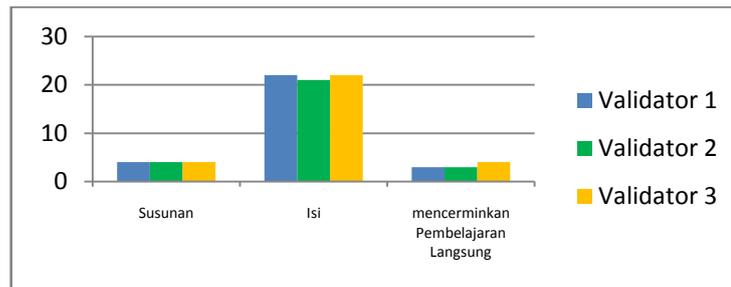
(b) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berikut ini ditampilkan data hasil validasi RPP.

Tabel 3. Data Hasil Validasi RPP

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Jumlah Skor	Persentase
1	Susunan	4	4	4	12	100
2	Isi	22	21	22	65	90,3
3	Mencerminkan pembelajaran langsung	3	3	4	10	83,3
Rata-rata						91,2

Untuk lebih jelasnya data pada Tabel 3 di atas disajikan dalam bentuk diagram batang berikut ini.



Gambar 3. Data Hasil Validasi RPP

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil validasi RPP model Pembelajaran Langsung oleh validator untuk setiap aspek berada antara 83,3 % hingga 100 %. Secara keseluruhan RPP model pembelajaran langsung tergolong valid dari aspek susunan (konstruksi), isi, dan mencerminkan model Pembelajaran Langsung. Dapat disimpulkan bahwa RPP tersebut dapat digunakan dengan revisi ringan. Revisi yang disarankan adalah dengan mencantumkan sintak dari model Pembelajaran Langsung, dan mengelompokkan materi pembelajaran ke dalam objek matematika, yaitu; fakta, prinsip, konsep, dan prosedur.

Praktikalitas Perangkat

Kepraktisan prototipe perangkat yang dihasilkan dilihat melalui hasil uji coba di 9 SDN. Prototipe perangkat yang telah divalidasi dan direvisi diujicobakan secara terbatas pada 9 SDN di Kota Padang Panjang. Berdasarkan observasi kelas yang dilakukan dapat dilihat bahwa dari segi keterbacaan, siswa dapat menggunakan *Hand-out*, dan LKS tanpa mengalami kesulitan yang berarti. Selanjutnya juga dapat dilihat bahwa perangkat yang digunakan dapat membantu siswa belajar secara individu maupun kelompok. Berdasarkan hasil pengamatan, secara umum “performance” guru dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan perangkat berbasis konstruktivis dengan model pembelajaran langsung cukup baik.

a) *Hand-out*

Berdasarkan data hasil validasi pakar diperoleh bahwa *hand-out* yang disusun termasuk pada kategori valid, baik segi format (konstruk), isi, dan bahasa, dan dapat digunakan dengan revisi ringan sesuai saran. Temuan penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Hand-out* yang dihasilkan untuk topik Bangun Datar dan Bangun Ruang yang disusun telah valid dan memenuhi persyaratan bahan ajar yang baik.

b) LKS

Data hasil validasi menunjukkan bahwa persentase nilai untuk setiap aspek berada antara 86,7% hingga 92%, dengan rata-rata 88,5%. Secara keseluruhan LKS model pembelajaran Langsung tergolong valid dari aspek format (konstruksi), isi, pertanyaan, dan bahasa. Hal ini menunjukkan bahwa LKS yang disusun berada pada kategori valid, dan dapat digunakan dengan revisi ringan.

c) RPP

Data hasil validasi menunjukkan bahwa persentase nilai untuk setiap aspek berada antara 83,3 % hingga 100 %. Secara keseluruhan RPP model pembelajaran langsung tergolong valid dari aspek susunan (konstruksi), isi, dan mencerminkan model

Pembelajaran Langsung. Hal ini menunjukkan bahwa RPP yang disusun berada pada kategori valid, dan dapat digunakan dengan revisi ringan.

Secara umum pembahasan hasil data praktikalitas dapat sebagai dijelaskan sebagai berikut.

- a) Siswa mudah menggunakan LKS dan *Hand-out*, hal ini dapat dilihat dari minimnya pertanyaan yang diajukan siswa ketika belajar. Kondisi tersebut juga mengindikasikan bahwa bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh siswa.
- b) Siswa terbantu dalam belajar menggunakan LKS dan *hand-out* yang berbasis konstruktivis, baik ketika belajar individu maupun kelompok.
- c) Perangkat yang dihasilkan juga mampu memfasilitasi siswa belajar sesuai dengan minatnya, dan membangkitkan kreativitas mereka dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan pada LKS. Siswa juga mulai terbiasa mengkomunikasikan gagasan mereka melalui diskusi kelompok, dan presentasi hasil kerja kelompok.
- d) Guru juga menyatakan bahwa mereka merasa terbantu dan senang menggunakan perangkat berbasis konstruktivisme dengan model pembelajaran langsung dalam mengajar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian di atas, maka penelitian ini memiliki beberapa kesimpulan, yaitu:

- a. *Hand-out* yang dihasilkan telah valid dan memenuhi persyaratan bahan ajar yang baik.
- b. LKS yang disusun berada pada kategori valid, dan dapat digunakan dengan revisi ringan.
- c. RPP yang disusun berada pada kategori valid, dan dapat digunakan dengan revisi ringan.
- d. Prototipe Handout, LKS, dan RPP yang dihasilkan memiliki praktikalitas yang baik

Daftar Pustaka

- [1] Arends, Richard. I. (1998). *Learning to Teach* (Fourth Edition). Singapore: Mc Graw – Hill.
- [2] Brooks, J.G & Brooks, M. G. (2001). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classroom*, Upper Saddle River, NJ:Merrill.
- [3] Corebima,dkk. (2002). *Pelatihan Terintegrasi Berbasis Kompetensi Pembelajaran Kooperatif*. Jakarta: Depdiknas.
- [4] Degeng, IN. S. (1994). *Strategi Pembelajaran: Kajian Teori dan Aplikasi*. Jurnal Sumber Belajar, Januari. 1 (1), (17-31).

- [5] Gauvain, M. (2001). *The Social Context of Cognitive Development*. New York: Guilford.
- [6] Herman Hudojo. 1988. *Mengajar Belajar Matematika*. Jakarta: Depdikbud.
- [7] Kamii, C. (1990), *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s Yearbook*, Resto, Virginia: NCTM.
- [8] Muliyardi. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Padang: UNP
- [9] Steffe, Leslie P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustration and implication, In Glasersfeld, E.v, *Radical Constructivism in Mathematics Education* (pp.177-194). Nederland: Kluwer Academic Publishers

APLIKASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SEKOLAH NON FORMAL PKBM KASIH BUNDO SEBAGAI JALUR PENDIDIKAN YANG MEMUTUS “ANAK PUTUS SEKOLAH” DI KOTA BUKITTINGGI

Eka Pasca Surya Bayu, M.Pd

Program Studi Pendidikan Matematika, STKIP AHLUSSUNAH Bukittinggi

e-mail: ekapascha.suryabayu@gmail.com

ABSTRACT. Education is a right of all human beings with different social status owned. Not only formal education, but also through non-formal implemented by non-governmental institutions one by the activity of the Community Learning Centre (PKBM) Kasih Bundo Bukittinggi which organizes Program Package B Equivalent class VII, VIII, and IX SMP. Demands the same curriculum with formal education, making the learning implementers must work hard to be a motivator. Creative in the provision of learning mathematics consisting of face to face activities, tutorial, and independent. Competencies equivalent to formal education, complicate the application in the field. So also with the distribution of material that has a standard mathematical competence and basic competences are pretty solid. Schedule face-to-face and tutorials that can only be done once a week to make math teachers work hard to provide material and training. If agreed upon will be an additional class, but only a small percentage who took time to attend. Inhibiting factors include the presence of different individuals each meeting, the lack of facilities, allocation of time, and the density of the material. Learning takes place based on propriety and cultivated all matter certain learned with practice. So far the expected learning outcomes can not be set properly, although sufficient for graduation.

Keywords: Non-Formal Education, Content Standards, Standard Process

1. Pendahuluan

Pendidikan di Indonesia terdiri atas pendidikan formal, pendidikan nonformal, dan pendidikan informal. Pendidikan nonformal dan informal merupakan alternatif pendidikan yang bisa dilalui oleh setiap masyarakat Indonesia dengan ketentuan sesuai aturan yang ada. Pendidikan non formal salah satunya adalah sekolah kesetaraan yang terdiri atas Paket A, Paket B, dan Paket C. Pendidikan kesetaraan tersebut memiliki standar isi berdasarkan Permendiknas Nomor 14 Tahun 2007 dan standar Proses berdasarkan Permendiknas Nomor 3 Tahun 2008.

Standar isi yang digunakan dalam pendidikan kesetaraan meliputi Kerangka dasar, struktur kurikulum yang didalamnya memetakan standar kompetensi, kompetensi dasar, beban belajar, dan acuan lainnya. Beban belajar yang ada pada pendidikan kesetaraan dikenal dengan Satuan Kredit Kompetensi (SKK). Berdasarkan pemetaan SKK yang mengacu pada kalender pendidikan non formal inilah nantinya akan tersusun jadwal pelajaran per minggu.

Standar proses pendidikan kesetaraan meliputi perencanaan proses pembelajaran, pelaksanaan proses pembelajaran, penilaian proses dan hasil pembelajaran, dan pengawasan proses pembelajaran untuk terlaksananya proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Pembelajaran pada pendidikan kesetaraan

dapat ditempuh melalui kegiatan tatap muka, tutorial, dan mandiri, ataupun kombinasi ketiganya.

Padatnya standar isi yang harus dituntaskan oleh warga belajar untuk memenuhi kompetensi demi mencapai standar kelulusan harus terealisasi dalam proses pembelajaran yang hanya dilakukan satu kali pertemuan setiap minggu. Kondisi ini membuat peneliti tertarik untuk mengkaji aplikasi nyata mengenai pelaksanaan pembelajaran matematika pada pendidikan kesetaraan. Salah satu penyelenggaranya adalah Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Kasih Bundo Bukittinggi yang sudah berkegiatan sejak tahun 2004. Warga belajar yang memperoleh ilmu pengetahuan pada PKBM ini memiliki latar belakang yang beragam, namun dapat dikategorikan secara luas sebagai “anak putus sekolah”. Karena pendidikan kesetaraan memiliki acuan umur warga belajar yang dapat menduduki tingkatan masing-masing.

Pembelajaran matematika yang dianggap sulit oleh warga belajar harus dijadikan menarik agar transver ilmu dapat dilakukan dengan baik. Satuan Kredit Kompetensi matematika yang terdiri atas 2 SKK per semester harus mampu membawa warga belajar memahami materi yang padat. Peneliti ingin mengetahui bagaimana pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan mulai dari persiapan dan prosesnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan pendidikan kesetaraan berdasarkan acuan standar isi dan standar proses. Sehingga diketahui bagaimana pengaturan standar isi yang direalisasikan dan standar proses seperti apa yang telah digunakan sehingga mampu meluluskan warga belajar setiap tahunnya dengan memenuhi standar kelulusan yang ada.

2. Metode

Sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, maka jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif yang dimaksudkan di sini adalah untuk melihat, meninjau, dan menggambarkan tentang objek yang diteliti seperti apa adanya tanpa melakukan pengontrolan terhadap suatu perlakuan dan akhirnya menarik suatu kesimpulan tentang hal tersebut. Arikunto (1999:196) berpendapat bahwa “penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang datanya digambarkan dengan kata-kata atau kalimat yang dipisah-pisahkan menurut kategori untuk memperoleh kesimpulan”. Dalam penelitian ini, kegiatan pembelajaran dengan mengacu pada standar isi dan standar proses pendidikan kesetaraan akan dideskripsikan secara nyata tanpa mengubah sesuatu apapun yang terjadi pada saat penelitian.

Dalam pengumpulan data pada penelitian ini digunakan metode Triangulasi. Adapun instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Observasi

Observasi dilakukan untuk melihat proses kegiatan pembelajaran yang dilakukan di dalam kelas serta pemberian pembelajaran mandiri kepada warga belajar.

2. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan untuk mengetahui bagaimana persiapan dan pelaksanaan yang akan dilakukan oleh tutor dalam melaksanakan pembelajaran. Dokumen yang akan peneliti lihat dan pelajari adalah berupa silabus dan Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dibuat tutor

matematika. Selain itu dokumen yang akan dipelajari adalah berupa pemetaan beban belajar sehingga diketahui alokasi waktu pelaksanaan pembelajaran melalui tatap muka, tutorial, dan mandiri.

3. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data melalui proses tanya jawab lisan yang berlangsung satu arah, artinya pertanyaan datang dari pihak yang mewawancarai dan jawaban diberikan oleh yang diwawancarai. Pada penelitian ini yang diwawancarai adalah tutor matematika yang mengajardi PKBM Kasih Bundo Bukittinggi.

Hasil penelitian yang diperoleh akan dilaporkan dengan baik agar dapat diketahui oleh orang lain. Hasil penelitian yang diperoleh harus dianalisis dengan analisis data kualitatif. Langkah-langkah dalam analisis data adalah sebagai berikut:

1. Reduksi data

Reduksi data dalam penelitian ini dilakukan dalam bentuk proses pemilihan, pemusatan perhatian, dan pemilihan, pengeditan dan penyederhanaan yang diperoleh dari catatan lapangan.

2. Penyajian data

Penyajian data dalam penelitian ini dilakukan dalam bentuk teks naratif berdasarkan hasil observasi, analisis dokumentasi, dan wawancara yang kemudian direduksi selama penelitian berlangsung.

3. Verifikasi data

Verifikasi data untuk menarik kesimpulan dalam penelitian ini dilakukan untuk memastikan kebenaran data yang telah diperoleh sebelumnya. Menarik kesimpulan diambil berdasarkan teori mengenai standar isi dan standar proses pendidikan kesetaraan.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Standar Isi

Standar isi memiliki beberapa bagian antara lain kerangka dasar yang berisikan kelompok mata pelajaran, prinsip pengembangan kurikulum, prinsip pelaksanaan kurikulum, kesetaraan tingkat dan derajat kompetensi, kedalaman muatan kurikulum, dan perpindahan jalur kurikulum. Sedangkan struktur kurikulum mencakup struktur kurikulum masing-masing tingkatan/derajat. Selain itu standar isi juga berisikan acuan mengenai beban belajar, Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan, dan Kalender Pendidikan. Semua hal tersebut harusnya tertuang pada dokumen 1 kurikulum yang dimiliki oleh kesetaraan. Namun dokumen 1 KTSP pada pendidikan non formal ini masih perlu disempurnakan karena masih ada yang belum ada, contohnya bagian yang membahas mengenai perpindahan jalur kurikulum.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada PKBM Kasih Bundo Bukittinggi, diketahui bahwa pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan belum mengarah sesuai acuan yang ditetapkan. Tutor matematika yang terdiri dari dua orang memiliki kompetensi di bidang matematika, namun tidak terlalu memahami mengenai pendidikan non formal. Salah satu tutor matematika masih berstatus mahasiswa tingkat akhir yang sedang menyelesaikan skripsi pada salah satu perguruan Tinggi Swasta di Kota Bukittinggi. Meskipun pengalaman mengajar di PKBM sudah hampir 5 tahun. Hal tersebut tentunya mempengaruhi

pelaksanaan dan pemahaman dalam mengembangkan pembelajaran pada pendidikan kesetaraan.

Berdasarkan Permendiknas yang mengatur standar isi Pendidikan Kesetaraan, diketahui bahwa jalur pendidikan ini memiliki kerangka dasar kurikulum yang setara dengan pendidikan formal. Berdasarkan struktur kurikulum, mata pelajaran dibagi dan tersusun sebagaimana kurikulum pendidikan formal. Salah satu mata pelajaran yang ada dalam struktur kurikulum adalah pelajaran matematika. Hanya saja beban belajar dirancang berdasarkan Satuan Kredit Kompetensi (SKK). Matematika berdasarkan struktur kurikulum Paket B Tingkatan 3/ Derajat Terampil 1 setara kelas VII-VIII memiliki beban belajar 8 SKK dan Paket B/Derajat Terampil 2 setara kelas IX memiliki beban belajar 4 SKK. Hal ini mengartikan bahwa masing-masing kelas setara formal memiliki 4 SKK. Setiap semester akan didapatkan 2 SKK yang nantinya akan dipetakan menjadi kegiatan tatap muka, tutorial, mandiri atau kombinasi ketiganya. Namun berdasarkan hasil penelitian tidak diperoleh pemetaan SKK tersebut.

Beban belajar yang dibentuk dalam SKK nantinya akan berguna untuk penentuan jam pelajaran yang akan dilakukan pada setiap minggunya. Pembagian kegiatan pembelajaran akan disesuaikan dengan standar proses yang ada. Sesuai dengan kurikulum yang ada digunakan oleh salah satu pelaksana pendidikan Kesetaraan di Kota Bukittinggi yaitu Pusat Kegiatan Belajar Masyarakat (PKBM) Kasih Bundo, digunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Maka semua kegiatan pendidikan pada sekolah kesetaraan akan merujuk pada kalender pendidikan Non formal. Berdasarkan kalender pendidikan diketahui minggu efektif memiliki rentang 17-19 minggu untuk pendidikan kesetaraan. Namun PKBM memiliki minggu efektif yang lebih banyak yaitu sekitar 21-22 minggu untuk masing-masing semester. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya libur pada Ujian Nasional serta pada akhir semester tidak ada waktu jeda setelah ujian akhir.

Pemetaan SKK yang tergambar dalam jumlah jam pelajaran harusnya membantu penyelenggara dalam penentuan jadwal pelajaran pada tiap semester. Tutor matematika di PKBM Kasih Bundo tidak mengetahui bahwa ada aturan mengenai jumlah jam pelajaran berdasarkan kegiatan menurut pemetaan SKK. Satu SKK tatap muka sama artinya dengan satu jam pelajaran. Satu SKK tutorial sama artinya dengan 2 jam pelajaran, sedangkan 1 SKK mandiri sama sebanding dengan 3 jam pelajaran. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada proses belajar yang akan dilakukan. Jumlah jam pelajaran akan mempengaruhi materi dan tugas yang akan diberikan kepada warga belajar. Karena kekurangan tersebut, pembelajaran yang dilakukan selama ini tidak mempertimbangkan hal tersebut.

b. Standar Proses

Standar Proses yang dilaksanakan disesuaikan dengan Permendiknas yang sudah dikeluarkan pemerintah. Dalam Permendiknas tersebut diatur mengenai proses pembelajaran yang dilakukan dalam tiga bentuk, yaitu tatap muka, tutorial, dan mandiri. Tiga kegiatan ini dapat dilaksanakan semua bentuk atau disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan penyelenggara yang sudah dirancang berdasarkan pemetaan SKK sesuai standar isi. Hasil akhir dari pemetaan tersebut akan memudahkan dalam penyusunan jadwal pelajaran di

lembaga yang melaksanakan Pendidikan Kesetaraan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penyusunan jadwal ini hanya dibuat berdasarkan kepatutan menurut penyelenggara Paket B saja, karena tidak adanya perhitungan jam pelajaran sesuai SKK per semester. Untuk matematika per minggunya disediakan satu kali pertemuan dengan lama belajar 60 menit. Hal tersebut dilakukan dengan pertimbangan bahwa warga belajar kurang mampu untuk memfokuskan diri dalam waktu yang lebih lama.

Standar proses yang dilakukan seharusnya berdasarkan standar isi yang sudah dipahami oleh tutor matematika PKBM Kasih Bundo Bukittinggi. Standar isi yang dipetakan hanya berdasarkan kegiatan tatap muka saja yang tentunya dalam proses pembelajaran hanya berlangsung dengan pemberian materi berupa ceramah. Jadwal belajar yang hanya 60 menit atau paling lama 90 menit (jika warga belajar menyepakati) tentunya tidak sesuai dengan ketentuan alokasi waktu setara SMP yaitu 40 menit untuk tiap jam pelajaran. Tutor matematika menyatakan bahwa setiap pertemuan ada diberikan latihan, mungkin itu bisa dianggap sebagai tutorial. Namun latihan tersebut terkadang tidak diselesaikan oleh warga belajar dengan berbagai alasan. Untuk itu diperlukan adanya suatu media pembelajaran matematika yang dapat memfasilitasi warga belajar untuk dapat mengerjakan latihan.

Kegiatan pembelajaran yang dilakukan hanya sebatas tatap muka menurut tutor PKBM Kasih Bundo, karena dilakukan dalam kelas. Sesuai acuan seharusnya kegiatan tatap muka dapat dilaksanakan minimal 20%, tutorial dapat dilaksanakan minimal 30%, sedangkan kegiatan mandiri maksimal dilaksanakan 50% dari beban belajar berdasarkan SKK. Kegiatan tatap muka dan tutorial dilakukan di dalam kelas atau tempat belajar lainnya. Sedangkan kegiatan belajar mandiri dilakukan oleh warga belajar secara mandiri di luar waktu belajar di sekolah kesetaraan. Namun berdasarkan wawancara peneliti mengetahui bahwa tutor kurang paham dengan pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang bervariasi tersebut. Meskipun pada umumnya tutor matematika sudah pernah mengikuti pelatihan kurikulum dan pembuatan perangkat pembelajaran.

Acuan mengenai standar proses menuntut tutor untuk merancang minimal silabus dan RPP. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang dirancang harus dibagi menjadi RPP Tatap muka, tutorial, dan mandiri dengan penjelasan per kegiatan. Namun hal tersebut belum dilakukan oleh tutor mata pelajaran matematika di PKBM Kasih Bundo, karena untuk dapat merancang silabus dan RPP sesuai bentuk kegiatan tersebut harus dipahami dan dilakukan terlebih dahulu pemetaan SKK. Tutor matematika PKBM Kasih Bundo memiliki silabus dan RPP namun menggunakan acuan formal.

Perangkat pembelajaran yang dibuat oleh tutor matematika sudah terintegrasi dengan nilai karakter, karena PKBM Kasih Bundo ini merupakan piloting untuk kurikulum karakter tahun 2010. Namun diketahui bahwa RPP dengan pelaksanaan di lapangan tidak dapat disamakan karena disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan. Dalam prosesnya pembelajaran matematika dilakukan secara inovatif sesuai kesepakatan bersama. Tutor harus selalu memotivasi warga belajar karena tidak jarang warga belajar yang hadir dari hari ke hari tidak sama. Berdasarkan informasi diketahui bahwa tutor pernah mengadakan pembelajaran dengan mengajak warga belajar merancang

media pembelajaran, melakukan pelajaran tambahan di sore hari, namun yang mengikuti hanyalah warga belajar yang akan mengikuti UN saja.

Contohnya dalam pembelajaran matematika dengan materi statistika. Tutor sudah menjelaskan mengenai kuran pemusatan dengan jelas, diberikan contoh soal, dan latihan. Pada saat pembelajaran, warga belajar dapat memahami dengan baik terbukti dengan kemampuan menyelesaikan soal latihan. Namun pada pertemuan berikutnya, warga belajar tidak ingat lagi dengan materi tersebut, sehingga tutor harus menjelaskan kembali. Selain itu warga belajar yang hadir pada pertemuan lalu dengan pertemuan berikutnya terkadang tidak semuanya ada. Hal inilah yang menyulitkan pelaksanaan proses belajar di PKBM Kasih Bundo Bukittinggi.

Proses pembelajaran yang dilakukan merupakan tantangan bagi tutor, karena membuat warga belajar mau belajar di kelas itu tidaklah mudah. Paket B yang harusnya dipisahkan menjadi dua tingkatan/derajat, dibagi menjadi 3 kelas menyesuaikan pendidikan formal. Hal ini dilakukan karena banyaknya warga belajar usia SMP dengan berbagai alasan untuk tidak melanjutkan pendidikan formal.

Pengawasan proses pembelajaran juga seharusnya dilakukan dalam pelaksanaan pendidikan formal. Pengawasan dimulai dari persiapan, pelaksanaan, dan penilaian. Pemantauan ini dilakukan oleh penilik yang merupakan perwakilan dinas pendidikan. Kemudian dilakukan supervisi dan evaluasi yang pelaksanaannya berkala. Hal ini dinyatakan oleh tutor sudah dilakukan, namun tidak ditentukan waktunya. Hanya saja kegiatan ini ada tanpa jadwal yang jelas. Tutor juga mengharapkan adanya pembinaan yang berkala oleh dinas pendidikan agar kompetensi tutor dan penyelenggara pendidikan kesetaraan dalam meningkat.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah peneliti lakukan dapat diketahui bahwa pembelajaran matematika yang dilakukan masih belum sesuai dengan standar isi dan standar proses pendidikan kesetaraan. Tutor matematika khususnya membutuhkan bimbingan yang dilakukan secara berkala untuk memahami kurikulum pendidikan non formal.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang mendeskripsikan objek yang diteliti tanpa adanya pengontrolan terhadap suatu perlakuan. Berdasarkan analisis data yang dilakukan diperoleh hasil bahwa pelaksanaan pembelajaran matematika di PKBM Kasih Bundo belum sesuai dengan standar isi dan standar proses menurut Permendiknas. Hal ini terbukti dengan tidak adanya penggunaan SKK dalam mengatur pelaksanaan pembelajaran. Baik dalam penentuan alokasi waktu belajar, pelaksanaan pembelajaran berdasarkan tatp muka, tutorial, dan mandiri juga tidak dipahami pemetaannya. Selain itu pelaksanaan pembelajaran juga mengacu pada silabus dan RPP formal, bukan non formal. Untuk itu dibutuhkan bimbingan secara berkala untuk merancang kurikulum dan membangun pemahaman tutor mengenai standar isi dan standar proses pendidikan kesetaraan yang sesuai dengan aturan pemerintah.

Daftar Pustaka

- Badan Standar Nasional Pendidikan. (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta : BSNP
- Bungin, Burhan. (2003). *Analisis Data Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rajawali Pers
- Depdiknas. (2007). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional*. Jakarta: Dikdasmen
- Maleong, Lexy J. 1996. *Metode Penelitian Kualitatif*. PT.Remaja Rosdakarya: Bandung
- Muchlich,Masnur. 2007. *KTSP Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Konstektual*. Malang : Bumi Aksara
- Mulyasa.(2007). *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- Sugiyono. (2005). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS PESERTA DIDIK KELAS VIII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

Yuriska Mayasari¹

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP
e-mail: yuriskamayasari@gmail.com

Abstract - Problem solving is a very important skill in mathematics learning. Problem solving skills are used in learning and solving problems. In fact, the problem solving skills of students is still low. One of the efforts to improve the problem solving skills of students is to develop mathematics lesson equipment based on problem-based learning (PBL). The purpose of this development effort is to produce mathematics lesson equipment based on PBL are valid, practical and effective. This development research uses a Plomp model consisting of three phases namely: preliminary, prototyping, and assessment. Subjects were students of class VIII SMPN 25 Padang. The results of validity of the data analysis showed that mathematics lesson equipment based on PBL has fulfilled valid criteria in terms of content and construct. The lesson equipment have been consider as practical in terms of feasibility, convenience, and time because the lesson equipment can be applied in mathematics learning activities. The lesson equipment has also been effective since they can enhance the problem solving skills. Based on these results, it can be concluded that the mathematics lesson equipment based on PBL which were conducted to students of class VIII in the first semester was valid, practical, and effective.

Keywords: problem based learning, lesson equipment, problem solving skills, plomp model

1. Pendahuluan

Matematika merupakan ilmu universal yang mempunyai peran penting dalam berbagai disiplin ilmu, yang mendasari perkembangan teknologi modern, permasalahan sosial, ekonomi, ilmu pengetahuan alam serta memajukan daya pikir manusia. Kontribusi matematika dapat dirasakan mulai dari hal yang sederhana seperti menggunakan bilangan sebagai penentu kuantitas sampai dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks. Tujuan diberikannya pembelajaran matematika di tingkat sekolah diantaranya; peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis, logis, kreatif, kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan mengkomunikasikan gagasan serta budaya bermatematika; memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep, secara luwes, akurat efisien dan tepat dalam pemecahan masalah; mengembangkan sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, yaitu memiliki rasa ingin tahu, perhatian dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah di kehidupan sehari-hari atau dunia nyata [1].

Pengimplementasian tujuan pendidikan membutuhkan pembelajaran yang dapat membantu peserta didik agar terlatih dalam menghadapi masalah yang berhubungan dengan dunia nyata. Mengingat pentingnya pelajaran matematika dan tujuan pembelajaran matematika, maka dalam proses pembelajaran matematika di sekolah kemampuan berpikir dapat dikembangkan secara maksimal. Pembelajaran matematika yang dilaksanakan di sekolah saat ini belum memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir.

Salah satu indikator yang menunjukkan mutu pendidikan di Indonesia cenderung masih rendah adalah hasil penilaian Internasional tentang prestasi peserta didik” pada POM (*Project Operation Manual*) program BERMUTU (*Better Education Through Reformed Management and Universal Teacher Upgrading*), (Depdikas, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Progress in International Reading Literacy Study* (PIRLS), yaitu studi Internasional dalam bidang membaca pada anak-anak seluruh dunia yang disponsori oleh *The International Association for the Evaluation Achievement* tahun 2011 menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan membaca anak Indonesia berada pada peringkat 42 dari 45 negara peserta. Indonesia memperoleh skor 428 dari skor rata-rata Internasional yaitu 500. Artinya, bahwa kemampuan membaca anak Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan pada peserta didik kelas VIII Sekolah Menengah Pertama (SMP) oleh *Trends International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang diselenggarakan oleh *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) tahun 2011 dalam kemampuan matematika, menempatkan Indonesia pada peringkat 38 dari 42 negara peserta. Indonesia memperoleh pencapaian skor 386 dari skor rata-rata Internasional yaitu 500. Dari hasil studi yang dilakukan oleh *Programme of International Student Assessment* (PISA) yang diselenggarakan oleh *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) atau organisasi untuk kerjasama ekonomi dan pembangunan tahun 2012. Pada hasil studi PISA tersebut Indonesia masih belum mampu menunjukkan prestasi yang cemerlang baik di bidang membaca, sains maupun matematika. Indonesia hanya menduduki peringkat 64 dari 65 negara peserta di bidang matematika. Hasil penelitian-penelitian Internasional yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kemampuan membaca peserta didik dan kemampuan matematika peserta didik di Indonesia sangat memprihatinkan.

Bahan ajar dalam sistem pendidikan merupakan salah satu sarana yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan belajar. Dengan tersedianya bahan ajar yang menarik, dapat meningkatkan minat dan motivasi peserta didik untuk membaca buku. Banyak membaca akan menyebabkan peserta didik lebih cepat memahami maksud yang ditanyakan kepada peserta didik dan meningkatkan ketelitiannya dalam mengerjakan soal. Hasil tes berskala Internasional dapat dijadikan gambaran kemampuan matematika peserta didik dalam skala nasional. Tes kemampuan peserta didik secara nasional dapat diukur melalui ujian nasional (UN). UN adalah sistem evaluasi standar pendidikan dasar dan menengah secara nasional dan persamaan mutu tingkat pendidikan antar daerah yang dilakukan oleh Pusat Penilaian Pendidikan. Pada jenjang SMP, standar kelulusan dari tahun ke tahun semakin meningkat, pada tahun 2015 ini standar kelulusan minimal 5,50 untuk setiap mata pelajaran dan rata-rata semua mata pelajaran UN minimal 5,50, dan UN tidak lagi menjadi satu-satunya penentu kelulusan peserta didik. Ujian sekolah juga menentukan kelulusan peserta didik dengan perbandingan 50:50.

Mata pelajaran yang menjadi masalah bagi ketidak-lulusan peserta didik dalam UN adalah matematika. Nilai rata-rata terendah peserta didik pada UN tahun 2015 ini adalah pada pelajaran matematika. Rata-rata UN matematika mengalami penurunan dari 61,00 pada tahun sebelumnya menjadi 56,27. Rata-rata nilai matematika ini menunjukkan hasil yang tidak memuaskan, jika di bandingkan dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Banyak nilai peserta didik yang berada di bawah KKM yaitu 80. Hal ini dimungkinkan karena kemampuan matematis peserta didik yang masih rendah.

Proses pembelajaran di sekolah saat ini belum dapat meningkatkan kemampuan peserta didik. Proses pembelajaran masih berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang menaruh perhatian terhadap pembelajaran. Di sekolah, masih banyak guru yang belum sepenuhnya melaksanakan apa yang seharusnya dilakukan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik. Peserta didik lebih banyak melakukan kegiatan yang tidak berhubungan dengan matematika dalam proses pembelajaran. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perbaikan pada proses pembelajaran melalui perangkat pembelajaran.

Berdasarkan pengamatan beberapa SMP di kota Padang, yaitu SMP 15 Padang, SMP Sabbihisma Padang, dan SMP 25 Padang pada bulan Mei 2015 ditemui bahwa perangkat pembelajaran yang ada belum mampu melibatkan peserta didik secara aktif. Hal ini dapat dilihat dari RPP yang digunakan. RPP yang digunakan belum menggunakan strategi pembelajaran yang mampu melibatkan peserta didik secara aktif. Langkah pembelajaran yang dibuat merupakan langkah-langkah kegiatan yang rutin, yaitu: peserta didik diberikan konsep, pemberian contoh soal, dan mengerjakan latihan yang ada pada buku cetak. Jika hal ini dilakukan terus menerus maka peserta didik merasa jenuh dan kurang termotivasi pada saat pembelajaran.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru SMP di kota Padang, diperoleh informasi bahwa guru belum merancang RPP yang berorientasi pada peserta didik dan belum menggunakan LKPD yang dibuat sendiri. LKPD yang digunakan hanya untuk menambah perbendaharaan soal latihan bagi peserta didik. Pada saat proses pembelajaran guru belum merencanakan proses yang dapat membuat peserta didik aktif dalam pembelajaran. Pada saat menjelaskan materi pelajaran guru hanya langsung menjelaskan materi dan contoh soal. Pembelajaran seperti ini membuat peserta didik tidak aktif dalam pembelajaran. Terdapat peserta didik yang meminta guru menjelaskan kembali konsep yang diajarkan guru pada saat mengerjakan latihan dan ada pula yang bertanya tentang hasil hitungan. Namun, kebanyakan peserta didik yang berada di kursi bagian belakang sibuk dengan aktivitas masing-masing saja.

Pada saat observasi peserta didik kelas VII mengerjakan 2 buah soal latihan. Dari lembar jawaban yang dikerjakan oleh peserta didik, diperoleh 65% jawaban peserta didik salah pada soal nomor 1 dan pada soal nomor 2 diperoleh 72% jawaban peserta didik salah. Soal yang di berikan kepada peserta didik seperti berikut.

1. Permukaan kolam renang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 20 m x 8 m. Pada keliling kolam terdapat jalan dengan lebar 2 m yang akan dipasang ubin berbentuk persegi dengan ukuran 20 cm. Berapakah banyak ubin yang digunakan seluruhnya?
2. Pak Suto mempunyai kebun yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 15 m x 30 m. Sekeliling kebun akan dibuat pagar setinggi 1 m. Jika setiap meter diperlukan 85 buah bata, berapa banyaknya bata yang diperlukan untuk membuat pagar?

Pada lembar jawaban peserta didik sebagian besar peserta didik masih belum bisa memahami perintah soal tersebut. Keadaan ini sejalan dengan kesulitan peserta didik dalam memahami soal yang bersifat cerita, peserta didik sulit untuk menemukan solusinya dan mensketsakan, serta sulit mengartikan soal ke dalam bentuk matematika. Banyak peserta didik kebingungan mengerjakan jawabannya, sehingga jawaban tidak sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu, sebagian besar peserta didik menjawab soal tersebut dengan kesalahan yang serupa. Hal ini membuktikan peserta didik tersebut tidak paham dan tidak percaya diri dengan jawaban sendiri. Mereka lebih suka mencontek jawaban temannya daripada berusaha mencari jawaban sendiri. Kurangnya pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep dalam matematika dan masih sulitnya peserta didik mengerjakan soal pemecahan masalah, dikarenakan pada waktu

mengajar guru belum maksimal dalam merencanakan pelaksanaan proses pembelajaran yang dapat mendorong peserta didik berpikir dan melibatkan peserta didik secara aktif.

Komponen rencana pembelajaran yang memegang peranan penting adalah materi ajar. Guru harus mampu memilih materi ajar dari berbagai sumber belajar dan mengorganisasikannya ke dalam bahan ajar, sehingga Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) tercapai dengan baik. Penyajian bahan ajar disesuaikan dengan model pembelajaran yang telah dipilih dalam RPP. Panduan yang digunakan peserta didik untuk memahami perolehan informasi pembelajaran salah satunya disusun dalam bentuk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD berisi lembaran yang berisi petunjuk bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan secara jelas. Penyusunan LKPD dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik, materi dan kemampuan kognitif peserta didik.

Bahan ajar yang dapat memperkaya pengetahuan dan sumber belajar peserta didik salah satunya adalah LKPD. LKPD merupakan bahan ajar tambahan yang dapat dijadikan oleh guru sebagai sarana untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan aktivitas peserta didik. Berdasarkan pengamatan pada LKPD yang digunakan terlihat bahwa belum terdapat LKPD yang membimbing peserta didik untuk menemui konsep pembelajaran melalui pemecahan masalah sehari-hari. LKPD yang ada mengakibatkan peserta didik lebih cenderung menghafal rumus daripada mengkonstruksi sendiri pengetahuannya untuk mendapatkan rumus dan pemahaman terhadap pelajaran. Hal ini membuat konsep dan prinsip matematika akan mudah dilupakan peserta didik dan karakter berpikir logis, kritis, jujur, kerja keras, ingin tahu, mandiri dan percaya diri belum berkembang dengan optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan LKPD yang mengarahkan peserta didik untuk menemukan suatu konsep dan prinsip sehingga peserta didik dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuannya.

Proses pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru hendaknya dapat mengakibatkan peserta didik aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran harus berpusat pada peserta didik yang dapat dibantu dengan tersedianya LKPD. LKPD merupakan bahan ajar tambahan yang dapat dijadikan oleh guru sebagai sarana untuk meningkatkan aktivitas belajar peserta didik dalam menemukan konsep matematika. Peserta didik terbiasa untuk menunggu informasi pelajaran dari guru saja. Pembelajaran seperti ini dapat mengakibatkan peserta didik selalu bergantung pada guru. Oleh sebab itu, guru harus menyiapkan RPP yang mampu membuat peserta didik lebih aktif dan berpartisipasi menggunakan kemampuannya dalam belajar.

Pembelajaran berbasis PBL adalah pembelajaran yang dilakukan untuk melatih peserta didik dalam berpikir kritis dan terlatih dalam memecahkan masalah. Perangkat pembelajaran berbasis PBL diharapkan mampu membuka cakrawala berpikir, mengembangkan ide-ide, serta meningkatkan kreativitas berpikir peserta didik. Pembelajaran berbasis PBL dapat mengakomodasi pengetahuan peserta didik dalam belajar dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis dari permasalahan yang ditemui oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-harinya. Strategi belajar berbasis masalah merupakan strategi pembelajaran dengan menghadapkan peserta didik pada permasalahan-permasalahan praktis sebagai pijakan dalam belajar atau dengan kata lain peserta didik belajar melalui permasalahan-permasalahan[2]. Pembelajaran matematika dengan penerapan model pembelajaran berbasis masalah terbukti berhasil dan berkualitas karena hasilnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan pendekatan konvensional[3].

Perangkat pembelajaran berbasis PBL, tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep, tetapi juga membantu peserta didik memahami aplikasi materi ke

dalam permasalahan sehari-hari. Pembelajaran berbasis PBL dapat “meningkatkan aktivitas belajar peserta didik, membantu peserta didik bagaimana mentransfer pengetahuan mereka untuk memahami masalah dalam dunia nyata dan mendorong peserta didik untuk melakukan evaluasi sendiri terhadap hasil maupun proses belajarnya”[4]. Melalui pembelajaran berbasis PBL, peserta didik berpikir untuk menyelesaikan masalah, mencari ide dan membuat keputusan. Peserta didik akan lebih **paham karena** peserta didik terlibat secara langsung dengan aktif dalam membina pengetahuan baru, sehingga mereka akan lebih lama ingat tentang semua konsep dan prinsip. “Model pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah seperti pada pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan potensi yang dimiliki oleh peserta didik” [5].

Pada proses belajar terjadi perubahan tingkah laku peserta didik ke arah positif. Perubahan tingkah laku ini meliputi aspek pengetahuan, pemahaman, keterampilan serta nilai-nilai. “Proses belajar merupakan suatu aktivitas fisik atau mental yang berlangsung dalam interaksi aktif dengan lingkungan yang menghasilkan perubahan dalam pengetahuan, pemahaman, keterampilan serta nilai sikap. Perubahan itu bersifat reaktif konstan dan berbekas”[6]. Dapat disimpulkan untuk mengatasi masalah tersebut pada proses pembelajaran matematika harus fleksibel, bervariasi dan memenuhi standar.

Berdasarkan uraian masalah yang telah dikemukakan, maka dilakukan penelitian untuk menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL kelas VIII Semester I yang memenuhi kriteria validitas, praktikalitas dan efektifitas. Efektifitas dari perangkat pembelajaran dilihat dari kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Indikator pemecahan masalah yang digunakan adalah (1) Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan dan kecukupan unsur yang diperlukan, (2) Merumuskan masalah matematika, (3) Menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah dan (4) Memeriksa kembali hasil yang didapatkan.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [7]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis peserta didik dan analisis konsep. Pada *prototyping stage*, pembuatan prototipe ini dilakukan evaluasi formatif. Fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*) terdiri atas prototipe 1, yaitu evaluasi diri sendiri (*self evaluation*) dan *expert review*; prototipe 2, yaitu evaluasi satu-satu; prototipe 3, yaitu evaluasi kelompok kecil, dan prototipe 4 yang merupakan hasil dari evaluasi formatif. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan pada kelas VIII SMPN 25 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan RPP, lembar wawancara, dan hasil tes kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Validasi perangkat dilakukan oleh tiga orang dosen Matematika, satu orang dosen Teknologi Pendidikan dan satu orang dosen Bahasa Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1]Kemendikbud. 2013. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan Dan Kebudayaan Dan Penjamin Mutu Pendidikan
- [2]Wena, Made. 2011. *Strategi Pembelajaran Inovatif kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [3]Saraswari, E. 2011. *Problem-Based Learning*, Strategi metakognisi, dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta didik. *Tekno-Pedagogi*. Vol. 1 No. 2.
- [4]Sanjaya, Wina. 2007. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana
- [5]Ratnaningsih. 2003. *Pengembangan Kemampuan Berpikir Matematik Peserta didikSMU Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah*. Tesis. Program PascasarjanaUPI.
- [6]Winkel, W. S. 1996. *Psikologi Pengajaran*. Jakarta: Gramedia.
- [7]Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKABERBASIS PENDEKATAN KONTEKSTUALUNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP

Lydia Dwiana Putri¹, Edwin Musdi², Ngusman³

¹Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: lydyadwianaputri@yahoo.com

²Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: win_musdi@yahoo.co.id

³Jurusan Bahasa Indonesia Universitas Negeri Padang

e-mail: ngusman@gmail.com

Abstract : *Problem solving competency is the most critical point in mathematics. Thus, as a part of education component, student must be trained and get used to solve the mathematics problems. Beside, based on an observation, the text book and current LKS being used are too general with no focus to increase the problem solving competency. Therefore, mathematics study tool based on contextual approachment to increase problem solving competency of SMP class VIII is needed. This research type is a development research by using the Plomp model, started with the preliminary research, development or prototyping stage, and assessment stage. The preliminary research consisted of curriculum analysis, concept analysis, student analysis, and teacher and student interview. Formative evaluation was performed during prototyping stage. Development or prototyping stage consisted of prototype 1, prototype 2, prototype 3, and prototype 4. The assessment stage was conducted by performing the field test to the class VIII SMP 13 Padang to assess the practicality and effectively. This research results implement: 1, mathematics study prototype based on contextual approachment is valid, practical, and effective to be used for mathematic study.*

Kata kunci: *abstrak, full paper, prosiding*

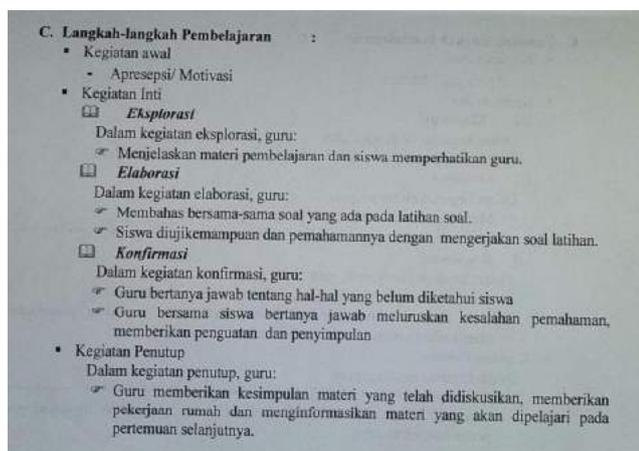
1. PENDAHULUAN

Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (2006) [1], mata pelajaran Matematika perlu diberikan kepada semua peserta didik mulai dari sekolah dasar. Hal ini dimaksudkan untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif, serta kemampuan bekerjasama. Berdasarkan penjelasan tersebut, matematika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang penting dipelajari.

Pendidikan di Indonesia telah melaksanakan pembelajaran matematika dari jenjang SD hingga menengah atas. Seharusnya, hal ini telah memberikan cukup ruang untuk siswa memahami matematika lebih mendalam. Namun, pada beberapa hasil studi

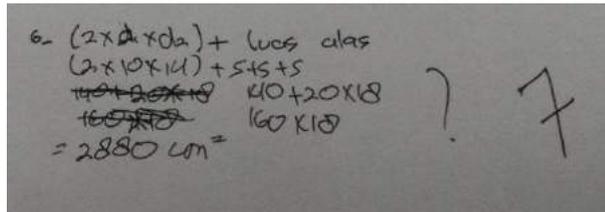
Trends International Mathematics and Science Study (TIMSS) pada tahun 2007 menempatkan Indonesia pada peringkat 36 dari 49 negara dalam kemampuan matematika. Selanjutnya pada tahun 2011, peringkat Indonesia semakin turun ke posisi 38 dari 42 negara. Skor Indonesia pada tahun 2011 adalah 386, turun 11 poin dari tahun 2007 yang memperoleh skor 397. Kerangka penilaian bidang matematika pada TIMSS 2007 terbagi atas dua dimensi, yakni dimensi konten dan dimensi kognitif, dengan memperhatikan berbagai kurikulum yang berlaku di negara peserta. Hasil PISA ini membuktikan bahwa Indonesia jauh tertinggal dari negara-negara tetangga lainnya. Hal ini menyadarkan pendidik Indonesia bahwa pembelajaran matematika sekarang lebih kepada *memorizing* daripada *understanding*. Pembelajaran yang bermakna merupakan harapan setiap siswa. Salah satu cara yang dapat dilakukan guru agar pembelajaran lebih bermakna sehingga lebih lama diingat adalah dengan merancang suatu kegiatan pembelajaran yang menarik dan mendorong siswa menggunakan pola pikirnya. Untuk menunjang kegiatan pembelajaran, dapat digunakan dengan media pembelajaran seperti lembar kegiatan siswa (LKS).

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi pada guru SMPN 13 Padang, diperoleh informasi bahwa RPP yang dikembangkan belum memfasilitasi siswa dalam mengkonstruksi sendiri pengetahuannya. Contohnya, siswa diminta untuk memperhatikan penjelasan guru dan dilanjutkan membahas soal dan latihan. Dalam contoh kegiatan ini, keaktifan siswa sangat minim. Siswa masih menerima apa yang diberikan guru sehingga lebih menghafal rumus dan daripada melakukan latihan. Berikut ini contoh RPP yang digunakan guru.



