ISBN 978-602-61009-2-4

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2019

Yogyakarta, 2 Maret 2019

PERAN MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA MENGHADAPI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

HIMPUNAN MAHASISWA JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2019

 ISBN 978-602-61009-2-4

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2019
"Peran Matematika dan Pendidikan Matematika Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0"

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab
Dr. Heri Retnowati

Organizing Commitee
Ketua : Glagah Eskacakra Setyowisnu
Sekretaris Umum : Diana Puspita Putri
Sekretaris : Firdah Nur Aeni
Risma Nor Fadilla
Bendahara : Nanda Riskiana Sari
Lala Fira Dwi Apriliyanti
Sie KSK Seminar : Tanti Fibrianti
Sie Acara Seminar : Siti Uminasiah
Sie Humas : Nur Huda
Sie Operasional : Rian Indartanto
Sie Fasilitas : Yori Kurniasari
Sie Konsumsi : Eka Rahmawati
Sie PDD : Khomsa Albana
Sie Sponsor : Irvan Zidny

Penanggungjawab Makalah & Prosiding
Eva Cristyani Br Tarigan
Safira Amalia Salsabila
Zulfa Safina Ibrahim

Tim Reviewer
Dr. Ariyadi Wijaya, S.Pd.Si., M.Sc.
Wahyu Setyaningrum, S.Pd., M.Ed., Ph.D.
Husna 'Arifah, S.Si.,M.Sc.
Dr. Heri Retnawati
Kismiantini, S.Si., M.Si., Ph.D.
Dr. Karyati, S.Si., M.Si.
Nikenasih Binatari, S.Si., M.Si.
Dr. Sugiman, M.Si.
Dr. Ali Mahmudi, M.Pd.
Dwi Lestari M.Sc.

Editor
Eva Cristyani Br Tarigan

Desain Sampul
Aan Nur Irsyad

Penerbit
Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

Redaksi
Sekretariat HIMATIKA Gelanggang ORMAWA FMIPA UNY.
Jalan Colombo 1 Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta.

Cetakan pertama, Juli 2019.
Hak cipta dilindungi Undang-Undang.Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi ke dalam bentuk apapun, secara elektronis maupun mekanis karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

 ISBN 978-602-61009-2-4

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang terus mencurahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, serta dengan izin-Nya Seminar Nasional dan *Call for Papers* dengan tema “Peran Matematika dan Pendidikan Matematika Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0” dapat terlaksana dengan baik dan Prosiding ini dapat diterbitkan.

Perubahan dunia kini tengah memasuki era revolusi industri 4.0. Pada era ini pola kehidupan manusia berbasis teknologi dan informasi. Pada seminar nasional LSM XXVII kali ini mengusung tema "Peran Matematika dan Pendidikan Matematika dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0" dengan harapan masyarakat lebih mengenal dan menyadari akan pentingnya peran matematika dalam menghadapi era revolusi Industri 4.0.

Para akademisi nasional telah menghasilkan penelitian tentang penguatan dan pengembangan peran matematika dan pendidikan matematika dalam menghadapi era revolusi industri 4.0 dalam berbagai bidang. Seminar Nasional ini menjadi salah satu ajang bagi para akademisi nasional untuk mempresentasikan penelitiannya, bertukar informasi dan memperdalam masalah penelitian, mengembangkan kerjasama yang berkelanjutan, dan mempublikasikan karyanya agar dapat diakses oleh masyarakat.

Seminar ini diikuti oleh peneliti-peneliti dari berbagai bidang ilmu dari seluruh Indonesia yang dikumpulkan dan ditata oleh tim kepanitiaan Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah membahas berbagai bidang kajian tentang peran matematika dan pendidikan matematika dalam rangka memberikan pemikiran dan solusi untuk memperkuat peran Indonesia dalam menghadapi era revolusi industri 4.0.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Hendra Gunawan, Ph.D. selaku pembicara.
2. Wahid Yunianto, M.Sc, M.A. selaku pembicara.
3. Drs.Sahid, M.Sc selaku pembicara.
4. Dr. Hartono, M.Si. selaku Dekan Fakultas MIPA UNY.
5. Rosita Kusumawati, S.Si., M.Sc. dan Musthofa, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing HIMATIKA.
6. Dr.Heri Retnawati selaku Dosen Pembimbing LSM (Lomba dan Seminar Matematika).
7. Bapak/Ibu Dosen Tim Seleksi Makalah Seminar Nasional Matematika LSM 27.
8. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.
9. Panitia Seminar Nasional Matematika LSM 27.
10. Peserta Seminar Nasional Matematika LSM .

yang telah berupaya berpartisipasi sehingga Seminar Nasional ini berjalan dengan lancar. Semoga Tuhan Yang Maha Esa meridhoi semua usaha baik kita. Dengan disusunnya Buku Prosiding ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Terakhir, kami mengucapakan mohon maaf apabila terdapat kekukarangan baik selama berlangsungnya acara seminar serta yang berkaitan dengan isi Buku Prosiding ini.

Hormat kami,
Redaksi

 ISBN 978-602-61009-2-4

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
Daftar Isi iii
Sambutan Ketua Panitia v
Sambutan Dekan vii
I. DIBIUS : Aplikasi Diagnosa Diabetes Mellitus Berbasis Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System 1
II. Pemodelan Pengurangan Populasi a la Thanos dalam Film Avengers: Infinity War 13
III. Analisis Jalur Kritis terhadap Tata Operasi Darat di Bandar Udara A 24
IV. Bentuk Polinom Gelombang Transversal Dengan Pembuktian Deret Taylor Dengan Sisa 35
V. Pemodelan Produk Variable Annuity di Industri Asuransi Jiwa 45
VI. Penerapan Aljabar Linear pada Transformasi Wavelet Diskrit dalam Program Aplikasi Keamanan Citra Digital 52
VII. Penyelesaian Masalah Mixed Integer Nonlinear Programming Menggunakan Modifikasi Salp Swarm Algorithm 60
VIII. Optimalisasi Jarak dan Biaya Transportasi Distribusi Obat PT Merapi Utama Pharma dengan Vehicle Routing Problem Metode Saving Matrix 68
IX. Implementasi Vigenere Chiper dengan Menggunakan MATLAB R2015b 77
X. Prediksi Harga Bawang Merah Rata-Rata Perbulan MEenggunakan Logika Fuzzy Metode Tsukmoto 85
XI. Masalah Transshipment untuk Penentuan Rute Distribusi BBM di Kabupaten Klaten 95
XII. Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Metode Saving Matrix Pendistribusian Raskin 110
XIII. Analisis Timeline Divisi Acara Lomba dan Seminar Matematika (LSM) XXVII Menggunakan Critical Path Method 122
XIV. Aplikasi Perhitungan Waris dan Kitab Faraidh Berbasis Android Menggunakan Metode Tashih Al - Masail 130
XV. Analisis Kemampuan Siswa dalam Menyusun Kalimat Matematika dari Soal Cerita Bilangan Bulat 140
XVI. Penerapan Model Think-Talk-Write (TTW) dalam Pembelajaran Matematika Sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Menurunkan Mathematics Anxiety Siswa 151
XVII. Problem Based Learning Setting Learning Cycle 5E : Apakah Meningkatkan Kemampuan Penalaran dan Komunikasi Matematis? 159
XVIII. Guided Discovery dan Learning Trajectory untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika 168
XIX. Pengaruh Perhatian Orang Tua Dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMK 177
XX. Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar Berbasis Interaktif Siswa 183

XXI. Mengembangkan Motivasi Belajar Matematika Melalui Media Permainan Kabar Pikachu 193
XXII. Peningkatan Hasil Belajar Materi Kerucut Melalui STEM Kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan 198
XXIII. Efektivitas Modul Dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis 208
XXIV. Desain Perangkat Pembelajaran Dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Berbasis Kemampuan Pemahaman Matematis 215
XXV. Desain Modul Dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Berbasis Kemampuan Pemahaman Matematis 232
XXVI. Pengaruh Penggunaan Metode 3 In 1 Pada Pembelajaran Matematika SMA 245
XXVII. Determinan Angka Partisipasi Murni SMA/Sederajat KTI Tahun 2016 dengan Metode GWR 252
XXVIII. .....Pengembangan media pembelajaran berbantuan software lectora inspire pada materi permutasi dan kombinasi 264
XXIX. Peningkatan Prestasi Belajar Matematika Pada Materi Pecahan Menggunakan Kertas Lipat 276
XXX. Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality (AR) Pada Penalaran Spasial Siswa 283
XXXI. Analisis Tingkat Kesulitan Peserta Lomba Matematika SMP LSM XXVI HIMATIKA UNY 292

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

1. Yang terhormat Rektor Universitas Negeri Yogyakarta
2. Yang kami hormati Dekan FMIPA UNY
3. Yang kami hormati Ketua Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY
4. Yang kami hormati Ketua Program Studi Matematika dan Statistika FMIPA UNY
5. Yang kami hormati Ketua Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY
6. Yang kami hormati para pembicara utama
7. Yang kami hormati Bapak dan Ibu tamu undangan
8. Yang kami hormati para pemakalah dan peserta seminar nasional

Salam sejahtera,

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga pada hari ini kita dapat mengikuti acara Lomba dan Seminar Matematika (LSM) XXVII HIMATIKA FMIPA UNY. LSM merupakan agenda rutin yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada tahun ini, LSM memasuki tahun ke-27. Di tahun ini, kami mengangkat tema umum “Implementasi Teknologi dalam Pengembangan Matematika dan Pendidikan Matematika” dan tema seminar “Peran Matematika dan Pendidikan Matematika Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0”. Pemilihan tema ini dilandasi pentingnya peran matematika dalam persiapan menghadapi era revolusi industri 4.0 yang mana banyak hal menjadi lebih praktis. Misalnya saja, penggunaan telepon genggam sebagai alat serbaguna untuk berbagai keperluan, seperti menyimpan data, mengelola investasi, dan memesan makanan serta tiket pesawat. Peran matematika tentu tidak lepas dalam hal ini, begitu juga dengan bidang-bidang lainnya. Dengan kata lain, matematika memiliki peranan penting dalam persiapan menghadapi era revolusi industri 4.0.

Pada LSM XXVII ini, terdapat beberapa rangkaian kegiatan seperti lomba matematika nasional untuk tingkat SMP dan SMA sederajat, kompetisi matematika untuk mahasiswa se-Jawa, dan seminar nasional matematika.

Kegiatan lomba matematika nasional untuk tingkat SMP dan SMA sederajat ini dilaksanakan pada tanggal 16 Februari 2019 di 11 regional secara serentak, yaitu Medan, Palembang, Jakarta, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, Malang, Bali, Banjarmasin, dan Makassar. Dari babak regional yang diikuti oleh 832 peserta SMP dan SMA sederajat, akan dipilih 50 besar untuk mengikuti babak semifinal dan final yang diselenggarakan di FMIPA UNY pada tanggal 2 Maret 2019.

Sama halnya dengan lomba matematika tingkat SMP dan SMA sederajat, kompetisi matematika se-Jawa untuk mahasiswa juga diselenggarakan pada tanggal 16 Februari 2019 di 6 regional secara serentak, yaitu Jakarta, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Surabaya, dan Malang. Kompetisi mahasiswa ini diikuti oleh 90 tim dari berbagai perguruan yang kemudian dipilih 15 besar untuk mengikuti babak semifinal dan final yang diselenggarakan di FMIPA UNY pada tanggal 2 Maret 2019.

Selain itu, Rangkaian kegiatan LSM XXVII yakni Seminar Nasional Matematika. Seminar ini diikuti oleh lebih dari 200 peserta pemakalah dan non-pemakalah. Peserta seminar merupakan pemerhati, pakar, peneliti, dosen, guru maupun mahasiswa matematika dan pendidikan matematika dari berbagai institusi.

Kegiatan LSM XXVII ini tidak dapat diselenggarakan dengan baik tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyukseskan acara ini.

Kami juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh peserta yang telah berpartisipasi dalam acara ini. Kami selaku panitia memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam penyelenggaraan acara ini. Semoga kegiatan ini dapat bermanfaat bagi kita semuanya. Selamat mengikuti Seminar Nasional Matematika LSM XXVII.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Ketua Panitia,

Glagah Eskacakra Setyowisnu

 ISBN 978-602-61009-2-4

SAMBUTAN DEKAN

Assalamu'alaikum wr. wb.

Para peserta seminar yang berbahagia, selamat datang di FMIPA UNY dan selamat datang pada seminar nasional ini.
Dalam rangka peningkatan atmosfir akademik di FMIPA UNY maka Himpunan mahasiswa matematika (HIMATIKA) jurusan Pendidikan Matematika mengadakan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema " Peran Matematika dan Pendidikan Matematika Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0". Seminar ini merupakan agenda tahunan HIMATIKA Jurusan Pendidikan Matematika dengan tujuan mempertemukan para pakar dibidang Matematika maupun Pendidikan Matematika untuk berkolaborasi dan saling tukar pikiran mengenai hasil penelitian dan juga pembelajaran matematika di era revolusi industri 4.0.

Para hadirin seminar yang berbahagia, kita tahu bahwa matematika itu bersifat universal. Apa yang kita pelajari dan kita teliti di Indonesia ini akan sama dengan apa yang dipelajari dan diteliti oleh orang-orang di negara-negara lain, hanya bahasa saja yang membedakan tetapi logika berpikirnya sama. Di era global ini kemajuan teknologi luar biasa, siapa yang menguasai dan bisa menganalisis informasi dengan cepat dan tepat itulah yang bisa eksis di dunia global ini. Namun perlu diketahui bahwa kemajuan teknologi tersebut tidak akan terwujud apabila tidak didukung oleh perkembangan ilmu-ilmu dasar yang kuat dan kokoh (termasuk Matematika dan Pendidikan Matematika). Dengan demikian proses pembelajaran ilmu-ilmu dasar di sekolah-sekolah ataupun di perguruan tinggi perlu disesuaikan dengan tuntutan kebutuhan dan tantangan jaman di era revolusi industri 4.0. Namun demikian saya rasa ada dua kecakapan utama yang tak lekang karena abad yakni kecakapan berkomunikasi dan kecakapan pemecahan masalah. Maka perlu kita tekankan bagaimana kita membekali anak didik kita dengan kedua kecakapan tersebut agar nantinya mereka bisa beradaptasi pada jamannya.

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya diberikan kepada pembicara utama yaitu Prof. Hendra Gunawan, Ph.D (Pakar Matematika Analisis, Institut Teknologi Bandung dan juga kepada dua invited speaker yakni Wahid Yunianto, M,Sc., M.A. head of Division Research Development, Capacity Building & Training of SEAMEO Regional Center for QITEP in Mathematics), Sahid, M.Sc (Dosen Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY), serta para peserta pemakalah ataupun non pemakalah atas partisipasinya pada seminar ini. Kami mohon maaf apabila dalam penyelenggaraan seminar ini ada kekurangan dan hal hal yang kurang berkenan.
Akhir kata selamat berseminar dan wassalamu'alaikum wr. wb.

Dekan FMIPA UNY,

Dr. Hartono, M.Si.

 ISBN 978-602-61009-2-4

I. DIBIUS : APLIKASI DIAGNOSA DIABETES MELLITUS BERBASIS ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM

Isnani[1], Mifta Arunahul Janah[2],Fani Astuti[3]
Universitas Negeri Yogyakarta[123]
email: nanhyisnani@gmail.com

Abstrak— *Diabetes Mellitus* merupakan salah satu jenis penyakit keturunan yang dapat menyebabkan kematian. Jumlah penderita *Diabetes Mellitus* tersebut meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dikarenakan keterlambatan diagnosis penyakit dan juga gaya hidup yang tidak sehat. Penderita penyakit tersebut biasanya tidak menyadari sejak dini jika menderita penyakit *Diabetes Mellitus*. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat sistem untuk identifikasi penyakit *Diabetes Mellitus* menggunakan penerapan dari matematika komputasi. Penggunaan matematika yang semakin meningkat dalam kehidupan manusia pada era revolusi industri 4.0 ini sangat mutlak. Banyak masalah yang dapat dimodelkan secara matematika dan disimulasikan dengan bantuan komputer untuk menyelesaikan masalah tersebut, khususnya dalam mendiagnosa *Diabetes Melitus*. Penelitian ini mengajak mahasiswa cerdas bermatematika dalam era revolusi industri 4.0 untuk membentuk suatu aplikasi DIBIUS yang merupakan penerapan dari metode ANFIS. Proses yang dilakukan pada penelitian ini adalah menentukan 15 variabel input dari gejala-gejala yang ada. Kemudian data diolah menggunakan pemrograman *Visual Basic 6.0*. Hasil dari penelitian ini adalah hasil diagnosis yaitu tidak terdiagnosis dan terdiagnosis. Oleh karena itu, diharapkan aplikasi DIBIUS ini dapat dijadikan pendiagnosis pertama bagi orang awam sebelum melakukan penanganan lebih lanjut.

Kata kunci : Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, diabetes mellitus, Visual Basic 6.0.

Pendahuluan

Diabetes mellitus merupakan penyakit kronis yang terjadi karena kelainan sekresi insulin pada kenaikan glukosa yang tidak teratur. *Diabetes mellitus* akan meningkatkan gula darah dalam tubuh sehingga mengakibatkan penyakit komplikasi seperti stroke, penyakit jantung, kebutaan, gagal ginjal, dan kematian (V & Ravikumar, 2014). Penyakit *diabetes mellitus* dibagi menjadi dua jenis yaitu diabetes tipe 1 dan tipe 2. *Diabetes mellitus* tipe 1 atau insulin *dependent* diderita pada usia muda di bawah 30 tahun. Seseorang yang menderita diabetes tipe 1 ini perlu dilakukan suntik insulin karena glukosa darah dalam tubuh tidak dapat memproduksi insulin sebagaimana mestinya (Sa'di et al., 2015). Sedangkan diabetes tipe 2 atau *non*-insulin *dependent* diderita pada usia di atas 40 tahun yang ditandai dengan resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin (V & Ravikumar, 2014).

Sistem pakar merupakan salah satu program alternatif untuk mengidentifikasi penyakit *diabetes mellitus*. Tujuan pengembangan sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mensubtitusikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk sistem. Sistem pakar juga merupakan penerapan dari matematika komputasi.Matematika komputasi adalah salah satu cabang matematika yang mempelajari penyelesaian persoalan matematika secara

 ISBN 978-602-61009-2-4

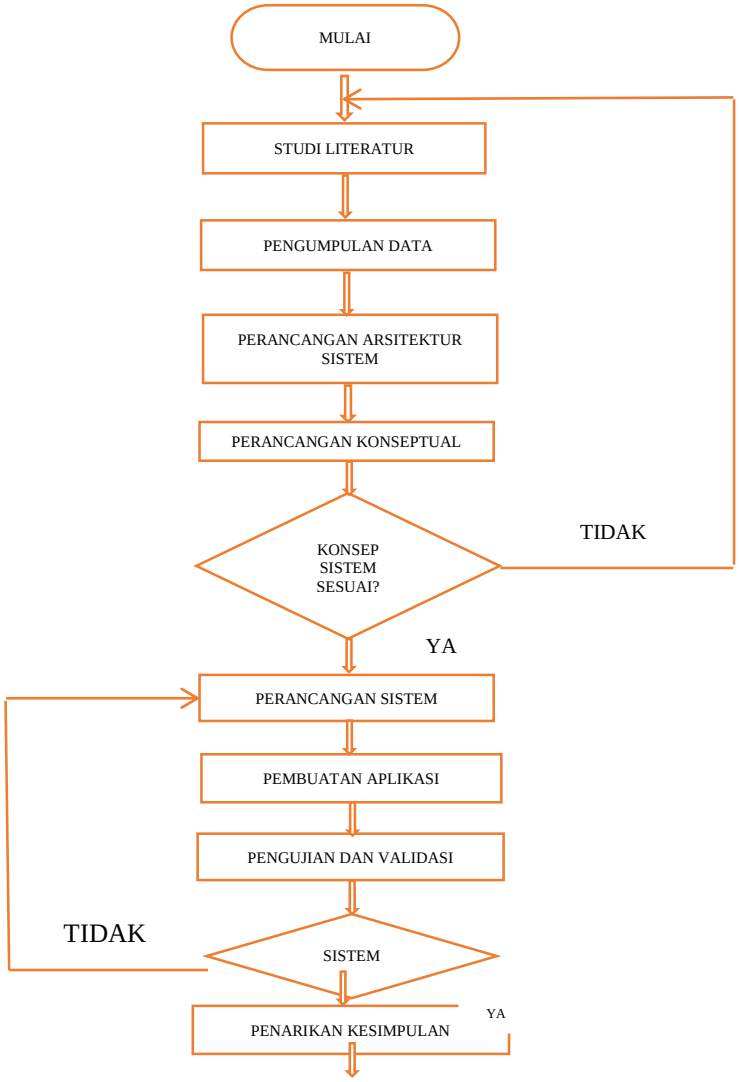
komputasi. Matematika komputasi dipandang sebagai ilmu yang mengintegrasikan matematika terapan dan ilmu komputer. Penggunaan matematika komputasi yang semakin meningkat dalam kehidupan manusia pada era revolusi industri 4.0 ini sangat mutlak. Banyak masalah yang dapat dimodelkan secara matematika dan disimulasikan dengan bantuan komputer untuk menyelesaikan masalah tersebut, khususnya dalam bidang kesehatan.

Berdasarkan uraian di atas, akan dibuat suatu aplikasi DIBIUS yang merupakan penerapan dari metode *Adaptive Neuro Fuzzy System* (ANFIS) mengunakan *Visual Basic 6.0*. Metode *Adaptive Neuro Fuzzy System* (ANFIS) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk prediksi atau diagnosis dengan akurasi yang cukup bagus (Singla dkk, 2011). ANFIS merupakan gabungan antara konsep *Backpropagation Neural Network* dengan konsep logika *fuzzy*. Sistem berbasis *fuzzy* bisa dinyatakan dengan pengetahuan berbentuk *"if-then"* yang memberikan keuntungan yaitu tidak memerlukan analisis matematik untuk pemodelan, selain itu sistem *fuzzy* juga bisa memproses penalaran dan pengetahuan manusia yang berorientasi pada aspek kualitatif (Shing dan Jang, 1993). Aplikasi DIBIUS bertujuan untuk menghasilkan program yang dapat membantu user mendiagnosa penyakit diabetes mellitus, memberikan solusi, dan cara penanggulangan awal tanpa harus bertemu langsung dengan ahli dibidangnya. Aplikasi DIBIUS ini memiliki keunggulan yaitu mudah digunakan oleh berbagai kalangan karena aplikasinya sederhana dan tidak rumit. Oleh karena itu, diharapkan aplikasi DIBIUS ini dapat dijadikan pendiagnosis pertama bagi orang awam sebelum melakukan penanganan lebih lanjut.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada GAMBAR 1 :



 ISBN 978-602-61009-2-4

Arsitektur Sistem Aplikasi DIBIUS

Pada bagian arsitektur sistem aplikasi DIBIUS ini dilakukan dengan proses sebagai berikut :

1. User memberikan informasi gejala suatu penyakit *diabetes mellitus*.
2. Aplikasi akan melakukan pengecekan pada basis data/*database*.
3. Proses pengolahan data dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan dengan menentukan tipe *diabetes mellitus*.
4. Menentukan/mendeteksi berapa persen mengidap penyakit diabetes mellitus pada pasien.
5. Proses ini dilakukan dengan pengawasan dokter.

Berikut merupakan gambaran sistem DIBIUS yang menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0*.

GAMBAR 2. Diagram proses pendeteksi *diabetes mellitus*

Analisa dan Perancangan Sistem

Aplikasi DIBIUS ini merupakan perangkat lunak yang membahas bagaimana cara untuk mengidentifikasi penyakit *diabetes mellitus* pada manusia. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah *Visual Basic 6.0*. Perancangan sistem yang kami buat adalah data diolah menggunakan pemrograman *Visual Basic 6.0*. yaitu normalisasi data input, *K-Means Clustering*, *forward* ANFIS, *LSE* Rekursif, serta *backward* ANFIS.

Keputusan yang kami ambil untuk diagnosa *diabetes mellitus* terdapat pada TABEL 1.

 ISBN 978-602-61009-2-4

TABEL 1. Keputusan diagnosis

No.	Gejala	Diagnosa		
		DM tipe 1	DM tipe 2	Tidak Terdiagnosis
1	faktor keturunan	✓	✓	
2	penglihatan kabur	✓	✓	✓
3	tekanan darah tinggi	✓	✓	
4	sering buang air kecil	✓	✓	
5	nafsu makan meningkat	✓	✓	✓
6	berat badan menurun	✓	✓	✓
7	usia di atas 40 tahun		✓	
8	haus terus menerus	✓	✓	
9	mual/muntah-muntah	✓	✓	✓
10	luka sukar membaik	✓	✓	
11	mulut kering	✓	✓	
12	mudah kelelahan	✓	✓	✓
13	sering mengantuk	✓	✓	✓
14	mudah badmood	✓	✓	
15	kesemutan/mati rasa	✓	✓	

Pengumpulan Data

Lokasi penelitian ini dilakukan di PUSKESMAS Trayem, Kabupaten Magelang dan di daerah Sewon, Bantul. Kasus ini dianalisis melalui pengumpulan data dengan cara wawancara secara langsung. Variabel penelitian ini adalah gejala-gejala pada pasien *diabetes mellitus* termasuk diabetes tipe 1 atau 2 berdasarkan metode ANFIS. Adapun inputan dan parameternya, yaitu: faktor keturunan, penglihatan kabur, tekanan darah tinggi, sering buang air kecil, nafsu makan meningkat, berat badan menurun, usia di atas 40 tahun, luka sukar membaik, mulut kering, mudah kelelahan, sering mengantuk, haus terus menerus, mual/muntah-muntah, mudah badmood, serta kesemutan/mati rasa.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, hasil akhir dari semua kegiatan dan tahapan-tahapan pengembangan sistem yang dilakukan merupakan penerapan dari rancangan-rancangan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam mengembangkan program ini adalah *Visual Basic 6.0.*

Adapun aturan-aturan *(rule)* yang kami gunakan adalah

Pada aturan 1 berdasarkan tabel keputusan di atas, maka aturan yang digunakan untuk penyakit diabetes tipe 1 :

IF faktor keturunan
AND penglihatan kabur
AND tekanan darah tinggi
AND sering buang air kecil
AND nafsu makan meningkat
AND berat badan menurun
AND haus terus menerus
AND mual/muntah-muntah
AND luka sukar membaik
AND mulut kering
AND mudah kelelahan
AND sering mengantuk
AND mudah badmood
AND kesemutan/mati rasa
THEN diabetes tipe 1

Pada aturan 2 berdasarkan tabel keputusan di atas, maka aturan yang digunakan untuk penyakit diabetes tipe 2 :

IF faktor keturunan
AND penglihatan kabur
AND tekanan darah tinggi
AND sering buang air kecil
AND nafsu makan meningkat
AND berat badan menurun
AND haus terus menerus
AND mual/muntah-muntah
AND luka sukar membaik
AND mulut kering
AND mudah kelelahan

 ISBN 978-602-61009-2-4

AND sering mengantuk
AND mudah badmood
AND kesemutan/mati rasa
AND usia di atas 40 tahun
THEN diabetes tipe 2

Pada aturan 3 berdasarkan tabel keputusan di atas, maka aturan yang digunakan untuk tidak terdiagnosis penyakit diabetes :

IF penglihatan kabur
AND nafsu makan meningkat
AND berat badan menurun
AND mual/muntah-muntah
AND mulut kering
AND mudah kelelahan
AND sering mengantuk
THEN tidak terdiagnosis

Program ini menghasilkan *form-form* yang berupa *form* menu utama, *form* bantuan, *form* pendaftaran pasien, *form* identifikasi penyakit, dan *form* hasil pasien. Aplikasi ini bersifat *dynamic* karena data-data yang diinputkan dalam aplikasi ini dapat dihapus, diperbaiki, serta ditambahkan kembali. Hasil dari rancangan program ini dapat dilihat apabila aplikasi ini dijalankan pada sebuah komputer/laptop. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada proses berikut:

Langkah-langkah Menjalankan Program

Untuk menjalankan aplikasi DIBIUS ini pertama-tama menginstall aplikasi tersebut kedalam sebuah komputer/laptop yang akan digunakan, kemudian klik aplikasi yang sudah di install tersebut, maka akan muncul aplikasi DIBIUS. Berikut merupakan *capture-capture form* yang kami sajikan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Halaman Form Menu Utama

Halaman *form* menu utama merupakan halaman utama sekaligus halaman pembuka dari program aplikasi DIBIUS yang dibuat untuk menjalankan program lebih lanjut. Menu yang ditampilkan pada halaman ini adalah menu pendaftaran pasien, menu bantuan, dan menu keluar. Adapun tampilan *form* menu utama pada aplikasi DIBIUS adalah sebagai berikut:

GAMBAR 3. Form Menu Utama

Halaman Form Bantuan

Apabila pasien belum mengerti cara memakai aplikasi ini, maka ada *form* bantuan cara-cara bagaimana menggunakan/menjalankan program aplikasi ini, yang tersedia di *form* menu utama. Adapun tampilan *form* tersebut terlihat pada GAMBAR 4. :

GAMBAR 4. Form Bantuan

 ISBN 978-602-61009-2-4

Halaman Form Menu Pendaftaran Pasien

Pasien harus melakukan pendaftaran terlebih dahulu untuk masuk ke dalam aplikasi, baru kemudian dapat melakukan kosultasi menggunakan aplikasi DIBIUS ini. Adapun tampilan *form* tersebut terlihat pada GAMBAR 5:

GAMBAR 5. *Form* Menu Pendaftaran Pasien

Halaman Form Identifikasi Penyakit

Setelah pasien login/masuk maka selanjutnya pasien akan memasuki *form* identifikasi penyakit. Pasien harus menjawab pertanyaan yang ditampilkan pada layar sesuai dengan gejala yang dialami oleh pasien. Setelah semua pertanyaan tersebut dijawab, maka akan muncul hasil diagnosa yang berisikan kesimpulan dari gejala tersebut. Kemudian hasil tersebut di simpan apabila ingin disimpan dan diprint atau dicetak. Apabila ingin diulangi atau terjadi kesalahan dalam mengisi bisa pilih ULANG.

 ISBN 978-602-61009-2-4

GAMBAR 6. *Form* Identifikasi Penyakit

Pengujian Validasi Sistem

Pengujian validasi sistem dilakukan pada hari Senin,14 Januari 2019 di PUSKESMAS Trayem dan warga Sewon, Bantul. Data terdiri dari 30 pasien. Berdasarkan data yang dipakai dan validasi sistem diperoleh perbandingan hasil diagnosa dokter dan sistem yang digambarkan pada TABEL 2.

TABEL 2. Perbandingan Diagnosa Dokter dan DIBIUS

No	Nama	Diagnosa Dokter	Kadar Gula (mg/dl)	Aplikasi DIBIUS
1.	Suprihatin	Pre diabetes	147	Tidak terdiagnosa
2.	Sri Muryani	Diabetes	589	Diabetes tipe 2
3.	Sagiyem	Normal	90	Tidak terdiagnosa
4.	Muhammad Nahmud	Normal	111	Tidak terdiagnosa
5.	Wartini	Normal	120	Tidak terdiagnosa
6.	Wagirah	Pre diabetes	143	Tidak terdiagnosa
7.	Hj. Sunestri	Diabetes	204	Diagnosa tipe 2
8.	Rokanah	Normal	102	Tidak terdiagnosa
9.	Zusianani	Normal	99	Tidak terdiagnosa
10.	Istri Suryatini	Normal	127	Tidak terdiagnosa
11.	Munajah	Pre diabetes	183	Tidsk terdiagnosa
12.	Puji Widyaningrum	Pre diabetes	153	Tidak terdiagnosa
13.	Enisah	Diabetes	224	Diabetes tipe 1
14.	Giyanti	Normal	90	Tidak terdiagnosa
15.	Nurul Latifah	Normal	96	Tidak terdianosa

 ISBN 978-602-61009-2-4

16.	Sari Puji Astuti	Normal	85	Tidak terdiagnosa
17.	Iswanti	Normal	73	Tidak terdiagnosa
18.	Wajinah	Normal	126	Tidak terdiagnosa
19.	Saniyem	Normal	100	Tidak terdiagnosa
20.	Masanah	Diabetes	224	Diabetes tipe 2
21.	Dian Agustina	Normal	105	Tidak terdiagnosa
22.	Sri Hadiah	Normal	100	Tidak terdiagnosa
23.	Sumardiharjo	Normal	107	Tidak terdiagnosa
24.	Sukini	Normal	103	Tidak terdiagnosa
25.	Ocki Noviyana	Normal	98	Tidak terdiagnosa
26.	Slamet Pujiasih	Normal	112	Tidak terdiagnosa
27.	Gestiati	Normal	125	Tidak terdiagnosa
28.	Sarjumilah	Normal	102	Tidak terdiagnosa
29.	Sriwijiyati	Normal	106	Tidak terdiagnosa
30.	RR. Sri Purwanti	Normal	88	Tidak terdiagnosa

Keterangan :
Normal : < 140 (mg/dl)
Pre diabetes : 140 – 199 (mg/dl)
Diabetes : > 200 (mg/dl)

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada TABEL 2 terlihat bahwa terdapat sebanyak 26 data yang sama antara diagnosa dokter dan hasil analisa sistem. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya kurangnya tenaga medis yang terlatih dan seringnya pengukuran dilakukan oleh perawat magang atau mahasiswa praktek yang masih kurang pengetahuan dalam penggunaan metode pengukuran. Perhitungan akurasi sistem atau keberhasilan sistem yang dilakukan yaitu :

$$Akurasi = \frac{jumlah\ data\ diagnosa\ yang\ benar}{total\ keseluruhan\ data\ diagnosa} \times 100\% \qquad \text{.....(1)}$$

Jumlah data diagnosa yang benar dari TABEL 2 sebanyak 26 data dan total keseluruhan data diagnosa sebanyak 30 data, sehingga dari perhitungan akurasi diperoleh sebesar 86%.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan uraian yang dikemukakan pada bab-bab sebelumnya, maka kami mencoba menarik kesimpulan dalam mencapai tujuan yang diinginkan. Adapun kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

1. Penelitian ini menghasilkan suatu program untuk mengidentifikasi penyakit *diabetes mellitus* dengan metode ANFIS bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0.*
2. Dengan adanya program DIBIUS yang telah dibuat ini, dapat menjadi referensi dan dapat membantu dalam melakukan diagnosa terhadap gejala penyakit yang dirasakan oleh pasien/masyarakat.

Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan yaitu:

1. Program DIBIUS ini perlu dilakukan evaluasi secara rutin sehingga dapat dilihat apakah perlu adanya perbaikan atau penyempurnaan kembali.
2. Pengetahuan yang terdapat dalam basis pengetahuan disarankan untuk selalu diperbaharui sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

II. PEMODELAN PENGURANGAN POPULASI A LA THANOS DALAM FILM AVENGERS: INFINITY WAR

Muhammad Rizki Fadillah[1], Septiana[2]
Institut Teknologi Bandung[1]
Institut Teknologi Bandung[2]
m.rizki.fadillah@gmail.com

Abstrak—Pada akhir film *Avengers: Infinity War*, tokoh antagonis utama film tersebut, Thanos, berhasil memperoleh enam batu yang disebut *Infinity Stones* yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan akhir yakni memusnahkan sebagian populasi makhluk hidup di dunia supaya makhluk hidup yang tersisa dapat hidup dengan sumber daya yang melimpah, bahagia, dan terbebas dari kelaparan dan perang. Pada makalah ini akan dimodelkan bagaimana dinamika populasi manusia jika kejadian pemusnahan populasi manusia oleh Thanos benar-benar terjadi dengan menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut: laju populasi manusia mengikuti model logistik dan pemusnahan populasi dilakukan jika populasi manusia sudah mencapai (1-α)100% dari *carrying capacity* planet Bumi. Selain dengan menggunakan model logistik, akan digunakan simulasi dengan *random number* untuk memodelkan peluang pemusnahan setiap individu yang bersifat saling bebas dengan ekspektasi 0.5. Kemudian, akan dimodelkan untuk keadaan dari pada memusnahkan sebagian populasi makhluk hidup, Thanos memilih untuk meningkatkan *carrying capacity* dengan kekuatan *Infinity Stones* yang dimilikinya jika populasi manusia mencapai (1-α)100% dari *carrying capacity* planet Bumi.

Kata kunci: Infinity War, Logistik, Populasi, Thanos

Pendahuluan

Avengers: Infinity War adalah film pahlawan super yang dirilis pada 27 April 2018. Pada film tersebut, sekumpulan pahlawan super bernama Avengers bertarung melawan Thanos, penjahat yang berniat mengumpulkan enam buah batu sakti yang disebut *Infinity Stones* dengan tujuan melakukan pengurangan populasi makhluk hidup di seluruh alam semesta. Menurut Thanos, terlalu banyak populasi akan mengakibatkan menipisnya sumber daya dan pada akhirnya terjadi peperangan, kelaparan, dan berbagai bencana sehingga mengurangi populasi, menurut Thanos, adalah upaya untuk menciptakan dunia yang "damai dan penuh rasa syukur". Pada akhirnya,Thanos berhasil mengumpulkan *Infinity Stones* dan menghilangkan separuh populasi dunia.

Di dalam makalah ini akan dijelaskan bagaimana dinamika populasi manusia jika terjadi pemusnahan populasi ketika populasi manusia sudah mencapai batas tertentu, yakni (1-α)100% dari *carrying capacity* planet Bumi untuk suatu α dengan $0 < \alpha < 1$. Selain itu akan disimulasikan kondisi jika yang terjadi adalah setiap individu mempunyai peluang 50% untuk musnah, dan kejadian antar individu dipandang saling bebas. Kemudian akan ditinjau bagaimana dinamika populasi jika Thanos memilih untuk meningkatkan *carrying capacity* setiap kali populasi mencapai (1-α)100% dari *carrying capacity*.

Pada makalah ini, model pertumbuhan populasi yang digunakan adalah model logistik yang dicetuskan oleh Pierre-François Verhulst pada 1838. Verhulst terinspirasi oleh Adolphe Quatelet yang menyatakan bahwa populasi tidak dapat bertumbuh secara geometrik terus-menerus (seperti yang dicetuskan oleh Thomas Malthus) karena terdapat faktor-faktor yang menghambat pertumbuhan tersebut. Faktor penghambat tersebut, menurut Quatelet, sebanding dengan kuadrat dari

 ISBN 978-602-61009-2-4

laju pertumbuhan populasi (menurut [1]), namun Verhulst menolak ide tersebut dan mengajukan model dengan penghambat pertumbuhan populasinya adalah rasio antara populasi dengan titik jenuh populasi yang disebut *carrying capacity* (K). Model logistik Verhulst mempunyai parameter-parameter berupa populasi awal, laju populasi awal dan K, dengan K membentuk batas atas bagi besaran populasi. Model logistik Verhulst dinyatakan dalam persamaan diferensial orde satu:

$$\frac{dP}{dt} = rP(1 - \frac{P}{K}) \qquad \square\square\square$$

dengan P menyatakan banyaknya populasi, r menyatakan laju pertumbuhan populasi, dan K adalah *carrying capacity* dari tempat tinggal populasi tersebut. Laju populasi akan mendekati model eksponensial sederhana (model yang dicetuskan oleh Malthus) untuk banyaknya populasi yang relatif kecil dibandingkan dengan K (tepatnya untuk populasi lebih kecil dari K/2), laju populasi akan menurun ketika banyaknya populasi lebih besar dari K/2, dan populasi akan menuju K pada keadaan *steady-state*. Berdasarkan [2] model logistik digunakan dalam makalah ini karena cukup mudah untuk diselesaikan secara analitik, dan menjadi basis bagi model-model populasi yang lebih kompleks.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menginvestigasi apakah solusi dari permasalahan dunia yang diajukan oleh Thanos dalam film *Infinity War* sudah tepat, atau apakah penambahan *carrying capacity* merupakan pilihan yang lebih tepat. Karya ilmiah ini bersifat rekreasional namun semoga karya ilmiah ini dapat menyadarkan kita sebagai manusia bahwa kita hidup di bumi bersama-sama dengan sumber daya yang terbatas sehingga sudah seyogyanya kita menjaga dan melestarikan sumber daya yang ada.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara eksplorasi. Setiap permasalahan yang diajukan akan dilakukan eksplorasi secara analisis dan numerik (simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB).