Gambar 1. Contoh RPP

Selain itu, ditemukan permasalahan siswa pada kemampuan matematis siswa khususnya pemecahan masalah. Saat guru memperlihatkan hasil ulangan siswa, didapatkan data bahwa masih banyak siswa yang belum paham menyelesaikan masalah berbentuk soal cerita. Dari 7 soal ulangan siswa, ada dua soal pemecahan masalah yang diberikan. Beberapa siswa terlihat kesulitan dalam menyelesaikannya. Selain itu, rata-rata kelas juga belum tuntas. Pada lembar jawaban siswa ada beberapa siswa yang ragu dengan jawabannya terlihat dari banyaknya coretan siswa pada lembar jawaban. Selain itu, tidak banyak siswa yang mengidentifikasi soal terlebih dahulu. Kebanyakan siswa langsung memasukkan kerumus sehingga jawaban tidak terstruktur.

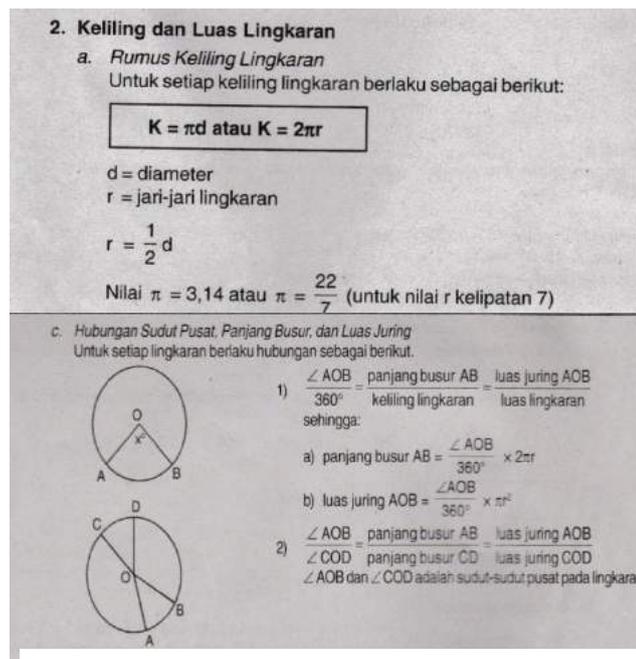


Gambar 2. Contoh Jawaban Siswa

Pada gambar 2, terlihat pada soal nomor 6 siswa belum dapat menyelesaikan dengan benar. Siswa masih salah menuliskan rumus luas permukaan prisma. Selain itu, pada jawaban siswa juga belum terstruktur menjawabnya. Siswa belum mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui dan yang ditanyakan.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan bagian yang sangat penting dalam pembelajaran matematika, karena dalam proses pembelajaran matematika maupun penyelesaian siswa dimungkinkan memperoleh pengalaman baru menggunakan pengetahuan serta keterampilan yang sudah dimiliki untuk diterapkan pada pemecahan masalah. Pembelajaran matematika di sekolah harus dapat menyiapkan siswa untuk memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis sebagai bekal untuk menghadapi perkembangan dan perubahan. Oleh sebab itu, siswa sebagai salah satu komponen dalam pendidikan harus selalu dilatih dan dibiasakan untuk memecahkan masalah matematis.

Selain itu, berdasarkan observasi juga ditemukan buku teks dan LKS yang digunakan sekarang masih umum, belum memfokuskan pada meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Buku teks ini berisi penjabaran materi lengkap yang disertai contoh soal dan sedikit sekali berisi kegiatan siswa untuk menemukan suatu rumus. Begitupun dengan LKS, dalam LKS yang digunakan langsung diberikan rumus dan contoh soal lalu disertai dengan latihan soal. Berikut ini ditampilkan contoh LKS yang digunakan siswa.



Gambar 3. Cuplikan Isi LKS yang Ada Sekarang

LKS yang ada seperti gambar 3 mengakibatkan siswa lebih cenderung menghafal rumus daripada mengkonstruksi sendiri pengetahuannya untuk mendapatkan rumus tersebut. Hal itu membuat konsep dan prinsip matematika akan mudah dilupakan siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk menemukan suatu konsep dan prinsip sehingga siswa dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuannya.

Perangkat pembelajaran dengan kontekstual adalah perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan pendekatan kontekstual yang dalam penggunaan perangkat pembelajaran itu siswa didorong untuk belajar aktif dalam menemukan konsep dan prinsip matematika. Pendekatan kontekstual adalah konsep pembelajaran yang menyenangkan yang mengaitkan materi pembelajaran dengan dunia kehidupan peserta didik sehingga mampu menghubungkan dan menerapkan dalam kehidupan sehari-hari [2]. Melalui pendekatan ini, murid berfikir untuk menyelesaikan masalah, mencari ide dan membuat keputusan. Siswa akan lebih paham karena siswa terlibat secara langsung dalam membina pengetahuan baru. Selain itu, siswa terlibat secara langsung dengan aktif sehingga mereka akan ingat lebih lama semua konsep.

Oleh sebab itu, penelitian pengembangan perangkat Matematika berbasis pendekatan kontekstual untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada siswa kelas VIII SMP perlu dilakukan.

2. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [3]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kurikulum, analisis konsep, analisis siswa, wawancara guru, dan wawancara siswa. Pada *prototyping stage*, pembuatan prototipe ini dilakukan evaluasi formatif. Fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*) terdiri atas prototipe 1, yaitu evaluasi diri sendiri (*self evaluation*) dan *expert review*; prototipe 2, yaitu evaluasi satu-satu; prototipe 3, yaitu evaluasi kelompok kecil, dan prototipe 4 yang merupakan hasil dari evaluasi formatif. Pada fase penilaian (*assessment stage*), dilakukan uji lapangan pada kelas VIII SMP 13 Padang untuk melihat praktikalitas dan efektivitas. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan siswa, lembar observasi keterlaksanaan RPP, lembar wawancara, dan hasil tes kemampuan pemecahan masalah siswa. Validasi perangkat dilakukan oleh tiga orang dosen Matematika, satu orang dosen Bahasa, dan satu orang dosen Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang (UNP).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Analisis Pendahuluan (*Preliminary Research*)

Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi atau analisis yang dibutuhkan untuk pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual. Tahap ini dilakukan dengan menganalisis tujuan dalam batasan materi pelajaran yang akan dikembangkan. Adapun langkah pokok yang harus dilakukan (a) analisis kurikulum, (b) analisis konsep, (c) analisis siswa, (d) wawancara guru, dan (e) wawancara siswa.

1) Analisis Kurikulum

Kurikulum yang sedang berjalan saat ini adalah Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan tahun 2006. Analisis pada kurikulum ini, dilakukan pada dua aspek penunjang, yaitu Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) untuk materi kelas VIII. Berdasarkan Permendiknas No. 22 Tahun 2006, Kompetensi Dasar (KD) untuk materi persamaan garis lurus adalah menentukan gradien, persamaan dan grafik garis lurus. Alokasi waktu yang dibutuhkan adalah 13 jam pelajaran. Kompetensi Dasar kemudian dijabarkan dalam beberapa indikator pencapaian kompetensi yang dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati, diukur, mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

2) Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis konsep, ditetapkan konsep-konsep utama yang disusun dalam LKS. Dalam materi Persamaan garis lurus terdapat konsep, fakta, prinsip dan prosedur matematika. Berikut ini adalah uraian fakta, konsep, prinsip dan prosedur matematika dalam materi Persamaan garis lurus.

3) Analisis Siswa

Berdasarkan analisis siswa dari segi usia, umumnya siswa yang duduk di kelas VIII Sekolah Menengah Pertama memiliki usia rata-rata 12-13 tahun. Menurut teori belajar Piaget (dalam Budiningsih, 2005: 39) pada tahap operasional formal umur 12-13 tahun ciri pokok perkembangannya sudah mampu berfikir abstrak, logis, menarik kesimpulan, menafsirkan, dan mengembangkan hipotesa.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dikembangkanlah perangkat pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa yang berisi kegiatan siswa dalam mengkonstruksi pemahamannya, membangun pengetahuan baru dengan memanfaatkan pengalaman yang telah dimiliki sehingga materi yang dipelajari dapat bertahan lama dalam ingatan siswa dan kemampuan pemecahan masalah siswa meningkat.

4) Wawancara Guru

Wawancara dilakukan pada Ibu Darlina, salah seorang guru SMPN 13 Padang bulan maret 2015. Berdasarkan wawancara, beliau mengatakan bahwa LKS dan buku teks yang digunakan masih bersifat umum dan belum memfasilitasi untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa. Menurut beliau, LKS yang bagus adalah LKS yang membuat siswa tertarik mempelajarinya. LKS sebaiknya memberikan kegiatan pembelajaran yang dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa.

5) Wawancara Siswa

Wawancara dilakukan pada 6 orang siswa SMP kelas VIII. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa diperoleh bahwa siswa di sekolah kurang tertarik dengan mata pelajaran matematika. Siswa beranggapan matematika merupakan mata pelajaran yang sulit. Pembelajaran yang satu arah dimana guru yang lebih menjelaskan materi dan siswa mencatat lalu mengerjakan latihan membuat siswa jenuh. Pada wawancara juga terungkap bahwa siswa lebih suka belajar berkelompok karena mereka lebih leluasa berdiskusi dengan teman daripada menanyakan langsung kepada guru. Kesukaan mereka dalam belajar kelompok dapat juga diterapkan dalam pembelajaran matematika sehingga mereka menjadi aktif dalam pembelajaran.

b. Hasil Prototyping Phase (perancangan prototype)

Setelah indikator pembelajaran dirumuskan, serta konsep utama ditetapkan maka langkah selanjutnya adalah merancang perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKS berbasis pendekatan kontekstual.

1) Karakteristik RPP dan LKS

RPP disusun berdasarkan SK, KD yang terdiri dari beberapa indikator. Komponen yang terdapat dalam RPP yaitu, identitas mata pelajaran, standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, tujuan pembelajaran, materi pokok, pendekatan/metode pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan penilaian.

Setelah RPP siap dirancang, dilakukan perancangan terhadap LKS berbasis pendekatan kontekstual. LKS berbasis pendekatan kontekstual yang dirancang memiliki ukuran 21 cm x 29,7 cm. Penyajian LKS dimulai dengan gambar penggunaan atau penerapan materi pembelajaran dalam kehidupan serta pertanyaan menggali. Dalam LKS diberikan beberapa permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang diharapkan dapat menumbuhkan minat atau motivasi siswa dalam belajar.

Berikut ini akan diuraikan rancangan LKS berbasis pendekatan kontekstual.

a) Cover

Cover memuat identitas/judul LKS berbasis pendekatan kontekstual. Warna *background* utama yang digunakan pada cover berbasis pendekatan kontekstual adalah warna Biru. Pada latar cover berisikan gambar-gambar yang sesuai dengan materi pembelajaran yang termuat dalam LKS. Siswa yang memegang Lup dan tersenyum melambangkan kegiatan pembelajaran diharapkan menyenangkan. Selanjutnya gambar conan sedang memegang kertas yang berisikan angka-angka melambangkan siswa yang fokus untuk belajar matematika. Gambar tiang bendera dengan talinya melambangkan materi gradien yang akan dipelajari. Berikut ini cover LKS berbasis pendekatan kontekstual.



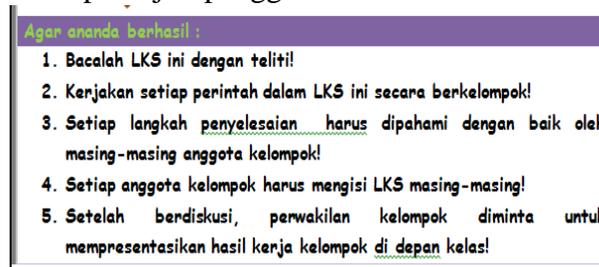
Gambar 4. Cover LKS
Created by: Lydia Dwiiana Putri

b) Daftar Isi

Daftar isi berisikan halaman yang menuntun peserta didik atau guru ke materi atau lembar yang diinginkan. Background utama yang digunakan untuk daftar isi adalah putih. Judul daftar isi menggunakan shape berlatar hijau dengan jenis tulisan Kristen ITC ukuran 21. Desain daftar isi yang telah dirancang dapat dilihat pada gambar berikut.

c) Petunjuk Penggunaan LKS

Petunjuk penggunaan LKS ini ada di tiap pertemuan pada LKS. Petunjuk penggunaan ini memberikan arahan kepada siswa agar siswa dapat menggunakan LKS dengan baik dan berhasil mengerjakan kegiatan pada LKS. Berikut ini contoh petunjuk penggunaan LKS.



Gambar 5. Contoh Petunjuk penggunaan LKS

d) Tujuan Pembelajaran

Pada setiap pertemuan dilampirkan tujuan pembelajaran. Hal ini berguna agar siswa dapat mengetahui tujuan yang akan dicapainya setelah mempelajari materi setiap pertemuan.

e) Kegiatan Berbasis Pendekatan Kontekstual

Pada awal pembelajaran siswa diberikan sebuah permasalahan dalam kehidupan untuk membangkitkan motivasinya dalam memulai pelajaran. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut siswa diberikan arahan berupa pertanyaan-pertanyaan. Melalui diskusi kelompok siswa menyelesaikan permasalahan tersebut. Berikut ini contoh permasalahannya.

Kasus 1

Grafik di sebelah kiri memperlihatkan hubungan antara suhu dalam Celsius dan suhu dalam Fahrenheit. Titik potong terhadap sumbu Y adalah 32, yang menunjukkan suhu dimana air membeku. Pada suhu 20°C setara dengan 68°F .

4. Tentukanlah gradien dan titik potong garis dengan sumbu-y!
Jawab :
.....
.....

5. Bila gradiennya telah didapat dan titik potong garis dengan sumbu-y diketahui, tentukanlah persamaan garisnya!
Jawab :

Gambar 6. Contoh Kegiatan pada LKS

f) Soal Latihan

LKS berbasis pendekatan kontekstual ini juga dilengkapi dengan soal-soal latihan yang harus dikerjakan siswa setelah menemukan konsep dan prinsip. Dengan mengerjakan soal latihan dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai konsep yang telah dipelajari. Jumlah soal tiap materi berbeda-beda. Setelah perangkat pembelajaran (RPP dan LKS) berbasis pendekatan kontekstual selesai dirancang, dilakukan tahapan selanjutnya yaitu prototyping stage. Prototyping stage pada penelitian ini terdiri dari prototipe 1, prototipe 2, prototipe 3, dan prototipe 4 yang merupakan hasil dari evaluasi formatif. Berikut ini hasil tiap prototype dalam penelitian ini.

2) Hasil *Prototype 1*

Rancangan perangkat pembelajaran yang telah selesai selanjutnya diperiksa sendiri oleh peneliti dengan menggunakan lembar *self evaluation* yang telah di validasi oleh pakar. Selanjutnya perangkat pembelajaran divalidasi oleh 5 pakar yang ahli dalam bahasa, matematika, dan teknologi pendidikan. Pada hasil validasi RPP terlihat bahwa untuk nilai setiap indikator pada aspek berkisar dari 2,8 hingga 3,6 dengan kategori valid dan sangat valid. Secara umum validitas RPP dari aspek kelayakan isi adalah 3,01 dengan kategori valid. Pada hasil validasi LKS terlihat bahwa untuk nilai setiap indikator pada aspek berkisar dari 3 hingga 3,8 dengan kategori valid dan sangat valid. Secara umum validitas LKS dari aspek kelayakan isi adalah 3,46 dengan kategori sangat valid.

3) Hasil *Prototype 2 (one to one evaluation)*

Berdasarkan hasil wawancara setelah siswa mengerjakan LKS yang diberikan siswa tertarik mengerjakan LKS dan memahami bahwa ternyata matematika itu dekat dengan kehidupan dan bisa dihubungkan dengan pelajaran lainnya seperti biologi, fisika dan ips. Warna dan tulisan yang ada juga sudah menarik bagi siswa. Untuk tingkatan soal pada LKS menurut siswa berada pada kategori sedang.

Berdasarkan wawancara tentang evaluasi orang perorang didapat hasil bahwa LKS yang digunakan dari segi tingkat kesulitan materi, siswa merasa materinya berada dalam kategori sedang. Pada segi kejelasan, kemenarikan, dan keterkinian materi pada LKS menurut ketiga siswa sudah cukup menarik dan jelas. Pada segi desain pembelajaran menurut siswa keterbacaan tulisan pada LKS sudah betul dan benar meskipun beberapa ada kesalahan pengetikan. Pada segi sistematika penyampaian materi sudah tersusun dengan baik sehingga siswa cukup mudah memahami materi pada LKS. Kendala yang ditemui pada saat evaluasi satu-satu adalah waktu pelaksanaannya. Evaluasi ini hanya bisa dilakukan tiap hari sabtu saja, sehingga untuk evaluasi satu-satu dibutuhkan waktu lebih kurang 2 minggu.

4) Hasil *Prototype 3 (Evaluasi Kelompok Kecil)*

Pada akhir pertemuan ini, observer mewawancarai siswa untuk melihat respon siswa terhadap LKS. Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada keenam siswa didapatkan hasil bahwa untuk segi efektifitas dan efisiensi menurut siswa waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan LKS sudah cukup. Bagian yang memberikan potensi ketidakberhasilan penggunaan LKS jika dilakukan pada kelas yang sebenarnya menurut siswa adalah pengelolaan kelasnya, mengatur siswa untuk duduk dikelompok masing-masing. Untuk mengantisipasi kondisi ini peneliti dan guru bekerjasama dalam pengelolaan kelas agar siswa tidak menghabiskan waktu yang lama untuk duduk pada

kelompok masing-masing. Selanjutnya, pada segi implementasi, siswa mampu menggunakan LKS dengan cukup mudah, meskipun masih ada timbul pertanyaan selama mengerjakan LKS. Menurut siswa pada segi penyajian LKS sudah menarik dengan adanya permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, meskipun awalnya siswa merasa kesulitan karena jarang menyelesaikan soal cerita namun siswa terlihat antusias untuk mencobanya.

Pada bagian desain pembelajaran menurut siswa strategi pembelajaran dengan menggunakan soal yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sudah cukup menarik, pertanyaan-pertanyaannya membantu siswa menyelesaikan permasalahan dan membuat kesimpulan. Kendala yang terjadi pada evaluasi kelompok kecil adalah sulitnya meminta izin pada guru untuk meminjam 6 orang siswa pada saat jam pelajaran matematika untuk melakukan uji coba kelompok kecil. Selain itu, siswa pun merasa keberatan ikut karena takut ketinggalan pelajaran dan tidak mendapat nilai tambahan yang diadakan guru. Pada dua pertemuan evaluasi kelompok kecil tidak berjalan sesuai waktunya karena guru mengadakan kuis untuk siswa diakhir pembelajaran dan membutuhkan waktu lebih kurang 20 menit.

5) Hasil *Prototype 4*

Setelah dilakukan revisi terhadap hasil yang didapat pada uji kelompok kecil (*small group evaluation*), dihasilkan *prototype 4*, yaitu perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual yang valid dan praktis. *Prototype 4* inilah yang akan diujicobakan di kelas *VIII₂* SMPN 13 Padang.

6) Tahap Penilaian (*Assessment Stage*)

Pada tahapan penilaian (*assessment stage*), dilakukan *field test* di kelas *VIII₂* SMPN 13 Padang. Untuk melihat praktikalitas dan efektifitas LKS berbasis pendekatan kontekstual ini, uji coba dilakukan sebanyak 5 kali pertemuan yaitu pada persamaan garis lurus dengan satu kali ujian pada pertemuan terakhir. Berikut ini hasil uji coba lapangan pada kelas *VIII₂*.

a) Penilaian keterlaksanaan RPP

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan sebanyak lima kali pertemuan, pada pertemuan pertama hingga pertemuan kelima terlihat bahwa pada umumnya pembelajaran menggunakan LKS praktis dilaksanakan, waktu yang digunakan untuk setiap langkah pembelajaran efektif, siswa mudah menggunakan dan mengerjakan tugas pada LKS, serta guru dapat membimbing siswa dalam pembelajaran. Kendala yang dihadapi hanya terjadi pada awal pelaksanaan uji coba. Setelah beberapa kali dilaksanakan, siswa mulai terbiasa dan lancar saat mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas, sehingga waktu yang digunakan efektif.

b) Angket Respon Guru dan Siswa

Berdasarkan hasil angket respon siswa dan guru terlihat bahwa rata-rata hasil uji praktikalitas terhadap LKS berbasis Pendekatan Kontekstual berada adalah 78,12% dan 80,4% dengan kriteria praktis dan sangat praktis. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa guru dan siswa memandang LKS berbasis pendekatan kontekstual sangat praktis untuk digunakan pada pembelajaran matematika kelas VIII SMP.

c) Tes Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa (Uji Efektivitas)

Tes yang diperoleh dalam penelitian ini berasal dari tes yang diberikan dalam bentuk tes uraian sebanyak 5 butir soal. Kelima soal mencakup keempat

indikator yaitu memahami masalah, membuat rencana penyelesaian, melaksanakan rencana penyelesaian, dan menafsirkan kembali hasilnya. Soal tes tersebut terlebih dahulu diuji cobakan di kelas VIII₁.

Tabel 1. Rata-Rata Hasil Kemampuan Siswa

Nomor Soal	Nilai Rata-rata Siswa
Soal 1	78,5
Soal 2	65.5
Soal 3	80
Soal 4	75
Soal 5	77.5
Rata-Rata Nilai Siswa	75.4

Berdasarkan hasil kemampuan siswa pada tabel 1, diperoleh bahwa rata-rata nilai siswa adalah 75.4. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata siswa mencapai ketuntasan klasikal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual pada materi persamaan garis lurus yang dirancang valid, praktis, dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa kelas VIII SMP.

Berdasarkan simpulan di atas, maka perangkat pembelajaran berbasis pendekatan kontekstual dapat dijadikan sebagai pedoman bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran.

REFERENSI

- [1] BSNP. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 41 Tahun 2006*. Jakarta : Depdiknas.
- [2] Johnson, Elaine. 2009. *Contextual Teaching and Learning/CTL*. Bandung : MLC.
- [3] Plomp, Tjeerd. 2013. *An Introduction to Educational Design Research :SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development*.

PENGEMBANGAN CD MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS KONSTRUKTIVISME UNTUK MATERI BANGUN DATAR SEGITIGA DAN SEGIEMPAT DI KELAS VII SMP

Hidayatul Fitri*), Ahmad Fauzan**) Jazwinarti**)

*)Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNP,
email: fitri.sma7pdg@yahoo.co.id

**)Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNP

Abstract – *The existing interactive learning media has not been optimized to help students construct mathematical knowledge. Therefore, developed an interactive multimedia CD based constructivism for mathematical learning especially for quadrilateral and triangle material in grade VII SMP. This research is a development that uses 4-D models comprising the steps of define, design, develop and disseminate. Validation result showed that the interactive multimedia CD-based constructivism has valid criteria by expert review of aspects of the feasibility of the content, software engineering, visual communication, and language. Practicalities results by teachers and students indicate that the interactive multimedia CD-based constructivism is practical in terms of aspects of the appeal, ease of use, benefits and time required. It can be concluded that the interactive multimedia CD-based constructivism produced are valid and practical.*

Key Word: *Learning Media, Compact Disk, Interactive, Constructivism*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu yang memiliki peranan yang sangat penting serta memberikan kontribusi besar terhadap kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Geometri merupakan salah satu cabang matematika yang memiliki peranan penting karena termasuk ilmu dasar yang aplikatif dalam pengembangan teknologi. Konsep dasar geometri telah diajarkan di SMP. Salah satu materi geometri yang diajarkan di SMP adalah materi bangun datar segitiga dan segi empat. Materi ini merupakan salah satu materi dalam matematika yang memuat prinsip hitungan yang menghubungkan antar konsep. Salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah bagaimana membuat siswa memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antarkonsep, mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, mengkomunikasikan gagasan, dan memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan[1]. Pembelajaran matematika bukanlah untuk membuat siswa mengetahui semua materi dengan cara menyelesaikan soal-soal.

Berdasarkan analisis kebutuhan melalui wawancara dengan guru dan siswa kelas VII SMP12 Padang diperoleh informasi bahwa pada umumnya siswa mempelajari materi bangun datar segitiga dan segi empat tidak dengan memahami konsep tetapi

melalui hafalan, bahan ajar yang telah dimiliki oleh siswa masih belum mampu membantu mereka dalam menemukan konsep serta bahan ajar berbasis konstruktivisme yang tersedia untuk siswa masih kurang.

Beragam inovasi perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika. Salah satunya adalah menggunakan bahan ajar berbantuan komputer. Guru kelas VII SMP 12 Padang sudah ada memanfaatkan computer dalam pembelajaran seperti menggunakan multimedia presentasi serta media pembelajaran interaktif. Berbeda dengan multimedia presentasi yang berupa penyajian materi secara langsung pada poinnya serta pengguna bersifat pasif, bahan ajar interaktif dapat dimaknai sebagai bahan ajar yang bersifat aktif, maksudnya ia di desain agar dapat melakukan perintah balik kepada pengguna untuk melakukan suatu aktivitas atau dapat dikatakan pengguna (peserta didik) terlibat interaksi dua arah dengan bahan ajar yang sedang dipelajari[2].

Namun media pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan saat ini masih belum optimal dalam membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan matematika serta belum mendorong siswa untuk belajar secara aktif. Pembelajaran aktif perlu dilakukan agar siswa dapat menyerap materi yang dipelajari dengan baik. Dalam pembelajaran aktif, guru hanyalah sebagai mediator dan fasilitator untuk membentuk dan mengembangkan pengetahuan bukan sekadar memberikan pengetahuan, sedangkan siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan baru yang akan dimilikinya melalui pengalaman belajar baik di kelas maupun ketika belajar mandiri. Kegiatan belajar aktif ini dapat diaplikasikan melalui pendekatan konstruktivisme. Dalam proses pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme siswa didorong untuk dapat berpikir kritis.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan suatu penelitian untuk mengembangkan bahan ajar berupa CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme untuk materi bangun datar segitiga dan segi empat di kelas VII SMP yang nantinya akan diuji validita dan praktikalitasnya. Bahan ajar didesain dengan menerapkan pendekatan konstruktivisme. Dalam pendekatan konstruktivisme guru bukan lagi sebagai satu-satunya penyaji informasi, tetapi sebagai seorang narasumber yang berperan aktif dalam mempersiapkan fasilitas belajar dan membangun suasana belajar yang kondusif serta lebih menekankan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif dalam membangun pengetahuan sendiri karenanya dalam pembelajarannya sering disebut sebagai pengajaran yang berpusat pada siswa. Menurut Horsley pembelajaran berdasarkan teori belajar konstruktivis meliputi empat tahap yaitu tahap apersepsi, eksplorasi, diskusi dan penjelasan konsep, pengembangan dan aplikasi konsep [3]. Pemakatan media pembelajaran interaktif dirancang dalam bentuk CD memberikan keuntungan dapat memudahkan dalam menyebarkannya kepada siswa sehingga siswa dapat menggunakannya untuk belajar di sekolah maupun di rumah, data yang disimpan pada CD tidak mudah diserang virus, penginstalan cepat, dapat menyimpan data yang berukuran cukup besar serta lebih murah.

5. Metode

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yaitu penelitian tentang suatu proses atau langkah- langkah untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Kualitas produk ditentukan oleh beberapa kriteria antara lain validitas dan praktikalitas. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah media pembelajaran CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme untuk materi bangun datar segitiga dan segi empat dikelas VII SMP.

Media pembelajaran CD multimedia interaktif ini dikembangkan dengan model pengembangan 4-D (*Four-D*) yang terdiri atas 4 tahap pengembangan, yaitu : *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* [4]. Tahap *define* meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, dan analisis media pembelajaran yang telah ada. Pada tahap *design* dilakukan perancangan dan penyusunan materi pada CD multimedia interaktif menggunakan program *MacromediaFlash8*. Pada tahap *develop* dilakukan uji validasi oleh pakar matematika, pakar multimedia dan pakar bahasa dan uji praktikalitas CD multimedia interaktif oleh guru matematika dan siswa melalui uji coba terbatas. Untuk tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas kepada siswa yang menjadi subjek ujicoba CD multimedia interaktif. Data praktikalitas CD multimedia interaktif diperoleh dari angket respon serta hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif.

Subjek ujicoba media pembelajaran CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme untuk materi bangun datar segitiga dan segiempat adalah siswa kelas VII SMPN 12 Padang. Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer yaitu hasil validasi para pakar, hasil ujicoba terbatas dan hasil ujicoba lapangan. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah lembar validasi yang diisi oleh validator, angket respon yang diisi oleh guru dan siswa, lembar observasi yang diisi oleh pengamat selama proses pembelajaran.

6. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan penelitian ini diawali dengan tahap pendefinisian (*define*) yang meliputi analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis siswa, dan analisis media pembelajaran. Analisis kebutuhan dilakukan dengan mengadakan observasi dan wawancara terlebih dahulu dengan guru mata pelajaran matematika dan siswa di sekolah yang akan menjadi lokasi penelitian. Observasi dilakukan untuk mengetahui bahan ajar yang biasa digunakan guru dalam pembelajaran. Bahan ajar yang biasa digunakan antara lain LKS, multimedia presentasi yang dirancang dengan aplikasi *Microsoft powerpoint* serta multimedia interaktif yang didapatkan dengan *mendownload* dari internet. Namun bahan ajar tersebut belum maksimal dapat membantu siswa karena masih bersifat penyajian materi, sulit untuk dipahami dan kurangnya gambar yang dapat membantu siswa dalam memahami materi.

Berdasarkan observasi tersebut serta hasil wawancara ditemui permasalahan keterbatasan ketersediaan media pembelajaran berbasis konstruktivisme dan kurangnya media pembelajaran yang memanfaatkan perkembangan ICT serta rendahnya motivasi siswa dalam pembelajaran. Maka dari itu dikembangkan media pembelajaran interaktif berbasis konstruktivisme untuk materi bangun datar segitiga dan segiempat dengan menggunakan gambar, animasi dan warna yang menarik, sehingga mampu membantu siswa dalam memahami materi dan membangkitkan motivasi belajar siswa. Pada analisis kurikulum dipertimbangkan kurikulum KTSP. Analisis siswa dilakukan untuk mengetahui karakteristik siswa seperti latarbelakang siswa dari segi usia serta keterampilan siswa terhadap ICT. Siswa SMPN 12 Padang yang menjadi subjek uji coba adalah umumnya sudah memiliki kemampuan dibidang ICT dan media computer yang tersedia cukup memadai.

Setelah tahap *define* dilanjutkan dengan tahap perancangan (*design*) yaitu mendesain produk menggunakan program *Macromedia Flash 8 Professional*. Berikut beberapa halaman hasil rancangan CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme.

1) Halaman Pembuka.



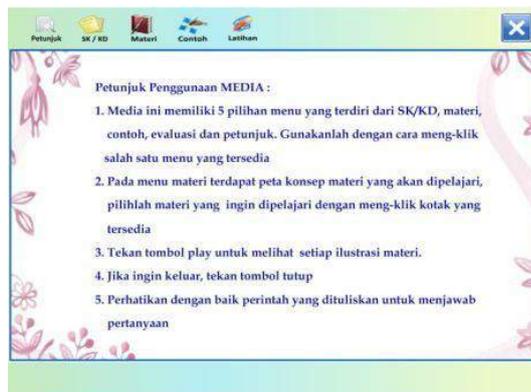
Gambar 1. *Layout* Halaman Pembuka

Halaman pembuka diawali dengan munculnya tulisan *welcome* untuk menciptakan kesan bersahabat dengan menyapa siswa. Disini ditampilkan macam- macam bangun datar segitiga dan segiempat untuk memvisualisasikan judul media pembelajaran ini serta untuk mengingatkan siswa pada macam-macam bentuk bangun datar tersebut yang dahulunya telah mereka pelajari pada jenjang pendidikan sebelumnya. Warna yang digunakan adalah kombinasi warna kuning, merah dan pink untuk tulisan dan kombinasi warna hijau muda dan putih untuk *background* agar tidak menunjukkan kesan monoton. Dibagian pembuka ini juga disisipkan gambar kartun untuk motivasi serta pesan “Jangan lupa berdoa dulu sebelum belajar” untuk menanamkan karakter religious pada siswa.

Pada halaman materi terdapat pilihan submateri yang akan dipelajari yaitu mengenai bangun segitiga dan segiempat. Pengguna dapat memilih dengan mengklik tombol sesuai materi yang akan dipelajari. Penyajian materi pada media bervariasi.

Umumnya materi disajikan dengan cara membimbing siswa melalui pertanyaan-pertanyaan penuntun. Agar siswa lebih terarah, maka disediakan petunjuk cara untuk menjawab pertanyaan dengan memberi warna keterangan petunjuk tersebut. Ada pertanyaan berbentuk pilihan ganda, isian singkat ataupun dengan mencocokkan. Siswa dapat memeriksa kebenaran jawaban mereka dengan menekan tombol periksa. Materi juga ada disajikan dengan memvisualisasikan materi melalui gambar-gambar dan animasi.

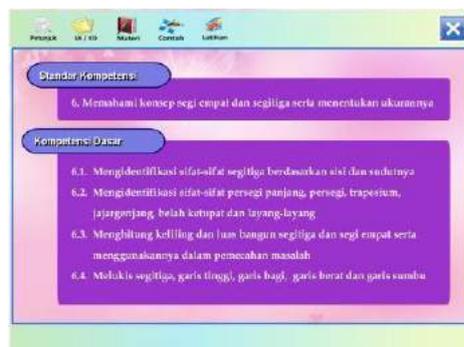
2) Halaman Menu



Gambar 2. *Layout* Halaman Menu

Pengguna akan disuguhkan dengan petunjuk penggunaan media terlebih dahulu ketika memasuki halaman menu. Petunjuk ditampilkan lebih awal ketika memasuki halaman menu bertujuan untuk mengarahkan tindakan yang harus dilakukan pengguna. Pada bagian paling atas halaman ini terdapat enam pilihantombol navigasi untuk menuju halaman yang ingin dituju.

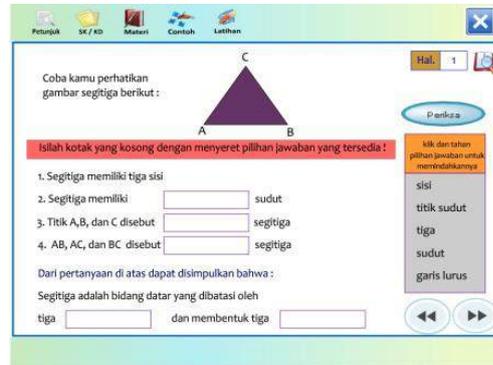
3) Halaman SK dan KD



Gambar 3. *Layout* Halaman SK dan KD

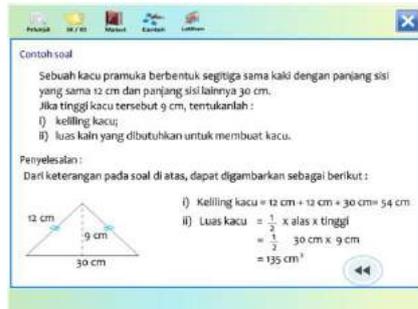
Halaman SK dan KD bertujuan untuk menampilkan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang dipakai untuk merumuskan indikator-indikator pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai oleh siswa. Rancangan warna *background* halaman SK dan KD menggunakan warna pink agar terlihat cerah dan menarik.

4) Halaman Materi



Gambar 4. *Layout* Halaman Materi

5) Halaman Contoh



Gambar 5. *Layout* Halaman Contoh Soal

Pada halaman contoh disajikan beberapa contoh soal dan penyelesaiannya terkait materi yang telah dipelajari. Hal ini bertujuan untuk menambah pemahaman siswa bagaimana mengaplikasikan materi yang dipelajari dalam bentuk soal.

6) Halaman Latihan

Pada halaman latihan, siswa mengaplikasikan konsep yang telah dipahaminya. Pertanyaan pada latihan berbentuk pilihan ganda.



Gambar 6. *Layout* Halaman Latihan

Jika siswa menjawab pertanyaan dengan benar maka akan direspon dengan kata-kata untuk memotivasi siswa melanjutkan menyelesaikan soal berikutnya. Jika jawaban siswa ternyata salah maka direspon dengan kata-kata untuk memotivasi agar siswa dapat berusaha memperbaiki kesalahan mereka.



Gambar 7. Contoh respon pada CD Multimedia Interaktif

Produk yang didesain divalidasi terlebih dahulu oleh para pakar sebelum digunakan di lapangan. Hasil validasi pakar terhadap produk yang dirancang dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 1

Hasil Validasi CD Multimedia Interaktif Berbasis Konstruktivisme

Validator	Indikator yang dinilai	Skor penilaian	Kategori
Pakar Matematika	Kelayakan Isi	3,21	Sangat Valid
Pakar Multimedia	Rekayasa Perangkat Lunak	3,80	Sangat Valid
	Komunikasi Visual	3,30	Sangat Valid
Pakar Bahasa	Bahasa	3,75	Sangat valid

Setelah dilakukan validasi dan revisi pada beberapa bagian yang disarankan, produk yang telah dikembangkan diujicobakan kepada siswa dalam tiga tahap. Tahap

pertama yaitu penilaian personal yang diujicobakan pada dua orang siswa sebagai tester secara bergantian. Tahap kedua yaitu penilaian oleh kelompok kecil yang melibatkan sembilan orang siswa dengan kemampuan matematika berbeda yang dilihat dari hasil ujian mid semester dan dipilih secara acak. Komentar dan saran siswa serta kendala yang ditemui pada tahap pertama dan kedua dijadikan sebagai dasar untuk merevisi produk sebelum diujicobakan pada tahap selanjutnya. Tahap ketiga yaitu ujicoba lapangan pada satu kelas yang kelasnya berbeda dengan kelas ujicoba pada tahap sebelumnya. Hasil praktikalitas produk diperoleh dari data yang didapatkan pada ujicoba tahap terakhir. Untuk mendapatkan data praktikalitas CD multimedia interaktif dilakukan observasi selama pelaksanaan pembelajaran serta siswa dan guru diberikan angket respon setelah proses pembelajaran. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif. Hasil praktikalitas CD Multimedia Interaktif dari angket respon yang diisi oleh guru dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 2

Hasil Praktikalitas CD Multimedia Interaktif Berbasis Konstruktivisme Menurut Guru

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Daya tarik perangkat terhadap minat siswa	81,25%	Sangat Praktis
2.	Kemudahan penggunaan	81,25%	Sangat
3.	Manfaat	93,75%	Sangat
Rata-rata		85,42%	Sangat Praktis

Hasil praktikalitas CD Multimedia Interaktif dari angket respon yang diisi oleh siswa dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 3

Hasil Praktikalitas CD Multimedia Interaktif Berbasis Konstruktivisme Menurut Siswa

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Daya tarik perangkat terhadap minat siswa	82,87%	Sangat Praktis
2.	Kemudahan penggunaan	81,94%	Sangat Praktis
3.	Manfaat	76,16%	Praktis
Rata-rata		80,32%	Sangat Praktis

Adapun hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme yaitu siswa dapat memahami petunjuk penggunaan dan menggunakan produk dengan baik, isi media dapat dipahami oleh siswa serta penggunaan dapat sesuai dengan waktu yang tersedia.

Berdasarkan deskripsi hasil validasi oleh validator menunjukkan bahwa CD Multimedia Interaktif Berbasis Konstruktivisme yang dirancang sudah valid dengan melakukan perbaikan-perbaikan sesuai saran dari validator. Hasil penilaian dari validator adalah sebagai berikut:

- 1) Isi materi dalam CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme sudah sesuai dengan SK dan KD mata pelajaran matematika kelas VII SMP.
- 2) Tahap-tahap pembelajaran dalam penggunaan media interaktif sudah sesuai dengan tahap-tahap pembelajaran menggunakan pendekatan konstruktivisme yang dikemukakan Horsley sebagai berikut:
 - a. Tahap apersepsi.
Tahap apersepsi pada CD multimedia Interaktif berupa mengungkapkan konsep awal dan membangkitkan motivasi belajar dengan cara mengajukan pertanyaan tentang fenomena yang sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari yang disertai dengan gambar animasi.
 - b. Tahap eksplorasi
Materi baru diperkenalkan dikaitkan dengan pengetahuan yang sudah ada pada siswa sebelumnya. Siswa diberi kesempatan untuk menemukan konsep melalui dalam suatu kegiatan terbimbing yang telah dirancang pada CD multimedia Interaktif.
 - a. Tahap diskusi
Siswa dilibatkan secara aktif untuk merumuskan konsep melalui pemecahan masalah, sehingga siswa dapat membangun pengetahuannya sendiri.
 - b. Tahap pengembangan dan aplikasi
Siswa diberikan kesempatan mengembangkan dan mengaplikasikan pemahaman konseptualnya dengan menyediakan halaman latihan pada CD multimedia Interaktif yang memunculkan beberapa masalah yang berkaitan dengan isu-isu dalam lingkungan siswa.
- 3) CD multimedia interaktif membantu siswa dalam membangun pengetahuannya dengan menggunakan pengetahuan yang telah dimiliki oleh siswa.
- 4) Kreatifitas dan inovasi dalam mendesain CD multimedia interaktif sudah bagus.
- 5) Penggunaan bahasa pada CD multimedia Interaktif berbasis konstruktivisme sudah menggunakan menggunakan kalimat yang jelas, sederhana, dan mudah dipahami sesuai ejaan yang disempurnakan (EYD) dan sesuai dengan tingkat kemampuan siswa kelas VII SMP.

Hasil analisis data instrumen penilaian praktikalitas yaitu angket respon serta wawancara siswa dan guru menunjukkan bahwa CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme secara umum sudah praktis dengan sedikit perbaikan. Berdasarkan hasil pemberian angket kepada guru dan siswa tentang praktikalitas CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme diperoleh gambaran sebagai berikut :

- 1) Siswa dapat menggunakan CD multimedia interaktif berbasis dengan mudah karena petunjuk cukup jelas.
- 2) Siswa dapat memahami isi CD multimedia interaktif berbasis dengan baik karena penyajian materi dan bahasa yang digunakan mudah dimengerti
- 3) Desain CD multimedia interaktif menarik bagi siswa, terlihat dari cara penyajian materi dan penggunaan gambar dan animasi.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa siswa menyatakan bahwa CD multimedia interaktif menarik, mudah digunakan dan bermanfaat untuk membuat siswa dapat belajar mandiri, terlihat bahwa penggunaan CD multimedia interaktif sudah praktis.

7. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme untuk materi bangun datar segitiga dan segi empat di kelas VII SMP yang dikembangkan sudah valid menurut pakar multimedia, pakar matematika, pakar bahasa.
Artinya CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme menilai apa yang seharusnya dinilai sesuai dengan kompetensi yang dirumuskan pada silabus dan telah layak digunakan.
- 2) CD multimedia interaktif berbasis konstruktivisme yang dikembangkan memiliki kategori sangat praktis menurut guru dan siswa sebagai pengguna. Siswa menyatakan petunjuk penggunaan mudah dipahami, penyajian materi yang disertai gambar dan animasi menarik dan sangat membantu siswa dalam memahami materi.

Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006. Standar Kompetensi Lulusan. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Prastowo, Andi. 2011. Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Yogyakarta : Diva Press.
- [3] Horsley, S. L. 1990. *Elementary School Science for the 90s*. Virginia: Association Supervision and Curriculum Development.
- [4] Trianto. 2012. Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif. Jakarta: Kencana

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MATERI MATEMATIKA SEMESTER 1 KELAS VIII SMP TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH*

Zulfah^{#1}, Ahmad Fauzan^{*2}, dan Armiami^{*3}

^{#1}Program Magister Pendidikan Matematika

^{*2,*3}Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

^{#1}zulfah_asni@yahoo.co.id

^{*2}ahmad.zan66@gmail.com, ^{*3}Armiami_math_unp@yahoo.co.id

Abstract-Problem-solving skills as one of the essential capabilities for students, is still not fully achieved yet. There are several factors causing the low ability. One of them is the unavailability of teaching materials which facilitates students to grow and develop mathematical problem solving ability optimally. This study aimsto develop Teaching Materials of Students' Worksheets(TMSW) based on Problem Based Learning (PBL) for the first semester of math materials which are valid, practical, and effective. The type of this research is design research. This study uses a Plomp'smodel that consists of three phases, For the first phase that is preliminary phase of research carried out a needs analysis, analysis of learners, curriculum analysis, analysis of the concept, as well as analysis of existing teaching materials. In the prototype phase, it starts to design TMSW mathematics material based PBL for the first semester, then carried out a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product in the form of TMSW based on PBL. The last is assessment phase, this phase is to test the practicalities and effectiveness of assessment. The Effectiveness can be seen through quasi experiment research.

Kata Kunci. *Problem Based Learning, Student's worksheets, TMSW based on PBL*

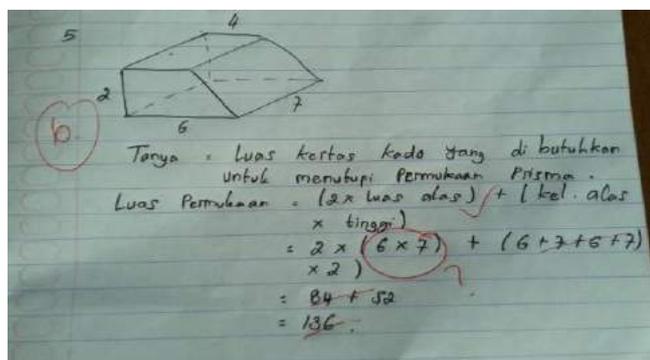
1. Pendahuluan

Ada beberapa macam kemampuan matematis dalam pembelajaran matematika, salah satunya adalah kemampuan pemecahan masalah matematis. Pentingnya memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis telah disadari oleh banyak pihak. Sejak Kurikulum 2004, Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK), kemampuan pemecahan masalah matematis telah dijadikan sebagai salah satu tujuan dalam pembelajaran matematika. Kemampuan pemecahan masalah sebagai salah satu tujuan pembelajaran yang esensial dalam pembelajaran matematika di sekolah juga ditetapkan dalam Permendiknas No. 58 tahun 2014.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan yang dapat digunakan dalam memperoleh solusi dari suatu permasalahan yang membutuhkan prosedur atau langkah yang tidak rutin dan terdapat dalam suatu bentuk teks, teka-teki non rutin dan situasi-situasi dalam kehidupan nyata [1]. Indikator yang menunjukkan kemampuan pemecahan masalah matematis menurut kurikulum 2013 diantaranya 1) Memahami masalah, 2) Mengorganisasi data dan memilih informasi yang relevan dalam mengidentifikasi masalah, 3) Menyajikan suatu rumusan masalah secara matematis dalam berbagai bentuk, 4) Memilih pendekatan dan strategi yang tepat untuk memecahkan masalah, 5) Menggunakan atau mengembangkan strategi pemecahan masalah, 6) Menafsirkan hasil jawaban yang diperoleh untuk memecahkan masalah, 7) Menyelesaikan masalah[2]. Dari ketujuh indikator yang telah ditetapkan, maka dapat

dirangkum menjadi empat indikator kemampuan pemecahan masalah yang diantaranya yaitu 1) Memahami masalah, 2) Merencanakan strategi penyelesaian, 3) Melaksanakan rencana penyelesaian, serta 4) Memeriksa kembali serta menarik kesimpulan. Keempat indikator tersebut dijadikan sebagai acuan dalam menilai kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

Kenyataannya, berdasarkan observasi dan wawancara dengan beberapa guru yang berada di SMP N 13 dan SMP N 15 Padang diperoleh gambaran bahwa sebagian besar peserta didik memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis yang relatif rendah. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik terlihat pada saat peserta didik diberikan soal pemecahan masalah, peserta didik tidak dapat menjawab soal tersebut. Pada jawaban peserta didik terlihat bahwa terdapat beberapa indikator yang tidak dapat dicapai oleh peserta didik, diantaranya indikator merancang strategi penyelesaian, melaksanakan strategi penyelesaian, serta menyimpulkan dan memeriksa kembali jawaban yang diperoleh. Salah satu contoh soal pemecahan masalah matematis yang diberikan guru kepada peserta didik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Jawaban Peserta Didik
(Sumber: Penelitian Sherlyane Hendri (2015))

Permasalahan mengenai rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik ini perlu dicarikan solusi agar tidak ditemukan lagi peserta didik berkemampuan pemecahan masalah matematis yang rendah. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan melaksanakan perbaikan pada proses pembelajaran. Salah satu penentu keberhasilan proses pembelajaran dan keberhasilan dalam pencapaian tujuan pembelajaran matematika adalah perangkat pembelajaran.