Asumsi

Asumsi – asumsi yang digunakan dalam eksplorasi ini adalah

1. Laju banyaknya populasi manusia mengikuti model logistik, yakni (1)
2. Populasi awal selalu berada di bawah threshold yakni (1-α)100% dari *carrying capacity*
3. Aksi pemusnahan atau penambahan *carrying capacity* hanya dilakukan ketika populasi lebih besar daripada *threshold*
4. Setelah pemusnahan atau penambahan *carrying capacity* terjadi, laju pertumbuhan populasi (parameter r) tetap sama seperti sebelum terjadi pemusnahan

Data dan Parameter

 ISBN 978-602-61009-2-4

Data yang digunakan adalah data dari dunia nyata, yakni (menurut [3]) populasi awal adalah P_0=7.7 miliar jiwa dengan pertumbuhan saat ini sebesar 82 juta per tahun. Untuk *carrying capacity*, karena menurut [4] estimasi terkait *carrying capacity* bervariasi dari 2 miliar hingga 1024 miliar, dipilih nilai K=10 miliar yakni nilai di antara dua buah estimasi paling populer (yakni 8 miliar dan 16 miliar), dan dipilih α=0.1. Sedangkan parameter r dapat diperoleh dari persamaan

$$82 \times 10^6 = \left.\frac{dP}{dt}\right|_{P=P_0} = rP_0(1-\frac{P_0}{K}) \qquad \square\square\square$$

sehingga diperoleh r≈0.04.

Hasil dan Pembahasan

Menurut [5], solusi umum dari (1) adalah

$$P(t) = \frac{K}{Ae^{-rt}+1} \qquad \square\square\square$$

dengan A suatu konstanta, sedangkan solusi dari (1) dengan nilai awal $P(0)=P_0$ dengan $0<P_0<K$ adalah

$$P(t) = \frac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}\square \qquad \square\square\square$$

Metode Analitik

Masalah pertumbuhan populasi logistik dengan pemusnahan ini dapat dipandang sebagai berikut: Perhatikan bahwa fungsi (4) bersifat monoton naik, sehingga jika diberikan suatu P_0 dengan $P_0<(1-\alpha)K$ (berdasarkan asumsi bahwa nilai awal berada dibawah *threshold)* maka P akan menuju (1-α)K, dan ketika nilai P sudah berada di atas (1- α)K, maka pemusnahan dilakukan, yakni menghilangkan setengah populasi hingga hanya tersisa setengahnya. Secara diskrit, hal ini dapat dimodelkan sebagai berikut (diturunkan dari (1)).

$$P(t+1) = \begin{cases} P(t) + r \cdot P(t) \cdot \left(1 - \frac{P(t)}{K}\right) \cdot \Delta t \text{ jika } P(t) < (1-\alpha)K \\ \frac{P(t)}{2} \text{ jika } P(t) \geq (1-\alpha)K \end{cases} \qquad \square\square\square$$

Secara kontinu, peristiwa pemusnahan dapat digambarkan dengan membuat *jump discontinuity* pada titik dimana P pertama kali menyentuh garis y= (1-α)K, yakni t yang memenuhi

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$(1-\alpha)K = \frac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0} \qquad (7)$$

Solusi dari (6) adalah

$$t_1 = \frac{\ln\left(\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{K-P_0}{P_0}\right)\right)}{r} \qquad (8)$$

yang merupakan waktu pemusnahan pertama terjadi. Setelah pemusnahan terjadi, populasi penduduk menjadi (1-α)K/2. Lebih jauh lagi, dengan laju pertumbuhan penduduk yang sama seperti waktu sebelum pemusnahan, P akan naik kembali hingga mencapai *threshold*, kemudian ketika sudah mencapai *threshold* pemusnahan terjadi lagi sehingga populasi penduduk kembali menjadi (1-α)K/2 dan begitu seterusnya. Pada akhirnya, proses pertumbuhan dan pemusnahan akan terjadi secara periodik dengan periode

$$t_p = \frac{\ln\left(\frac{1+\alpha}{\alpha}\right)}{r} \qquad (9)$$

yang diperoleh dengan memasukkan P_0=(1-α)K/2 ke (7).

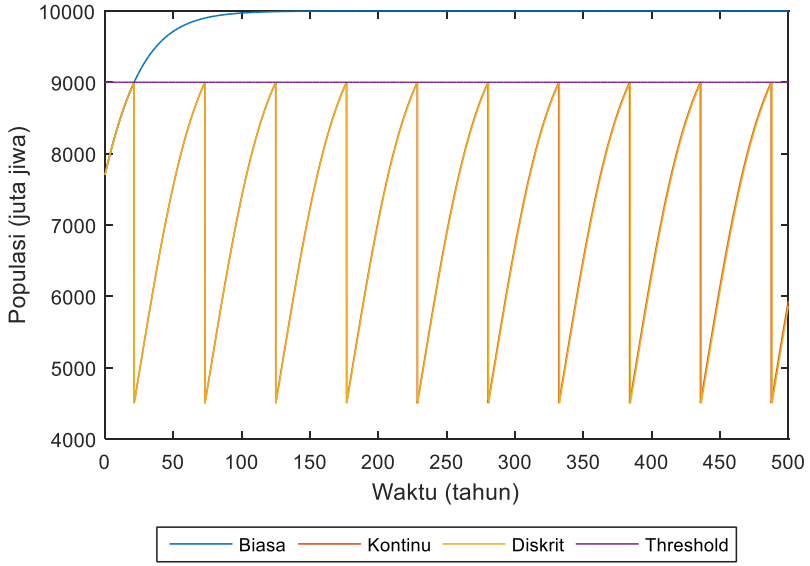
Diperoleh fungsi yang memodelkan pertumbuhan dan pemusnahan populasi sebagai berikut:

$$P(t) = \begin{cases} \frac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}, 0 < t < t_1 \\ \frac{K(1-\alpha)}{(1+\alpha)e^{-r(t-t_1)}+(1-\alpha)} \quad , t_1 \le t < t_1 + t_p \\ P(t-t_p), t > t_p \end{cases} \qquad (10)$$

dengan bagian fungsi untuk t yang memenuhi ($t_1 \le t < t_1 + t_p$) diperoleh dengan memasukkan P_0=(1-α)K/2 ke (4) dan mentranslasi fungsinya sejauh t_1 searah sumbu x.

Pada Gambar 1, terlihat bahwa grafik kontinu deterministik (yakni plot fungsi secara langsung) dan diskrit deterministik berimpit, dan akan terus berosilasi dengan periode t_p≈51 tahun. Jadi, setelah pemusnahan pertama, Thanos harus memusnahkan populasi setiap 51 tahun sekali agar populasi tetap berada di bawah *threshold*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

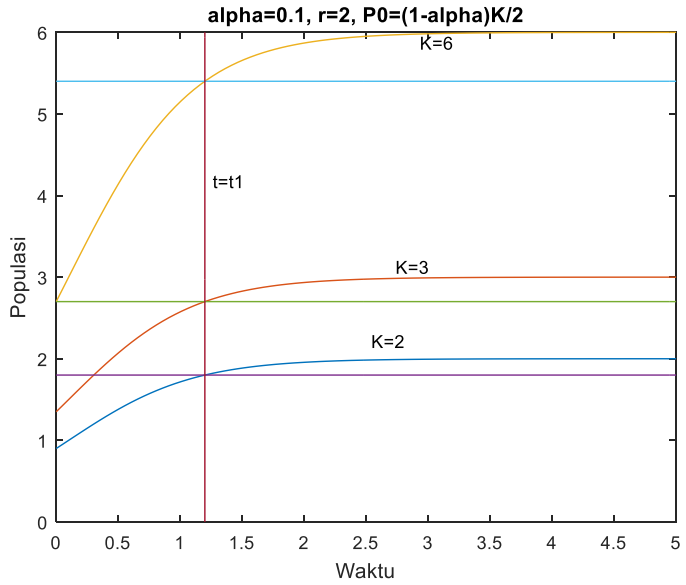


GAMBAR 1. GRAFIK FUNGSI POPULASI DENGAN PEMUSNAAHAN (DETERMINISTIK)

Perhatikan bahwa periode (t_p) hanya dipengaruhi oleh parameter-parameter α dan r dan tidak dipengaruhi oleh populasi awal dan *carrying capacity*.

Pada Gambar 2, terlihat bahwa untuk nilai awal $P_0=(1-\alpha)K/2$ (yang menandakan periode pasca pemusnahan pertama), $\alpha=0.1$ dan $r=2$ ketiga grafik fungsi akan menyentuh $P=(1-\alpha)K$ pada waktu yang sama ($t_1\approx1.20$).

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 2. GRAFIK FUNGSI POPULASI (MODEL LOGISTIK BIASA)

Simulasi Probabilistik

Pada film *Avengers: Infinity War*, makhluk hidup tidak hanya berada di Bumi, namun tersebar di berbagai planet di alam semesta. Jika metode pemusnahan makhluk hidup oleh Thanos berjalan di seluruh alam semesta, maka pemusnahan tersebut dapat dipandang sebagai proses membalikkan koin: setiap individu punya peluang musnah 0.5 dan pemusnahan antar-individu berlangsung saling bebas, dengan total (di seluruh alam semesta, setidaknya pada semesta film tersebut) individu yang tersisa adalah setengah dari total populasi. Jadi kejadian pemusnahan setiap individu dapat dipandang sebagai kejadian Bernoulli dengan peluang 0.5, sedangkan secara total (di planet Bumi) kejadian pemusnahan tersebut adalah kejadian binomial dengan p=0.5 dan n=P(t) ketika P(t)≥ (1-α)K, dengan asumsi *carrying capacity* yang dijadikan acuan (kapan akan terjadi pemusnahan) adalah *carrying capacity* Bumi.

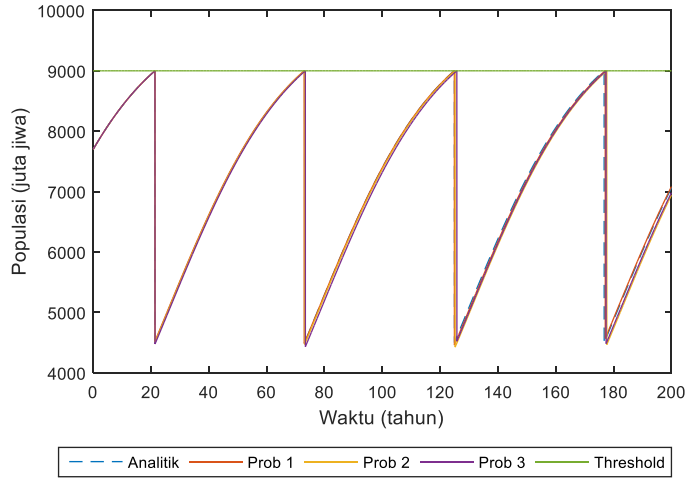
Menurut [6], untuk n besar dan p=0.5, peubah acak berdistribusi binomial(n,p) akan mendekati peubah acak normal dengan rataan np=0.5n dan variansi np(1-p)=0.25n. Namun karena peubah acak normal dapat bernilai sangat besar maupun sangat kecil, realisasi nilai peubah acak ini akan dibatasi diantara suatu batas bawah P_b dan batas atas (1-α)K. Model diskrit untuk pemusnahan dengan metode probabilistik dapat diperoleh dengan memodifikasi (5) menjadi

$$P(t+1) = \begin{cases} P(t) + r \cdot P(t) \cdot \left(1 - \frac{P(t)}{K}\right) \cdot \Delta t \text{ jika } P(t) < (1-\alpha)K \\ \min\{\max\{q, P_b\}, (1-\alpha)K\} \text{ jika } P(t) \geq (1-\alpha)K \end{cases} \quad \square\square\square\square$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

dengan q adalah realisasi dari peubah acak Q~N(P(t)/2,P(t)/4)) yang pada aplikasinya dapat di-*generate* dengan menggunakan sintaks normrnd pada program MATLAB. Sebagai contoh akan digunakan data penduduk dunia asli seperti pada contoh sebelumnya, dan dengan batas bawah P_b=1.000.000.

Dari Gambar 3 diperoleh bahwa meskipun setiap simulasi menghasilkan nilai setelah pemusnahan yang berbeda-beda namun masih berada di sekitar grafik fungsi analitik dari model pemusnahan, sehingga peridoe antar pemusnahan tidak berbeda jauh dengan periode yang diperoleh menggunakan cara analitik.



GAMBAR 3. GRAFIK HASIL SIMULASI DENGAN METODE PROBABILISTIK (3 SIMULASI)

Menggandakan Carrying Capacity

Bagaimana jika dari pada memusnahkan sebagian populasi, Thanos memilih untuk meningkatkan *carrying capacity* dua kali lipat setiap kali populasi mencapai *threshold* dengan kekuatan *Infinity Stones* yang dimilikinya?

Misalkan populasi awal adalah P_0 dengan P_0<(1-α)K. Ketika populasi mencapai (1-α)K (sebut ketika $t=t_1$), maka *carrying capacity* bertambah dua kali lipat menjadi 2K, sehingga untuk $t>t_1$, fungsi yang digunakan adalah (4) dengan nilai awal (1-α)K dan ditranslasi sejauh t_1 searah sumbu x.

$$P(t) = \begin{cases} \dfrac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}, 0 < t < t_1 \\ \dfrac{2K(1-\alpha)}{(1+\alpha)e^{-r(t-t_1)}+(1-\alpha)}, \ t_1 \leq t \end{cases}$$

□□□□

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada akhirnya, P akan melewati *threshold* baru yakni 2(1-α)K. Waktu yang dibutuhkan oleh populasi untuk mencapai nilai P=(1-α)2K dari P=(1-α)K adalah (diperoleh melalui (6) dengan mengubah K menjadi 2K dan P_0=(1-α)K) sama seperti periode pemusnahan pada uraian sebelumnya yakni t_p yang diberikan oleh (8). Jadi pada saat $t=t_1+t_p$, P akan mencapai 2(1-α)K. Pada saat itu, *carrying capacity* akan menjadi 4(1-α)K, sehingga untuk $t>t_1+t_p$, fungsi yang digunakan adalah fungsi (11) yang "disambung" dengan fungsi (4) dengan nilai awal 2(1-α)K, *carrying capacity* 4K dan ditranslasi sejauh t_1+t_p searah sumbu x.

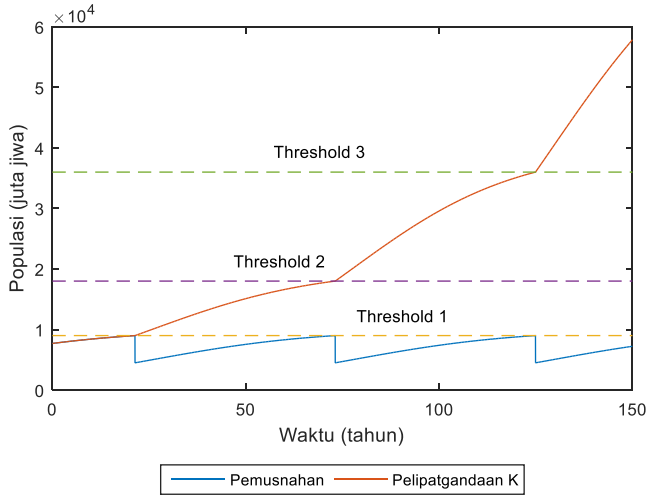
$$P(t) = \begin{cases} \dfrac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}, 0 < t < t_1 \\ \dfrac{2K(1-\alpha)}{(1+\alpha)e^{-r(t-t_1)}+(1-\alpha)}, t_1 \le t < t_1 + t_p \\ \dfrac{4K(1-\alpha)}{(1+\alpha)e^{-r(t-t_1-t_p)}+(1-\alpha)}, t_1 + t_p \le t \end{cases} \qquad (11)$$

Selanjutnya, waktu yang dibutuhkan untuk P bergerak dari P=2(1-α)K ke P=4(1-α)K akan sama dengan t_p, sehingga P akan mencapai 4(1-α)K pada $t=t_1+2t_p$, dan untuk t_1+t_p fungsi yang digunakan adalah fungsi (12) yang "disambung" dengan fungsi (4) dengan nilai awal 4(1-α)K, *carrying capacity* 8K dan ditranslasi sejauh t_1+2t_p searah sumbu x. Pada akhirnya dapat diperoleh fungsi populasi dengan pelipatgandaan *carrying capacity* dengan induksi matematika,

$$P(t) = \begin{cases} \dfrac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}, 0 < t < t_1 \\ \dfrac{2^{n+1}K(1-\alpha)}{(1+\alpha)e^{-r(t-t_1-nt_p)}+(1-\alpha)}, \ t_1 + nt_p \le t < t_1 + (n+1)t_p, n \in \{0,1,2,\dots\} \end{cases} \qquad (12)$$

Sebagai contoh, akan digunakan data populasi dunia asli seperti pada uraian sebelumnya. Pada Gambar 4 terlihat bahwa pada waktu yang sama, kedua grafik fungsi akan mencapai *threshold*-nya masing-masing.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 4. GRAFIK POPULASI DENGAN METODE PEMUSNAHAN VERSUS PELIPATGANDAAN *CARRYING CAPACITY*

Eksplorasi Permasalahan Lainnya

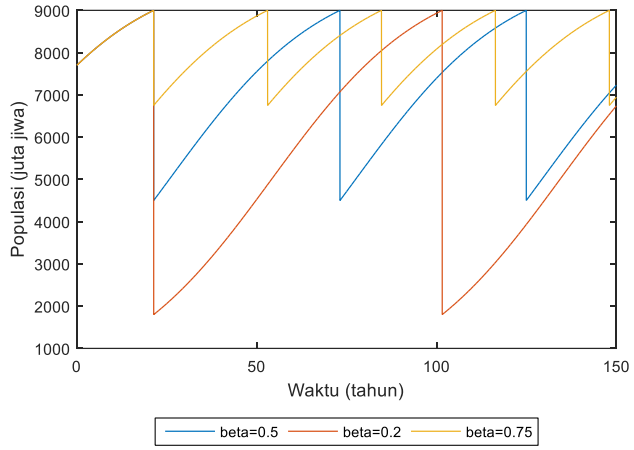
Bagaimana jika diinginkan populasi yang tersisa setelah pemusnahan adalah sebesar β kali populasi sebelumnya, dengan 0<β<1? Permasalahan ini serupa dengan permasalahan pada subbab A, namun kali ini setelah pemusnahan pertama populasi yang tersisa adalah sebanyak β(1-α)K, dan waktu yang dibutuhkan untuk kembali mencapai *threshold* adalah (dengan memasukkan P_0= β(1-α)K ke (7))

$$t_p = \frac{\ln\left(1+\frac{1-\beta}{\alpha\beta}\right)}{r} \qquad \square\square\square\square$$

Dengan menuliskan $\ln\left(1+\frac{1-\beta}{\alpha\beta}\right) = \ln\left(\frac{1}{\alpha\beta}+1-\frac{1}{\alpha}\right)$, terlihat bahwa t_p berbanding terbalik dengan β. Hal ini dapat dipahami karena semakin banyak populasi yang disisakan (selamat) maka akan semakin cepat waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke *threshold* populasi sehingga periode antar pemusnahan semakin singkat.

Setelah dilakukan eksplorasi permasalahan untuk berbagai nilai β, kemudian dibuat grafik, maka menghasilkan grafik pada Gambar 5.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 5. GRAFIK POPULASI (METODE PEMUSNAHAN) DENGAN BERBAGAI NILAI BETA

Selain itu, bagaimana jika diinginkan pelipatgandaan *carrying capacity* seperti pada bagian C namun setiap kali populasi mencapai *threshold*, *carrying capacity* bertambah menjadi M kali *carrying capacity* sebelumnya dengan M>1. Untuk kasus ini, periode yang dibutuhkan untuk mencapai suatu *threshold* dari *threshold* sebelumnya adalah (dengan menggunakan (7), mengganti K dengan M^nK dan P_0 dengan $M^{n-1}K$ untuk sebarang n)

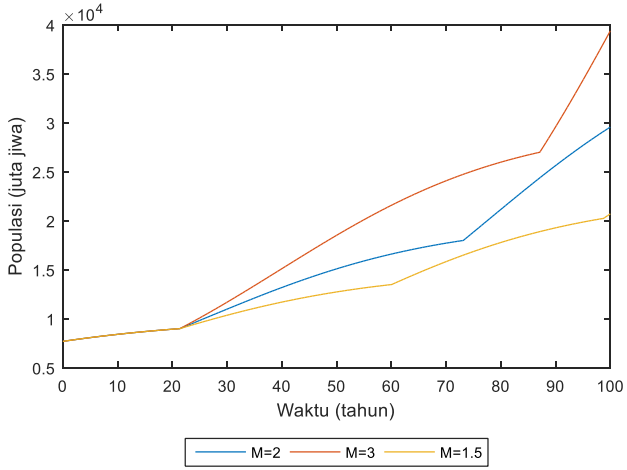
$$t_p = \frac{\ln\left(1+\frac{M-1}{\alpha}\right)}{r} \qquad \square\square\square\square$$

sedangkan fungsi populasinya diperoleh dengan cara yang sama dengan bagian C hanya saja mengganti faktor 2 dengan M, yakni

$$P(t) = \begin{cases} \frac{KP_0}{e^{-rt}(K-P_0)+P_0}, 0 < t < t_1 \\ \frac{M^{n+1}K(1-\alpha)}{(M-1+\alpha)e^{-r(t-t_1-nt_p)}+(1-\alpha)}, \ t_1 + nt_p \le t < t_1 + (n+1)t_p, n \in \{0,1,2,\dots\} \end{cases} \qquad \square\square\square\square$$

Perhatikan pada Gambar 6 dapat diambil kesimpulan, bahwa semakin besar M maka semakin lama periode antar penambahan *carrying capacity*. Hal ini dapat dilihat dari $t_p = \frac{\ln\left(1+\frac{M-1}{\alpha}\right)}{r}$ dimana t_p berbanding lurus dengan M.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 6. GRAFIK POPULASI (MODEL PENAMBAHAN *CARRYING CAPACITY*) UNTUK BEBERAPA NILAI M

Simpulan dan Saran

Simpulan yang diperoleh adalah, periode waktu yang dilakukan untuk melakukan pemusnahan populasi hingga setengah populasi total adalah sama dengan periode waktu yang dibutuhkan untuk menggandakan *carrying capacity* ketika populasi sudah mencapai ambang batas tertentu. Namun dengan performansi sama, pilihan untuk menggandakan *carrying capacity* setiap kali populasi melewati *threshold* lebih bijaksana daripada melakukan pemusnahan separuh populasi dunia, karena nyawa manusia tidak ternilai harganya.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan model pertumbuhan populasi lain (selain model logistik) dan menghilangkan beberapa asumsi yang digunakan dalam makalah ini.

Daftar Pustaka

[1] N. Bacaër. “A Short History of Mathematical Population Dynamics”. London: Springer-Verlag. 2011. pp. 35-36.

[2] A. Tsoularis and J. Wallace. “Analysis of Logistic Growth Models”. Mathematical Biosciences 179. pp. 21-55. July 2002.

[3] Worldometers. “World Population Clock”. Diakses di http://www.worldometers.info/world-population/ pada Januari 2019.

[4] B. Pengra. “One Planet, How Many People? A Review of Earth’s Carrying Capacity”. UNEP Global Environmental Alert Service (GEAS). 2012.

[5] D. Kalman. "A Discrete Approach to Continuous Logistic Growth". Joint Math Meetings, Atlanta, 2017.
R. Walpole, R. Myers, S. Myers, and K. Ye. "Probability & Statistics for Engineers & Scientists Ninth Edition". Boston: Pearson. 2012. pp.187-188.

III. ANALISIS JALUR KRITIS TERHADAP TATA OPERASI DARAT DI BANDAR UDARA A

Septiana
Institut Teknologi Bandung
tiaseptiana97@gmail.com

Abstrak— Seiring perkembangan zaman serta kemajuan teknologi dan industri, masyarakat membutuhkan hal yang instan dan cepat. Hal ini menyebabkan banyak masyarakat lebih memilih pesawat terbang dibandingkan moda transportasi lain yang memakan waktu lebih lama. Namun akan menjadi masalah jika keberangkatan pesawat tersebut ditunda. Ditundanya keberangkatan suatu pesawat salah satunya dapat disebabkan oleh tata operasi darat yang kurang optimal. Tata operasi darat adalah proses penanganan penumpang, bagasi, kargo, dan pos di bandara oleh petugas maskapai penerbangan yang dimulai dari proses embarkasi hingga proses debarkasi. Tata operasi darat dapat dipandang sebagai suatu proyek yaitu serangkaian aktivitas yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam keberjalanan suatu proyek, perlu diketahui waktu pengerjaan proyek, sehingga proyek tersebut dapat dijalankan secara optimal. Analisis jalur kritis merupakan salah satu metode untuk menentukan waktu pengerjaan proyek serta aktivitas mana yang masuk ke dalam kategori kritis. Kategori kritis adalah kategori aktivitas yang jika aktivitas tersebut terlambat maka dapat mengakibatkan keseluruhan proyek menjadi terlambat. Pada makalah ini akan digunakan metode *critical path analysis* untuk menentukan jalur kritis tata operasi darat serta waktu paling lama yang dibutuhkan agar proyek tata operasi darat selesai. Setelah dilakukan penelitian diperoleh hasil bahwa pengangkutan bagasi / kargo / pos merupakan aktivitas yang paling sering masuk ke dalam kategori kritis. Dari hasil penelitian ini diharapkan agar tata operasi darat industri penerbangan di Indonesia menajdi lebih optimal.

Kata kunci: Critical Path Analysis, Ground Handling

Pendahuluan

Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman serta kemajuan teknologi dan industri, masyarakat membutuhkan hal yang instan dan cepat, hal ini menyebabkan banyak masyarakat lebih memilih pesawat terbang dibandingkan moda transportasi lain yang memakan waktu lebih lama, namun akan menjadi masalah jika keberangkatan pesawat tersebut ditunda.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Masyarakat akan merasa dirugikan akibat pilihan moda transportasi yang seharusnya dapat mengantarkan mereka dalam waktu cepat, sebaliknya membuat mereka menunggu di bandar udara dalam waktu hingga berjam – jam. Terdapat berbagai faktor yang dapat menyebabkan keberangkatan pesawat ditunda, ditundanya keberangkatan suatu pesawat salah satunya dapat disebabkan oleh tata operasi darat yang kurang optimal.

Tata operasi darat adalah proses penanganan penumpang, bagasi, kargo, dan pos di bandara oleh petugas maskapai penerbangan yang dimulai dari proses debarkasi hingga proses embarkasi. Debarkasi adalah proses penurunan penumpang dari pesawat terbang, sedangkan embarkasi adalah proses pemberangkatan penumpang dengan pesawat terbang. Lebih jauh lagi, tata operasi darat adalah seluruh proses penanganan penumpang, bagasi, kargo, dan pos dimulai dari pesawat mendarat hingga pesawat mengudara.

Tata operasi darat dapat dipandang sebagai suatu proyek yaitu serangkaian aktivitas yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam keberjalanan suatu proyek, perlu diketahui waktu pengerjaan proyek, sehingga proyek tersebut dapat dijalankan secara optimal. Salah satu metode untuk menentukan waktu pengerjaan proyek serta aktivitas mana yang masuk ke dalam kategori kritis adalah analisis jalur kritis. Kategori kritis adalah kategori aktivitas yang jika aktivitas tersebut terlambat maka dapat mengakibatkan keseluruhan proyek menjadi terlambat.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa waktu paling lama yang dibutuhkan agar proyek tata operasi darat selesai?
2. Aktivitas mana saja yang masuk ke dalam kategori kritis?
3. Bagaimana jalur kritis dari proyek tata operasi darat?

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan waktu paling lama yang dibutuhkan agar proyek tata operasi darat selesai
2. Menentukan aktivitas mana saja yang masuk ke dalam kategori kritis
3. Menentukan jalur kritis dari proyek tata operasi darat

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Industri penerbangan Indonesia dapat melakukan peningkatan kualitas dari tata operasi darat dengan mengetahui aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis serta jalur kritis dari tata operasi darat.

Metode Penelitian

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada saat awal penelitian dilakukan pengambilan sampel berukuran delapan, dari tiga jenis pesawat, yaitu pesawat A, pesawat B, dan pesawat C. Sampel diperoleh dari salah satu perusahaan layanan bandar udara yang bergerak di bidang tata operasi dari maskapai penerbangan di Indonesia. Dari sampel inilah akan dilakukan analisis jalur kritis terhadap tata operasi darat.

Langkah Pengerjaan

Penentuan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis serta jalur kritis dari tata operasi darat diselesaikan dengan metode *Critical Path Analysis*. Langkah pengerjaan metode *Critical Path Analysis* pada penelitian ini adalah:

1. Penentuan aktivitas serta durasi waktu penyelesaian aktivitas tersebut.
2. Penentuan aktivitas pendahulu untuk setiap aktivitas jika ada. Hal ini diperlukan untuk pembuatan diagram aktivitas dan kendala.
3. Pembuatan diagram aktivitas. Terdapat dua jenis diagram aktivitas, yaitu *Activity on Node* (AON) dan *Activity on Arrow* (AOA). Pada penelitian ini akan digunakan diagram aktivitas jenis AOA, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penentuan kendala, serta membuat diagram aktivitas dapat dipandang sebagai aliran debit yang memanfaatkan hukum kirchoff.
4. Penentuan fungsi objektif dan kendala.
5. Penyelesaian masalah.

Penyelesaian Masalah Optimisasi

Masalah optimisasi dibuat sebagai masalah program linear bilangan biner. Masalah optimisasi pada penelitian ini diselesaikan menggunakan *package Linear Programming Solving* di aplikasi R. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menyelesaikan masalah optimisasi pada penelitian ini yaitu:

1. Di setiap *node* percabangan pada diagram aktivitas berlaku hukun kirchoff, yaitu debit yang masuk sama dengan debit yang keluar.
2. Jalur kritis merupakan variabel – variabel keputusan terpilih.
3. Seluruh solusi fisibel merupakan bilangan biner. Artinya, nilai variabel keputusan yang merupakan solusi fisibel hanya memiliki dua kemungkinan yaitu nol atau satu. Variabel keputusan yang merupakan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis akan bernilai satu, dan variabel keputusan yang bukan merupakan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis akan bernilai nol.
4. Total durasi pengerjaan proyek merupakan nilai maksimum dari jalur kritis.

Hasil dan Pembahasan

Data Aktivitas, Durasi Aktivitas, dan Aktivitas Pendahulu

Tabel 1 merupakan salah satu contoh sampel yang diambil, sampel merupakan pesawat terbang jenis A. Waktu ke – 0 dihitung mulai dari *Block On* yaitu saat roda pesawat sudah berhasil diganjal.

 ISBN 978-602-61009-2-4

TABEL 1. CONTOH SAMPEL

Aktivitas	***Deskripsi***	***Waktu Mulai***	***Waktu Penyelesaian***	***Durasi***
A	Pemasangan Garbarata	10:45	10:46	1
B	Debarkasi	10:48	10:53	5
C	Katering	10:53	10:59	6
D	Pembersihan	10:53	11:05	12
E	*Water and Lavatory Service*	11:05	11:13	8
F	Pengeluaran bagasi / kargo / pos	10:48	10:58	10
G	Pemasukan bagasi / kargo / pos	10:58	11:07	9
H	Pengisian bahan bakar	-	-	0
I	*Aircraft release*	11:07	11:12	5
J	Penutupan *check in*	11:05	11:15	10
K	Pertukaran kru	10:56	11:00	4
L	Panggilan *boarding*	11:15	11:18	3
M	Embarkasi	11:18	11:24	6
N	Dokumen penerbangan	11:24	11:27	3
O	Pintu penumpang tutup	11:27	11:28	1
P	*Pushback car attached*	11:28	11:29	1
Q	*Block off*	11:29	11:30	1

Berdasarkan data yang ada, akan ditentukan aktivitas pendahulu dari setiap aktivitas. Aktivitas pendahulu adalah aktivitas yang harus selesai sebelum suatu aktivitas yang lain dapat dijalankan. Artinya, tidak semua aktivitas memiliki aktivitas pendahulu. Jika suatu aktivitas tidak memiliki aktivitas pendahulu, maka aktivitas tersebut sudah bisa langsung dimulai tanpa menunggu aktivitas tertentu selesai. Suatu aktivitas juga mungkin memiliki lebih dari satu aktivitas pendahulu, sehingga aktivitas tersebut harus menunggu seluruh aktivitas pendahulunya selesai agar dapat dijalankan. Tabel 2 berisi aktivitas pendahulu dari setiap aktivitas yang ada, serta durasi rata – rata untuk setiap kegiatan.

TABEL 2. AKTIVITAS PENDAHULU DAN DURASI RATA - RATA

 ISBN 978-602-61009-2-4

Aktivitas	***Deskripsi***	***Aktivitas Pendahulu***	***Durasi rata - rata***
A	Pemasangan Garbarata	-	1
B	Debarkasi	A	8
C	Katering	B	12
D	Pembersihan	B	11
E	*Water and Lavatory Service*	D	8
F	Pengeluaran bagasi / kargo / pos	-	10
G	Pemasukan bagasi / kargo / pos	F	17
H	Pengisian bahan bakar	-	9
I	*Aircraft release*	C, E, G, H	13
J	Penutupan *check in*	-	10
K	Pertukaran kru	A	5
L	Panggilan *boarding*	I, J, K	9
M	Embarkasi	L	12
N	Dokumen penerbangan	M	3,5
O	Pintu penumpang tutup	N	1
P	*Pushback car attached*	O	2
Q	*Block off*	P	1

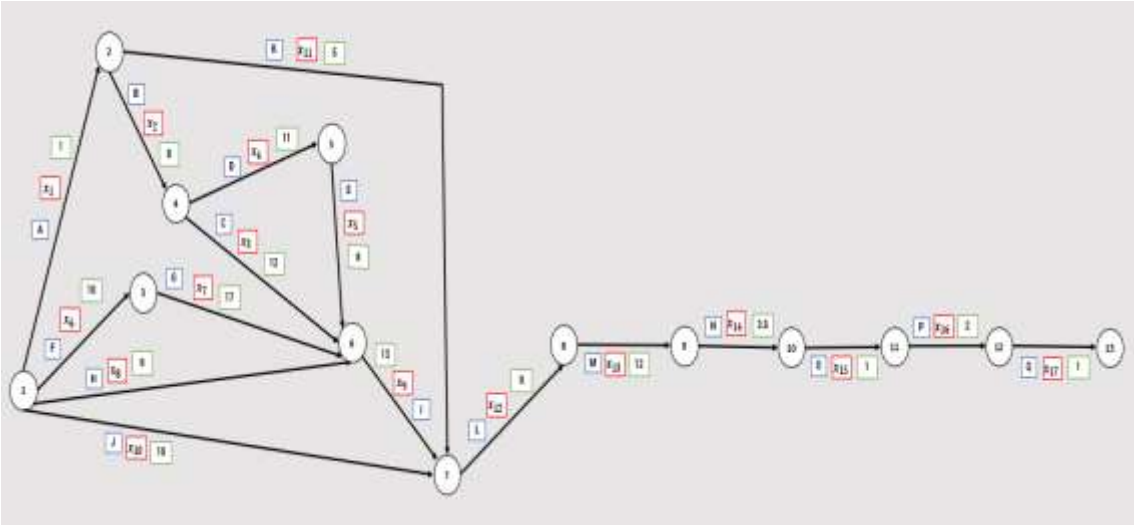
Debarkasi atau penumpang turun dari pesawat terbang hanya dapat dilaksanakan setelah garbarata selesai terpasang, oleh karena itu aktivitas pendahulu dari debarkasi adalah pemasangan garbarata. Kegiatan pengangkutan makanan ke dalam pesawat dan pembersihan koridor pesawat seperti pembuangan sampah ke luar atau pembersihan karpet, hanya dapat dilaksanankan setelah seluruh penumpang keluar, namun katering dan pembersihan tersebut dapat dilaksanakan secara paralel, oleh karena itu aktivitas pendahulu dari katering dan pembersihan yaitu debarkasi.

Penutupan *check in* dapat dilakukan tanpa harus menunggu aktivitas apapun, oleh karena itu penutupan *check in* tidak memiliki aktivitas pendahulu. Panggilan *boarding* hanya dapat dilakukan jika pesawat sudah dapat dikatakan siap berangkat, *check in* sudah ditutup, dan kru baru sudah berada di pesawat jika ada pertukaran kru. Oleh karena itu, panggilan boarding memiliki tiga aktivitas pendahulu, yaitu *Aircraft release*, penutupan *check in*, dan pertukaran kru.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Diagram Aktivitas dan Variabel

Setelah menentukan aktivitas pendahulu, akan dibuat diagram aktivitas dari proyek tata operasi darat seperti pada Gambar 1.



GAMBAR 1. DIAGRAM AKTIVITAS

Berdasarkan apa yang sudah dituliskan di bagian II. Metode Penelitian, diagram aktivitas dibuat dengan menggunakan jenis diagram aktivitas AOA. Pada Gambar 1 terdapat kotak berwarna biru, merah, dan hijau, serta lingkaran berisikan angka. Kotak berwarna biru yang berisikan huruf A sampai Q menyatakan jenis aktivitas, sesuai dengan Tabel 1 dan Tabel 2. Kotak berwarna hijau yang berisikan angka merupakan durasi aktivitas. Lingkaran berisikan angka merupakan *node*. Kotak berwarna merah berisikan variabel keputusan.

Variabel keputusan pada masalah optimisasi ini didefinisikan sebagai berikut:

$x_i = 1$ Jika jalur ke – i merupakan jalur kritis (1)

$x_i = 0$ Jika jalur ke – i bukan merupakan jalur kritis (2)

Penulisan indeks biasanya disesuaikan dengan *node* – *node* yang menghubungkan jalur atau *arrow*, namun untuk mempermudah penulisan, maka indeks ditulis dengan angka. Variabel keputusan dapat dilihat di Tabel 3.

TABEL 3. VARIABEL KEPUTUSAN

 ISBN 978-602-61009-2-4

Variabel	***Jalur Aktivitas***
$\boldsymbol{x_1}$	Pemasangan Garbarata
x_2	Debarkasi
x_3	Katering
x_4	Pembersihan
x_5	*Water and Lavatory Service*
x_6	Pengeluaran bagasi / kargo / pos
x_7	Pemasukan bagasi / kargo / pos
x_8	Pengisian bahan bakar
x_9	*Aircraft release*
x_{10}	Penutupan *check in*
x_{11}	Pertukaran kru
x_{12}	Panggilan *boarding*
x_{13}	Embarkasi
x_{14}	Dokumen penerbangan
x_{15}	Pintu penumpang tutup
x_{16}	*Pushback car attached*
x_{17}	*Block off*

Masalah Optimisasi

Setelah menentukan diagram aktivitas, maka dapat ditentukan kendala dari masalah optimisasi pada penelitian ini. Penentuan kendala memanfaatkan hukum kirchoff, artinya perlu diperhatikan debit yang masuk dan yang keluar di setiap *node.*

Perhatikan bahwa pada Gambar 1 terdapat jalur $x_1, x_6,\ x_8,$ dan x_{10} yang keluar dari *node* 1, berdasarkan definisi variabel yang dituliskan sebelumnya, nilai variabel hanya memiliki dua kemungkinan yaitu satu atau nol. Pada langkah awal, debit yang masuk ke dalam *node* 1 dianggap bernilai satu, maka berdasarkan hukum kirchoff total debit yang keluar dari *node* 1 harus bernilai satu. Sehingga didapatkan kendala pertama yaitu

$$x_1 + x_6 + x_8 + x_{10} = 1 \tag{3}$$

Begitu pula untuk jalur yang keluar dari *node* 2 yaitu x_2 dan x_{11}, karena jalur yang masuk pada *node* 2 adalah x_1, maka berdasarkan hukum kirchoff diperoleh kendala kedua yaitu

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$x_1 = x_2 + x_{11} \tag{4}$$

Hal ini berlaku untuk seluruh jalur yang ada di diagram aktivitas, sehingga diperoleh 12 kendala. Fungsi objektif dari masalah optimisasi ini adalah memaksimumkan total durasi pengerjaan proyek, hal ini dapat menjamin semua aktivitas yang ada di proyek tata operasi darat selesai dijalankan. Sehingga masalah optimisasi pada penelitian ini adalah:

$$\text{Memaksimumkan } Z = \sum_{i=1}^{17} a_i x_i \tag{5}$$

dengan a_i merupakan durasi aktivitas ke – i terhadap kendala:

$$x_1 + x_6 + x_8 + x_{10} = 1 \tag{6}$$

$$x_1 = x_2 + x_{11} \tag{7}$$

$$x_2 = x_3 + x_4 \tag{8}$$

$$x_4 = x_5 \tag{9}$$

$$x_6 = x_7 \tag{10}$$

$$x_3 + x_5 + x_7 + x_8 = x_9 \tag{11}$$

$$x_9 + x_{10} + x_{11} = x_{12} \tag{12}$$

$$x_{12} = x_{13} \tag{13}$$

$$x_{13} = x_{14} \tag{14}$$

$$x_{14} = x_{15} \tag{15}$$

$$x_{15} = x_{16} \tag{16}$$

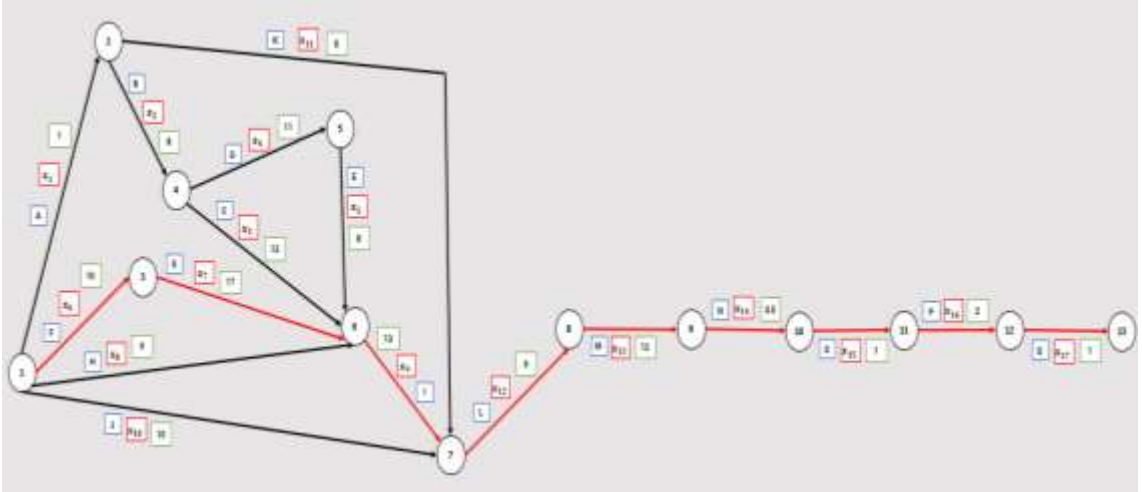
$$x_{16} = x_{17} \tag{17}$$

Jalur Kritis

Dalam menentukan jalur kritis dilakukan beberapa percobaan, yaitu menggunakan waktu rata – rata, minimum, maksimum, dan waktu sesuai *Standard Operation Procedure (SOP)*. Waktu rata – rata, waktu minimum, dan waktu maksimum dihitung dari sampel yang ada.