Perangkat pembelajaran merupakan sekumpulan alat atau kompoen yang digunakan dalam proses pembelajaran yang terdiri dari silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), bahan ajar, dan tes hasil belajar. Satu dari bahan ajar cetak yang digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah adalah Lembar Kerja Peserta Didik atau disingkat LKPD. LKPD adalah panduan bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LKPD ini dapat berupa panduan untuk mengembangkan aspek kognitif maupun panduan untuk mengembangkan semua aspek pembelajaran [3]. LKPD berbasis *PBL* merupakan LKPD yang dapat membantu peserta didik menemukan konsep. Pada pembelajaran yang menggunakan LKPD berbasis *PBL*, konsep dapat ditemukan secara mandiri oleh peserta didik. LKPD adalah salah satu bahan ajar cetak yang dapat mempermudah peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan. LKPD dapat mempermudah guru dalam melaksanakan proses pembelajaran. LKPD juga kaya akan tugas untuk berlatih. Selain itu LKPD juga dapat

membantu peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran karena berisikan aktivitas yang melibatkan peserta didik [4]. Pada sekolah tersebut LKPD dijadikan sebagai alat yang membantu peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuannya.

Banyak usaha yang telah dilakukan pemerintah agar dapat meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran. Salah satunya dengan memfasilitasi forum MGMP untuk melakukan penyusunan materi ajar yang serupa dengan LKPD sebagai wadah untuk melatih peserta didik pada saat proses pembelajaran berlangsung. Pada materi ajar yang serupa dengan LKPD tersebut, materi disajikan pada awal proses pembelajaran dan diikuti dengan pemberian soal-soal latihan. Pada materi ajar tersebut juga telah tercantum soal-soal yang dinyatakan sebagai soal-soal pemecahan masalah. Namun, soal yang dinyatakan sebagai soal pemecahan masalah tersebut tidak sesuai dengan kriteria yang harus dimiliki oleh soal pemecahan masalah. Soal pemecahan masalah yang disajikan tidak bersifat kontekstual, rutin, dan tidak bersifat *open-ended*.

Agar tercapainya tujuan pembelajaran matematika yang salah satunya adalah kemampuan pemecahan masalah matematis, maka perlu diberikan inovasi baru terhadap LKPD yang bertujuan untuk mengkonstruksi pengetahuan peserta didik. Selain itu, LKPD tersebut perlu menyajikan soal-soal pemecahan masalah yang sesuai dengan kriteria dari pemecahan masalah yaitu kontekstual, *open-ended* dan non-rutin. Selanjutnya peserta didik juga perlu diajarkan langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan. Hal ini didasarkan atas pendapat Arends yang menyatakan bahwa guru yang menuntut peserta didik untuk memiliki penguasaan kemampuan pemecahan masalah yang artinya dapat menyelesaikan masalah, maka guru tersebut haruslah mengajarkan bagaimana peserta didik seharusnya menyelesaikan masalah [3].

Inovasi yang dilakukan pada LKPD tersebut yaitu berupa penggunaan suatu model atau strategi pembelajaran yang dijadikan sebagai landasan dalam mengembangkan LKPD. LKPD akan semakin optimal jika berlandaskan pada salah satu model atau strategi pembelajaran yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan mengajarkan cara menyelesaikan sebuah permasalahan. Salah satu model/ strategi pembelajaran yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melalui *Problem Based Learning* atau disingkat *PBL*.

Problem Based Learning (PBL) adalah suatu strategi atau model pembelajaran ataupun pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks atau masalah bagi peserta didik untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta dapat memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran [5]. Jika biasanya proses pembelajaran diawali dengan pemberian materi pelajaran dan barulah dilanjutkan dengan pemberian permasalahan, maka pembelajaran dengan *PBL* menjadikan pemberian permasalahan sebagai awal dari proses pembelajaran. Melalui penyelesaian permasalahan tersebut maka peserta didik akan diarahkan dan dibimbing untuk mengkonstruksi pengetahuan dari materi yang dipelajari. Strategi atau pendekatan *Problem Based Learning* ini dapat disajikan pada LKPD.

Permasalahan yang disajikan tersebut bersifat kontekstual, non rutin ataupun *open-ended*[6]. Permasalahan tersebut akan dicarikan penyelesaiannya melalui rangkaian kegiatan seperti menemukan/ mengidentifikasi masalah, mengumpulkan fakta, menyusun hipotesis, melakukan penyelidikan, dan menyimpulkan alternatif pemecahan masalah. Kegiatan tersebut akan membantu peserta didik untuk bekerja menyelesaikan masalah dalam langkah yang sistematis demi tercapainya penguasaan

kemampuan matematis terutama kemampuan pemecahan masalah pada diri peserta didik.

Selain itu, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam menemukan penyelesaian dari permasalahan juga dapat membimbing dan membantu peserta didik dalam mencapai indikator-indikator yang telah ditetapkan dalam indikator kemampuan pemecahan masalah. Melalui tahapan menemukan dan merumuskan masalah, serta tahapan mengumpulkan data/fakta, dapat melatih peserta didik untuk mengembangkan kemampuan memahami masalahnya yang merupakan indikator pertama dalam kemampuan pemecahan masalah. Pada tahapan selanjutnya, yaitu tahap mengajukan hipotesis dan melakukan penyelidikan, dapat membimbing dan mengarahkan peserta didik untuk mencapai indikator merencanakan sekaligus melaksanakan penyelesaian sebagai indikator kedua dan ketiga dari kemampuan pemecahan masalah, dan yang terakhir tahapan menyimpulkan pemecahan masalah secara kolaboratif dan melakukan pengujian hasil (solusi pemecahan masalah) dapat membimbing peserta didik mencapai indikator kemampuan pemecahan masalah yang keempat yaitu mengambil kesimpulan dan mengevaluasi kembali. Melalui LKPD berbasis *PBL*, diharapkan dapat membantu guru dalam memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. LKPD yang bercirikan model pembelajaran *PBL* yang menjadikan permasalahan sebagai *starting point* juga dapat membuat peserta didik memperoleh pembelajaran yang bermakna, dikarenakan permasalahan yang disajikan berasal dari keseharian peserta didik dan sesuatu yang dapat dibayangkan dan dipikirkan oleh peserta didik. Selain itu LKPD berbasis *PBL* juga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi, kerja kelompok dan keterampilan interpersonal peserta didik dengan baik [7].

2. Metode

Pada penelitian ini, model pengembangan yang digunakan diadaptasi dari model yang dikembangkan oleh Plomp. Model Plomp terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap analisis pendahuluan, tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*Development or Prototyping Phase*), dan tahap penilaian (*Assessment Phase*) [8]. Analisis pendahuluan dilaksanakan untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan yang terdapat pada dunia pendidikan. Selain itu melalui analisis pendahuluan, peneliti memperoleh gambaran sementara dari produk yang dikembangkan. Pada tahap analisis pendahuluan, dilakukan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis bahan ajar yang telah ada.

Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan melakukan observasi dan wawancara. Wawancara dilakukan terhadap guru, dan beberapa peserta didik. Informasi yang diambil terkait dengan proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, deskripsi kegiatan pembelajaran di kelas, dan ada atau tidaknya bahan ajar yang dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Analisis peserta didik dilakukan guna menelaah karakteristik dari peserta didik di kelas VIII SMP. Karakteristik yang diperhatikan meliputi level berpikir, dan kecenderungan gaya belajar. Pada tahap ini juga ditanyakan LKPD seperti apa yang diinginkan peserta didik. Analisis ini dijadikan sebagai pertimbangan dalam merancang LKPD berbasis *PBL*.

Analisis kurikulum bertujuan untuk menganalisis dua aspek penunjang yaitu SK dan KD. Pada tahap ini dilakukan telaah terhadap kurikulum KTSP untuk mata

pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini dilakukan untuk mempelajari cakupan materi, tujuan pembelajaran, dan materi yang dapat disajikan pada LKPD berbasis *PBL*.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang diperlukan sehingga dapat membantu peserta didik dalam mencapai kompetensi yang diinginkan yaitu kemampuan pemecahan masalah matematis. Analisis konsep dilengkapi dengan pembuatan peta konsep. Pada tahap analisis bahan ajar yang telah ada, dilakukan pengumpulan informasi mengenai bahan ajar yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran di kelas. Pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara.

Tabel 1. Ringkasan Kegiatan Pada Tahap *Preliminary Research*

Kegiatan Penelitian	Fokus Penelitian
Analisis Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> • Apa tujuan pembelajaran matematika yang terdapat dalam kurikulum telah tercapai? • Bagaimanakah proses pembelajaran selama ini? • Apakah bahan ajar yang digunakan pada proses pembelajaran dapat mencapai tujuan pembelajara yang telah ditetapkan?
Analisis Peserta Didik	<ul style="list-style-type: none"> • Bagaimana karakteristik peserta didik kelas VIII SMP terkait dengan pembelajaran matematika? • Bahan ajar/ LKPD seperti apa yang diinginkan peserta didik?
Analisis Kurikulum	<ul style="list-style-type: none"> • Materi (SK, KD) manakah yang dapat disajikan pada LKPD berbasis <i>PBL</i> ? • Apakah materi tersebut sudah memadai untuk mencapai tujuan kurikulum? Jika belum, apa yang perlu ditambahkan? • Apakah materi tersebut sudah terurut dengan baik? Jika belum, bagaimana urutan yang seharusnya? Mengapa demikian?
Analisis Konsep	<ul style="list-style-type: none"> • Konsep-konsep esensial apa saja yang diperlukan untuk pembelajaran (yang diperoleh berdasarkan analisis kurikulum) sehingga dapat membantu dalam mencapai kompetensi yang diinginkan? • Bagaimana peta konsep dari konsep-konsep tersebut?
Analisis Bahan	<ul style="list-style-type: none"> • Inspirasi apa yang dapat diambil dari bahan ajar yang telah

Ajar yang Telah ada saat ini?

Ada

- Perubahan dan/atau peningkatan apa yang akan dilakukan untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada bahan ajar yang telah tersedia
- Karakteristik apa yang akan ditonjolkan dalam bahan ajar yang akan dirancang?

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis pendahuluan dilakukan pada peserta didik kelas VIII SMP Negeri 13 Padang. Hasil dari analisis pendahuluan terbagi menjadi hasil analisis kebutuhan, hasil analisis peserta didik, analisis kurikulum, analisis konsep, serta hasil analisis bahan ajar yang telah ada.

a. Hasil Analisis Kebutuhan

Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan di SMP Negeri 13 dan SMP Negeri 15 Padang, diperoleh kesimpulan bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika yang esensial yaitu kemampuan pemecahan masalah matematis masih bersifat rendah. Hal ini disebabkan belum terlaksananya proses pembelajaran yang dapat menumbuh-kembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selain itu, LKPD yang disediakan di sekolah belum optimal memfasilitasi peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran terutama kemampuan pemecahan masalah matematis. Belum adanya bahan ajar seperti LKPD yang dikhususkan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik membuat guru kesusahan dalam mencapai tujuan pembelajaran tersebut. Oleh sebab itu, agar dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, guru membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk menumbuh dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya.

Salah satu alternatif penyelesaian dari permasalahan tersebut yaitu dengan menyediakan perangkat pembelajaran khususnya bahan ajar berupa LKPD yang dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran yang diinginkan. LKPD merupakan salah satu bahan ajar cetak yang dapat membantu guru dalam mencapai tujuan pembelajaran terutama untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. LKPD yang disediakan haruslah didasarkan pada pendekatan pembelajaran yang mengarah kepada *student center*, serta didasarkan pada suatu kegiatan yang dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Salah satu model/ strategi pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya adalah *Problem Based Learning (PBL)*.

Melalui LKPD berbasis *PBL*, peserta didik dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah matematisnya, dikarenakan *PBL* merupakan salah satu model/ strategi belajar yang dapat digunakan untuk memfasilitasi peserta didik dalam menumbuhkembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya. Selain itu LKPD yang dikembangkan harus dapat menarik perhatian peserta didik untuk menggunakannya, karena berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan beberapa peserta didik juga dapat disimpulkan bahwa peserta didik menginginkan bahan ajar yang menarik, artinya LKPD yang disediakan memiliki warna yang menarik, serta tidak membosankan.

b. Hasil Analisis Peserta Didik

Peserta didik kelas VIII menjadi subjek penelitian dalam uji coba LKPD berbasis *PBL*. Analisis dilakukan pada peserta didik kelas VIII SMPN 13 dan SMPN 15 Padang yang terdaftar pada semester I tahun ajaran 2015/ 2016. Karakteristik pertama yang diperoleh yaitu peserta didik berada tahap operasi formal. Peserta didik tersebut berusia pada kisaran 13-14 tahun. Berdasarkan penelitian Piaget, maka disimpulkan pada usia tersebut perkembangan kognitif yang dimiliki seorang anak telah berada pada tahap operasi formal [9].

Pada tahap operasi formal, anak sudah mampu melakukan penyelesaian masalah, dan bernalar dengan menggunakan hal-hal abstrak. Penggunaan benda-benda konkrit sudah tidak diperlukan lagi. Budiningsih mengemukakan bahwa ciri pokok perkembangan pada tahap ini adalah anak sudah mulai berpikir abstrak dan logis. Model berpikir ilmiah dengan kemampuan menarik kesimpulan, menafsirkan, dan mengembangkan hipotesis telah dimiliki oleh anak pada tahap ini [10].

Karakteristik peserta didik yang kedua, berdasarkan wawancara dan observasi yang dilakukan, diketahui bahwa peserta didik lebih senang belajar dengan tutor teman sebaya. Hal ini terlihat pada saat proses pembelajaran berlangsung, jika peserta didik belum mengerti dengan materi pelajaran yang diajarkan guru, maka sebagian besar peserta didik lebih suka bertanya dengan temannya. Menurut peserta didik, bertanya dengan teman yang telah mengerti dapat membantu mereka agar memahami materi yang dipelajari. Peserta didik cenderung bertanya kepada temannya, dan tidak berani bertanya langsung kepada guru.

Karakteristik yang ketiga yaitu peserta didik kurang konsentrasi bahkan tidak fokus terhadap proses pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Banyak peserta didik yang bercerita dengan teman sebangkunya pada saat guru menjelaskan materi pelajaran di depan kelas. Pada saat guru menegur barulah mereka memperhatikan apa yang dijelaskan guru, namun setelah beberapa menit kemudian mereka akan kembali bercerita dengan temannya. Karakteristik keempat yaitu sebagian besar peserta didik suka berkelompok ketika melakukan suatu kegiatan, misalnya berbelanja ke kantin atau pergi ke suatu tempat. Karakter ini menunjukkan bahwa peserta didik lebih suka melakukan suatu aktivitas secara bersama-sama.

Berdasarkan karakter yang ditemui, maka peneliti merasa perlu mengembangkan LKPD berbasis *PBL* yang dapat mengakomodasi karakter yang dimiliki peserta didik pada arah yang positif dalam proses pembelajaran. LKPD berbasis *PBL* merupakan sumber belajar yang dapat mengakomodasi karakter peserta didik yang suka berdiskusi, dan tidak fokus pada apa yang diterangkan guru pada saat proses pembelajaran. Pembelajaran dengan menggunakan LKPD berbasis *PBL* mengajak peserta didik untuk aktif mulai dari awal proses pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga diajarkan bagaimana langkah-langkah dalam menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah. Jika ada beberapa peserta didik yang lebih suka belajar secara individu, LKPD berbasis *PBL* juga akan menuntun peserta didik untuk aktif mengkonstruksi pengetahuannya secara mandiri.

c. Hasil Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan terhadap standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang tercantum dalam standar isi 2006. Analisis ini menjadi pedoman dalam melakukan pengembangan LKPD berbasis *PBL* untuk materi matematika semester 1 kelas VIII SMP. Analisis dilakukan untuk melihat materi (SK, KD) manakah yang dapat disajikan pada LKPD berbasis *PBL*. Selain itu, analisis

kurikulum dilakukan untuk mengetahui apakah materi (SK dan KD) yang ada pada kurikulum telah terurut dengan baik, serta untuk mengetahui apakah materi tersebut telah memadai untuk tercapainya tujuan kurikulum yaitu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

Berdasarkan analisis tersebut, maka diperoleh SK yang sesuai dengan proses pembelajaran berbasis *PBL* adalah SK 2 dan 3, yaitu memahami sistem persamaan linear dua variabel dan menggunakannya dalam pemecahan masalah, serta menggunakan Teorema Pythagoras dalam pemecahan masalah. Pada kedua SK tersebut, kemampuan minimal peserta didik yang diharapkan tercapai adalah mampu menggunakan materi (SPLDV dan Teorema Pythagoras) tersebut dalam pemecahan masalah. Ini artinya, kemampuan pemecahan masalah merupakan tujuan utama dalam proses pembelajaran. Sedangkan pada SK memahami bentuk aljabar, relasi, fungsi, dan persamaan garis lurus, tidak menekankan pada proses pemecahan masalah.

Analisis terhadap SK dan KD selanjutnya, mengindikasikan agar dilakukan perubahan urutan pada kompetensi dasarnya, hal ini dilakukan untuk menyesuaikan keterkaitan antar setiap konsep. Selain itu, agar tercapainya tujuan pembelajaran yakni mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, maka dilakukan perubahan urutan. Perubahan urutan terjadi pada kompetensi dasar untuk materi SPLDV. Hasil analisis kompetensi dasar tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kompetensi Dasar
Analisis Kompetensi Dasar

Menurut Kurikulum	Perubahan
2.1 Menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel	2.1 Membuat model matematika dari masalah nyata yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel
2.2 Membuat model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel	2.2 Menyelesaikan model matematika dari masalah nyata yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel
2.3 Menyelesaikan model matematika dari masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear dua variabel dan penafsirannya	2.3 Menyelesaikan sistem persamaan linear dua variabel dengan cara metode grafik, metode substitusi dan metode eliminasi

Pada Tabel 2, terlihat bahwa pada urutan KD pertama, peserta didik diharapkan dapat membuat model matematika dari masalah nyata yang berkaitan dengan SPLDV terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar peserta didik dapat memahami makna dari setiap model matematika yang terdapat pada SPLDV.

Model matematika yang terdapat pada SPLDV berasal dari permodelan yang berkaitan dengan keseharian peserta didik atau yang sudah dapat dipikirkan oleh peserta didik. Setelah peserta didik dapat membuat model matematika dari masalah nyata yang

berkaitan dengan SPLDV, peserta didik diharapkan dapat menyelesaikan model matematika tersebut dengan cara melakukan *trial-error* atau dengan cara coba-coba. Selanjutnya barulah peserta didik dibimbing untuk menyelesaikan SPLDV dengan menggunakan metode grafik, substitusi, dan eliminasi. Melalui hal tersebut, maka pandangan peserta didik bahwa matematika adalah penerapan rumus, dan penggunaan prosedur yang kaku dapat diperbaiki melalui kegiatan menemukan solusi dari permasalahan yang diberikan melalui cara *trial and error*.

d. Hasil Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi yang dibutuhkan dalam mengembangkan LKPD. Adapun konsep utamanya adalah memahami sistem persamaan linear dua variabel dan menggunakannya dalam pemecahan masalah, serta menggunakan teorema Pythagoras dalam pemecahan masalah. Pada pokok bahasan sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV), dan teorema Pythagoras, seluruh materi yang terdapat pada pokok bahasan tersebut disajikan pada LKPD berbasis *PBL*.

e. Hasil Analisis Bahan Ajar yang Telah Ada

Bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran di kelas VIII SMP Negeri 13 dan SMP Negeri 15 kota Padang adalah buku paket matematika yang disusun oleh M.Cholik Adinawan, dan Sugijono untuk SMP Kelas VIII, dan Materi Ajar dan Latihan peserta didik yang diperoleh dari sekolah. Berdasarkan analisis isi buku paket, khususnya pada materi SPLDV dan teorema Pythagoras, pada setiap bab telah disajikan tujuan pembelajaran dari materi yang akan disampaikan, SK, KD, dan materi prasyarat untuk setiap bab. Selanjutnya pada setiap bab dijelaskan materi pelajaran, contoh soal, dan latihan-latihan untuk dikerjakan. Pada setiap latihan juga terdapat soal-soal bersifat pemecahan masalah. Namun demikian, sebagaimana yang telah disampaikan di latar belakang, bahwa bahan ajar tersebut tidak dapat secara optimal memfasilitasi peserta didik untuk dapat menumbuh-kembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya. Begitu juga dengan materi ajar yang disediakan di sekolah. Materi ajar tersebut belum dapat secara optimal untuk memfasilitasi peserta didik menumbuh-kembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya. Hal ini dikarenakan soal-soal yang diberikan tidak sesuai dengan kriteria soal pemecahan masalah. Pada bahan ajar tersebut juga tidak disajikan langkah-langkah yang dapat mengajarkan peserta didik bagaimana seharusnya menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil analisis bahan ajar yang telah ada, juga diperoleh inspirasi yang dapat diambil dan digunakan dalam merancang LKPD berbasis *PBL*, yaitu tujuan pembelajaran disampaikan pada setiap bab. Selain itu, sebagaimana yang disajikan pada buku dan materi ajar tersebut, LKPD berbasis *PBL* juga dilengkapi dengan uji kompetensi pada setiap subbahasannya, dan uji kompetensi bab disajikan pada setiap babnya.

Perubahan yang dilakukan jika dibandingkan dengan bahan ajar sebelumnya terjadipada segi pendekatan pembelajaran. Jika pada bahan ajar yang ada belum secara optimal membuat peserta didik untuk aktif dalam mencari dan membangun konsep dari pelajarannya, maka pada LKPD berbasis *PBL* yang dikembangkan, peserta didik dituntut secara total untuk aktif dalam proses pembelajaran, peserta didik akan dibimbing untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan materi pelajaran. Jika pada bahan ajar sebelumnya, materi pelajaran diberikan diawal pembelajaran dan permasalahan diberikan diakhir pembelajaran, maka pada LKPD berbasis *PBL*, permasalahan dijadikan sebagai *starting point* proses pembelajaran. Selain itu, peserta didik juga diajarkan langkah-langkah atau cara dalam menyelesaikan sebuah

permasalahan. Pembelajaran menggunakan LKPD berbasis *PBL* akan memberikan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan (*Preliminary Research*) maka diperoleh kesimpulan bahwa untuk dapat mengasah kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik, guru membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat membantu memfasilitasi peserta didik untuk menumbuh dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya. Melalui LKPD yang dilandaskan atau didasarkan atas salah satu strategi atau pendekatan yang telah terbukti untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah yaitu *Problem Based Learning*, maka diharapkan dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya. Selain itu, peserta didik juga membutuhkan LKPD yang dapat membangkitkan semangatnya untuk belajar dalam hal ini dilihat dari segi bentuk dan isi dari LKPD berbasis *PBL*. Beberapa peserta didik juga menyatakan bahwa melalui penyajian permasalahan yang berhubungan dengan dunia nyata dapat membuat mereka antusias dalam belajar, karena pelajaran tidak hanya terpaku untuk menghapal rumus.

Berdasarkan analisis peserta didik, maka juga diperoleh kesimpulan bahwa peserta didik membutuhkan LKPD berbasis *PBL* yang dapat mengakomodir karakteristik peserta didik seperti kecenderungan untuk belajar dengan cara tutor teman sebaya. Selain itu, berdasarkan analisis kurikulum juga diperoleh materi (SK, KD) yang sesuai dengan LKPD berbasis *PBL*, yaitu materi SPLDV dan teorema Pythagoras pada semester 1 kelas VIII SMP, selain itu dilakukan perubahan urutan pada materi SPLDV.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hudojo, Herman. 2005. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang.
- [2] *Permendiknas No 58 tahun 2014*. 2014. Jakarta.
- [3] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif - Progresif*. Jakarta: Kencana.
- [4] Prastowo, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- [5] Kunandar. 2011. *Guru Profesional: Impelentasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dan Sukses dalam Sertifikasi Guru*. Jakarta: Rajawali Press.
- [6] Wena, Made. 2013. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [7] Rusman. 2012. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [8] Plomp, T and Nieveen, N. 2013. *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede: Netherland Institute for Curriculum Development (SLO)
- [9] TIM MKPBM. 2001. *Common Text Book; Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Penerbit JICA-UPI.
- [10] Budiningsih. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) UNTUK SMP

Erma Dewita^{#1}, I Made Arnawa^{*2}, Lufri^{#3}

^{#1} *Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP*

Email : ermadewita@yahoo.com

^{*2} *Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP*

Email : arnaw@fmipa.unand.ac.id

^{#3} *Staff Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP*

Email : lufri_unp@yahoo.com

Abstract: The Learning proces is heald interactively, inspiratively, excitedly and motivate the students to participate actively. The teacher as a motivator and facilitator must be able to reach them is provide the learning tools that involve students directly on the fun activities and conceptual finding. The learning models can be used is the learning models based on PBL. On this research will be developed the learning tools such as RPP and LKPD based on PBL. The purpose of this research is to create learning tools in valid, practice, and effective. This is a development research using Plomp model, that consist of initial Preliminary Research, Prototyping Phase, and Assessment Phase. In the initial phase of the investigation carried out a needs analysis, curriculum analysis, analysis of learners, and analysis of issues related concepts in mathematics. In the phase of development or prototyping to design RPP and LKPD based on PBL. This research used are self evaluation, research study, one-to-one evaluation, small group evaluation and field test.

This research produces a mathematics learning tool based on Problem Based Learning has a valid and pratice. The result of study in the cognitive, affective, and psychomotor relatively effective.

Key lock: problem based learning (PBL), lesson equipment, lesson equipment based on PBL

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika yang dapat menuntun peserta didik dalam menemukan konsep materi merupakan harapan setiap peserta didik. Peranan guru adalah sebagai motivator sekaligus fasilitator dalam rangka membelajarkan peserta didik. Artinya, seorang guru harus mampu meningkatkan motivasi peserta didik, merencanakan kegiatan pembelajaran, dan menyediakan fasilitas belajar sehingga peserta dapat belajar dengan baik, mandiri, dan aktif dalam menemukan konsep materi.

Pengamatan yang dilakukan pada tanggal 15 s.d 18 Mei 2015 saat proses pembelajaran, menunjukkan bahwa guru langsung memberikan materi pada awal kegiatan pelajaran, kemudian contoh soal, latihan, dan pada akhir pembelajaran diberi tugas (PR). Guru hendaknya memberikan motivasi belajar untuk menarik perhatian peserta didik agar lebih bersemangat memulai pelajaran. Hal ini dapat dilakukan jika guru merancang suatu kegiatan pembelajaran yang mendorong peserta didik dalam menggunakan pola pikirnya yang tertuang dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Untuk menunjang kegiatan yang menarik pada RPP bisa digunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

RPP yang ada belum diarahkan untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik, pada kegiatan pembelajaran yang termuat di RPP membuat siswa cenderung pasif. Berdasarkan hasil observasi, model dan metode yang digunakan guru dalam pembelajaran belum mampu mendorong partisipasi aktif peserta didik.

Salah satu penunjang kegiatan pembelajaran dalam RPP adalah LKPD. Belum ada penggunaan LKPD baik dari penerbit maupun yang dibuat oleh guru. Kurangnya usaha guru dalam mengembangkan bahan ajar sendiri yang akan digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran. Sumber belajar yang digunakan hanya buku paket matematika, buku ini belum mendorong peserta didik untuk menggunakan pola pikirnya dalam menemukan konsep dari suatu materi.

Penilaian yang dilakukan disekolah masih pada kompetensi pengetahuan. Sesuai dengan tujuan pelajaran matematika kurikulum 2013, maka perlu adanya melihat tiga kompetensi pada penilaian. Ada tiga bentuk penilaian pada kurikulum 2013 yaitu penilaian kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan perangkat pembelajaran yang digunakan di sekolah belum mendukung tercapainya tujuan kurikulum 2013 khususnya tujuan pembelajaran matematika. Salah satu materi dalam pembelajaran matematika yang kurang dimengerti oleh peserta didik adalah materi Perbandingan, peserta didik sulit untuk membedakan perbandingan senilai dan perbandingan berbalik nilai, akibatnya peserta didik merasa kesulitan menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan perbandingan. Padahal dalam kehidupan sehari-hari banyak sekali konsep perbandingan yang digunakan.

Berdasarkan gambaran di atas maka perlu dikembangkan suatu perangkat pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan kurikulum. Pengembangan perangkat pembelajaran tersebut menerapkan salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013 dan dapat meningkatkan kompetensi peserta didik, yakni *Problem Based Learning* (PBL). Model pembelajaran PBL adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan masalah otentik dari kehidupan aktual peserta didik sehingga dapat menumbuhkan kemampuan untuk memecahkan masalah berfikir kritis melalui proses kerja yang sistematis sehingga kompetensi belajar peserta didik juga dapat meningkat. Tujuan pemberian masalah yang aktual dengan kehidupan peserta didik adalah agar pelajaran matematika bermanfaat bagi kehidupan peserta didik dan menjadi kebutuhan untuk mempelajarinya. PBL memberikan kesempatan pada peserta didik untuk memecahkan masalah, dan menemukan alternatif pemecahan masalah. Rumusan masalah yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL yang valid pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?
2. Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL yang praktis pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?
3. Bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL yang efektif pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?

Tingkat efektivitas perangkat pembelajaran matematika untuk materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs diuraikan sebagai berikut.

- a. Bagaimana kompetensi pengetahuan peserta didik dengan menggunakan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?
- b. Bagaimana kompetensi sikap peserta didik dengan menggunakan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?
- c. Bagaimana kompetensi keterampilan peserta didik dengan menggunakan perangkat pembelajaran Matematika berbasis PBL pada materi Perbandingan di kelas VII SMP/MTs?

Salah satu model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013 adalah *Problem Based Learning* (PBL). PBL merupakan model pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk menemukan konsep dari masalah yang diberikan, melalui pemberian masalah sebagai stimulus sehingga peserta didik aktif dalam pembelajaran karena masalah yang diberikan berdasarkan kenyataan dan pengalaman yang pernah dialami peserta didik. Sintaks model pembelajaran PBL menurut Abidin (2014:163-165) adalah :

1. Prapembelajaran: tahapan ini merupakan kegiatan yang dilakukan guru di sebelum kegiatan inti dimulai. Pada tahap ini guru merancang mempersiapkan media dan sumber belajar, mengorganisasikan siswa, dan menjelaskan prosedur pembelajaran.
2. Fase 1. Menemukan masalah
Pada tahap ini siswa membaca masalah yang disajikan guru secara individu. Berdasarkan hasil membaca siswa menuliskan berbagai informasi penting, menemukan hal yang dianggap sebagai masalah dan menentukan pentingnya masalah tersebut baginya dirinya secara individu. Tugas guru pada tahap ini adalah memotivasi siswa untuk mampu menemukan masalah.
3. Fase 2. Membangun struktur kerja
Pada tahap ini siswa secara individu membangun struktur kerja yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah. Upaya membangun struktur kerja ini diawali dengan aktivitas siswa mengungkapkan apa yang mereka ketahui tentang masalah, apa yang ingin diketahui dari masalah, dan ide apa yang bisa digunakan untuk memecahkan masalah. Hal terakhir yang harus dilakukan siswa pada tahap ini adalah merumuskan rencana aksi yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah. Tugas guru pada tahap ini adalah memberikan kesadaran akan pentingnya rencana aksi untuk memecahkan masalah.
4. Fase 3. Menetapkan masalah
Pada tahap ini siswa menetapkan masalah yang dianggap paling penting atau masalah yang mereka hadapi dalam kehidupan nyata. Masalah tersebut selanjutnya dikemas dalam bentuk pertanyaan menjadi sebuah rumusan masalah. Membuat rumusan masalah. Bentuk rumusan masalah berisi masalah utama apa yang ada dan bagaimana memecahkannya. Tugas guru pada tahap ini adalah mendorong siswa untuk menemukan masalah utama dan membantu siswa menyusun rumusan masalah
5. Fase 4. Mengumpulkan dan berbagi informasi
Pada tahap ini siswa melakukan kegiatan pengumpulan data melalui kegiatan penelitian atau kegiatan sejenis lainnya. Berdasarkan informasi yang telah siswa peroleh secara individu, selanjutnya siswa berbagi informasi tersebut dengan temannya dalam kelompok yang telah ditetapkan.
6. Fase 5. Merumuskan solusi
Pada tahap ini siswa secara berkelompok mencoba melakukan perumusan solusi terbaik bagi pemecahan masalah yang dihadapi. Proses perumusan solusi dilakukan secara kolaboratif dan kooperatif dengan menekankan komunikasi efektif dalam kelompok.

Semua solusi yang mungkin dituliskan oleh masing-masing anggota dan kemudian ditampung oleh seorang siswa yang ditunjuk dalam kelompok. Tugas guru adalah memastikan perumusan tersebut terjadi secara kolaboratif, kooperatif dan komunikatif.

7. Fase 6. Menentukan solusi terbaik

Pada saat ini siswa menimbang kembali berbagai solusi yang dihasilkan dan mulai memilih beberapa solusi yang dianggap paling tepat untuk memecahkan masalah. Tugas guru adalah meyakinkan siswa pentingnya meninjau ulang dan menimbang keefektifan solusi yang telah dihasilkan pada tahap selanjutnya.

8. Fase 7. Menyajikan solusi

Pada Tahap ini perwakilan siswa tiap kelompok memaparkan hasil kerjanya. Pemaparan dilanjutkan diskusi kelas dengan dimoderatori dan difasilitatori oleh guru. Pada tahap ini guru juga melakukan penilaian atas performa atau produk yang dihasilkan oleh siswa.

9. Pasca pembelajaran

Pada tahap ini guru membahas kembali masalah dan solusi alternatif yang bisa digunakan untuk memecahkan masalah tersebut.

RPP berbasis PBL merupakan rancangan pembelajaran yang kegiatannya mengacu kepada model PBL. RPP berbasis PBL memuat kontribusi peserta didik. Kontribusi peserta didik terlihat pada diskusi yang dilakukan di masing-masing kelompok. Peserta didik saling berdiskusi menyumbangkan hasil pemikirannya dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Kegiatan dalam kelompok dimulai dari menemukan masalah, membangun struktur kerja, menetapkan masalah, mengumpulkan dan berbagi informasi, merumuskan solusi, menentukan solusi terbaik, dan menyajikan solusi yang sudah didapatkan. Kemudian model PBL ini dipadukan dengan pendekatan saintifik. Di akhir pembelajaran, RPP juga dirancang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempresentasikan hasil kerja kelompoknya. Kontribusi yang diberikan yaitu peserta didik lain bisa belajar dari cara penyelesaian yang dilakukan oleh kelompok yang tampil tersebut dan dapat peserta didik yang lain bisa memberikan komentar dan saran terhadap hasil kerja kelompok yang tampil di depan kelas.

Secara umum dalam mengembangkan RPP harus berpedoman pada prinsip pengembangan RPP, yaitu : 1) Kompetensi yang direncanakan harus jelas, konkret, dan mudah dipahami; 2) RPP harus sederhana dan fleksibel; 3) RPP yang dikembangkan sifatnya menyeluruh, utuh, dan jelas pencapaiannya; 4) Harus koordinasi dengan komponen pelaksana program sekolah agar tidak mengganggu jam pelajaran lain (Trianto. 2010 : 108).

LKPD berbasis PBL merupakan lembar kerja peserta didik yang diawali dengan pemberian masalah yang dekat dengan kehidupan peserta didik yang akan diselesaikan sehingga mereka dapat menemukan konsep matematika dari masalah yang diberikan. Pertama LKPD yang dihasilkan memuat masalah kontekstual yang sesuai dengan konsep yang akan ditemukan. Selanjutnya pada LKPD diberikan langkah kerja yang akan membimbing peserta didik untuk menemukan konsep dari masalah yang diberikan. Langkah kerja dimulai dari menemukan masalah yang terdapat dalam LKPD, membangun struktur kerja, menetapkan masalah, mengumpulkan dan berbagi informasi sesama anggota kelompok, merumuskan solusi, menentukan solusi terbaik diantara semua solusi yang didapat, kemudian menyajikan solusi dalam bentuk presentasi.

Menurut Depdiknas (2008) adapun struktur sebuah LKPD secara umum yaitu; (1) judul, mata pelajaran, semester; (2) petunjuk belajar; (3) kompetensi yang akan dicapai; (4) indikator; (5) informasi pendukung; (6) tugas-tugas dan langkah kerja; (7) penilaian.

Masalah timbul karena adanya kesenjangan antara apa yang diharapkan dengan kenyataan, antara apa yang telah diketahui dan apa yang ingin diketahui, serta apa yang dimiliki dengan apa yang dibutuhkan. Karena itu kesenjangan tersebut harus diatasi. Proses mengatasi kesenjangan tersebut disebut dengan proses pemecahan masalah. Indikator pemecahan masalah yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : 1) memahami masalah, 2) merencanakan penyelesaian, 3) menyelesaikan masalah sesuai rencana, 4) melakukan pengecekan kembali terhadap semua langkah yang telah dikerjakan (menyimpulkan hasil).

Dalam mengembangkan suatu produk diharapkan menghasilkan produk yang berkualitas, misalnya mengembangkan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran dikatakan berkualitas apabila perangkat pembelajaran tersebut valid, praktis, dan efektif.

Secara metodologis, validitas perangkat yang disusun harus memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruk. Validitas isi (*relevancy*) menurut Nieveen (dalam Plomp, 2013:160) adalah ada sebuah kebutuhan untuk intervensi (perangkat yang dibuat), dan rancangan didasari pada pengetahuan ilmiah yang ada. Sedangkan validitas konstruk (*consistency*) masih menurut Nieveen (dalam Plomp, 2013:160) adalah perancangan intervensi (perangkat pembelajaran) sesuai dengan logika/alasan-alasan yang tepat.

Menurut Nieveen (dalam Plomp, 2013:160) praktikalitas dibagi kepada dua bagian yaitu praktikalitas harapan dan praktikalitas aktual, praktikalitas harapan yaitu intervensi diharapkan bisa digunakan sesuai dengan setingan dimana intervensi itu dirancang. Sedangkan praktikalitas aktual adalah intervensi bisa digunakan sesuai dengan setingan dimana intervensi itu dirancang.

Menurut Nieveen (dalam Plomp, 2013:160) efektivitas dibagi kepada dua bagian yaitu efektivitas harapan dan efektivitas aktual, efektivitas harapan yaitu penggunaan intervensi (perangkat pembelajaran) diharapkan mempunyai dampak sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sedangkan efektivitas aktual adalah penggunaan intervensi (perangkat pembelajaran) yang berdampak pada hasil yang diharapkan.

2. METODE

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan penelitian pengembangan dengan model Plomp. Pada pengembangan yang dilakukan menggunakan tiga tahapan. Tahapan pertama merupakan fase investigasi awal dengan melakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis peserta didik. Pada fase pembuatan prototipe dilakukan perancangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *problem based learning* (PBL) pada materi Perbandingan. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi diri sendiri (*self evaluation*). Hasil analisis dan revisi berdasarkan evaluasi sendiri dilanjutkan dengan validasi

oleh lima validator. Setelah direvisi berdasarkan saran validator dan perangkat pembelajaran dinyatakan valid kemudian dilanjutkan dengan evaluasi satu-satu. Evaluasi satu-satu dilakukan oleh tiga orang peserta didik dengan kemampuan rendah, sedang, dan tinggi. Kemudian dilanjutkan dengan evaluasi kelompok kecil oleh enam orang peserta didik. Pada tahap ini dilihat praktikalitas perangkat pembelajaran matematika pada skala kecil.

Setelah dilakukan analisis evaluasi terhadap kelompok kecil, kemudian diujicobakan pada kelompok besar yaitu kelas VII.H MTsN Padang Panjang. Pada tahap ini dilakukan uji praktikalitas dan uji efektivitas.

Instrumen pengumpulan data meliputi instrumen fase investigasi awal berupa lembar analisis kebutuhan, kurikulum, peserta didik dan konsep, lembar observasi dan pedoman wawancara. Instrumen kevalidan meliputi instrumen *self evaluation*, instrumen validasi. Instrumen kepraktisan melalui angket peserta didik, angket guru, dan lembar keterlaksanaan RPP dan keterlaksanaan penilaian. Instrumen keefektivan melalui pemberian tes kemampuan pemecahan masalah hasil belajar peserta didik. Setiap instrumen yang digunakan pada penelitian ini divalidasi terlebih dahulu. Hasil validasi instrumen oleh tiga validator diperoleh seluruh instrumen yang digunakan valid.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada fase investigasi awal dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan analisis konsep. Analisis kebutuhan diperoleh melalui wawancara dengan guru dan peserta didik serta observasi proses pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan belum optimalnya perangkat pembelajaran yang digunakan. RPP belum sesuai dengan kurikulum 2013, penggunaan sumber belajar, dan penilaian hanya terdapat pada kompetensi pengetahuan. Analisis kurikulum dilakukan dengan membaca, memahami dan menganalisis KI, KD yang terdapat pada materi Perbandingan.

Analisis peserta didik dilakukan melalui wawancara dan observasi. Hasil analisis peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik kelas VII SMP/MTs berada pada tahap operasional formal. Peserta didik sudah mempunyai kemampuan dalam mengolah informasi dan menyampaikan apa yang dialaminya. Analisis konsep dilakukan dengan menganalisis berbagai buku yang terdapat materi perbandingan dan kemudian dilakukan pemetaan konsep. Hasil pemetaan konsep menunjukkan urutan materi yang akan dipelajari yaitu skala, perbandingan, perbandingan senilai, dan perbandingan berbalik nilai.

Fase pembuatan prototipe atau fase pengembangan diawali dengan merancang perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL yang meliputi RPP, LKPD, dan penilaian. Setelah dihasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL(prototipe 1) kemudian dilakukan evaluasi sendiri. Setelah dilakukan evaluasi sendiri kemudian direvisi dan dianalisis menghasilkan prototipe II. Hasil prototipe II diberikan kepada validator kemudian divalidasi dan menghasilkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL yang valid terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Hasil Uji Validasi Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis PBL

Perangkat Pembelajaran	Rata-rata Nilai Validitas (%)	Kriteria
RPP	3,78	Sangat valid
LKPD	3,78	Sangat valid
Penilaian Pengetahuan	3,81	Sangat valid
Penilaian Sikap	3,65	Sangat valid
Penilaian Keterampilan	3,68	Sangat valid

Pada proses kevalidan terdapat beberapa revisi dari perangkat yang dihasilkan pada prototipe II. Pada RPP disarankan dan direvisi yaitu perbaikan indikator kompetensi pengetahuan. Pada LKPD, terdapat beberapa perbaikan masalah dan dibutuhkan penjelasan lebih lengkap dari masalah yang disajikan.

Pada validasi RPP, nilai validitas yang paling tinggi 4,00, akan tetapi sudah mencapai 3,78. Hal ini menunjukkan bahwa sebageaian besar kegiatan yang termuat dalam RPP dapat dikatakan memenuhi model PBL. Pada validasi LKPD telah diperoleh nilai 3,78 dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa sebageaian besar kegiatan peserta didik yang terdapat dalam LKPD dapat dikatakan sesuai dengan model PBL. Pada validasi penilaian pengetahuan telah memperoleh nilai 3,81 dengan kriteria sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penilaian pengetahuan dapat dikatakan sesuai dengan indikator pemecahan masalah. Penilaian kompetensi sikap memperoleh nilai 3,65 dengan kriteria sangat valid. Penilaian kompetensi keterampilan memperoleh nilai 3,68 dengan kriteria sangat valid. Ini menunjukan bahwa lembar penilaian sikap dan penilaian keterampilan sudah dapat digunakan untuk mengukur sikap dan keterampilan peserta didik.

Hasil perangkat pembelajaran matematika yang valid kemudian dilakukan evaluasi satu-satu dengan tiga orang peserta didik di MTsN Padang Panjang yang berkemampuan rendah, sedang dan tinggi. Hasil evaluasi satu-satu yaitu terdapat revisi pada LKPD tentang kurang jelas pada gambar, penggunaan tanda baca yang salah, perbaikan spasi masalah. Dari saran tersebut dilakukan revisi. Berdasarkan saran dari evaluasi satu-satu dilakukan revisi. Hasil revisi pada evaluasi satu-satu diujicobakan kepada kelompok kecil yang terdiri atas 2 orang peserta didik berkempuan rendah, 2 orang peserta didik berkemampuan tinggi dan 2 orang peserta didik berkemampuan sedang. Revisi yang dilakukan pada LKPD menambah informasi yang terdapat pada masalah, berdasarkan saran dari evaluasi satu-satu dilakukan revisi.

Hasil revisi perangkat pembelajaran dari evaluasi kelompok kecil diujicobakan pada kelompok besar yaitu peserta didik VII. H MTsN Padang panjang. Dari hasil evaluasi kelompok besar diperoleh bahwa perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL dinyatakan praktis dan efektif. Kepraktisan perangkat ini dilihat dari angket guru, angket peserta didik, lembar keterlaksanaan RPP, lembar keterlaksanaan Penilaian.

Rata-rata nilai praktikalitas dari Guru disetiap pertemuan diperoleh sangat praktis. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL mudah digunakan oleh guru baik dari segi daya tarik, proses penggunaan, kemudahan penggunaan dan waktu. Rata-rata angket praktikalitas dari guru dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2

Rata-rata Hasil Praktikalitas Dari Guru

Pertemuan	Angket Peserta Didik	Kriteria
I	91,4 %	Sangat Praktis
II	94,80 %	Sangat Praktis
III	94,27 %	Sangat Praktis
IV	94,98 %	Sangat Praktis

Rata-rata hasil angket peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4 dan diperoleh untuk setiap pertemuan sangat praktis. Artinya LKPD berbasis PBL yang diberikan mudah untuk digunakan oleh peserta didik. Rata-rata angket praktikalitas dari peserta didik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3

Rata-rata Hasil Praktikalitas Dari Peserta Didik

Pertemuan	Angket Peserta Didik	Kriteria
I	83,78 %	Sangat Praktis
II	89,18 %	Sangat Praktis
III	90,46 %	Sangat Praktis
IV	93,36 %	Sangat Praktis

Rata-rata nilai keterlaksanaan RPP disetiap pertemuan diperoleh praktis. Hal ini menunjukkan RPP berbasis PBL telah dilaksanakan sesuai dengan yang dirancang. Rata-rata nilai keterlaksanaan RPP dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4

Rata-rata Hasil Keterlaksanaan RPP

Pertemuan	Angket Peserta Didik	Kriteria
I	80,13 %	Sangat Praktis
II	83,17 %	Sangat Praktis
III	87,37 %	Sangat Praktis
IV	92,76 %	Sangat Praktis

Rata-rata nilai keterlaksanaan penilaian yang meliputi penilaian pengetahuan, sikap dan keterampilan disetiap pertemuan diperoleh praktis. Hal ini menunjukkan penilaian berbasis PBL telah dilaksanakan sesuai dengan yang dirancang. Rata-rata nilai keterlaksanaan penilaian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5

Rata-rata Hasil Keterlaksanaan Penilaian

Pertemuan	Angket Peserta Didik	Kriteria
I	82,22 %	Praktis
II	86,67 %	Sangat praktis
III	93,89 %	Sangat praktis
IV	98,33 %	Sangat praktis

Temuan yang diperoleh pada evaluasi kelompok besar, masih terdapat revisi RPP berdasarkan saran guru dan observer untuk penyempurnaan RPP. Terdapat beberapa soal yang direvisi karena peserta didik kesulitan dalam menyelesaikannya. Hal ini dijadikan saran untuk perbaikan produk menjadi lebih baik.

Efektivitas perangkat pembelajaran adalah seberapa besar pembelajaran dengan menggunakan perangkat yang dikembangkan mencapai indikator-indikator efektivitas pembelajaran. Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan digunakan dalam pembelajaran karena telah memenuhi indikator efektivitas pembelajaran yaitu hasil belajar pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Hasil efektivitas dari penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6

Rata-rata Nilai Tes Akhir

No	Predikat	Jumlah peserta didik	Persentase
1	A	6 orang	16,21 %
2	A -	11 orang	29,73 %
3	B +	7 orang	18,92 %
4	B	6 orang	16,22 %
5	B -	2 orang	5,41 %
6	C +	4 orang	10,81 %
7	C	1 orang	2,70 %
	Jumlah	37 orang	100 %

Berdasarkan tabel dapat kita lihat bahwa jumlah peserta didik yang mengikuti tes akhir 37 orang. Karena KKM yang diterapkan 3,00, dapat disimpulkan yang tuntas dalam tes akhir 30 orang dan yang tidak tuntas berjumlah 7 orang, dengan tingkat persentase ketuntasan 81,08 % dengan rata-rata kelas 3,43 dengan prediket B+. Hal ini menunjukkan penggunaan perangkat matematika berbasis PBL pada materi Perbandingan kelas VII SMP/MTs termasuk efektif. Untuk hasil belajar sikap peserta didik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7

Rata-rata Nilai Sikap Peserta Didik

No	Pembelajaran	Rata-rata nilai sikap	Kriteria
1	Pertemuan 1	3,5	Sangat Baik
2	Pertemuan 2	3,71	Sangat Baik
3	Pertemuan 3	3,76	Sangat Baik
4	Pertemuan 4	3,88	Sangat Baik

Pada Tabel 7 diperoleh rata-rata penilaian sikap meningkat di setiap pertemuan. Banyak peserta didik yang mendapat penilaian sangat baik. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL efektif pada penilaian sikap. Sedangkan untuk hasil belajar keterampilan peserta didik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8

Rata-rata Nilai Keterampilan Peserta Didik

No	Pembelajaran	Rata-rata nilai keterampilan	Predikat
1	Pertemuan 1	3,58	A-
2	Pertemuan 2	3,73	A-
3	Pertemuan 3	3,77	A-
4	Pertemuan 4	3,85	A

Rata-rata penilaian psikomotor meningkat di setiap pertemuan. Pada setiap pertemuan penilaian psikomotor selalu lebih besar dari 2.67 yang merupakan skor minimal. Hal ini menunjukkan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL efektif pada penilaian keterampilan.

4. SIMPULAN, SARAN, DAN IMPLIKASI

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan yang telah dikembangkan melalui proses validasi dengan lima validator menghasilkan perangkat pembelajaran matematika sangat valid.
2. Perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan yang telah dikembangkan melalui proses evaluasi satu-satu, evaluasi kelompok kecil dan evaluasi kelompok besar menghasilkan perangkat pembelajaran matematika sangat praktis.
3. Perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan yang telah dikembangkan melalui proses evaluasi kelompok besar menghasilkan perangkat pembelajaran matematika sangat efektif .

Kesimpulan poin ketiga dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Kompetensi pengetahuan matematika peserta didik meningkat setelah menggunakan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan kelas VII SMP/MTs.
- b. Kompetensi sikap matematika peserta didik meningkat setelah menggunakan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan kelas VII SMP/MTs.
- c. Kompetensi keterampilan matematika peserta didik meningkat setelah menggunakan perangkat pembelajaran matematika berbasis PBL untuk materi Perbandingan kelas VII SMP/MTs.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Abidin, Yunus. 2014. *Desain Sistem pembelajaran dalam konteks kurikulum 2013*. Bandung: Refika Aditama
- [2] Arikunto. 2013. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [3] Depdiknas. 2006. *Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- [5] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik Dan Kontekstual Dalam Pembelajaran Abad 21*. Jakarta :Ghalia Indonesia.
- [6] Kunandar. 2013. *Penilaian Auntenik. RajaGrafindo Persada*: Jakarta.
- [7] Kurniasih, Imas dan Berlian Sani. 2014. *Perancangan Pembelajaran Prosedur Pembuatan RPP yang sesuai kurikulum 2013*. Kata Pena: Bandung.
- [8] Muliardi. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika*. Padang: FMIPA UNP.

- [9] *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.*
- [10] *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum.*
- [11] *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2013 tentang Penilaian Hasil Belajar Oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*
- [12] Plomp, T dan N. Nieveen. 2013. *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute For Curriculum Development (SLO).
- [13] Shadiq, Fadjar. 2009. *Kemahiran Matematika*. Yogyakarta: Depertemen Pendidikan Nasional.
- [14] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara : Jakarta.

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS *INQUIRY* UNTUK MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN KELAS VIII SMP

Susi Irma Yanti¹

Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP

email: imaasuparman@gmail.com

Abstract : Based on introduction research, it was found that opportunity and facility given to students to develop and construct their comprehension to improve their mathematic communication skill during teaching and learning process were still low. Facility consists of learning material. They are lesson plan (RPP) and LKPD. RPP and LKPD used can still be improved to develop students' mathematic communication skill. Therefore, researcher is interested to develop a learning material based on inquiry. The use of this hopes be able to guide students to be more active in inquiring learning material so that it can improve their mathematic communication skill. The purpose of this research is to produce an inquiry based learning to Formulation of the problem is "how are development process and result of inquiry based learning to improve students' mathematic communication skill class VIII SMP that meet validity, practical, and effective?". This research is a developmental research that use Plomp and Nieveen Model which consists of 3 phases. They are : (1) preliminary research; (2) Developmental phase /prototype production; and(3) Assessment/evaluation phase. This model is chosen because it is more accurate to observe the process and result a valid, practical, effective and understandable learning material. In this research, researcher will develop learning material in circle and tangent line of a circle at SMP class VIII second semester. After developing product, validity, practical and effective will be tested. Participant of the research is students at class VIII SMP N 029 Pekanbaru. Type of data collected are qualitative and quantitative data. Qualitative data will be collected by using interview that consists of suggestions and comments while quantitative data is mathematic communication skill test.

Key word: Developing Learning Material, Mathematic Communication Skill, Inquiry, Plomp and Nieveen Model.

1. Pendahuluan

Proses belajar mengajar merupakan inti dari peningkatan mutu pendidikan. Guru bertanggung jawab untuk mengatur, membimbing dan mengarahkan peserta didik ke tujuan pembelajaran yang diharapkan sehingga proses belajar mengajar berjalan sebagaimana mestinya dan tujuan pembelajaran tersebut bisa dicapai secara maksimal. Semakin banyak peserta didik dapat mencapai tingkat pemahaman dan penguasaan materi, maka semakin tinggi keberhasilan pembelajaran tersebut. Untuk mencapai tujuan pembelajaran maka seorang guru memiliki tanggung jawab dalam merancang pembelajaran, termasuk dalam hal ini merancang pembelajaran matematika.

Terdapat berbagai macam kemampuan matematis diantaranya kemampuan memahami konsep, kemampuan penalaran, kemampuan komunikasi dan kemampuan pemecahan masalah^[1]. Salah satu kemampuan yang penting dalam pembelajaran matematika adalah kemampuan komunikasi matematika. Kemampuan komunikasi matematika menjadi salah satu syarat yang memegang peranan penting karena membantu dalam proses penyusunan fikiran, menghubungkan gagasan yang satu

dengan lainnya sehingga menghasilkan hal-hal yang kurang dalam seluruh jaringan gagasan peserta didik. Kemampuan matematis ini dapat dipengaruhi oleh penggunaan perangkat pembelajaran yang kurang optimal. Perangkat pembelajaran terdiri dari silabus, RPP, LKPD, buku paket, modul dan lembar penilaian. Sedangkan perangkat pembelajaran yang mempengaruhi kemampuan matematis adalah RPP dan LKPD. Karena RPP dan LKPD berhubungan langsung dengan peserta didik. RPP mengatur pembelajaran yang dilakukan, LKPD adalah sumber belajar yang digunakan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan^[2] menyatakan bahwa kemampuan komunikasi peserta didik di SMP N 029 Pekanbaru masih rendah. Terdapat bahwa hanya 6 dari 36 peserta didik yang bisa menyelesaikan soal yang diberikan dengan benar. Hal ini terjadi karena peserta didik hanya menghafal konsep yang diberikan guru sehingga tidak bisa mengaplikasikannya ke dalam permasalahan komunikasi matematis. Selanjutnya guru juga belum memfasilitasi peserta didik dalam menggali dan menyampaikan ide-ide yang mereka miliki. Peserta didik belum optimal diberikan kesempatan untuk mengkonstruksikan sendiri pemahamannya terhadap materi yang dipelajari karena materi tersebut langsung disampaikan oleh guru.

Hal ini sejalan dengan observasi dan wawancara yang dilakukan di SMP N 029 Pekanbaru dan SMP N 019 Pekanbaru pada tanggal 28-30 Juli 2015, di SMP N 15 Pekanbaru dan SMP N 6 Pekanbaru pada tanggal 4-6 Agustus 2015, terlihat bahwa proses pembelajaran didominasi oleh guru. Peserta didik menjadi lebih pasif. Kegiatan pembelajaran dimulai oleh guru dengan menjelaskan materi di depan kelas, memberikan contoh soal, meminta peserta didik mengerjakan soal latihan dan memberikan PR jika latihan yang diberikan tidak selesai dikerjakan di kelas. Selain itu kemampuan komunikasi matematis peserta didik belum memenuhi indikator pencapaian yang ditentukan. Kemampuan peserta didik menjelaskan ide suatu situasi dan relasi matematika baik secara lisan maupun tulisan dengan benda nyata, gambar, grafik dan aljabar belum optimal. Peserta didik masih belum mampu menyatakan peristiwa kehidupan sehari-hari kedalam bentuk dan simbol matematika.

Pada saat pembelajaran berlangsung, ditemukan peserta didik mengerjakan aktivitas lain seperti membuat tugas yang bukan matematika atau mengobrol dengan teman sebangku membicarakan hal yang tidak berkaitan dengan pembelajaran matematika. Ketika peserta didik diminta untuk mengerjakan latihan matematika, hanya peserta didik yang pandai saja yang mengerjakan sedangkan peserta didik lain hanya menyalin pekerjaan dari temannya yang sudah selesai. Hal ini mengakibatkan pembelajaran belum terlaksana dengan optimal. Oleh karena itu perlu sebuah rancangan pembelajaran berupa RPP untuk membantu mengontrol peserta didik selama proses pembelajaran^[3]. Dalam penerapan RPP, diperlukan sumber belajar yang mampu membantu meningkatkan ketercapaian tujuan pembelajaran yang optimal. Salah satu sumber belajar yang dapat digunakan adalah LKPD. LKPD yaitu materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa sehingga peserta didik diharapkan dapat mempelajari materi ajar tersebut secara mandiri^[4]. Namun pada kenyataannya, LKPD yang digunakan peserta didik di sekolah saat ini belum dapat menunjang proses pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. LKPD yang digunakan hanya memuat materi yang diuraikan secara singkat, contoh soal, dan soal latihan. LKPD tersebut kurang menuntun peserta didik menemukan sendiri inti dari materi yang dipelajari. Pada LKPD, belum terlihat kegiatan peserta didik yang dapat mengkonstruksikan pemahaman mereka. Peserta didik kurang dituntut untuk

menemukan sendiri konsep materi yang sedang dipelajari, hanya diberikan contoh dan langsung diberikan jawaban. Peserta didik hanya dituntut untuk membaca dan memahami contoh, lalu menyelesaikan soal yang ada. Soal yang terdapat pada LKPD juga disusun dengan tingkat kesukaran dan cara penyelesaian yang hampir sama sehingga peserta didik bosan menyelesaikan soal yang ada di LKPD. Disini terlihat bahwa RPP dan LKPD yang digunakan di sekolah masih bisa dioptimalkan untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, upaya yang dapat dilakukan guru untuk membantu peserta didik memahami materi dan mengaplikasikannya ke dalam permasalahan komunikasi matematis yang sedang dipelajari yaitu dengan menggunakan model *Inquiry*. *Inquiry* adalah suatu rangkaian kegiatan pembelajaran yang melibatkan kemampuan intelektual peserta didik dalam memperoleh pengetahuan dengan cara menemukan sendiri jawaban dari permasalahan yang diberikan^[5]. Dalam model *Inquiry*, peserta didik diminta untuk merumuskan sendiri masalah yang mereka temukan, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis dan merumuskan kesimpulan^[6]. Pembelajaran ini menyarankan agar proses pembelajaran dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam kegiatan belajar membimbing peserta didik membangun konsep sendiri^[7] sehingga meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Melalui model ini, peserta didik mempunyai kesempatan yang luas untuk mencari dan menemukan sendiri apa yang dibutuhkannya. Penggunaan perangkat berbasis *Inquiry* ini diharapkan mampu menuntut peserta didik terlibat lebih aktif dalam melakukan penemuan-penemuan terhadap materi yang akan dipelajari. Disini terlihat bahwa perangkat berbasis *Inquiry* diharapkan dapat membantu tercapainya kompetensi matematis terutama kompetensi komunikasi matematis peserta didik. Perangkat pembelajaran berbasis *Inquiry* yang akan diterapkan dalam perangkat pembelajaran berbentuk RPP dan LKPD. LKPD yang seharusnya digunakan peserta didik berisikan kegiatan yang membantu peserta didik menemukan sendiri prinsip-prinsip matematika^[8]. Dengan kegiatan menemukan sendiri diharapkan inti dari materi yang dipelajari lebih lama tersimpan dalam ingatan peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, dikembangkan perangkat pembelajaran berbasis *Inquiry* yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan peserta didik serta melihat kriteria validitas praktikalitas dan efektifitas. Efektifitas perangkat pembelajaran dilihat dari tes akhir yang memuat indikator kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Rumusan masalah dalam pengembangan ini adalah “bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat berbasis *Inquiry* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif?” dan tujuan dari pengembangan ini adalah menghasilkan perangkat berbasis *Inquiry* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian pengembangandengan model Plomp yang terdiri dari 3 tahapan, yaitu tahap investigasi awal (*preliminary research*), tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*Development or Prototyping Phase*) dan tahap penilaian (*assessment phase*)^[9]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum dan analisis konsep. Analisiskebutuhan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai permasalahan yang terdapat dalam pembelajaran di sekolah baik itu yang dihadapi oleh guru maupun

peserta didik. Pengumpulan informasi dilaksanakan dengan melakukan wawancara dengan guru dan mengobservasi pelaksanaan pembelajaran.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis kebutuhan dijadikan sebagai pertimbangan dalam merancang perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP.

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Karakteristik ini meliputi kemampuan akademis yang diperoleh berdasarkan informasi dari guru, kegemaran peserta didik terhadap LKPD yang berwarna serta kesulitan yang dihadapi peserta didik. Untuk mengetahui karakteristik peserta didik dilakukan dengan cara memberikan angket kepada beberapa peserta didik kelas VIII SMP.

Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah kurikulum yang digunakan sekolah untuk mata pelajaran matematika SMP kelas VIII untuk materi pelajaran matematika. Hasil analisis ini dijadikan sebagai pedoman dalam pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis *inquiry*. Analisis kurikulum ini dilanjutkan dengan analisis konsep dengan melakukan kegiatan merinci dan menyusun secara sistematis materi-materi yang akan dipelajari oleh peserta didik. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menyiapkan aspek-aspek yang berhubungan perancangan dan pengembangan perangkat pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil dari tahap investigasi awal atau tahap pendahuluan tersebut, maka dirancang perangkat pembelajaran pada tahap *development or prototyping phase* atau tahap pengembangan dan pembuatan prototipe. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD berbasis *inquiry* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Tahap pengembangan atau pembuatan prototipe (*development or prototyping phase*) terdiri dari tahap *self evaluation, expert review, one-to-one evaluation, dan small group*^[10]. *Self evaluation* atau evaluasi diri merupakan tahap yang dilaksanakan untuk mengevaluasi perangkat yang sudah dirancang oleh peneliti sendiri. Tujuannya adalah untuk mengecek ulang kesalahan-kesalahan yang dapat terlihat jelas pada perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Setelah perangkat pembelajaran yang dirancang diyakini bagus dan sesuai dengan harapan, selanjutnya dilakukan tahap *expert reviews* atau penilaian oleh para ahli dengan meminta beberapa ahli atau pakar yang relevan untuk memberikan penilaian dan masukan terhadap perangkat yang telah dirancang dengan memvalidasi perangkat yang dikembangkan tersebut. Para ahli atau pakar yang melakukan penilaian terdiri atas beberapa ahli di bidang matematika, ahli bahasa, dan desain pembelajaran. Dalam hal ini peneliti akan meminta penilaian dari 3 orang dosen Matematika, 1 orang ahli Bahasa Indonesia, dan 1 orang dosen Teknologi Pendidikan. Jika perangkat pembelajaran sudah dinyatakan valid oleh para ahli, maka selanjutnya dilakukan ujicoba untuk mengevaluasi perangkat pembelajaran matematika. Evaluasi perangkat pembelajaran matematika tersebut adalah Evaluasi satu-satu atau (*One-to-One Evaluation*). Evaluasi ini dilakukan terhadap tiga orang peserta didik kelas VIII. Selanjutnya perangkat diujicobakan dalam kelompok kecil adalah enam orang peserta didik kelas VIII SMP.

Setelah melalui tahap pengembangan dan pembuatan prototipe, proses pengembangan dilanjutkan pada tahap penilaian (*assessment phase*). Pada tahap ini dilakukan uji lapangan atau *field test* pada kelas VIII SMP untuk melihat praktikalitas dan efektivitas perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* untuk meningkatkan

kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Data penelitian dikumpulkan melalui lembar validasi, lembar angket respon guru dan peserta didik, lembar observasi, pedoman wawancara, dan hasil tes akhir komunikasi matematis peserta didik.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan menghasilkan perangkat berbasis *Inquiry* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik kelas VIII SMP yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Kemdikbud, 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud
- [2] Ratna Dewi, 2013. *Pengaruh Penerapan Pembelajaran Kooperatif terhadap Kemampuan Komunikasi dan Kemampuan Penalaran Siswa SMP Negeri 029 Pekanbaru*. Thesis : Tidak Diterbitkan
- [3] Depdiknas, 2008. *Kurikulum Pendidikan Dasar Bidang Studi Matematika*. Jakarta: Pusat perbukuan depdiknas.
- [4] Andi Prastowo, 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press.
- [5] Wina sanjaya, 2008. *Perencanaan dan Desain Sistem Perencanaan*. Jakarta: Kencana Media Prenada Media Group
- [6] Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana
- [7] Bell Frederick H, 1981. *Teaching and Learning Mathematics (In Second School)*. USA : WBC Publisher
- [8] wina sanjaya, 2010. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Media Prenada Media Grup
- [9] Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.), 2013. *Educational design research: illustrative cases. Enschede, the Netherlands: SLO*. Free access at www.international.slo.nl di akses tanggal 27 juli 2015.
- [10] Nieveen, Nienke, 1999. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF
TIPE *GROUP INVESTIGATION* TERHADAP KEMAMPUAN
PENALARAN DAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH
MATEMATIS SISWA KELAS VII
SMP NEGERI KOTA JAMBI**

Ayu Yarmayani

(Pendidikan Matematika, Universitas Batanghari)

Abstract : *This research was started by finding showed that reasoning ability and mathematical problem solving of students at SMP Negeri Kota Jambi were low. This research was to know the effect of cooperative model – group investigation type toward reasoning and mathematical problem solving ability at grade VII of SMP Negeri Kota Jambi. Based on experiment result and findings, it showed (1) students’ reasoning and mathematical problem solving ability who were taught by using cooperative model – group investigation type was better than students who were taught by using conventional teaching. (2) Students’ reasoning and mathematical problem solving ability with high prior knowledge who were taught by using cooperative model – group investigation type was better than students with high prior knowledge who were taught by using conventional teaching. (3) Students’ reasoning and mathematical problem solving ability with low prior knowledge who were taught by using cooperative model – group investigation type was better than students with low prior knowledge who were taught by using conventional teaching. (4) There was no interaction between teaching model with prior knowledge toward students’ reasoning and mathematics problem solving ability.*

Kata Kunci: Model Pembelajaran Kooperatif Tipe *Group Investigation*, Kemampuan Awal, Kemampuan Penalaran Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis.

Pendahuluan

Pendidikan mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Harapan pemerintah untuk dapat melayani seluruh komponen masyarakat akan pendidikan yang layak dan bermutu selama ini, belum sepenuhnya bisa terwujud dengan adanya kendala di berbagai aspek. Maraknya pengkajian mutu pendidikan dikarenakan masih seringnya ditemukan pada setiap jenjang pendidikan, dimana beberapa orang siswa masih menunjukkan prestasi belajar yang rendah.

Pada mata pelajaran matematika sering ditemukan prestasi belajar siswa yang masih rendah. Proses pembelajaran matematika diharapkan mampu melatih berpikir seseorang secara logis, kritis, dan kreatif selain itu matematika merupakan ilmu dasar dari perkembangan sains dan sangat berguna dalam kehidupan. Pada setiap lapisan masyarakat seperti apapun profesi dan pekerjaannya tetap dituntut untuk mengetahui matematika kemudian berupaya untuk belajar dan memahaminya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru bidang studi beberapa SMP Negeri Kota Jambi yaitu SMP Negeri 2, SMP Negeri 14 dan SMP Negeri 25 diketahui bahwa pada saat proses pembelajaran berlangsung guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya, namun sedikit sekali siswa yang mampu mengungkapkan ketidaktahuannya. Ketika guru memberikan soal latihan, siswa hanya mampu mengerjakan soal-soal yang terlebih dahulu telah diberikan contoh. Frekuensi guru masih sedikit dalam memberikan soal-soal penalaran dan pemecahan masalah matematika dikarenakan kurang kreatifnya siswa dalam penyelesaian soal-soal tersebut.

Permasalahan di atas merupakan kondisi yang harus menjadi perhatian sungguh-sungguh bagi guru, jika permasalahan tersebut dibiarkan berkelanjutan maka siswa akan mengalami kesulitan untuk melanjutkan ke materi yang lebih sukar karena antara materi yang satu dengan yang lainnya sangat erat kaitannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu usaha untuk menciptakan kondisi pembelajaran agar mampu meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa dengan memperhatikan kemampuan awal siswa agar hasil belajar yang diperoleh lebih optimal.

Model kooperatif tipe *group investigation* mampu melatih siswa untuk kreatif dalam mengutarakan ide-ide pada suatu materi yang disajikan serta bertanggung jawab dalam menyelesaikan topik yang telah mereka pilih sendiri, kemudian memaparkan dalam kelompoknya. Hal ini akan membuat siswa mampu bekerja sama dalam kelompok untuk pemecahan masalah suatu topik dan mendiskusikan yang kemudian akan dipresentasikan di depan kelas. Penerapan model kooperatif tipe *group investigation* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah model kooperatif tipe *group investigation* terhadap kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas VII SMP Negeri Kota Jambi. Pada penelitian ini juga akan dilihat pengaruh kemampuan awal siswa terhadap kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Matematika sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang sangat penting untuk dikembangkan. Matematika itu sendiri berasal dari bahasa latin *Manthanein* atau *mathema* yang berarti belajar atau hal yang dipelajari. Menurut Suherman dkk (2002:16) perkataan matematika berdasarkan etimologi berarti ilmu pengetahuan yang diperoleh dengan bernalar, hal ini dikarenakan matematika lebih menekankan aktivitas dalam dunia rasio (penalaran).

Kemampuan penalaran dalam matematika adalah suatu kemampuan menggunakan aturan-aturan, sifat-sifat atau logika matematika untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang benar. Menurut Shurter dan Piece (Fauzan, 2011) memberikan pengertian penalaran adalah sebagai proses pencapaian kesimpulan logis berdasarkan fakta dan sumber yang relevan.

Indikator kemampuan penalaran dalam penelitian ini adalah (1) mengajukan dugaan, (2) Menarik kesimpulan, menyusun bukti dan memberikan alasan (3) memeriksa kesahihan suatu argumen. Rubrik dijadikan sebagai pedoman penskoran untuk kemampuan penalaran matematis.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan bagian dari kurikulum matematika yang sangat penting atau dapat dikatakan bahwa kemampuan memecahkan masalah merupakan hasil utama dari suatu proses pembelajaran. Pada saat siswa menemukan masalah, maka telah terjadi perbedaan keseimbangan dengan keadaan awal. Suatu masalah dapat mengarahkan siswa untuk melakukan investigasi, mengeksplorasi pola-pola dan berpikir secara kritis (Fauzan:2011). Pada saat siswa mengalami konflik kognitif ia akan berusaha untuk mencapai keseimbangan baru yaitu solusi atas masalah yang dihadapi. Apabila siswa mampu menemukan konflik dan mampu mencari penyelesaiannya, maka sebenarnya tahap kognitifnya telah meningkat.

Menurut Widyantini (2006:3) model pembelajaran adalah pedoman berupa program atau petunjuk strategi mengajar yang dirancang untuk mencapai suatu pembelajaran. Menurut Artzt dan Newmann (NurAsma, 2009;2)

“cooperative learning is an approach that involves a small group of learners working together as a team to solve a problem complete a task, or accomplish a common goal”

Menurut pengertian definisi ini, belajar kooperatif adalah suatu pendekatan yang mencakup kelompok kecil dari siswa yang bekerja sama sebagai suatu tim untuk mencari solusi dari masalah, menyelesaikan suatu tugas atau menyelesaikan suatu tujuan bersama.

Model kooperatif tipe *group investigation* menuntut para siswa untuk memiliki kemampuan yang baik dalam berkomunikasi maupun dalam keterampilan proses kelompok. Model pembelajaran ini juga dapat melatih siswa untuk menumbuhkan kemampuan berfikir mandiri, penalaran dan keterlibatan siswa secara aktif dapat terlihat mulai dari tahap pertama sampai tahap akhir pembelajaran.

Menurut Slavin (2008:218) ada enam langkah-langkah penerapan model kooperatif tipe *group investigation* yaitu: (1) seleksi topik (2) merencanakan kerja sama (3) Implementasi (4) analisis dan sintesis (5) penyajian hasil akhir (6) evaluasi

Hipotesis dalam penelitian ini adalah (1) kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang diajar dengan model kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada yang diajar dengan pembelajaran konvensional. (2) kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan model kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada dengan pembelajaran konvensional. (3) kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan model kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada dengan pembelajaran konvensional. (4) Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal dalam mempengaruhi kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa.

Metode

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang ingin dicapai, maka jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu (*quasy experimental*). Sugiyono (2008;72)

mengemukakan bahwa metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari (a) variabel bebas yaitu model kooperatif tipe *group investigation* (b) variabel terikat yaitu kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa setelah diberikan perlakuan berupa model kooperatif tipe *group investigation* (c) variabel moderator yaitu pengetahuan awal siswa yang terdiri dari pengetahuan awal tinggi dan pengetahuan awal rendah. Berdasarkan variabelnya, desain penelitian yang digunakan adalah *Randomized Control Group Posttest Only Design*.

Populasi penelitian ini adalah SMP Negeri 2 Kota Jambi, SMP Negeri 14 Kota Jambi dan SMP Negeri 25 Kota Jambi. Sampel penelitian merupakan sebagian dari keseluruhan objek yang diteliti yang dianggap mewakili terhadap populasi dan diambil dengan teknik tertentu seperti yang diungkap Arikunto (2006:131), sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara acak sehingga didapat kelas VII B SMPN 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas VII D SMPN 25 sebagai kelas kontrol.

Analisis data dilakukan untuk menguji hipotesis dengan uji kesamaan rata-rata. Statistik untuk pengujian hipotesis 1, 2, 3, 5, 6, dan 7 digunakan uji-t karena data berdistribusi normal dengan variansi yang homogen. Hipotesis keempat dan kedelapan menggunakan ANAVA dua arah dengan media bantu uji statistik yaitu menggunakan *software SPSS 20 For Windows*

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Serangkaian penelitian selesai dilaksanakan, selanjutnya dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh selama penelitian. Analisis data dilakukan untuk mengungkapkan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa setelah dilaksanakan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation*. Kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi dan siswa berkemampuan awal rendah.

Berdasarkan perhitungan diketahui secara total bahwa rata-rata kemampuan penalaran matematis siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih tinggi dari rata-rata kemampuan penalaran siswa yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Berdasarkan data simpangan baku secara total maka kemampuan penalaran matematis siswa di kelas kontrol lebih menyebar dibandingkan siswa di kelas eksperimen karena simpangan baku kemampuan penalaran matematis siswa di kelas eksperimen (12,516) lebih kecil dari kelas kontrol (17,230).

Kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal tinggi maupun rendah memberikan gambaran bahwa rata-rata kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal tinggi maupun rendah pada kelas eksperimen lebih tinggi dari rata-rata kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal tinggi maupun rendah pada kelas kontrol.

Berdasarkan perhitungan diketahui secara total bahwa rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih tinggi dari rata-rata kemampuan pemecahan masalah siswa yang diajar dengan pembelajaran konvensional. Berdasarkan data

simpangan baku maka kemampuan penalaran matematis siswa dikelas kontrol lebih menyebar dibandingkan siswa di kelas eksperimen karena simpangan baku kemampuan pemecahan masalah matematis siswa di kelas eksperimen (13,347) lebih kecil dari kelas kontrol (18,323).

Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi memberikan gambaran bahwa rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi pada kelas eksperimen hampir sama dengan rata-rata kemampuan pemecahan masalah siswa berkemampuan awal tinggi pada kelas kontrol. Hal ini disebabkan siswa berkemampuan awal tinggi pada kelas kontrol sangat teliti dalam mengerjakan soal bentuk cerita.

Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah memberikan gambaran bahwa rata-rata kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas eksperimen lebih tinggi dari rata-rata kemampuan pemecahan masalah siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas kontrol. Berdasarkan nilai maksimum dapat terlihat bahwa kemampuan penalaran matematis siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas eksperimen lebih rendah dibandingkan siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas kontrol. Berdasarkan data simpangan baku maka nilai kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas kontrol lebih menyebar dibandingkan dengan nilai siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas eksperimen karena simpangan baku kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah di kelas eksperimen lebih kecil dari kelas kontrol.

Uji normalitas untuk kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis di kelas eksperimen mempunyai nilai signifikansi lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa data tes berdistribusi normal. Uji normalitas untuk kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis di kelas kontrol mempunyai nilai signifikansi lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa data tes berdistribusi normal.

Nilai signifikansi kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi lebih besar dari pada taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti data tes berdistribusi normal. Selain itu, terlihat juga bahwa nilai signifikansi kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah lebih besar dari pada taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti data tes berdistribusi normal.

uji homogenitas variansi total untuk kemampuan penalaran mempunyai nilai signifikansi (0,151) lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa data tes mempunyai variansi yang homogen. Pada kemampuan pemecahan masalah matematis siswa terlihat bahwa uji homogenitas variansi total mempunyai nilai signifikansi (0,073) lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa data tes mempunyai variansi yang homogen.

Pada kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal tinggi diperoleh nilai signifikansi (0,056) lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) ini berarti data tes mempunyai variansi homogen. Sedangkan nilai signifikansi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi (0,309) lebih besar dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$) ini berarti data tes mempunyai variansi homogen.

Pada kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal rendah mempunyai nilai signifikansi (0,206) lebih besar dari pada taraf nyata ($\alpha = 0,05$). Ini berarti data tes mempunyai variansi homogen. Sedangkan kemampuan pemecahan

masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah memiliki nilai signifikansi (0,322) lebih besar dari pada taraf nyata ($\alpha = 0,05$) ini berarti data tes mempunyai variansi homogen.

Uji hipotesis pertama diperoleh nilai t_{hitung} (6,5971) lebih besar daripada t_{tabel} (1,667) berarti H_0 ditolak atau kemampuan penalaran siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada kemampuan penalaran siswa yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis kedua diperoleh nilai t_{hitung} (0,1129) lebih kecil daripada t_{tabel} (1,701) berarti H_0 diterima atau kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* sama dengan kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis ketiga diperoleh nilai t_{hitung} (4,0183) $>$ t_{tabel} (1,638) berarti H_0 ditolak atau kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada kemampuan penalaran siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis keempat diperoleh nilai signifikansi pada baris interaksi adalah 0,474 lebih besar daripada taraf nyata (0,05) . Ini berarti H_0 diterima atau tidak ada interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan awal dalam kemampuan penalaran matematis siswa.

Uji hipotesis kelima diperoleh nilai t_{hitung} (7,4984) lebih besar daripada t_{tabel} (1,667) berarti H_0 ditolak atau kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada kemampuan penalaran siswa yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis keenam diperoleh nilai t_{hitung} (0,5402) lebih kecil dari t_{tabel} (1,701) berarti H_0 diterima atau kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* sama dengan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis ketujuh diperoleh nilai t_{hitung} (5,967) $>$ t_{tabel} (1,638) berarti H_0 ditolak atau kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.

Uji hipotesis kedelapan diperoleh nilai signifikansi pada baris interaksi adalah 0,347 $>$ 0,05. Ini berarti H_0 diterima atau tidak ada interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan awal dalam kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Pembentukan kelompok dalam model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* adalah secara heterogen sesuai dengan kemampuan akademik. Dalam setiap kelompok ada siswa yang berkemampuan tinggi, sedang dan rendah sehingga mereka dapat saling membantu satu sama lain dalam proses pembelajaran. Proses pembelajaran model kooperatif tipe *group investigation* ini mampu menumbuhkan rasa tanggung jawab setiap anggota kelompok dengan kata lain siswa yang berkemampuan

tinggi dapat menjelaskan kepada anggota kelompoknya yang belum memahami materi yang mereka diskusikan.

Berdasarkan pengamatan dalam proses pembelajaran model kooperatif tipe *group investigation*, hal pertama yang dilakukan siswa adalah membuat strategi atau perencanaan kelompok agar pemahaman terhadap materi dapat menyeluruh disetiap anggota kelompok. Kegiatan tersebut mampu meningkatkan cara berpikir kritis siswa atau siswa mampu menalar suatu permasalahan yang diberikan pada lembar kerja. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Nurasma (2009:62) perencanaan kelompok merupakan salah satu model untuk menjamin keterlibatan siswa secara maksimal.

Model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* seharusnya siswa yang berkemampuan awal tinggi dapat mempertinggi keaktifannya dalam proses pembelajaran. Hal ini didukung karena model pembelajaran kooperatif memberi peluang siswa yang berkemampuan awal tinggi untuk dapat mengemukakan ide-ide dalam proses investigasi materi yang akan dipelajari.

Siswa yang berkemampuan awal tinggi pada kelas kontrol mampu mengemukakan ide-ide mengenai materi yang dipelajari dan sangat teliti terhadap pengerjaan soal-soal yang diberikan. Sedangkan, siswa yang berkemampuan awal tinggi pada kelas eksperimen kurang teliti dalam pengerjaan LKS maupun soal-soal yang diberikan. Hal ini disebabkan karena rasa bersaing antar kelompok membuat siswa yang berkemampuan tinggi mempunyai keinginan bagaimana cara menyelesaikan secara cepat yang mengakibatkan tidak tepat. Hal ini sesuai dengan yang di ungkapkan oleh Huda (2011:71) bahwa tiga pola interaksi yang terjadi pada pembelajaran kooperatif tidak seluruhnya efektif membantu siswa mempelajari konsep-konsep atau keterampilan-keterampilan.

Siswa berkemampuan awal rendah pada kelas eksperimen dapat berinteraksi dengan anggota kelompoknya yang berkemampuan awal tinggi untuk menjelaskan apa yang mereka tidak mengerti. Hal ini sangat berbeda dengan kondisi siswa yang berkemampuan awal rendah pada kelas kontrol. Proses pembelajaran pada kelas kontrol belum mampu mengaktifkan siswa yang berkemampuan awal rendah, ini disebabkan rasa tanggung jawab dalam pembelajaran hanya sebatas individual.

Pembelajaran pada kelas eksperimen dibantu dengan LKS yang dirancang oleh guru. Pada pengerjaan LKS tersebut siswa mulai terbiasa dengan ide-ide penyelesaian masalah, baik dengan ide sendiri yang diambil kesimpulan atau berdasarkan diskusi. Hal ini mendukung siswa untuk lebih kreatif dan aktif dalam kegiatan penyelesaian kegiatan LKS dan soal-soal pada LKS yang diberikan. Hasil yang disimpulkan oleh masing-masing kelompok akan diperiksa sendiri oleh kelompok tersebut dan membandingkan hasil mereka dengan hasil kelompok yang mempresentasikan hasil diskusi. Pada proses tersebut siswa secara langsung mengetahui apakah yang didiskusikan oleh kelompoknya benar atau belum sempurna. Proses pembelajaran ini membuat siswa lebih ingat akan apa yang telah dipelajarinya karena mereka menemukan sendiri kesimpulan tentang apa yang didiskusikan.

Pada pembelajaran secara konvensional, siswa hanya terbiasa menunggu informasi dari guru. Hal ini menyebabkan sulitnya siswa dalam penyelesaian soal-soal pemecahan masalah, karena siswa kurang aktif dalam menemukan ide-ide permasalahan pada soal yang diberikan. Siswa yang mengalami kesulitan dalam menentukan apa yang diketahui dari soal hanya memilih untuk menyalin jawaban dari teman. Hanya beberapa siswa yang ingin menanyakan langsung ke guru atau menanyakan ke teman yang telah mengerti.

Proses pembelajaran pada kelas eksperimen siswa yang berkemampuan awal rendah cenderung mengikuti kebiasaan siswa yang berkemampuan awal tinggi pada kelompoknya. Siswa tersebut mencoba mengemukakan pendapatnya untuk menyelesaikan permasalahan dan soal-soal yang terdapat pada LKS atau yang diberikan oleh guru. Kesalahan pada saat penyelesaian soal-soal tersebut akan dapat diketahui siswa berkemampuan rendah pada saat diskusi secara bersama-sama dengan anggota kelompoknya. Hal ini menyebabkan siswa berkemampuan awal rendah memiliki konsep yang baik terhadap materi yang sedang dipelajari atau didiskusikan. Pada pembelajaran secara konvensional siswa yang berkemampuan awal rendah sulit untuk memahami soal-soal pemecahan masalah matematis. Hal disebabkan karena siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran, ini mengakibatkan sulit memahami apa yang diketahui dari soal yang diberikan. Soal-soal pemecahan masalah sangat membutuhkan cara berpikir kritis siswa, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Polya (Fauzan, 2011) pemecahan masalah adalah salah satu aspek berpikir tingkat tinggi sebagai proses menerima masalah dan menyelesaikan tersebut.

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian yang membandingkan dua model pembelajaran yaitu model pembelajaran koopeatif tipe *group investigation* dan pembelajaran secara konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan matematika siswa yaitu kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis siswa. Berdasarkan analisis data yang telah dikemukakan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Kemampuan penalaran siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada siswa yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.
2. Kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* sama dengan kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.
3. Kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada kemampuan penalaran matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan pembelajaran secara konvensional.
4. Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal siswa dalam mempengaruhi kemampuan penalaran matematis siswa.
5. Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada siswa yang diajar melalui pembelajaran secara konvensional.
6. Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* sama dengan siswa berkemampuan awal tinggi yang diajar melalui pembelajaran secara konvensional.

7. Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berkemampuan awal rendah yang diajar dengan model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* lebih baik daripada siswa berkemampuan awal rendah yang diajar melalui pembelajaran secara konvensional.
8. Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal siswa dalam mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.

Saran

Penelitian ini menekankan pada peningkatan hasil belajar yang meliputi peningkatan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Berdasarkan kesimpulan yang telah dikemukakan, maka temuan yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Bagi guru matematika, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan atau bahan referensi dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa.
2. Guru sebaiknya menyiapkan perencanaan yang lebih matang dan menyediakan alat atau bahan serta membiasakan siswa dengan pembelajaran yang bervariasi dalam kelompok.
3. Model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* dapat dijadikan sebagai alternatif dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan pemecahan masalah karena siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Diharapkan peneliti lainnya agar dapat meningkatkan kemampuan matematis lainnya dengan model pembelajaran tersebut.
4. Soal tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan penalaran dan pemecahan masalah matematis lebih dikembangkan dan diperbanyak agar dapat mengukur setiap indikator kemampuan.
5. Bagi kepala sekolah, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan atau referensi dalam meningkatkan mutu pembelajaran matematika di SMP Negeri Kota Jambi.

Daftar Rujukan

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Fauzan, Ahmad. 2011. Modul 1 Evaluasi Pembelajaran Matematika. *Pemecahan Masalah Matematika*. Evaluasi matematika.net: Universitas Negeri Padang
- Huda, Miftahul. 2011. *Cooperative Learning Metode, Teknik, Struktur Dan Model Penerapan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- NurAsma. 2009. *Model Pembelajaran Kooperatif*. Padang: UNP Press.
- Slavin, Robert. 2008. *Cooperative Learning Teori, Riset Dan Praktik*. Bandung: Nusa Media.

Sugiono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suherman, Erman dkk. 2002. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*.
Bandung: UPI

Widyantini. 2006. *Model Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Kooperatif*.
Depdiknas. Yogyakarta.

**ASOSIASI (KEERATAN HUBUNGAN) KEMAMPUAN
REPRESENTASI DAN PEMAHAMAN MATEMATIS SISWA
MENGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS
MASALAH DALAM MATERI PECAHAN DI KELAS VII SMP
NEGERI 1 SUNGAI KUNYIT**

**Resy Nirawati, Dosen STKIP Singkawang Kalbar
email : resynirawaty@gmail.com**

Abstract: This study was conducted to explore the association (the relationship) between the representation and understanding of the mathematical ability of students as well as student activity during the learning takes place. This research is an experimental study in SMP Negeri 1 River Turmeric with pretest and posttest study design is given in the experimental group and the control group. The experimental group learning through problem-based learning model and the control group learned through conventional learning. Based on the analysis of final test there is association (the relationship) between representasi ability and mathematical understanding. While the activity analysis shows that the activity of students in problem-based learning model showed activity increased and students active during learning.

Keywords: Representation, Understanding, Problem-Based Learning

PENDAHULUAN

Representasi matematis merupakan salah satu dari proses matematis. Representasi tidak hanya merujuk pada hasil baru tetapi juga melibatkan proses berpikir yang dilakukan untuk menangkap dan memahami konsep, operasi, atau hubungan-hubungan matematika lainnya dari suatu konfigurasi. Representasi sebagaimana yang diuraikan oleh Wardhani (2008; 2) yang menyebutkan pada Standar Isi Pelajaran Matematika untuk semua jenjang pendidikan dasar dan menengah dinyatakan bahwa tujuan pelajaran matematika di sekolah diantaranya agar peserta didik mampu memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model, dan menafsirkan solusi yang diperoleh serta mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan masalah (representasi). Pembelajaran matematika dewasa ini diarahkan agar siswa mampu mengkonstruksi pengetahuannya sendiri. Siswa diberi kesempatan seluas-luasnya untuk mengembangkan representasi matematis yang disukai dalam menyelesaikan masalah secara individual maupun kelompok.

Kemampuan representasi dapat mendukung siswa dalam memahami konsep-konsep matematika yang dipelajari (Hudiono, 2005: 19). Lebih lanjut dinyatakan cara ide-ide matematika yang disajikan guru melalui berbagai representasi akan membawa pengaruh besar terhadap pemahaman siswa dalam mempelajari matematika (Hudiono, 2005:23). Dengan representasi, siswa diajak untuk menggambarkan, menterjemahkan, mengungkapkan sampai membuat model dari ide-ide atau konsep-konsep matematika dan hubungannya kedalam bentuk matematika yang beragam. Representasi berperan dalam menggali pemahaman dalam belajar matematika. Belajar untuk memperoleh pemahaman akan terjadi jika konsep, pengetahuan, rumus dan prinsip menjadi bagian dari jaringan representasi seseorang, Hierbet & Carpenter dalam (Hudiono, 2005). Agar kemampuan siswa dalam memahami konsep-konsep matematika dapat ditingkatkan, maka dalam pembelajaran harus diupayakan adanya peningkatan kemampuan berpikir dan representasi matematis.

Selain representasi, kemampuan lain yang cukup penting agar siswa lebih mudah mempelajari matematika adalah pemahaman matematis. Kemampuan pemahaman dapat dikembangkan melalui pembelajaran matematika disekolah yang menitik beratkan pada sistem, struktur konsep, prinsip, serta kaitan yang ketat antara suatu unsur dan unsur lainnya. Kemampuan pemahaman matematis diperlukan siswa dalam proses memahami matematika itu sendiri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Dalam pembelajaran matematika kemampuan pemahaman matematis berperan baik dalam pemecahan masalah.

Hasil wawancara dan observasi yang dilakukan peneliti kepada guru matematika SMP N 1 Sungai Kunyit terdapat permasalahan dalam penyampaian materi pembelajaran matematika, yaitu kurang berkembangnya daya representasi siswa, dimana siswa dalam mengerjakan soal matematika dengan representasi masih rendah. Siswa jarang diberi kesempatan untuk menghadirkan representasinya sendiri dan keterampilan-keterampilan representasi matematis belum dilatih secara maksimal. Pada pembelajaran yang dilakukan oleh guru, guru membawa permasalahan langsung ke bentuk simbolik dan guru belum mencoba alternatif lain dalam pemecahan masalah. Di dalam proses kegiatan belajar mengajar guru masih menggunakan pembelajaran yang bersifat konvensional, dimana pembelajaran tersebut guru yang lebih aktif dalam proses kegiatan belajar mengajar. Artinya guru sebagai sumber utama dalam proses pembelajaran dengan metode ceramah sebagai metode utama. Pembelajaran yang menekankan pada dominasi guru dan algoritma guru yang menjadi satu-satunya referensi siswa dalam menjawab permasalahan. Guru menjelaskan materi pembelajaran, sedangkan siswa mencatat dan menyalin di buku catatan mereka masing-masing. Pembelajaran seperti ini menunjukkan bahwa guru hanya sekedar penyampai informasi tanpa mempertimbangkan seberapa jauh pemahaman siswa terhadap konsep dari pokok bahasan yang disampaikan. Terbukti ketika siswa diberi tugas untuk mengerjakan soal-

soal matematika, siswa merasa kesulitan dan bahkan lupa dengan konsep dari pokok bahasan yang baru saja dijelaskan oleh guru. Guru harus mengulangi penjelasan yang telah disampaikan, kemudian berulah siswa dapat menyelesaikan soal yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa cenderung menghapuskan konsep matematika yang diberikan oleh guru tanpa mengetahui makna yang diajarkan. Kegiatan pembelajaran lebih difokuskan untuk melatih siswa terampil menjawab soal matematika, sehingga penguasaan dan pemahaman matematika siswa terabaikan. Selain itu keantusiasan siswa pada saat pembelajaran dinilai sangat kurang.

Dilihat dari hasil pengamatan awal di kelas VII SMP Negeri 1 Sungai Kunyit dalam proses pembelajaran khususnya mata pelajaran matematika, tidak semua siswa melaksanakan aktifitas belajar dikelas. Pada saat siswa diberi kesempatan bertanya, berpendapat dan diberi pertanyaan. Siswa lebih banyak diam atau pura-pura membaca, menulis dan selalu menghindari kontak mata dengan guru sampai akhirnya guru menunjuk salahsatu seorang dari mereka dan menjawab pertanyaan dari guru hanyalah siswa-siswa yang mendapat peringkat kelas atau juara kelas (*oral dan mental activities* rendah). Sedangkan siswa lain kurang memperhatikan pertanyaan dari guru dan kurang memperhatikan bagaimana jawaban teman yang mencoba menjawab pertanyaan dari guru tersebut (*listening activities* rendah).

Pada saat proses pembelajaran berlangsung mereka suka ribut, jalan-jalan dikelas, mengganggu teman, bergurau dengan teman sebangkunya saat pelajaran berlangsung, sering permissi keluar dan kurang peduli dengan apa yang di instruksikan guru. Selain itu, para siswa seperti tidak ingin bersaing untuk mendapatkan hasil belajar yang lebih baik. Hanya beberapa siswa yang mengumpulkan tugas yaitu siswa-siswa yang mendapat peringkat atau juara-juara kelas saja (*writing activities* rendah).