1. Jalur kritis yang dihitung menggunakan waktu maksimum dan minimum dari sampel tidak berbeda, yaitu $x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 2.

 ISBN 978-602-61009-2-4

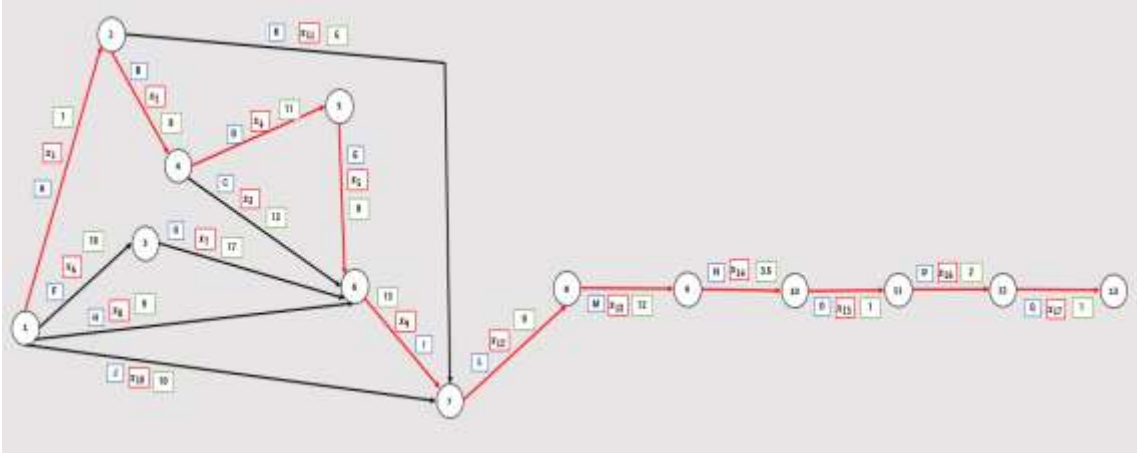


GAMBAR 2. JALUR KRITIS WATKU MAKSIMUM DAN MINIMUM

Perhatikan bahwa pada jalur kritis yang dihitung menggunakan waktu maksimum dan minimum, aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu pengeluaran bagasi / kargo / pos, pemasukan bagasi / kargo / pos, *aircraft release*, panggilan *boarding*, embarkasi, dokumen penerbangan, pintu penumpang tutup, *pushback car attached*, dan *block off*. Total waktu pengerjaan proyek tata operasi darat dengan perhitungan waktu minimal adalah 78 menit. Total waktu pengerjaan proyek tata operasi darat dengan perhitungan waktu maksimal adalah 22 menit.

2. Jalur kritis yang dihitung menggunakan waktu rata – rata dari sampel, yaitu $x_1 \to x_2 \to x_4 \to x_5 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 3.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 3. JALUR KRITIS WATKU RATA – RATA

Perhatikan bahwa pada jalur kritis yang dihitung menggunakan waktu rata – rata, aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu pamasangan garbarata, debarkasi, pembersihan, *water and lavatory sevice*, *aircraft release*, panggilan *boarding*, embarkasi, dokumen penerbangan, pintu penumpang tutup, *pushback car attached*, dan *block off*. Total waktu pengerjaan proyek tata operasi darat dengan perhitungan waktu rata – rata adalah 71 menit.

3. Jalur kritis untuk jenis pesawat jenis B yang dihitung menggunakan waktu sesuai SOP yaitu $x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$. Jalur kritis yang diperoleh sama dengan jalur kritis yang dihitung dengan waktu maksimum dan minimum, sehingga aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis juga sama. Total waktu pengerjaan proyek tata operasi darat yang dihitung sesuai dengan SOP yaitu 45 menit.
4. Jalur kritis juga ditentukan menggunakan data aktual dari delapan sampel yang ada. Gambar 4 menunjukkan jalur kritis untuk setiap sampel.

Pesawat 1	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 2	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 3	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 4	$x_1 \to x_2 \to x_3 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 5	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 6	$x_1 \to x_2 \to x_3 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 7	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$
Pesawat 8	$x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$

 ISBN 978-602-61009-2-4

GAMBAR 4. JALUR KRITIS DATA AKTUAL

Perhatikan bahwa dari delapan sampel yang ada, terdapat enam pesawat yang memiliki jalur kritis yang sama, dengan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu yaitu pengeluaran bagasi / kargo / pos, pemasukan bagasi / kargo / pos, *aircraft release*, panggilan *boarding*, embarkasi, dokumen penerbangan, pintu penumpang tutup, *pushback car attached*, dan *block off*.

Lalu terdapat dua penerbangan lainnya yaitu Pesawat 4 dan Pesawat 6 yang memiliki jalur kritis dengan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu pemasangan garbarata, debarkasi, catering, *aircraft release*, panggilan *boarding*, embarkasi, dokumen penerbangan, pintu penumpang tutup, *pushback car attached*, dan *block off*.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan jalur kritis yang ditentukan dari berbagai macam percobaan, jalur kritis yang terbanyak adalah $x_6 \to x_7 \to x_9 \to x_{12} \to x_{13} \to \cdots \to x_{17}$, atau jalur kritis dengan aktivitas yang masuk ke dalam kategori kritis yaitu pengeluaran bagasi / kargo / pos, pemasukan bagasi / kargo / pos, *aircraft release*, panggilan *boarding*, embarkasi, dokumen penerbangan, pintu penumpang tutup, *pushback car attached*, dan *block off*.

Jalur kritis yang diperoleh terbanyak ini sesuai dengan Gambar 2. Hal ini didukung oleh fakta pengangkutan bagasi / kargo / pos yang memakan waktu cukup lama. Walaupun maskapai penerbangan sudah menganjurkan calon penumpang untuk *check in* paling lambat 90 menit sebelum pesawat berangkat, masih banyak penumpang yang melakukan *check in* mendekati waktu *boarding*.

Keterlambatan *check in* oleh penumpang dapat menghambat proses penyusunan bagasi sehingga mengakibatkan pemasukan bagasi / kargo / pos memakan waktu yang cukup lama. Oleh sebab itu maskapai penerbangan membuat batasan waktu bagi penumpang melakukan *check in*, sehingga dapat mengoptimalkan waktu pengangkutan bagasi / kargo / pos, yang kemudian dapat mempersingkat waktu penyelesaian proyek tata operasi darat.

Perhatikan bahwa jalur kritis yang dihitung dengan menggunakan waktu rata – rata dari sampel justru berbeda dari jalur kritis lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena dua hal. Pertama, sifat mean yang sensitif terhadap nilai ekstrem khususnya untuk ukuran sampel yang kecil. Kedua, waktu rata – wata dihitung tanpa memerhatikan jenis pesawat, padahal jenis pesawat yang berbeda memiliki SOP tata operasi darat yang berbeda pula.

Saran

Untuk melanjutkan penelitian ini agar mendapatkan hasil yang lebih optimal disarankan untuk:

1. Mengambil sampel dengan ukuran sampel yang lebih besar
2. Memerhatikan perhitungan waktu rata – rata, sehingga rata – rata dari sampel dihitung berdasarkan jenis sampel yang ada

 ISBN 978-602-61009-2-4

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih pada Bapak Dr. Agus Yodi Gunawan S.Si., M.Si. atas bimbingannya dalam melakukan penelitian analisis jalur kritis terhadap Tata Operasi Darat di Bandar Udara A.

Daftar Pustaka

[1] Misniewski, Mik, and H. Klien Jonathan. 2001. Linear Programming and Critical Path Analysis. Palgrave.
[2] Obrien, J. James, and Plotnick, L. Fredrick. 2006. CPM in Construction Management. The McGraw-Hill.
[3] Bradley, Stephen P., Hax, Arnoldo C., Magnanti, Thomas L. 1977. Applied Mathematical Programming. Addison-Wesley.
[4] Gabriel, Steven A. 2008. Project Management LP Models in Scheduling, Integer Programming. Subject: Management Science Applications in Project Management. College Park. University of Maryland.

IV. BENTUK POLINOM GELOMBANG TRANSVERSAL DENGAN PEMBUKTIAN DERET TAYLOR DENGAN SISA

Fahmi Handika[1], Daisyah Alfian Fatahillah[2]
Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram[1]
Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram[2]
fahmihandika4@gmail.com

Abstrak—Gelombang Transversal adalah suatu gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya. Adanya suatu gelombang transversal ditentukan dengan persamaan $A \sin (wt-kx) = A \sin (2\pi f/v-2\pi/\lambda)x$ yang memiliki bentuk polinom dan tidak dapat diketahui bentuk polinomnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan pembuktian bentuk polinom gelombang transversal berdasarkan penggunaan persamaan gelombang transversal $A \sin (wt-kx) = A \sin (2\pi f/v-2\pi/\lambda)x$ agar konvergen ke persamaan gelombang transversal tersebut menggunakan deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Pembuktian bentuk polinom gelombang transversal dapat ditentukan dengan kekonvergenan suatu deret. Suatu gelombang transversal ditentukan kekonvergenannya yaitu melalui deret Maclaurin dengan deret Taylor dengan sisa.. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa menggunakan deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa yang memiliki persamaan $f(x) = Sin\ x$ dapat diperoleh kekonvergenannya dan bentuk polinom dari gelombang transversal dapat ditentukan yaitu memperoleh deret dalam bentuk polinom

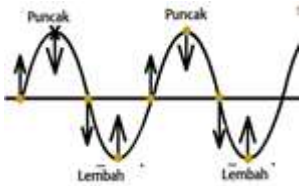
 ISBN 978-602-61009-2-4

yang konvergen ke $A \sin (2\pi f/v - 2\pi/\lambda)x$. Dengan demikian, penggunaan deret Maclaurin dengan deret Taylor dengan sisa dalam pembuktian bentuk polinom gelombang transversal dapat ditentukan secara jelas.

Kata kunci: Gelombang Transversal, Deret Maclaurin, Deret Taylor Dengan Sisa, Bentuk Polinom

Pendahuluan

Gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan energi dan momentum dari satu titik didalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan materi (Tipler, 1998: 471). Sumber gelombang adalah getaran (Giancoli, 2001: 381). Gelombang adalah getaran yang berjalan (Martin Kanginan, 2008: 55). Setiap benda yang berjalan dicirikan mempunyai kecepatan. Kecepatan gelombang bergantung pada sifat medium, dimana ia merambat (Giancoli, 2001: 383). Gelombang transversal pada dasarnya adalah suatu gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya.Sebuah gerakan gelombang, di mana partikel-partikel medium berosilasi di sekitar posisi rata-rata mereka di sudut kanan ke arah rambat gelombang, disebut gelombang transversal. Dalam gelombang transversal, media memiliki partikel yang bergetar dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan gelombang. Berikutnya akan berlangsung terbentuk puncak dan lembah. Polarisasi gelombang transversal adalah mungkin. Gelombang ini dapat merambat melalui benda padat dan cairan tetapi tidak melalui gas, karena gas tidak memiliki sifat elastis. Contoh gelombang ini adalah: getaran dalam dali, riak di permukaan air dan gelombang elektromagnetik. Dalam gelombang transversal, partikel medium berosilasi dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Sebagai contoh jika diberikan gelombang tranversal bergerak di arah x maka osilasi akan terjadi pada bidang Y'z.



GAMBAR 1 GELOMBANG TRANSVERSAL

Partikel dari medium berosilasi dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan. Jadi, selama osilasi mereka, partikel dapat bergerak ke atas atau ke bawah dari bidang yang melewati posisi rata-rata mereka. Titik paling atas gelombang, yaitu, posisi perpindahan positif maksimum adalah puncak dan titik terendah, yaitu posisi perpindahan maksimum disebut lembah. Jadi dalam sebuah gelombang transversal puncak dan lembah muncul bergantian. Sebagai contoh: gelombang tali, getaran tali, gelombang permukaan yang dihasilkan pada permukaan padat dan cair. Berikut arah perambatan energi tegak lurus terhadap arah osifikasi. Selalu ada dua arah yang merupakan independen satu sama lain yang dapat digunakan sebagai arah gelombang. Misalnya Anda memegang pita di tangan dan menggerakan ke atas dan ke bawah dapat membuat gelombang transversal. Juga memindahkan sisi samping dapat melakukan pekerjaan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Penerapan gelombang secara umum dapat diketahui dikehidupan sehari-hari yaitu pada tali yang bergetar. Penerapannya pada tali yang bergetar menggunakan vibrator. Apabila vibrator dihidupkan maka tali akan bergetar sehingga pada tali akan merambat gelombang transversal. Kemudian vibrator digeser menjauhi atau mendekati katrol secara perlahan-lahan sehingga pada tali timbul gelombang stasioner. Setelah terbentuk gelombang stasioner, dapat diukur panjang gelombang yang terjadi (λ) dan jika frekuensi vibrator sama dengan f maka cepat rambat gelombang dapat dicari dengan v = f.λ. Untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi cepat rambat gelombang dapat dilakukan dengan mengubah-ubah panjang tali, massa tali, dan tegangan tali (berat beban yang digantungkan). Persamaan yang dipakai dalam penelitian ini untuk mengetahui antara beban, masa dan panjang tali serta jenis tali (pengaruh masanya) terhadap cepat rambat gelombang dan frekuensi, digunakan rumus sebagai berikut:

$$v\sqrt{\frac{Fl}{m_t}} \qquad (1)$$

Untuk v = λ × f dan F

= m_b × g , sehingga diperoleh

$$\lambda \times f = \sqrt{\frac{m_b \times g \times l}{m_t}} \qquad (2)$$

Dimana ;
v = kecepatan rambat gelombang (m/s2)
F = gaya berat (N)
l = panjang tali (m)
mt = massa tali (kg)
λ = panjang gelombang (m)
f = frekuensi (Hz)
mb = massa beban (kg)
g = gaya gravitasi bumi (10 m/s2) (Sri Jumini, 2015: 153).

Gelombang dibagi menjadi dua yaitu gelombang menurut arah perambatannya dan menurut medium perambatannya. Gelombang menurut arah perambatannya dibagi lagi menjadi dua yaitu gelombang longitudianal dan gelombang transversal. Sedangkan gelombang menurut medium perambatannya juga dibagi menjadi dua yaitu gelombang mekanikdan gelombang elektromagnetik. Gelombang-gelombang tersebut memiliki berbagai persamaan yang pengaplikasiannnya berguna untuk menyelesaikan fenomena-fenomena dalam kehidupan sehari-hari, baik fenomena sederhana maupun fenomena yang dianggap luar biasa. Gelombang mekanik adalah getaran yang merambat, gerak gelombang dapat dipandang sebagai perpindahan momentum dari suatu titik di

 ISBN 978-602-61009-2-4

dalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan materi. Contoh gelombang mekanik yaitu gelombang pada tali dan gelombang bunyi. Rumus dasar gelombang mekanik adalah sebagai berikut.

$$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \quad \text{dan} \quad \lambda = vT \qquad (3)$$

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang energi dan momentumnya dibawa oleh medan listrik (E) dan medan magnet yang dapat menjalar melalui vakum. Gelombang elektromagnetik didasari oleh persamaan *Maxwell*. Persamaan *Maxwell* dalam satuan SI dirumuskan sebagai berikut.

1. $\nabla.E = 0$ (4)
2. $\nabla.B = 0$ (5)
3. $\nabla xE = -\frac{\partial B}{\partial t}$ (6)
4. $\nabla xB = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$ (7)

Gelombang longitudinal adalah gelombang dengan arah gangguan sejajar dengan arah penjalarannya. Contoh gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi, gelombang bunyi ini Analog dengan pulsa longitudinal dalam suatu pegas vertikal di bawah tegangan dibuat berosilasi ke atas dan ke bawah disebuah ujung, maka sebuah gelombang Longitudinal berjalan sepanjang pegas tersebut, koil – koil tersebut bergetar bolak – balik di dalam arah di dalam mana gangguan berjalan sepanjang pegas.

Gelombang transversal adalah gelombang dengan gangguan yang tegak lurus arah penjalaran. Misalnya gelombang cahaya dimana gelombang Listrik dan gelombang medan magnetnya tegak lurus kepada arah penjalarannya. Persamaan umum gelombang transversal adalah sebagai berikut.

$$y = A\sin(wt - kx) \qquad (8)$$

Penelitian ini dilakukan pengkajian mengenai bagaimana menentukan bentuk polinom pada persamaan umum gelombang transversal. Bentuk polinom pada suatu persamaan merupakan bentuk suku-suku banyak terhingga yang disusun dari peubah/variable dan konstanta. Pada persamaan $y = A\sin(wt - kx)$ merupakan persamaan umum gelombang transversal yeng membentuk suatu bentuk polinom menggunakan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Penelitian ini juga menentukan bagaimana deret Maclaurin dapat berperan bagi ilmu fisika yaitu pada gelombang transversal dilengkapi dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Kombinasi antara kedua deret tersebut dapat menjadi suatu acuan dalam menentukan bentuk polinom gelombang transversal. Diharapkan melalui penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai deret Maclaurin dan deret Taylor dengan sisa.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Deret Maclaurin

Salah satu metode yang digunakan untuk membuktikan adanya bentuk polinom gelombang transversal adalah menggunakan deret Maclaurin. Deret Maclaurin atau deret Taylor Baku ini sangat bermanfaat dalam *metode numerik*untuk menghitung atau menghampiri nilai-nilai fungsi yang susah dihitung secara manual seperti nilai sin x, cos x, e^x, log x atau ln (x + 1). Tentu kita tidak akan bisa menghitung nilai-nilai fungsi tersebut tanpa menggunakan bantuan kalkulator atau tabel. Representasi deret pangkat dari sebuah fungsi dalam $x-a$ disebut deret Taylor (Taylor Series). Diambil dari nama ahli matematika Inggris, Brook Taylor (1685-1731). Jika $a=0$, maka deret yang bersesuaian disebut dengan deret Maclaurin (Maclaurin series). Metode yang berkaitan dengan deret Maclaurin yang aplikasinya untuk ilmu fisika adalah deret Binomial yaitu dapat berbentuk seperti.

$$(1+x)^p = 1 + px + \frac{p(p-1)}{2!}x^2 + \frac{p(p-1)(p-2)}{3!}x^3 + \ldots, \qquad (9)$$

dengan p sembarang bilangan real. Melalui deret binomial kita bisa melihat, misalnya, bahwa formulasi energi kinetik klasik dan energi kinetik relativistik dapat disatukan dalam bentuk (Arfken,1995:263).

Pembahasan pada penelitian ini berfokus pada deret Maclaurin yang membuktikan adanya bentuk polinom gelombang transversal, sehingga dibutuhkannya suatu metode. Apabila menggunakan deret maclaurin maka perlu diketahui seperti apa bentuk deret maclaurin yang sering dijumpai. Deret-deret tersebut berguna dalam membuktikan penelitian ini. Tetapi yang lebih penting lagi tidak hanya membuktikan bentuk polinom gelombang transversal, tetapi dapat digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang matematika dan sains. Deret Maclaurin yang penting yaitu sebagai berikut (Purcell dkk, 2004).

1. $\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \ldots$ $\quad -1 < x < 1 \quad (10)$
2. $\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} - \ldots$ $\quad -1 < x \leq 1 \quad (11)$
3. $\tan^{-1} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} + \ldots$ $\quad -1 \leq x \leq 1 \quad (12)$
4. $e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots$ $\quad (13)$
5. $\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} + \ldots$ $\quad (14)$

 ISBN 978-602-61009-2-4

6. $\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \frac{x^8}{8!} - \ldots$ (15)

7. $\sinh x = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} + \ldots$ (16)

8. $\cosh x = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \frac{x^8}{8!} + \ldots$ (17)

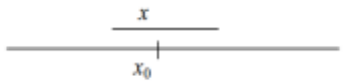
9. $(1+x)^p = 1 + \binom{p}{1}x + \binom{p}{2}x^2 + \binom{p}{3}x^3 + \binom{p}{4}x^4 + \ldots$ -1 < x <1 (18)

Deret Maclaurin menggunakan Deret Taylor dengan sisa

Sebelum mengetahui metode deret Taylor dengan sisa maka harus dikatahui deret umum Taylor. Deret umum Taylor merupakan perkembangan lebih lanjut dari deret Taylor. Suatu fungsi yang dibangun dari deret Taylor harus mempunyai basis fungsi-basis fungsi yang berbentuk $k(\alpha \cdot i + a)$, di mana nilai i dan k adalah bilangan integer positip. Apabila fungsi yang telah berhasil dibangun oleh deret Taylor tersebut kita deretkan secara bertingkat tentu saja akan menghadapi kendala tidak efisien (membutuhkan waktu lama) bila dilakukan secara berurutan. Dengan maksud agar hasil akhir diperoleh dengan cara yang lebih efisien, maka pada paper ini penulis mengembangkan deret umum Taylor atau dapat juga disebut sebagai deret SIG-Taylor. Deret SIG-Taylor ini dibangun dari basis fungsi-basis fungsi yang berbentuk deret bertingkat j berderajat satu $\sum_{j=1}^{t} u+t-1\ j$ di mana nilai i , u dan t adalah bilangan integer positip. Tentu saja bila fungsi tersebut tidak kita deretkan, maka hasil akhirnya akan sama dengan fungsi yang dibangun dengan deret Taylor. Itulah alasan lain dari penulis mengapa memberanikan diri menamai permasalahan deret pada paper ini sebagai deret umum Taylor (Stephanus, 2011).

Andaikan f dan semua turunannya, f', f'', f''', ..., menerus di dalam selang $[a, b]$. Misalkan $x0$ □□$[a, b]$, maka untuk nilai-nilai x di sekitar $x0$ (Gambar 2.1) dan x □ $[a, b]$, $f(x)$ dapat diperluas (diekspansi) ke dalam deret Taylor:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{(x-x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x-x_0^2)}{2!} f''(x_0) + \ldots + \frac{(x-x_0)^m}{m!} f^m(x_0) + \ldots \quad (19)$$



GAMBAR 2 NILAI-NILAI x DISEKITAR x_0

 ISBN 978-602-61009-2-4

Persamaan diatas merupakan penjumlahan dari suku-suku (*term*), yang disebut **deret**. Perhatikanlah bahwa deret Taylor ini panjangnya tidak berhingga sehingga untuk memudahkan penulisan suku-suku selanjutnya kita menggunakan tanda elipsis (….). Jika dimisalkan *x* - *x*0 = *h*, maka *f*(*x*) dapat juga ditulis sebagai

$$f(x) = f(x_0) + \frac{h}{1!} f'(x_0) + \frac{h^2}{2!} f''(x_0) + \frac{h^3}{3!} f'''(x_0) + \ldots \frac{h}{m!} f^{(m)}(x_0) + \ldots \quad (20)$$

Hasil dan Pembahasan

Penyederhanaan Persamaan Gelombang Transversal

Persaamaan gelombang transversal menggunakan penyederhanaan substitusi persamaan gelombang pada umumnya. Substitusi persamaan umum gelombang terdiri atas 2πf disubstitusikan ke dalam persamaan w dan $\frac{2\pi}{\lambda}$ disubstitusikan ke dalam persaman k. sehingga persamaan gelombang transversal dapat disederhanakan dengan persamaan dibawah ini :

$$y = A\sin(wt - kx) \quad (21)$$

$$y = A\sin(2\pi ft - \frac{2\pi}{\lambda x}) \quad (22)$$

$$y = A\sin(\frac{2\pi fx}{v} - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad (23)$$

$$y = A\sin(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi f}{\lambda})x \quad (24)$$

Bentuk Polinom Gelombang Transversal menggunakan Deret Maclaurin dengan Pembuktian Deret Taylor dengan Sisa

Dalam memberikan hasil dan pembuktian adanya bentuk polinom gelombang transversal, maka dapat ditentukan deret-deret penting pada deret taylor dengan sisa. Adanya deret tersebut memberikan asumsi bahwa pembuktian bentuk polinom untuk persamaan umum gelombang transversal. Deret Taylor dengan sisa tersaji pada tabel dibawah ini, dengan pendekatan $f^n(\chi)$ dan diubah menjadi $f^n(0)$.

TABEL 1. DERET MACLAURIN MENGGUNAKAN TAYLOR DENGAN SISA

n	$f^n(\chi)$	$f^n(0)$

 ISBN 978-602-61009-2-4

0	$\sin(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	0
1	$\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda}\cos(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	$\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda}$
2	$-(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^2 \sin(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	0
3	$-(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^3 \cos(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	$-(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^3$
4	$(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})^3 \sin(\frac{2\pi}{v} f - \frac{2\pi}{\lambda})x$	0
	.	.
	.	.
	.	.

Menggunakan teorema Taylor menyatakan bahwa “misalkan f adalah fungsi dengan turunan semua tingkat dalam interval (a-r, a+r). Deret Taylor adalah sebagai berikut.

$$f(a) + f'(a)(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \frac{f'''(a)}{3!}(x-a)^3 + \ldots \quad (25)$$

Menyatakan fungsi f pada interval (a-r, a+r) jika dan hanya jika

$$\lim_{n\to\infty} Rn(x) = 0$$

Dimana $Rn(x)$ adalah sisa dalam rumus Taylor

$$Rn(x) = \frac{f^{(n+1)}(c)}{(n+1)!}(x-a)^{n+1} \quad (26)$$

Dan c suatu titik didalam $(a-r),(a+r)^{"}$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \ldots + \ldots \quad (27)$$

Dengan adanya persamaan tersebut terbukti bahwa deret tersebut konvergen ke $\sin x$.

Bagaimana dengan :

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\sin(\frac{2\pi}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x=(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-\frac{(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3x^3}{3!}+\frac{(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5x^5}{5!}-\ldots+\ldots \quad (28)$$

$$A\sin(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x=A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3x^3+A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5x^5-\ldots+\ldots \quad (29)$$

Dari beberapa penurunan persamaan berdasarkan teorema dan definisi dari deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa maka diperoleh bentuk polinom gelombang transversal adalah sebagai berikut.

$$A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3\frac{x^3}{3!}+A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5\frac{x^5}{5!}-\ldots+\ldots \quad (30)$$

Bentuk polinom pada persamaan diatas dapat diuji kebenarannya dengan cara membuktikan bahwa pada deret tersebut konvergen ke $A\sin(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})$ menggunakan rumus deret Taylor dengan sisa (R_n) dengan memperhatikan bahwa $\lim_{n->\infty}R_n=0$. Dapat dibuktikan bahwa :

$$\lim_{n->\infty}\frac{f^{n+1}(c)}{(n+1)!}x^{n+1}=0$$

Dengan demikian, bentuk polinom gelombang transversal dapat dianggap benar yang menghasilkan bentuk seperti :

$$A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})x-A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^3\frac{x^3}{3!}+A(\frac{2\pi f}{v}-\frac{2\pi}{\lambda})^5\frac{x^5}{5!}-\ldots+\ldots \quad (31)$$

Bentuk polinom gelombang transversal berguna untuk mencari penyelesaian dan alternatif lain ketika menyelesaikan permasalahan dalam bidang ilmu fisika yaitu gelombang transversal. Dalam menghadapi revolusi industri 4.0 berawal dari generasi muda yang intelektual. Dalam mengkonversikan suatu rumus fisika tidak hanya melalui cara yang sudah tertera. Oleh karenanya diperlukan suatu bentuk polinom gelombang transversal berdasarkan penelitian generasi muda yang intelektual.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh hasil bentuk polinom gelombang transversal menggunakan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa. Persamaan gelombang yang dikonversikan ke dalam bentuk polinom gelombang transversal adalah $y = A\sin(wt - kx)$ melalui penyederhanaan metode substitusi persamaan yakni $y = A\sin(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi f}{\lambda})x$ (32)

Bentuk polinom yang dihasilkan berdasarkan penelitian dengan metode deret Maclaurin dengan pembuktian deret Taylor dengan sisa adalah sebagai berikut.

$$A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})x - A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^3 \frac{x^3}{3!} + A(\frac{2\pi f}{v} - \frac{2\pi}{\lambda})^5 \frac{x^5}{5!} - \ldots + \ldots \quad (33)$$

Bentuk polinom tersebut dapat dibuktikan kebenarannya dengan menguji kekonvergenannya. Dengan adanya bentuk polinom gelombang transversal tersebut dapat lebih membantu para fisikawan dalam menyelesaikan permasalahan khususnya gelombang transversal dengan pemanfaatan bentuk polinom gelombang transversal.

Hasil penelitian yang menunjukkan bentuk plinom gelombng transversal dapat dikembangkan untuk persamaan gelombang lainnya, sehingga pada peneitian ini perlu adanya kajian lebih lanjut dan lebih kritis, sehingga penggunaan metode yang digunakan sejalan dengan hasil penelitian yang diperoleh.

Daftar Pustaka

[1] Paul A. Tipler, “Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi 3 Jilid 1”, Jakarta: Erlangga, 1998

[2] Douglas C. Giancoli, “Physics. Principles with aplications, fifth edition”, Jakarta: Erlangga, 2001 : 381

[3] Douglas C. Giancoli, “Physics. Principles with aplications, fifth edition”, Jakarta: Erlangga, 2001 : 383

[4] G. Arfken, *Mathematical Methods for Physicists* (second edition), New York: Academic Press, 1995

[5] Edwin J. Purcell, Dale Varberg, Steven E. Rigdon, “Kalkulus Edisi Kedelapan”, Jakarta: Erlangga, 2004

[6] Stephanus Ivan Goenawan, “Deret Umum Taylor”, Atmajaya University, Jurnal Math Stat, Vol 11 No. 2, pp : 92-103, Juli 2011

 ISBN 978-602-61009-2-4

V. PEMODELAN PRODUK VARIABLE ANNUITY DI INDUSTRI ASURANSI JIWA

Agung Wicaksono
PT Asuransi Jiwasraya (Persero)
agungwicak24@gmail.com

Secara umum, bisnis asuransi jiwa terbagi menjadi 3 lini bisnis yaitu asuransi jiwa, asuransi kesehatan, dan anuitas. Adapun yang akan dibahas lebih lanjut pada makalah ini adalah anuitas. Dilihat dari tingkat hasil investasinya anuitas dapat dibagi menjadi dua yaitu *Certain Annuity* (Anuitas Pasti) dan *Variable Annuity* (Anuitas Variabel). Menurut Kellison (2009:73), anuitas merupakan rangkaian pembayaran secara berkala dalam waktu tertentu, misalnya tahunan atau bulanan. Selain itu, anuitas juga bisa disebut sebagai program asuransi jiwa yang bertujuan memberikan kepastian adanya kesinambungan pendapatan bagi tertanggung/peserta ketika menjalani masa purna bhakti beserta keluarganya apabila tertanggung/peserta meninggal dunia. Besar manfaatnya umumnya sebesar nominal tertentu atau dihitung berdasarkan alokasi premi sekaligus, dan manfaatnya dibayarkan secara berkala.

Pada makalah ini akan dibahas mengenai *variable annuity*. Menurut Runhuan Feng (2012:3), *variable annuity* merupakan anuitas yang menawarkan *profit sharing* dari dana investasi. Biaya-biaya yang timbul pada *variable annuity* tergantung pada *subaccount* pilihan pemegang polis. Setiap *subaccount* diinvestasikan dalam metode tertentu dengan tujuan investasi yang berbeda. Untuk melindungi investor dari risiko kerugian, perusahaan asuransi juga menjual produk yang bergaransi, yaitu *Guaranteed Minimum Maturity Benefit* (GMMB), *Guaranteed Minimum Death Benefit* (GMDB), dan *Guaranteed Minimum Accumulation Benefit* (GMAB).

Produk *variable annuity* diharapkan menjawab kebutuhan dari konsumen akan adanya kesinambungan penghasilan saat memasuki usia pensiun. Selain itu *variable annuity* juga diharapkan menjawab keresahan dari perusahaan asuransi jiwa akan besarnya risiko produk *Certain Annuity*.

Kata kunci: Annuity, Variable Annuity, Asuransi Jiwa

Pendahuluan

Latar Belakang

 ISBN 978-602-61009-2-4

Industri asuransi jiwa di Indonesia merupakan salah satu industri jasa keuangan yang memiliki prospek cerah. Sampai dengan saat ini jumlah perusahaan asuransi jiwa di Indonesia adalah sebanyak51 perusahaan. Pertumbuhan bisnis asuransi jiwa di Indonesia juga cukup bagus. Hal ini bisa dilihat dari pertumbuhan premi pada tahun 2017 mencapai 21,7% dibandingkan tahun sebelumnya. Secara umum, asuransi jiwa terbagi menjadi 3 lini bisnis yaitu asuransi jiwa, asuransi kesehatan, dan anuitas. Adapun yang akan dibahas lebih lanjut pada makalah ini adalah anuitas. Dilihat dari tingkat hasil investasinya anuitas dapat dibagi menjadi dua yaitu *Certain Annuity* (Anuitas Pasti) dan *Variable Annuity* (Anuitas Variabel). Menurut Kellison (2009:73), anuitas merupakan rangkaian pembayaran secara berkala dalam waktu tertentu, misalnya tahunan atau bulanan. Selain itu, anuitas juga bisa disebut sebagai program asuransi jiwa yang bertujuan memberikan kepastian adanya kesinambungan pendapatan bagi tertanggung/peserta ketika menjalani masa purna bhakti beserta keluarganya apabila tertanggung/peserta meninggal dunia. Besar manfaatnya umumnya sebesar nominal tertentu atau dihitung berdasarkan alokasi premi sekaligus, dan manfaatnya dibayarkan secara berkala.

Pada makalah ini akan dibahas mengenai *variable annuity*. Menurut Runhuan Feng (2012:1), *variable annuity* merupakan anuitas yang menawarkan *profit sharing* dari dana investasi. Biaya-biaya yang timbul pada *variable annuity* tergantung pada *subaccount* pilihan pemegang polis. Setiap *subaccount* diinvestasikan dalam metode tertentu dengan tujuan investasi yang berbeda. Untuk melindungi investor dari risiko kerugian, perusahaan asuransi juga menjual produk yang bergaransi, yaitu *Guaranteed Minimum Maturity Benefit* (GMMB), *Guaranteed Minimum Death Benefit* (GMDB), dan *Guaranteed Minimum Accumulation Benefit* (GMAB).

Produk *variable annuity* diharapkan menjawab kebutuhan dari konsumen akan adanya kesinambungan penghasilan saat memasuki usia pensiun. Selain itu *variable annuity* juga diharapkan menjawab keresahan dari perusahaan asuransi jiwa akan besarnya risiko produk *Certain Annuity*.

Anuitas banyak dijumpai pada pembayaran pensiunan Pegawai Negeri Sipil (PNS), Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Dana Pensiun Pemberi Kerja (DPPK), Dana Pensiun Lembaga Keuangan (DPLK), Swasta, maupun pekerja mandiri. Program Anuitas yang ada di Indonesia saat ini biasanya berbeda antara satu perusahaan dengan perusahaan yang lain. Setiap perusahaan memiliki peraturan kepegawaiannya sendiri. Namun secara garis besar, terdapat kesamaan yakni manfaat anuitas tergantung kepada gaji dan masa kerja karyawan. Semakin tinggi gaji, maka semakin besar juga manfaat anuitas. Semakin lama masa kerja karyawan, semakin besar juga manfaat anuitasnya.

Pangsa pasar yang cukup menjanjikan dari bisnis anuitas, tidak membuat semua perusahaan asuransi jiwa di Indonesia tertarik untuk mengembangkan produk anuitas. Risiko produk yang cukup tinggi menjadi salah satu alasan mengapa hanya ada sedikit perusahaan asuransi jiwa yang mengembangkan produk anuitas. Produk anuitas merupakan produk jangka panjang sehingga harus dikelola dengan prinsip kehati-hatian. Produk anuitas biasanya menawarkan pembayaran manfaat anuitas/pensiun seumur hidup bagi peserta. Apabila peserta meninggal dunia, maka manfaat pensiun akan dibayarkan kepada pasangan (istri/suami) peserta. Apabila pasangan meninggal dunia, maka manfaat pensiun akan dibayarkan kepada anak, dengan ketentuan anak belum menikah/berusia 25 tahun/bekerja.

Produk anuitas yang ada di Indonesia saat ini merupakan anuitas bergaransi/ manfaat pasti. Jadi, perusahaan asuransi jiwa sudah menentukan besaran manfaat anuitas dan besaran premi sejak awal. Hal ini cukup diminati oleh konsumen, karena konsumen merasakan adanya kepastian di masa depan. Akantetapi hal ini menjadi cukup berisiko bagi perusahaan asuransi jiwa karena harus memastikan kinerja investasinya lebih baik daripada asumsi yang digunakan saat membuat produk.

Tantangan bagi perusahaan asuransi jiwa penyedia produk anuitas semakin berat lagi ketika melihat trend bunga bank yang cunderung menurun dari tahun ke tahun. Selain itu, peraturan dari Otoritas Jasa Keuangan (POJK) mengatur bahwa 30% dana investasi dari perusahaan asuransi harus diletakkan di instrument Surat Berharga Negara (SBN). Seperti diketahui, *return of investment* SBN relatif konservatif dan tidak begitu besar.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dirumuskan dalam makalah ini adalah:

1. Bagaimanakah model *Variable Annuity* yang dapat dipergunakan untuk mengelola anuitas?
2. Bagaimanakah pola *unit linked insurance* dan *traditional insurance* dapat dikombinasikan untuk membuat model *Variable Annuity*?

Tujuan

1. Untuk menganalisis model *Variable Annuity* yang dapat dipergunakan untuk mengelola anuitas.
2. Untuk menganalisis pola *unit linked insurance* dan *traditional insurance* dapat dikombinasikan untuk membuat model *Variable Annuity*.

Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui model *Variable Annuity* yang dapat dipergunakan untuk mengelola anuitas.
2. Dapat dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan produk *Variable Annuity*.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka.

Hasil dan Pembahasan

Menurut Morgan Stanley, *variable annuity* adalah kontrak antara pemegang polis dan perusahaan asuransi. Dengan *variable annuity* perusahaan asuransi jiwa setuju akan melakukan pembayaran manfaat anuitas secara berkala kepada pemegang polis di masa yang akan datang. Pemegang polis dapat membayar premi *variable annuity* secara sekaligus (*single premium*) ataupun secara berkala (*series premium*). Pembayaran premi berkala yang umumnya dilakukan adalah secara bulanan. Sebagai catatan, terdapat manfaat/benefit yang sifatnya opsional yaitu benefit meninggal dunia (*death benefit*) dan/atau benefit hidup (*living benefit protection*). Benefit opsional tersebut akan mengurangi benefit anuitas.

Variable annuity memiliki 2 fase, yaitu fase pendanaan (*accumulation phase*) dan fase pembayaran manfaat (*payout phase*). Selama fase pendanaan (*accumulation phase*), pemegang polis membayar premi sejak polis diterbitkan. Fase pembayaran manfaat (*payout phase*) dimulai ketika pemegang polis menerima pembayaran manfaat anuitas setelah memilih opsi *variable annuity*.