Aktifitas siswa rendah juga terlihat dari banyak siswa yang kurang siap dalam menerima materi pelajaran matematika. Terlihat hanya hanya 13 siswa (41%) dari 32 siswa yang tergolong aktif menyimak dan memperhatikan materi yang disampaikan guru. Hasil pengamatan pada aktifitas siswa dapat dilihat pada tabel.1

Tabel 1. Aktifitas Siswa Pengamatan Awal

No	Siswa Kelas VII			
	Aktiv	Persentase (%)	Kurang Aktiv (pasif)	Persentase (%)
1	13	41	19	59
jumlah	32 siswa	41%	32 siswa	59%

Dari hasil pengamatan awal diketahui bahwa keaktifan siswa selama pembelajaran mencapai kurang lebih 41% dalam satu kelas. Hasil ini berdampak rendahnya hasil belajar siswa yang kurang memenuhi kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang ditentukan sekolah yaitu 70 dengan mengacu target pencapaian 80% dari jumlah

siswa. Hal ini membuka peluang siswa untuk tidak menyenangi pelajaran matematika, akibatnya siswa tidak memahami materi pelajaran secara mendalam. Berikut ini rincian persentase data nilai ulangan harian siswa kelas VII SMPN 1 Sungai Kunyit dalam mata pelajaran matematika khususnya pecahan.

Tabel 2. Persentase Nilai Ulangan Yang Tuntas dan Belum Tuntas Pada Mata pelajaran matematika di SMPN 1 Sungai Kunyit Tahun Ajaran 2013/2014

No	Kelas	Tuntas		Belum Tuntas		Jumlah Siswa
		Nilai \geq 75	%	Nilai \geq 75	%	
1	VII A	16	61,53	10	38,47	26
2	VII B	17	56,67	10	43,33	27
3	VII C	18	56,25	12	43,75	30

(Diolah dari arsip nilai guru kelas VII SMPN 1 Sungai Kunyit)

Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan materi matematika masih rendah dan apabila dirata-ratakan sebesar 41,85% siswa tidak mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang ditentukan yaitu 70.

Berdasarkan dari hasil pra-riset yang dilaksanakan di kelas VII dari 32 siswa yang terdiri dari 18 siswa laki-laki dan 14 siswa perempuan, diberikan 5 soal. Dari soal pra-riset yang diberikan, diperoleh persentase jawaban siswa yang benar soal nomor satu adalah 60,8%, soal nomor dua 65,6%, soal nomor tiga adalah 54,57%, soal nomor empat adalah 40,54% dan soal nomor lima adalah 35,45%. Diketahui bahwa kelemahan (kesulitan) siswa pada indikator (1) terdapat 39,2% siswa kesulitan dalam mengartikan, mengenal berbagai makna. (2) terdapat 34,4% siswa mengalami kesulitan dalam mengubah soal yang berbentuk kata-kata kedalam bentuk simbol dan sebaliknya, mengubah bentuk representasi ke bentuk representasi yang lain (3) terdapat 45,43% siswa kesulitan dalam menentukan konsep yang tepat untuk digunakan dalam menyelesaikan suatu masalah sehari-hari yang berkaitan dengan operasi penjumlahan dan pengurangan pecahan (4) terdapat 59,46% siswa mengalami kesulitan dalam menggambar untuk memperjelas masalah, (5) terdapat 64,55% siswa kesulitan dalam eksperimen matematis yaitu kemampuan membuat persamaan model matematika dan langkah-langkah penyelesaian masalah matematika. Oleh sebab itu, terlihat bahwa kemampuan representasi dan pemahaman matematis siswa kelas VII di SMP N 1 Sungai Kunyit masih tergolong rendah. Untuk mengatasi hal tersebut peneliti menerapkan model pembelajaran berbasis masalah karena model pembelajaran berbasis masalah memberikan kesempatan kepada siswa untuk lebih aktif, dapat berlatih berfikir kritis terhadap suatu permasalahan yang ada, menerapkan pengetahuannya untuk memecahkan masalah, belajar secara mandiri, kreatif mengembangkan hubungan interpersonal dalam bekerja kelompok (bekerjasama) dan saling menghargai perbedaan antara siswa lainnya

Perumusan dalam masalah dalam penelitian ini adalah : (1) Apakah terdapat asosiasi (keeratn hubungan) antara representasi matematis siswa dengan kemampuan pemahaman matematis siswa dalam pembelajaran matematika menggunakan model pembelajaran berbasis masalah?; (2) Bagaimana aktifitas siswa selama proses belajar mengajar siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah?

Tujuan penelitian ini secara: (1) Mengkaji apakah terdapat asosiasi (keeratn hubungan) antara kemampuan representasi matematis siswa dengan kemampuan

pemahaman matematis siswa dalam pembelajaran matematika menggunakan model pembelajaran berbasis masalah; (2) Mengetahui aktifitas siswa selama proses belajar mengajar siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data penelitiannya. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian quasi eksperimen. Penelitian quasi eksperimen adalah penelitian yang benar-benar melihat hubungan sebab akibat. Dalam penelitian ini dilihat dari gejala atau dampak yang timbul pada diri siswa terkait dengan kemampuan representasi matematis, kemampuan pemahaman matematis dan aktivitas siswa.

Desain penelitian melibatkan dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Model pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran konvensional sebagai variabel bebas. Kemampuan representasi matematis, kemampuan pemahaman matematis dan aktifitas siswa sebagai variabel terikat. Desain penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu desain kelompok kontrol pretest-posttest.

Desain penelitian ini adalah sebagai berikut.

Kelas Eksperimen : $O_1 \quad X \quad O_2$
 Kelas Kontrol : $O_3 O_4$

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara acak, yaitu mengambil dua kelas dari 3 kelas yang tersedia (VIIA, VIIB dan VIIC). Kedua kelas tersebut adalah kelas VII B dan kelas VIIC. Kemudian kedua kelas tersebut dipilih secara acak untuk menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik dalam arti lebih cermat, lengkap dan sistematis sehingga mudah di olah (Arikunto, 2013). Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri atas instrumen tes dan instrumen non tes. Instrumen tes berupa tes kemampuan representasi dan pemahaman matematis, sedangkan instrumen non tes berupa lembar observasi siswa yang hanya diberikan kepada kelompok eksperimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui ada atau tidak adanya asosiasi-asosiasi antar kemampuan representasi matematis dengan kemampuan pemahaman matematis digunakan asosiasi kontingensi. Disajikan ringkasan hasil uji Pearson-Chi square dan koefisien kontingensi pada Tabel berikut

Tabel 3. Uji Pearson – Chi Kuadrat dan Koefisien Kontingensi Berdasarkan Kemampuan Representasi Matematis dan Pemahaman Matematis

Nilai Uji Pearson- X^2 Chi Kuadrat	dk	Nilai Koefisien Kontingensi (C)	Sig.
58,731	1	0,692	0,000

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai probabilitas (sig) adalah 0,000 maka H_0 ditolak. Hal ini berarti terdapat asosiasi yang signifikan antara kemampuan representasi dan pemahaman matematis pada kelompok eksperimen.

Tabel 4. Hasil Pengamatan terhadap Aktifitas Siswa Selama Pembelajaran

Aspek yang di observasi	Nilai Aktifitas		Rerata
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	
	Rerata	3,14	4,14	3,64

Berdasarkan Tabel 4 terjadi peningkatan aktifitas siswa, hal ini dapat dilihat dari rerata skor setiap pertemuan yang semakin meningkat. Skor rata-rata aktifitas siswa untuk pertemuan 1 dan 2 hasil pengamat yaitu 3,64. Secara keseluruhan dari dua pertemuan aktifitas siswa pada pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah yang berarti derajat aktifitas siswa cukup. Dengan demikian aktifitas siswa selama pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis masalah adalah terus meningkat.

Untuk melihat apakah aktifitas siswa aktif atau pasif selama mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah. Peneliti menggunakan lembar pengamatan aktifitas siswa yang diamati mulai dari proses pembelajaran sampai akhir pembelajaran. Selama proses Pembelajaran berlangsung.

Adapun hasil rekapitulasi aktivitas belajar, ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi Aktivitas Belajar

Aktivitas Aktif Siswa			
Persentase Pertemuan 1	Kategori	Persentase Pertemuan 2	Kategori
26,56%	kurang	56,64%	cukup
Aktivitas Pasif Siswa			
Persentase Pertemuan 1	Kategori	Persentase Pertemuan 2	Kategori
8,59%	Kurang sekali	2,34%	Kurang sekali

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa rata-rata persentase aktivitas aktif siswa pada pertemuan 1 sebesar 26,56% dengan kategori kurang sedangkan rata-rata persentase aktivitas aktif siswa pada pertemuan 2 sebesar 56,64% dengan kategori cukup. Untuk aktivitas pasif siswa pada pertemuan 1 diperoleh persentase sebesar 8,59% dengan kategori kurang sekali sedangkan pada pertemuan 2 sebesar 2,34% dengan kategori kurang sekali.

Hal ini menunjukkan hitungan persentase pada lembar pengamatan aktifitas selama proses pembelajaran diperoleh aktifitas siswa aktif mengalami peningkatan dari pertemuan pertama ke pertemuan kedua. Sedangkan untuk aktifitas pasif, persentase pertemuan kedua cenderung mengalami penurunan dibanding dengan pertemuan pertama. Hal ini menunjukkan bahwa siswa aktif pada saat proses pembelajaran menggunakan model berbasis masalah.

Pembahasan

Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Hudiono (2005) mengemukakan bahwa representasi matematis berperan dalam meningkatkan kemampuan pemahaman siswa. Skor rata-rata tes akhir kelompok eksperimen yaitu 26,13 (72,6%) lebih besar dari pada kelompok eksperimen -2 yaitu 22,90 (63,6%) dan kelompok kontrol yaitu 20,74 (57,6%). Hasil skor rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan memanfaatkan representasi lebih baik karena dapat meningkatkan potensi kecerdasan siswa melalui proses berbagai representasi yang berdampak pada peningkatan pemahaman siswa.

Peningkatan yang terjadi pada kemampuan representasi dan pemahaman matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah ditunjang dengan hasil analisis observasi yang dilakukan selama pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi terjadi peningkatan aktivitas siswa, hal ini dapat dilihat dari rerata skor pada setiap pertemuan yang semakin meningkat. Artinya melalui pembelajaran dengan menggunakan model berbasis masalah dapat menumbuhkan keberanian para siswa untuk belajar matematika. Semua aktivitas diperoleh skor rata-rata diatas skor netral 3, yang bearti derajat aktivitasnya baik. Secara keseluruhan dari dua pertemuan pembelajaran dengan model berbasis masalah diperoleh rerata 3,64 yang bearti derajat aktivitas siswa sedang. Aktivitas siswa dalam model pembelajaran berbasis masalah berdasarkan pengamatan menunjukkan bahwa pembelajaran model berbasis masalah menciptakan kondisi dimana siswa belajar secara aktif. Berdasarkan hitungan persentase pada lembar pengamatan aktivitas selama proses pembelajaran diperoleh aktivitas siswa aktif mengalami peningkatan dari pertemuan pertama ke pertemuan kedua. Sedangkan untuk aktivitas siswa pasif persentase hasil pengamatan pada pertemuan pertama dengan pertemuan kedua mengalami penurunan. Ini berartikan selama pembelajaran menggunakan model berbasis masalah menunjukkan keaktifan siswa dalam belajar yaitu sedang, siswa mau bekerja keras dalam menyelesaikan tugas yang diberikan serta pembelajaran dengan model berbasis masalah telah mengubah aktivitas siswa menjadi lebih aktif dalam belajar matematika.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Suhendra (2005) dari hasil penelitiannya bahwa selama kegiatan belajar mengajar yang menggunakan model pembelajaran berbasis masalah diperoleh temuan bahwa para siswa terlibat aktif dalam beraktivitas dan memiliki semangat tinggi dalam memecahkan masalah yang diberikan. Kualitas aktivitas siswa selama pembelajaran cenderung meningkat dari pertemuan ke pertemuan

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

matematis siswa mengikuti pembelajaran dengan model berbasis masalah. Asosiasi (keeratn hubungan) antara kemampuan representasi dan kemampuan pemahaman matematis termasuk dalam kategori sedang; (4) Aktivitas siswa selama belajar dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah selama proses kegiatan belajar mengajar dari pertemuan pertama dan pertemuan kedua terjadi peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari siswa antusias dalam proses pembelajaran yang berlangsung, memperlihatkan keaktifan dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Kegiatan diskusi sudah berjalan baik pada setiap kelompok. Dalam diskusi siswa berani menyampaikan pertanyaan, menanggapi maupun memberikan penjelasan kepada rekan

sekolompoknya. Hal ini menunjukkan selama proses belajar mengajar menggunakan model

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bagian terdahulu mengenai kemampuan representasi dan pemahaman matematis siswa melalui pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis masalah dan siswa yang belajar dengan cara konvensional, asosiasi kontigensi antara kemampuan representasi matematis siswa dengan kemampuan pemahaman matematis siswa, aktivitas siswa selama pembelajaran, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Secara signifikan terjadi peningkatan kemampuan representasi matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah daripada siswa yang belajar secara konvensional dan peningkatan kemampuan representasi matematis siswa termasuk dalam kategori sedang; (2) Secara signifikan terjadi peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa yang belajar dengan model pembelajaran berbasis masalah daripada siswa yang belajar secara konvensional dan peningkatan kemampuan pemahaman matematis siswa termasuk dalam kategori sedang; (3) Tersapat asosiasi (keeratn hubungan) antara kemampuan representasi dan pemahaman pembelajaran berbasis masalah aktivitas siswa tergolong aktif.

Rekomendasi

Berdasarkan kesimpulan dan implikasi dari penelitian ini, selanjutnya penulis memberikan rekomendasi sebagai berikut; (1) Bagi para peneliti selanjutnya untuk mengkaji aspek kemampuan representasi dan pemahaman matematis yang ditinjau dari segi karakteristik lain seperti jenis kelamin, tingkat kemampuan siswa (rendah, sedang, dan tinggi) dengan menerapkan model pembelajaran berbasis masalah pada pokok bahasan lain secara lebih terperinci; (2) Dalam menerapkan pembelajaran berbasis masalah, guru hendaknya membuat sebuah skenario dan perencanaan yang matang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Dahar. (2006). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga
- Hudiono. (2005). *Peran Pembelajaran Diskursus Multi Representasi dan Daya Representasi Pada Siswa SLTP*. Disertasi Bandung: UPI Bandung
- Hudiono. (2005). *Representasi dalam Meningkatkan Pemahaman Siswa Pada Materi Persamaan Garis*. Makalah. Pontianak FKIP UNTAN
- Konzulin et.al. (2003). *Vygotsky's Educational Theory In Cultural Context*. Newyork: Cambridge University
- National Council for Education of Teacher of Mathematics. (2000). *Principle and Standard for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM
- Rusmono. (2012). *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning itu Perlu untuk Meningkatkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Scolastika, et al. (2004). *The Effectiveness of Learning by PBL Assisted Mathematics Pop Up Book Againts The Spatial Ability in Grade VIII on Geometri Subject*

- Matter. *International Journal of Education Research, Faculty of Mathematics And Science Semarang State University. Vol 2 No.8, August 2014*
- Soemarmo. (2014). *Berpikir dan Disposisi Matematika serta Pembelajarannya*. Bandung: UPI
- Suhendra. (2005). *Pembelajaran Berbasis Masalah Dalam Kelompok Belajar Kecil Untuk Mengembangkan Kemampuan Siswa SMA Pada Aspek Problem Solving Matematik*. Tesis: UPI Bandung
- Wardhani, S. (2008). *Analisis SI dan SKL Mata Pelajaran Matematika SMPP/MTs Untuk Optimalisasi Pencapaian Tujuan*. Yogyakarta: PPPTK Matematika
- Zaini, dkk. (2002). *Strategi Pembelajaran Aktif*. Yogyakarta: CTS

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODEL *DISCOVERY LEARNING* DENGAN PENDEKATAN *SCIENTIFIC* PADA MATERI PERSAMAAN DAN PERTIDAKSAMAAN LINEAR KELAS X SMA

Wisnaneri¹, Irwan², dan Yulkifli³

¹Mahasiswa Pascasarjana FMIPA UNP
email: wisna_neri@yahoo.com

^{2,3}Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

Abstract- Learning materials which was used in schools such as lesson plans, worksheet and assesment have not optimal yet in helping the student in building their understanding. The purpose of this research is to produce devices lesson equipment based on using discovery learning with scientific approach are valid, practical and effective. This research uses Ploomp's model which is proposed 3 stages of development: preliminary, prototyping, and assessment. The learning material that will be developed includes student's worksheet, the lesson plan and assesment. The subjects of this research are the students of tenth grade of high school of 1 Kota Solok. The result of this research shows that learning materials which have developed have been met the criteria of content and construct validity. The learning materials have also been practical both in terms of flesibility, convenience and time required. The learning materials have also been effective in terms of activity and students learning outcomes. Based on these result, it can be concluded that lesson equipment based on discovery learning with scientific approach are valid, practical, and effective for tenth grade of high school has indeed been successfully produced.

Keywords- discovery lerning, scientific approach, lesson equipment, ploomp model

I. PENDAHULUAN

Permasalahan pendidikan yang terjadi mem- perlihatkan berbagai kendala yang menghambat tercapainya tujuan pendidikan. Rendahnya mutu SDM menjadi salah satu penyebab dari hal ini. Problematika rendahnya mutu SDM ini dapat dilihat dari beberapa indikator antara lain dari la-poran *The Global Competitiveness Report 2008-2009* dari *World EconomicForum*, yang menem-patkan Indonesia pada peringkat 55 dari 134 negara dalam hal pencapaian *Competitiveness Index (CI)*. Hasil penelitian *UnitedNations for Development Programme* di dalam *Human Development Report 2007/2008* yang menem-patkan Indonesia pada posisi ke-107 dari 155 negara dalam hal pencapaian *HumanDeve-lopment Index (HDI)*.

Dalam hal literasi Matematika dan Sains, hasil studi *Trends inInternational Mathematics and Science Study (TIMSS)* tahun 2007, hasilnya memperlihatkan bahwa siswa Indonesia belum menunjukkan prestasi memuaskan. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada sekolah yang tetap melaksanakan kurikulum 2013 pada tanggal 7 September 2015 di SMA Negeri 1 Kota Solok dan hasil observasi yang di lakukan pada tanggal 9 September 2015 di SMA Negeri 2 Sijunjung, perangkat pembelajaran matematika yang digunakan belum maksimal pada kelas X SMA. Belum maksimalnya

perangkat pembelajaran terlihat dari perangkat pembelajaran tersebut kurang mendorong siswa untuk aktif dan menemukan sendiri prinsip-prinsip dalam pembelajaran matematika. Hal ini mengakibatkan tujuan perangkat pembelajaran matematika yang ditetapkan belum tercapai.

Beberapa perangkat pembelajaran yang dilihat yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS) dan penilaian. RPP yang dikembangkan belum memfasilitasi siswa dalam menggunakan pola pikirnya. RPP tersebut belum memuat langkah-langkah pendekatan *scientific* secara tepat sehingga kegiatan pembelajaran yang termuat di RPP belum mendorong dan memfasilitasi siswa dalam menemukan konsep sendiri.

Selain itu, pada RPP belum terlihat jelas kegiatan guru dan siswa karena hanya diberikan beberapa point secara garis besar saja. Selain RPP, LKS yang digunakan merupakan LKS yang dijual oleh lembaga tertentu. Pada LKS tersebut memuat materi secara singkat, beberapa contoh soal dan soal-soal yang harus dikerjakan siswa. LKS seperti ini, belum mendorong siswa menggunakan pola pikirnya dalam menemukan konsep. LKS tersebut belum memuat langkah-langkah pendekatan *scientific* secara tepat. Selama observasi terlihat bahwa penerapan pendekatan *scientific* dalam proses pembelajaran masih belum maksimal.

Penilaian yang digunakan guru belum mengukur semua aspek yang akan dinilai. Penilaian yang dilakukan hanya terpaku pada penilaian kognitif saja dengan menilai PR, latihan dan ulangan harian. Sedangkan penilaian afektif dan psikomotor belum dilaksanakan sebagaimana mestinya. Pada penilaian yang dilakukan guru juga belum menggunakan pedoman penskoran yang benar.

Salah satu model pembelajaran yang dianjurkan dalam pendekatan *scientific* adalah model pembelajaran penemuan (*discovery learning*). Model *discovery learning* dapat dilaksanakan dengan metode eksperimen. Hosnan (2014: 280) menyatakan bahwa “Model *discovery learning* menekankan pentingnya pemahaman struktur atau ide-ide penting terhadap suatu disiplin ilmu, melalui keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran”[1]. Berdasarkan pendapat tersebut dapat dikatakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh siswa, diharapkan tidak dari hasil mengingat seperangkat fakta-fakta, tetapi dari hasil menemukan sendiri.

Rumusan masalah pada penelitian ini dirumuskan yaitu “Bagaimana karakteristik perangkat pembelajaran matematika menggunakan model *discovery learning* dengan pendekatan *scientific* yang valid, praktis dan efektif pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear?”.

Pembelajaran matematika memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari siswa. Seperti contoh ketika siswa sedang berbelanja di toko maupun di pasar, secara tidak langsung siswa sudah menerapkan konsep matematika seperti berhitung. Banyak pendapat ahli yang menjelaskan kegunaan matematika. Salah satunya Suherman, dkk. (2003:60) menjelaskan bahwa “Matematika adalah salah satu mata pelajaran yang berfungsi melatih agar siswa dapat berpikir logis, kritis, praktis, dan bersikap positif, serta berjiwa kreatif”[2].

Pembelajaran dengan menggunakan model *discovery learning* bertujuan untuk memperbaiki pola pengajaran yang selama ini hanya mengarah kepada menghafal fakta-fakta saja, tetapi tidak memberikan kepada siswa pengertian konsep-konsep dan atau prinsip-prinsip yang terdapat dalam suatu materi pelajaran. Mengaplikasikan model *discovery learning* di kelas, adabeberapa prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar secara umum.

Syah dalam Hosnan (2014:289) menjelaskan tahapan model *discovery learning* yaitu: 1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan), 2) *Problem statement* (pernyataan/identifikasi masalah), 3) *Data collection* (Pengumpulan Data), 4) *Data Processing* (Pengolahan Data), 5) *Verifi-cation* (Pembuktian) dan 6) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi). Pendekatan *scientific* merupakan pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah sains dalam membangun pengetahuan melalui metode ilmiah. Pembelajaran ini mendorong siswa agar lebih mampu menerapkan langkah-langkah 5M yaitu mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengomunikasikan (Depdikbud, 2013:9)[3].

Peneliti menggunakan model *discovery learning* untuk memperkuat pendekatan *scientific*. Peneliti mewujudkan dalam bentuk RPP dan LKS yang memuat langkah-langkah pembelajaran model *discovery learning* dan didukung dengan pendekatan *scientific*. Langkah-langkah model *discovery learning* dengan pendekatan *scientific*:

- a. *Problem statement* dengan mengamati
Tahapan *problem statement* dapat dilakukan dengan mengamati karena langkah-langkahnya atau tahapannya hampir sama yaitu dengan cara mencari informasi.
- b. *Stimulation* dengan Menanya
Dalam langkah menanya ini guru menstimulus siswa untuk dapat bertanya kepada guru, jadi tidak hanya guru yang bertanya tetapi siswa juga aktif bertanya. Maka tahapan *stimulation* disini dapat dilakukan dengan menanya.
- c. *Data collection* dengan mencoba
Tahap ini dapat dilaksanakan dengan metode diskusi, jadi siswa dapat mencari informasi bersama kelompok belajarnya untuk berdiskusi dan mendapatkan berbagai informasi yang relevan.
- d. *Data prossesing* dan *generalization* dengan mengasosiasi
Dari informasi atau data-data yang telah didapat siswa maka siswa dapat mengolah data melalui *data prossesing*. Semua data diolah, diacak, diklarifikasi atau dengan cara tertentu untuk menyajikan data dan informasi yang didapat. Kemudian siswa belajar menarik kesimpulan tertentu.
- e. Mengkomunikasikan melalui *verification*
Untuk mengecek berhasil atau tidaknya hasil penemuan tersebut dibutuhkan pembuktian/ *verification*.

Dalam Peraturan Pemerintah No 103 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. Lembar kerja siswa (LKS) merupakan salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran. LKS adalah panduan siswa yang memuat sekumpulan kegiatan yang harus dilakukan untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh (Trianto, 2010: 111)[4]. LKS memuat aktifitas-aktifitas yang berpusat pada siswa. Penilaian (*assesment*) merupakan alat yang dapat mengukur keberhasilan hasil belajar siswa. Aktivitas belajar merupakan segala kegiatan yang dilakukan dalam proses interaksi (guru dan siswa) dalam rangka tujuan belajar. Secara metodologis, validitas perangkat yang disusun harus memenuhi kriteria valid dari segi isi dan konstruk.

Validitas isi artinya kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan silabus mata pelajaran. Sedangkan validitas konstruk artinya kesesuaian antara produk yang dihasilkan dengan unsur-unsur pengembangan yang telah ditetapkan. Aspek-aspek yang divalidasi

dalam penelitian ini meliputi aspek didaktik, isi, bahasa, dan penyajian. Praktikalitas perangkat pembelajaran merujuk pada kemudahan yang didapatkan ketika menggunakan perangkat pembelajaran. Efektivitas berasal dari kata dasar efektif. Dalam kamus umum Bahasa Indonesia (1994:199), efektif berarti (1) mempunyai efek, pengaruh, akibat, (2) memberikan hasil yang memuaskan, (3) memanfaatkan waktu dan cara dengan sebaik-baiknya. Efektivitas perangkat pembelajaran dalam penelitian ini dilihat dari hasil belajar siswa setelah menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery learning* dengan pendekatan *scientific* dan aktivitas siswa yang diamati selama pembelajaran berlangsung.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang menggunakan penelitian pengembangan dengan model Ploomp. Pada pengembangan yang dilakukan menggunakan tiga tahapan pada model Ploomp. Tahapan pertama merupakan fase investigasi awal dengan melakukan analisa kebutuhan, analisis kurikulum, analisis siswa dan analisis konsep. Hasil analisis kebutuhan berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada tanggal 7-9 september 2015 terhadap beberapa SMA, terlihat bahwa guru lebih mendominasi pembelajaran.

Penyampaian pelajaran terpaku pada materi dan contoh soal. Siswa hanya memperhatikan tulisan yang terdapat di papan tulis sehingga siswa tidak aktif dalam pembelajaran. Siswa menggunakan LKS hanya untuk mengerjakan PR, LKS tidak digunakan dalam memahami konsep pelajaran dan hasil wawancara menyatakan bahwa selama ini belum ada perangkat pembelajaran yang dikembangkan sendiri oleh guru. Guru berkeberatan membuat LKS karena waktu dan biaya yang digunakan untuk membuat LKS cukup besar sedangkan sekolah tidak menyediakan dana lebih untuk menunjang pembiayaan tersebut.

Analisis yang dilakukan terhadap kurikulum kelas X SMA adalah mengenai kesesuaian materi dengan pengembangan perangkat pembelajaran menggunakan model *discovery learning* dengan pendekatan *scientific*. Materi pokok bidang studi matematika kelompok wajib yang dipelajari siswa kelas X SMA pada semester 1 yaitu persamaan dan pertidaksamaan linear.

Berdasarkan karakter yang ditemui dari hasil analisis peneliti, maka peneliti merasa perlu mengembangkan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi kebiasaan siswa dan mengakomodasi karakter yang dimiliki siswa ke arah yang lebih positif. Untuk mendapatkan suasana belajar, kondisi dan lingkungan belajar yang baik perlu dipertimbangkan dalam pemilihan dan penggunaan LKS dalam pembelajaran.

LKS memiliki daya tarik tersendiri, sehingga membuat siswa fokus dan berkonsentrasi untuk mengisi LKS yang berisi pertanyaan mengenai materi. Analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi konsep-konsep utama yang akan dibuat dan menyusunnya secara sistematis serta mengkaitkan satu konsep dengan konsep lain sehingga membentuk suatu peta konsep. Persamaan dan pertidaksamaan linear dibagi ke dalam 5 sub materi yaitu konsep nilai mutlak, menggambar grafik nilai mutlak, persamaan linear dan persamaan linear nilai mutlak, pertidaksamaan linear dan pertidaksamaan linear nilai mutlak dan aplikasi persamaan dan pertidaksamaan linear nilai mutlak.

Pada fase pembuatan *prototype* dilakukan perancangan pengembangan perangkat pembelajaran matematika menggunakan model *discovery learning* dengan pendekatan *scientific* untuk materi persamaan dan pertidaksamaan linear. Kemudian dilanjutkan dengan *self evaluation* oleh peneliti dan teman sejawat. Hasil analisis dan revisi berdasarkan *self evaluation* dilanjutkan dengan validasi oleh lima orang validator.

Setelah direvisi berdasarkan saran validator dan perangkat pembelajaran dinyatakan valid kemudian dilanjutkan dengan *one-to-one evaluation*. *One-to-one evaluation* dilakukan oleh tiga orang siswa dengan kemampuan sedang dan rendah. Kemudian dilanjutkan dengan *small group evaluation* oleh sembilan orang siswa. Pada tahap ini dilihat praktikalitas perangkat pembelajaran matematika pada skala kecil.

Hasil analisis *small group evaluation* diuji-cobakan pada kelompok besar yaitu di SMA Negeri 1 Kota Solok. Pada tahap ini dilakukan uji praktikalitas dan uji efektivitas. Instrumen pengumpulan data meliputi instrumen fase investigasi awal berupa lembar analisis pendahuluan, angket dan lembar observasi. Instrumen kevalidan meliputi *self evaluation*, instrumen validasi. Instrumen kepraktisan melalui angket siswa, angket guru, lembar keterlaksanaan RPP dan lembar aktivitas siswa. Instrumen keefektivan melalui tes kognitif berupa tes akhir, tes afektif berupa lembar pengamatan sikap dan tes psikomotor berupa lembar pengamatan keterampilan. Setiap instrumen divalidasi terlebih dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, Suharsimi. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [2] Depdikbud. 2013. *Matematika Kelas X*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- [3] Efriana, Fanny. 2014. *Penerapan Pendekatan Scientific untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VII Mtsn Palu Barat Pada Materi Keliling Dan Luas Daerah Layang-Layang*. e-Jurnal Pendidikan Matematika Taulako. Vol 1 No 2.
- [4] Hosnan. 2014. *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [5] Ratna, R. 2014. *Prosedur Umum Pembelajaran-an*. Bumi Aksara: Jakarta.
- [6] Ratna, Willis Dahar. 1996. *Teori-teori Belajar*. Bandung: PT Gelora Aksara Pratama.
- [7] Suherman, Erman, Turmudi, Didi Suryadi, Tatang Herman, Suhendra, Sufyani Prabawanto, Nurjanah dan Ade Rohati. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: JICA–Universitas Pendidikan Indone-sia.
- [8] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [9] Yannidah, N., L. Kurniawan dan Aunillah. 2003. *Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis discovery learning*. Jurnal Pendidikan Matematika STKIP PGRI Sidoarjo, Vol 1 No 1.

HUBUNGAN FUNGSI TERINTEGRAL HENSTOCK SERENTAK DARI \mathfrak{R}^n KE ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$) DENGAN SIFAT UNIFOMLY GLOBALLY SMALL RIEMANN SUMS

Aniswita

Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Bukittinggi

Email: anesa.mq81@gmail.com

ABSTRACT

In this paper we discuss relationship Henstock α -equiintegrable functions from the Euclidean spaces \mathfrak{R}^n into the Sequences space ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$) with Unifomly Globally Small Riemann Sums (UGSRS). Sequences function $\{f_k\}$ called Henstock Equi α -integrable on E with F_k is Primitif if every constant $\varepsilon > 0$ exist positive δ -fine function on E such as every Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ partision on E $\left| \left(\mathcal{D} \right) \sum f_k(\bar{x}) \alpha(D) - F_k(E) \right| < \varepsilon$, for every k. Sequences function $\{f_k\}$ has Uniformly Globally Small Riemann Sums (UGSRS) properties on sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ if every constant $\varepsilon > 0$ exist positive number K with every $m \geq K$ exist positive δ -fine function such us for every Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ partision on sel E berlaku $\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\| \bar{f}_k(\bar{x}) \|_p > m} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < \varepsilon$, for every k.

Keywords: Henstock Equiintegrable functions, Unifomly Globally Small Riemann Sums (UGSRS). Relationship

I. PENDAHULUAN

Henstock dan Kurzweil pada tahun 1960 secara terpisah mengitlakkan integral Riemann menjadi integral baru dengan mengubah konstanta δ menjadi fungsi positif δ dan ternyata integral yang mereka susun ekuivalen. Oleh karena itu integral tersebut dikenal dengan integral Henstock-Kurzweil atau integral Riemann yang diperluas (Gordon, 1994).

Integral ini mendapat perhatian yang sangat besar dari peneliti, berbagai penelitian dilakukan untuk menggali sifat-sifat dan aplikasinya. Salah satunya yaitu sifat *Globally Small Riemann Sums (GSRS)*. Pengertian Sifat *Globally Small Riemann Sums* untuk fungsi bernilai Real pada himpunan bilangan Real yang terintegral Henstock diberikan dan dibukukan oleh Lee (1989). Indrati (2002) mengitlakkanya untuk fungsi bernilai real pada ruang Euclide berdimensi n, kemudian Suherman (2003) mengembangkannya untuk fungsi bernilai vektor pada ruang Euclide berdimensi dan Aniswita (2006) mengembangkan untuk fungsi bernilai barisan.

Berdasarkan uraian di atas akan diselidiki hubungan barisan fungsi yang terintegral Henstock serentak dari ruang Euclide \mathfrak{R}^n ke ruang barisan ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$) dengan sifat *Unifomly Globally Small Riemann Sums (UGSRS)*. Berikut diberikan beberapa definisi dan teorema yang dibutuhkan dalam pembahasan. Definisi fungsi terintegral Henstock diberikan oleh definisi 1.1 di bawah ini.

Definisi 1.1 Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n dan $E \subset \mathfrak{R}^n$ sel. Fungsi $\bar{f} : E \subset \mathfrak{R}^n \rightarrow \ell^p$ dikatakan terintegral Henstock pada E, ditulis dengan

$\bar{f} \in R^*(E, \ell^p, \alpha)$ jika terdapat $\bar{a} = \{a_k\} \in \ell^p$ dengan sifat untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ pada E sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\} = \{(D_i, \bar{x}_i) : i = 1, 2, \dots, r\}$ pada E berlaku

$$\left\| (\mathcal{D}) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{a} \right\|_p = \left\| \sum_{i=1}^r \bar{f}(\bar{x}_i) \alpha(D_i) - \bar{a} \right\|_p < \varepsilon. \quad (1)$$

Selanjutnya nilai $\bar{a} = \{a_k\} \in \ell^p$ yang dimaksud di atas disebut nilai integral- α Henstock fungsi \bar{f} pada E di tulis dengan $\bar{a} = (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha$. Selanjutnya beberapa sifat Integral Henstock yaitu sifat Cauchy, Lemma Henstock dan perluasan Harnack di berikan berturut-turut pada teorema 1.2, 1.3 dan 1.4 di bawah ini.

Teorema 1.2 (Kriteria Cauchy) Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n dan $E \subset \mathfrak{R}^n$ sel. Fungsi $\bar{f} \in R^*(E, \ell^p, \alpha)$ jika dan hanya jika untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ pada E sehingga untuk setiap dua partisi $\mathcal{D}_1 = \{(D_1, \bar{x})\}$ dan $\mathcal{D}_2 = \{(D_2, \bar{x})\}$ pada E berlaku

$$\left\| (\mathcal{D}_1) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D_1) - (\mathcal{D}_2) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D_2) \right\|_p < \varepsilon. \quad (2)$$

Teorema 1.3 (Lemma Henstock) Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n dan sel $E \subset \mathfrak{R}^n$. Jika $\bar{f} \in R^*(E, \ell^p, \alpha)$ dengan \bar{F} sebagai primitifnya, yaitu untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ pada E sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ pada E berlaku

$$\left\| (\mathcal{D}) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}(E) \right\|_p < \varepsilon, \text{ maka untuk setiap jumlah bagian } \sum_1 \text{ dari } (\mathcal{D}) \sum \text{ berlaku } \left\| (\mathcal{D}) \sum_1 \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}(E) \right\|_p < 2\varepsilon. \quad (3)$$

Teorema 1.4 (Peluasan Harnack) Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n , sel $E \subset \mathfrak{R}^n$, dan fungsi $\bar{f} : E \subset \mathfrak{R}^n \rightarrow \ell^p$. Himpunan X merupakan himpunan tertutup di dalam E dan $\{E_i\}$ merupakan barisan himpunan tertutup sederhana yang tidak saling tumpang-tindih dengan $\bigcup_{i=1}^{\infty} E_i = E \setminus X$. Jika $\bar{f} \in R^*(X, \ell^p, \alpha)$ dan $\bar{f} \in R^*(E_i, \ell^p, \alpha)$, untuk

$$\text{setiap } i \text{ dengan } \left\| \sum_{i=1}^{\infty} (R^*) \int_{E_i} \bar{f} d\alpha \right\|_p < \infty \text{ maka}$$

$$\bar{f} \in R^*(E, \ell^p, \alpha) \text{ dan } (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha = (R^*) \int_X \bar{f} d\alpha + \sum_{i=1}^{\infty} (R^*) \int_{E_i} \bar{f} d\alpha. \quad (4)$$

Definisi 1.5 Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n , sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ dan fungsi $\bar{f} : E \subset \mathfrak{R}^n \rightarrow \ell^p$ terukur- α pada sel E . Fungsi \bar{f} dikatakan mempunyai sifat Globally

Small Riemann Sums (GSRS) pada sel E ditulis dengan $\bar{f} \in GSRS(E, \ell^p, \alpha)$ jika untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat bilangan positif K dengan sifat untuk setiap $k \geq K$ terdapat fungsi positif δ_k pada E dengan sifat untuk setiap partisi Perron δ_k -fine $\mathcal{D} = \{\{D, \bar{x}\}\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(\bar{x})\|_p > k} \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < \varepsilon. \quad (5)$$

Hubungan antara Fungsi yang memiliki sifat Globally Small Riemann Sums dengan fungsi yang terintegral Henstock serentak diberikan oleh teorema di bawah ini.

Teorema 1.6 Fungsi \bar{f} terdefinisi pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$, didefinisikan fungsi \bar{f}_k dengan

$$\text{rumus } \bar{f}_k(\bar{x}) = \begin{cases} \bar{f}(\bar{x}), & \text{untuk } \|\bar{f}(\bar{x})\|_p \leq k \\ \bar{0}, & \text{untuk yang lain} \end{cases}.$$

Fungsi \bar{f} terintegral Henstock pada sel E ke $\bar{F}(E)$ dan $\bar{F}_k(E) \rightarrow \bar{F}(E)$, untuk $k \rightarrow \infty$ jika dan hanya jika \bar{f} merupakan fungsi terukur- α bersifat GSRS pada sel E .

Bukti:

(Syarat perlu) Diketahui $\bar{f} \in R^*(E, \ell^p, \alpha)$ maka untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ^* pada sel E sehingga untuk setiap partisi Perron δ^* -fine \mathcal{D}^* pada E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D}^* \right) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}(E) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{3},$$

sehingga untuk setiap k , terdapat fungsi positif δ_k pada sel E sehingga untuk setiap partisi Perron δ_k -fine \mathcal{D}_k^* pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D}_k^* \right) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}_k(E) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{3}.$$

Diketahui $\{\bar{F}_k\}$ konvergen ke \bar{F} pada sel E sehingga terdapatlah bilangan positif K dengan sifat untuk setiap $k \geq K$ berlaku

$$\|\bar{F}_k(E) - \bar{F}(E)\|_p < \frac{\varepsilon}{3}.$$

Untuk $k \geq K$, didefinisikan fungsi positif δ pada sel E dengan $\delta(\bar{x}) = \min\{\delta^*(\bar{x}), \delta_k(\bar{x})\}$, sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine \mathcal{D} pada sel E berlaku

$$\begin{aligned} \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p &= \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p \\ &\leq \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}(E) \right\|_p + \left\| \bar{F}_k(E) - \bar{F}(E) \right\|_p + \\ &\quad \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}_k(E) \right\|_p \\ &< \frac{\varepsilon}{3} + \frac{\varepsilon}{3} + \frac{\varepsilon}{3} = \varepsilon. \end{aligned}$$

(Syarat cukup) Diketahui fungsi \bar{f} merupakan fungsi terukur bersifat GSRS pada sel E maka untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat bilangan bulat positif K_0 dengan sifat untuk setiap $k \geq K_0$ terdapat fungsi positif δ_k pada sel E dengan sifat untuk setiap partisi Perron δ_k -fine \mathcal{D}_k pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D}_k \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > k} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{4}.$$

Lebih lanjut fungsi \bar{f}_k terintegral Henstock pada sel E untuk setiap k , sehingga untuk setiap $m, k \geq K_0$ terdapat fungsi positif δ_m dan δ_k pada sel E dengan sifat untuk setiap partisi Perron δ_m -fine dan partisi Perron δ_k -fine \mathcal{D}_m dan \mathcal{D}_k pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D}_m \right) \sum \bar{f}_m(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}_m(E) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{4} \text{ dan } \left\| \left(\mathcal{D}_k \right) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - \bar{F}_k(E) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{4}.$$

Untuk $m, k \geq K_0$ diambil fungsi positif δ dengan rumus $\delta(\bar{x}) = \min \{ \delta_m(\bar{x}), \delta_k(\bar{x}) \}$ sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine \mathcal{D} pada sel E berlaku

$$\begin{aligned} \left\| \bar{F}_k(E) - \bar{F}_m(E) \right\|_p &\leq \left\| \bar{F}_k(E) - \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p \leq K} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p + \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > K} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p \\ &\quad + \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > M} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p + \left\| \bar{F}_m(E) - \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p \leq m} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p \\ &< \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{4} = \varepsilon. \end{aligned}$$

Jadi $\{ \bar{F}_k(\bar{x}) \}$ merupakan barisan Cauchy di dalam ℓ^p . Karena ℓ^p merupakan ruang lengkap maka $\{ \bar{F}_k(\bar{x}) \}$ konvergen, katakan ke $\bar{F}(E)$. Dengan demikian terdapat bilangan bulat k_0 dengan sifat untuk setiap $k \geq k_0$ berlaku

$$\left\| \bar{F}_k(E) - \bar{F}(E) \right\|_p < \frac{\varepsilon}{4}.$$

Bilangan K dan fungsi δ^* berturut-turut diambil $K = \max \{ K_0, k_0 \}$ dan $\delta^*(\bar{x}) = \delta_k(\bar{x})$, dengan demikian untuk setiap partisi Perron δ^* -fine pada sel E berlaku

$$\begin{aligned} \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(x) \alpha(D) - \bar{F}(E) \right\|_p &\leq \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(x) \alpha(D) - \bar{F}_k(E) \right\|_p + \left\| \bar{F}_k(E) - \bar{F}(E) \right\|_p \\ &\leq \left\| \bar{F}_k(E) - \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p \leq K} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p + \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > K} \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p + \left\| \bar{F}_k(E) - \bar{F}(E) \right\|_p \\ &< \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{4} + \frac{\varepsilon}{4} < \varepsilon. \quad \square \end{aligned}$$

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Mempelajari literatur yang berhubungan dengan integral Henstock mulai dari fungsi bernilai real sampai fungsi yang bernilai vektor dan mengembangkan untuk fungsi bernilai barisan. Bigitu juga dengan sifat Globally Small Riemann Sums. Mempelajari literatur untuk fungsi bernilai real sampai vektor kemudian mengembangkan untuk fungsi bernilai barisan. Pada bagian ini yang dilihat adalah hubungan antara barisan fungsi terintegral Henstock serentak dengan Sifat Unifomly Globally Small Riemann Sum fungsi dari ruang Euclide ke ruang Barisan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hubungan antara barisan fungsi yang terintegral serentak dengan barisan fungsi yang memiliki sifat *Unifomly Globally Small Riemann Sums* (UGSRS). Sebelumnya dibahas dulu definisi barisan fungsi terintegral Henstock serentak definisi fungsi bersifat Uniformly Globally Small Riemann Sum. Definisi tersebut diberikan berturut-turut definisi 3.1 dan 3.2 di bawah ini

Definisi 3.1 Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n , sel $E \subset \mathfrak{R}^n$, dan fungsi $\bar{f}_k : E \subset \mathfrak{R}^n \rightarrow \ell^p$ untuk setiap k , ($k=1,2,\dots$). Barisan fungsi $\{\bar{f}_k\}$ dikatakan **terintegral- α serentak** (HenstockEqui α -integrable) pada sel E jika untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ pada E sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{D, \bar{x}\}$ pada E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - (R^*) \int_E \bar{f}_k(\bar{x}) d\alpha \right\|_p < \varepsilon,$$

untuk setiap k .

Definisi 3.2 Diberikan fungsi volume α pada \mathfrak{R}^n , sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ dan fungsi

$$\bar{f}_k : E \subset \mathfrak{R}^n \rightarrow \ell^p \text{ untuk setiap } k, (k=1, 2, 3, \dots).$$

Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRS seragam atau Uniformly Globally Small Riemann Sums (UGSRS) pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ jika untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat bilangan positif K dengan sifat untuk setiap $m \geq K$ terdapat fungsi positif δ sehingga untuk setiap partisi Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{D, \bar{x}\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}_k(\bar{x})\|_p > m} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < \varepsilon, \text{ untuk setiap } k.$$

Untuk membuktikan bahwa Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRS seragam pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ dan $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ h.d. pada sel E maka fungsi \bar{f} bersifat GSRS diperlukan Lemma 3.3 di bawah ini

Lemma 3.3 Fungsi \bar{f} dan \bar{g} terdefinisi pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$. Jika $\bar{g} = \bar{f}$ h.d. pada sel E dan fungsi \bar{f} terukur bersifat GSRS pada sel E maka \bar{g} terukur bersifat GSRS pada sel E

Bukti:

Diketahui fungsi \bar{f} terukur bersifat GSRS pada sel E, menurut Teorema 1.6 fungsi \bar{f} terintegral Henstock pada sel E dan $\bar{F}_k(\bar{E}) \rightarrow \bar{F}(\bar{E})$, untuk $k \rightarrow \infty$ dengan \bar{F}_k menyatakan primitif Henstock atas fungsi terpancungnya. Dengan demikian untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat bilangan positif k_0 dengan sifat untuk setiap $k \geq k_0$ berlaku $\|\bar{f}_k(E) - \bar{f}(E)\|_p < \varepsilon$.

Dilain pihak diketahui bahwa $\bar{g} = \bar{f}$ h.d. pada sel E dan fungsi \bar{f} terintegral Henstock pada sel E maka fungsi \bar{g} juga terintegral Henstock pada sel E dengan $(R^*) \int_E \bar{g} d\alpha = (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha$, akibatnya $\bar{F}(E) = \bar{G}(E)$. Lebih lanjut fungsi \bar{g} terukur pada sel

E. Didefinisikan fungsi terpancung \bar{g}_k dengan rumus

$$\bar{g}_k(\bar{x}) = \begin{cases} \bar{g}(\bar{x}), & \text{untuk } \bar{x} \text{ dengan } \|\bar{g}(\bar{x})\|_p \leq k \\ 0, & \text{untuk } \bar{x} \text{ yang lainnya} \end{cases}$$

Untuk setiap k, fungsi \bar{g}_k terintegral Henstock pada sel E dengan $\bar{g}_k = \bar{f}_k$ hd pada sel E, akibatnya untuk setiap k, $\bar{G}_k(E) = \bar{F}_k(E)$. Dengan demikian untuk setiap $k \geq k_0$ berlaku

$$\begin{aligned} \|\bar{G}_k(E) - \bar{G}(E)\|_p &\leq \|\bar{G}_k(E) - \bar{F}_k(E)\|_p + \|\bar{F}_k(E) - \bar{F}(E)\|_p + \|\bar{F}(E) - \bar{G}(E)\|_p \\ &< \varepsilon + \varepsilon + \varepsilon = 3\varepsilon \quad \square \end{aligned}$$

Teorema 3. 4 Jika Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRS seragam pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ dan $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ h.d. pada sel E maka fungsi \bar{f} bersifat GSRS.