Mengapa Memilih Variable annuity

Variable annuity merupakan investasi jangka panjang yang didesain untuk program pensiun atau tujuan jangka panjang lainnya. Ketika memilih membeli produk *variable annuity* terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, namun tidak terbatas pada :

1. Usia
2. Pendapatan
3. Pengalaman investasi

 ISBN 978-602-61009-2-4

4. Tujuan investasi
5. Jangka waktu investasi
6. Aset eksisting (termasuk portofolio investasi) dari perusahaan asuransi jiwa
7. Likuiditas perusahaan
8. Keuntungan bersih/laba bersih
9. Toleransi terhadap risiko
10. Status pajak.

Variable annuity termasuk risiko investasi dan ada kemungkinan kehilangan nilai investasi, oleh karena itu diperlukan kemampuan investasi yang bagus dalam mengelola *variable annuity*. Ada beberapa tipe pengelolaan investasi *variable annuity*. Pemegang polis dapat memilih kepada siapa pengelolaan investasi akan dipercayakan. Pengelolaan investasi bisa didiskusikan dengan *Financial Advisor/ Private Wealth Advisor*. Kita juga bisa mendapatkan *prospectus*/ brosurnya. Informasi yang bisa didapatkan dari *prospectus* antara lain: *Fees & charges*/ biaya, *investment options*/ pilihan investasi, *objectives*, *risk*, *death benefits*, *living benefits*. Semua hal tersebut harus dipikarkan masak-masak. Kita harus membandingkan benefit dan biaya dari *variable annuity* yang satu dengan yang lainnya.

Free Look Period

Variable annuity memiliki masa percobaan 10 hari atau lebih sejak pemegang polis menerima polis/kontrak. Selama waktu *free look period*, pemegang polis dapat mengakhiri kontrak & mendapatkan kembali pembayaran premi tanpa membayar biaya apapun. Pemegang polis diperbolehkan untuk menanyakan pertanyaan masa *free look period* berakhir untuk memastikan pemegang polis mengerti tentang *variable annuity* dan mengkonfirmasikan bahwa hal itu sudah sesuai dengan yang diinginkan pemegang polis.

Variable Annuity Fees & Charges

Terdapat biaya yang unik pada produk *variable annuity* yaitu *contract administration, distribution, investment management, & insurance benefits (death & living benefit protection options, lifetime income options)*.
Biaya yang paling sering dijumpai antara lain :

a. *Mortalily & Expense Risk Charge*

Besarnya biaya biasanya sebesar 0,95% s/d 1,80% per tahun. Biaya ini dipotong dari akumulasi dana yang sudah terbentuk.

b. *Administrative and Distribution Fees*

Biaya yang mengcover segala sesuatu yang berhubungan dengan pelayanan/*servicing* dan pendistribusian/*distributing* produk *variable annuity*. Termasuk di dalamnya adalah biaya transfer dana antar *subaccounts*, *tracking* pembayaran premi, konfirmasi penerbitan polis (biaya polis awal), dan pelayanan kepada nasabah. Biaya administrasi dan distribusi dipotong dari nilai akumulasi dana. Biaya tersebut dibebankan secara harian, dengan besaran sebesar 0% s/d 0,60% per tahun.

 ISBN 978-602-61009-2-4

c. *Contract Maintenance Fee (or Annual Fee)*

Biaya pemeliharaan ini berupa biaya tetap yang dipotong sekali per tahun. Di Amerika Serikat besarnya biaya adalah $30 s/d $50 per tahun. Biaya tersebut biasanya dibebaskan/dihapus ketika nilai akumulasi dananya lebih dari $50.000.

d. *Underlying Subaccount Fees and Expenses*

Biaya ini termasuk biaya *management fees* yang dibayarkan kepada *Financial Advisor* (Penasehat Keuangan) yang bertanggung jawab dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan *subaccount*. Biaya tersebut antara lain adalah biaya pembelian dan penjualan sekuritas.

e. *Contingent Deferred Sales Charge/Surrender Charge*

Biaya ini diperuntukan untuk pemegang polis yang mengambil dana yang dikelola, baik sebagian maupun seluruhnya diluar kepentingan pembayaran manfaat anuitas. Besarnya *surrender charge* biasanya akan besar pada saat awal kontrak, namun akan menurun seiring dengan bertambahnya masa kontrak. Bahkan *surrender charge* akan hilang ketika mendekati masa pembayaran manfaat anuitas. Umumnya besarnya *surrender charge* pada awal kontrak adalah sebesar 5% s/d 9% dari akumulasi dana yang ditarik.

Proses Bisnis Variable Annuity

Secara garis besar, proses bisnis *variable annuity* dapat dibedakan menjadi 2 hal, yaitu fase pendanaan (*accumulation phase*) dan fase pembayaran manfaat (*payout phase*). Model *variable annuity* yang akan dibahas pada makalah ini adalah kombinasi antara model *unit linked insurance* dan model *traditional insurance*. Model *unit linked insurance* cenderung berisiko bagi pemegang polis, karena tidak ada garansi investasi. Jadi, apabila kondisi investasi sedang bagus, maka bunga pengembangan investasi bagi pemegang polis juga bagus. Sebaliknya, jika kondisi investasi sedang buruk, maka bunga pengembangan investasi bagi pemegang polis juga buruk. Model *traditional insurance* cenderung memiliki risiko yang rendah bagi pemegang polis, karena adanya garansi investasi. Jadi, bagaimanapun kondisi investasi di pasar modal, tidak akan mempengaruhi bunga pengembangan investasi yang diberikan kepada pemegang polis. Bunga pengembangan investasi sudah disepakati pada awal perjanjian untuk jangka waktu tertentu dan dapat diperbaharui atas kesepakatan keduabelah pihak.

Pada model kombinasi, *subaccount* akan dimodifikasi sedemikian rupa sehingga memiliki batas bawah bunga pengembangan investasi, namun juga tidak ada batas maksimal bunga pengembangan investasi. Model kombinasi ini sangat cocok bagi pemegang polis yang menginginkan adanya garansi investasi, namun juga tetap membuka kemungkinan mendapatkan hasil investasi yang melebihi batas garansi apabila kondisi investasi sedang bagus.

Batas bawah bunga pengembangan yang digunakan adalah rata-rata bunga deposito 4 Bank BUMN, yakni BRI, BNI, BTN, dan Bank Mandiri. Rata-rata bunga deposito tersebut adalah rata-rata bunga di tahun berjalan. Berikut ini adalah Tabel Bunga Pengembangan Rata-Rata Deposito BRI, BNI, BTN, dan Bank Mandiri:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tenor (Bulan)	BRI	BNI	BTN	Mandiri	Rata-Rata
1	6.00%	6.00%	6.80%	4.60%	**5.85%**
3	6.60%	6.60%	6.80%	6.50%	**6.63%**
6	6.30%	6.30%	6.80%	6.20%	**6.40%**
12	6.10%	6.10%	6.60%	6.00%	**6.20%**

Tabel 1: Bunga Pengembangan Rata-Rata Deposito BRI, BNI, BTN, dan Bank Mandiri

Metode Penghitungan Bunga (Teori of Interest)

Menurut Gennady Falin (2014: 7), secara garis besar bunga dibedakan menjadi 2 yaitu *simple interest* dan *compound interest*. Pada *simple interest*, bunga pengembangan hanya diberikan kepada principal/pokok saja.
Persamaan *simple interest* adalah sebagai berikut:

$$A = P + Pin \qquad (1)$$

P = principal/pokok
i = bunga pengembangan
n = waktu
A = future value.

Pada *compound interest*, bunga pengembangan yang diperoleh pada periode pertama ditambahkan kedalam principal/pokok dan kemudian akan dilakukan proses pembungaan pada periode kedua, dan seterusnya.
Persamaan *compound interest* adalah sebagai berikut:

$$A = P(1+i_1)\,(1+i_2)\ldots.\,(1+i_n) \qquad (2)$$

P = principal/pokok
i_1 = bunga pengembangan periode pertama
i_2 = bunga pengembangan periode kedua
i_n = bunga pengembangan periode ke-n
n = waktu
A = future value

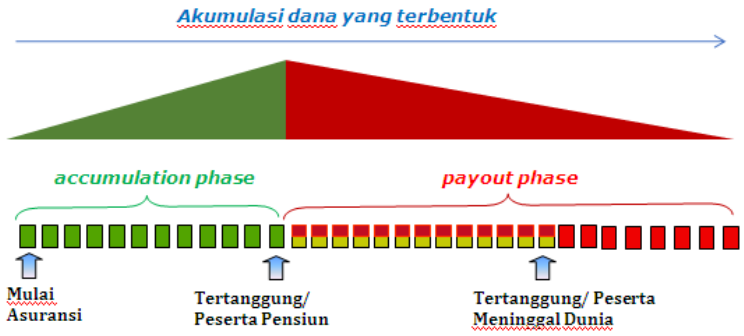
Ilustrasi Pengelolaan variable annuity

 ISBN 978-602-61009-2-4

Sebagaimana telah dijelaskan pada awal Bab III, secara garis besar, proses bisnis *variable annuity* dapat dibedakan menjadi 2 hal, yaitu fase pendanaan (*accumulation phase*) dan fase pembayaran manfaat (*payout phase*). Secara sederhana, kedua fase tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut:

***Gambar 1**: Ilustrasi fase pendanaan (accumulation phase) dan fase pembayaran manfaat (payout phase).*

Pada fase pendanaan (*accumulation phase*), pemegang polis membayar premi secara bulanan sampai mencapai usia pensiun. Premi tersebut akan diinvestasikan oleh perusahaan asuransi jiwa sehingga terbentuklan Aumulasi Dana. Ketika pemegang polis mencapai usia pensiun, pembayaran premi otomatis berhenti. Pada saat pemegang polis mencapai usia pensiun, perusahaan asuransi jiwa akan membayarkan manfaat anuitas bulanan. Pembayaran manfaat anuitas bulanan akan mengurangi Akumulasi Dana. Fase inilah yang dinamakan sebagai fase pembayaran manfaat (*payout phase*). Secara sederhana, proses tersebut dapat diilustrasikan sebagai berikut:



***Gambar 2**: Ilustrasi pembentukan akumlasi dana.*

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Produk *variable annuity* diharapkan menjawab kebutuhan dari konsumen akan adanya kesinambungan penghasilan saat memasuki usia pensiun. Selain itu *variable annuity* juga diharapkan menjawab keresahan dari perusahaan asuransi jiwa akan besarnya risiko produk *Certain Annuity*.

Daftar Pustaka

[1] Runhuang Feng. "*Analytical Calculation of Risk Measures for Variable Annuity Guaranteed Benefits*". University of Wisconsin – Milwaukee. 2012.

[2] Gennady Falin. *"Mathematics Of Finance And Investment"*. Moscow State Lomonosov University. 2014.

[3] Stephen G. Kellison. *"The Theory Of Interest Third Edition"*. The McGraw Hill Companies. 2009.

[4] Morgan Stanley. *"Understanding Variable Annuities"*. Morgan Stanley Smith Barney LLC. 2018.

www.pusatdata.kontan.co.id/bungadeposito. diakses 13 Januari 2019 pukul 13.37 WIB.

VI. PENERAPAN ALJABAR LINEAR PADA TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT DALAM PROGRAM APLIKASI KEAMANAN CITRA DIGITAL

Miftah Sigit Rahmawati[1], Rendra Soekarta[2]
[1,2]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Sorong
Email: miftah.sigit@yahoo.com

Abstrak--Perkembangan teknologi informasi pada saat ini mengubah cara masyarakat dalam berkomunikasi atau bertukar data dan informasi satu sama lain. Pertukaran data dan informasi saat ini tidak hanya berupa teks, melainkan juga dapat berupa gambar, audio, dan video dan dapat disimpan secara digital. Data dan informasi yang dimiliki termasuk salah satu barang berharga yang perlu dijaga dan diamankan. Pada umumnya untuk melakukan pengkodean suatu citra, harus mengubah citra tersebut dari suatu domain ke domain yang lain, proses ini disebut transformasi. Metode yang banyak digunakan dalam transformasi ini antara lain Transformasi *Cosinus Diskrit*, Transformasi *Fourier*, dan transformasi *Wavelet*. Dari Ketiga jenis transformasi tersebut, transformasi *Wavelet* memberikan hasil yang paling baik, hal ini dikarenakan *Wavelet* memberikan informasi tentang kombinasi skala dan frekuensi serta membutuhkan memori

 ISBN 978-602-61009-2-4

yang kecil. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan basis Haar dengan sifat orthogonal dan orthogonal, serta ruang *Hilbert* dengan hasil kali dalam pada transformasi *wavelet* diskrit dalam program aplikasi keamanan citra digital.

Kata kunci : citra digital,wavelet, transformasi wavelet diskrit

Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi pada saat ini mengubah cara masyarakat dalam berkomunikasi atau bertukar data dan informasi satu sama lain. Pertukaran data dan informasi saat ini tidak hanya berupa teks, melainkan juga dapat berupa gambar, audio, dan video dan dapat disimpan secara digital. Data dan informasi yang dimiliki termasuk salah satu barang berharga yang perlu dijaga dan diamankan. Upaya untuk mengamankan informasi atau data tersebut dilakukan karena maraknya kasus pencurian dan penyalahgunaan informasi atau data oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab untuk kepentingan tertentu seperti penculikan, pencemaran nama baik dan lain-lain. Citra atau gambar merupakan salah satu bentuk data dan informasi digital yang sering disalahgunakan. Bentuk penyalahgunaan citra digital yang sering terjadi adalah rekayasa foto dan penyebaran foto pribadi secara ilegal. Tentunya hal ini dapat merugikan pemilik foto tersebut. Oleh karena itu perlu adanya pengamanan terhadap data dan informasi pribadi yang dimiliki yaitu tentang Program Aplikasi Keamanan Citra dengan Algoritma *DES* dan Transformasi *Wavelet* Diskrit [6].

Pada umumnya untuk melakukan pengkodean suatu citra, harus mengubah citra tersebut dari suatu domain ke domain yang lain, proses ini disebut transformasi. Metode yang banyak digunakan dalam transformasi ini antara lain Transformasi *Cosinus Diskrit*, Transformasi *Fourier*, dan transformasi *Wavelet*. Dari Ketiga jenis transformasi tersebut, transformasi *Wavelet* memberikan hasil yang paling baik, hal ini dikarenakan *Wavelet* memberikan informasi tentang kombinasi skala dan frekuensi serta membutuhkan memori yang kecil [4]. Transformasi merupakan proses pengubahan data atau sinyal ke dalam bentuk lain agar lebih mudah dianalisis,seperti transformasi *fourier* yang mengubah sinyal ke dalam beberapa gelombang *sinus* atau *cosinus* dengan frekuensi yang berbeda, sedangkan transformasi *wavelet* (*wavelet transform*) mengubah sinyal ke dalam berbagai bentuk *wavelet* basis (*mother wavelet*) dengan berbagai pergeseran dan penyekalaan. Seperti yang ditulis [5] transformasi merupakan sarana atau proses bantu agar ciri khusus suatu data atau sinyal dapat tampil lebih nyata atau jelas, dan sekaligus mereduksi ukuran data tersebut. Penggunaan transformasi *wavelet* pada keamanan citra digital yang digunakan oleh [6] adalah filter *Haar* (*Daubeches orde 1*), wavelet dengan filter *Haar* dipilih karena memiliki *low passfilter* dan *high pass filter* yang tidak memakan biaya komputasi yang besar dan dalam prosesnya menggunakan transformasi *wavelet* diskrit pada matlab. Begitu pula dengan penulisan ini, wavelet yang dibahas merupakan wavelet diskrit dengan filter *Haar*.

Pada transformasi *Wavelet Diskrit* menggunakan beberapa konsep aljabar seperti yang telah diteliti sebelumnya [4], penelitian ini mempunyai tujuan untuk menyelidiki adanya konsep dasar aljabar linear pada Transformasi *Wavelet* Diskrit dalam keamanan citra digital lebih rinci. Dalam penelitian ini akan dibahas konsep dasar aljabar linear mengenai Transformasi *Wavelet Diskrit* dalam keamanan citra digital.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan studi literatur berupa buku-buku dan jurnal-jurnal ilmiah khususnya yang berhubungan dengan *wavelet* dan Transformasi *Wavelet* Diskrit. Langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam tulisan ini adalah mempelajari Transformasi *Wavelet* Diskrit yaitu dengan

 ISBN 978-602-61009-2-4

mendefinisikan Transformasi *Wavelet* dan Transformasi *Wavelet* Diskrit. Selanjutnya, mencari konsep dasar transformasi *Wavelet* Diskrit pada keamanan citra digital kemudian menganalisa aljabar linear yang diterapkan pada Transformai Wavelet.

Hasil dan Pembahasan

Teori *wavelet* adalah suatu konsep yang relatif baru dikembangkan di berbagai disiplin ilmu seperti matematika, fisika dan teknik. Kata *wavelet* sendiri diberikan oleh Jean Morlet dan Alex Grossmann di awal tahun 1980-an, dan berasal dari bahasa Perancis "*ondelette*" yang artinya gelombang kecil. *Wavelet* merupakan alat analisis yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator kedalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya [6]. Dasar dari wavelet adalah menganalisa sesuai skala. Pada umumnya peneliti dalam bidang wavelet menggunakannya untuk memproses suatu data. Skala yang digunakan dalam analisa wavelet untuk memproses data membutuhkan aturan tertentu. Data yang dipandang dalam "jendela" yang luas memberi artian yang luas, begitu pula ketika memandang data dalam artian yg sempit akan dipandang sebagai artian yang sempit. Dengan kata lain, menyamakan artian suatu "hutan" dengan "banyak pohon". Sehingga *wavelet* bisa dikatakan gelombang mini *(small wave)* yang mempunyai kemampuan mengelompokkan energi citra dan terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energi yang dapat dihilangkan tanpa mengurangi nilai informasinya. Dalam aturan analisa *wavelet*, *wavelet* merupakan keluarga fungsi yang dihasilkan oleh *wavelet* basis $\psi(x)$ disebut *mother wavelet*. Dua operasi utama yang mendasari *wavelet* adalah:

1) penggeseran, misalnya $\psi(x\text{-}1)$, $\psi(x\text{-}2)$, $\psi(x\text{-}b)$, dan
2) penyekalaan, misalnya $\psi(2x)$, $\psi(4x)$ dan $\psi(2jx)$.

atau dengan kata lain, gelombang singkat (*wavelet*) adalah suatu fungsi matematika yang membagi data menjadi beberapa komponen yang frekuensinya berbeda kemudian mempelajari setiap komponen dengan resolusi yang cocok untuk setiap ukuran (*scale*). Ide ini bukanlah sesuatu yang baru, karena sebelumnya fungsi-fungsi yang lain telah dapat dinyatakan sebagai superposisi fungsi *sinus* dan *cosinus* yang sangat terkenal dengan sebutan transformasi *Fourier*. Dalam analisis gelombang singkat (*wavelet*) skala yang digunakan untuk melihat data memainkan peranan khusus yakni gelombang singkat mengolah data pada perbedaan skala dan resolusi. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, *Wavelet* merupakan sebuah basis, basis *wavelet* berasal dari sebuah fungsi skala atau disebut *scalling function*. Fungsi skala mempunyai sifat yaitu dapat disusun menjadi sejumlah salinan dirinya yang telah didilatasikan, ditranslasikan, dan diskalakan. Fungsi ini diturunkan dari persamaan dilatasi yang dianggap sebagai dasar dari *wavelet*.

Wavelets Transform adalah fungsi *transform* yang digunakan untuk menguraikan data atau fungsi atau operator menjadi komponen frekuensi yang berbeda-beda dengan resolusi yang disesuaikan dengan skalanya [2]. Seperti yang disinggung sebelumnya bahwa transformasi *wavelet* berawal dari transformasi *fourier*. Persamaan dari transformasi *fourier* dan transformasi *wavele*t adalah keduanya merupakan operasi matematika secara linear yang memuat $log_2 n$ ditransformasikan menjadi suatu vektor dalam rentang 2^n . Begitu pula dengan bentuk transformasi matrik, yaitu mempunyai bentuk yang sama dan invers keduanya merupakan matrik transpose. Salah satu perbedaan dari transformasi *fourier* dan transformasi *wavelet* adalah domain dari tansformasi *fourier* berasal dari basis fungsi *sinus* dan *cosinus* sedangkan transformasi *wavelet* mempunyai domain basis fungsi yang disebut *wavelet*, *mother wavelet*, dan analisa *wavelet*. Transformasi *wavelet* merupakan sebuah fungsi variable riil *t* yang digunakan untuk melokalisasi suatu fungsi dalam ruang dan skala $L^2(R)$, diberi notasi $\psi(t)$ sebagai *mother wavelet*, dengan parameter *a* dapat dituliskan

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\psi_a(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\psi\left(\frac{t}{a}\right), \quad (a \neq 0) \tag{1}$$

Selanjutnya, *doughter wavelet* $\psi_{a,b}(t)$ dengan dua parameter yang dihasilkan oleh parameter dilatasi a dan translasi/kontraksi b, yang dinyatakan dalam persamaan :

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (a, b\ real;\ \ a \neq 0) \tag{2}$$

Fungsi $\psi_{a,b}(t)$ disebut fungsi basis dalam keterhubungannya terhadap tranformasi *wavelet* [8].
Penulisan ini membahas tentang transformasi *wavelet* Haar, karena tipe ini dipergunakan dalam proses transformasi pada penelitian keamanan citra digital. *Wavelet* Haar merupakan salah satu tipe *wavelet* yang paling sederhana yang dapat diterapkan pada transformasi signal (1-dimensi) dan transformasi pada citra (signal 2-dimensi).

A. Basis Haar

Dalam keamanan citra digital [5] dan [7] digunakan Transformasi *Wavelet Haar* 1-Dimensi, fungsi basis ruang $V\,j$ disebut dengan fungsi skala dan disimbolkan sebagai ϕ . Salah satu fungsi basis sederhana dinyatakan sebagai berikut

$$\phi_i^j(x) = \phi\left(2^j x - 1\right),\ \ i = 0, \dots, 2^j - 1 \tag{3}$$

dengan $\phi(x) = \begin{cases} 1, \text{untuk } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, \text{untuk x yang lainnya} \end{cases}$

Kemudian *Wavelet* juga dapat didefinisikan dengan fungsi Haar [6]:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1, & 0 \leq t \leq \frac{1}{2} \\ -1, & \frac{1}{2} \leq t \leq 1 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dan

$$\psi_{j,k}(t) = a^{\frac{j}{2}}\psi\left(2^j t - k\right);\ \ j, k \in \text{integer} \tag{4}$$

dengan 2^j adalah parameter dilatasi (parameter frekuensi atau skala), k adalah parameter waktu atau lokasi ruang dengan $0 \leq k \leq 2^{j-1}$. Fungsi tersebut diatas harus memenuhi kondisi $\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t)dt = 0$, yang menjamin terpenuhinya sifat ortogonalisasi vektor.
Definisi [3]. Basis Haar adalah himpunan fungsi

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$H = \{h_0 \cup \{h_{jk} : j \geq 0, 0 \leq k \leq 2^j\}\} \quad (5)$$

dengan $h_0(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 < x < 1 \\ 0, & \text{jika x yang lain} \end{cases}$

dan

$$h_{jk}(x) = \begin{cases} 2^{j/2}, \text{jika } 2^{-j}k < x < 2^{-j}\left(k + \frac{1}{2}\right) \\ -2^{j/2}, \text{jika } 2^{-j}(k + \frac{1}{2}) < x < 2^{-j}(k+1) \\ 0, \text{jika } x \text{ yang lain} \end{cases}$$

Akan ditunjukkan bahwa $\phi_i^j(x)$ ortonormal di $L^2(1,0)$. Sebelumnya, ruang $L^2(a,b)$ didefinisikan sebagai ruang semua fungsi f yang kuadratnya terintegralkan pada *[a,b]* yaitu

$$L^2(a,b) = \{f : \int_a^b |f(x)|^2 dx < \infty\} \quad (6)$$

Di ruang $L^2(a,b)$ hasil kali dalam didefinisikan sebagai

$$< f, g >= \int_a^b f(x)\overline{g(x)}dx \quad (7)$$

secara *well defined* dengan mengingat $\left|f(x)\overline{g(x)}\right| \leq \frac{1}{2}(|f(x)|^2 + |g(x)|^2$ dan norma $\|f\|= \left[\int_a^b |f(x)|^2 dx\right]^{\frac{1}{2}}$. Diberikan teorema sebagai berikut :

Teorema [3]: Misal $\{\emptyset_n : n \in N\}$ adalah suatu himpunan ortonormal di $L^2(a,b)$, ketiga pernyataan berikut ekuivalen:

i. Jika $\langle f, \emptyset_n \rangle = 0$ untuk setiap $n \in N$, maka *f=0*
ii. Untuk setiap $f \in L^2(a,b)$ berlaku $f = \sum_{n=1}^{\infty} \langle f, \emptyset_n \rangle \emptyset_n$ (dalam norma)
iii. Untuk setiap $f \in L^2(a,b)$ berlaku $\|f\|^2 = \sum_{n=1}^{\infty} |\langle f, \emptyset_n \rangle|^2$

Dengan menggunakan teorema tersebut dapat dibuktikan bahwa $\phi_i^j(x)$ ortonormal di $L^2(1,0)$ sebagai contoh $f(x)$ merupakan anggota $L^2(1,0)$ dengan

$$f(x) = \begin{cases} x^{-\frac{1}{4}}, & 0 < x \leq 1 \\ 0, & x = 0 \end{cases}$$

Sehingga didapatkan bahwa (3) dan (4) merupakan anggota (5) yang mengakibatkan bahwa wavelet merupakan basis Haar. Sesuai teorema tersebut maka basis Haar merupakan basis ortonormal untuk $L^2(1,0)$, fungsi h_0 disebut fungsi skala *Haar* dan fungsi h_{00} disebut *wavelet Haar*. Perhatikan dua operasi dasar yang dilakukan terhadap $h_{00}(x)$ untuk memperoleh $h_{10}(x)=\sqrt{2}h_{00}(2x)$ dan $h_{11}(x)=\sqrt{2}h_{00}(2x-1)$ yaitu dilatasi dan translasi.

B. Ruang Hasil Kali Dalam

Wavelet merupakan pengembangan dari *Fourier*, yang dibentuk dari suatu keluarga fungsi ortogonal di suatu ruang fungsi yang dilengkapi dengan hasil kali dalam tertentu. Salah satu ruang yang dilengkapi dengan hasil kali dalam adalah ruang *Hillbert*. Ruang *Hilbert* mempunyai basis ortonormal yaitu

 ISBN 978-602-61009-2-4

basis Haar seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam hal ini, ruang Hilbert bekerja di dalam R yaitu $L^2(R)$ yang terdefinisi di R
Definisi [3]. Ruang Hilbert merupakan abstraksi alami dari R^3, yang memiliki struktur linear vektor, hasil kali dalam, dan sifat kelengkapan.
Misalkan H ruang vector atas C. pemetaan $\langle .,. \rangle: HxH \to C$ yang memenuhi

i. $\langle \alpha x + \beta y, z \rangle = \alpha \langle x, z \rangle + \beta \langle y, z \rangle, \forall \alpha, \beta \in C, \forall x, y, z \in H$
ii. $\overline{\langle x, y \rangle} = \langle y, x \rangle, , \forall x, y \in H$
iii. $\langle x, x \rangle \geq 0, \forall x \in H$
iv. $\langle x, x \rangle = 0, \forall x \in H$ jika dan hanya jika $x = 0$

disebut hasil kali dalam pada H dan ruang vector H atas C yang dilengkapi dengan hasil kali dalam $\langle .,. \rangle$ disebut ruang hasil kali dalam [1].
Karena $L^2(1,0) \in L^2(R)$ maka $L^2(1,0)$ merupakan ruang Hilbert yang juga mempunyai basis ortonormal yang telah dijelaskan sebelumnya. $L^2(1,0)$ mempunyai hasil kali dalam $< f, g >= \int_0^1 f(x)\overline{g(x)}dx$ seperti pada persamaan (7)

C. AMR (Analisis Multi Resolusi)

Untuk dapat mengkontruksi *wavelet* atau membentuk *wavelet*, sebelumnya diberikan analisis multi-resolusi sebagai berikut

Definisi [3]. Keluarga subruang tertutup $\{V_j : j \in Z\}$ dari $L^2(R)$ yang memenuhi

i. $V_j \subset V_{j+1}$ untuk setiap $j \in Z$
ii. $f \in V_j \Leftrightarrow f(2) \in V_{j+1}$ untuk setiap $j \in Z$
iii. $\bigcap_{j \in Z} V_j = \{0\}$
iv. $\overline{\bigcup_{j \in Z} V_j} = L^2(R)$
v. Terdapat $\phi \in V_0$ sedemikian sehingga $\{\emptyset(\cdot - k) : k \in Z\}$ merupakan basis ortonormal untuk V_0

maka disebut analisis multi-resolusi (AMR) pada $L^2(R)$. Fungsi ϕ pada (v) disebut fungsi skala dalam AMR tersebut.

Seperti misalkan $V_j = \{f \in L^2(R) : f$ konstant pada $[2^{-j}k, 2^{-j}(k+1)], k \in Z\}$, $j \in Z$ maka $\{V_j : j \in Z\}$ memenuhi sifat (i) sampai dengan (v). Kemudian, misalkan $\emptyset = \chi_{[0,1]}$, maka $\{\emptyset(\cdot - k) : k \in Z\}$ membentuk basis ortonormal untuk V_0. Oleh karena itu, $\{V_j : j \in Z\}$ merupakan suatu AMR pada $L^2(R)$. Sehingga untuk mengkontruksi *wavelet*, terlebih dahulu membentuk basis ortonormal untuk V_j dengan menggunakan teorema berikut
Teorema [3]. Misalkan $\{V_j : j \in Z\}$ suatu AMR pada $L^2(R)$, maka

i. untuk setiap $j \in Z, f \in V_0 \Leftrightarrow f(2^j \cdot) \in V_j$

 ISBN 978-602-61009-2-4

ii. untuk setiap $j \in Z, f \in V_0 \Longrightarrow f(\cdot - k) \in V_0$
iii. untuk setiap $j, k \in Z, f \in V_j \Longrightarrow f\left(\cdot - 2^j k\right) \in V_j$
iv. untuk setiap $j, k \in Z, f \in V_j \Longrightarrow f\left(2^j \cdot - k\right) \in V_j$

Akibat. Misalkan Misalkan $\{V_j : j \in Z\}$ suatu AMR pada $L^2(R)$ dan $\phi \in V_0$ fungsi skala dalam AMR tersebut. Definisikan

$$\phi_{j,k}(x) = 2^{\frac{j}{2}}\phi\left(2^j x - k\right), \;\; j, k \in Z \tag{8}$$

Maka, untuk setiap $j \in Z, \phi_{j,k} : k \in Z$ merupakan basis ortonormal untuk V_j.

Bukti : misalkan $j \in Z, \{\phi_{j,k} : k \in Z\}$ merupakan himpunan ortonormal untuk V_j, karena

$$\langle \phi_{j,k}, \phi_{j,m} \rangle = 2^j \int_R \phi\left(2^j x - k\right)\phi\left(2^j x - m\right)dx = \int_R \phi(x-k)\phi(x-m)dx = \delta_{k,m} \tag{9}$$

selanjutnya, misalkan $f \in V_j$, maka $f\left(2^j \cdot\right) \in V_0$ (i) dan karenanya

$$f\left(2^j x\right) = \sum_{k \in Z} \langle f\left(2^j \cdot\right), \phi(\cdot - k)\phi(x-k) \rangle \tag{10}$$

subtitusi $x' = 2^{-j}x$ memberikan

$$f(x') = \sum_{k \in Z} \langle f, \phi_{j,k} \rangle \phi_{j,k}(x') \tag{11}$$

Hal ini membuktikan bahwa $\{\phi_{j,k} : k \in Z\}$ lengkap. Dengan demikian $\{\phi_{j,k} : k \in Z\}$ merupakan basis ortonormal untuk V_j.
Kemudian untuk mengkontruksi wavelet, dimisalkan $\{V_j : j \in Z\}$ suatu AMR pada $L^2(R)$ dan W_0 komplemen orthogonal dari V_0 relatif terhadap V_1, maka

$$V_1 = V_0 \oplus W_0 \tag{12}$$

Selanjutnya, untuk setiap $j \in Z$ didefinisikan

$$W_j = \{f\left(2^j\right) : f \in W_0\} \tag{13}$$

$$V_{j+1} = V_j \oplus W_j, j \in Z \tag{14}$$

Karena $V_j \to \{0\}$ untuk $j \longrightarrow -\infty$, diperoleh

$$V_{j+1} = \bigoplus_{n=-\infty}^{j} W_n, j \in Z \tag{15}$$

dan karena $V_j \to L^2(R)$ untuk $j \longrightarrow \infty$, diperoleh

$$L^2(R) = \bigoplus_{n=-\infty}^{\infty} W_n \tag{16}$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

Contoh: *wavelet* ψ yang dicari adalah

$$\psi(x) = \begin{cases} 1, \text{ jika } \quad 0 \leq x \leq \frac{1}{2} \\ -1, \text{ jika } \frac{1}{2} \leq x \leq \quad 1 \\ 0 \text{ , jika } x < 0 \text{ atau } x \geq 1 \end{cases}$$

Dengan memeriksa bahwa $\emptyset \perp \psi$ dan $\{\psi(\cdot - k): k \in Z\}$ merupakan basis ortonormal untuk W_0, basis yang dibangun oleh ψ tidak lain adalah basis Haar yang sebelumnya telah dibahas.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil setelah pembahasan tentang penerapan aljabar linear pada transformasi *wavelet* diskrit dalam program aplikasi keamanan citra digital ditemukan basis Haar dengan sifat orthogonal, ortogonal dan ruang *Hilbert* dengan hasil kali dalam pada transformasi *wavelet* diskrit dalam program aplikasi keamanan citra digital.

Daftar Pustaka

[1] Anton, Howard, “Aljabar Linear Elementer versi aplikasi/Howard Anton, Chris Rorres; alih bahasa, Rafina indriasari, Irzam Harmein”, Erlangga, Jakarta, Ed.8, 2004.
[2] Darius, Ucuk. “Wafelet transform”. Jurnal Artificial, ICT Research Center UNAS, Vol.3, No.1. Januari 2009.
[3] Gunawan,H.,” Analisis Fourier dan Wavelet (edisi revisi)”, ITB : Bandung, 2014.
[4] Miftah S.R., Soekarta, R, “Teori grup pada algoritma DES dan transformasi wavelet diskrit dalam program aplikasi keamanan citra digital”, Jurnal Insect, Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Sorong, Vol.4, No.1, Oktober 2018.
[5] Sutarno, Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet pada Pengenalan Citra Wajah. Jurnal Generik, Vol. 5, No.2, hal 15-21, Juli 2010.
[6] Krisnawati., Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet pada Citra. Dasi. Vol 7. No 4, 2006.
[7] Zaki, S., Program Aplikasi Keamanan citra dengan Algoritma DES dan Transformasi Wavelet Diskrit, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, 2011
[8] Olkonen. Juuso.,DISKRET WAVELET TRANSFORM-THEORY AND APPLICATIONS, InTech: Croatia, 2011
.

 ISBN 978-602-61009-2-4

VII. PENYELESAIAN MASALAH MIXED INTEGER NONLINEAR PROGRAMMING MENGGUNAKAN MODIFIKASI SALP SWARM ALGORITHM

Anton Sudirman[1], Ahmad Belva Savero Ergaputra[2]
Institut Teknologi Bandung[1]
Institut Teknologi Bandung[2]
antonsudirman66@students.itb.ac.id

Abstrak — Optimisasi adalah proses menentukan solusi terbaik suatu permasalahan dalam berbagai bidang, seperti *engineering*, bisnis, olahraga dan industri. Beberapa contoh masalah optimisasi adalah meminimumkan konsumsi energi dan biaya, memaksimumkan keuntungan, dan memaksimumkan efisiensi kerja. Permasalahan dalam bidang *engineering* dan masalah praktis biasanya dapat dimodelkan sebagai masalah *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP). Makalah ini mengusulkan modifikasi *Salp Swarm Algorithm* (SSA) untuk menyelesaikan beberapa masalah optimisasi, mencakup bidang *engineering* dan olahraga. Contoh masalah yang dapat diselesaikan menggunakan modifikasi SSA adalah masalah desain pereduksi kecepatan. Perbedaan SSA dengan modifikasi SSA untuk masalah MINLP terletak pada penggunaan fungsi *round* dalam perhitungan. Eksperimen secara numerik dari modifikasi metode ini dapat digunakan untuk memperoleh solusi optimal dari masalah-masalah optimisasi seperti desain pereduksi kecepatan, dan optimisasi pemilihan pelari dalam lari estafet. Hal ini akan banyak berperan dalam menyelesaikan masalah-masalah optimisasi diberbagai bidang, termasuk dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0.

Kata kunci: Optimisasi, Salp Swarm Algorithm, Mixed Integer Nonlinear Programming

Pendahuluan

Permasalahan *Mixed Integer Nonlinear Programming* (MINLP) sering muncul dalam berbagai bidang. Fokus dari permasalahan MINLP adalah menentukan solusi optimal dari suatu fungsi objektif yang dibatasi oleh satu atau lebih kendala. Beberapa masalah MINLP bersifat *non-linear* dan dapat menghasilkan fungsi objektif multi-modal sehingga metode optimisasi lokal seperti metode *steepest descent* solusinya tidak dapat digunakan. Oleh karena itu, metode optimisasi global harus digunakan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan MINLP [1].

Beberapa metode optimisasi heuristik dan meta-heuristik untuk menyelesaikan masalah MINLP telah dikembangkan dalam beberapa artikel. Sebagai contoh Cagnina dkk yang menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk menyelesaikan masalah optimisasi dalam bidang *engineering* [2], Garg menggunakan metode *Artificial Bee Colony Algorithm* (ABC) untuk menyelesaikan masalah optimisasi desain *engineering* struktural dengan kendala *non-linear* [3], dan Yan dkk mengembangkan metode *Line-up Competition Algorithm* (LCA) untuk menyelesaikan masalah *Mixed Integer Nonlinear Programming* [4]. Tujuan penelitian ini adalah menyelesaikan masalah *Mixed Integer Nonlinear Programming*. Metode yang digunakan adalah modifikasi *Salp Swarm Algorithm*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Mixed-Integer Non-Linear Programming

Bentuk umum masalah Mixed-Integer Non-Linear Programming (MINLP) dapat dituliskan sebagai

Minimumkan $f(\boldsymbol{x})$ □□□

terhadap $g_i(\boldsymbol{x}) = 0,\ i = 1, \dots, M$

$h_j(\boldsymbol{x}) \leq 0,\ \ j = 1, \dots, N$

$$\boldsymbol{x} = \left(x_1, x_2, \dots, x_q, x_{q+1}, \dots, x_n\right)^T$$

dengan $x_1, x_2, \dots, x_q$ merupakan bilangan bulat untuk suatu konstanta q.

Berdasarkan definisi fungsi penalti, masalah optimisasi dengan kendala (1) dapat ditransformasikan menjadi masalah optimisasi tanpa kendala. Definisikan

$$F\left(\boldsymbol{x}, \alpha_i, \beta_j\right) = f(\boldsymbol{x}) + \sum_{i=1}^{M} \alpha_i g_i^2(\boldsymbol{x}) + \sum_{j=1}^{N} \beta_j (maks\{h_i(\boldsymbol{x}), 0\})^2 \quad □□□$$

dengan α_i dan β_j adalah konstanta penalti. Konstanta tersebut dapat ditentukan sebesar 10^{10} sampai 10^{15} [5]. Dalam makalah ini akan digunakan $\alpha_i = \beta_j = 10^{15}$ untuk setiap i dan j.

Salp Swarm Algorithm

Metode *Salp Swarm Algorithm* (SSA) yang diperkenalkan oleh Mirjalili dkk pada tahun 2017 merupakan metode optimisasi meta-heuristik yang terinspirasi oleh alam yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah optimisasi baik yang memiliki fungsi uni-modal maupun multi-modal [6]. Metode optimisasi ini terinspirasi oleh perilaku kawanan salp di laut. Salp merupakan anggota dari keluarga *Salpidae* dan sangat mirip dengan ubur-ubur. Secara umum, salp hidup berkelompok dan membentuk kawanan yang disebut rantai salp. Rantai ini terbagi menjadi dua grup: *Leader* dan *Followers*. *Leader* menempati urutan pertama dari rantai, sedangkan sisanya adalah *Followers*.

Didefinisikan $\boldsymbol{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T \in \mathbb{R}^n, i = 1,2, \dots, m$, sebagai posisi salp dengan n adalah jumlah variabel dan m adalah jumlah salp. Posisi salp $\boldsymbol{x}_i \in \mathbb{R}^n, i = 1,2, \dots, m$, dibagi menjadi dua yaitu posisi *Leader* salp: $\boldsymbol{x}_i \in \mathbb{R}^n, i = 1,2, \dots, \frac{m}{2}$, dan posisi *Followers* salp: $\boldsymbol{x}_i \in \mathbb{R}^n, i = \left(\frac{m}{2} + 1\right), \left(\frac{m}{2} + 2\right) \dots, m$. Diasumsikan ada sumber makanan sebagai target yang akan dituju oleh kawanan salp. Sumber makanan salp didefinisikan sebagai $\boldsymbol{s} = (s_1, s_2, \dots, s_n)^T \in \mathbb{R}^n$ dan memiliki nilai fungsi objektif terbaik dari semua salp. Posisi *Leader* salp diperbarui menggunakan persamaan (3) [7]:

$$\boldsymbol{x}_i = \begin{cases} \boldsymbol{s} + c_1\left((\boldsymbol{ub} - \boldsymbol{lb})c_2 + \boldsymbol{lb}\right), & c_3 < 0.5 \\ \boldsymbol{s} - c_1\left((\boldsymbol{ub} - \boldsymbol{lb})c_2 + \boldsymbol{lb}\right), & c_3 \geq 0.5 \end{cases} \tag{3}$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

dengan $\boldsymbol{x}_i \in \mathbb{R}^n, i = 1,2,\dots,\frac{m}{2}$, merupakan posisi *Leader* salp, m adalah jumlah salp, $\boldsymbol{s}$ merupakan posisi sumber makanan, $\boldsymbol{lb}$ dan $\boldsymbol{ub}$ merupakan batas bawah dan batas atas dari $\boldsymbol{x}_i$, c_2 dan c_3 adalah bilangan acak pada selang [0,1] dan c_1 merupakan parameter yang penting untuk menyeimbangkan eksplorasi dan eksploitasi dan dituliskan sebagai:

$$c_1 = 2e^{\left(\frac{4t}{T}\right)^2} \tag{4}$$

dengan t merupakan iterasi dan T merupakan maksimum dari iterasi. Posisi *Followers* dari salp diperbarui menggunakan persamaan (5):

$$\boldsymbol{x}_i = \frac{1}{2}(\boldsymbol{x}_i + \boldsymbol{x}_{i-1}) \tag{5}$$

dengan $\boldsymbol{x}_i \in \mathbb{R}^n, i = \left(\frac{m}{2}+1\right), \left(\frac{m}{2}+2\right), \dots, m$, merupakan posisi *Followers* salp, dan m adalah jumlah salp. Pseudo-code dari metode *Salp Swarm Algorithm* dapat dilihat pada Gambar 1 [7].

```
Inisialisasi populasi salp: x_i, i = 1,2, ..., m dengan mempertimbangkan ub
dan lb.
While (kondisi akhir belum terpenuhi)
Hitung nilai fungsi objektif dari masing-masing posisi salp
s=posisi salp terbaik
Perbarui c_1 menggunakan (4)
    For masing-masing salp (x_i)
        If (i = 1,2, ..., m/2)
        Perbarui posisi Leader salp menggunakan (3)
        Else (i = (m/2 + 1), (m/2 + 2), ..., m)
        Perbarui posisi Followers salp menggunakan (5)
        End
    End
Posisi salp dirubah berdasarkan batas atas dan batas bawah dari x_i
End
Return s
```

GAMBAR 1. PSEUDO-CODE *SALP SWARM ALGORITHM*.

Modifikasi Salp Swarm Algorithm

Modifikasi yang dilakukan pada metode SSA untuk menyelesaikan masalah MINLP yaitu berupa penambahan fungsi *round* pada nilai-nilai dari populasi salp jika disyaratkan bilangan bulat sebelum dievaluasi ke fungsi objektif. Pseudo-code dari modifikasi *Salp Swarm Algorithm* dapat dilihat pada Gambar 2.

 ISBN 978-602-61009-2-4

```
Inisialisasi populasi salp x_i, i = 1,2, ..., m dengan mempertimbangkan ub,
dan lb.
While (kondisi akhir belum terpenuhi)
    If x_i disyaratkan bilangan bulat
    round(x_i)
    end
Hitung nilai fungsi objektif dari masing-masing posisi salp
s=posisi salp terbaik
Perbarui c_1 menggunakan (4)
    For masing-masing salp (x_i)
            If (i = 1,2, ..., m/2)
            Perbarui posisi Leader salp menggunakan (3)
            Else (i = (m/2 + 1), (m/2 + 2), ..., m)
            Perbarui posisi Followers salp menggunakan (5)
            End
    End
Posisi Salp dirubah berdasarkan batas atas dan batas bawah dari x_i.
End
Return s
```

GAMBAR 2. PSEUDO-CODE MODIFIKASI *SALP SWARM ALGORITHM.*

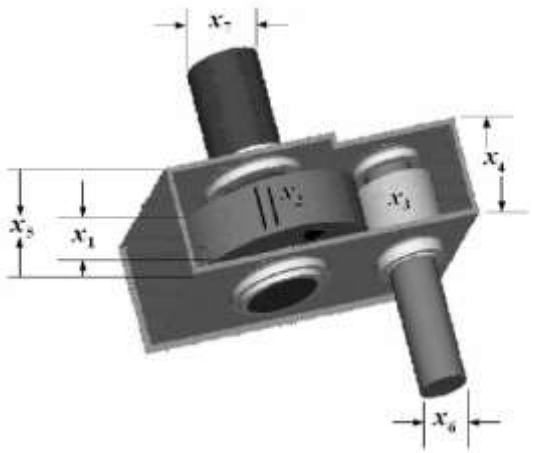
Hasil dan Pembahasan

Eksperimen secara numerik menggunakan SSA dan modifikasi SSA diuji untuk masalah-masalah MINLP. Eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan Laptop Pribadi dengan spesifikasi: Intel ® Celeron® CPU 1007U @1.50 GHz RAM 4GB dan aplikasi yang digunakan adalah MATLAB R2015a.

Masalah 1

Masalah ini diambil dari masalah *engineering* yaitu masalah optimisasi desain pereduksi kecepatan [2]. Desain pereduksi kecepatan dapat dilihat pada Gambar 3.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 3. DESAIN PEREDUKSI KECEPATAN.

Pada Gambar 3, x_1 adalah *face width*, x_2 adalah modul gigi, x_3 adalah jumlah gigi pada pinion, x_4 adalah panjang poros pertama antar bantalan, x_5 adalah panjang poros kedua antar bantalan, x_6 adalah diameter poros pertama dan x_7 adalah diameter poros kedua (semua variabel kontinu kecuali x_3 yang berupa bilangan bulat). Masalah optimisasi desain pereduksi kecepatan adalah meminimumkan kecepatan terhadap kendala-kendala: tekanan dari gigi, tegangan permukaan, defleksi melintang dari poros dan tekanan diporos. Secara matematis, masalah desain pereduksi kecepatan dapat diformulasikan sebagai:

Minimumkan $f(x) = 0.7854x_1x_2^2(3.3333x_3^2 + 14.9334x_3 - 43.0934) - 1..508x_1(x_6^2 + x_7^2)$ (6)
$+7.4777(x_6^3 + x_7^3) + 0.7854(x_4x_6^2 + x_5x_7^2)$

terhadap

$$g_1(\boldsymbol{x}) = \frac{27}{x_1x_2^2x_3} - 1 \leq 0$$

$$g_2(\boldsymbol{x}) = \frac{397.5}{x_1x_2^2x_3^2} - 1 \leq 0$$

$$g_3(\boldsymbol{x}) = \frac{1.93x_4^3}{x_2x_3x_6^4} - 1 \leq 0$$

$$g_4(\boldsymbol{x}) = \frac{1.93x_5^3}{x_2x_3x_7^4} - 1 \leq 0$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$g_5(\boldsymbol{x}) = \frac{1}{110x_6^3}\sqrt{\left(\frac{745x_4}{x_2x_4}\right)^2 + 16.9 \times 10^6} - 1 \leq 0$$

$$g_6(\boldsymbol{x}) = \frac{1}{85x_7^3}\sqrt{\left(\frac{745x_5}{x_2x_4}\right)^2 + 157.5 \times 10^6} - 1 \leq 0$$

$$g_7(\boldsymbol{x}) = \frac{x_2x_3}{40} - 1 \leq 0$$

$$g_8(\boldsymbol{x}) = \frac{5x_2}{x_1} - 1 \leq 0$$

$$g_9(\boldsymbol{x}) = \frac{x_1}{12x_2} - 1 \leq 0$$

$$g_{10}(\boldsymbol{x}) = \frac{1.5x_6 + 1.9}{x_4} - 1 \leq 0$$

$$g_{11}(\boldsymbol{x}) = \frac{1.1x_7 + 1.9}{x_3} - 1 \leq 0$$

dengan $2.6 \leq x_1 \leq 3.6, 0.7 \leq x_2 \leq 0.8, 17 \leq x_3 \leq 28, 7.3 \leq x_4 \leq 8.3, 7.8 \leq x_5 \leq 8.3, 2.9 \leq x_6 \leq 3.9$, dan $5 \leq x_7 \leq 5.5$.

Jika masalah optimisasi (6) diselesaikan dengan menggunakan metode SSA maka solusi yang diperoleh adalah $\boldsymbol{x} = (3.5, 0.7, 17.008, 7.30273, 7.82697, 3.35025, 5.28669)$ dengan waktu eksekusi 7.71 detik dan nilai fungsi objektif sebesar $f(\boldsymbol{x}) = 2998.3598$. Namun, jika dilihat dari solusi yang diperoleh, variabel x_3 bukan berupa bilangan bulat, hal ini tidak sesuai dengan syarat bahwa x_3 harus bilangan bulat. Oleh karena itu, modifikasi SSA akan diterapkan pada masalah ini.

Masalah optimisasi (6) dapat diselesaikan menggunakan modifikasi SSA sebanyak 100 kali eksekusi dengan populasi salp sebanyak 50 dan iterasi maksimum 1000, kemudian dipilih nilai fungsi objektif yang paling minimum. Solusi yang diperoleh dengan menggunakan modifikasi SSA adalah $\boldsymbol{x} = (3.5, 0.7, 17, 7.31831, 7.80461, 3.35025, 5.28668)$ dengan waktu eksekusi 7.74 detik. Nilai fungsi objektif berdasarkan solusi tersebut adalah $f(\boldsymbol{x}) = 2996.62$. Jika dilihat dari solusi yang diperoleh, variabel x_3 berupa bilangan bulat sehingga solusi yang diperoleh sudah optimal dengan nilai fungsi objektif 2996.62 hampir sama dengan yang diperoleh pada [2] sebesar 2996.35.

Masalah 2

Masalah ini diperoleh dari permasalahan olahraga, yaitu masalah pemilihan pelari dalam lari estafet 4×100 m [8]. Dalam masalah ini, kita mempunyai 4 pelari yang masing-masing berada pada setiap bagian dari lintasan 4×100 m. Para pelari tersebut dipilih dari grup yang beranggotakan 6 pelari untuk memperoleh tim yang memiliki waktu tercepat. Masing-masing pelari dalam suatu bagian dari lintasan beserta performanya dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. WAKTU (DETIK) DARI SETIAP PELARI PADA MASING-MASING BAGIAN.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pelari	**Bagian**			
	Bagian 1	***Bagian 2***	***Bagian 3***	***Bagian 4***
Pelari 1	12.27 s	11.57 s	11.54 s	12.07 s
Pelari 2	11.34 s	11.45 s	12.45 s	12.34 s
Pelari 3	11.29 s	11.50 s	11.45 s	11.52 s
Pelari 4	12.54 s	12.34 s	12.32 s	11.57 s
Pelari 5	12.20 s	11.22 s	12.07 s	12.03 s
Pelari 6	11.54 s	11.48 s	11.56 s	12.30 s

Pada permasalahan ini akan dipilih 4 dari 6 pelari sehingga total waktu yang diperlukan minimum. Pemilihan hanya bergantung pada persyaratan berikut: setiap pelari hanya ditugaskan pada satu bagian; setiap bagian hanya dapat dikerjakan oleh satu pelari. Masalah ini dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Minimumkan } \sum_{j=1}^{4}\sum_{i=1}^{6}\tau_{ij}x_{ij} \tag{7}$$

terhadap $\sum_{i=1}^{6} x_{ij} = 1, \forall j, 1 \le j \le 4$, dan $\sum_{i=1}^{4} x_{ij} \le 1, \forall i, 1 \le i \le 6$,

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika pelari ke} - i \text{ pada bagian ke} - j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan τ_{ij} adalah waktu yang ditempuh pelari ke-*i* pada bagian ke-*j*.

Jika masalah optimisasi (7) diselesaikan dengan metode SSA maka solusi yang diperoleh adalah $\boldsymbol{x}$ =(0.24139, 0.5215, 0.09201, 0.0940, 0.0103, 0.0408, 0.0080, 0.0499, 0.1870, 0.0044, 0.4771, 0.2737, 0.4450, 0.1674, 0.1135, 0.0022, 0.0947, 0.1772, 0.2998, 0.2327, 0.0450, 0.0002, 0.4076, 0.0150) dengan waktu eksekusi 1.02 detik.Total waktu pelari yang diperoleh dari solusi tersebut adalah 51.34 detik. Namun, dapat dilihat bahwa solusi yang diperoleh bukan berupa bilangan bulat, hal ini tidak sesuai dengan syarat bahwa solusi harus bilangan bulat. Oleh karena itu, modifikasi metode SSA akan diterapkan pada masalah ini.

Masalah optimisasi (7) dapat diselesaikan menggunakan modifikasi SSA sebanyak 100 kali eksekusi dengan populasi salp sebanyak 50 dan iterasi maksimum 1000, kemudian dipilih nilai fungsi objektif yang paling minimum. Solusi yang diperoleh adalah $\boldsymbol{x} = (0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0)$ dengan waktu eksekusi 1.56 detik dan nilai fungsi objektif $f(\boldsymbol{x}) = 45.58$. Berdasarkan solusi yang diperoleh sudah berupa bilangan bulat sehingga solusi sudah optimal dan nilai fungsi objektifnya sebesar 45.58 lebih baik jika dibandingkan dengan yang diperoleh pada [8] sebesar 45.62. Pelari-pelari yang terpilih dapat dilihat pada Tabel 2.

 ISBN 978-602-61009-2-4

TABEL 2. WAKTU MINIMUM YANG DIPEROLEH DARI PELARI-PELARI YANG TERPILIH.

Bagian				**Total waktu**
Bagian 1	***Bagian 2***	***Bagian 3***	***Bagian 4***	
Pelari 2 (11.34 detik)	Pelari 5 (11.22 detik)	Pelari 3 (11.45 detik)	Pelari 4 (11.57 detik)	45.58 detik

Simpulan dan Saran

Modifikasi SSA untuk masalah MINLP terletak pada penggunaan fungsi *round* dalam perhitungan. Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa modifikasi SSA dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah MINLP lebih baik dibandingkan dengan SSA tanpa modifikasi. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan perbandingan antara metode modifikasi SSA dengan metode-metode optimisasi yang lain untuk menyelesaikan masalah MINLP.

Daftar Pustaka

[1] A. Kania, K. A. Sidarto, “Solving Mixed Integer Nonlinear Programming Problems Using Spiral Dynamics Optimization Algorithm,” AIP Conference Proceedings, vol. 1716, 2016.

[2] L. C. Cagnina, S. C. Esquival, C. A. Coello Coello, “Solving Engineering Optimization Problems with the Simple Constrained Particle Swarm Optimizer,” Informatica, vol. 32, pp. 319-326, 2008.

[3] H. Garg, “Solving Structural Engineering Design Optimization Problems Using Artificial Bee Colony Algorithm,” Journal of Industrial and Management Optimization, vol. 10, pp. 777-794, 2014.

[4] L. Yan, K. Shen, S. Hun, “Solving Mixed Integer Nonlinear Programming Problems with Line-up Competition Algorithm,” Computers & Chemical Engineering, vol. 28(12), pp.2647-2657, November 2004.

[5] X. S. Yang, Engineering Optimization, John Wiley & Sons Inc., New Jersey 2010.

[6] H. Faris, M. M. Mafarja, A. A. Heidari, I. Aljarah, A. Z. Alam, S. Mirjalili, H. Fujita, “An efficient binary Salp Swarm algorithm with crossover scheme for feature selection problems,” Knowledge Based System, vol. 154, pp. 43-67, 2018.

[7] S. Mirjalili, A. H. Gandomi, S. Z. Mirjalili, S. Saremi, H. Faris, S. M. Mirjalili, “Salp Swarm algorithm: a bio-inspired optimizer for engineering design problems,” Advanced Engineering Software, vol. 114, pp. 163-191, 2017.

[8] F. Masedu and M. Angelozzi, “Modelling Optimum Fraction Assigment in the 4x100 m Relay Race by Integer Linear Programming,” Italian Journal of Sports Sciences, vol. 13, pp. 74-77, 2008.

 ISBN 978-602-61009-2-4

VIII. OPTIMALISASI JARAK DAN BIAYA TRANSPORTASI DISTRIBUSI OBAT PT MERAPI UTAMA PHARMA DENGAN VEHICLE ROUTING PROBLEM METODE SAVING MATRIX

Laily Nissa Atul Mualifah[1], Dian Noviyanti[2]
Universitas Negeri Yogyakarta[1]
Universitas Negeri Yogyakarta [2]
lailynisa80@gmail.com

Abstrak — Perkembangan teknologi dan informasi menyebabkan kebutuhan manusia semakin beraneka ragam, sehingga kegiatan ekonomi menjadi sangat kompleks. Distribusi memegang peranan penting dalam kegiatan ekonomi, yaitu proses penyaluran barang dari produsen ke konsumen. Pendistribusian memegang faktor penting dikarenakan tanpa adanya pola distribusi yang tepat, maka proses ini dapat memakan biaya yang tinggi dan mengakibatkan pemborosan dari segi waktu, jarak dan tenaga. Distribusi berkaitan erat dengan kegiatan transportasi yang memadai. Perlu adanya perencanaan dalam pendistribusian untuk setiap *customer* agar distribusi dapat berjalan efektif dan efisien. Penelitian ini akan membahas penentuan rute terpendek dalam pendistribusian obat di PT Merapi Utama Pharma sehingga biaya transportasi optimum. Metode yang digunakan adalah *Vehicle Routing Problem* dengan *Saving Matrix*. Penelitian ini menggunakan data dari PT Merapi Utama Pharma yang berlokasi di Jalan Magelang Km. 6,2 Sinduadi, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. Rute baru yang diperoleh dari penerapan metode *Saving Matrix* terdiri dari 2 rute, yang memiliki total jarak 124 Km dengan penghematan 21.3 Km atau 14.66%, dan total biaya transportasi sebesar Rp 87,294 dengan penghematan Rp 15,628 atau 15.18%.

Kata kunci: Obat, PT Merapi Utama Pharma, Vehicle Routing Problem, Saving Matrix

Pendahuluan

Kegiatan ekonomi adalah kegiatan seseorang atau suatu perusahaan ataupun suatu masyarakat untuk memproduksi atau mengkonsumsi barang dan jasa [5]. Hakekatnya, kegiatan ekonomi adalah kegiatan menjalankan perusahaan yang harus dilakukan secara terus-menerus, sah (*legal*), dan dilakukan dalam rangka memperoleh keuntungan baik untuk diri sendiri atau orang lain [3].

Perkembangan teknologi dan informasi menyebabkan kebutuhan manusia semakin beraneka ragam, sehingga kegiatan ekonomi menjadi sangat kompleks. Alternatif pilihan dalam mengatasi permasalahan ekonomi dalam memenuhi kebutuhan dilakukan oleh pelaku ekonomi. Pelaku ekonomi meliputi kegiatan produksi, konsumsi, dan distribusi.

Distribusi memegang peranan penting dalam kegiatan ekonomi, yaitu proses penyaluran barang dari produsen ke konsumen [6]. Pendistribusian memegang faktor penting dikarenakan tanpa adanya pola distribusi yang tepat, maka proses ini dapat memakan biaya yang tinggi dan mengakibatkan pemborosan dari segi

 ISBN 978-602-61009-2-4

waktu, jarak dan tenaga [2]. Distribusi berkaitan erat dengan kegiatan transportasi yang memadai. Perlu adanya perencanaan dalam pendistribusian untuk setiap *customer* agar distribusi dapat berjalan efektif dan efisien.

PT Merapi Utama Pharma merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pendistribusian obat-obatan (farmasi). PT Merapi Utama Pharma bertujuan untuk menjadi perusahaan distribusi Pharmasi dan kesehatan terpercaya dengan memberikan layanan terbaik, tentunya dengan memastikan waktu pengiriman produk secara tepat dengan biaya yang efisien [7]. PT Merapi Utama Pharma dituntut untuk memiliki perencanaan dalam pendistribusian untuk setiap *customer* agar pendistribusian dapat berjalan dengan baik, namun terdapat keterbatasan dari perusahaan, yaitu kurang memperhatikannya penentuan jalur distribusi ke *customer*, kapasitas angkut kendaraan serta jarak yang akan ditempuh, sehingga mengakibatkan biaya transportasi yang mahal.

Permasalahan tersebut mengakibatkan perlu adanya penentuan rute yang akan dilalui sehingga dapat meminimalkan biaya transportasi pada pendistribuasian obat di PT Merapi Utama Pharma. Penentuan rute distribusi produk ke customer dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem*. *Vehicle Routing Problem* merupakan masalah transportasi yang bertujuan untuk mencari rute terpendek dengan meminimumkan biaya transportasi, dimulai dan di akhiri di depot yang sama [1]. Asumsi yang biasa digunakan dalam *vehicle routing problem* adalah setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang sama dan jumlah permintaan tiap pemberhentian (*node*) diketahui [4].

Metode *Savings Matrix* merupakan metode penyelesaian dalam *Vehicle Routing Problem* yang dapat digunakan untuk menentukan rute distribusi PT Merapi Utama Pharma, agar waktu pengiriman produk tepat dan biaya yang dikeluarkan efisien. *Saving matrix* diterapkan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menetukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan, berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Metode *Savings Matrix* juga merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah kendaraan terbatas dari fasilitas yang memiliki kapasitas maksimum yang berlainan [2].

Metode Penelitian

Penelitian ini akan membahas penentuan rute terpendek dalam pendistribusian obat di PT Merapi Utama Pharma sehingga biaya transportasi optimum. Metode yang digunakan adalah Vehicle Routing Problem dengan Saving Matrix. Penelitian ini menggunakan data dari PT Merapi Utama Pharma yang berlokasi di Jalan Magelang Km. 6,2 Sinduadi, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diidentifikasi variable-variabel yang berhubungan dengan masalah pendistribuasian obat, yaitu:

a. Biaya transportasi
   Biaya transportasi merupakan total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk setiap pengiriman barang dari perusahaan ke *customer*.
b. Jarak
   Jarak menyatakan total jarak yang di tempuh mobil angkut antara perusahaan dengan *customer* dalam satu rute.
c. Permintaan *Customer*
   Permintaan *customer* adalah jumlah barang yang diminta/ disorder tiap *customer* ke perusahaan.
d. Kapasitas Mobil Angkut
   Kapasitas mobil angkut adalah muatan maksimal yang dapat ditampung kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian barang.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil dan Pembahasan

Menurut data dari PT Merapi Utama Pharma diketahui kapasitas maksimal mobil angkut PT Merapi Utama Pharma adalah 250 dus, sedangkan data permintaan *customer* adalah sebagai berikut:

TABEL 1. Data Permintaan *Customer* PT Merapi Utama Pharma

No.	*Customer*	Permintaan (dus)
1.	RS Hermina (C_1)	5
2.	RS Panti Rini (C_2)	25
3.	RS PDHI (C_3)	175
4.	RS Siloam (C_4)	10
5.	RS PAU TNI AU (C_5)	25
6.	RS Umum Daerah Prambanan (C_6)	50
7.	RS Bantul (C_7)	25
8.	RS Nur Hidayah (C_8)	10
9.	RS Rajawali (C_9)	25
10.	RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta (C_{10})	50
11.	RSU Kota Yogyakarta (C_{11})	50

Sumber: PT Merapi Utama Pharma

Berdasarkan Tabel 1 diketahui total jumlah permintaan *customer* melebihi kapasitas maksimal mobil angkut, sehingga dalam pendistribusian obat, mobil angkut harus kembali ke PT Merapi Utama Pharma beberapa kali untuk mengambil obat, dan mengirim lagi ke *customer*. Akibatnya jarak tempuh mobil angkut bertambah, dan biaya transportasi tidak optimal. *Vehicle Routing Problem* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimumkan biaya transportasi dengan mencari rute terpendek. Beberapa asumsi yang digunakan untuk mencari rute terpendek pada pendistribusian obat di PT Merapi Utama Pharma yaitu:

1. obat yang didistribusikan satu jenis;
2. terdapat satu mobil angkut;
3. jarak tempuh C_i— C_j sama dengan jarak tempuh C_j— C_i;
4. lalu lintas lancar dan jalur yang ditempuh merupakan jalur terpendek.
5. Biaya transportasi diperoleh dari biaya bahan bakar mobil angkut, dengan harga bahan bakar per- liter adalah Rp 8,500 dapat digunakan untuk menempuh jarak 12 Km.

TABEL 2 Rute Pendistribusian Obat PT Merapi Utama Pharma ke *Customer*

 ISBN 978-602-61009-2-4

No.	Rute	Jarak Total Perjalanan (Km.)	Beban Order (Obat/Dus)
1.	Dc— C_1— C_2— C_3— Dc	33.7	205
2.	Dc— C_4— C_5— C_6— Dc	44.4	85
3.	Dc— C_7— C_8— C_9— Dc	46.5	60
4.	Dc— C_{10}— C_{11}— Dc	20.7	100
	Total	145.3	450

Sumber: PT Merapi Utama Pharma

Biaya Transportasi

Biaya bahan bakar :

- Rute 1 = 33.7 x 1/12 x Rp 8.500 = Rp 23.871
- Rute 2 = 44.4 x 1/12 x Rp 8.500 = Rp 31.450
- Rute 3 = 46.5 x 1/12 x Rp 8.500 = Rp 32.938
- Rute 4 = 20.7 x 1/12 x Rp 8.500 = Rp 14.663

Total biaya bahan bakar = Rp 102.922

TABEL 3. Matriks Jarak (Km)

	Dc	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**
Dc	0											
C1	11	0										
C2	15	5.1	0									
C3	14	4.8	3.6	0								
C4	7.3	5.9	8.8	5.9	0							
C5	10	5.4	8.3	7.4	5.1	0						
C6	21	11	4.7	5.9	13	11	0					
C7	17	23	3.6	25	17	18	26	0				

 ISBN 978-602-61009-2-4

C8	18	17	18	17	13	12	19	6.6	0			
C9	17	12	12	11	10	6.4	13	13	5.9	0		
C10	6.6	11	14	13	5.1	5.9	16	12	12	9.8	0	
C11	10	12	14	13	6.5	6.7	17	11	8.1	5.4	4.1	0

umber: https://maps.google.com

Saving Matrix

Menggunakan metode *saving matrix* akan dihitung penghematan jarak tempuh mobil angkut, dengan rumus $S\ (C_i, C_j) = J\ (D_c, C_i) + J\ (D_c, C_i) - J\ (C_i, C_j)$.

TABEL 4 Matriks Penghematan (Km.)

	C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**	**C7**	**C8**	**C9**	**C10**	**C11**
C1	0										
C2	20.9	0									
C3	20.2	25.4	0								
C4	12.4	13.5	15.4	0							
C5	15.6	16.7	16.6	12.2	0						
C6	21	31.3	29.1	15.3	20	0					
C7	5	28.4	6	7.3	9	12	0				
C8	12	15	15	12.3	16	20	28.4	0			
C9	16	20	20	14.3	20.6	25	21	29.1	0		
C10	6.6	7.6	7.6	8.8	10.7	11.6	11.7	12.6	13.8	0	
C11	9	11	11	10.8	13.3	14	16	19.9	21.6	12.5	0

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berdasarkan matriks penghematan pada Tabel 4 diketahui penghematan terbesar adalah 31.3 (C_2, C_6). Hal ini menunjukkan bahwa C_2 dan C_6 berada dalam satu rute, yaitu rute 1, D_c— C_2— C_6— D_c. Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengecekan kelayakan penyelesaian. Penyelesaian dikatakan layak apabila $beban\ order < kapasitas\ mobil\ angkut$. Berdasarkan Tabel 1 diketahui permintaan *customer* C_2 dan C_6 berturut- turut 25 dan 50, maka total beban order rute 1 adalah 75 < 250, sehingga rute 1 merupakan penyelesaian layak. Selanjutnya dicari penghematan jarak terbesar kedua, yaitu 29.1 (C_8, C_9), dengan mengombinasikan rute 1 dengan C_8, C_9 sehingga diperoleh rute 1 yang baru yaitu D_c— C_8— C_9— C_2— C_6— D_c, lalu dilakukan pengecekan kembali kelayakan penyelesaian. Penentuan rute selanjutnya analog dengan penentuan rute 1. Rute baru beserta total jarak dan beban order yang diperoleh dari *saving matrix* adalah sebagai berikut:

TABEL 5 Rute Baru Pendistribusian Obat PT Merapi Utama Pharma ke *Customer*

No.	Rute	Total jarak (Km.)	Beban Order (dus)
1.	D_c— C_7— C_8— C_9— C_{11}— C_4— C_1— C_2— C_6— D_c	90.1	200
2.	D_c— C_3— C_5— C_{10}— D_c	33.9	250
	Total	124	450

Biaya Transportasi Rute Baru

Biaya bahan bakar :

- Rute 1= 90.1 x 1/12 x Rp 8500= Rp 63,821
- Rute 2= 33.9 x 1/12 x Rp 8500= Rp 24,013

Total biaya bahan bakar : Rp 87,294

Perbandingan Jarak dan Biaya Transportasi Rute Lama dan Rute Baru

Membandingkan total jarak dan biaya transportasi pada rute lama dan rute baru akan diketahui adanya penghematan jarak dan biaya transportasi sebelum dan sesudah menggunakan metode *saving matrix*, adalah sebagai berikut:

TABEL 6. Perbandingan Jarak dan Biaya Transportasi

Total Jarak Rute Lama (Km.)	**Total Jarak Rute Baru (Km.)**	**Total Biaya Transportasi Rute Lama**	**Total Biaya Transportasi Rute Baru**
145.3	124	Rp 102,922	Rp 87,294

 ISBN 978-602-61009-2-4

Menurut Tabel 6 diketahui total jarak rute lama sebesar 145.3 Km dan total jarak rute baru adalah 124 Km, sehingga diperoleh penghematan jarak sebesar 21.3 Km atau 14.66%. Pada biaya transportasi diketahui total biaya transportasi rute lama adalah Rp 102,922 dan total biaya transportasi rute baru sebesar Rp 87.294, sehingga diperoleh penghematan biaya transportasi sebesar Rp 15,628 atau 15.18%.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data pada bab 3, diperoleh rute baru, yaitu:

- Rute I : D_c— C_7— C_8— C_9— C_{11}— C_4— C_1— C_2— C_6— D_c dengan total jarak 90.1 Km. dan total biaya transportasi sebesar Rp 63,821
- Rute II : D_c— C_3— C_5— C_{10}— D_c dengan total jarak 33.9 Km. dan total biaya transportasi sebesar Rp 28,013

Jadi, penghematan jarak dan biaya transportasi setelah penerapan metode *Saving Matrix* berturut-turut sebesar 21.3 Km atau 14.66% dan Rp 15,628 atau 15.18%.

Saran

Saran dari penelitian ini untuk PT Merapi Utama Pharma adalah melakukan peninjauan ulang terhadap rute pendistribusian obat agar jarak yang ditempuh dan biaya yang dikeluarkan optimum. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Vehicle Routing Problem* dengan metode *Saving Matrix*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

C. Gambar

GAMBAR 1. RUTE LAMA

GAMBAR 2. RUTE BARU

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[1] Caric, Tonci, Hrvoje Gold. 2008. *Vehicle Routing Problem.* Croatia: In-Teh.

[2] Erlina. 200 . Mengoptimalkan Biaya Transportasi Untuk Penentuan Jalur Distribusi Produk ‘ X ‘ Dengan Metode Saving Matriks. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

[3] Google. 2005. “Google Maps”. California: Google LLC. Diakses dari https://maps.google.com pada tanggal 25 Desember 2017.

[4] Hartono, Sri Redjeki, dkk. 2000. *Kapita Selekta Hukum Ekonomi*. Bandung: Mandarmaju

[5] Ikfan, Noer, Ilyas Masudin. 2013. Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.

[6] Kuspriatni, Lista. 2011. *Pengantar Ekonomi 1*. Jawa Barat: Universitas Gunadharma

[7] Nurmawan. 2013. *Kegiatan Ekonomi.* Cirebon: SMA 1 Waled.

[8] Pharma, PT Merapi Utama. 2014. “Vision and Mission”. Jakarta: PT Merapi Utama Pharma. Diakses dari http://www.merapi.net/ pada tanggal 24 Desember 2017.

 ISBN 978-602-61009-2-4

IX. IMPLEMENTASI VIGENERE CHIPER DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB R2015B

Ayyubi Ahmad
Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
ayyubiahmad1@gmail.com

Abstrak—Kriptografi merupakan cabang dari ilmu matematika yang mempelajari bagaimana membuat suatu pesan yang dikirim oleh pengirim dapat disampaikan kepada penerima dengan aman. Kriptografi bertujuan menjaga kerahasiaan informasi yang terkandung dalam data sehingga informasi tersebut tidak dapat diketahui oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Kerahasiaan dan keamanan suatu pesan menjadi kebutuhan bagi pengirim dan penerima pesan agar informasi tidak disalahgunakan oleh pihak yang tidak bersangkutan. Salah satu jenis metode dari kriptografi adalah *Vigenere Chiper*. Pada artikel ini terdapat modifikasi pada proses enkripsi dan dekripsi kriptografi *Vigenere Chiper* berupa penambahan angka, operasi matematika, dan beberapa tanda baca, juga akan dijelaskan mengenai penerapan enkripsi dan dekripsi kriptografi *Vigenere Chiper* serta membuat program simulasinya menggunakan aplikasi MATLAB R2015b.

Kata kunci: kriptografi, vigenere chiper, matlab R2015b

Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi dari tahun ke tahun selalu mengalami perkembangan yang sangat pesat sehingga seseorang dapat melakukan pertukaran informasi jauh lebih mudah. Kerahasiaan dan keamanan informasi menjadi kebutuhan terpenting dalam berkomunikasi agar pesan yang dikirim dan diterima tidak disalahgunakan oleh pihak-pihak yang kurang bertanggung jawab.

Kriptografi meruapakan cara untuk menjaga kerahasiaan dan keamanan informasi yang ditukarkan dengan mengubah pesan ke dalam bentuk kode-kode yang hanya diketahui oleh pengirim dan penerima pesan yang dimana pesan tersebut mengandung informasi. Selain itu, kriptografi menyediakan sekumpulan teknik yang bertujuan menjaga kerahasiaan dan keamanan informasi sehingga pihak lain tidak dapat mengetahui isi pesan yang dilakukan oleh pengirim dan penerima.

Vigenere chiper merupakan salah satu metode dari kriptografi. *Vigenere chiper* ditemukan oleh seorang diplomat sekaligus kriptolog Prancis, Blaise de Vigenere, pada abad XVI. Pada pengkodean *vigenere chiper*, setiap karakter pada *plaintext* dapat dienkripsikan dengan kunci yang berbeda. Karakter pertama pada *plaintext* dienkripsikan dengan kunci berupa karakter pertama dari kata kunci dan seterusnya. Algoritma pada *vigenere chiper* cukup sederhana dan dapat dikatakan lebih sulit dipecahkan daripada metode lainnya yaitu *caesar chiper*. Proses mengubah informasi menjadi kode disebut enkripsi dan proses mengubah kode menjadi informasi disebut dekripsi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada artikel ini dilakukan modifikasi pada proses enkripsi dan dekripsi *vigenere chiper* dengan menambahkan angka, operasi matematika, dan beberapa tanda baca. Hal ini bertujuan agar pihak yang tidak bersangkutan sulit memecahkan sistem keamanan informasi. Pengujian enkripsi dan dekripsi diimplementasikan menggunakan aplikasi MATLAB R2015b.

Metode Penelitian

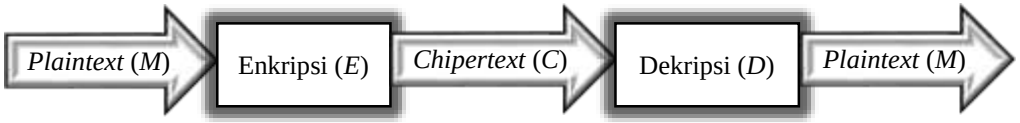
Kriptografi

Kriptografi (*cryptography*) berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari kata *crypto* dan *graphia*. *Crypto* artinya menyembunyikan, sedangkan *graphia* artinya tulisan. Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi, seperti kerahasiaan data, keabsahan data, integritas data, serta autentikasi data. Kriptografi juga dapat diartikan ilmu atau seni untuk menjaga keamanan pesan.

Pada prinsipnya kriptografi terdiri dari 4 komponen utama yaitu:

- *Plaintext*, yaitu pesan asli yang ingin dikirimkan dan dijaga keamanannya.
- *Chipertext*, yaitu pesan yang telah dikodekan (disandikan) sehingga siap dikirimkan.
- *Key*, yaitu kunci untuk melakukan teknik kriptografi.
- *Algorithm*, yaitu metode untuk melakukan proses enkripsi dan dekripsi.

Kemudian pada kriptografi terdapat 2 proses dasar yaitu enkripsi dan dekripsi. Enkripsi adalah proses untuk menyandikan pesan yang dapat dibaca (*plaintext*) menjadi pesan acak yang tidak dapat dibaca (*chipertext*), sedangkan dekripsi adalah proses untuk memperoleh kembali *plaintext* dari *chipertext.*



Gambar 1. Mekanisme Kriptografi

Secara matematis prosesnya dapat dinyatakan sebagai berikut:

a. Proses enkripsi

$$C = E(M)$$

Keterangan:
M = pesan asli
E = proses enkripsi
C = pesan dalam bahasa sandi

b. Proses dekripsi

$$M = D(C)$$

Keterangan:

 ISBN 978-602-61009-2-4

M = pesan asli
D = proses dekripsi
C = pesan dalam bahasa sandi

Vigenere Chiper

Vigenere chiper adalah metode enkripsi abjad majemuk manual (*polyalphabetical substitution chiper*). Algoritma ini ditemukan oleh seorang diplomat sekaligus kriptolog Prancis, Blaise de Vigenere, pada abad XVI. Metode ini dipublikasikan pada tahun 1856, dan sekitar dua ratus tahun setelahnya, pada abad XIX, *vigenere chiper* digunakan oleh tentara konfederasi pada Perang Sipil Amerika.

Vigenere chiper pada dasarnya menggunakan teknik yang sama dengan *caesar chiper*. Perbedaannya adalah pada *vigenere chiper* setiap karakter pada *plaintext* dapat dienkripsikan dengan kunci yang berbeda. Karakter pertama pada *plaintext* dienkripsikan dengan kunci berupa karakter pertama dari kata kunci dan seterusnya. Sifat polialfabetik yang dimiliki oleh *vigenere chiper* diimplementasikan dengan bujur sangkar *Vigenere*. Sifat periodiknya terlihat apabila panjang kunci lebih kecil daripada panjang *plaintext*, kunci dapat diulang penggunaannya sampai panjang kunci sama dengan panjang *plaintext*. Jika panjang kunci hanya satu karakter, enkripsinya sama seperti *caesar chiper*.

Bujur sangkar *Vigenere* digunakan untuk mempermudah proses enkripsi dengan *vigenere chiper*. Kolom paling kiri dari bujur sangkar menyatakan karakter kunci, sedangkan baris paling atas menyatakan karakter *plaintext*. Setiap baris dalam bujur sangkar menyatakan karakter-karakter *chipertext* yang diperoleh dengan *caesar chiper* dimana pergeseran karakter *plaintext* ditentukan oleh nilai desimal karakter kunci tersebut.