Bukti:

Sesuai dengan Teorema 3. 4 dapat dianggap $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ pada sel E berarti untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ dan untuk setiap $\bar{x} \in E$ terdapat bilangan positif k_x dengan sifat untuk setiap $k \geq k_x$ berlaku

$$\|\bar{f}_k(\bar{x}) - \bar{f}(\bar{x})\|_p < \frac{\varepsilon}{\alpha(E)}.$$

Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRS seragam pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ maka untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat bilangan positif K dengan sifat untuk setiap $k \geq K$ terdapat fungsi positif δ_k sehingga untuk setiap partisi Perron δ_k -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}_k(\bar{x})\|_p > K} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < \varepsilon, \text{ untuk setiap } k.$$

Karena untuk setiap partisi Perron δ -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E, cacah titik terkaitnya adalah hingga maka dapat diambil $K_0 = \max\{K, k_x : \bar{x} \in D\}$, dengan demikian untuk setiap $k \geq K_0$ dan untuk setiap partisi Perron δ_k -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > K} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p \leq \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > K} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}_{k_0}(\bar{x})\|_p > K} \bar{f}_{k_0}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum_{\|\bar{f}_{k_0}(\bar{x})\|_p > K} \bar{f}_{k_0}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < 2\varepsilon. \quad \square$$

Selanjutnya di buktikan hubungan antara Barisan fungsi terukur bersifat UGSRS dengan fungsi terintegral henstock serentak dengan $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ pada sel E. Hubungan tersebut diberikan oleh teorema 3.5 di bawah ini.

Teorema 3.5 Jika Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRs seragam pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ dan $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ h.d. pada sel E untuk $k \rightarrow \infty$ maka \bar{f} terintegral Henstock pada sel E dan $\lim_{k \rightarrow \infty} (R^*) \int_E \bar{f}_k d\alpha = (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha$.

Bukti:

Menurut Teorema 3.4 fungsi \bar{f} bersifat GSRs pada sel E, selanjutnya menurut Teorema 2.2 fungsi \bar{f} terintegral Henstock pada sel E. Hal ini berarti untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$ terdapat fungsi positif δ_* sehingga untuk setiap partisi Perron δ_* -fine $\mathcal{D}_* = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D} \right) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha \right\|_p < \varepsilon$$

Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat GSRs seragam pada sel $E \subset \mathfrak{R}^n$ maka terdapat bilangan positif K dengan sifat untuk setiap $k \geq K$ terdapat fungsi positif δ_k sehingga untuk setiap partisi Perron δ_k -fine $\mathcal{D}_k = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E berlaku

$$\left\| \left(\mathcal{D}_k \right) \sum_{\|\bar{f}_k(\bar{x})\|_p > k} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p < \varepsilon, \text{ untuk setiap } k$$

Barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ konvergen h.d. pada sel E sehingga menurut Teorema Egoroff terdapat himpunan terbuka O dengan $\alpha(O) < \frac{\varepsilon}{2^k}$ dengan sifat $\{\bar{f}_k\}$ konvergen seragam pada $E \setminus O$. Jadi terdapat bilangan positif K_0 dengan sifat untuk setiap $k \geq K_0$ berlaku

$$\|\bar{f}_k(\bar{x}) - \bar{f}(\bar{x})\|_p < \frac{\varepsilon}{\alpha(E)}, \text{ untuk setiap } \bar{x} \in E \setminus O.$$

Jika $k \geq K_0$ diambil

$$\delta_k^*(\bar{x}) = \begin{cases} \min \{ \delta_k(\bar{x}), \delta_*(\bar{x}) \}, & \text{untuk setiap } \bar{x} \in E \setminus O \\ \min \{ \delta_k(\bar{x}), \delta_*(\bar{x}), d(\bar{x}, \delta(O)) \}, & \text{untuk setiap } \bar{x} \in O \end{cases}$$

Hal ini berakibat untuk setiap partisi δ_k^* -fine $\mathcal{D} = \{(D, \bar{x})\}$ pada sel E berlaku

$$\begin{aligned}
\left\| (R^*) \int_E \bar{f}_k d\alpha - (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha \right\|_p &\leq \left\| (\mathcal{D}) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - (R^*) \int_E \bar{f}_k d\alpha \right\|_p + \\
&\quad \left\| (\mathcal{D}) \sum \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - (\mathcal{D}) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \\
&\quad \left\| (\mathcal{D}) \sum \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) - (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha \right\|_p \\
&< \varepsilon + \sum_{x \in E \setminus O} \left\| \bar{f}_k(x) \alpha(D) - \bar{f}(x) \alpha(D) \right\|_p + \\
&\quad \left\| (\mathcal{D}) \sum_{x \in O} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) - (\mathcal{D}) \sum_{x \in O} \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \varepsilon \\
&< \varepsilon + \varepsilon + \left\| (\mathcal{D}) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > k} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \left\| (\mathcal{D}) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p > k} \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \\
&\quad \left\| (\mathcal{D}) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p \leq k} \bar{f}_k(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \left\| (\mathcal{D}) \sum_{\|\bar{f}(x)\|_p \leq k} \bar{f}(\bar{x}) \alpha(D) \right\|_p + \varepsilon \\
&< \varepsilon + \varepsilon + \varepsilon + \varepsilon + m\varepsilon + m\varepsilon + \varepsilon = (5 + 2m)\varepsilon
\end{aligned}$$

Jadi terbukti fungsi \bar{f} terintegral Henstock pada sel E dan $\lim_{k \rightarrow \infty} (R^*) \int_E \bar{f}_k d\alpha = (R^*) \int_E \bar{f} d\alpha$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan terbukti jika barisan fungsi terukur $\{\bar{f}_k\}$ bersifat Uniformly Globally Small Riemann Sums (UGSRS) maka barisan fungsi $\{\bar{f}_k\}$ terintegral Henstock serentak pada sel E dengan $\bar{f}_k \rightarrow \bar{f}$ lebih lanjut fungsi \bar{f} juga terintegral Henstock.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aniswita, (2009), Integral Henstock Fungsi dari Ruang Euclide Berdimensi- n , \mathfrak{R}^n ke ruang Barisan ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$). Jurnal Analisis STAIN Bukittinggi.
- , (2011), *Globally Small Riemann Sums* Fungsi Terintegral Henstock dari Ruang Euclide Berdimensi- n , \mathfrak{R}^n ke ruang Barisan ℓ^p , ($1 \leq p < \infty$). Proceeding seminar Nasional UNAND Padang.
- Gordon, R. A, (1994), *The Integral of Lebesgue, Denjoy, Perron and Henstock*, American Mathematical Society, USA
- Indrati, Ch. R, (2002), *Integral Henstock-Kurzweil di Dalam Ruang Euclide Berdimensi- n* , Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

ANALISIS KESULITAN GURU MATEMATIKA SEKOLAH MENENGAH DALAM MEMPERSIAPKAN PEMBELAJARAN YANG BERPUSAT PADA SISWA

Armiati

Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang

Email: armiati_math_unp@yahoo.co.id

***Abstract:** Some learning theory states that students will keep a subject matter in its memory with a longer and a lot more, if he is involved in the process of obtaining the material. This is the reason the two current curriculum that Educational unit level curriculum (KTSP) and Curriculum in 2013. Both the curriculum requires that the learning process is carried out in the class known as involving a student or a student-centered learning (student centered learning). Occurred despite the fact that the KTSP have been proposed since 2006 and later turned into the curriculum in 2013, implementation of learning happens in the classroom is still centered on the teacher (teacher centered). Through this paper will do an assessment of middle school math teachers difficulties in implementing student-centered learning.*

Key words: learning, student centered, teacher centered,

1. Pendahuluan

Kurikulum 2006 yang dikenal dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) telah mengisyaratkan agar pembelajaran yang dilaksanakan berorientasi pada keterlibatan siswa secara aktif. Namun dalam pelaksanaannya sebagian besar guru masih terpaku dengan cara mengajar yang mekanistik yaitu, menjelaskan konsep, memberikan contoh sesuai konsep, latihan sesuai contoh dan selanjutnya memberi pekerjaan rumah sesuai contoh. Kondisi ini membuat siswa hanya terikat dengan keberadaan guru, jika diberikan sesuatu yang berbeda dari latihan biasa siswa akan mengalami kesulitan. Keadaan ini juga terjadi dalam pembelajaran matematika, siswa hanya terpaku pada konsep jadi yang telah disiapkan oleh guru, jika ada soal yang agak berbeda dari yang dicontohkan maka mereka tidak dapat menyelesaikannya.

Kurikulum KTSP disempurnakan menjadi kurikulum 2013, yang masih tetap mempersyaratkan keikutsertaan siswa dalam proses pembelajaran. Pembelajaran merupakan suatu proses pengembangan potensi dan pembangunan karakter setiap peserta didik sebagai hasil dari sinergi antara pendidikan yang berlangsung di sekolah, keluarga dan masyarakat. Proses tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi mereka menjadi kemampuan yang semakin lama semakin meningkat dalam sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan yang diperlukan dirinya untuk hidup dan untuk bermasyarakat, berbangsa, serta berkontribusi pada kesejahteraan hidup umat manusia[1] (Permendikbud no. 103 tahun 2014)

Pembelajaran yang mengikutsertakan siswa dalam prosesnya dikenal dengan pembelajaran berpusat pada siswa (*student center*). Prinsip pembelajaran yang berpusat pada siswa mengutamakan keterlibatan siswa. Proses belajar hendaklah menempatkan siswa sebagai subjek, dimana siswa berperan aktif dan ikut menentukan cara menemukan serta menggali pengetahuan yang sedang dipelajari. Hal ini diyakini sangat mungkin dilakukan, karena setiap siswa terlahir dengan potensi rasa ingin tahu, serta imajinasi. Maka tugas gurulah sebagai motor penggerak dalam proses pembelajaran untuk bisa memfasilitasi siswa agar dapat mengembangkan potensinya secara maksimal.

Sehubungan dengan potensi yang dimiliki siswa, Harmin [2] menyebutkan bahwa semua siswa dilahirkan dengan kemampuan untuk hidup bermartabat, berenergi, memiliki manajemen diri, memiliki kemampuan bekerja sama, dan memiliki kepedulian terhadap segala sesuatu yang terjadi disekitar mereka. Artinya dengan potensi yang dimiliki siswa, guru dapat mengajak siswa dalam setiap kegiatan selama proses pembelajaran. Pembelajaran ini dikenal juga dengan pembelajaran aktif. Menurut Bellanca [3], pembelajaran aktif menantang siswa untuk belajar lebih cerdas. Mereka harus menggunakan otaknya. Semakin sering otak digunakan, semakin kompleks simpul-simpul yang terjadi dalam otak dan akan semakin banyak data yang tersimpan dan diingat kembali saat dibutuhkan. Lebih lanjut disebutkan Bellanca [3], pada tingkat paling tinggi pembelajaran aktif memanfaatkan keterlibatan proses berpikir siswa dalam mengumpulkan informasi baru, melahirkan ide-ide baru, dan menerapkan ilmu yang dimilikinya. Ke dua ahli ini menjelaskan bahwa pelibatan siswa dalam proses pembelajaran akan membuat pembelajaran lebih bermakna bagi siswa dan lebih lama bertahan dalam pikiran siswa. Pembelajaran bermakna akan memberikan rasa puas dalam diri siswa, dan siswa akan melihat manfaat dari usaha yang ia lakukan selama proses pembelajaran.

Melalui kurikulum 2013 guru dipandu dengan pendekatan saintifik untuk melibatkan siswa selama proses pembelajaran. Pendekatan saintifik memuat lima komponen yang menuntun siswa untuk terlibat selama proses pembelajaran yang dikenal dengan lima M, yaitu mengamati, menanya, mencoba atau menalar, mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Untuk komponen mengamati guru harus memfasilitasi siswa agar dapat melakukan pengamatan terkait materi yang akan dipelajari. Berdasarkan hasil pengamatannya siswa difasilitasi untuk bertanya dan guru harus mengarahkan siswa untuk mendapatkan jawaban melalui berbagai aktifitas. Melalui aktifitas yang disediakan guru, siswa mencoba dan menalar, kemudian mengasosiasi serta mengkomunikasikan hasil pengamatannya. Melalui kelima komponen dalam pendekatan saintifik diharapkan siswa memahami konsep dengan cara yang lebih baik dan dapat mengaplikasikan dalam pemecahan masalah. Melalui pendekatan saintifik diharapkan guru dapat memfasilitasi siswa belajar dengan usahanya sendiri, siswa harus aktif. Dalam kurikulum 2013 [1] dijelaskan bahwa untuk mengaktifkan siswa, kata kunci yang dapat dipegang guru adalah adanya kegiatan yang dirancang untuk dilakukan siswa baik kegiatan berpikir maupun berbuat (*hands on* dan *minds on activities*). Fungsi dan peran guru lebih

banyak sebagai fasilitator. Ciri-ciri pembelajaran aktif adalah siswa : aktif bertanya, aktif belajar, mengemukakan gagasan, merespon gagasan orang lain dan membandingkannya dengan gagasannya sendiri.

Beberapa model pembelajaran juga disarankan untuk digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran, baik pada KTSP maupun kurikulum 2013 agar dapat melibatkan siswa selama proses pembelajaran. Permasalahannya adalah pada pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas guru masih mendominasi pembelajaran. Artinya pembelajaran yang direkomendasikan dalam ke dua kurikulum yang berlaku belum terlaksana sebagaimana yang diharapkan. Jika hal ini dibiarkan tanpa dicarikan solusinya, maka ketergantungan siswa terhadap guru tidak akan terselesaikan. Hal ini akan berdampak pada kemampuan siswa dalam menghadapi permasalahan dalam kehidupan nyata, mereka menjadi kurang mandiri, tidak mampu mengambil keputusan yang pada akhirnya mengalami kesulitan dalam menghadapi persaingan. Kondisi ini haruslah dicarikan solusinya. Untuk mendapatkan solusi dari permasalahan tersebut perlu dilakukan pengkajian tentang apa saja kesulitan yang dihadapi guru dalam menyiapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Melalui makalah ini permasalahan yang akan dijawab adalah: “apa kesulitan yang dihadapi guru dalam mempersiapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa?”

2. Metode

Untuk mendapatkan data guna menjawab permasalahan yang telah diajukan digunakan metoda survey dan metoda deskriptif. Metoda survey dilakukan untuk mencermati masalah-masalah yang terjadi di sekolah terkait pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan ini dilakukan saat mengadakan bimbingan kepada guru-guru matematika sekolah menengah selama tahun 2014 dan 2015, juga melalui diskusi saat membimbing mahasiswa S2 pendidikan matematika. Data dikumpulkan melalui wawancara dan angket. Selanjutnya data yang terkumpul dideskripsikan untuk mendapatkan kesimpulan tentang permasalahan yang dihadapi guru-guru di sekolah saat melaksanakan pembelajaran matematika.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil diskusi dengan guru matematika SMP dan SMA dari beberapa sekolah di Sumatera Barat diketahui bahwa sebagian besar dari mereka sudah mendapatkan pengetahuan tentang pembelajaran yang harus diterapkan di sekolah. Mereka sudah mendapatkan pelatihan, baik untuk KTSP maupun Kurikulum 2013. Melalui pelatihan yang mereka ikuti sudah diberikan pengetahuan tentang pembelajaran yang berpusat pada siswa yang harus diterapkan guru di kelas. Namun dalam pelaksanaannya sebagian besar dari mereka masih menggunakan cara-cara tradisional, yaitu mengawali pembelajaran dengan pemberian konsep, dilanjutkan dengan contoh dan latihan sesuai contoh, kemudian memberikan tugas yang sesuai contoh. Diakui bahwa cara ini tidak efektif, karena siswa cenderung hanya menghafal langkah-langkah pengerjaan soal. Hal ini terbukti ketika diberikan soal yang agak berbeda dari contoh yang telah dikerjakan guru sebagian besar siswa tidak dapat

menyelesaikannya, tetapi kenyataan cara ini masih selalu digunakan dalam pelaksanaan pembelajaran.

Untuk mengetahui kenapa hal ini masih terjadi, dilakukan analisis terhadap hasil diskusi dan pengamatan selama memberikan kegiatan bimbingan kepada guru-guru matematika sekolah menengah di beberapa sekolah di Sumatera Barat. Hasil analisis dapat dikelompokkan (1) pemahaman guru terhadap pembelajaran berpusat pada siswa, (2) kendala yang dihadapi guru dalam melaksanakan pembelajaran berpusat pada siswa, dan (3) kemampuan guru dalam merancang pembelajaran berpusat pada siswa. Pada bagian berikut akan dipaparkan hasil tersebut.

a. Pemahaman guru terhadap pembelajaran yang berpusat pada siswa

Untuk mengetahui bagaimana pemahaman guru terhadap pembelajaran yang berpusat pada siswa dilakukan wawancara dengan guru (Syafriandi [4], Armiami [5]) dan pengamatan terhadap pelaksanaan pembelajaran di kelas. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh gambaran bahwa guru mengetahui pembelajaran yang berpusat pada siswa, yaitu pembelajaran yang lebih didominasi oleh siswa, siswa aktif dan guru bertindak sebagai fasilitator. Tetapi dalam pelaksanaan masih terlihat ada ketidaksesuaian antara apa yang dilakukan guru dengan apa yang diisyaratkan dalam teori. Dalam pelaksanaan kurikulum 2013 untuk merancang aktifitas siswa telah disiapkan buku paket untuk siswa, yaitu untuk kelas VII, kelas VIII SMP dan kelas X, kelas XI SMA Sebagian guru memahami pembelajaran yang berpusat pada siswa adalah siswa harus mempelajari sendiri materi pelajaran dari sumber yang ada yaitu buku paket, guru hanya mengarahkan dan mengawasi siswa belajar.

Untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan pembelajaran di kelas, juga dilakukan wawancara dengan beberapa siswa dari beberapa sekolah yang telah menerapkan Kurikulum 2013. Berdasarkan hasil wawancara diketahui siswa merasa kesulitan mempelajari konsep yang ada di buku paket. Hampir semua konsep matematika dalam buku paket siswa diawali dengan permasalahan. Siswa sering mengalami kesulitan mengaitkan masalah dengan konsep yang ada. Soal-soal yang tersedia juga bukan merupakan soal rutin yang biasa dikerjakan siswa. Ketika menanyakan kesulitan itu kepada guru, beberapa guru hanya mengatakan bahwa dalam K13 siswa harus aktif belajar sendiri dan mencari dari berbagai sumber selain buku paket yang telah disediakan. Siswa juga mengeluhkan karena sering tidak memahami suatu materi dalam proses pembelajaran matematika, mereka merasa bosan dan semakin tidak tertarik terhadap matematika. Keadaan ini tentu akan memperburuk pandangan siswa terhadap pelajaran matematika, matematika menjadi semakin kurang diminati oleh siswa.

Informasi ini memberikan gambaran kekeliruan guru tersebut dalam memahami pembelajaran yang berpusat pada siswa. Dalam pembelajaran guru yang diamati hanya mengarahkan siswa untuk membaca buku paket, mempelajari masalah yang terdapat di buku dan guru duduk mengawasi siswa belajar. Peranan guru sebagai fasilitator belum berjalan seperti yang seharusnya. Artinya guru mengetahui pengertian dari pembelajaran yang berpusat pada siswa, tetapi belum memahami

makna yang terkandung dalam pembelajaran tersebut. Sehingga terkendala dalam melaksanakan pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Pembelajaran yang berpusat pada siswa mengharuskan guru lebih aktif dan lebih kreatif mempersiapkan pembelajaran berupa berbagai fasilitas yang dapat dimanfaatkan siswa dalam belajar. Jika guru menginginkan siswa menggunakan berbagai sumber, maka guru harus sudah melihat, mempelajari, memahami sumber itu dan mengarahkan siswa untuk melihat dan mempelajarinya. Jika siswa mengalami kesulitan memahami sumber yang dimaksud, maka guru harus memiliki cara sehingga siswa mendapatkan kepuasan untuk pertanyaannya. Guru dapat membuat pertanyaan-pertanyaan yang memancing siswa untuk berpikir, tanpa harus menjelaskan secara langsung seperti dalam pembelajaran konvensional.

b. Kendala yang dihadapi guru

Pada beberapa sekolah yang telah menerapkan Kurikulum 2013, sebagian guru telah berusaha melaksanakan pembelajaran sesuai yang diisyaratkan dalam peraturan yang berlaku, yaitu pembelajaran yang berpusat pada siswa. Guru telah mencoba menggunakan pendekatan saintifik dalam pelaksanaan pembelajaran, tetapi belum untuk semua topic/materi matematika. Berdasarkan informasi yang dihimpun dari beberapa sekolah yang telah dilakukan (Putra [6], Utami [7], Syafriani [8], Zulfah [9]) guru belum sepenuhnya melaksanakan pembelajaran yang berpusat pada siswa disebabkan beberapa kendala. Alasan yang diungkapkan oleh sebagian besar guru adalah kesulitan mereka dalam mencari permasalahan riil untuk setiap konsep yang terkait dengan materi matematika yang dapat mengaktifkan siswa.

Kewajiban mengajar 24 jam juga menjadi alasan guru sehingga tidak dapat mengembangkan perangkat pembelajaran yang sesuai. Untuk memenuhi jam wajib seringkali guru harus mengajar pada beberapa sekolah yang berbeda, sehingga dikenal istilah guru “Teng – Go”. Guru “teng-go” bermakna, ketika lonceng berbunyi “teng” guru langsung “go” mengajar ke sekolah lain. Akibatnya mereka hanya mengajar sesuai waktu, tanpa memperhatikan kebutuhan siswa dan kualitas pembelajaran.

Kendala lainnya adalah guru merasa sudah berada pada posisi nyaman. Artinya guru merasa cara mengajar yang selama ini digunakan sudah cocok, dan mudah. mereka tidak mau direpotkan dengan berbagai tuntutan yang ada, sehingga pembelajaran yang terjadi adalah pembelajaran yang didominasi oleh guru. Ketika hal ini ditanyakan kepada guru yang bersangkutan, alasan mereka adalah selama ini tidak ada masalah dengan siswa, cara mengajar yang mereka gunakan cukup membuat siswa paham. Meskipun mereka membenarkan, siswa mengalami kesulitan jika dihadapkan pada soal yang berbeda. Tetapi menurut guru hal itu sudah tidak mungkin di ubah karena memang sebagian siswa lemah pada pelajaran matematika, siswa tidak berbakat. Keadaan semacam ini agak sulit diubah, karena guru tidak merasakan adanya masalah.

Sebagian guru mengajar hanya berpedoman kepada buku paket yang banyak disediakan di pasaran. Buku tersebut disajikan secara ilmiah dan sangat teoritis,

menganut kaedah keilmuan. Akibatnya guru yang menggunakan buku tersebut hanya memberikan konsep jadi kepada siswa. Siswa tidak mengetahui dari mana konsep itu diperoleh dan untuk apa konsep tersebut dipelajari. Artinya kebanyakan buku paket yang ada tidak menunjukkan aplikasi ilmu ke dalam permasalahan kehidupan nyata siswa. Siswa memandang matematika sebagai ilmu yang tidak bermanfaat, dan tidak menarik. Sehingga saat pembelajaran berlangsung siswa terlihat acuh dan kurang peduli.

Ketidakpedulian siswa terhadap pembelajaran matematika, semakin diperkuat dengan kurangnya media pembelajaran untuk matematika. Hal ini dibenarkan oleh guru yang mengungkapkan bahwa mereka mengalami kesulitan mencari media yang cocok untuk beberapa materi matematika. Materi matematika sangat abstrak, sehingga sulit mencari media pembelajarannya yang sesuai untuk masing-masing materinya. Akibatnya guru jarang menggunakan media saat mengajar.

c. Kemampuan guru dalam merancang pembelajaran berpusat pada siswa.

Dalam Kurikulum 2013 buku paket yang disediakan telah memuat masalah masalah yang sesuai untuk setiap materi/konsep matematika. Kesulitan guru adalah merancang aktifitas yang harus dilakukan siswa berdasarkan masalah yang ada. Selain itu guru juga mengungkapkan kesulitan mereka dalam mengaplikasikan langkah-langkah pembelajaran yang disarankan dan menyelaraskan dengan pendekatan saintifik. Mereka telah mendapatkan teori tentang langkah-langkah pembelajaran dalam kegiatan pelatihan kurikulum 2013, kesulitan mereka adalah mengaplikasikan teori tersebut ke dalam praktek di kelas. Bagaimana mengaitkan sintak yang terdapat dalam model pembelajaran yang disarankan dengan tahapan-tahapan dalam pendekatan saintifik dan menyelaraskan dengan komponen dalam rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP).

Untuk melaksanakan pembelajaran yang berpusat pada siswa, rencana pembelajaran harus dilengkapi dengan lembar kegiatan siswa (LKS/LKPD), penilaian untuk tiga aspek yaitu aspek pengetahuan, sikap dan aspek keterampilan. Menurut Prayitno [10], LKS/LKPD adalah suatu sarana untuk menyampaikan konsep kepada siswa baik secara individual maupun kelompok kecil yang berisi petunjuk untuk melakukan berbagai kegiatan. Artinya melalui LKS/LKPD siswa difasilitasi untuk mendapatkan konsep dengan usahanya sendiri. Sejalan dengan itu Trianto [11] menyebutkan bahwa "LKPD adalah panduan siswa yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah". Pendapat ini menjelaskan bahwa melalui LKPD guru dapat mengarahkan siswa untuk melakukan penyelidikan dalam rangka menyelesaikan masalah. LKPD dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk eksperimen atau demonstrasi. LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa (Depdiknas, 2008 [12]). Jadi pada dasarnya LKPD membantu guru untuk mengarahkan siswa agar terlibat secara aktif dalam pelaksanaan pembelajaran.

Biasanya guru menggunakan LKS/LKPD yang ditawarkan oleh penerbit tertentu. Tetapi LKS/LKPD tersebut belum sesuai dengan kebutuhan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Melalui LKS/LKPD yang ada siswa hanya diberikan konsep yang telah siap pakai berupa ringkasan materi. Kondisi ini hanya melatih siswa untuk hafal rumus tanpa memahami, akibatnya jika soal disajikan dalam bentuk permasalahan dunia nyata siswa tidak dapat menggunakan rumus tersebut. Mereka tidak mampu merubah masalah ke dalam model matematika untuk memanfaatkan rumus. Artinya pembelajaran yang berpusat pada siswa membutuhkan LKS/LKPD yang tidak hanya memberikan ringkasan, tetapi dapat memfasilitasi siswa untuk membuat model matematika kemudian menyelesaikan dengan pengetahuan matematika yang sesuai. Guru sudah menyadari hal ini, tetapi mereka belum dapat membuat LKS/LKPD sendiri sesuai kebutuhan. Alasan yang dikemukakan guru adalah sulit mencari bahan yang sesuai dengan materi/topic matematika untuk LKS/LKPD, tidak ada waktu untuk membuat LKS/LKPD dan juga kendala dalam teknologi. Jadi kesulitan yang dialami guru adalah merancang perangkat pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan pembelajaran yang berpusat pada siswa.

Penyebab yang menjadi alasan kesulitan guru dalam merancang pembelajaran antara lain adalah padatnya materi matematika yang harus diajarkan yang tidak sesuai dengan waktu yang tersedia. Jika semua materi yang harus diajarkan sesuai tuntutan kurikulum dirancang berdasarkan kaidah pembelajaran yang berpusat pada siswa, maka waktu yang tersedia tidak akan mencukupi. Jika mereka mengajarkan materi sesuai tuntutan kurikulum maka pembelajaran yang dipersyaratkan tidak mungkin dilaksanakan. Sehingga mereka seringkali hanya mengutamakan selesainya materi diajarkan, berdasarkan tuntutan kurikulum karena materi tersebut diujikan dalam ujian nasional. Bahkan tidak jarang guru hanya melatih siswa untuk mampu menjawab soal ujian nasional, melalui latihan-latihan soal setara ujian nasional. Sebagian besar siswa ikut les untuk persiapan ujian nasional, yang hanya mengajarkan trik cepat menjawab soal, bukan pemahaman konsep. Akibatnya banyak siswa tidak paham konsep.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil survey dan deskripsi data yang telah diuraikan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Guru telah memiliki pengetahuan tentang pembelajaran yang berpusat pada siswa dan telah mendapatkan pengetahuan tentang berbagai model pembelajaran aktif yang diperoleh dari berbagai pelatihan. Tetapi sebagian besar belum melaksanakan pembelajaran tersebut dalam pembelajaran matematika
- b. Masih ada guru yang keliru memahami maksud pembelajaran berpusat pada siswa, yaitu seluruh aktifitas pembelajaran hanya dilakukan oleh siswa, sementara guru hanya mengamati aktifitas siswa. Guru merasa materi matematika yang harus diajarkan kepada siswa, yang merupakan kompetensi

- dasar (KD) dalam kurikulum nasional sangat padat tidak sesuai dengan waktu yang tersedia untuk mengajarkan. Hal ini berdampak pada pelaksanaan pembelajaran matematika, guru lebih mengutamakan menyelesaikan semua materi yang ada dalam kurikulum dan mengabaikan keterlibatan siswa
- c. Kewajiban mengajar 24 jam seminggu membuat guru tidak mempunyai waktu yang cukup untuk menyiapkan bahan ajar berupa RPP, dan LKS, kerana seringkali mereka harus mengajar di beberapa sekolah yang berbeda untuk mencukupi jumlah jam wajib tersebut.
 - d. Kesulitan guru mengaplikasikan model pembelajaran yang disarankan kedalam RPP dan LKS yang memuat sintak-sintak sesuai model yang digunakan/dipilih dan menyelaraskannya dengan pendekatan saintifik
 - e. Kesulitan guru memilih dan merancang media yang sesuai untuk melibatkan siswa dalam proses pembelajaran

Daftar Bacaan

- [1] Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 103 tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemdikbud.
- [2] Harmin, Merrill & Toth Melanie. (2012). *Pembelajaran Aktif yang Menginspirasi*, diterjemahkan oleh Bethari Annisa Ismayasari. Jakarta: PT Indek.
- [3] Bellanca, James. (2011). *Strategi dan Proyek Pembelajaran Aktif Untuk Melibatkan Kecerdasan Siswa*, diterjemahkan oleh Siti Mahyuni, M.Sc. Jakarta: PT Indek
- [4] Syafriandi, Armiami, Mukhni. (2014). *Pelatihan Penyusunan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Pendidikan Karakter Menyongsong Kurikulum 2013 Melalui Kegiatan Lesson Study Pada MGMP Matematika SMP Kota Padang*. Laporan penerapan IPTEK UNP tahun 2014 tidak dipublikasikan
- [5] Armiami, Mukhni, Syafriandi, Yarman. (2015). *Pelatihan Perancangan Bahan Ajar LKS/ LKPD Berbasis Discovery Learning Untuk Mata Pelajaran Matematika Di MGMP Matematika SMA Kecamatan IV Jurai Painan Pesisir Selatan*. Laporan penerapan IPTEK UNP tahun 2015 tidak dipublikasikan
- [6] Putra, Tomi Tridaya. (2015). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Pemecahan Masalah untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas VII SMP*. Tesis Pascasarjana UNP tidak diterbitkan
- [7] Utami, Nita Putri. (2015). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Discovery Learning untuk Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linier pada Kelas X SMA*. Tesis Pascasarjana UNP tidak diterbitkan

- [8] Safriani, Yuri. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Penemuan Terbimbing untuk Materi ritmatika Sosial pada Kelas X SMA. Tesis Pascasarjana UNP tidak diterbitkan
- [9] Zulfah. (2015). Pengembangan LKPD Berbasis Problem Base Learning untuk Materi Matematika Semester 1 Kelas VIII SMP. Tesis Pascasarjana UNP tidak diterbitkan
- [10] Prayitno. (1992). Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar. Jakarta: Grafindo
- [11] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara : Jakarta.

Pengintegrasian Multimedia untuk Meningkatkan Kualitas
Perkuliahan Pengantar Riset Operasi di Jurusan Matematika
FMIPA UNP Padang

Oleh:

Hendra Syarifuddin

Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Padang

Email: hendrasy@yahoo.com

Abstract. Problems usually identified in the teaching of Operations Research (OR): low students' achievement, ineffective teaching methods, most students are passive, and students have low motivation. The problems were solved through classroom action research by using integrated multimedia (computer, slide program, and data projector) in the teaching of OR. The problem to be answered is: Does teaching OR through using multimedia improve the quality of the teaching at the Mathematics Department of the Faculty of the Mathematics and Sciences of the University of Padang? The subjects of the study were 28 students who studied OR in the July-December 2006 academic year. After conducting the study for six teaching contact hours, it was found that there was an improvement in the teaching of OR.

1. Pendahuluan

Pengantar Riset Operasi (RO) adalah mata kuliah yang banyak mengupas tentang aplikasi matematika dalam berbagai bidang, misalnya pada bidang ekonomi dan teknik. Kupasan utamanya adalah bagaimana mencari solusi optimum dari suatu persoalan. Mata kuliah ini sarat dengan konsep aljabar, kalkulus, dan geometri. Jadi dapat dikatakan bahwa mata kuliah ini adalah jembatan yang menghubungkan antara ide-ide matematika dan dunia nyata.

Prestasi mahasiswa Jurusan Matematika pada mata kuliah RO belumlah begitu mengembirakan. Salah satu penyebab rendahnya hasil belajar tersebut adalah penyampaian materi kuliah yang kurang efisien dan efektif. Selama ini, penyajian materi dilakukan dengan metode ceramah dan media yang digunakan adalah papan tulis. Padatnya materi dan terbatasnya waktu yang tersedia mengakibatkan dosen tidak bisa menjelaskan materi serinci mungkin, akibatnya mahasiswa tidak memperoleh pemahaman yang dalam tentang apa yang

diajarkan. Papan tulis digunakan dosen untuk memvisualisasikan definisi, teorema, proses pembuktian teorema, contoh-contoh, bagan, tabel, dan grafik. Hal-hal ini penting untuk divisualkan kepada mahasiswa. Namun, mencatatkannya di papan tulis menghabiskan banyak waktu, sebagai contoh untuk membuat sebuah tabel di papan tulis bisa menghabiskan waktu selama 10 menit. Untuk itu, dalam menyampaikan materi dosen tidak cukup hanya menggunakan media papan tulis perlu ada media lain sehingga proses penyampaian materi berlangsung efektif.

Selama ini, sebagian besar mahasiswa bersifat pasif dalam mengikuti perkuliahan dan motivasi mereka untuk memperhatikan penjelasan dosen terlihat rendah. Penelitian membuktikan bahwa konsentrasi mahasiswa akan menurun dengan cepat setelah ia mendengarkan ceramah lebih dari 20 menit secara terus menerus (Budiarjo, 1997). Untuk itu, perlu ada upaya inovatif sehingga membangkitkan gairah mahasiswa untuk mengikuti dan memahami dengan serius setiap materi yang disampaikan dosen. Dalam prinsip belajar, motivasi didefinisikan sebagai pendorong tingkah laku mahasiswa ke arah tujuan tertentu. Pendorong tersebut dapat diciptakan dosen dalam proses belajar mengajar melalui metode. Bila metode yang dipilih menarik maka mahasiswa akan berminat belajar, ingin bekerja keras dan berusaha menyelesaikan tugas hingga selesai.

Media visual dapat mengurangi menurunnya konsentrasi belajar mahasiswa dalam mendengarkan ceramah. Selain itu dengan menggunakan metode ceramah yang dikombinasi dengan media visual, daya ingat mahasiswa terhadap materi yang baru menjadi meningkat (Budiarjo, 1997). Lugo dan Herman (2002) mengemukakan bahwa dosen dapat merancang perkuliahan yang efisien dan efektif dengan memanfaatkan teknologi multimedia. Multimedia dalam perkuliahan dapat digunakan untuk merespon tiga hal utama, yaitu; rendahnya motivasi siswa, menurunnya daya ingat siswa, dan sukarnya siswa menghubungkan pengetahuan dari satu disiplin ke disiplin yang lain.

Masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Apakah dengan pengintegrasian multimedia dapat meningkatkan kualitas perkuliahan Pengantar Riset Operasi di Jurusan Matematika FMIPA UNP Padang? Pengintegrasian multimedia maksudnya adalah penggunaan multimedia (komputer dan “data

projektor”) untuk menambah media yang ada (papan tulis) dalam mendukung penyajian/pembahasan materi kuliah. Peningkatan kualitas perkuliahan maksudnya adalah: a) meningkatnya prestasi mahasiswa bila dibandingkan dengan prestasi mahasiswa pada semester-semester sebelumnya, b) meningkatnya gairah belajar mahasiswa di kelas yang dapat dilihat dari berbagai aktifitas positif mereka dalam mengikuti perkuliahan.

Alat-alat komunikasi sudah demikian majunya, tidaklah pada tempatnya lagi kalau penyampaian materi pengajaran masih dilakukan secara verbalistis atau dengan kata-kata belaka. Pengajaran harus sejalan dengan cara manusia berkomunikasi. Oleh karena itu kita berkewajiban untuk mengerahkan segala cara dan daya untuk menggunakan semua alat yang ada untuk membuat Pengajaran menjadi efektif. (Suleiman, 1985, hal. 9).

Media visual (Projektor dan papan tulis) dapat mengurangi menurunnya konsentrasi belajar mahasiswa dalam mendengarkan ceramah. Selain itu dengan menggunakan metode ceramah yang dikombinasi dengan media visual, daya ingat mahasiswa terhadap materi yang baru menjadi meningkat (Budiardjo, 1997).

Prasetia (1997) mengemukakan bahwa manfaat media dalam PBM adalah memperlancar proses interaksi antara dosen dan mahasiswa, dan hal ini pada gilirannya akan membantu mahasiswa belajar secara optimal. Kemp dan Dayton (1985) mengidentifikasi tidak kurang dari 8 manfaat media dalam pendidikan, yaitu: a) Penyampaian materi kuliah dapat diseragamkan. b) Proses instruksional menjadi lebih menarik. c) Proses belajar mahasiswa menjadi lebih interaktif. d) Jumlah waktu belajar-mengajar dapat dikurangi. e) Kualitas belajar mahasiswa dapat ditingkatkan. f) Proses belajar dapat terjadi dimana saja dan kapan saja. g) Sikap positif mahasiswa terhadap bahan belajar dan proses belajar itu sendiri dapat ditingkatkan. h) Peran dosen dapat berubah ke arah yang lebih positif dan produktif.

Slameto (1991, hal. 117) mengemukakan bahwa aktifitas pengembangan media meliputi beberapa langkah berikut: a) Pemilihan media diasumsikan akan dapat membantu dosen mencapai tujuan-tujuan instruksionalnya. b) Setelah media dipilih, selanjutnya penentuan pesan yang akan disampaikan oleh media tersebut. c) Pembuatan atau produksi program media. d) Media siap diimplementasikan,

teknis penggunaan media harus tepat, dan media harus mampu menciptakan komunikasi timbal balik antara dosen-mahasiswa. e) Setelah program media disajikan sebaiknya ada tindak lanjutnya, yang berguna untuk mengetahui efektifitasnya dan sekaligus bahan revisi.

Karena setiap media memiliki karakteristik tersendiri sehingga terbatas efektifitasnya untuk mencapai tujuan-tujuan instruksional (tak ada media yang dapat mencapai semua tujuan instruksional), maka sebaiknya dosen melaksanakan kegiatan perkuliahan dengan menggunakan multimedia. Dengan perkembangan teknologi informasi dewasa ini multimedia dapat diwakili dengan kehadiran komputer dan “data projector”. Program pengajaran yang dirancang dengan menggunakan piranti lunak komputer dapat dipresentasikan kepada semua siswa di kelas dengan menggunakan “data projector”.

Lugo dan Herman (2002) mengemukakan bahwa dosen dapat merancang perkuliahan yang efisien dan efektif dengan memanfaatkan teknologi multimedia. Multimedia dalam perkuliahan dapat digunakan untuk merespon tiga hal utama, yaitu; rendahnya motivasi siswa, menurunnya daya ingat siswa, dan sukarnya siswa menghubungkan pengetahuan dari satu disiplin ke disiplin yang lain.

Palmiter (1999) melakukan penelitian tentang dua metode pengajaran pada kalkulus terhadap dua kelompok mahasiswa. Kelompok kontrol diajar dengan metode tradisional dan kelompok eksperimen diajar dengan menggunakan multimedia. Hasilnya, mahasiswa yang diajar dengan multimedia memperoleh hasil belajar yang lebih baik.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian adalah: Pengintegrasian multimedia dapat meningkatkan kualitas perkuliahan Pengantar Riset Operasi di Jurusan Matematika FMIPA UNP Padang. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan hipotesis tersebut. Manfaat penelitian ini dapat dilihat dari aspek teoritis maupun praktis. Dari aspek teoritis, penelitian ini dapat memberikan sumbangan untuk pengembangan proses belajar mengajar Pengantar Riset Operasi melalui penerapan ide-ide baru. Dari aspek praktis, penelitian ini dapat memberikan sumbangan dalam melakukan sinkronisasi kegiatan penelitian perguruan tinggi dengan upaya peningkatan kualitas pendidikan secara umum.

2. Metode Penelitian

Subyek penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Matematika yang mengikuti kuliah Pengantar Riset Operasi pada semester Juli-Desember tahun 2006 dengan jumlah mahasiswa 28 orang.

Jenis penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas perkuliahan Pengantar Riset Operasi ini adalah penelitian tindakan kelas (PTK). Menurut Suyanto (1997) penelitian tindakan kelas sebagai bentuk penelitian yang bersifat reflektif dengan melakukan tindakan-tindakan tertentu agar dapat memperbaiki dan atau meningkatkan praktek-praktek pembelajaran di kelas secara lebih profesional. Selanjutnya Suyanto (1997) menyatakan bahwa tujuan melakukan penelitian tindakan kelas adalah untuk perbaikan dan peningkatan layanan profesional dalam menangani proses belajar mengajar. Disain penelitian yang digunakan adalah disain model spiral (siklus). Secara umum setiap siklus perbaikan mutu dengan PTK terdiri dari: a) Perencanaan, yaitu: membuat rencana tindakan untuk melakukan perbaikan mutu atau pemecahan masalah. b) Tindakan, yaitu: mengimplementasikan tindakan tersebut sesuai dengan rencana. c) Observasi, yaitu: melakukan pengamatan terhadap efek dari tindakan yang diberikan. d) Refleksi, yaitu: merefleksikan hasil tindakan tersebut, sebagai dasar perencanaan berikutnya.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini sesuai dengan aspek yang diamati selama PTK berlangsung yaitu: a) aktivitas mahasiswa selama mengikuti perkuliahan, b) kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal tes (prestasi belajar mahasiswa). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan tes. Observasi dilakukan untuk memperoleh data tentang aktifitas mahasiswa dalam perkuliahan. Tes dilakukan untuk memperoleh data tentang kemampuan mahasiswa menyelesaikan soal-soal Pengantar Riset Operasi. Data yang diperoleh dianalisis dengan teknik analisis deskriptif. Sebelum dianalisis data ditabulasi dan diinterpretasikan. Data tentang aktifitas mahasiswa selama mengikuti perkuliahan dianalisis dengan cara membandingkannya dengan fakta-fakta yang ada pada perkuliahan Pengantar Riset Operasi semester sebelumnya (Juli-Desember 2005). Fakta-fakta ini

diungkapkan melalui pengalaman peneliti sebagai dosen dari mata kuliah Pengantar Riset Operasi. Data hasil tes dianalisis dengan menggunakan kriteria ketuntasan belajar secara individual dan secara klasikal. Seorang mahasiswa dikatakan tuntas belajar secara individual jika nilai yang diperolehnya terletak pada interval dari 65 sampai 100, dan tuntas secara klasikal jika paling sedikit 85% dari jumlah siswa yang ada mengalami tuntas belajar secara individual.

Penelitian ini dilakukan dalam satu siklus, yang dilaksanakan selama tujuh minggu perkuliahan (tujuh kali tatap muka). Dosen melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan multimedia selama enam kali tatap muka, dan pertemuan ketujuh digunakan untuk pelaksanaan tes akhir siklus.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan selama tujuh kali minggu perkuliahan. Proses pembelajaran dengan tindakan pengintegrasian multimedia dilaksanakan pada enam kali pertemuan tatap muka, dan pada pertemuan tatap muka ketujuh dilaksanakan tes akhir siklus. Uraian berikut membahas tentang perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi yang dilakukan selama penelitian.

Perencanaan

Pada tahap ini dipersiapkan segala sesuatu yang akan dibutuhkan dalam penelitian, diantaranya: a) Mempersiapkan materi pembelajaran dan buku sumbernya. Materi yang diberikan selama enam kali pertemuan dalam siklus I ini sama dengan materi yang telah ada pada silabus perkuliahan. b) Menentukan bagian-bagian materi Pengantar Riset Operasi yang akan dipresentasikan dengan multimedia. Bagian-bagian tersebut adalah; Definisi beserta penjelasannya, Teorema beserta proses pembuktiannya, Contoh-contoh soal, dan Soal-soal tugas. c) Merancang program slide dengan menggunakan software Microsoft PowerPoint. d) Merancang strategi pengintegrasian multimedia. e) Membuat lembaran observasi, yang berguna untuk memantau situasi kelas selama berlangsungnya perkuliahan. Lembaran observasi dikembangkan untuk memantau: 1) berbagai aktifitas mahasiswa dalam perkuliahan baik aktifitas

positif maupun aktifitas negatif. Format lembaran observasi ini dapat dilihat pada lampiran 3. f) Merancang Tes. Soal-soal yang dirancang untuk tes akhir siklus adalah soal-soal yang relevan dengan materi pembelajaran selama siklus.

Tindakan

Tindakan selama penelitian ini adalah pengintegrasian multimedia dalam kegiatan perkuliahan. Kegiatan perkuliahan pada siklus ini dilaksanakan selama enam minggu, dalam seminggu dilaksanakan dua kali (satu kali kuliah teori dan satu kali responsi). Kuliah teori dilaksanakan di ruang laboratorium Komputasi dan Statistik yang sudah terpasang fasilitas komputer, dan data projector.

Kuliah teori dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut: 1) Pembukaan, pada tahap ini dosen memanfaatkan multimedia untuk visualisasi topik-topik yang akan dibahas dan tujuan perkuliahan. 2) Pengembangan, pada tahap ini dosen memanfaatkan multimedia untuk visualisasi definisi, teorema, dan contoh-contoh soal. Visualisasi dengan papan tulis digunakan dosen untuk memperjelas visualisasi dengan multimedia, misalnya untuk memperjelas proses pembuktian teorema. 3) Penerapan, pada tahap ini dosen memanfaatkan multimedia untuk visualisasi contoh-contoh penerapan, 4) Penutup, pada tahap ini dosen memanfaatkan multimedia untuk visualisasi rangkuman dan tugas-tugas terstruktur.

Kegiatan responsi diisi dengan pembahasan soal-soal tugas terstruktur yang ditanyakan mahasiswa, dan soal-soal yang dipilih dosen. Pada kegiatan responsi ini kegiatan dosen adalah membimbing mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal yang berhubungan dengan topik yang sudah dibahas dalam kuliah teori. Pada kegiatan responsi media yang digunakan dosen sama dengan perkuliahan sebelumnya, yaitu papan tulis.

Observasi

Aspek-aspek yang diamati selama penelitian ini adalah: a) aktivitas mahasiswa selama mengikuti perkuliahan, b) kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal tes (prestasi belajar mahasiswa).

a. Aktifitas mahasiswa dalam perkuliahan selama siklus.

Aktifitas mahasiswa dalam perkuliahan dibagi atas dua kategori, yaitu: aktifitas positif dan aktifitas negatif. Aktifitas positif mahasiswa yang diamati meliputi; kehadiran (A), mengajukan pertanyaan (B), mengerjakan latihan dengan baik (C), dan melontarkan ide/gagasan (D). Aktifitas negatif mahasiswa yang diamati meliputi; terlambat (P), melamun/mengantuk (Q), minta izin ke luar ruangan (R), dan mengerjakan pekerjaan lain (S).