Tabel 1. Bujur Sangkar Vigenere Chiper

		Plaintext																									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
	C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
	D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
	E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
	F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
	G	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
	H	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
	I	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
K	J	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
u	K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
n	L	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
c	M	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
i	N	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	O	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N

 ISBN 978-602-61009-2-4

P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
S	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

Cara menggunakan bujur sangkar vigenere chiper adalah sebagai berikut. Tarik garis vertikal dari karakter plaintext ke bawah, lalu tarik garis horizontal dari karakter kunci ke kanan. Perpotongan kedua garis tersebut menyatakan karakter chipertext dari karakter plaintext yang bersangkutan. Secara matematis, jika kunci K dengan panjang m adalah rangkaian karakter-karakter $K = k_1, \dots, k_m$ dimana k_i didapat dari banyaknya pergeseran pada alfabet ke-i, plaintext adalah rangkaian $p_1, p_2, \dots, p_m$, dan chipertext adalah rangkaian $c_1, c_2, \dots, c_m$, ketiganya dapat dinyatakan dengan formula. Misalkan m menentukan beberapa nilai integer positif. Diberikan P=C=K=$(Z_{26})^m$. Untuk sebuah kunci $K = (k_1, k_2, \dots, k_m)$, kita definisikan dengan persamaan berikut:

$$e_k(c_1, c_2, \dots, c_m) = (p_1 + k_1, p_2 + k_2, \dots, p_m + k_m)mod\ 26$$
$$d_k(p_1, p_2, \dots, p_m) = (c_1 - k_1, c_2 - k_2, \dots, c_m - k_m)mod\ 26$$

dimana semua operasi berbasis pada Z_{26}.

Kriptografi vigenere chiper menggunakan 26 huruf alfabet, maka kemungkinan pergeseran huruf yang terjadi dari 0 sampai 25. Untuk mengembangkan kriptografi vigenere chiper dapat menambahkan angka, operasi matematika berupa penjumlahan (+), pengurangan (-), perkalian (*), pembagian (/), dan beberapa tanda baca berupa titik (.), koma (,), tanda tanya (?), dan tanda seru (!).

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 + - * / . , ? !

Adanya penambahan ini mengakibatkan pengujian enkripsi dan dekripsi bekerja pada modulo 44. Karena terdapat 44 kode, maka kemungkinan pergeseran huruf yang terjadi dari 0 sampai 43. Maka persamaan enkripsi dan dekripsi yang digunakan adalah

$$e_k(c_1, c_2, \dots, c_m) = (p_1 + k_1, p_2 + k_2, \dots, p_m + k_m)mod\ 44$$
$$d_k(p_1, p_2, \dots, p_m) = (c_1 - k_1, c_2 - k_2, \dots, c_m - k_m)mod\ 44$$

Proses enkripsi pada vigenere chiper dilakukan dengan cara berikut:

a. Ubah kunci dan *plaintext* ke dalam urutan bilangan *integer*.
b. Tambahkan nilai *K* dan *plaintext* dengan mereduksinya sebagai penjumlahan modulo 44, dan apabila ukuran *plaintext* lebih panjang daripada kunci, penjumlahan *K* dilakukan secara periodik. Artinya, bila *K* sudah mencapai nilai terakhir, proses akan diulang kembali pada *K* untuk nilai dengan urutan pertama.
c. Konversikan kembali urutan bilangan hasil penjumlahan *K* dan *plaintext.*

Proses dekripsi pada *vigenere chiper* dilakukan dengan cara berikut:

a. Ubah kunci dan *chipertext* ke dalam urutan bilangan *integer*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

b. Pada masing-masing urutan bilangan yang merupakan *chipertext*, kurangkan dengan nilai *K* dan reduksikan sebagai pengurangan modulo 44.
c. Konversikan kembali urutan bilangan hasil pengurangan *chipertext* dan *K*.

Hasil dan Pembahasan

Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi MATLAB R2015b agar pembaca mengerti dan memahami bagaimana jika sebuah metode diterapkan dalam menyelesaikan masalah.

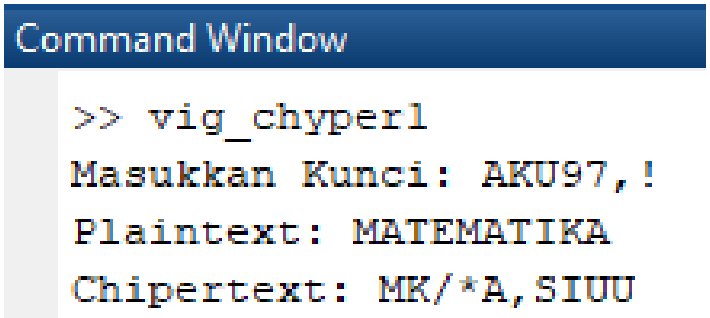
Pengujian Enkripsi dengan Matlab R2015b dan manual

Bentuk input pada Matlab R2015b untuk enkripsi sebagai berikut:

```
l=['A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z','1','2','3','4','5','6','7','8','9','0','+','-','*','/','.',',','?','!'];
k=input('Masukkan Kunci: ','s');
s11=size(k);
s1=s11(2);
m=input('Plaintext: ','s');
s22=size(m);
s2=s22(2);
if s2<=s1
   v=1:s2;
   k=[k(v)];
elseif (s1<s2) && (s2<2*s1)
   s3=s2-s1;
   v=1:s3;
   k=[[k],[k(v)]];
else s2>2*s1
   s3=s2-2*s1;
   v=1:s3;
   k=[[k],[k],[k(v)]];
end
for i=1:s2
   vec1(i)=find(l==(m(i)))-1;
   vec2(i)=find(l==k(i))-1;
end
vec=vec1+vec2+1;
```

 ISBN 978-602-61009-2-4

```
for i=1:s2
   if vec(i)>44
      vec(i)=mod(vec(i),44);
   end
end
for i=1:s2
   vecf(i)=l(vec(i));
end
disp(['Chipertext: ',num2str(vecf)])
```



Gambar 2. Tampilan Hasil Pengujian Enkripsi

Proses secara manual untuk enkripsi sebagai berikut:

Diketahui *plaintext*nya adalah **MATEMATIKA**, dimana pada urutan *chiper* “M” adalah 13, “A” adalah 1, “T” adalah 20, dan seterusnya. Kuncinya adalah **AKU97,!**, dimana pada urutan “A” adalah 0, “K” adalah 10, dan seterusnya, maka dengan transformasi *vigenere chiper*, menjadi

$e_1 = (13 + 0) mod\ 44 = 13$, (artinya 13 pada *plaintext* menjadi 13 pada *chipertext* yaitu “M”)
$e_2 = (1 + 10) mod\ 44 = 11$, (artinya 1 pada *plaintext* menjadi 11 pada *chipertext* yaitu “K”)
$e_3 = (20 + 20) mod\ 44 = 40$, (artinya 20 pada *plaintext* menjadi 40 pada *chipertext* yaitu “/”)
$e_4 = (5 + 34) mod\ 44 = 39$, (artinya 5 pada *plaintext* menjadi 39 pada *chipertext* yaitu “*”)
$e_5 = (13 + 32) mod\ 44 = 1$, (artinya 13 pada *plaintext* menjadi 1 pada *chipertext* yaitu “A”)
$e_6 = (1 + 41) mod\ 44 = 42$, (artinya 1 pada *plaintext* menjadi 42 pada *chipertext* yaitu “,”)
$e_7 = (20 + 43) mod\ 44 = 19$, (artinya 20 pada *plaintext* menjadi 19 pada *chipertext* yaitu “S”)
$e_8 = (9 + 0) mod\ 44 = 9$, (artinya 9 pada *plaintext* menjadi 9 pada *chipertext* yaitu “I”)
$e_9 = (11 + 10) mod\ 44 = 21$, (artinya 11 pada *plaintext* menjadi 21 pada *chipertext* yaitu “U”)
$e_{10} = (1 + 20) mod\ 44 = 21$, (artinya 1 pada *plaintext* menjadi 21 pada *chipertext* yaitu “U”)

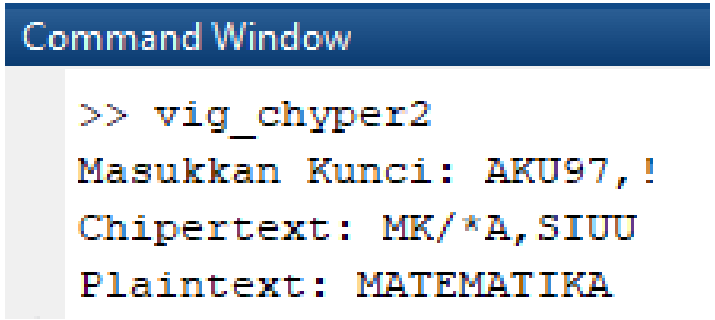
 ISBN 978-602-61009-2-4

Pengujian Dekripsi dengan Matlab R2015b dan manual

Bentuk input pada Matlab R2015b untuk dekripsi sebagai berikut:

```
l=['A','B','C','D','E','F','G','H','I','J','K','L','M','N','O','P','Q','R','S','T','U','V','W','X','Y','Z','1','2','3','4','5','6','7','8','9','0','+','-','*','/','.',',','?','!'];
k=input('Masukkan Kunci: ','s');
s11=size(k);
s1=s11(2);
m=input('Chipertext: ','s');
s22=size(m);
s2=s22(2);
if s2<=s1
   v=1:s2;
   k=[k(v)];
elseif (s1<s2) && (s2<2*s1)
   s3=s2-s1;
   v=1:s3;
   k=[[k],[k(v)]];
else s2>2*s1
   s3=s2-2*s1;
   v=1:s3;
   k=[[k],[k],[k(v)]];
end
for i=1:s2
   vec1(i)=find(l==m(i))-1;
   vec2(i)=find(l==k(i))-1;
end
vec=vec1-vec2+1;
for i=1:s2
   if vec(i)<44
      vec(i)=mod(vec(i),44);
   end
end
for i=1:s2
   vecf(i)=l(vec(i));
end
disp(['Plaintext: ',num2str(vecf)])
```

 ISBN 978-602-61009-2-4



Gambar 3. Tampilan Hasil Pengujian Dekripsi

Proses secara manual untuk dekripsi sebagai berikut:

Diketahui *chipertext*nya adalah **MK/*A,SIUU**, dimana pada urutan *chiper* "M" adalah 13, "K" adalah 11, "/" adalah 40, dan seterusnya. Kuncinya adalah **AKU97,!**, dimana pada urutan "A" adalah 0, "K" adalah 10, dan seterusnya, maka dengan transformasi *vigenere chiper* , menjadi

$d_1 = (13 - 0) mod\ 44 = 13$, (artinya 13 pada *plaintext* menjadi 13 pada *chipertext* yaitu "M")

$d_2 = (11 - 10) mod\ 44 = 1$, (artinya 11 pada *plaintext* menjadi 1 pada *chipertext* yaitu "A")

$d_3 = (40 - 20) mod\ 44 = 20$, (artinya 40 pada *plaintext* menjadi 20 pada *chipertext* yaitu "T")

$d_4 = (39 - 34) mod\ 44 = 5$, (artinya 39 pada *plaintext* menjadi 5 pada *chipertext* yaitu "E")

$d_5 = (1 - 32) mod\ 44 = 13$, (artinya 1 pada *plaintext* menjadi 13 pada *chipertext* yaitu "M")

$d_6 = (42 - 41) mod\ 44 = 1$, (artinya 42 pada *plaintext* menjadi 1 pada *chipertext* yaitu "A")

$d_7 = (19 - 43) mod\ 44 = 20$, (artinya 19 pada *plaintext* menjadi 20 pada *chipertext* yaitu "T")

$d_8 = (9 - 0) mod\ 44 = 9$, (artinya 9 pada *plaintext* menjadi 9 pada *chipertext* yaitu "I")

$d_9 = (21 - 10) mod\ 44 = 11$, (artinya 21 pada *plaintext* menjadi 11 pada *chipertext* yaitu "K")

$d_{10} = (21 - 20) mod\ 44 = 1$, (artinya 21 pada *plaintext* menjadi 1 pada *chipertext* yaitu "A")

Simpulan dan Saran

Pada artikel ini dijabarkan kriptografi *vigenere chiper* yang masih sederhana, kemudian dilakukan modifikasi algoritma *vigenere chiper* untuk mengatasi hal-hal yang masih belum optimal. Modifikasi tersebut dilakukan pada proses enkripsi dan dekripsi dengan menambahkan angka, operasi matematika, dan beberapa tanda baca. Modifikasi tersebut bertujuan agar pihak-pihak yang tidak bersangkutan sulit untuk memecahkan sistem keamanan informasi. Pengujian enkripsi dan dekripsi diimplementasikan dengan aplikasi MATLAB R2015b. Untuk pengembangan lebih lanjut pada kriptografi *vigenere chiper* dapat dilakukan dengan menambahkan tanda baca lainnya dan penggunaan huruf kecil dalam input *plaintext*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Ucapan Terima Kasih

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang memiliki keistimewaan dan pemberian segala kenikmatan baik iman, kesehatan, dan kekuatan dalam penyusunan makalah ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabatnya, dan umatnya sampai akhir zaman.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dian Ariesta Yuwaningsih, M.Sc. dan Ibu Dian Eka Wijayanti, M.Si. selaku Dosen Pembimbing, di sela-sela rutinitasnya namun tetap meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, dorongan, saran, dan arahan hingga selesainya penulisan makalah ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Bapak, Ibu, Kakak-kakakku tercinta dengan penuh kasih sayang dan kesabaran yang telah memberikan dukungan dalam penulisan makalah ini.

Akhirnya kepada Allah SWT jualah senantiasa penulis berharap semoga segala sesuatunya dengan tulus dan ikhlas penulis akan selalu mendapat limpahan rahmat dan karunia-Nya, Amin.

Daftar Pustaka

[1] Schneier. Bruce, “Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C”, Second Edition, New York: John Wiley & Sons, Inc.1996.

[2] Setyaningsih. Emy, “Kriptografi & Implementasinya menggunakan MATLAB”, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2015.

[3] Stinson. R. D., “Cryptography Theory and Practice”, New York: Chapman & Hall/CRC, 1995.

[4] Buchmann. J. A., “Introduction to Cryptography”, New York: Springer-Verlag, 2000.

[5] Munir. R., “Kriptografi”, Bandung: Informatika, 2006.

[6] Rosenthal. J., “Handbook of Cryptography”, Zurich: University of Zurich, 2005.

X. PREDIKSI HARGA BAWANG MERAH RATA-RATA PERBULAN MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY METODE TSUKAMOTO (Studi Kasus : Studi Kasus di Kebun Bawang Merah Yogyakarta)

Novia Hendiyani[1], Aditya Wisnugraha Sugiyarto[2]
Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta[1,2]
noviahendiyani09@gmail.com

 ISBN 978-602-61009-2-4

Abstrak—Bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) merupakan tanaman umbi yang menjadi kebutuhan masyarakat. Bawang merah menjadi kebutuhan yang tidak dapat terpisahkan. Masyarakat menggunakan bawang merah untuk membuat masakan terasa gurih dan beraroma. DIY penjualan bawang merah melonjak pada saat cuaca kurang bagus di Indonesia tak terkecuali Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Hal tersebut menyebabkan ketersediaan bawang merah dipasaran langka dan harga yang cukup tinggi dari biasanya. Kelangkaan bawang merah disebabkan oleh cuaca, harga bibit tanaman, inflasi, dan hasil tanaman. Oleh karena itu, akan dilakukan prediksi harga bawang merah dipasaran dengan menggunakan metode *fuzzy inference system Tsukamoto*. Dalam penelitian ini, variabel input dibagi menjadi masing – masing dua himpunan fuzzy yaitu Rendah dan Tinggi. Untuk variabel output (target) yaitu harga bawang merah dibagi menjadi lima himpunan fuzzy yaitu Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi, dan Sangat Tinggi Setelah dilakukan prediksi menggunakan fuzzy metode Tsukamoto dengan data testing selama 5 bulan terakhir didapat hasil harga bawang asli dari bulan Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September sebesar 25.000, 20.000, 18.000, 17.000, dan 16.000 sedangkan harga prediksi bawang merah sebesar 25.335, 20.142, 18.994, 18.196, dan 17.406.

Kata kunci: Prediksi Harga, Bawang Merah, Fuzzy Inference System Tsukamoto

Pendahuluan

Bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) merupakan tanaman umbi yang menjadi kebutuhan masyarakat. Bawang merah merupakan salah satu komoditas strategis, karena sebagian besar masyarakat Indonesia membutuhkan terutama untuk bumbu masak sehari-hari sehingga mempengaruhi makro ekonomi dan tingkat inflasi (Handayani, 2014) [1]. Bawang merah merupakan kebutuhan masyarakat Yogyakarta yang selalu ada didalam makanan kuliner. Produksi bawang merah di Yogyakarta mengalami kenaikan dan penurunan yang signifikan. Setiap kenaikan dan penurunan dari harga bawang merah setiap bulannya berbeda-beda. Penjualan bawang merah dipasaran sangat naik melonjak pada saat cuaca tidak bersahabat di Indonesia tak terkecuali Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Hal tersebut menyebabkan ketersediaan bawang merah di pasar langka dan harga yang cukup tinggi dari biasanya. Kelangkaan bawang merah disebabkan oleh cuaca, harga bibit tanaman, inflasi, dan hasil tanaman. Untuk itu, dilakukan prediksi harga bawang merah untuk bulan berikutnya untuk mengantisipasi harga yang melonjak sangat tinggi.

Metode yang digunakan untuk memprediksi harga bawang merah yaitu metode Logika *Fuzzy Tsukamoto*. [2] Beberapa penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Galuh M., dkk menjelaskan bahwa penentuan kualitas air sungai dengan menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* memiliki kinerja sistem yang baik dengan dibuktikannya hasil pengujian *Black Box* yang memberikan nilai presentase sebesar 100%. [3] Selain itu penelitian dari Maya Yusida dalam judul penelitian Implementasi *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit menghasilkan hasil uji perbandingan dari sistem 100% sama dengan hasil manual pakar.

Dalam metode tersebut, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF AND THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α- predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan yaitu data rata – rata curah hujan perbulan yang didapat dari dataonline.bmkg.go.id [4], data inflasi yang didapat dari bi.go.id [5], harga bibit tanaman dari [6], hasil bawang merah dari [7] dan harga bawang merah pada tahun 2018 dari bulan Mei - September berupa data kuantitatif [8]. Variabel input pada penelitian ini adalah data rata – rata curah hujan perbulan, harga bibit bawang merah, tingkat inflasi dan hasil panen dari bawang merah. Untuk variabel output atau targetnya adalah harga bawang merah dimana pada penelitian ini akan diprediksikan dengan Fuzzy Inference System metode Tsukamoto yang memiliki langkah – langkah sebagai berikut :

Pembentukan Himpunan Fuzzy

Pada langkah pertama ini, variabel input dan output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Dalam penelitian ini, variabel input dibagi menjadi masing – masing dua himpunan fuzzy yaitu Rendah dan Tinggi. Untuk variabel output (target) yaitu harga bawang merah dibagi menjadi lima himpunan fuzzy yaitu Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi, dan Sangat Tinggi.

Menyusun Fungsi Implikasi (Rules)

Langkah selanjutnya adalah menyusun aturan – aturan (*rules)* dengan mengkombinasikan variabel input dengan variabel outputnya. Dalam penelitian ini, digunakan operator AND untuk mengkombinasikan variabel input dengan variabel outputnya dan terdiri dari 16 aturan.

Komposisi Aturan

Selanjutnya setelah dibentuk aturan – aturan pada langkah sebelumnya, dilakukan penalaran. Dalam penalaran ini, dikarenakan sistem terdiri dari kumpulan dan korelasi antar aturan maka digunakan metode MIN. Pada metode ini, solusi dari himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai minimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator AND dan akan menghasilkan nilai α-predikat dalam aturan ke-i proses ini dilakukan hingga sampai 16 aturan. Lalu jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan konstribusi dari tiap – tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\alpha - \text{predikat} = \mu_{sf}(x_i) = \min(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

Penegasan (Defuzzyfication)

Langkah terakhir yaitu proses penegasan (*deffuzyfication)*. Input dari proses *defuzzifikasi* ini adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan prediksi harga bawang merah menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Tsukamoto. Berikut merupakan langkah – langkah perhitungan yang dilakukan:

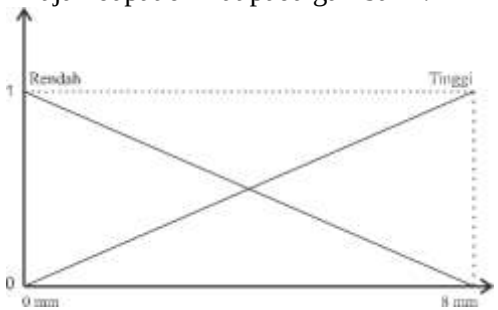
Pembentukan Himpunan Fuzzy

Langkah pertama dalam proses *Fuzzy Inference System* dengan metode Tsukamoto yaitu membentuk himpunan *fuzzy* terlebih dahulu. Berikut ini adalah himpunan *fuzzy* untuk setiap variabel:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Variabel Tingkat Curah Hujan

Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel tingkat curah hujan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Representasi Curah Hujan

Berdasarkan gambar 1, persamaan himpunan *fuzzy* dari tingkat curah hujan dapat ditunjukkan pada (1) untuk kategori tinggi dan (2) untuk kategori rendah.

$$\mu_{tinggi}(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{x}{8}, & 0 \leq x \leq 8 \\ 1, & x \geq 8 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{rendah}(x_i) = \begin{cases} 1, & x \leq 0 \\ \frac{8-x}{8}, & 0 \leq x \leq 8 \\ 0, & x \geq 8 \end{cases} \quad (2)$$

Berikut contoh perhitungan untuk tingkat curah hujannya 4.54 mm:

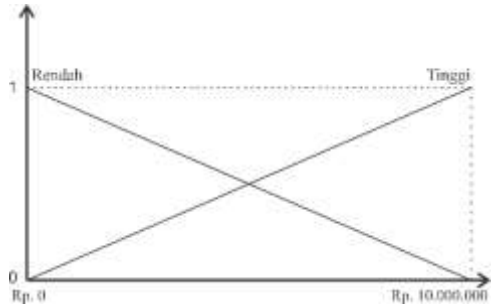
$$\mu_{rendah}(4.54) = \frac{8 - 4.54}{8} = 0.4325$$

$$\mu_{tinggi}(4.54) = \frac{4.54}{8} = 0.4675$$

Variabel Harga Bibit Tanaman

Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel harga bibit tanaman dapat dilihat pada gambar 2.

 ISBN 978-602-61009-2-4



Gambar 2. Grafik Representasi Harga Bibit Tanaman

Berdasarkan gambar 2, persamaan himpunan *fuzzy* dari tingkat curah hujan dapat ditunjukkan pada (3) untuk kategori tinggi dan (4) untuk kategori rendah.

$$\mu_{tinggi}(x_i) = \begin{cases} 0, \ x \leq 0 \\ \frac{x}{10000000}, \ 0 \leq x \leq 10000000 \\ 1, \ x \geq 10000000 \end{cases} \quad (3)$$

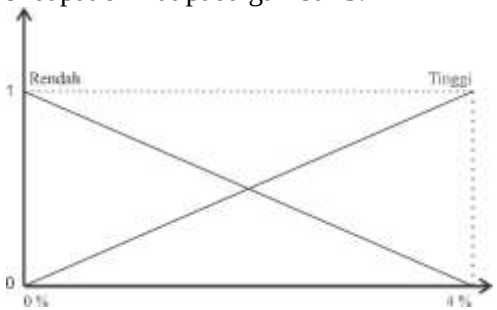
$$\mu_{rendah}(x_i) = \begin{cases} 1, \ x \leq 0 \\ \frac{10000000-x}{10000000}, \ 0 \leq x \leq 10000000 \\ 0, \ x \geq 10000000 \end{cases} \quad (4)$$

Berikut contoh perhitungan untuk harga bibitnya Rp. 10.000.000,-:

$$\mu_{rendah}(10000000) = 0$$
$$\mu_{tinggi}(10000000) = 1$$

Variabel Tingkat Inflasi

Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel tingkat inflasi dapat dilihat pada gambar 3.



 ISBN 978-602-61009-2-4

Gambar 3. Grafik Representasi Tingkat Inflasi

Berdasarkan gambar 3, persamaan himpunan *fuzzy* dari tingkat inflasi dapat ditunjukkan pada (5) untuk kategori tinggi dan (6) untuk kategori rendah.

$$\mu_{tinggi}(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{x}{4}, & 0 \leq x \leq 4 \\ 1, & x \geq 4 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{rendah}(x_i) = \begin{cases} 1, & x \leq 0 \\ \frac{4-x}{4}, & 0 \leq x \leq 4 \\ 0, & x \geq 4 \end{cases} \quad (6)$$

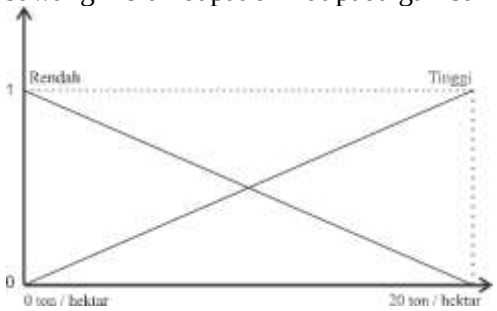
Berikut contoh perhitungan untuk harga bibitnya 3.41%:

$$\mu_{rendah}(3.41) = \frac{4 - 3.41}{4} = 0.1475$$

$$\mu_{tinggi}(3.41) = \frac{x}{4} = 0.8525$$

Variabel Hasil Panen Bawang Merah

Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel hasil panen bawang merah dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Representasi Hasil Panen Bawang Merah

Berdasarkan gambar 4, persamaan himpunan *fuzzy* dari hasil panen bawang merah dapat ditunjukkan pada (7) untuk kategori tinggi dan (8) untuk kategori rendah.

$$\mu_{tinggi}(x_i) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{x}{20}, & 0 \leq x \leq 20 \\ 1, & x \geq 20 \end{cases} \quad (7)$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\mu_{rendah}(x_i) = \begin{cases} 1, \ x \leq 0 \\ \frac{20-x}{20}, \ 0 \leq x \leq 20 \\ 0, \ x \geq 4 \end{cases} \quad (8)$$

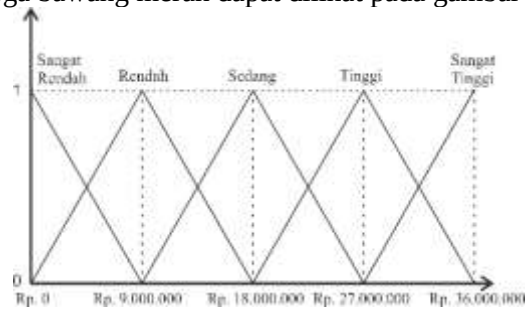
Berikut contoh perhitungan untuk harga bibitnya 9.54 ton/hektar:

$$\mu_{rendah}(9.54) = \frac{20 - 9.54}{20} = 0.523$$

$$\mu_{tinggi}(9.54) = \frac{9.54}{20} = 0.477$$

Variabel Output Harga Bawang Merah

Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel output harga bawang merah dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Representasi Hasil Panen Bawang Merah

Berdasarkan gambar 5, persamaan himpunan *fuzzy* dari tingkat curah hujan dapat ditunjukkan pada (9) untuk kategori sangat rendah, (10) untuk kategori rendah, (11) untuk kategori sedang, (12) untuk kategori tinggi, dan (13) untuk kategori sangat tinggi.

$$\mu_{sangat\ rendah}(x_i) = \begin{cases} 1, \ x \leq 0 \\ \frac{9000-x}{9000}, \ 0 \leq x \leq 9000 \\ 0, \ x \geq 9000 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{rendah}(x_i) = \begin{cases} 0, \ x \leq 0 \ atau \ x \geq 18000 \\ \frac{x}{9000}, \ 0 \leq x \leq 9000 \\ \frac{18000-x}{9000}, \ 9000000 \leq x \leq 18000 \end{cases} \quad (10)$$

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\mu_{sedang}(x_i) = \begin{cases} 0, \ x \leq 9000000 \ atau \ x \geq 27000 \\ \frac{x-9000}{9000}, \ 9000 \leq x \leq 18000 \\ \frac{27000-x}{9000}, \ 18000 \leq x \leq 27000 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{tinggi}(x_i) = \begin{cases} 0, \ x \leq 18000 \ atau \ x \geq 36000 \\ \frac{x-18000}{9000}, \ 18000 \leq x \leq 27000 \\ \frac{36000-x}{9000}, \ 27000 \leq x \leq 36000 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}(x_i) = \begin{cases} 1, \ x \geq 36000 \\ \frac{x-27000}{9000}, \ 27000 \leq x \leq 36000 \\ 0, \ x \leq 27000 \end{cases} \quad (13)$$

Menyusun Fungsi Implikasi (rule)

Pada tahap ini disusun beberapa aturan yang merupakan hasil dari kombinasi setiap variabel input dengan himpunan fuzzynya dan variabel output dengan himpunan fuzzynya. Dalam penelitian ini dikarenakan setiap variabel input memiliki 2 atribut linguistik, sehingga aturan implikasi yang dapat dibentuk yakni 2^4 = 16 aturan implikasi fuzzy dan dalam permasalahan prediksi harga bawang merah ini digunakan operator AND untuk menghubungkan setiap kondisi. Berikut beberapa contoh dari fungsi implikasi atau rule yang telah dibentuk:

[R7] IF TingkatHujan Tinggi AND HargaBibit Rendah AND TingkatInflasi Rendah AND HasilPanen Tinggi THEN HargaBawang Rendah

[R10] IF TingkatHujan Rendah AND HargaBibit Tinggi AND TingkatInflasi Tinggi AND HasilPanen Rendah THEN HargaBawang Tinggi

[R15] IF TingkatHujan Rendah AND HargaBibit Rendah AND TingkatInflasi Rendah AND HasilPanen Tinggi THEN HargaBawang Sangat Rendah

Komposisi Aturan

Setelah terbentuk 16 rule yang akan digunakan, selanjutnya akan dilakukan proses penalaran dengan menggunakan metode MIN. Pada metode ini, solusi dari himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai minimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator AND dan akan menghasilkan α-predikat. Berikut adalah beberapa contoh dari hasil penalaran beberapa rule yang telah terbentuk:

[R7] IF TingkatHujan Tinggi AND HargaBibit Rendah AND TingkatInflasi Rendah AND HasilPanen Tinggi THEN HargaBawang Rendah.

α-predikat = min($\mu_{hujantinggi}(4.54), \mu_{bibitrendah}(10000000), \mu_{inflasirendah}(3.41), \mu_{hasiltinggi}(9.54)$)$\alpha$-predikat = 0

Lalu, lihat humpunan Harga Bawang Rendah,

$$\frac{18000 - x}{9000} = 0$$

x = 18000

dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\frac{x}{9000} = 0$$

x = 0

sehingga nilai Z_7 = nilai tengah(18000,0) = 9000

[R10] IF TingkatHujan Rendah AND HargaBibit Tinggi AND TingkatInflasi Tinggi AND HasilPanen Rendah THEN HargaBawang Tinggi

α-predikat= min($\mu_{hujantinggi}(4.54), \mu_{bibittinggi}(10000000), \mu_{inflasitinggi}(3.41), \mu_{hasilrendah}(9.54)$)

α-predikat = 0.243333333.

Lalu, lihat humpunan Harga Bawang Tinggi,

$$\frac{36000 - x}{9000} = 0.243333$$

x = 33810

dan

$$\frac{x - 18000}{9000} = 0.243333$$

x = 20190

sehingga nilai Z_{10} = nilai tengah(33810,20190) = 27000

Langkah tersebut dilakukan berulang hingga 16 aturan dipenuhi.

Defuzzifikasi

Langkah terakhir adalah proses defuzzifikasi. Input dari proses defuzzifikasi ini adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Dalam proses terakhir ini akan dilakukan dengan (14) yaitu:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{16} \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^{16} \alpha_i} \qquad (14)$$

dengan : α_i= α predikat pada aturan ke-i

z_i= output pada aturan ke-i

Untuk perhitungan dengan data tingkat curah hujan 4.54 mm, harga bibitnya Rp. 10.000.000, tingkat inflasinya 3.41 dan hasil tanamannya 9.54 ton / hektar. Didapatkan :

$$z = \frac{62199.261}{2.455} = 25335{,}7$$

Proses ini dilakukan berulang dengan data dari bulan Mei – September 2018 sehingga didapat seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Data Input Dan Output

 ISBN 978-602-61009-2-4

Bulan	Variabel Input				Output	Prediksi
	Mean Tingkat Curah Hujan	HargaBibit	Inflasi	Hasil	Harga Bawang Asli	
Mei	4.54 mm	Rp. 10.000.000	3.41%	9.54 ton	25,000	25,335
Juni	0.87 mm	Rp. 9.000.000	3.12%	12 ton	20,000	20,142
Juli	0 mm	Rp. 9.000.000	3.18%	12 ton	18,000	18,994
Agustus	0.06 mm	Rp. 6.000.000	3.82%	15 ton	17,000	18,196
September	0.89 mm	Rp. 5.500.000	2.88%	17 ton	16,000	17,406

Dari tabel 1. dapat dilihat bahwa perbedaan antara harga prediksi dan harga bawang merah asli tidak memiliki perbedaan yang signifikan, sehingga metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* baik digunakan untuk memprediksi harga bawang merah.

Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa hasil prediksi dengan harga bawang merah yang dihasilkan tidak berbeda jauh. Perbedaan antara hasil prediksi dan harga asli bawang merah sebesar 335, 142, 994, 1.196, dan 1.406. Selain itu saran dari penelitian ini selanjutnya bisa menggunakan data lebih banyak jumlahnya dan dengan membandingkan metode *Fuzzy Inference System Tsukamoto* dengan metode yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak/ ibu berikut ini.

1. Dr. Agus Maman Abadi M.Si., selaku dosen pembimbing mata kuliah teori himpunan samar atas bimbingannya dalam penyusunan artikel ilmiah ini.
2. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[1] Handayani, S.A. 2014. Optimalisasi Pengelolaan Lahan untuk Sayuran Unggulan Nasional. Julianto, editor. Tabloid Sinar Tani Senin 28 April 2014. Diakses di https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/mimbar-penyuluhan/763-optimalisasi-pengelolaan-lahan-untuk-sayuran-unggulan-nasional pada 26 Januari 2019.

[2] Mazenda, G., dkk. 2014. Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai. *Journal Of Environmental Engineering & Sustainable Technology*. 01(02), 233-246. Retrieved from http://jeest.ub.ac.id.

[3] Maya Y., dkk. 2017. Implementasi Fuzzy Tsukamoto Dalam Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*. 04(02), 92-103. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/323284423_IMPLEMENTASI_FUZZY_TSUKAMOTO_DALAM_PENENTUAN_KESESUAIAN_LAHAN_UNTUK_TANAMAN_KARET_DAN_KELAPA_SAWIT.

[7] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2018. data rata – rata curah hujan perbulan. Yogyakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Diakses di http://dataonline.bmkg.go.id/home pada tanggal 28 November 2018.

[8] Bank Indonesia. 2018. Data Inflasi. Yogyakarta: Bank Indonesia. Diakses di bi.go.id pada tanggal 28 November 2018.

[9] Radar Jogja. 2018. Kembangkan Penggunaan Benih Biji Bawang Merah. Yogyakarta: Radar Jogja. Diakses di https://radarjogja.jawapos.com/2018/12/15/kembangkan-penggunaan-benih-biji-bawang-merah/ pada tanggal 29 November 2018.

[10] Harian Jogja. 2018. Tanam Bawang Merah Lebih Murah dengan Benih Biji daripada Umbi. Yogyakarta: Harian Jogja. Diakses di https://jogjapolitan.harianjogja.com/read/2018/04/06/514/908540/tanam-bawang-merah-lebih-murah-dengan-benih-biji-daripada-umbi pada tanggal 29 November 2018.

[11]Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan. 2018. *Database Harga Pangan DIY*. Yogyakarta: Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan. Diakses di bkpp.jogjaprov.go.id/harga/selengkapnya pada tanggal 30 November 2018.

[12] Kusumadewi, Sri., dan Hari Purnomo. 2013. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[13] Bank Indonesia. 2018. Laporan Inflasi (Indeks harga Konsumen). Diakses pada tanggal 27 Januari 2019, dari https://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx.

XI. MASALAH TRANSSHIPMENT UNTUK PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI BBM DI KABUPATEN KLATEN

Muhammad Ghani Fadhlurrahman[1], Nikenasih Binatari[2]

Program Studi Matematika, FMIPA UNY[1]

Program Studi Matematika, FMIPA UNY[2]

 ISBN 978-602-61009-2-4

mghani54@gmail.com

Abstrak— Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV merupakan salah satu unit kegiatan pemasaran BBM di Jawa Tengah dan Jawa Timur yang bertugas untuk mendistribusikan produk BBM yang dihasilkan ke SPBU tujuan. Hal terpenting dalam kegiatan pendistribusian BBM adalah ketepatan waktu distribusi dan biaya distribusi yang minimum. Faktor penentu dalam mendapatkan waktu dan biaya yang optimal, salah satunya dengan pemilihan atau penentuan rute distribusi yang tepat atau dengan biaya distribusi yang minimum. Pertamina perlu menentukan rute distribusi BBM yang tepat untuk meningkatkan pelayanan yang lebih berkualitas kepada konsumen. Penelitian ini membahas pendistribusian BBM dari depot ke SPBU di Kabupaten Klaten khusus permintaan BBM sebesar 16 kl. Tahapan penelitian ini diawali dengan membuat formulasi model masalah *transshipment* menggunakan metode masalah penugasan sebagai penyelesaiannya. Selanjutnya, formulasi model tersebut digunakan untuk menentukan distribusi BBM di Kabupaten Klaten dengan tiga kriteria yaitu rute dengan mobil tangki 16 kl, mobil tangki 32 kl, dan campuran mobil tangki 16 kl dan 32 kl. Untuk memudahkan perhitungan, digunakan *Excel Solver* dan LINGO sehingga solusi dapat ditentukan lebih cepat. Melalui tiga kriteria tersebut, akan dilihat rute dengan biaya distribusi yang minimum, baik dari *Excel Solver* maupun LINGO. Hasil penelitian pada masalah *transshipment* untuk penentuan rute distribusi BBM di Kabupaten Klaten yang diperoleh sebagai solusi adalah Rp178.759 dengan 3 unit mobil tangki 32 kl. Sedangkan untuk mobil tangki 16 kl yaitu sebanyak 6 unit , membutuhkan biaya sebesar Rp304.392. Untuk mobil tangki 16 kl dan 32 kl, membutuhkan biaya sebesar Rp249.369 dan Rp206.542.

Kata kunci: Masalah Transshipment, Excel Solver, LINGO, Rute BBM

Pendahuluan

Pertamina Terminal BBM Boyolali *Marketing Operation Region* (MOR) IV merupakan salah satu pendukung kegiatan pemasaran perusahaan PT. Pertamina (Persero) di propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Salah satu tugas Pertamina TBBM Boyolali MOR IV yaitu pendistribusian BBM, menjadi salah satu elemen penting bagi Pertamina TBBM Boyolali MOR IV karena terjadi aktivitas jual dan beli antara Pertamina dengan konsumen. Kepuasan konsumen menjadi fokus utama Pertamina TBBM Boyolali MOR IV dengan meningkatkan kualitas pelayanan.

Dalam mewujudkan peningkatan pelayanan konsumen, Pertamina TBBM Boyolali MOR IV harus melakukan distribusi BBM ke setiap SPBU tepat pada waktunya dan memperhatikan biaya distribusi BBM yang dikeluarkan perusahaan untuk setiap perjalanannya. Biaya distribusi BBM yang digunakan perlu dikelola dengan baik sehingga biaya yang dikeluarkan minimal.

Penelitian ini akan menentukan rute distribusi untuk SPBU dengan permintaan 16 kl di kabupaten Klaten menggunakan *Excel Solver* dan LINGO. Pada penelitian ini, rute distribusi BBM akan ditentukan berdasarkan penggunaan mobil tangki kapasitas 16 kl dan 32 kl. Hasil rute distribusi dari masing-masing software tersebut dianalisa untuk menentukan rute mana yang membutuhkan pengeluaran biaya distribusi yang minimal.

Penelitian rute distribusi BBM telah dilakukan beberapa peneliti, pada penelitian yang dilakukan oleh Mardiani, Susanty, & Prassetiyo, menentukan rute distribusi BBM menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour* di Karawang, Purwakarta, Bekasi, dan Subang, dimana sebelumnya biaya distribusi yang perlu dikeluarkan yaitu sebesar Rp91.302.958 menjadi Rp74.063.875 [5]. Selanjutnya ada penelitian yang dilakukan oleh Thamrin & Marsudi dalam pendistribusian BBM menggunakan pendekatan *Goal Programming* di Surabaya dengan bantuan LINGO [9]. Hasil penelitian menunjukkan, total jarak yang ditempuh kendaraan sebesar 29,23 km, total waktu 426,92 menit, dan total biaya sebesar Rp1.497.542,1. Penelitian lain juga dilakukan oleh Purwanto pada PT. Pertamina

 ISBN 978-602-61009-2-4

Yogyakarta dalam mendistribusikan BBM dengan 40 unit mobil tangki ke 140 SPBU menggunakan *Ant Colony Optimization* (ACO) [6]. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan ACO memberikan waktu penyelesaian kegiatan distribusi sebesar 7,09 jam dari waktu actual yaitu sebesar 10,71 jam.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemodelan Matematika

Matematika memiliki peranan penting dalam permasalahan kehidupan sehari-hari maupun pada bidang studi lain yang disajikan dalam pemodelan matematika. Menurut Eck, pemodelan matematika merupakan terjemahan masalah tertentu dari Ilmu (percobaan fisika, kimia, biologi, geosains) atau ilmu sosial, atau dari teknologi, menjadi masalah matematika yang terdefinisi dengan baik [2]. Dengan adanya pemodelan matematika permasalahan yang terjadi pada dunia nyata dapat dipahami dengan cara yang tepat.