Kehadiran. Seorang mahasiswa dikatakan hadir jika mahasiswa tersebut tidak terlambat lebih dari 10 menit dan tidak meninggalkan kelas lebih dari 10 menit. Ketentuan tentang kehadiran ini disepakati oleh dosen dan mahasiswa di awal perkuliahan. Mengajukan pertanyaan, seorang mahasiswa dikatakan mengajukan pertanyaan bila mahasiswa tersebut bertanya kepada dosen tentang materi yang sedang dibahas atau yang ada hubungannya. Mengerjakan latihan, seorang mahasiswa dikatakan mengerjakan latihan bila dia sudah mulai menulis penyelesaian soal latihan tersebut di buku latihannya. Melontarkan ide/gagasan, seorang mahasiswa dikatakan melontarkan ide/gagasan bila dia menjawab pertanyaan dosen, memberi kritikan, melengkapi jawaban teman, dan menjawab pertanyaan teman.

Terlambat, seorang mahasiswa dikatakan terlambat jika dia masuk kelas setelah dosen membuka perkuliahan. Melamun/mengantuk, jika mahasiswa perhatiannya tidak tertuju pada presentasi dosen atau dia kelihatan mengantuk. Minta izin, jika mahasiswa ke luar ruangan tidak lebih dari 10 menit. Mengerjakan pekerjaan lain, jika mahasiswa mengerjakan pekerjaan lain yang tidak berhubungan dengan materi yang diberikan dosen.

Berikut adalah data tentang frekuensi aktifitas positif mahasiswa selama penelitian.

Tabel 1. Frekuensi aktifitas positif mahasiswa

Pertemuan/Siklus	Aktifitas Positif							
	A		B		C		D	
	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%
I	27	96,4	3	10,7	12	42,9	1	3,6
II	28	100	2	7,1	9	32,1	2	7,1

III	26	92,9	3	10,7	13	46,4	4	7,1
IV	25	89,3	4	14,3	18	64,3	3	10,7
V	26	92,9	3	10,7	23	82,1	3	10,7
VI	27	96,4	4	14,3	19	67,9	4	14,3
% Rata-rata	96		11,3		55,9		8,9	

Dari data yang tersaji pada tabel 2 di atas terlihat bahwa: 1) Persentase rata-rata kehadiran mahasiswa selama penelitian ini tergolong tinggi (96%). Semester sebelumnya persentase rata-rata kehadiran mahasiswa selama 15 kali pertemuan adalah 92,2% dari. Jadi tingkat kehadiran mahasiswa selama siklus ini tidaklah jauh berbeda dengan tingkat kehadiran pada semester sebelumnya. 2) Persentase rata-rata mahasiswa yang mengajukan pertanyaan selama siklus ini hanya 11,3%. Walaupun persentase ini kecil namun bila dibandingkan dengan semester sebelumnya angka 9,5% ini lebih berarti. Pada semester sebelumnya sangat jarang mahasiswa yang mau mengajukan pertanyaan, dalam satu kali pertemuan yang mau bertanya itu hanya satu atau dua orang saja. Jadi dari pengalaman peneliti tersebut dapat dikatakan bahwa pengintegrasian multi media dalam pembelajaran Pengantar Riset Operasi telah mampu mengaktifkan mahasiswa untuk mau bertanya. 3) Pada semester sebelumnya ketika mahasiswa diberi soal latihan untuk mereka kerjakan, sebagian besar diantara mereka tidak dapat langsung menjawab soal tersebut, mereka tidak tahu harus memulai dari mana dan bagaimana, tetapi selama pengintegrasian multimedia dalam pembelajaran yang peneliti lakukan ini sebagian besar mahasiswa terlihat aktif dalam mengerjakan latihan yang diberikan terutama pada pertemuan keempat, kelima, dan keenam. Hal ini mengindikasikan bahwa tindakan yang diberikan mampu meningkatkan konsentrasi dan perhatian siswa terhadap materi pelajaran. 4) Tindakan yang diberikan selama penelitian ini, yaitu penggunaan fasilitas multimedia dalam pembelajaran mampu memancing respon mahasiswa untuk menyampaikan ide/gagasan. Hal ini terbukti dengan cenderung meningkatnya jumlah mahasiswa yang berani menyampaikan pendapat. Walaupun persentasenya kecil, namun angka ini cukup berarti bila dibandingkan dengan keberanian mahasiswa mengemukakan pendapat pada mata kuliah Pengantar Riset Operasi ini semester sebelumnya.

Jadi, dari hasil pengamatan terhadap aktifitas positif mahasiswa dapat disimpulkan bahwa tindakan pengintegrasian multimedia dalam pembelajaran Pengantar Riset Operasi mampu meningkatkan: 1) partisipasi (kehadiran), 2) kemauan mahasiswa untuk bertanya, 3) kegairahan mahasiswa dalam mengerjakan latihan, dan 4) kemauan siswa berkomunikasi (menyampaikan ide/gagasan).

Berikut adalah data tentang aktifitas negatif mahasiswa selama enam kali pertemuan tatap muka.

Tabel 2. Frekuensi aktifitas negatif mahasiswa

Pertemuan	Aktifitas Negatif							
	P		Q		R		S	
	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%	Jlh	%
I	2	7,1	1	3,6	2	7,1	0	0
II	1	3,6	2	7,1	1	3,6	0	0
III	2	7,1	0	0	2	7,1	0	0
IV	0	0	0	0	1	3,6	0	0
V	1	3,6	2	7,1	0	0	0	0
VI	0	0	1	3,6	1	3,6	0	0
% Rata-rata	3,6		3,6		4,2		0	

Dari data yang tersaji pada tabel 2 di atas terlihat bahwa persentase rata-rata pada satu kali pertemuan untuk mahasiswa yang terlambat 3,6%, untuk mahasiswa yang melamun/mengantuk 3,6%, untuk mahasiswa yang minta izin ke luar kelas 4,2%, dan untuk mahasiswa yang mengerjakan pekerjaan lain 0%.

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa aktifitas negatif mahasiswa selama perkuliahan dengan tindakan pengintegrasian multimedia frekuensinya sangat sedikit.

b. Hasil tes akhir siklus

Tes akhir siklus dilaksanakan pada minggu ke tujuh perkuliahan. Tes ini sekaligus merupakan ujian tengah semester (UTS) dari mata kuliah Pengantar Riset Operasi. Tes berbentuk esai dengan jumlah soal sebanyak 4 butir (soal-soal dapat dilihat pada lampiran 3). Soal-soal yang dipilih untuk tes akhir ini sama dengan soal yang digunakan pada UTS semester Juli-Desember 2005, soal tes ini

disamakan dengan pertimbangan; 1) Semester Juli-Desember 2005 peneliti mengajar mata kuliah Pengantar Riset Operasi dengan menggunakan media konvensional, 2) Karakteristik mahasiswa peserta kuliah Pengantar Riset Operasi pada semester Juli-Desember 2006 dan semester Juli-Desember 2005 relatif sama, 3) Agar peneliti dapat membandingkan prestasi belajar mahasiswa yang mengikuti kuliah yang menggunakan media konvensional dengan yang menggunakan multimedia.

Tabel berikut memperlihatkan deskripsi statistik kedua kelompok data nilai (Juli-Desember 2005 dan Juli-Desember 2006). Hasil yang diperlihatkan oleh tabel 3 diperoleh dengan menggunakan software Microsoft Excel

Tabel 3. Deskripsi statistik data nilai UTS Pengantar Riset Operasi pada semester Juli-Desember 2005 dan 2006.

	Juli-Des 2005	Juli-Des 2006
Mean	56.42307692	68.5
Standard Error	2.08671481	2.494173104
Median	56	70
Standard Deviation	10.64019954	13.19792352
Sample Variance	113.2138462	174.1851852
Range	47	48
Minimum	38	42
Maximum	85	90
Sum	1467	1918
Count	26	28

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai rata-rata UTS mahasiswa yang mengikuti kuliah pada semester Juli-Desember 2006 lebih tinggi dari nilai UTS mahasiswa yang mengikuti kuliah pada semester Juli-Desember 2005. Dengan kata lain, nilai rata-rata mahasiswa yang mengikuti kuliah dengan menggunakan multimedia lebih tinggi dari nilai rata-rata mahasiswa yang mengikuti kuliah dengan media konvensional (papan tulis sebagai media presentasi).

Data hasil tes juga dianalisis dengan menggunakan kriteria ketuntasan belajar secara individual dan secara klasikal. Seorang mahasiswa dikatakan tuntas belajar secara individual jika nilai yang diperolehnya terletak pada interval dari 65 sampai 100, dan tuntas secara klasikal jika paling sedikit 85% dari jumlah siswa yang ada mengalami tuntas belajar secara individual.

Tabel berikut memperlihatkan data tentang jumlah dan persentase mahasiswa yang tuntas belajar secara individual berdasarkan nilai UTS mereka pada semester Juli-Desember 2005 dan Juli Desember 2006.

Tabel 4. Jumlah dan persentase mahasiswa yang mencapai ketuntasan belajar individual pada semester Juli-Desember 2005 dan Juli-Desember 2006

Semester	Jumlah Siswa	Nilai $\geq 6,5$		Nilai $< 6,5$	
		Jumlah	%	Jumlah	%
Juli-Des 2005	26	3	11,5	23	88,5
Juli-Des 2006	28	17	60,7	11	39,3

Dari tabel di atas terlihat bahwa persentase ketuntasan belajar mahasiswa secara individual pada semester Juli-Desember 2006 yang mengintegrasikan multimedia dalam perkuliaannya lebih tinggi dari persentase ketuntasan belajar mahasiswa secara individual pada semester Juli-Desember 2005 yang perkuliaannya menggunakan media konvensional.

Jadi dilihat dari perbedaan nilai rata-rata dan ketuntasan belajar mahasiswa seperti yang terurai di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengintegrasian multimedia dalam perkuliaan Pengantar Riset Operasi dapat meningkatkan prestasi belajar mahasiswa.

Refleksi

Refleksi dilakukan pada setiap akhir perkuliaan tatap muka untuk mengevaluasi praktek pembelajaran yang telah dilakukan dosen. Refleksi ini bertujuan untuk memperbaiki proses pembelajaran. Jika terdapat kelemahan dalam pembelajaran maka segera diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

Pada perkuliaan tatap muka pertama dosen mempresentasikan materi dengan 'Power Point' terlalu cepat. Mahasiswa sulit untuk mengikuti presentasi dosen karena pergantian slide demi slide begitu cepat. Maka pada pertemuan kedua tempo penyajian slide demi slide diperlambat, dosen menambah waktu dalam memberikan penjelasan tentang materi yang sedang ditampilkan dengan slide.

Pada pertemuan kedua dijumpai bahwa sebagian besar mahasiswa mencatat tuntas apa yang tersaji pada slide. Aktifitas mereka tersebut jelas akan mengurangi konsentrasi mereka memperhatikan penjelasan dosen. Untuk mengatasi hal ini, mahasiswa diperkenankan untuk mengkopi file-file yang telah dipresentasikan. Jadi pada perkuliahan selanjutnya mahasiswa hanya perlu mencatat bagian-bagian yang penting saja dari penjelasan dosen dan catatan yang ada di papan tulis.

Hasil refleksi lainnya yang penting adalah pada pembuktian teorema dan penyelesaian soal-soal. Dosen tidak perlu mempresentasikannya secara lengkap, cukup ide-ide kuncinya saja yang ditampilkan. Dosen memberikan proses pembuktian dan penyelesaian secara rinci tersebut dengan menggunakan papan tulis.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan ternyata pengintegrasian multimedia atau penggunaan 'data projector' dan program slide (Microsoft Power Point) sebagai media presentasi pada mata kuliah Pengantar Riset Operasi telah dapat meningkatkan kegairahan mahasiswa dalam belajar. Hal ini dapat dilihat dari tingginya persentase berbagai aktifitas positif mereka dan rendahnya persentase berbagai aktifitas negatif mereka pada setiap pertemuan tatap muka.

Dari hasil tes yang dilakukan pada akhir siklus dapat diketahui bahwa tindakan yang diberikan selama penelitian memberikan dampak yang positif terhadap prestasi belajar mahasiswa. Hal ini dapat dilihat dari tingginya nilai rata-rata mahasiswa pada penelitian ini, dan tingginya persentase ketuntasan belajar mahasiswa secara individual bila dibandingkan dengan hasil tes yang sama yang diujikan pada mahasiswa semester sebelumnya yang perkuliahannya menggunakan media konvensional.

Jadi berdasarkan kedua hal di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengintegrasian multimedia dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas Perkuliahan Pengantar Riset Operasi.

Daftar Pustaka

- Budiardjo, Lily. (1997). *Metode Instruksional*. Jakarta: PAU-Dirjen DIKTI
- Hamalik, Oemar. (1989). *Komputerisasi Pendidikan Nasional*. Bandung: Mandar Maju.
- Heid, M.K. (1998). *Resequencing Skills and Concepts in Applied Calculus Using the Computer as a Tool*. Journal for Research in Mathematics Education, 19(1). Reston, VA: NCTM.
- Irawan, Prasetya. (1997). *Media Instruksional*. Jakarta: PAU-Dirjen DIKTI
- Johnson, Donovan A, dan Rising. (1972). *Guideline For Teaching Mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Lugo, Gabriel G & Russel L. Herman. (2002). *Fostering Multimedia Instruction in Mathematics*. Wilmington: UNCW.
- Palmiter, J.R. (1999). *Effects of Computer Algebra Systems on Concepts and Skill Acquisition in Calculus*. Journal for Research in Mathematics Education, 22(2). Reston, VA: NCTM.
- Roestiyah N.K. (1998). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Slameto. (1991). *Proses Belajar Mengajar dalam Sistem Kredit Semester*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suleiman, Amir Hamzah. (1985). *Media Audio-Visual untuk Pengajaran, Penerangan, dan Penyuluhan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Suyanto. (1997). *Penelitian Tindakan Kelas*. Yogyakarta: DIKTI.

PENGARUH PENERAPAN TEKNIK PROBING PROMPTING TERHADAP PENALARAN MATEMATIS SISWA

Fitrani Dwina^{#1}, Aiza Priwahyuni Candra^{#2}

^{#1} Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNP,

^{#2} Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNP

fitranidwina65@gmail.com

Abstract. Mathematical Reasoning is the ability to perform an activity or process of thinking logically and analytically based on a mathematics statement that has been credible until finally it was concluded that true or valid. However, the reality of mathematical reasoning students' still low. Because this case were the less facilitated student learning to hone and develop thinking patterns. One effort that can be done is by applying probing prompting technique in learning. This technique leads and gain knowledge of students with a series of questions provided by the teacher. This research is a quasi experimental design with Static Group Design. The results showed that students who learn mathematical reasoning applying probing prompting techniques better than students who studied applying conventional instruction.

Keywords: Matemactical Reasoning, Scientific Approach, Probing Prompting Technique

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan suatu hal yang tidak terlepas dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya saja pakaian yang dikenakan sehari-hari, pakaian itu memiliki harga dan ukuran. Jadi semua yang pernah dilihat, didengar, maupun dirasakan itu memiliki hubungan dengan matematika. Oleh sebab itu matematika perlu di pahami oleh seluruh lapisan masyarakat. Hal ini juga diungkapkan oleh Ruseffendi bahwa matematika mempelajari tentang pola keteraturan, tentang struktur yang terorganisasikan. Hal itu dimulai dari unsur-unsur yang tidak terdefiniskan (*undefined terms, basic terms, primitive terms*), kemudian pada unsur-unsur yang didefinisikan, ke aksioma/postulat dan akhirnya pada teorema. Konsep-konsep matematika tersusun secara hierarkis, terstruktur, logis dan sistematis mulai dari konsep yang paling sederhana sampai pada konsep yang paling kompleks [1]. Oleh karena itu matematika di jadikan salah satu pelajaran yang wajib dipelajari, terutama bagi siswa pada jenjang pendidikan formal.

Matematika menjadi salah satu pelajaran wajib yang di pelajari siswa pada jenjang pendidikan formal karena dapat mengajarkan siswa untuk berpikir kritis dan logis. Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 59 tahun 2014, salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah menggunakan penalaran pada sifat, melakukan manipulasi matematika baik dalam penyederhanaan, maupun menganalisa komponen yang ada dalam pemecahan masalah [2].

Berdasarkan tujuan pembelajaran matematika terlihat bahwa dalam proses pembelajaran dibutuhkan kemampuan-kemampuan matematika yang terdiri dari pemahaman konsep, koneksi matematika, penalaran matematis, komunikasi matematis serta pemecahan masalah matematika. Semua kemampuan tersebut di harapkan mampu terwujud dalam proses pembelajaran karena kemampuan-kemampuan matematika yang sesuai dengan tujuan matematika menjadi tolak ukur kesuksesan siswa dalam belajar matematika.

Untuk mencapai semua tujuan matematika sekolah penalaran matematis merupakan kemampuan yang mampu menunjang kemampuan matematis lainnya karena materi matematika dan penalaran

matematika merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Materi matematika dipahami melalui penalaran, dan penalaran dipahami dan dilatihkan melalui belajar materi matematika [3].

Penalaran yaitu proses berpikir yang berusaha menghubungkan-hubungkan fakta-fakta atau evidensi-evidensi yang diketahui menuju kepada suatu kesimpulan. Penalaran memerlukan landasan logika. Penalaran dalam logika bukan suatu proses mengingat-ingat, menghafal ataupun mengkhayal tetapi merupakan rangkaian proses mencari keterangan lain sebelumnya. Jika dikaitkan dengan mata pelajaran matematika, maka penalaran matematika menurut Thontowi adalah proses berpikir secara logis dalam menghadapi problema dengan mengikuti ketentuan-ketentuan yang ada. Proses penalaran matematika diakhiri dengan memperoleh kesimpulan [4]. Oleh sebab itu penalaran matematis sangatlah penting sehingga siswa dituntut untuk memiliki kemampuan ini.

Masalah yang ditemukan di kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung adalah masih banyak siswa yang bermalas-malasan dalam diskusi dan hanya mengandalkan temannya yang pandai. Padahal guru sudah berusaha menerapkan kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik dalam pembelajaran. Siswa juga masih pasif ketika guru meminta siswa untuk bertanya maupun meminta tanggapan. Ketika guru sudah menunjuk salah satu siswanya barulah siswa itu mulai memberikan tanggapan mengenai persoalan yang sedang dibahas. Saat guru memberikan persoalan mengenai penalaran matematis, umumnya siswa hanya diam dan sulit untuk mulai mengerjakannya.

Hal ini juga terlihat dari hasil ulangan harian 1 pada materi barisan dan deret menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang bermasalah pada soal penalaran matematis. soal ulangan ini terdiri atas 8 soal, diantaranya 3 soal pemahaman konsep, 2 soal komunikasi matematis, 2 soal penalaran matematis, dan 1 soal pemecahan masalah. Sebagian besar siswa sudah mampu menyelesaikan soal pemahaman konsep, dan soal komunikasi matematis namun masih banyak siswa yang menjawab salah untuk soal penalaran matematis sehingga untuk soal pemecahan masalah belum mampu diselesaikan oleh siswa, karena untuk dapat menyelesaikan soal pemecahan masalah siswa membutuhkan penalaran. Salah satu soal penalaran matematis tersebut yaitu:

“Pola P Q Q R R R S S S S P P Q Q Q R R R S S P Q Q R R R S S S S P P Q Q Q R R R S S . . . berulang sampai tak hingga. Huruf apakah yang menempati urutan ke 2^{43^2} ?”

Pada soal di atas, dari 33 siswa hanya 7 orang siswa yang mampu menjawab dengan benar. Sebagian besar jawaban siswa menunjukkan bahwa siswa tidak mampu menyelesaikan soal karena tidak mengetahui pola barisan dari huruf-huruf tersebut. Salah satu faktor penyebab penalaran matematis siswa rendah adalah kesempatan berpikir siswa dalam menyelesaikan soal-soal kurang optimal diberikan dan siswa tidak terbiasa bekerja secara terurut.

Selama proses pembelajaran, guru sudah berusaha membimbing siswa dalam menyelesaikan soal-soal. Namun, kadang-kadang guru langsung menunjukkan langkah-langkah penyelesaian kepada siswa daripada memberikan pertanyaan-pertanyaan yang menuntun siswa berpikir dalam mengatasi permasalahannya, sehingga ketika diberikan persoalan baru, siswa kesulitan dalam mengelola informasi dan bekerja terurut dalam menyimpulkan sebuah persoalan. Padahal berdasarkan Kurikulum 2013 siswalah yang mencari tahu, guru hanya memfasilitasi siswa dan memberikan arahan kepada siswa dalam menemukan konsep maupun menyelesaikan soal-soal. Selanjutnya siswalah yang menemukan sendiri. Sehingga pada saat itu siswa dilatih untuk meningkatkan penalaran matematisnya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka salah satu solusi yang mampu meningkatkan penalaran matematis siswa yaitu teknik *probing prompting*. Menurut Suherman bahwa teknik *probing prompting* adalah teknik pembelajaran dengan cara guru menyajikan serangkaian pertanyaan yang sifatnya menuntun dan menggali sehingga terjadi proses berpikir yang mengaitkan pengetahuan tiap siswa dan pengalamannya dengan pengetahuan baru yang sedang dipelajari [5]. Semua siswa akan dilibatkan dalam memperoleh pengetahuan, sehingga pengetahuan baru tidak diberikan secara langsung, akan tetapi pengetahuan baru akan diperoleh sendiri oleh siswa. Pembelajaran menggunakan teknik *probing prompting* sangat erat kaitannya dengan pertanyaan. Pertanyaan-pertanyaan yang

dilontarkan pada siswa akan membuat siswa berpikir lebih rasional tentang pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya, dan mengaitkan pertanyaan-pertanyaan yang diberikan oleh guru sehingga timbul pengetahuan baru. Pada saat itu berarti siswa telah dilatih untuk melakukan penalaran.

Berdasarkan penjelasan di atas, dilakukan penelitian dengan tujuan penelitian untuk mengetahui apakah penalaran matematis siswa yang pembelajarannya menggunakan teknik *probing prompting* lebih baik daripada penalaran matematis siswa dengan pembelajaran konvensional di kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung tahun pelajaran 2014/2015.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori eksperimen semu (quasi) dengan tujuan untuk membandingkan penalaran matematis siswa dengan menggunakan teknik *probing prompting* dan pembelajaran konvensional. Rancangan penelitian dalam penelitian ini adalah *Static Group Design* [6]. Dalam rancangan penelitian ini dipilih dua kelas sampel yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung tahun pelajaran 2014/2015. Pada penelitian ini dibutuhkan 2 kelas sampel, pengambilan sampel dilakukan secara acak (*random sampling*) dengan pengundian. Pengundian dilakukan dengan mengambil gulungan kertas yang di dalamnya tertulis nama kelas X MIA 1 sampai dengan X MIA 7. Kelas hasil pengambilan pertama menjadi kelas eksperimen yaitu kelas X MIA 2, sedangkan kelas hasil pengambilan kedua menjadi kelas kontrol yaitu kelas X MIA 1.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari dua, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah perlakuan yang diberikan kepada siswa kelas sampel, yaitu pembelajaran menggunakan teknik *probing prompting* pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Variabel terikat adalah penalaran matematis.

Jenis data dalam penelitian ini ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah data tes penalaran matematis siswa setelah diberikan perlakuan. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini nilai ulangan mid semester II mata pelajaran matematika di kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung. Prosedur penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap penyelesaian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes akhir berupa soal *essay*. Penilaian untuk setiap butir soal tes akhir pada penelitian ini menggunakan rubrik penalaran matematis dengan skala 1 sampai 4 [7]. Untuk mendapatkan instrumen tes yang baik maka dilakukan langkah-langkah seperti: membuat kisi-kisi soal tes, menyusun soal sesuai kisi-kisi soal tes, memvalidasi soal tes, memperbaiki soal tes berdasarkan saran yang diberikan oleh validator, melaksanakan uji coba tes. Hasil uji coba tes setelah dianalisis menunjukkan bahwa semua soal uji coba tes dapat digunakan sebagai soal tes penalaran matematis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Pengujian hipotesis dilakukan pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas variansi sampel yang masing-masing dilakukan dengan uji *Anderson-Darling*. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan rumus uji *t*. Semua pengujian dilakukan dengan bantuan *software minitab*. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh bahwa hipotesis yang diajukan pada penelitian ini diterima.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tes akhir siswa pada kedua kelas sampel terdiri dari 5 butir soal *essay*. Tes diikuti oleh 33 siswa dari kelas eksperimen dan 33 siswa dari kelas kontrol. Hasil tes akhir siswa pada kelas sampel dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1
Hasil Tes Akhir Siswa Kelas Sampel

Kelas	N	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	\bar{x}	S
Eksperimen	33	98,4	55,7	82,2	7,976
Kontrol	33	93,4	52,5	74,4	10,710

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa kelas eksperimen mempunyai rata-rata yang lebih tinggi daripada kelas kontrol. Sedangkan simpangan baku kelas eksperimen lebih rendah daripada kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pada kelas eksperimen lebih seragam daripada kelas kontrol.

Indikator penalaran matematis yang diamati dalam penelitian ini adalah: (a) mengajukan dugaan; (b) menarik kesimpulan dari suatu pernyataan; (c) Memberikan alternatif bagi suatu argumen; (d) Menemukan pola pada suatu gejala matematis; (e) Kemampuan melakukan manipulasi matematika [2]. Data tes akhir siswa pada kelas sampel berdasarkan skala yang diperoleh siswa dan indikator yang dimuatnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2
Persentase Siswa Kelas Sampel yang Memperoleh Skala Sesuai Indikator Penalaran Matematis

Indikator	Kelas	Skala (%)				
		0	1	2	3	4
a	Eksperimen	0	0	6,1	6,1	88
	Kontrol	0	3	9,1	12	76
b	Eksperimen	0	0	6,1	73	15
	Kontrol	0	3	9,1	79	9,1
c	Eksperimen	3	0	21	45	30
	Kontrol	3	3	39	27	27
d	Eksperimen	0	0	6,1	36	58
	Kontrol	3	3	33	45	15
e	Eksperimen	0	0	0	85	15
	Kontrol	0	6,1	15	58	21

Tabel 2 memperlihatkan bahwa secara umum penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen lebih baik daripada siswa kelas kontrol. Penalaran matematis siswa baik, jika siswa mampu menyelesaikan soal-soal sesuai indikator-indikator penalaran tersebut dengan benar. Siswa dikatakan

mampu dalam menyelesaikan tes akhir apabila siswa dapat mencapai skala 3 atau 4. Secara umum penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa siswa pada kelas eksperimen lebih banyak yang tepat dalam kemampuan mengajukan dugaan daripada kelas kontrol. Kemampuan mengajukan dugaan menuntut peserta didik untuk merumuskan berbagai kemungkinan pemecahan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya. Hasil jawaban siswa pada kelas sampel menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengajukan dugaan karena seluruh kemungkinan penyelesaian butir soal 1 telah mampu dirumuskan dengan baik sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya. Namun siswa yang mengajukan dugaan dengan tepat pada kelas eksperimen lebih banyak dari pada kelas kontrol.

Pada indikator menarik kesimpulan dari suatu pernyataan. Kemampuan mengajukan dugaan menuntut peserta didik untuk merumuskan berbagai kemungkinan pemecahan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya. Siswa pada kelas eksperimen lebih banyak yang lengkap, jelas, dan benar dalam menarik kesimpulan dari suatu pernyataan daripada kelas kontrol. Jawaban siswa pada kelas eksperimen telah mampu menarik kesimpulan dari suatu pernyataan sesuai pengetahuan yang dimilikinya dengan baik walaupun masih ada sedikit kekurangan dalam menarik kesimpulan. Sedangkan jawaban siswa pada kelas kontrol masih salah dalam memberikan alasan untuk menarik suatu kesimpulan pada panjang salah satu sisi pada soal tes akhir. Namun, secara umum kemampuan menarik kesimpulan dari suatu pernyataan pada kelas sampel sudah baik.

Untuk indikator memberikan alternatif bagi suatu argumen. Kemampuan memberikan alternatif bagi suatu argumen menghendaki siswa untuk menemukan berbagai alternatif untuk menjawab pertanyaan yang ada dengan alasan yang tepat dan benar. Siswa pada kelas eksperimen lebih banyak yang dapat memberikan alternatif bagi suatu argumen dengan mengikuti argumen yang logis, menggunakan fakta dan hubungan dalam menyelesaikan soal daripada kelas kontrol. Siswa di kelas eksperimen umumnya sudah benar dalam memberikan alternatif bagi suatu argumen namun masih ada sedikit kesalahan. Siswa telah mampu memberikan alternatif bagi suatu argumen yang mereka gunakan untuk mendapatkan jawaban yang benar sesuai pengetahuan yang dimilikinya walaupun masih ada kesalahan pada alasan menjawab soal. Hal ini berbeda dengan jawaban siswa di kelas kontrol. Beberapa jawaban siswa pada kelas kontrol masih kurang lengkap dalam memberikan alternatif suatu argumen untuk mendapatkan jawaban yang benar. Ini membuktikan bahwa penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen untuk indikator memberikan alternatif bagi suatu argumen lebih baik daripada kelas kontrol.

Penalaran matematis siswa untuk indikator menemukan pola pada suatu gejala matematis yaitu siswa pada kelas eksperimen lebih banyak yang tepat menggunakan pola untuk membuat generalisasi daripada kelas kontrol. Siswa pada kelas eksperimen telah mampu menemukan pola matematis yang mereka gunakan untuk mendapatkan jawaban yang benar sehingga dapat menjawab pernyataan yang ada pada soal. Untuk menentukan apakah pernyataan Bilqis benar atau salah maka siswa menentukan nilai a terlebih dahulu menggunakan pola atau cara yang mereka temukan. Setelah itu, untuk mendapatkan nilai b , maka siswa juga berusaha menemukan pola atau caranya sehingga didapatkan perbandingan nilai a dan b adalah $3 : 5$. Oleh sebab itu diperoleh bahwa pernyataan Bilqis itu benar. Hal ini berbeda dengan jawaban siswa di kelas kontrol bahwa jawaban siswa pada kelas kontrol masih terdapat beberapa kesalahan dalam menemukan pola atau cara untuk menjawab pernyataan yang ada. Ini membuktikan bahwa penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen untuk indikator menemukan pola pada suatu gejala matematis lebih baik daripada kelas kontrol.

Pada indikator kemampuan melakukan manipulasi matematika. Kemampuan melakukan manipulasi matematika digunakan dalam menyelesaikan suatu permasalahan dengan menggunakan cara tertentu sehingga tercapai tujuan yang dikehendaki soal. Pada kemampuan ini terlihat bahwa siswa pada kelas kontrol lebih banyak yang benar dalam melakukan manipulasi matematika daripada kelas eksperimen. Namun rata-rata nilai siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas

kontrol. Siswa pada kelas sampel pada umumnya telah mampu dalam melakukan manipulasi matematika dengan baik karena cara yang digunakan untuk menyelesaikan soal nomor 5 sudah tepat yaitu menggunakan dalil titik tengah segitiga. Pada soal tersebut siswa bisa memanipulasi gambar dengan memisalkan O sebagai titik perpotongan ruas garis EF dengan AD sehingga memunculkan ingatan siswa dengan dalil titik tengah segitiga untuk menentukan panjang EO. Setelah itu mereka melihat hubungan OF dengan AB bahwa masih berlaku dalil titik tengah segitiga, sehingga didapatkan panjang AB maka diperoleh perbandingan AB dengan CD. Namun pemberian alasan pada jawaban siswa kurang lengkap.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh data tes akhir pada kedua kelas sampel berdistribusi normal dengan P -value untuk kelas eksperimen adalah 0,080 dan 0,716 untuk kelas kontrol. Hasil dari uji homogenitas variansi kelas sampel diperoleh P -value = 0,101, karena P -value yang diperoleh dari kelas sampel lebih dari $\alpha = 0,05$. Berarti, data sampel mempunyai variansi yang homogen. Untuk menguji hipotesisnya digunakan uji t dan diperoleh P -value = 0,001. Ini berarti P -value lebih kecil dari taraf nyata ($\alpha = 0,05$), maka tolak H_0 . Hal ini menunjukkan bahwa penalaran matematis siswa dengan menggunakan teknik *probing prompting* lebih baik dari siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional di Kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung. Hal ini membuktikan bahwa memang benar teknik *probing prompting* memberikan pengaruh dengan meningkatnya penalaran matematis siswa pada kelas eksperimen, karena teknik *probing prompting* melibatkan siswa secara aktif untuk menyelesaikan permasalahan dengan cara guru menyajikan pertanyaan-pertanyaan yang menuntun dan menggali pengetahuan siswa.

Hal ini juga sejalan dengan dengan pernyataan Suherman bahwa teknik *probing prompting* adalah pembelajaran dengan cara guru menyajikan serangkaian pertanyaan yang sifatnya menuntun dan menggali sehingga terjadi proses berpikir yang mengaitkan pengetahuan tiap siswa dan pengalamannya dengan pengetahuan baru yang sedang dipelajari [5]. Sehingga dengan teknik ini, penalaran matematis siswa tersasah dengan baik.

Teknik *probing prompting* mempunyai 7 langkah pembelajaran. Pada **langkah pertama**, guru menghadapkan siswa pada situasi baru yang mengandung permasalahan. Misalnya guru meminta siswa mengamati papan tulis yang berbentuk persegi panjang, lalu guru menanyakan banyaknya simetri lipat dan simetri putar pada bangun tersebut. Selanjutnya pada **langkah kedua** guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan jawabannya. Langkah pertama dan kedua tersebut dapat meningkatkan kemampuan mengajukan dugaan dan manipulasi matematika karena siswa ditunjuk secara acak untuk dapat memberikan solusi dari suatu permasalahan. Jika siswa merasa kesulitan dalam menjawab permasalahan tersebut, maka guru memberikan pertanyaan *prompting* sehingga siswa mampu menjawab dengan benar dan tepat.

Pada **langkah ketiga** guru mengajukan persoalan yang sesuai dengan indikator kepada seluruh siswa. Misalnya guru meminta siswa menentukan besarnya sudut yang terdapat pada gambar yang diberikan guru. **Langkah keempat** guru menunggu beberapa saat untuk memberikan kesempatan kepada siswa untuk merumuskan jawaban dengan berdiskusi dalam kelompok. Selanjutnya **langkah kelima** guru menunjuk salah satu siswa untuk menjawab pertanyaan. Ketiga langkah tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk dapat menarik kesimpulan dari suatu pernyataan, memberikan alternatif bagi suatu argumen, dan menemukan pola pada suatu gejala matematis sesuai dengan permasalahan yang ada.

Setelah guru menunjuk salah satu siswa untuk menjawab pertanyaan, maka dilanjutkan pada **langkah keenam** yaitu jika jawaban siswa tepat maka guru akan meminta tanggapan kepada siswa lain tentang jawaban tersebut untuk meyakinkan bahwa seluruh siswa terlibat dalam kegiatan yang sedang berlangsung. Namun jika jawaban yang diberikan siswa kurang tepat, tidak tepat, atau diam, maka guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan lain yang jawabannya merupakan petunjuk dari penyelesaian soal tersebut. Misalnya guru menanyakan kepada siswa mengenai banyaknya simetri lipat pada segi

delapan beraturan. Jika siswa menjawab salah, maka guru memberikan pertanyaan lain mengenai banyaknya simetri lipat pada segi empat beraturan dan segi lima beraturan sehingga dari pertanyaan tersebut, siswa mendapatkan kesimpulan mengenai banyaknya simetri lipat pada segi delapan beraturan. Lalu dilanjutkan dengan pertanyaan yang menuntut siswa berpikir pada tingkat yang lebih tinggi, sampai dapat menjawab pertanyaan sesuai dengan indikator. Pertanyaan yang dilakukan pada langkah keenam ini diajukan pada beberapa siswa yang berbeda agar seluruh siswa terlibat dalam kegiatan *probing prompting*. Selanjutnya pada **langkah ketujuh** guru mengajukan pertanyaan akhir pada siswa yang berbeda untuk lebih menekankan bahwa indikator tersebut benar-benar telah dipahami oleh seluruh siswa. Oleh sebab itu langkah keenam dan ketujuh ini mampu meningkatkan penalaran siswa dalam memberikan alternatif bagi suatu argumen dan menarik kesimpulan.

Sedangkan pada pembelajaran konvensional, guru langsung menunjukkan langkah-langkah penyelesaian dari sebuah persoalan kepada siswa jika siswa tidak mampu menjawabnya. Sehingga siswa kurang diberikan kesempatan untuk menemukan sendiri jawaban dari sebuah persoalan yang dirasa sulit bagi siswa.

Jadi, berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa terjadinya peningkatan pada penalaran matematis siswa untuk kelima indikator dan penalaran matematis pada kelas eksperimen lebih baik daripada penalaran matematis siswa kelas kontrol. Hal ini dapat tercapai karena pada pembelajaran ini guru tidak langsung memberikan pengetahuan baru kepada siswa namun dengan cara menyajikan serangkaian pertanyaan yang sifatnya menuntun dan menggali sehingga terjadi proses berpikir yang mengaitkan pengetahuan yang dimiliki dengan pengetahuan baru yang ingin dicapai. Oleh sebab itu pembelajaran menggunakan teknik *probing prompting* yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya untuk melatih siswa melakukan penalaran.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa penalaran matematis siswa yang belajar dengan menggunakan teknik *probing prompting* lebih baik dari penalaran matematis siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional di kelas X MIA SMAN 1 Lubuk Alung tahun pelajaran 2014/2015. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran dengan teknik *probing prompting* mempengaruhi penalaran matematis siswa. Ini dibuktikan dengan rata-rata nilai siswa pada kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol, padahal diberikan soal latihan, pekerjaan rumah dan Lembar Kerja Siswa yang sama untuk kedua kelas namun yang membedakan adalah perlakuan dan teknik yang digunakan saat proses pembelajaran.

Penggunaan teknik *probing prompting* dalam proses pembelajaran dapat membuat suasana kelas menjadi tegang karena siswa terlihat cemas ketika ditunjuk oleh guru untuk menyelesaikan sebuah persoalan. Oleh sebab itu guru diharapkan untuk membuat suasana kelas menjadi menyenangkan yaitu dengan sesekali memberikan candaan dan tawa disela-sela pembelajaran agar siswa merasa lebih nyaman dan mudah memahami setiap permasalahan yang diberikan guru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suherman, E., dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [2] Tim Penulis. 2014. *Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 tentang Pedoman Mata Pelajaran Matematika SMA/ MA/ SMK/ MAK*. Jakarta.
- [3] Shadiq, Fadjar. 2004. *Penalaran, Pemecahan Masalah, dan Komunikasi*. Yogyakarta: PPPG

Matematika.

- [4] Thontowi, Ahmad. 1993. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: Angkasa.
- [5] Huda, Miftahul. 2013. *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran*. Malang: Gramedia.
- [6] Seniati, L., Yulianto, A., dan Setiadi, B.N. 2011. *Psikologi Eksperimen*. Jakarta: Indeks.
- [7] Iryanti, Puji. 2004. *Penilaian Unjuk Kerja*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Penataran Guru Matematika.

MATHEMATICAL REASONING SKILLS ANALYSIS of CLASS X SMA 5 BUKITTINGGI THROUGH APPLICATION of PROBLEM BASED LEARNING MODEL

Mukhni¹, Mirna², dan Rahmi Hijri³

¹Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: mukhniajoo@yahoo.co.id

²Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

³Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

e-mail: hijri@yahoo.com

Abstract . Most students of grade X SMAN 5 Bukittinggi school year 2014-2015 has not been able to solve mathematical reasoning problems properly. This is one of the effects of the learning process of mathematics which is less emphasis on the reasoning, even though mathematical reasoning is one of the goals to be achieved when they learn mathematics. The application of Problem Based Learning (PBL) model in learning mathematics is one solution that can be used to solve this problem. The type of this research is a Quasi-Experiment with *Nonequivalent Posttest Only Control Group Design*. The instrument of this study is the final test that measures students' reasoning ability. The t-test with a real level of $\alpha = 0.05$ was used to analyze the data. Based on the analysis, obtained P-value of 0.018, which means the mathematical reasoning abilities of students who applied the model PBL is better than the conventional learning at grade X SMAN 5 Bukittinggi. This means that the application of the model PBL has effect on mathematical reasoning skills of students grade X SMAN 5 Bukittinggi. From five indicators reasoning abilities that had been tested 90.91% of the tested students were able to perform mathematical manipulation in making generalizations, 84.85% of students had been able to do a prediction, 78.79% of students have been able to draw conclusions from a mathematical problem, 54.54% students have been able to check the validity of an argument, and only 27.28% of students were able to compile the evidence properly.

Keywords: Mathematical Reasoning, PBL, Quasi Experiment

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran wajib untuk setiap jenjang pendidikan. Matematika dibangun oleh kumpulan-kumpulan fakta, konsep, prinsip, dan prosedur, yang menuntut siswa untuk berpikir secara terstruktur, sistematis dan hirarkis. Fakta merupakan suatu kemufakatan dalam matematika menjadi suatu hal yang wajib diketahui siswa untuk sampai kepada pemahaman mengelompokkan objek (konsep). Sedangkan prinsip sebagai rangkaian dari konsep-konsep matematika menjadi prasyarat dalam menyusun suatu algoritma yang benar. Rangkaian berpikir matematis ini tidak hanya memberikan dampak positif terhadap kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematis saja, akan tetapi juga masalah-masalah lain di luar matematika.

Tujuan pembelajaran matematika sekolah berdasarkan Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 dijelaskan untuk semua jenjang pendidikan dasar dan menengah adalah agar siswa mampu: (1) Memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah, (2) Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika, (3) Memecahkan masalah yang meliputi kemampuan memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model

dan menafsirkan solusi yang diperoleh, (4) Mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah, (5) Memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan yaitu rasa ingin tahu, perhatian, dan minat dalam mempelajari matematika, serta sikap ulet dan percaya diri dalam pemecahan masalah. [1]

Pelaksanaan proses pembelajaran matematika di kelas, hendaknya guru memperhatikan ke lima aspek tujuan tersebut, sehingga siswa mampu memahami matematika dengan baik. Kenyataannya tidak semua siswa mampu menguasai ke lima aspek tersebut, misalnya pada siswa kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi. Salah satu indikator yang digunakan yaitu dari hasil ulangan harian kedua pada Semester 1 (Juli-Desember) 2014, dimana sebagian besar siswa kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi belum tuntas (yang tuntas berkisar dari 45% - 57%), sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Persentase Siswa Tuntas dan Tidak Tuntas pada Ulangan Harian Kedua Semester 1 Periode Juni- Desember 2014

Kelas	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
Tuntas (%)	57,58	52,94	50,00	55,88	40,91	45,24	48,78	51,22	52,38	45,00
Tidak Tuntas (%)	42,42	47,06	50,00	44,12	59,09	54,76	51,22	48,78	47,62	55,00

Sumber : Guru matematika kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi

Rendahnya pemahaman siswa ini merupakan dampak dari proses pembelajaran yang telah dilakukan sebelumnya. Guru telah berupaya menciptakan pembelajaran yang melibatkan siswa aktif dalam pembelajaran, misalnya melalui kegiatan diskusi, memotivasi siswa untuk mau menyampaikan ide-idenya terhadap materi yang sedang dibahas, melakukan tanya jawab, memberi contoh penyelesaian soal yang lebih bervariasi, dan lain sebagainya. Namun kenyataannya hasil yang diperoleh belum memuaskan.

Berdasarkan hasil analisis terhadap lembar jawaban siswa pada ulangan harian (mengukur kemampuan pemahaman konsep dan penalaran), maka siswa yang belum tuntas pada Tabel 1, pada umumnya kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal penalaran. Salah satu penyebab rendahnya kemampuan penalaran matematis siswa ini adalah pembelajaran yang terlaksana tidak menantang siswa untuk berpikir secara optimal. Akibatnya siswa juga tidak mampu untuk memecahkan soal-soal yang kompleks yang membutuhkan penalaran dalam penyelesaiannya. Padahal selama dilakukan observasi, terlihat bahwa siswa memiliki motivasi yang cukup tinggi untuk belajar. Hal ini tercermin dari aktivitas dan pertanyaan yang diajukan siswa selama pembelajaran. Oleh karena itu guru dituntut mampu memilih model yang tepat, agar siswa secara optimal dapat mengembangkan kemampuan matematis, yang salah satunya adalah kemampuan penalaran.

Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan membantu siswa meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa adalah model *Problem Based Learning* (PBL). PBL adalah model pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya permasalahan yang membutuhkan penyelidikan autentik [3]. Permasalahan yang diberikan berupa persoalan nyata yang tidak menghendaki jawaban sederhana, bahkan memungkinkan adanya berbagai macam solusi. Melalui penyelidikan autentik siswa dituntut untuk melakukan kegiatan menganalisis dan mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisa informasi, melakukan eksperimen, membuat inferensi serta merumuskan kesimpulan.

Tahapan pembelajaran dengan model PBL menurut Ibrahim dan Nur (2000) terdiri dari lima, yaitu tahap: 1) mengorientasi siswa kepada masalah, 2) mengorganisasikan siswa untuk belajar, 3) membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, 4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, 5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah [4]. Pemberian masalah pada awal pembelajaran sebagai stimulus, dimana siswa harus memberikan alternatif disertai dengan argumen-argumen yang logis. Siswa dikelompokkan menjadi kelompok-kelompok diskusi. Melalui arahan dan bimbingan guru, siswa mengevaluasi apa yang mereka ketahui, mengidentifikasi apa yang perlu mereka ketahui, mengumpulkan informasi, dan mengevaluasi suatu hipotesis berdasarkan data yang telah mereka kumpulkan. Adapun hasil diskusi siswa akan ditampilkan dalam bentuk hasil karya yang akan ditampilkan dan dievaluasi.

Berdasarkan tahapan pembelajaran yang terdapat pada PBL tersebut siswa ditantang untuk memberikan solusi dari masalah yang kompleks. Tahapan penemuan solusi ini akan menghendaki aktivitas berpikir yang juga kompleks. Pada kegiatan ini siswa akan melakukan kegiatan menganalisis dan mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisa informasi, melakukan eksperimen, membuat inferensi serta merumuskan suatu kesimpulan. Proses berpikir seperti inilah yang melatih siswa untuk mahir dalam bernalar.

Penalaran merupakan suatu aktivitas berpikir untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu pernyataan baru yang benar berdasarkan pada beberapa pernyataan yang kebenarannya telah dibuktikan ataupun diasumsikan sebelumnya [2]. Adapun indikator-indikator penalaran matematis yang terdapat pada Peraturan Dirjen Dikdasmen No. 506/C/PP/2004 adalah (1) Mengajukan dugaan, (2) Melakukan manipulasi matematika, (3) Menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi, (4) Menarik kesimpulan dari pernyataan, (5) Memeriksa kesahihan suatu argumen, (6) Menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi [1]. Indikator-indikator tersebutlah yang menjadi pedoman bagi guru dalam menilai ketercapaian kemampuan penalaran siswanya. Kemampuan siswa dalam melakukan indikator penalaran tersebut juga tergantung kepada model pembelajaran yang diterapkan guru di kelas.

Sebelumnya telah terdapat beberapa penelitian tentang penalaran maupun PBL yang menjadi salah satu pedoman dalam pelaksanaan penelitian ini. Penelitian relevan tersebut adalah penelitian yang dilakukan oleh Ririn Afriani pada tahun 2013 dengan judul “Pengaruh Pembelajaran dengan Teknik *Probing-Prompting* terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas X SMAN 1 Padang”, dan penelitian oleh Tomi Tridaya Putra pada tahun 2012 dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Basa Ampek Balai Tapan dalam Pembelajaran Matematika”.

Mengacu kepada permasalahan siswa, definisi penalaran dan PBL, serta penelitian yang relevan, maka dilakukan penelitian dengan rumusan masalah: apakah kemampuan penalaran matematis siswa yang diterapkan model *Problem Based Learning* lebih baik daripada yang diterapkan pembelajaran konvensional pada kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi? Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kemampuan penalaran matematis siswa yang diterapkan model *Problem Based Learning* lebih baik daripada yang diterapkan pembelajaran konvensional pada kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah *Quasi Eksperiment* dengan desain *Nonequivalent Posttest Only Control Group Design* [5].