Hasil representasi matematika dari pemodelan matematika disebut sebagai model matematika. Menurut Berry & Houston, model matematika adalah representasi matematika dari hubungan antara dua atau lebih variabel yang relevan dengan situasi atau masalah tertentu [1]. Model matematika telah digunakan dalam berbagai disiplin ilmu untuk memberikan gambaran permasalahan-permasalahan yang muncul pada dunia nyata.

Pemrograman Linier

Pemrograman Linier (PL) adalah himpunan bagian dari pemodelan matematika, yang merupakan bagian dari riset operasi [3]. Permasalahan Pemrograman Linier dikarakteristikkan dengan fungsi linier dari yang tidak diketahui, tujuan yang linier dari yang tidak diketahui, dan kendala dalam persamaan linier atau pertidaksamaan linier dari yang tidak diketahui [4]. Pemrograman Linier digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan solusi yang optimal dengan batasan-batasan yang ada. Berdasarkan hal tersebut, Pemrograman Linier dapat didefinisikan sebagai metode matematis linier untuk mencari solusi yang layak jika memenuhi semua batasan-batasan yang ada dan dapat dikatakan optimal jika menghasilkan nilai terbaik (maksimum atau minimum) dari fungsi tujuan [8].

Secara umum formulasi model matematika Pemrograman Linier dapat dilihat pada persamaan (1):

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_jx_j \qquad (1)$$

dengan kendala

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1j}x_j \le b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2j}x_j \le b_2$$
$$\vdots$$
$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots + a_{ij}x_n \le b_i$$

dan

$$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0, \ldots, x_j \ge 0$$

dengan:

Z : Nilai dari keseluruhan perhitungan atau nilai fungsi tujuan

c_j : parameter yang yang dijadikan kriteria optimasi, atau koefisien peubah pengambil keputusan dalam fungsi tujuan. Untuk kasus maksimasi, c_j menunjukkan keuntungan atau penerimaan per unit, sedangkan dalam kasus minimasi c_j menunjukkan biaya per unit atau jarak tempuh tiap tujuan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

x_j : peubah pengambilan keputusan atau kegiatan (yang ingin dicari; yang tidak diketahui). Dengan $j = 1,2,..,n$, terdapat n variabel keputusan.

a_{ij} : koefisien peubah pengambilan keputusan dalam kendala ke-i.

b_i : sumber daya yang terbatas, yang membatasi kegiatan atau usaha yang bersangkutan dari kendala ke-i. Dengan $i = 1,2,\dots,m$, terdapat m jenis sumberdaya.

Masalah Transshipment

Masalah *Transshipment* merupakan perluasan dari masalah transportasi dan masalah penugasan. Dalam masalah transportasi, barang dikirmkan langsung dari sumber ke tujuan. Begitu pula dengan masalah penugasan, penjadwalan dilakukan langsung dari sumber ke tujuan. Masalah *transshipment* tidak hanya memiliki sumber dan tujuan, tetapi memiliki suatu titik perantara (transshipment) dimana titik tersebut dapat menerima barang atau penugasan dari suatu sumber dan menyalurkan barang atau menugaskan ke suatu tujuan [10].

Excel Solver

Penelitian ini menggunakan aplikasi *excel* dalam menyelesaikan program linier, *Excel* merupakan program pengolah lembar kerja *Microsoft* yang berada dalam satu paket dengan *office*. Penyempurnaan paket *office* membuat *excel* semakin membantu dalam menyelesaikan berbagai permalahan melalui fasilitas *Add In*, *Data Analysis*, dan *Scenario*. Disamping itu, beberapa program yang memanfaatkan kelebihan *spread sheet* pada *excel* seperti *Crystal Ball*, *@risk*, *Tree Pain*, dan *What's Best* sudah tersedia untuk membantu pengguna dalam mengeksplorasi solusi dari berbagai masalah yang ada, *Solver* adalah fasilitas bawaan *excel* yang memungkinkan pengguna untuk menyelesaikan kasus-kasus optimalisasi bukan hanya model linier [7].

LINGO

LINGO merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang bervariasi menjadi lebih mudah dan efisien. Menurut Taha, Program LINGO menyediakan paket terintegrasi yang mencakup bahasa yang kuat untuk mengekspresikan model optimasi, lingkungan fitur lengkap untuk membangun dan *editing* masalah, dan satu *set built-in solver* yang mampu secara efisien memecahkan model-model optimasi [8].

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan di Pertamina Terminal BBM Boyolali *Marketing Operation Region* (MOR) IV yang berlokasi di Jalan Raya Solo – Semarang KM 18 Boyolali. Pada penelitian ini, penentuan rute ditentukan dari depot ke 6 SPBU yang terletak di Kabupaten Klaten dengan permintaan BBM sebesar 16 kl. Mobil tangki yang digunakan adalah mobil tangki berkapasitas 16 kl dan 32 kl. Pengambilan data penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 Januari 2017-17 Februari 2017.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kepustakaan dan lapangan. penelitian kepustakaan adalah suatu metode yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan dan landasan teoritis dalam menganalisis data dan permasalahan melalui karya tulis dan sumber-sumber lainya. Sedangkan, penelitian lapangan adalah penelitian yang dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan untuk memperoleh data melalui pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam mengidentifikasi masalah *transshipment* untuk penentuan rute distribusi BBM di Kabupaten Klaten dengan Simulasi *Excel Solver* dan LINGO, yaitu:

1) Tahap Pendahuluan

- Mengidentifikasi masalah yang menjadi bahan penelitian.
- Mengidentifikasi data yaitu biaya rute distribusi BBM.
- Mengidentifikasi teori pendukung dan penelitian yang relevan.

2) Pengambilan Data

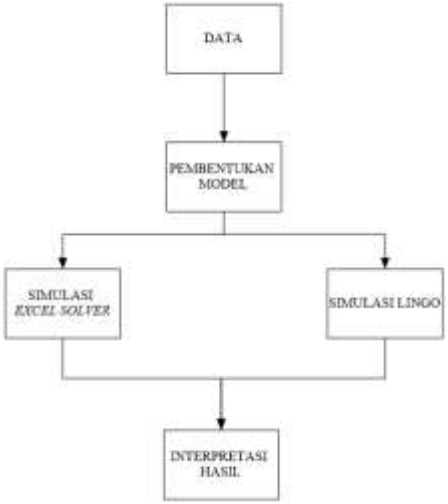
Penelitian ini melakukan pengambilan data melalui wawancara langsung kepada Wakil Kepala Operasi Pertamina TBBM Boyolali MOR IV dan kepustakaan, yaitu menggunakan buku-buku terkait, jurnal-jurnal bersesuaian, dan karya tulis sebagai bahan pertimbangan dalam penulisan.

3) Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan diolah dengan metode masalah *transshipment* menggunakan *software Excel Solver* dan LINGO. Hasil Simulasi *Excel Solver* dan LINGO dianalisa biaya distribusi dengan mobil tangki kapasitas berapa yang memiliki biaya yang minimum.

4) Analisis Data

 ISBN 978-602-61009-2-4



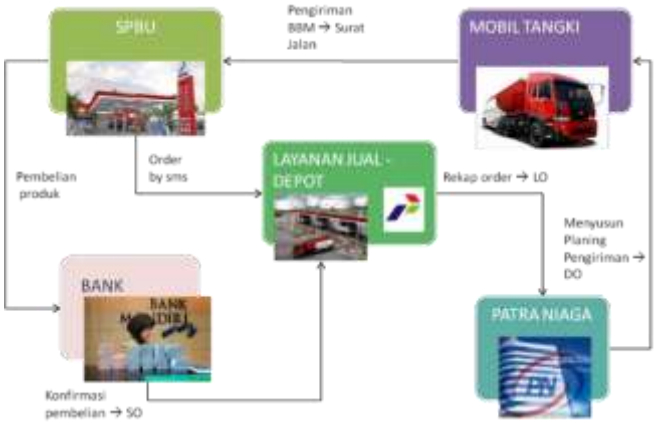
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Permasalahan

Pertamina TBBM Boyoali MOR IV sebagai salah satu pendukung kegiatan pemasaran memiliki sistem pemasaran dalam pendistribusian BBM seperti pada Gambar 2:

 ISBN 978-602-61009-2-4



Gambar 2. Kondisi *Existing* Pemasaran dan Distribusi BBM

Pertamina Terminal BBM Boyolali berfungsi sebagai *supply point* atau Depot yang menjadi titik awal keberangkatan seluruh armada mobil tangki yang akan melakukan pengiriman BBM ke SPBU sekaligus menjadi titik akhir perjalanan rute mobil tangki setelah menyelesaikan seluruh trip pengiriman. Wilayah Kabupaten Klaten merupakan salah satu wilayah kerja Pertamina TBBM Boyolali dalam mendistribusikan BBM yang berjumlah 27 SPBU. Dalam pengiriman BBM, mobil tangki yang tersedia di Pertamina TBBM Boyolali MOR IV yaitu berkapasitas 16 kl, 24 kl, dan 32 kl.

Jalur yang digunakan untuk mendistribusikan BBM adalah jalur yang dapat dilewati oleh Armada Mobil Tangki Pertamina. Jalur tersebut akan dikategorikan sebagai biaya. Biaya penditribusian mobil tangki akan digunakan dalam pembuatan ilustrasi model rute pendistribusian BBM dengan simulasi *Excel Solver* dan LINGO.

Asumsi-asumsi Model

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV adalah depot tunggal yang mendistribusikan BBM ke 6 SPBU di Kabupaten Klaten.
2. Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV dapat melayani seluruh SPBU dengan permintaan BBM sebesar 16 kl dalam satu hari.
3. Mobil tangki 16 kl dan mobil tangki 32 kl dapat melakukan distribusi BBM ke SPBU dengan permintaan BBM sebesar 16 kl.
4. Biaya distribusi BBM dari Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV ke SPBU-SPBU tujuan dan sebaliknya sama atau simetris.
5. Mobil tangki 16 kl hanya dapat mendistribusikan BBM ke satu SPBU dengan permintaan BBM sebesar 16 kl dalam satu tur. Sedangkan, mobil tangki 32 kl dapat mendistribusikan BBM ke dua SPBU dengan permintaan BBM sebesar 16 kl dalam satu tur.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Formulasi Model

Didefinisikan variabel yang digunakan dalam model matematika pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1. Variabel dalam Model

Simbol	Definisi
c_{ij}	Biaya pendistribusian BBM mobil tangki i ke SPBU j
x_{ij}	Ada tidaknya perjalanan mobil tangki i ke SPBU j
a_i	Banyaknya jumlah perjalanan mobil tangki i
b_j	Banyaknya SPBU j yang didatangi mobil tangki
i	Indeks Mobil Tangki
j	Indeks SPBU

Model Matematika masalah *Transshipment* Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV di Kabupaten Klaten adalah sebagai berikut: misalkan $c_{ij}{}'$ merupakan biaya distribusi suatu sumber i ke tujuan j, dan didefinisikan:

$$c'_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, jika\ ada\ jalur\ langsung\ dari\ i\ ke\ j \\ 0, jika\ i = j \\ M, jika\ tidak\ ada\ jalur\ langsung\ dari\ i\ ke\ j \end{cases}$$

$$x_{ij} \begin{cases} 1, jika\ \ penugasan\ dari\ i\ ke\ j \\ 0, jika\ tidak\ ada\ penugasan\ dari\ i\ ke\ j \end{cases}$$

Meminimumkan

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$\sum_{i=1}^{6}\sum_{j=1}^{6} c_{ij}{}' x_{ij} \qquad \square\square\square$$

dengan kendala

$$\sum_{i}^{6} x_{ij} = 1, \;\; i = 1,2,\ldots,6 \qquad \square\square\square$$

$$\sum_{j}^{6} x_{ij} = 1, \;\; j = 1,,2,..,6 \qquad \square\square\square$$

Model diatas merupakan model matematika masalah transshipment untuk menentukan rute distribusi Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV di Kabupaten Klaten. Kendala (3) menyatakan bahwa suatu mobil tangki dapat mendistribusikan BBM ke suatu SPBU hanya satu kali dalam 1 trip, kendala (4) meyatakan bahwa setiap SPBU hanya dapat dikunjungi tepat satu kali oleh suatu mobil tangki.

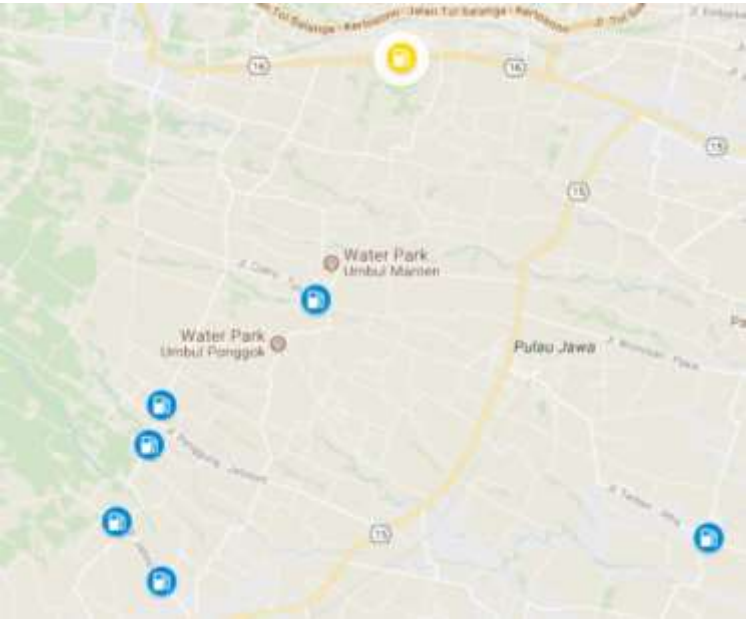
Hasil Simulasi Excel Solver dan LINGO

Penelitian ini menentukan rute distribusi BBM di Kabupaten Klaten dengan permintaan 16 kl. Tabel SPBU dan permintaan BBM dapat dilihat pada tabel 2 dan peta kolasi SPBU dapat dilihat pada Gambar 3:

Tabel 2. SPBU di Kabupaten Klaten

Kabupaten Klaten		
No	SPBU	Permintaan (kl)
1	4457420	16
2	4457407	16
3	4457426	16
4	4457423	16
5	4457413	16
6	4457424	16

 ISBN 978-602-61009-2-4



Gambar 3. Peta Lokasi SPBU di Klaten

1) Tabel Pengolahan Data

Tabel rekapitulasi semua tur dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Rekapitulasi semua tur

Simulasi	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tur	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur
Excel Solver	16 kl	1	Depot - 4457426 - Depot	Rp 23,311
		2	Depot - 4457423 - Depot	Rp 27,918
		3	Depot - 4457424 - Depot	Rp 30,222
		4	Depot - 4457407 - Depot	Rp 21,413

 ISBN 978-602-61009-2-4

		5	Depot - 4457420 - Depot	Rp	18,974
		6	Depot - 4457417 - Depot	Rp	30,358
	Jumlah Biaya			Rp	304,392
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur	
	32 kl	1	Depot - 4457420 - 4457424 - Depot	Rp	70,609
		2	Depot - 4457407 - 4457426 - Depot	Rp	46,621
		3	Depot - 4457423 - 4457417 - Depot	Rp	61,529
	Jumlah Biaya			Rp	178,759
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur	
	16 kl	1	Depot - 4457420 - Depot	Rp	37,948
		2	Depot - 4457407 - Depot	Rp	42,826
		3	Depot - 4457426 - Depot	Rp	46,622
		4	Depot - 4457424 - Depot	Rp	60,444
	32 kl	5	Depot - 4457423 - 4457417 - Depot	Rp	61,529
	Jumlah Biaya			Rp	249,369
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur	
	16 kl	1	Depot - 4457420 - Depot	Rp	37,948
		2	Depot - 4457424 - Depot	Rp	60,444

 ISBN 978-602-61009-2-4

	32 kl	3	Depot - 4457407 - 4457426 - Depot	Rp 46,621
		4	Depot - 4457423 - 4457417 - Depot	Rp 61,529
	Jumlah Biaya			Rp 206,542
LINGO	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur
	16 kl	1	Depot - 4457426 - Depot	Rp 23,311
		2	Depot - 4457423 - Depot	Rp 27,918
		3	Depot - 4457424 - Depot	Rp 30,222
		4	Depot - 4457407 - Depot	Rp 21,413
		5	Depot - 4457420 - Depot	Rp 18,974
		6	Depot - 4457417 - Depot	Rp 30,358
	Jumlah Biaya			Rp 304,392
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur
	32 kl	1	Depot - 4457420 - 4457424 – Depot	Rp 70,609
		2	Depot - 4457407 - 4457426 – Depot	Rp 46,621
		3	Depot - 4457423 - 4457417 – Depot	Rp 61,529
	Jumlah Biaya			Rp 178,759
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur
	16 kl	1	Depot - 4457420 - Depot	Rp 37,948

 ISBN 978-602-61009-2-4

		2	Depot - 4457407 - Depot	Rp 42,826
		3	Depot - 4457426 - Depot	Rp 46,622
		4	Depot - 4457424 - Depot	Rp 60,444
	32 kl	5	Depot - 4457423 - 4457417 – Depot	Rp 61,529
	Jumlah Biaya			Rp 249,369
	Kapasitas Kendaraan yang digunakan	Tu r	Tur yang terbentuk	Total biaya tiap tur
	16 kl	1	Depot - 4457420 - Depot	Rp 37,948
		2	Depot - 4457424 - Depot	Rp 60,444
	32 kl	3	Depot - 4457407 - 4457426 - Depot	Rp 46,621
		4	Depot - 4457423 - 4457417 - Depot	Rp 61,529
	Jumlah Biaya			Rp 206,542

2) Jumlah Tur yang Terbentuk

Dari hasil simulasi, tur yang dihasilkan berbeda-beda dan dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Rekapitulasi Tur

Kendaraan yang digunakan	Jumlah tur yang terbentuk
16 kl	6
32 kl	3
16 kl dan 32 kl	5

3) Jumlah Kendaraan yang digunakan

Dari hasil simulasi, variasi pertama dengan mobil tangki 16 kl membutuhkan tur sebanyak 6 tur dengan 6 unit mobil tangki. Sedangkan variasi kedua dengan mobil tangki 32 kl membutuhkan tur sebanyak 3 tur dengan 3 unit mobil tangki. Rincian mengenai kendaraan yang dibutuhkan dari hasil pembentukan rute untuk mengunjungi SPBU di kabupaten Klaten dapat dilihat pada Tabel 5:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 5. Rekapitulasi Jumlah Kendaraan

Kabupaten	Kapasitas Kendaraan	Kendaraan ke-	Melayani Tur
Klaten	16 kl	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
		5	5
		6	6
	32 kl	1	1
		2	2
		3	3
	16 kl dan 32 kl	1	1
		2	2
		3	3
		4	4
		5	5

Berdasarkan Tabel, rekapitulasi jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk masing-masing variasi dalam memenuhi SPBU dengan permintaan 16 kl dapat dilihat pada Tabel 6:

Tabel 6. Rekapitulasi Jumlah Kendaraan yang dibutuhkan

Kendaraan yang digunakan	Jumlah kendaraan yang Digunakan
16 kl	6
32 kl	3
16 kl dan 32 kl	5

4) Analisis Biaya

Dari hasil simulasi *Exvel Solver* dan LINGO memberikan biaya yang sama baik variasi pertama, variasi kedua, maupun variasi ketiga.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berdasarkan Tabel, biaya yang digunakan pada masing-masing variasi pada simulasi *Excel Solver* dan LINGO sama. Variasi pertama, yaitu mobil tangki 16 kl mengeluarkan biaya sebesar Rp304.392. Sedangkan variasi kedua, yaitu mobil tangka 32 kl mengeluarkan biaya sebesar Rp178.759. Untuk variasi ketiga, yaitu mobil tangki 16 kl dan 32 kl mengeluarkan biaya sebesar 249.369.
Dari hasil tersebut, rute distribusi BBM di kabupaten Klaten mengeluarkan biaya yang minimal jika menggunakan mobil tangki 32 kl atau mengeluarkan biaya sebesar 178.759.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tur yang terbentuk dengan mobil tangki 16 kl sebanyak 6 tur. Sedangkan untuk mobil tangki 32 kl dan gabungan 16 kl dan 32 kl sebanyak 3 tur dan 5 tur. Jumlah kendaraan yang dibutuhkan dengan mobil tangki 16 kl sebanyak 6 unit. Untuk kendaraan dengan mobil tangki 32 kl dan gabungan 16 kl dan 32 kl sebanyak 3 unit dan 5 unit. Biaya rute distribusi BBM di Kabupaten Klaten dengan Simulasi *Excel Solver* dan LINGO adalah Rp304.392 untuk mobil tangki 16 kl, Rp178.759 untuk mobil tangki 32 kl, dan Rp249.369 dan Rp206.542 untuk mobil tangki 16 kl dan 32 kl.

Saran

Pada penelitian ini, model yang digunakan hanya di Kabupaten Klaten dan SPBU dengan permintaan BBM sebesar 16 kl. Bagi pembaca yang tertarik dengan penelitian ini dapat menggunakan seluruh Kabupaten yang menjadi area distribusi Pertamina Terminal BBM Boyolali MOR IV.

Daftar Pustaka

[1] Berry, J., & Houston, K. (2004). *Mathematical Modeling* (5th ed.). United Kingdom: Elsevier.
[2] Eck, C., Garcke, H., & Knabner, P. (2017). *Mathematical Modeling.* Switzerland: Springer.
[3] Eiselt, H., & Sandlom, C. (2012). *Linear Programming and Its Application* (2nd ed.). Germany: Springer.
[5] Luenberg, D., & Ye, Y. (2016). *Linear and Nonlinear Programming* (4th ed.). USA: Springer.
[6] Mardiani, S., Susanty, S., & Prassetyo, H. (2014). Penentuan Rute untuk Pendistribusian BBM menggunakan Algoritma Nearest Neighbour (Studi Kasus PT. X). *Jurnal Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung*, 2338-5081.
[7] Purwanto, A. (2014). Optimasi Rute Distribusi Petrol Station Replenishment Problem menggunakan Ant Colony Optimization (Studi Kasus di TBBM Rewulu). *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.
[8] Siswanto. (2007). *Operations Research Jilid I.* Jakarta: Erlangga.
[9] Taha, H. (2009). *Operations Research an Introduction* (8th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
[10] Tamrin, A., & Marsudi. (2013). Kajian Rute Kendaraan Angkut Pendistribusian BBM menggunakan pendekatan Goal Programming. *Jurnal Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

[11] Winston, W. (2003). *Operations Research Applications and Algorithms* (4th ed.). California: Duxbury Press.

XII. PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX PENDISTRIBUSIAN RASKIN (Studi Kasus Perum Bulog Divisi Regional Yogyakarta)

Erna Wati[1], Dhoriva Urwatul Wustqa[2]
Universitas Negeri Yogyakarta
Universitas Negeri Yogyakarta
1997ernawati@gmail.com

Abstrak—Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik atau disingkat Perum BULOG adalah perusahaan umum milik negara yang bergerak di bidang logistik pangan mengemban tugas publik dari pemerintah menyalurkan beras untuk orang miskin (Raskin). Kasus pendistribusian raskin di kecamatan Temon & Panjatan termasuk kedalam masalah Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP).

Metode alternatif pemecahan masalah CVRP yang lebih mudah adalah saving matrix. Saving matrix dilakukan dengan membuat suatu matrik yang disebut matrik penghematan selanjutnya membentuk urutan titik distribusi menggunakan metode nearest neighbour yang memberikan jarak terpendek. Tujuan pada penelitian ini yaitu penyelesaian rute optimum pendistribusian Raskin di Kecamatan Temon & Panjatan Kabupaten Kulon Progo dengan metode saving matrix.

Hasil penelitian di Kecamatan Temon diperoleh 4 rute dari 15 rute saat ini dan total jarak tempuh truk sejauh 63,85 km dari 159 km dengan total raskin yang di alokasikan sebanyak 23.920 kg. Di Kecamatan Panjatan diperoleh 6 rute dari 11 rute saat ini dan total jarak tempuh truk sejauh 89,3 km dari 173,4 km dengan total raskin yang di alokasikan sebanyak 37.860 kg. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa penyelesaian rute terpendek pendistribusian Raskin di Kecamatan Temon dan Panjatan menggunakan metode saving matrix lebih optimal jika dibandingkan dengan rute yang digunakan saat ini.

Kata kunci: Bulog, Distribusi, Raskin, Saving Matrix

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pendahuluan

Perusahaan Umum Badan Urusan Logistik atau disingkat Perum BULOG adalah perusahaan umum milik negara yang bergerak di bidang logistik pangan. Sebagai perusahaan yang tetap mengemban tugas publik dari pemerintah, BULOG tetap melakukan kegiatan menjaga Harga Dasar Pembelian untuk gabah, stabilisasi harga khususnya harga pokok, menyalurkan beras untuk orang miskin (Raskin) dan pengelolaan stok pangan.[1] RASKIN diawali dengan adanya program Operasi Pasar Khusus Beras pada pertengahan tahun 1998 yang akhirmya sampai pada keputusan untuk melaksanakan program bantuan pangan melalui Operasi Pasar Khusus yang operasionalnya dilaksanakan oleh BULOG[1].

Penyaluran Raskin diawali dari permintaan alokasi dari Pemerintah Kabupaten/Kota yang bersangkutan. Tim Koordinasi Raskin setempat dibahas jadwal penyalurannya. Beras Raskin kemudian dikirimkan ke titik distribusi tujuan sesuai dengan jumlah RTS yang terdata di wilayah tersebut[2]. Perum BULOG sebagai BUMN memiliki tugas melayani dalam kegiatan publik yang berhubungan dengan penyaluran beras dan tugas lain yaitu menciptakan keuntungan bagi pemerintah. Laba yang tidak maksimal dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah sistem distribusi yang tidak efektif dan efisien.

Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan barang dari pihak *supplier* kepada pihak pelanggan dalam suatu *supply chain*. Distribusi merupakan suatu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya dari *supply chain* dan kebutuhan pelanggan[3]. Permasalahan menentukan rute kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan barang ke sejumlah agen dari suatu depot dengan tujuan meminimumkan total biaya perjalanan yang memenuhi kendala-kendala yang diberikan, termasuk dalam permasalahan yang disebut *Traveling Salesman Problem* (TSP)[4]. Pada masalah TSP seorang *selesman* ditugaskan untuk mengunjungi beberapa agen sebanyak satu kali kunjungan untuk setiap agen dengan lokasi yang berbeda kemdian di akhiri dengan kembali ke depot.

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah permasalahan dari penentuan rute yang akan dibentuk dari sejumlah konsumen didasarkan atas satu atau beberapa depot. Setiap konsumen akan dilayani oleh satu kendaraan dengan batasan-batasan tertentu dan rute tersebut diawali dan diakhiri pada depot[5].Terdapat beberapa variasi dalam permasalahan utama VRP salah satunya yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) merupakan jenis VRP yang setiap kendaraannya memiliki kapasitas terbatas [6]. CVRP adalah masalah optimasi untuk menemukan rute dengan biaya minimal (*minimum cost*) untuk sejumlah kendaraan (*vehicles*) dengan kapasitas tertentu dan *homogeny* (memiliki kapasitas yang sama), yang melayani sejumlah agen dengan jumlah permintaan telah diketahui sebelum proses pendistribusian berlangsung [4]. CVRP sesuai dengan masalah pendistribusian Raskin Bulog DIY dengan kendala yaitu kapasitas angkutan yang lebih kecil dari total alokasi Raskin.

Metode *saving matrik* adalah salah satu metode penyelesaian masalah CVRP. Metode *saving* matrik digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan mempertimbangkan jarak yang dilalui, jumlah kendaraan yang akan digunakan dan jumlah produk yang dapat dimuat kendaraan dalam pengiriman produk ke titik distribusi agar proses distribusi optimal. Penggunakan metode *savings matrix* dapat minimasi biaya dalam penentuan rute distribusi produk minuman[7]. Metode *saving matrix* diterapkan untuk optimalisasi rute pengangkutan sampah di Kabupaten Sleman[8]. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan metode *saving matrix* menghasilkan rute dan biaya bahan bakar lebih minimum.

Sehingga tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui penyelesaian rute optimum pendistribusian beras Raskin di Kecamatan Temon & Panjatan Kabupaten Kulon Progo dengan memperhatikan kapasitas menggunakan metode *saving matrix*. Manfaat yang diperoleh menambah pengetahuan mengenai pendistribusian bahan logistik yang diaplikasikan pada penelitian ini sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat karya ilmiah yang terkait dengan proses pendistribusian.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Penelitian ini akan membahas penentuan rute terpendek dalam pendistribusian Raskin Bulog Divre DI Yogyakarta Jl.Suroto No.6, Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode yang digunakan adalah Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) dengan saving matrix. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data total pendistribusian Raskin pada bulan Januari 2018 di Kabupaten Kulon Progo tepatnya di Kecamatan Temon dan Panjatan. Pengumpulan data yang digunakan untuk laporan PKL adalah dengan metode Literatur, yaitu metode pengumpulan data laporan bulanan dan metode Interview (wawancara), yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara wawancara dengan staf Seksi Penyaluran. Pada metode saving matrix terdapat langkah-langkah sebagai berikut:

Menentukan Jarak Penghematan

Pada langkah ini memerlukan jarak antara Gudang Bulog Triharjo Kulon Progo ke masing-masing titik distribusi dan jarak antar titik distribusi di Kecamatan Temon dan Kecamatan Panjatan. Menghiting jarak diperoleh dengan bantuan *Google maps* selanjutnya diperoleh matrik jaraknya.

Menentukan Matrix Penghematan

Saving matriks merupakan penggabungan jarak yang ditempuh kendaraan dalam melakukan perjalanan dari Gudang Bulog ke titik distribusi x kemudian kembali lagi ke Gudang Bulog dan perjalanan dari Gudang Bulog ke titik distribusi y kemudian kembali lagi ke Gudang Bulog, menjadi perjalanan dari depot ke titik distribusi x kemudian ke titik distribusi y dan akhirnya kembali lagi ke Gudang Bulog. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut [8]:

$$S_{xy} = C_{Dx} + C_{Dy} - C_{xy} \qquad \square\square\square$$

Keterangan :

S_{xy} : nilai *saving* matrik atau jarak yang dihemat.

C_{Dx} : jarak dari Gudang Bulog ke titik distribusi x

C_{Dy} : jarak dari Gudang Bulog ke titik distribusi y.

C_{xy} : jarak titik distribusi x ke titik distribusi y.

A. Mengklasifikasikan Titik Distribusi Ke Rute.

Menggabungkan dua rute yang didasarkan pada penghematan jarak yang diperoleh menggunakan rumus (1) yang terbesar serta dilakukan pengecekan apakah penggabungan tersebut layak atau tidak. Dikatakan layak jika total pengiriman yang harus dilalui melalui rute tersebut tidak melebihi kapasitas alat angkut [8].

 ISBN 978-602-61009-2-4

B. Menentukan Urutan Titik Distribusi

Pada tahap ini bertujuan meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh tiap alat angkut. Untuk mendapatkan rute pengangkutan yang optimal dapat dilakukan dua tahap yaitu menentukan rute pengiriman awal untuk setiap kendaraan menggunakan prosedur *Nearest Neighbour* dan melakukan perbaikan untuk rute yang tidak layak [5]. Metode *Nearest Neighbour* penentuan rute mulai dari Gudang Bulog, metode ini menambah titik distribusi yang terdekat untuk melengkapi rute. Pada tiap langkah, rute dibangun dengan menambahkan titik distribusi yang terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua titik distribusi terkunjungi[5].

Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penerapan metode *saving matrix*. Bulog Divre D.I.Yogyakarta memiliki tempat penyimpanan/gudang beras di setiap kabupaten di DIY salah satunya Kabupaten Kulon Progo yang terletak di Triharjo, Wates, Kulon Progo. Pendistribusian Raskin ini di laksanakan setiap bulan sesuai dengan kewenanagan Bulog dalam penyaluran Raskin. Pendistribusian dilakukan di setiap kecamatan di Kabupaten Kulon Progo, terdapat dua kecamatan dengan titik distribusi terbanyak dan distribusi raskin yang sedikit yaitu Kecamatan Temon dan Panjatan sehingga dipilih untuk dijadikan objek penelitian.

Tabel 1. menyajikan seluruh rute pendistribusian Raskin di Kecamatan Temon dan Panjatan dengan jalur dan total jarak yang dilalui truk sebelum menggunakan metode *saving matrix*.

TABEL 1. RUTE PENDISTRIBUSIAN RASKIN DI KECAMATAN TEMON& PANJATAN SAAT INI

KODE	RUTE DISTRIBUSI TEMON (BALAI DESA)	JALUR	JARAK(KM)	KODE	RUTE DISTRIBUSI PANJATAN (BALAI DESA)	JALUR	JARAK(KM)
0	DEPOT (GUDANG BULOG TRIHARJO	-	-	**0**	DEPOT (GUDANG BULOG TRIHARJO)	-	-
1	Kulur	0-1-0	7.4	**1**	Panjatan	0-1-0	13
2	Kedundang	0-2-0	4.4	**2**	Krembangan	0-2-0	16.2
3	Karangwuluh	0-3-0	17.6	**3**	Kanoman	0-3-0	13
4	Temonwetan	0-4-0	10.8	**4**	Gotakan	0-4-0	16.2
5	Jangkaran	0-5-0	20.6	**5**	Cerme	0-5-0	13
6	Janten	0-6-0	13.4	**6**	Garongan	0-6-0	16.2
7	Temonkulon	0-7-0	11.4	**7**	Pleret	0-7-0	13
8	Demen	0-8-0	5.6	**8**	Bojong	0-8-0	16.2
9	Sindutan	0-9-0	16.6	**9**	Tayuban	0-9-0	13
10	Glagah	0-10-0	14.2	**10**	Bugel	0-10-0	16.2
11	Plumbon	0-11-0	5.4	**11**	Depok	0-11-0	13
12	Kaligintung	0-12-0	9.4		**JML**		173.4

 ISBN 978-602-61009-2-4

13	Palihan	0-13-0	14
14	Kalidengen	0-14-0	9.8
15	Kebonrejo	015-0	12.8
	JML		159

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa total jarak pendistribusian Raski di Kecamatan Temon dan Panjatan masing-masing adalah 159 km dan 173,4 km. Pada pendistribusian Raskin sebelum menggunakan metode *saving matrix* belum optimal. Hal ini karena rute pendistribusian mengunjungi satu titik distribusi kemudian kembali ke gudang, seharusnya dapat lebih di optimalkan ke beberapa titik distribusi sesuai dengan kapasitas yang ada. Beberapa asumsi yang digunakan untuk mencari rute terpendek pada pendistribusian Raskin mengunakan metode *saving matrix:*

6. Raskin yang didistribusikan satu jenis;
7. terdapat satu kendaraan angkut dengan kapasitas maksimal 7500kg;
8. jarak tempuh C_i— C_j sama dengan jarak tempuh C_j— C_i;
9. lalu lintas lancar dan jalur yang ditempuh merupakan jalur terpendek;

Penyelesaian Optimasi Rute Distribusi Raskin dengan Algoritma Saving Matrix di Kecamatan Temon

Data awal yang digunakan dalam penelitian berupa jumlah total alokasi (kg) Raskin di tiap-titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Temon. Pengalokasian dilakukan menggunakan kendaraan angkut truk dengan kapasitas maksimal 7500 kg dan dilakukan setiap bulannya.

Tabel 2. menyajikan jumlah total alokasi (kg) Raskin di tiap-titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Temon.

TABEL 2. ALOKASI PENDISTRIBUSIAN RASKIN DI KECAMATAN TEMON

KODE	TITIK DISTRIBUSI (BALAI DESA)	ALOKASI RASKIN (KG)
0	DEPOT (GUDANG BULOG TRIHARJO)	-
1	Kulur	3390
2	Kedundang	2240
3	Karangwuluh	790
4	Temonwetan	1100
5	Jangkaran	1330
6	Janten	1010
7	Temonkulon	1520
8	Demen	850

 ISBN 978-602-61009-2-4

9	Sindutan	2010
10	Glagah	2510
11	Plumbon	1230
12	Kaligintung	1610
13	Palihan	2220
14	Kalidengen	1180
15	Kebonrejo	930

Langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi *matrix* jarak antara gudang ke masing-masing titik distribusi. Data jarak tempuh dari Gudang dan setiap titik distribusi diperoleh dengan bantuan *Google Maps*.

Tabel 3. menyajikan matriks jarak tempuh(km) asal truk yaitu Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Temon.

TABEL 3. MATRIK JARAK GUDANG MENUJU TITIK DISTRIBUSI DI KEC. TEMON (KM)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0														
2	4	0													
3	4	3.7	0												
4	4.5	3.7	10.7	0											
5	4	3.7	14.3	9.1	0										
6	3.7	3.1	13.9	9.4	12	0									
7	4	3.7	12.2	10.2	9.8	10.9	0								
8	4.7	3.7	5.5	4.8	4.8	4.1	4.8	0							
9	4	3.8	13.9	9.2	16.5	12	9.9	4.9	0						
10	3.8	3.7	6	6	11.2	5.2	5.9	4.8	7.1	0					
11	2.3	3.4	4.2	3.4	3.4	2.7	3.4	3.4	3.5	3.4	0				
12	5.2	4.2	8.8	7.9	7.9	7.2	7.9	5	8	6	3.4	0			
13	4	3.7	14	9.1	13.8	12	9.9	4.8	14	6	3.5	7.9	0		
14	4	3.8	9.4	8.4	8.6	8.1	8.6	4.8	8.7	6	3.5	7.9	8.6	0	
15	4.3	3.8	13.2	10.4	11.3	12	11.55	4.8	11.4	6	3.5	7.9	11.3	8.7	0

dengan: 0.Depot (Gudang Bulog Triharjo), 1.Kulur, 2.Kedundang, 3.Karangwuluh, 4.Temonwetan, 5.Jangkaran, 6.Janten, 7.Temonkulon, 8.Demen, 9.Sindutan, 10.Glagah, 11.Plumbon, 12.Kaligintung, 13.Palihan, 14.Kalidengen, 15.Kebonrejo.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi matrix penghematan, berdasarkan Tabel 3 akan ditentukan *saving matrix* dengan rumus (1) sehingga diperoleh perhitungan jarak penghematan dari gudang ke titik distribusi x dan titik distribusi y adalah sebagai berikut :

$$S_{xy} = C_{Dx} + C_{Dy} - C_{xy}$$

$$S_{21} = C_{D2} + C_{D1} - C_{21}$$

$$S_{21} = 2.2 + 3.7 - 1.9$$

$$S_{21} = 4\ km$$

Jadi jarak penghematan dari distribusi 1 dan titik distribusi 2 sebesar 4 km. Dengan menggunakan rumus yang sama selanjutnya dihutung untuk S_{xy} yang lain.

Tabel 4. menyajikan hasil *saving* matriks jarak tempuh asal truk yaitu Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Temon.

TABEL 4. SAVING MATRIK KECAMATAN TEMON(KM)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0														
2	4	0													
3	4	3.7	0												
4	4.5	3.7	10.7	0											
5	4	3.7	14.3	9.1	0										
6	3.7	3.1	13.9	9.4	12	0									
7	4	3.7	12.2	10.2	9.8	10.9	0								
8	4.7	3.7	5.5	4.8	4.8	4.1	4.8	0							
9	4	3.8	13.9	9.2	16.5	12	9.9	4.9	0						
10	3.8	3.7	6	6	11.2	5.2	5.9	4.8	7.1	0					
11	2.3	3.4	4.2	3.4	3.4	2.7	3.4	3.4	3.5	3.4	0				
12	5.2	4.2	8.8	7.9	7.9	7.2	7.9	5	8	6	3.4	0			
13	4	3.7	14	9.1	13.8	12	9.9	4.8	14	6	3.5	7.9	0		
14	4	3.8	9.4	8.4	8.6	8.1	8.6	4.8	8.7	6	3.5	7.9	8.6	0	
15	4.3	3.8	13.2	10.4	11.3	12	11.55	4.8	11.4	6	3.5	7.9	11.3	8.7	0

Berdasarkan hasil perhitungan jarak penghematan, langkah selanjutnya adalah mengalokasikan titik distribusi ke kendaraan atau rute. Dalam mengalokasikan titik distribusi bisa digabungkan sampai batas kapasitas truk yang ada yaitu 7500kg. Penggabungan akan mulai dari nilai penghematan terbesar dengan tujuan memaksimumkan penghematan serta dilakukan pengecekan apakah penggabungan tersebut layak atau tidak. Diperoleh rute awal sebagai berikut:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Rute 1 : 13-9-6-13 (total beban 7360 kg)

Rute 2 : 8-12-4-15-7-14 (total beban 6340 kg)

Rute 3 : 1-2-11 (total beban 6860 kg)

Rute 4 : 10 (total beban 2510 kg)

Setelah alokasi rute dilakukan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan titik distribusi. Mengurutkan titik distribusi dilakukan untuk memperoleh jarak minimum, sehingga diperoleh jarak optimal truk. Langkah mengurutkan menggunakan prosedur *Nearest Neighbour* dan diambil solusi atau total jarak pendistribusian terkecil.