Tabel 2. *Nonequivalent Posttest Only Control Group Design*

Kelas	Variabel Terikat	Post-test
Eksperimen	X	O
Kontrol	-	O

Keterangan:

- X : diterapkan model PBL
- : tidak diterapkan PBL
- O : diberikan tes kemampuan penalaran matematis

Populasi penelitian adalah siswa kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi yang terdiri dari sepuluh kelas dengan jumlah siswa 385 orang. Untuk keperluan penelitian ini diperlukan dua kelompok siswa sebagai sampel penelitian, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *Random Sampling*. Adapun kelas sampel yang terpilih adalah kelas X_1 sebagai kelompok kelas eksperimen dan kelas X_3 sebagai kelompok kelas kontrol.

Instrumen penelitian adalah berupa tes akhir yang mengukur kemampuan penalaran matematis siswa. Untuk mendapatkan soal tes akhir yang baik maka terlebih dulu dilakukan validasi soal tes. Item soal yang telah valid diujicobakan kepada siswa kelas X SMA Negeri 1 Baso. Hasil analisis

terhadap jawaban siswa, menunjukkan bahwa semua soal tes dapat dipakai dengan indeks reliabilitas tes adalah $r_{tt} = 0,83$.

Uji hipotesis yang digunakan adalah uji-t dengan taraf nyata 0,05 [6]

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad \text{Dimana} \quad S^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

Keterangan:

- \bar{x}_1 = nilai rata-rata kelas eksperimen
- \bar{x}_2 = nilai rata-rata kelas kontrol
- s_1 = standar deviasi kelas eksperimen
- s_2 = standar deviasi kelas kontrol
- s = standar deviasi gabungan
- n_1 = jumlah siswa kelas eksperimen
- n_2 = jumlah siswa kelas kontrol

Adapun hipotesis yang diuji adalah :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

μ_1 = Rata-rata hasil tes kemampuan penalaran matematis kelompok siswa yang diterapkan model *Problem Based Learning*

μ_2 = Rata-rata hasil tes kemampuan penalaran matematis kelompok siswa yang diterapkan model konvensional.

2. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil olahan tes akhir tentang kemampuan penalaran siswa pada kedua kelas sampel penelitian, diperoleh skor rata-rata (\bar{x}), simpangan baku (S), skor tertinggi (x_{max}), dan skor terendah (x_{min}) seperti tertera pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Deskripsi Data Tes Akhir

Kelompok Siswa Kelas	N	\bar{x}	S	X_{max}	X_{min}
Eksperimen	33	70,61	15,65	100	45
Kontrol	34	62,06	16,97	95	35

Berdasarkan data pada Tabel 3, skor rata-rata hasil tes akhir siswa pada kelompok kelas eksperimen lebih tinggi dari pada skor rata-rata siswa kelompok kelas kontrol. Simpangan baku kelompok siswa kelas eksperimen lebih kecil dari pada kelompok siswa kelas kontrol. Artinya kemampuan penalaran matematis kelompok siswa kelas eksperimen lebih seragam daripada kemampuan penalaran kelompok siswa kelas kontrol. Skor maksimum dan minimum kelompok siswa kelas eksperimen juga lebih tinggi dari pada skor maksimum dan minimum kelompok siswa kelas kontrol.

Data hasil tes akhir siswa pada kedua kelas sampel tersebut dianalisis untuk menguji kebenaran hipotesis penelitian yang telah dirumuskan. Terlebih dahulu dilakukan uji normalitas terhadap data dengan uji *Anderson-Darling*, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Data Tes Akhir Kelas Sampel

Kelas	P-value	Keterangan
Eksperimen	0,119	Normal
Kontrol	0,262	Normal

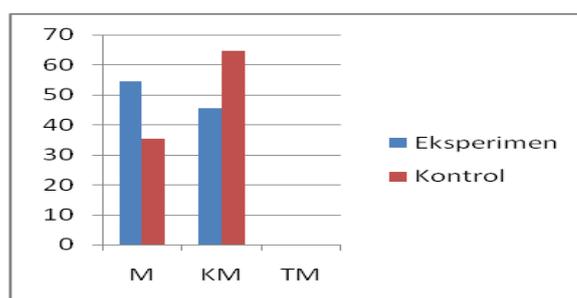
Selain uji normalitas, juga dilakukan uji homogenitas terhadap data dengan uji-F, sehingga diperoleh P-value sebesar 0,648. Artinya data hasil tes akhir kedua kelas sampel memiliki variansi yang homogen. Berdasarkan uji-t diperoleh P-value sebesar 0,018. Artinya H_0 ditolak, atau kemampuan penalaran matematis siswa yang diterapkan model PBL lebih baik daripada yang diterapkan pembelajaran konvensional pada kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi.

Pengaruh penerapan model PBL ini lebih rinci dapat terlihat pada persentase siswa pada setiap skala penilaian. Persentase siswa yang mampu menjawab pada masing-masing indikator dan skala, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

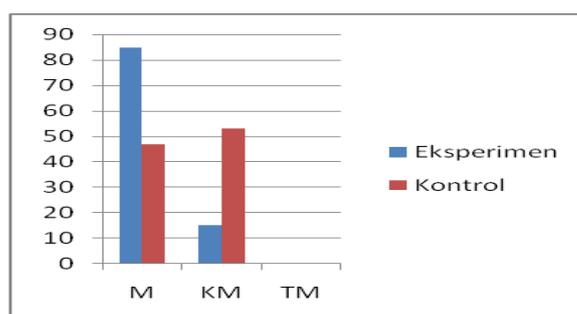
Tabel 5. Persentase Siswa untuk Setiap Skala Penilaian Indikator Penalaran Matematis pada Tes Akhir

Indikator	Kelas	Banyak siswa (%)				
		4	3	2	1	0
Memeriksa kesahihan argumen	Eksperimen	21,2	33,3	45,5	0	0
	Kontrol	11,8	23,5	47,1	17,6	0
Mengajukan dugaan	Eksperimen	33,3	51,5	15,2	0	0
	Kontrol	23,5	23,5	50,0	3,0	0
Menyusun bukti	Eksperimen	6,0	21,2	36,4	36,4	0
	Kontrol	0	29,4	55,9	14,7	0
Menarik kesimpulan	Eksperimen	33,3	45,5	21,2	0	0
	Kontrol	11,8	35,3	47,0	5,9	0
Manipulasi matematika	Eksperimen	18,2	72,7	9,1	0	0
	Kontrol	14,7	47,1	38,2	0	0
Rata-rata	Eksperimen	22,4	44,9	25,5	7,3	0
	Kontrol	12,4	31,8	47,7	8,2	0

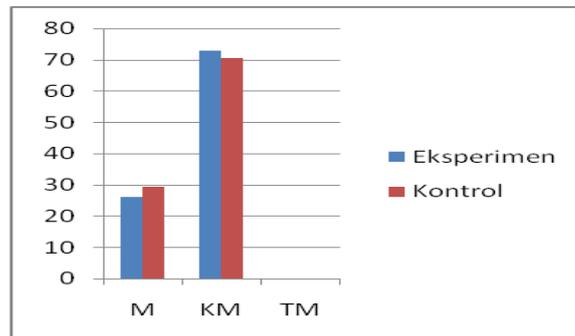
Penyajian persentase siswa pada masing-masing skala penilaian tersebut sebagai suatu gambaran ketercapaian siswa pada masing-masing indikator penalaran. Untuk penyajian data yang lebih sederhana, maka diasumsikan bahwa siswa yang memperoleh skala 3 dan 4 dikategorikan mampu (M), skala 1 dan 2 dikategorikan kurang mampu (KM), sedangkan skala 0 dikategorikan tidak mampu (TM). Berikut ini grafik persentase ketercapaian siswa pada masing-masing indikator penalaran.



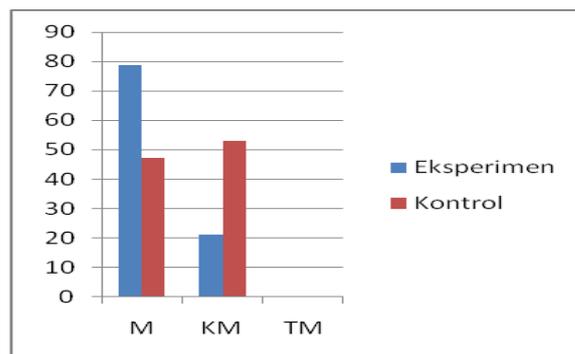
Gambar 1. Persentase Ketercapaian Siswa pada Indikator Memeriksa Kesahihan Argumen



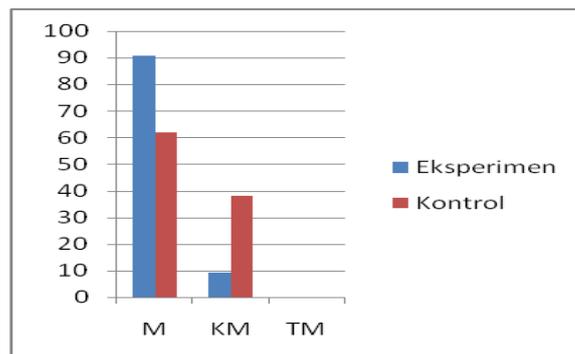
Gambar 2. Persentase Ketercapaian Siswa pada Indikator Mengajukan Dugaan



Gambar 3. Persentase Ketercapaian Siswa pada Indikator Menyusun Bukti



Gambar 4. Persentase Ketercapaian Siswa pada Indikator Menarik Kesimpulan



Gambar 5. Persentase Ketercapaian Siswa pada Indikator Memanipulasi Matematika

Siswa pada kelas eksperimen secara umum dapat dikatakan telah mampu melakukan penalaran. Hal ini terlihat dari grafik 1 s/d 5 bahwa 54,5% siswa telah mampu memeriksa kesahihan argumen, 84,8% siswa telah mampu mengajukan dugaan, 27,2% siswa mampu menyusun bukti, 78,8% siswa mampu menarik kesimpulan, dan 90,9% siswa mampu melakukan manipulasi matematika. Persentase siswa paling tinggi terdapat pada indikator melakukan manipulasi matematika, dan terendah pada indikator menyusun bukti. Meskipun demikian, rata-rata dari persentase siswa yang tergolong mampu bernalar pada kelas ini mencapai 67,3%. Artinya lebih dari separuh siswa pada kelas eksperimen telah mampu bernalar.

Siswa pada kelas kontrol secara umum dikategorikan kurang mampu melakukan penalaran. Hanya 35,3% siswa yang mampu memeriksa kesahihan argumen, 47,0% siswa mampu mengajukan dugaan, 29,4% siswa mampu menyusun bukti, 47,1% siswa mampu menarik kesimpulan, dan 61,8% siswa mampu melakukan manipulasi matematika. Hal ini menunjukkan bahwa persentase siswa pada

kelas kontrol yang dikategorikan mampu bernalar lebih sedikit jika dibandingkan dengan persentase siswa pada kelas eksperimen. Meskipun persentase siswa pada indikator melakukan manipulasi matematika cukup besar, namun rata-rata siswa yang tergolong mampu bernalar pada kelas ini hanyalah 44,2%. Artinya kurang dari separuh siswa pada kelas kontrol yang mampu bernalar dengan baik.

Untuk kedua kelas sampel, tidak seorangpun siswa yang tidak mampu bernalar. Semua siswa telah berusaha menjawab semua pertanyaan penalaran yang diberikan meskipun pada tingkatan yang berbeda. Hal ini adalah suatu kenyataan bahwa siswa kelas X SMAN 5 Bukittinggi pada dasarnya memiliki motivasi yang tinggi untuk memecahkan persoalan yang diberikan. Kenyataan ini adalah suatu potensi yang harus dikembangkan guru dalam setiap kegiatan pembelajaran.

Perbedaan kemampuan penalaran siswa pada kelas eksperimen dan kontrol adalah cerminan dari proses pembelajaran yang terjadi di kelas. Artinya penerapan model PBL berpengaruh terhadap kemampuan penalaran matematis siswa. Dimana kemampuan penalaran matematis siswa yang diterapkan model PBL lebih baik daripada yang diterapkan pembelajaran konvensional, pada kelas X SMAN 5 Bukittinggi..

Model PBL yang terdiri dari lima tahapan, secara terstruktur menuntut dan menuntun siswa untuk berpikir kritis. Pembelajaran diawali dengan menyajikan masalah yang kompleks kepada siswa. Kemudian dengan menggunakan LAS siswa dituntun untuk menemukan solusi dari permasalahan. Selama proses penemuan solusi inilah siswa dituntut untuk paham dengan apa yang telah mereka ketahui dan apa yang harus mereka ketahui. Untuk itu siswa bersama teman sekelompoknya mengumpulkan informasi yang relevan dengan persoalan tersebut. Rangkaian kegiatan ini secara bertahap melatih siswa untuk mengembangkan kemampuan mengemukakan dugaan, memanipulasi data, hingga menarik kesimpulan, sebagaimana yang terdapat pada indikator penalaran.

Sedangkan pada pembelajaran konvensional, guru langsung memberikan konsep dalam bentuk final kepada siswa. Dan siswa hanya menggunakan konsep tersebut untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang diberikan guru. Meskipun guru sering memberikan pertanyaan pancingan kepada siswa untuk sampai kepada pemahaman tentang konsep berikutnya, namun pada kenyataannya siswa hanya mampu memperoleh skala penilaian penalaran yang rendah. Siswa terlihat kesulitan karena tidak terbiasa dalam menganalisis sebagaimana yang terdapat pada tahapan PBL.

Sama halnya dengan penelitian lain, terdapat beberapa kendala dalam pelaksanaan penelitian ini. (1) Siswa umumnya membutuhkan waktu yang lama dalam menyelesaikan LAS yang diberikan. Hal ini karena siswa belum terbiasa dengan LAS yang menuntut mereka untuk menemukan sendiri solusi dari permasalahan yang kompleks. Selama ini mereka terbiasa dengan LAS yang hanya berisikan contoh soal dan latihan sederhana. (2) Sebagian siswa tidak membawa buku paket matematika pada saat belajar, akibatnya mereka tidak memiliki sumber belajar untuk menyelesaikan LAS. (3) Terdapat jam pelajaran matematika yang dipisahkan dengan waktu istirahat, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk membuat siswa kembali berkonsentrasi untuk belajar. Dan (4) banyaknya minggu yang tidak efektif karena banyaknya hari libur seperti libur ujian sekolah, dan libur ujian nasional, serta banyaknya kegiatan sekolah yang menyita waktu pembelajaran. Hanya saja kendala tersebut dapat diminimalisir jika guru mampu menyikapi semua itu dengan bijak.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap jawaban tes akhir siswa, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa yang diterapkan model PBL lebih baik daripada yang diterapkan pembelajaran konvensional pada kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi. Artinya bahwa penerapan model PBL memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan penalaran matematis siswa kelas X SMA Negeri 5 Bukittinggi. Adapun penalaran yang paling banyak dikuasai oleh siswa pada kelas eksperimen adalah indikator melakukan manipulasi matematika.

Daftar Pustaka

- [1] Wardhani, Sri. 2008. *Analisis SI Dan SKL Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs Untuk Optimalisasi Pencapaian Tujuan*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika.
- [2] Shadiq, Fajar. 2004. *Pemecahan Masalah, Penalaran dan Komunikasi*. Yogyakarta : PPPPTK Matematika

- [3] Trianto. 2009. Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif. Jakarta: Kencana Prerada Media Group
- [4] Ibrahim, Muslimin dan Mohamad Nur. 2000. Pengajaran Berdasarkan Masalah. Surabaya: Unesa University Press.
- [5] Hastjarjo, Dicky. 2008. Ringkasan Buku Quasi-Experimentation: Design & Analysis Issues For Field Settings.Pdf
- [6] Walpole,Ronald. E. 1992. Pengantar Statistika.Jakarta : PT.Gramedia Pustaka Utama

Penerapan Strategi Pembelajaran *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VIII SMPN 11 Padang

Minora Longgom Nasution¹ Dini Widiyastuti²

1) Jurusan Matematika Universitas negeri Padang

email: minora_nst@yahoo.com

2) Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang

Abstract . Mathematical communication is one of the competencies in mathematics learning goals where in that goals students' are expected to convey their mathematical ideas either in writing or orally which included the communication of ideas with symbols, tables, and diagrams or other media to explain a situation or problem. Implementing Thinking Aloud Pair Problem Solving (Tapps) learning strategy is predicted as one way to improve students' communication skills in order to determine whether the students' communication skills by using this strategy better than using conventional strategy. This research is a quasi-experimental research with Randomized Control Group Only Design. Population in this study was all students of class VIII SMPN 11 Padang. Sampling was conducted by random sampling technique where VIII.A class was selected as an experimental class and class VIII.C as the control class. The research instrument was a test of mathematical communication skills. The hypothesis was tested by using t-test '. The results showed that the students' mathematical communication skills using Thinking Aloud Pair Problem Solving (Tapps) strategy better than using conventional teaching strategy on the real level of 0.05.

Keywords: Mathematical Communication Skills, Thinking Aloud Pair Problem Solving (Tapps)

1. Pendahuluan

Tujuan pembelajaran matematika di dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional salah satu diantaranya mengkomunikasikan gagasan, penalaran serta mampu menyusun bukti matematika dengan menggunakan kalimat lengkap, simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah. Banyak persoalan ataupun informasi disampaikan dengan bahasa matematika, misalnya dengan menyajikan persoalan atau masalah kedalam model matematika yang dapat berupa diagram, persamaan matematika, grafik ataupun tabel. Mengkomunikasikan gagasan dengan bahasa matematika justru lebih praktis, sistematis, dan efisien [2]. Hal ini menyatakan bahwa komunikasi matematis merupakan salah satu kompetensi yang berperan penting dalam penyampaian ide-ide matematika baik secara tertulis maupun secara lisan dengan simbol, tabel, dan diagram atau media lain untuk memperjelas suatu keadaan atau masalah. Pentingnya kemampuan komunikasi dalam pembelajaran matematika yang harus dikuasai siswa, karena kemampuan komunikasi matematis mengantarkan siswa untuk dapat menyatakan hal-hal yang berhubungan dengan konsep ataupun pemecahan masalah matematika. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa tidak hanya diminta untuk belajar mengenai teori atau

konsep yang ada pada mata pelajaran matematika tetapi juga harus mampu untuk menyampaikan isi teori ataupun konsep secara lisan ataupun tulisan. Proses pembelajaran matematika diperlukan kemampuan komunikasi berbicara yang baik agar pesan permasalahan komunikasi matematis yang disampaikan dapat dipahami orang lain dan permasalahan matematika tersebut dapat terjawab dengan jelas.

Mengajar adalah proses memberikan bimbingan atau bantuan kepada anak didik dalam melakukan proses belajar [3] Selama proses belajar mengajar di dalam kelas berlangsung, guru dan siswa berinteraksi dan berkomunikasi, siswa yang satu dengan yang lain juga berinteraksi dan berkomunikasi [5]. Jadi, selama proses belajar mengajar guru tidak hanya berfungsi sebagai subjek yang menyampaikan materi pelajaran tetapi juga berfungsi memfasilitasi dan membimbing siswa yang kesulitan dalam belajar sehingga selama proses belajar mengajar terjadi komunikasi dua arah antara guru dengan siswa ataupun sebaliknya. Namun pada pembelajaran matematika sehari-hari jarang sekali siswa diminta untuk mengkomunikasikan ide-ide mengenai permasalahan matematika, sehingga mereka sulit memberikan penjelasan yang benar, jelas, dan logis atas jawabannya. Pembelajaran yang terjadi belum memfasilitasi siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis mengakibatkan kemampuan komunikasi matematis siswa menjadi rendah.

Salah satu alternatif untuk meningkatkan komunikasi matematis siswa dalam penelitian ini adalah strategi *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS). Aktivitas strategi TAPPS yang dilakukan dalam kelompok kecil yang mempunyai kemampuan akademik yang heterogen. Hal ini memungkinkan terjadinya interaksi yang positif antar siswa, sehingga dapat meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika. Pada strategi TAPPS kegiatan kelompok dilakukan secara berpasangan yaitu satu siswa berperan sebagai *problem solver* dan siswa lainnya berperan sebagai *listener*. Strategi TAPPS merupakan salah satu strategi pembelajaran berdasarkan masalah yang dilakukan secara kelompok. Selama belajar berkelompok tersebut siswa dibantu dengan menggunakan lembar kerja siswa (LKS), dimana untuk menyelesaikan LKS siswa bekerja secara berpasangan dalam kelompoknya masing-masing. Setelah LKS diberikan untuk masing-masing kelompok, siswa diminta untuk menentukan *problem solver* dan *listener* pertama untuk menyelesaikan permasalahan pertama. Kemudian *problem solver* dan *listener* pertama saling berganti peran untuk menyelesaikan permasalahan kedua. Pada strategi TAPPS *problem solver* bertugas untuk mengungkapkan semua hasil pemikirannya mengenai solusi dari masalah yang diberikan kepada *listener*, sedangkan *listener* bertugas untuk mendengarkan, memberikan dorongan dan usulan jika menemukan pernyataan *problem solver* yang tidak sesuai atau tidak dimengerti. Oleh karena itu, penerapan strategi TAPPS dapat melatih siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis. Dalam pembelajaran berkelompok siswa dilatih dan dibiasakan untuk saling berbagi pengetahuan, pengalaman, tugas dan tanggung jawab. Saling membantu dan berlatih berinteraksi, berkomunikasi, dan bersosialisasi.

Guru dapat mengukur sejauh mana pemahaman siswa terhadap suatu materi. Kemampuan komunikasi matematika siswa merupakan salah satu penentu apakah siswa sudah paham terhadap konsep-konsep matematika yang telah dipelajari selama proses pembelajaran. Komunikasi matematika ini bukan hanya menyatakan ide tetapi siswa juga bisa menjelaskan, menggambarkan, mendengar, menanyakan, klarifikasi, bekerja sama dan akhirnya bisa melaporkan apa yang telah diperolehnya. Hal inilah yang dikembangkan dengan penerapan strategi pembelajaran TAPPS dengan indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan pada penelitian ini adalah: a. menyajikan pernyataan matematika secara tertulis dan

gambar. b. melakukan manipulasi matematika. c. menarik kesimpulan, menyusun bukti, atau memberi alasan terhadap beberapa solusi. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan strategi pembelajaran *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) lebih baik dari pada kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional di kelas VIII SMPN 11 Padang.

2. Metode Penelitian

Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII SMPN 11 Padang. Pembelajaran yang diterapkan adalah pembelajaran dengan strategi TAPPS yang menggunakan bantuan LKS. Instrumen yang digunakan yaitu tes kemampuan komunikasi matematis siswa dengan bentuk soal essay sebanyak empat soal dengan materi pembelajaran Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). Teknik analisis data tes digunakan rubrik penskoran kemampuan komunikasi matematis siswa dengan skor 0 sampai dengan 4 yang dikonversikan ke dalam rentang 0 sampai 100. Untuk uji statistic digunakan uji t yang didahului dengan uji asumsi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil tes akhir dari pembelajaran yang menggunakan strategi TAPPS dan pembelajaran konvensional yang diikuti masing-masing 32 orang di kelas eksperimen dan di kelas kontrol tersaji sebagai berikut;

Tabel 1. Data Tes Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas Sampel

Kelas	Jumlah siswa	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata	Simpangan baku
Eksperimen	32	100	43	76,81	12,8
Kontrol	32	96	32	62,09	18,4

Hasil tes akhir yang terdapat pada table 1, dapat dinyatakan bahwa rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kemampuan komunikasi matematis kelas control dengan kemampuan siswa kelas eksperimen hampir seragam dibandingkan dari pada kelas control. Hal ini ditunjukkan oleh nilai simpangan baku kelas eksperimen lebih kecil dari pada kelas control. Dengan melakukan uji asumsi ternyata kedua kelas sampel menunjukkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis mereka mengikuti distribusi normal tetapi tidak menunjukkan variansi yang homogen. Hasil uji statistik dengan asumsi bahwa variansi tidak homogen diperoleh t' adalah 3,71 dengan t table bernilai 1,67 pada taraf nyata 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan strategi pembelajaran *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) lebih baik dari pada kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional di kelas VIII SMPN 11 Padang.

Hasil tes akhir kemampuan komunikasi matematis siswa tersebut berdasarkan rata-rata dan indikatornya disajikan pada table 2 berikut.

Tabel 2. Distribusi Nilai Rata-Rata Tes Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Berdasarkan Rubrik Penskoran

Indikator	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
a	3	2,8
b	3,3	2,68
c	1,8	1

Berdasarkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa yang tersaji pada tabel 2 dapat dinyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kemampuan komunikasi matematis siswa kelas control. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan strategi TAPPS dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan komunikasi matematis siswa. Untuk melihat besarnya persentase kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen dan kelas control berdasarkan indicator dan skor pada masing-masing soal tersaji pada table 3 dan table 4 berikut.

Tabel 3. Persentase Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas Eksperimen

No.soal	Indikator	Persentase Jumlah Siswa Sesuai Skala				
		Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
1a	a	0	0	9,38	81,24	9,38
	b	0	0	6,25	18,75	75
1b	b	6,25	9,38	15,63	9,38	59,36
1c	b	0	3,13	15,63	28,13	53,11
2a	b	0	6,25	12,5	62,5	18,75
2b	b	3,13	0	3,13	15,63	78,11
2c	c	31,3	12,5	21,88	9,38	20,25

Tabel 4. Persentase Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas Kontrol

No.soal	Indikator	Persentase Jumlah Siswa Sesuai Skala				
		Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4
1a	a	0	3,13	28,13	34,38	34,36
	b	9,38	9,38	9,38	9,38	62,48
1b	b	21,88	3,13	6,25	21,88	46,86
1c	b	9,38	0	6,25	43,74	40,63
2a	b	0	0	53,13	15,63	31,3
2b	b	3,13	46,86	28,13	6,25	15,63
2c	c	50	25	12,5	0	12,5

Berdasarkan hasil tes yang tersaji pada table 3 dapat dilihat bahwa persentase siswa pada indikator menyajikan pernyataan matematika secara tertulis dan gambar tak satupun siswa memperoleh skor 0. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada siswa kelas eksperimen yang salah dalam menginterpretasikan soal dan persentase jumlah siswa melukiskan gambar secara lengkap

dan benar serta mempresentasikan situasi soal dengan tepat lebih sedikit dari pada persentase jumlah siswa melukiskan gambar sebagian besar lengkap dan benar serta mempresentasikan situasi soal dengan tepat. Hal ini dimungkinkan karena siswa banyak tidak benar menuliskan pasangan titik untuk melukis grafik. Untuk indikator melakukan manipulasi matematika (untuk soal 1a) ternyata siswa telah dapat menyatakan dan menggunakan pernyataan model dan simbol dengan jelas sekalipun ada sedikit kekurangan. Untuk indikator menarik kesimpulan, menyusun bukti, atau memberi alasan terhadap beberapa solusi ternyata persentase jumlah siswa memperoleh skor 0 jauh lebih banyak dari pada skor 4. Hal ini dimungkinkan karena siswa masih belum mampu memberikan alasan atau bukti secara tepat, lengkap, dan logis serta perhitungannya benar bahkan tidak ada jawaban.

Berdasarkan table 4 dapat dinyatakan bahwa persentase siswa pada indikator menyajikan pernyataan matematika secara tertulis dan gambar tak satupun siswa memperoleh skor 0. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada siswa kelas kontrol yang salah dalam menginterpretasikan soal. Untuk indikator melakukan manipulasi matematik masih banyak siswa tidak dapat menjawab yang berarti masih banyak siswa tidak punya jawaban untuk memodelkan atau membuat pernyataan dengan symbol. Sehingga untuk indikator menarik kesimpulan, menyusun bukti, atau memberi alasan terhadap beberapa solusi dapat dikatakan sebagian besar siswa tidak melakukannya. Berdasarkan hasil tes kemampuan komunikasi matematis yang tergambar pada dua table di atas dapat dikatakan bahwa strategi TAPPS dapat memfasilitasi pengembangan dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil penelitian kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan strategi pembelajaran *Thinking Aloud Pair Problem Solving* (TAPPS) lebih baik dari pada kemampuan komunikasi matematis siswa yang belajar dengan pembelajaran konvensional di kelas VIII SMPN 11 Padang.

Daftar Pustaka

- [1] Depdiknas. 2006. *Permendiknas Nomor 22 tentang Standar Isi Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Depdiknas.
- [2] Shadiq,Fajar. 2004. *Pemecahan masalah, penalaran, dan komunikasi*. Bahan ajar. Yogyakarta: PPPG Matematika Yogyakarta. 20
- [3] Sudjana, Nana. 2009. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung. Sinar Baru Algensindo. 29
- [4] Widiyastuti,Dini. 2014. *Penerapan Strategi Pembelajaran Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS) terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VIII SMPN 11 Padang*. Skripsi.UNP
- [5] Winkel 1996. *Psikologi Pengajaran*. Jakarta. Grasindo. 135

TAHAP *PRELIMINARY RESEARCH* PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENEMUAN TERBIMBINGPADA MATERI LINGKARAN DAN GARIS SINGGUNG LINGKARAN UNTUK PESERTA DIDIK KELAS VIII SMP

Wahyu Saswika¹, Armiati², Darmansyah³

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan Matematika

e-mail: saswika_wahyu@yahoo.com

² Staf Pengajar Pascasarjana FMIPA UNP

³ Staf Pengajar Program Pascasarjana UNP

Abstract- *Student's mathematical problem solving skills is still not fully achieved yet. Teachers' effort is they can use Teaching Materials of Students' Worksheets(TMSW). However, the existing of TMSW have not facilitated students to develop mathematical problem solving ability optimally. This study aims to develop Teaching Materials of Students' Worksheets(TMSW) based on guided discovery learning for the mathmaterials of circle and tangents which are valid, practical, and effective. This research is a development research with Ploom model. This study consists of three phases,preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. Preliminary phase of research carried out a needs analysis, analysis of learners, curriculum analysis, analysis of the concept. In the prototype phase, it starts to design lesson equipments mathematics consist of lesson study and Teaching Materials of Students based guided discovery learning for circle and tangents, then carried out a formative evaluation to determine the validity and practicality of the product in the form of lesson equipments based on guided discovery learning. The last is assessment phase, this phase is to test the practicalities and effectiveness of assessment. The Effectiveness can be seen through quasi experiment research.*

Keywords: *guided discovery learning, Problem Based Learning, Lesson equipments.*

1. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu ilmu yang penting, karena selalu digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Itulah alasan matematika diajarkan pada setiap jenjang pendidikan. Matematika juga merupakan ilmu universal yang mendasari perkembangan teknologi modern dan berperan penting dalam memajukan berbagai disiplin ilmu. Secara umum, pembelajaran matematika bertujuan untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri agar sanggup menghadapi perubahan keadaan di dalam kehidupan dan di dunia yang selalu berkembang, melalui latihan bertindak atas dasar pemikiran logis, kritis, dan mempersiapkan peserta didik agar dapat menggunakan matematika serta pola pikir matematika dalam kehidupan sehari-hari dan dalam mempelajari berbagai disiplin ilmu.

Tujuan pembelajaran matematika berdasarkan peraturan menteri pendidikan nasional RI Nomor 58 tahun 2014 tentang kurikulum SMP mencakup beberapa aspek kemampuan, yakni pemahaman konsep matematika, penalaran, dan pemecahan masalah, mengkomunikasikan gagasan/ide, memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, memiliki sikap menghargai kegunaan matematika dalam kehidupan, melakukan kegiatan-kegiatan motorik yang menggunakan pengetahuan

matematika, menggunakan alat peraga sederhana maupun hasil teknologi untuk melakukan kegiatan-kegiatan matematika.

Berdasarkan tujuan pembelajaran matematika yang dikemukakan tersebut, jelaslah bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah kemampuan pemecahan masalah. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Pemecahan masalah dalam matematika termasuk proses menemukan jawaban dari suatu pertanyaan yang membutuhkan prosedur atau langkah yang nonrutin dan terdapat dalam suatu bentuk teks, teka-teki nonrutin dan situasi-situasi dalam kehidupan nyata [1].

Proses pembelajaran merupakan suatu proses yang mengandung serangkaian kegiatan guru dan peserta didik atas dasar timbal balik yang berlangsung secara edukatif. Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan dalam proses pembelajaran adalah penggunaan perangkat pembelajaran. Penggunaan perangkat pembelajaran yang tepat akan membantu peserta didik dalam memperoleh pengalaman belajar. Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam mengelola proses pembelajaran dapat berupa: Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Bahan Ajar dan instrumen evaluasi atau tes hasil belajar.

Silabus merupakan rencana pembelajaran pada suatu mata pelajaran yang mencakup standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian, alokasi waktu dan sumber belajar. Dalam pelaksanaannya dibuatlah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yakni panduan langkah-langkah yang akan dilakukan guru dalam proses pembelajaran yang disusun dalam skenario pembelajaran[2]. Pada proses pembelajaran, dapat digunakan berbagai bahan ajar seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) atau yang dulu disebut Lembar Kerja Peserta didik (LKS), Modul, buku paket, *hand out* dan lainnya. Dengan adanya bahan ajar yang bervariasi, peserta didik akan lebih tertarik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran dan peserta didik akan mendapatkan kesempatan untuk belajar sendiri, sehingga guru tidak lagi mendominasi kelas. Bahan ajar yang akan dibahas pada penelitian pengembangan ini adalah LKPD.

LKPD merupakan bahan ajar yang telah dirancang sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LKPD memuat sekumpulan kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan matematis sesuai indikator pembelajaran yang harus dicapai. Hal ini sesuai dengan fungsi LKPD sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih serta mempermudah dalam memahami materi.

Kenyataan di lapangan, berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan guru bidang studi matematika di SMPN 1 Taluk Kuantan, SMPN 2 Taluk dan SMPN 4 Taluk Kuantan, diketahui bahwa pembelajaran matematika di sekolah masih sering menjadi suatu pelajaran yang menakutkan dan membosankan bagi sebagian peserta didik dan dianggap ilmu abstrak yang hanya mempelajari rumus-rumus. Hal ini dikarenakan peserta didik masih kurang mengetahui manfaat matematika bagi kehidupan sehari-hari dan kurangnya keterlibatan peserta didik secara langsung dalam proses pembelajaran, mereka terbiasa menerima langsung penjelasan dari guru, sehingga ketika peserta didik diminta untuk mengerjakan soal latihan matematika, hanya peserta didik yang pandai saja yang mengerjakan sedangkan peserta didik lain hanya menyalin pekerjaan yang dibuat temannya. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman matematis peserta didik. Terlihat dari masih banyak peserta didik yang belum bisa menyelesaikan soal-soal cerita yang bersifat nonrutin, belum bisa

menyajikan suatu rumusan masalah secara sistematis dalam berbagai bentuk, dikarenakan peserta didik terlalu terfokus pada contoh-contoh penyelesaian soal yang diberikan. Akibatnya, masalah tidak dapat diselesaikan dengan benar.

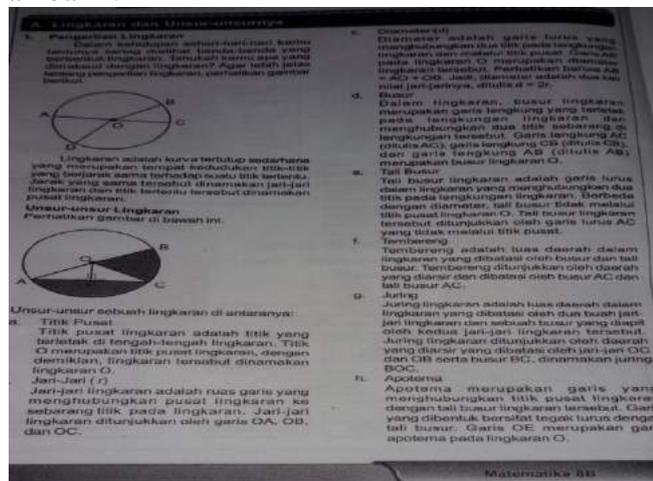
Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh beberapa mahapeserta didik di SMP Negeri 1 Taluk Kuantan, menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik masih rendah. Terlihat dari hasil tes kemampuan pemecahan masalah yang dilakukan, 60% peserta didik masih kesulitan dalam menyelesaikan soal. Sebagian besar peserta didik kurang mampu memahami masalah matematika dan kurang mampu menafsirkan pemodelan soal matematika yang berbentuk soal pemecahan masalah.

Pokok bahasan yang sering dikatakan sulit oleh peserta didik adalah lingkaran dan garis singgung lingkaran. Pada materi ini guru sering menemukan peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami maksud soal, serta peserta didik peserta didik sering melakukan kesalahan dalam menganalisis permasalahan dalam soal cerita dan menyederhanakan soal cerita tersebut kedalam bentuk matematika.

Kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik perlu ditingkatkan, dilatih lebih banyak untuk memahami berbagai macam masalah, agar dapat membuat dan menafsirkan model matematika dari suatu masalah serta menyelesaikannya dengan benar. Upaya yang dilakukan guru bisa dengan menggunakan LKPD. Namun LKPD yang ada, masih kurang membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah.

LKPD tersebut telah memuat Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), indikator, tujuan pembelajaran, ringkasan materi, contoh soal dan soal-soal latihan, akan tetapi soal-soal kemampuan pemecahan masalahnya masih kurang, yakni soal-soal yang bersifat nonrutin. Kebanyakan soal yang diberikan adalah soal-soal rutin. Soal rutin biasanya mencakup aplikasi suatu prosedur matematika yang sama atau mirip dengan hal yang baru dipelajari, sedangkan soal nonrutin untuk sampai pada prosedur yang benar diperlukan pemikiran yang lebih mendalam.

Selain itu, LKPD yang digunakan langsung memberikan konsep tanpa terlebih dahulu memberikan contoh permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik tidak mengetahui manfaat dari materi yang akan dipelajarinya. LKPD belum berisi panduan kegiatan peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan mengembangkan konsep yang telah diperolehnya untuk menganalisis dan memecahkan masalah yang ada. Salah satu sampel LKPD yang digunakan di sekolah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh Lembaran Kerja Peserta Didik

Seharusnya, LKPD yang digunakan dapat memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep sendiri dan mengembangkannya untuk menganalisis dan memecahkan masalah, dan soal-soal yang diberikan bisa melatih peserta didik dalam memecahkan masalah. Hal ini sesuai dengan salah satu tujuan penyusunan LKPD yakni melatih kemandirian belajar peserta didik [3]. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu disusun dan dikembangkan LKPD yang dapat membantu guru dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran dengan mudah. Salah satu pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dan membantu peserta didik dalam menemukan konsep sendiri dan memecahkan masalah sendiri adalah model penemuan terbimbing.

Model pembelajaran penemuan terbimbing adalah proses belajar yang didalamnya tidak disajikan suatu konsep dalam bentuk jadi, tetapi peserta didik dituntut untuk mengorganisasi sendiri cara belajarnya dalam menemukan konsep [4]. Dalam pembelajaran penemuan ini, peserta didik juga belajar pemecahan masalah secara mandiri dan keterampilan-keterampilan berfikir, karena mereka harus menganalisis dan memanipulasi informasi. Dalam proses ini peserta didik berusaha sendiri menemukan konsep atau rumus dan memecahkan suatu permasalahan dengan bimbingan guru.

Beberapa keuntungan dari pembelajaran dengan penemuan terbimbing adalah (a) peserta didik aktif dalam kegiatan belajar, sebab ia berpikir dan menggunakan kemampuan untuk menemukan hasil akhir; (b) peserta didik memahami benar bahan pelajaran; (c) Menemukan sendiri rasa puas; (d) peserta didik yang memperoleh pengetahuan penemuan dengan penemuan akan lebih mampu mentransfer pengetahuannya ke berbagai konteks; (e) melatih peserta didik lebih banyak belajar mandiri [5]. Menurut pendapat Carin, beberapa keuntungan pembelajaran penemuan terbimbing yaitu peserta didik belajar bagaimana belajar (*learn how to learn*), belajar menghargai diri sendiri, memotivasi diri dan lebih mudah untuk mentransfer, memperkecil atau menghindari menghafal dan peserta didik bertanggung jawab atas pembelajarannya sendiri [6]. Dengan demikian, peserta didik akan lebih memahami materi dan pembelajaran akan lebih berarti karena mereka terlibat langsung dalam proses pembelajaran. Diberikannya soal-soal yang nonrutin dan beragam masalah, dapat meningkatkan pemecahan masalah matematika peserta didik.

Agar penggunaan LKPD yang berbasis penemuan terbimbing ini dapat berfungsi dengan baik, hendaknya diiringi dengan perencanaan pembelajaran yang baik pula. Untuk itu, perencanaan pembelajaran yang terangkum dalam RPP disesuaikan dengan LKPD yang digunakan. Melalui perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing, diharapkan dapat membantu guru dalam memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

Oleh sebab itu, penelitian pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP perlu dilakukan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti memberikannya suatu masukan yang bermanfaat bagi guru dan peserta didik yaitu perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing. Maka disusun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif? Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui proses dan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan

kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik kelas VIII SMP yang valid, praktis dan efektif.

2. Metode Penelitian

Penelitian pengembangan ini menggunakan model Plomp, mulai dari fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau pembuatan prototipe (*prototyping stage*), dan fase penilaian (*assessment stage*) [7]. Fase investigasi awal (*preliminary research*) terdiri dari analisis kebutuhan, analisis kurikulum, analisis konsep dan analisis peserta didik. Analisis kebutuhan dilaksanakan dengan cara melakukan observasi dan wawancara. Informasi yang didapatkan dari wawancara dengan guru mengenai proses pembelajaran yang berlangsung selama ini, baik dari aspek tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum, kegiatan pembelajaran di kelas, dan penggunaan perangkat pembelajaran berupa LKPD dan RPP serta materi yang dianggap sulit. Informasi yang didapatkan dari wawancara peserta didik berupa karakteristik LKPD yang diinginkan seperti ukuran kertas yang diinginkan, warna yang disukai dan mengenai ilustrasi gambar. Dari observasi pembelajaran juga dilakukan analisis peserta didik. Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan, meliputi tingkat kognitif dan motivasi terhadap mata pelajaran.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah terhadap Kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika kelas VIII SMP. Analisis ini diperlukan untuk mempelajari cakupan materi lingkaran dan garis singgung lingkaran, indikator pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang akan disajikan pada perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing.

Analisis konsep merupakan identifikasi materi-materi yang akan dibahas pada pembelajaran. Materi-materi ini disusun secara sistematis dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk suatu konsep. Analisis ini bertujuan untuk menentukan isi dan materi pelajaran yang diperlukan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing, sehingga dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Pada tahap analisis bahan ajar yang telah ada, dilakukan pengumpulan informasi mengenai bahan ajar yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran di kelas. Pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap analisis pendahuluan dilakukan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis bahan ajar yang telah ada. Berdasarkan observasi dan wawancara yang dilakukan di SMP Negeri 1, SMP Negeri 2 dan SMP Negeri 4 Taluk Kuantan, diperoleh kesimpulan bahwa belum terlaksananya proses pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Selain itu, LKPD yang disediakan di sekolah belum optimal memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalahnya. Belum adanya perangkat pembelajaran seperti LKPD yang dikhususkan untuk membimbing peserta didik aktif menemukan konsep materi yang dipelajarinya, dan masih kurangnya pengaitan konsep yang dipelajari dengan kehidupan nyata, sehingga peserta didik tidak mengetahui manfaat mempelajari matematika. Oleh sebab itu guru membutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran yakni dengan menemukan konsep

materi yang dipelajarinya dan menumbuh dan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematisnya.

Analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik, meliputi usia, kesukaan peserta didik, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran, dan kesulitan-kesulitan yang ditemuinya dalam proses pembelajaran pada peserta didik kelas VIII SMPN 2 Taluk Kuantan yang terdaftar pada tahun ajaran 2015/2016. Peserta didik tersebut berusia pada kisaran 13-14 tahun. Pada tahap operasi formal, sebagian peserta didik tidak fokus dalam memperhatikan penjelasan guru, hal ini terlihat dari beberapa peserta didik melihat-lihat keluar, berbicara dengan teman, melamun, meminta izin keluar dan lain sebagainya. Selain itu, peserta didik mudah lupa dengan konsep yang telah dipelajarinya. Penggunaan benda-benda konkrit sudah tidak diperlukan lagi. Hal ini dikarenakan peserta didik tidak terlibat langsung untuk aktif dalam proses pembelajaran di kelas.

Pada tahap analisis kurikulum dilakukan telaah kurikulum KTSP untuk mata pelajaran matematika di kelas VIII SMP, hal ini dilakukan untuk melihat materi (SK, KD) manakah yang dapat disajikan pada LKPD berbasis penemuan terbimbing. Selain itu, analisis kurikulum dilakukan untuk mengetahui apakah materi (SK dan KD) yang ada pada kurikulum telah terurut dengan baik, serta untuk mengetahui apakah materi tersebut telah memadai untuk tercapainya tujuan kurikulum yaitu mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. Berdasarkan analisis tersebut, maka diperoleh SK yang akan digunakan dalam mengembangka perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing adalah SK 4, yaitu menentukan unsur, bagian lingkaran serta unsurnya. Kompetensi dasarnya adalah 1) menentukan unsur dan bagian-bagian lingkaran, 2) menghitung keliling dan luas lingkaran 3) menggunakan hubungan sudut pusat, panjang busur, luas juring dalam pemecahan masalah, 4) menghitung panjang garis singgung persekutuan dua lingkaran 4) melukis lingkaran dalam dan lingkaran luar suatu segitiga.

Hasil analisis SK dan KD dijabarkan dalam indikator-indikator pencapaian pembelajaran. Pengembangan perangkat pembelajaran berpedoman pada SK dan KD yang terdapat di dalam silabus yang digunakan guru. Pada silabus yang digunakan guru KD 4, yang dikembangkan guru hanya memuat 3 indikator dan peneliti mengembangkannya menjadi 5 indikator, yaitu menambahkan indikator menentukan panjang garis singgung sebuah lingkaran, dan Menentukan sabuk lilitan minimal yang menghubungkan dua lingkaran. Materi ini bisa ditemukan peserta didik melalui pembelajaran penemuan terbimbing.

Analisis konsep bertujuan untuk menentukan isi dan materi yang dibutuhkan dalam mengembangkan LKPD. Adapun konsep utamanya adalah memahami unsur dan bagian-bagian lingkaran serta menghitung ukurannya, seluruh materi yang terdapat pada pokok bahasan tersebut disajikan pada perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing.

4. Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKS. Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan maka diharapkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing pada materi lingkaran dan garis singgung lingkaran dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas VIII SMP. Pengembangan yang akan dilaksanakan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga fase yaitu fase investigasi awal, fase pengembangan dan

fase penilaian. Pada fase pendahuluan dilaksanakan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis kurikulum, dan analisis konsep sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil pada analisis kebutuhan berupa karakteristik perangkat pembelajaran yang diinginkan yaitu perangkat pembelajaran berbasis penemuan terbimbing berupa RPP dan LKPD. Oleh karena itu, dikembangkanlah LKS berbasis penemuan terbimbing yang berisi kegiatan peserta didik dalam menemukan konsep yang diawali dengan sebuah permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan nyata dengan bahasa dan penyajian yang sesuai karakteristik peserta didik kelas VIII SMP.

Daftar Pustaka

- [1] Hudojo, Heman. 2005. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang
- [2] Trianto, 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- [3] Prastowo, Andi. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press
- [4] Kemdikbud. 2014. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 58 tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 SMP/MTs*. Jakarta: Kemdikbud.
- [5] Suherman, Herman dkk, 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*, Padang, Rios Multi Cipta.
- [6] Padiya. 2008. *Model-model Pembelajaran: Pembelajaran Penemuan Terbimbing* [Online]. Tersedia di www.e-dukasi.net.
- [7] Plomp, T dan N. Nieveen. (2013). *Educational Design Research*. Enshede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).