Tabel 5. menyajikan urutan titik distribusi dan jarak(km) tempuh truk dari Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Temon.

TABEL 5. PENDISTRIUSIAN RASKIN DI KECAMATAN TEMON

RUTE PENDISTRIBUSIAN DI TEMON			
RUTE	JALUR	TOTAL BEBAN (KG)	TOTAL JARAK(KM)
1	0-13-9-5-3-6-0	7360	23.5
2	0-8-12-4-15-7-14-0	6340	16.35
3	0-11-2-1-0	6860	9.8
4	0-10-0	2510	14.2
Total		23920	63.85

Rute 1 yaitu Gudang Triharjo – Palihan – Sindutan – Jangkaran – Karangwuluh – Janten - Gudang Triharjo

Rute 2 yaitu Gudang Triharjo – Demen – Kaligintung – Temonwetan – Kebonrejo –Temonkulon – Kalidengen - Gudang Triharjo

Rute 3 yaitu Gudang Triharjo – Plumbon – Kedundang – Kulur - Gudang Triharjo

Rute 4 yaitu Gudang Triharjo – Glagah - Gudang Triharjo

Dengan menggunakan metode *saving matrix* diperoleh empat rute distribusi Raskin di Kecamatan Temon. Pada setiap rute yang ditentukan terdiri dari urutan semua titik distribusi yang harus dikunjungi oleh truk yang mengangkut raskin dengan beban sesuai alokasi yaitu 23.920kg.

Penyelesaian Optimasi Rute Distribusi Raskin dengan Algoritma Saving Matrix di Kecamatan Panjatan

Data awal yang digunakan dalam penelitian berupa jumlah total alokasi (kg) Raskin di tiap-titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Panjatan. Pengalokasia dilakukan menggunakan kendaraan angkut truk dengan kapasitas maksimal 7500 kg dan dilakukan setiap bulannya.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 6. menyajikan jumlah total alokasi (kg) Raskin di tiap titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Panjatan.

TABEL 6. ALOKASI PENDISTRIUSIAN RASKIN DI KECAMATAN PANJATAN

KODE	TITIK DISTRIBUSI (BALAI DESA)	ALOKASI RASKIN (KG)
0	DEPOT (GUDANG BULOG TRIHARJO)	-
1	Panjatan	1280
2	Krembangan	5920
3	Kanoman	2780
4	Gotakan	2850
5	Cerme	4520
6	Garongan	2530
7	Pleret	4440
8	Bojong	3810
9	Tayuban	2220
10	Bugel	4400
11	Depok	3110

Langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi *matrix* jarak antara gudang ke masing-masing titik distribusi. Data jarak tempuh dari Gudang dan setiap titik distribusi diperoleh dengan bantuan *Google Maps*.

Tabel 7. Menyajikan matriks jarak tempuh (km) asal truk yaitu Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Panjatan.

TABEL 7. MATRIK JARAK GUDANG MENUJU TITIK DISTRIBUSI DI KEC. PANJATAN (KM)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6.5	0										
2	8.1	3.4	0									
3	7.6	0.8	4.7	0								
4	5.4	2.3	3.5	4	0							
5	6.7	1.9	1.5	3.3	2.1	0						
6	7.3	5.6	9.3	5.5	6.7	7.9	0					
7	6.7	5	8.8	4.8	6.3	7.4	2.7	0				
8	6.5	4.8	8.5	4.7	5.9	7.1	1.6	3.9	0			
9	4.9	2.8	5.3	2.7	2.8	4	4	3.6	3.2	0		

 ISBN 978-602-61009-2-4

10	7.6	3	6.9	2.4	4	4.9	5.2	2.4	4.7	2.8	0	
11	6.1	1.6	5.5	1.4	2.6	3.4	4.1	3.6	3.3	1.3	1.9	0

dengan: 0.Depot (Gudang Bulog Triharjo), 1.Panjatan, 2.Krembangan, 3.Kanoman, 4.Gotakan, 5.Cerme, 6.Garongan, 7.Pleret, 8.Bojong, 9.Tayuban, 10.Bugel, 11.Depok

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi matrix penghematan, berdasarkan Tabel 7 akan ditentukan *saving matrix* dengan rumus (1) sehingga diperoleh hasil pada tabel 8.

Tabel 8. Menyajikan hasil saving matriks jarak tempuh asal truk yaitu Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Panjatan.

TABEL 8. SAVING MATRIK KECAMATAN PANJATAN(KM)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0										
2	11.2	0									
3	13.3	11	0								
4	9.6	10	9	0							
5	11.3	13.3	11	10	0						
6	8.2	6.1	9.4	6	6.1	0					
7	8.2	6	9.5	5.8	6	11.3	0				
8	8.2	6.1	9.4	6	6.1	12.2	9.3	0			
9	8.6	7.7	9.8	7.5	7.6	8.2	8	8.2	0		
10	11.1	8.8	12.8	9	9.4	9.7	11.9	9.4	9.7	0	
11	11	8.7	12.3	8.9	9.4	9.3	9.2	9.3	9.7	11.8	0

Berdasarkan hasil perhitungan jarak penghematan, langkah selanjutnya adalah mengalokasikan titik distribusi ke kendaraan atau rute. Dalam mengalokasikan titik distribusi bisa digabungkan sampai batas kapasitas truk yang ada yaitu 7500 kg. Penggabungan akan mulai dari nilai penghematan terbesar dengan tujuan memaksimumkan penghematan serta dilakukan pengecekan apakah penggabungan tersebut layak atau tidak. Diperoleh rute awal sebagai berikut:

Rute 1 : 1-3-11 (total beban 7170 kg)

Rute 2 : 8-6 (total beban 6340 kg)

Rute 3 : 5-4 (total beban 7370 kg)

 ISBN 978-602-61009-2-4

Rute 4 : 10-9 (total beban 6620 kg)

Rute 5 : 7 (total beban 4440 kg)

Rute 6 : 2 (total beban 5920 kg)

Setelah alokasi rute dilakukan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan titik distribusi. Mengurutkan titik distribusi dilakukan untuk memperoleh jarak minimum, sehingga diperoleh jarak optimal truk. Langkah mengurutkan menggunakan prosedur *Nearest Neighbour* dan diambil solusi atau total jarak pendistribusian terkecil.

Tabel 9. Menyajikan urutan titik distribusi dan jarak(km) tempuh truk dari Gudang Bulog Triharjo menuju titik distribusi Raskin (Balai Desa) di Kecamatan Panjaan.

TABEL 9. PENDISTRIUSIAN RASKIN DI KECAMATAN PANJATAN

RUTE PENDISTRIBUSIAN DI TEMON

RUTE	JALUR	KAPASITAS	TOTAL JARAK(KM)
1	0-1-3-11-0	7170	14.8
2	0-8-6-0	6340	15.4
3	0-5-4-0	7370	14.2
4	0-10-9-0	6620	15.3
5	0-7-0	4440	13.4
6	0-2-0	5920	16.2
	Total	37860	89.3

Rute 1 yaitu Gudang Triharjo – Panjatan – Kanoman – Depok - Gudang Triharjo

Rute 2 yaitu Gudang Triharjo – Bojong – Garongan - Gudang Triharjo

Rute 3 yaitu Gudang Triharjo - Cerme - Gotakan - Depok - Gudang Triharjo

Rute 4 yaitu Gudang Triharjo – Bugel – Tayuban - Gudang Triharjo

Rute 5 yaitu Gudang Triharjo – Pleret - Gudang Triharjo

Rute 6 yaitu Gudang Triharjo – Krembangan - Gudang Triharjo

 ISBN 978-602-61009-2-4

Dengan menggunakan metode s*aving matrix* diperoleh enam rute distribusi Raskin di Kecamatan Panjatan. Pada setiap rute yang ditentukan terdiri dari urutan semua titik distribusi yang harus dikunjungi oleh truk yang mengangkut raskin dengan beban sesuai alokasi yaitu 37.860kg.

Simpulan dan Saran

Total jarak pendistribusian Raski sebelum menggunakan *metode saving matrix* di Kecamatan Temon adalah 159 km sedangkan Kecamatan Panjatan adalah 173,4 km. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *saving matrix* diperoleh usulan rute baru. Di Kecamatan Temon diperoleh 4 rute dari 15 rute awal dan total jarak tempuh truk sejauh 63,85 km dengan total raskin yang di alokasikan sebanyak 23.920 kg. Di Kecamatan Panjatan diperoleh 6 rute dari 11 rute awal dan total jarak tempuh truk sejauh 89,3 km dengan total raskin yang di alokasikan sebanyak 37.860 kg.

Total jarak pendistribusian Raskin sesudah menggunakan metode *saving matrix* lebih kecil dari total jarak sebelum menggunakan metode *saving matrix*. Sehingga disimpulkan bahwa penyelesaian rute terpendek pendistribusian Raskin menggunakan metode s*aving matrix* lebih optimum.

Daftar Pustaka

[1] Bulog. 2018. “Sekilas Raskin(Beras untuk Rakyat Miskin)”. Artikel di akses dari http://www.bulog.co.id/ pada Selasa, 11 September 2018.

[2] Bulog. 2018. “Alur Distribusi Raskin/Rastra”. Artikel di akses dari http://www.bulog.co.id/ pada Selasa, 11 September 2018.

[3] Chopra, Sunil dan Meindl Peter. (2007). Supply Chain Management : Strategy, Planning and Operation. 3rd edition. Prentice Hall . Singapore.

[4] Cahyaningsih, Wahyu Kartika, Eminugroho Ratna Sari dan Kuswari Hernawati Burhan. 2015. “Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (Cvrp) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat”. Makalah Disampaikan dalam Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY.

[5] Basriati, Sri, Rio Sunarya. 2012. “Optimasi Distribusi Koran Menggunakan Metode Saving Matriks (Studi Kasus : PT. Riau Pos Intermedia)”. Disampaikan dalam Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) pada 11 November 2015.

[6] Toth, P., & Vigo, D. (2002). The Vehicle Routing Problem. Italy: University of Dgli Studi Di Bologna.

[7] Supriyadi, Kholil Mawardi, Ahmad Nalhadi. 2017. “Minimasi Biaya Dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode Savings Matrix”. Disampaikan dalam Seminar Nasional Institut Supply Chain dan Logistik Indonesia (ISLI), Departemen Teknik Industri Universitas Serang Raya pada 18 September 2017.

[6] Yunitasari, Anggun. 2014. Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode Saving Matrix. Skripsi (tidak diterbitkan) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XIII. ANALISIS TIMELINE DIVISI ACARA LOMBA DAN SEMINAR MATEMATIKA (LSM) XXVII MENGGUNAKAN CRITICAL PATH METHOD

Nisa Uswatun Khasanah[1], Dian Qurotul Aini[2], Glagah Eskacakra Setyowisnu[3], Salsabily Rifqy[4]
Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta[1,2,3,4]
nisauswatunkhasanah@gmail.com

Abstrak—LSM merupakan program kerja tahunan dari Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (HIMATIKA FMIPA UNY) yang sudah diadakan selama 26 tahun. Pada tahun 2019, LSM akan diadakan untuk yang ke-27 kalinya. Berbagai persiapan dilakukan oleh panitia yang terbagi menjadi 12 divisi yaitu panitia inti, acara lomba, acara seminar, kesekretariatan lomba, kesekretariatan seminar, hubungan masyarakat, sponsorship, operasional, konsumsi, fasilitas, publikasi, dekorasi, dan dokumentasi , serta koordinator wilayah. Semua divisi tersebut memiliki tugas yang berbeda antara satu dan yang lainnya, begitu pula dengan waktu pelaksanaan tugasnya. Divisi acara lomba dan acara seminar menjadi pusat dari serangkaian kegiatan LSM dan pastinya diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian kegiatan agar masing-masing pelaksanaannya dapat berjalan dengan efektif dan dalam rentang waktu yang optimal. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perencanaan dan pengendalian garis waktu (*timeline*) kegiatan yang harus dilakukan oleh kedua divisi acara dalam serangkaian kegiatan persiapan LSM XXVII menggunakan *Critical Path Method* (CPM) dalam jangka waktu yang optimal, sehingga LSM XXVII dapat terlaksana sesuai rencana.

Kata kunci: CPM, LSM, Optimal, Timeline

Pendahuluan

Lomba dan Seminar Matematika yang selanjutnya disebut LSM merupakan program kerja tahunan dari Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (HIMATIKA FMIPA UNY) yang sudah diadakan selama 26 tahun. Pada tahun 2019, LSM akan diadakan untuk yang ke-27 kalinya. Serangkaian kegiatannya berupa Lomba Matematika SMP/MTs/Sederajat dan SMA/SMK/MA/Sederajat tingkat Nasional, Kompetisi Matematika Mahasiswa se-Jawa, dan Seminar Nasional Matematika. Berbagai persiapan dilakukan oleh panitia yang terbagi menjadi 12 divisi yaitu panitia inti, acara lomba, acara seminar, kesekretariatan lomba, kesekretariatan seminar, hubungan masyarakat, sponsorship, operasional, konsumsi, fasilitas, koordinator wilayah, dan publikasi, dekorasi, dan dokumentasi. Semua divisi tersebut memiliki tugas yang berbeda antara satu dan yang lainnya, begitu pula dengan waktu pelaksanaan tugasnya.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Dari sekian banyak tugas tersebut pasti diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian kegiatan agar masing-masing pelaksanaannya dapat berjalan dengan efektif dan dalam rentang waktu yang optimal. Pada kesempatan ini, akan dianalisis *timeline* kegiatan dari divisi acara lomba dan acara seminar yang memiliki tugas merancang dan merencanakan segala sesuatu yang diperlukan untuk kelancaran lomba dan seminar nasional matematika menggunakan *Critical Path Method* (CPM). Perencanaan dan pengendalian kegiatan kedua divisi acara tersebut menjadi suatu hal yang perlu dibahas lebih lanjut karena memiliki *timeline* kegiatan yang harus dilakukan tepat waktu dan dapat mengganggu kegiatan puncak LSM XXVII apabila pelaksanaan kegiatan divisi acara tersebut tidak tepat waktu. Harapan dari makalah ini adalah dapat diketahui bagaimana sebaiknya kegiatan persiapan acara seminar nasional LSM XXVII agar dapat dijadikan bahan evaluasi untuk kelangsungan LSM XXVIII diwaktu mendatang.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang diperlukan adalah data kegiatan dari divisi acara lomba dan divisi acara seminar

Instrumen Penelitian

Metode pengumpulan data untuk penelitian ini adalah dengan mewawancarai koordinator divisi acara seminar dan divisi acara lomba dalam kepanitiaan LSM XXVII.

Prosedur Penelitian

Data yang telah diperoleh diolah dengan menggunakan CPM (*Critical Path Method*) untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Adapun beberapa langkah-langkah dalam menggunakan CPM antara lain menentukan urutan kegiatan dan gambarkan dalam bentuk jaringan; **menyusun perkiraan waktu penyelesaian untuk masing-masing kegiatan; mengidentifikasi jalur kritis (jalan terpanjang melalui jaringan); dan menyusun diagram CPM.**

Teknik Analisis Data

Seperti yang sudah dijelaskan pada prosedur penelitian bahwa data yang telah diperoleh akan diolah menggunakan CPM. Berikut ini merupakan beberapa istilah yang digunakan dalam CPM:

1. ES (Earliest Start) adalah waktu paling cepat suatu kegiatan dapat dimulai, dirumuskan dengan $ES_i = \max_k\{ES_k + D_{ki}\}; \{i, k \in \mathbb{N}\}$
2. LC (*Latest Completion*) adalah waktu paling lambat kegiatan berakhir di node *j* harus selesai, dirumuskan dengan $LC_j = \min_l\{LC_l - D_{jl}\}; \{j, l \in \mathbb{N}\}$
3. Suatu kegiatan akan disebut sebagai kegiatan kritis jika memenuhi 3 hal berikut:
   a. $ES_i = LC_i$
   b. $ES_j = LC_j$
   c. $ES_i + D_{ij} = ES_j$
4. *Predecessor* adalah hubungan antara tugas atau aktifitas dalam satu proyek, yang artinya jika satu tugas mengalami perubahan waktu maka otomatis tugas yang lainnya juga akan ikut berubah.
5. Durasi adalah lama suatu pekerjaan dapat terselesaikan dalam satuan waktu tertentu.

 ISBN 978-602-61009-2-4

6. *Node* merupakan simpul atau sambungan jalur, yang mana digunakan sebagai penghubung jalur-jalur pekerjaan dalam CPM.
7. Jalur kritis adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan jumlah waktu paling lama untuk menyelesaikan suatu proyek. Dalam menentukan jalur kritis, perlu dibuat diagram *network* dengan menggunakan symbol-simbol seperti:
   a. Anak panah menggambarkan kegiatan. Simbol kegiatan ditulis di atas anak panah, dan waktu kegiatan ditulis di bawah anak panah
   b. Lingkaran menggambarkan kejadian dan terbagi menjadi 3 (tiga) bagian. Bagian kiri dengan besar setengah lingkaran diisi nomor kejadian, kemudian sebelah kanan atas diisi ES sedangkan sebelah kanan bawah diisi LC
   c. Anak panah putus-putus melambangkan kegiatan semu (*dummy activity*) yang mana merupakan kegiatan yang dimunculkan untuk menghindari 2 (dua) kejadian yang memuat lebih dari 1 (satu) kegiatan. [1]

Langkah pertama yang dilakukan adalah pencarian data. Setelah mendapatkan data yang diperlukan, dibuat tabel kegiatan kedua divisi acara. Lalu, dibuatlah diagram *network* dari data dalam tabel kegiatan masing-masing divisi acara. Kemudian, dapat ditentukan kegiatan kritis bagi masing-masing divisi acara LSM XXVII.

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kegiatan divisi acara seminar LSM XXVII yang diberikan pada TABEL 1 dan data kegiatan divisi acara lomba pada TABEL 2. Data tersebut didapat dari hasil wawancara dan rancangan jadwal milik divisi acara seminar dan acara lomba LSM XXVII HIMATIKA FMIPA UNY.

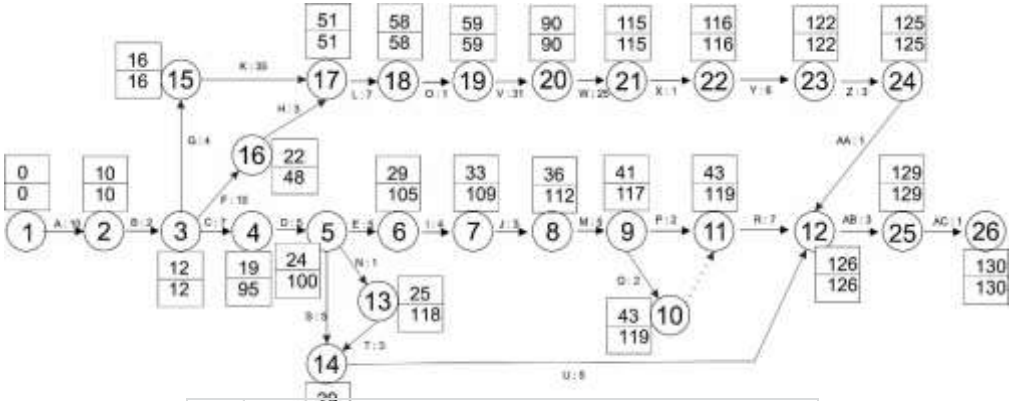
 ISBN 978-602-61009-2-4

TABEL 1. DATA KEGIATAN DIVISI ACARA SEMINAR LSM XXVII

Predesessor	Kode	Kegiatan Sie. Acara Seminar	Durasi (Hari)
-	A	pembentukan panitia LSM	10
A	B	Penentuan Penanggung Jawab	2
B	C	Penentuan Tema, Tempat, dan Waktu	7
C	D	*Listing* Pembicara	5
D	E	Penentuan MC dan Moderator	5
B	F	Penentuan semua Reviewer	10
B	G	Pembuatan Lembar Penilaian Abstrak dan Makalah Lengkap	4
F	H	Fiksasi Reviewer	3
E	I	Pembahasan Konsep Acara di *Digital Library*	4
I	J	*Arrange* lokasi di *Digital Library,* Fiksasi Moderator dan MC	*3*
G	K	Pengumpulan Abstrak	35
H,K	L	Review Abstrak	7
J	M	Pembahasan Pengisi Acara	5
D	N	Pembuatan TOR Pembicara	1
L	O	Pengumuman Lolos Abstrak	1
M	P	Fiksasi Konsep Acara di *Digital Library*	2
M	Q	Fiksasi Pengisi Acara dan *Fee*	2
P,Q	R	*Rundown* dan Juknis	7
D	S	Konfirmasi Pembicara	5
N	T	Fiksasi TOR Pembicara	3
S,T	U	Pematangan konsep untuk gala dinner, penjemputan, dan penginapan	5
O	V	Pengumpulan Makalah Lengkap	31
V	W	Review Makalah Lengkap	25
W	X	Pengumuman Revisi Makalah Lengkap	1
X	Y	Pengumpulan Revisi Makalah Lengkap	6
Y	Z	Review Revisi Makalah Lengkap	3
Z	AA	Pengumuman Makalah lolos Prosiding	1
R,U,AA	AB	Koordinasi dengan divisi KSK seminar, fasilitas, dan konsumsi	3
AB	AC	Pelaksanaan Seminar LSM XXVII	1

Data yang termuat dalam TABEL 1 merupakan data dari serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh divisi acara seminar dalam mempersiapkan Seminar Nasional Matematika sebagai serangkaian dari LSM XXVII. Pelaksanaan kegiatan tersebut dibagi menjadi tiga subdivisi, yaitu subdivisi pembicara, konseptor, dan pemakalah.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 1. DIAGRAM CPM DIVISI ACARA SEMINAR LSM XXVII

Pada GAMBAR 1 termuat jalur kegiatan yang tercantum dalam TABEL 1 beserta waktu pengerjaannya. Kegiatan persiapan LSM XXVII yang diperlukan oleh divisi acara seminar dalam rangka mempersiapkan Seminar Nasional Matematika LSM XXVII harus dimulai dalam waktu minimal 130 hari sebelum hari pelaksanaan Seminar Nasional dalam serangkaian LSM XXVII pada 2 Maret 2019.

TABEL 2. TABEL KEGIATAN KRITIS DIVISI ACARA SEMINAR LSM XXVI

Kode	Kegiatan
A	Pembentukan panitia LSM XXVII
B	Penentuan Penanggung jawab
G	Pembuatan lembar penilaian abstrak dan makalah lengkap
K	Pengumpulan abstrak
L	Review abstrak
O	Pengumuman lolos abstrak
V	Pengumpulan makalah lengkap
W	Review makalah lengkap
X	Pengumuman revisi makalah lengkap
Y	Pengumpulan revisi makalah lengkap
Z	Review revisi makalah lengkap
AA	Pengumuman makalah lolos prosiding
AB	Koordinasi dengan divisi KSK seminar, fasilitas, dan konsumsi
AC	Pelaksanaan seminar LSM XXVII

Pada TABEL 2 di atas termuat kegiatan kritis dari divisi acara seminar LSM XXVII. Sebagian besar kejadian yang terdapat dalam kegiatan kritis divisi acara seminar LSM XXVII merupakan tugas dari subdivisi pemakalah. Sehingga, kegiatan dari subdivisi pemakalah harus selesai tepat waktu agar persiapan Seminar Nasional Matematika LSM XXVII dapat berjalan dengan baik.

 ISBN 978-602-61009-2-4

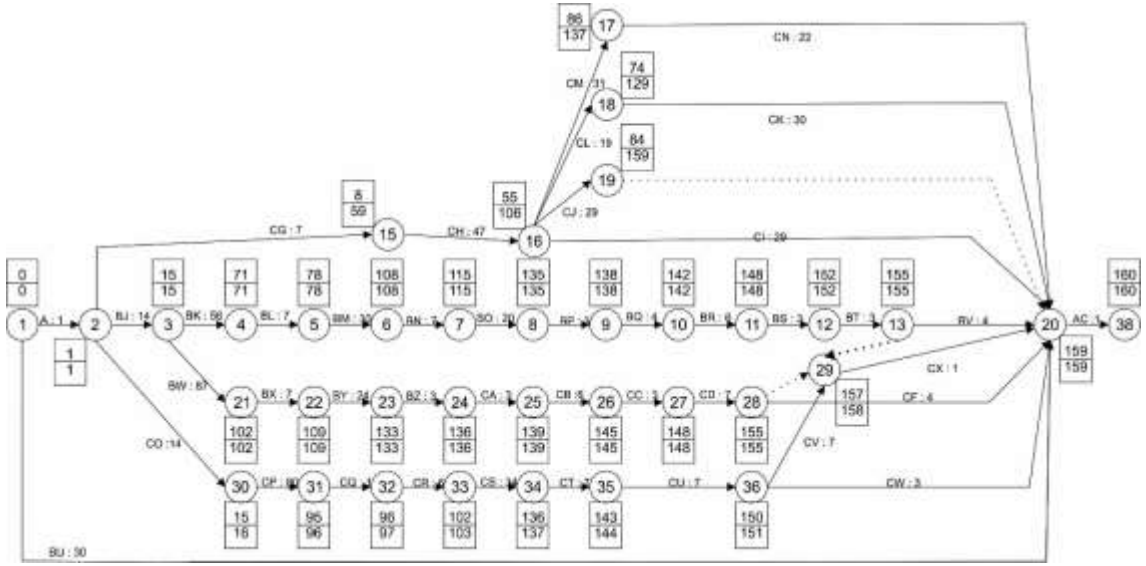
TABEL 3. DATA KEGIATAN DIVISI ACARA LOMBA LSM XXVII

Predesessor	Kode	Kegiatan Sie. Acara Lomba	Durasi (hari)
A	BJ	briefing staff	15
BJ	BK	buat soal SMP	56
BK	BL	masuk review	1
BL	BM	buat soal SMP	30
BM	BN	masuk review	7
BN	BO	buat soal SMP	20
BO	BP	review	3
BP	BQ	rekap soal regional	4
BQ	BR	buat soal Final SMP	6
BR	BS	review	3
BS	BT	rekap soal final	7
-	BU	mc	30
BT	BV	kumpul dengan korektor	5
BJ	BW	buat soal SMA	101
BW	BX	review	7
BX	BY	buat soal SMA	24
BY	BZ	review	3
BZ	CA	rekap soal regional	3
CA	CB	buat soal Final SMA	6
CB	CC	review	3
CC	CD	rekap soal final	7
CD	CF	kumpul dengan korektor	5
DQ	CG	pembagian tugas pj	8
CG	CH	konten buku panduan	47
CH	CI	SOP	29
CH	CJ	tata tertib	29
CL	CK	juknis REGIONAL	30
CH	CL	rundown regional	19
CH	CM	rundown final	31
CM	CN	juknis final	22
DQ	CO	bahas konsepan acara	15
CO	CP	Buat soal Mahasiswa	80
CP	CQ	Konsultasi	1
CQ	CR	konsultasi kedua	6
CR	CS	Buat soal Mahasiswa	34
CS	CT	revisi	7
CT	CU	rekap dan pengarahan soal untuk regional	7
CU	CV	rekap dan pengarahan soal untuk final	7
CU	CW	konsepan untuk final	3
BT,CD,CV	CX	fiksasi reviewer	1
CN, CK, CI, CJ, BV, CX, CF, CW, BU	AC	Pelaksanaan LSM XXVII	1

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada TABEL 3 termuat data dari serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh divisi acara lomba dalam mempersiapkan Lomba Matematika Nasional tingkat SMP dan SMA Sederajat serta Kompetisi Matematika Mahasiswa se-Jawa sebagai serangkaian lain dari LSM XXVII. Pelaksanaan kegiatan divisi acara lomba dibagi menjadi empat subdivisi, yaitu subdivisi tim soal SMP, tim soal SMA, tim soal Mahasiswa, dan konseptor.

GAMBAR 2. DIAGRAM CPM DIVISI ACARA LOMBA LSM XXVII



Pada GAMBAR 2 termuat jalur kegiatan yang tercantum dalam TABEL 3 beserta waktu pengerjaannya. Kegiatan persiapan LSM XXVII yang diperlukan oleh divisi acara lomba dalam rangka mempersiapkan Lomba Matematika SMP dan SMA Sederajat Tingkat Nasional serta Kompetisi Matematika Mahasiswa se-Jawa LSM XXVII harus dimulai dalam waktu minimal 160 hari sebelum hari pelaksanaan babak semifinal dan final Lomba Matematika SMP dan SMA Sederajat Tingkat Nasional serta Kompetisi Matematika Mahasiswa se-Jawa LSM XXVII pada 2 Maret 2019.

TABEL 4. TABEL KEGIATAN KRITIS DIVISI ACARA LOMBA LSM XXVI

Kode	Kegiatan	Kode	Kegiatan
A	pembentukan panitia LSM	AC	Pelaksanaan Final LSM XXVII
BJ	briefing staff	BV	kumpul dengan korektor
BK	buat soal SMP	BW	buat soal SMA
BL	masuk review	BX	review
BM	buat soal SMP	BY	buat soal SMA
BN	masuk review	BZ	review
BO	buat soal SMP	CA	rekap soal regional
BP	review	CB	buat soal Final SMA
BQ	rekap soal regional	CC	review
BR	buat soal Final SMP	CD	rekap soal final
BS	review	CF	kumpul dengan korektor
BT	rekap soal final		

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada TABEL 4 di atas termuat kegiatan kritis dari divisi acara lomba LSM XXVII. Sebagian besar kejadian yang terdapat dalam kegiatan kritis divisi acara lomba LSM XXVII merupakan tugas dari subdivisi tim soal SMP dan SMA. Sehingga, kegiatan dari kedua subdivisi tersebut harus selesai tepat waktu agar persiapan Lomba SMP dan SMA Sederajat dan Kompetisi Matematika Mahasiswa LSM XXVII dapat berjalan dengan baik.

Dengan diperolehnya kegiatan kritis dan waktu pengerjaan divisi acara seminar dan acara lomba LSM XXVII tersebut di atas, maka pelaksanaan rangkaian kegiatan persiapan menuju puncak LSM XXVII dapat berjalan secara optimal dengan batas minimal 130 hari untuk divisi acara seminar dan 160 hari untuk divisi acara lomba.

Simpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa perencanaan dan pengendalian *timeline* kegiatan yang baik yang harus dilakukan oleh panitia LSM XXVII adalah menyelesaikan rangkaian kegiatan persiapan menuju Seminar Nasional Matematika dalam waktu 130 hari dengan rincian kegiatan kritis A, B, G, K, L, O, V, W, X, Y, Z, AA, AB, dan AC. Kemudian babak final Lomba SMP dan SMA Sederajat Tingkat Nasional Serta Kompetisi Mahasiswa se-Jawa membutuhkan persiapan minimal selama 160 hari dengan kegiatan kritis A, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, AC, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, dan CF. Kegiatan-kegiatan tersebut tidak dapat ditunda dalam pengerjaannya, karena tertundanya kegiatan tersebut akan berakibat fatal bagi pelaksanaan LSM XXVII, dan apabila terselesaikan tepat waktu akan membuat pelaksanaan LSM XXVII berjalan dengan optimal.

Daftar Pustaka

[1] Syaifuddin, D.T. 2011. “Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis for Management)”. Malang: CV Citra Malang.

[2] Huand, J.W. World Bank EDI Lecture Notes. “Introduction to Network Scheduling”. June 1975. Pub. No: 615/009.

[3] Aliyu, A.M. 2012. “Project Management Using Critical Path Method (CPM): A Pragmatic Study”. Vol 18(3&4): 197-206.

[4] Hillier, F.S., Liberman, G.J. 1967. “Introduction to Operations Research”. New York: McGraw-Hill.

[5] Subagyo, P. 2000. “Dasar-Dasar Operations Research”. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA.

[6] Yulianto, A. 2013. “Optimasi Penjadwalan Proyek Menggunakan CPM dengan Algoritma Genetika pada Studi Kasus Proyek Pembangunan Laboratorium Ekonomi Ubhara Surabaya”. Extrapolasi Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya. Vol 06. No. 02: 35-42.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XIV. APLIKASI PERHITUNGAN WARIS DAN KITAB FARAIDH BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE TASHIH AL - MASAIL

Eka Sumantri, Ira Diana Sholihati, Novi Dian Nathasia
Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional
iradiana2803@gmail.com

Abstrak -Dari tahun ke tahun, sering terjadi masalah tentang pembagian harta warisan yang berakibat perselisihan diantara ahli waris, bahkan bisa berakibat kematian dari salah satu pihak ahli waris tersebut. Dari sekian banyak kasus yang ada, pada umumnya terjadi karena akibat pengetahuan masyarakat yang kurang luas tentang ilmu pembagian warisan , atau sering disebut dengan ilmu faraidh. Dengan dilatarbelakangi permasalahan tersebut penulis berinisiatif untuk membuat aplikasi yang dapat mengurangi masalah tersebut dan mengikuti perkembangan zaman yang terus berkembang pesat, yaitu dengan membuat aplikasi perhitungan waris dan kitab faraidh pada perangkat bergerak (*mobile device*) berbasis android dengan menggunakan metode Tashih Al-Masail . Aplikasi dapat berjalan di sistem Android 2.2 sampai 5.0 yang dapat digunakan untuk menghitung pembagian waris dalam Islam. Dalam menentukan ahli waris, pengguna tidak perlu menulis atau menghafalkan bagian waris, sistem sudah menyediakan ahli waris dan bagiannya di dalam aplikasi ini, sehingga dapat membantu dalam melakukan penghitungan harta waris secara otomatis.

Kata kunci :*Aplikasi Android, Ilmu Faraidh, Metode Tashih Al-Masail, Perhitungan waris.*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi saat ini telah memberikan pengaruh yang sangat besar bagi banyak aspek kehidupan terutama dalam dunia informasi. Seiring dengan tingkat mobilitas yang tinggi, beberapa tahun terakhir marak perangkat bergerak atau *mobile device*. Salah satu perangkat bergerak yang paling pesat adalah telepon genggam (*handphone*) dimana hampir setiap orang memilikinya dan sebagian besar memiliki lebih dari satu telepon genggam.Sedianya, telepon genggam merupakan alat komunikasi, namun saat ini fungsinya sudah lebih dari fungsi dasarnya. Berbagai macam fitur telah ditanamkan, seperti pengolah gambar dan video, pengolah dokumen dan lain sebagainya. Hal ini tak lepas dari penggunaan Sistem Operasi. Layaknya pada komputer, pada telepon genggam pun dapat diinstal berbagai macam aplikasi yangdiinginkan.Banyak aplikasi android yang dapat mendukung atau mempermudah pengguna dalam berbagai hal. Salah satu aplikasi yang sangat membantu adalah aplikasi pembagian waris. Aplikasi ini diharapkan dapat mendukung atau mempermudah dalam pembagian harta waris karena pembagian warisan seringkali menjadi suatu permasalahan yang terkadang memicu pertikaian dan menimbulkan keretakan hubungan keluarga.

Beberapa penelitian mengenai hal ini telah banyak dilakukan dan masing - masing memiliki implemetasi yang mempunyai fungsi dan tujuan yang sama, dengan menggunakan Aplikasi Android, diantaranya : [1]Aplikasi ini menggunakan versi 4.0, [2] dan[3]Aplikasi ini materi dan kontennya masih kurang lengkap, tidak bisa menghitung waris berbentuk barang seperti rumah, mobil, tanah, dsb sehingga langsung menyebutkan jumlah harta yang siap dibagikan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka dibuat sebuah aplikasi yang menggunakan versi 5.0 yang merupakan pengembangan dari aplikasi android 4.0 dengan tujuan agar tampilan lebih dinamis, interaksi lebih nyata dan fitur lebih lengkap. Selain itu materi dan konten dibuat lebih lengkap(dapat menghitung harta waris berbentuk barang).

Metode Penelitian

A. Metode Tashih Al-Masail

Tashih Al-Masail ialah metode dalam mencari angka asal masalah yang terkecil agar dapat dihasilkan bagian yang diterima ahli waris tidak berupa angka pecahan[4]. Metode Tashih Al-Masail ini hanya digunakan apabila bagian yang diterima ahli waris berupa angka pecahan. Oleh karena itu, langkah ini hanya semata-mata untuk memudahkan perhitungan dalam pembagian warisan.

Adapun langkah-langkah yang perlu diambil dalamTashih Al-Masail adalah memperhatikan :

Pecahan pada angka bagian yang diterima ahli waris (yang terdapat dalam satu kelompok ahli waris).

Pecahan pada angka bagian yang diterima ahli waris(terdapat pada lebih dari satu kelompok ahli waris).

Selanjutnya untuk menetapkan angka Tashih Al-Masailnya ditempuh dengan :
Mengetahui jumlah orang (kepala) penerima warisan dalam satu kelompok ahli waris.

Mengetahui bagian yang diterima kelompok tersebut.

Mengalikan jumlah orang dengan bagian yang diterima kelompoknya.

Contoh :

Jika seseorang meninggal dunia, meninggalkan ahli waris yang terdiri dari ibu, ayah, 2 anak laki-laki dan 2 anak perempuan. Jumlah ahli waris dan bagian masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Ahli Waris

Ahli Waris	FM	Bagian	AM
			6
Ibu	1/6	1	
Ayah	1/6	1	
2 anak laki-laki	As	4	
2 anak perempuan	As		

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 1 memperlihatkan *Furudhul Muqaddarah* (FM) yang merupakan ketentuan kadar bagi masing – masing ahli waris. Ibu dan Ayah adalah *Dzawil Furudh* (DF) yang merupakan ahli waris yang mendapatkan bagian tertentu dalam Hukum Islam. Sedangkan anak laki – laki dan anak perempuan adalah *Ashabah* (As) yang merupakan ahli waris yang berhak mewarisi seluruh harta warisan atas semua sisa setelah harta warisan dikeluarkan untuk *Dzawil Furudh* [5]. Dari contoh di atas dapat diketahui bahwa bagian yang diterima anak (laki - laki dan perempuan) adalah 4. Jika bagian laki – laki adalah dua kali bagian perempuan, maka jumlah 2 laki-laki = 4 dan 2 perempuan = 2. Jadi seluruhnya 6. Angka 4 tidak bisa dibagi habis oleh angka 6, oleh karena itu perlu ditashih angka asal masalah(AM) nya. Yaitu mencari angka dari hasil bagi antara bagian yang diterima dan jumlah orang dibagi oleh satu angka . Setelah itu dikalikan dengan angka asal masalah. Angka 4 : 2 = 2, atau 6 : 2 = 3 angka asal masalah 6 x 3 = 18. Jumlah penerimaan masing – masing ahli waris berdasarkan Metode Tashih Al – Masail dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tashih Al-Masail Waris

Ahli Waris	FM	Bagian	AM	Tashih Al-masail	Penerimaan
			6	6 x 3 = 18	
Ibu	1/6	1		1 x 3	3
Ayah	1/6	1		1 x 3	3
2 anak laki laki	As	4	4	4/6 x 12	8
2 anak perempuan	As		2	2/6 x 12	4

Tabel 2 memperlihatkan ahli waris, bagian masing – masing dan jumlah penerimaan menurut Tashih Al – Masail.

B. Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir (*flowchart*) adalah suatu bagan dengan simbol – simbol tertentu yang menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program[6]. Diagram alir dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Flowchart sistem

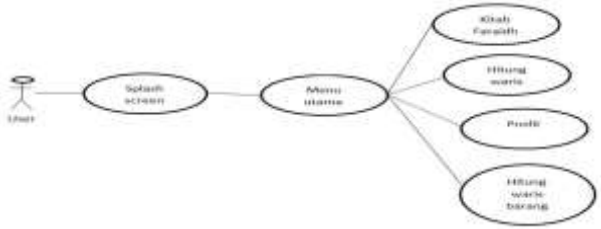
 ISBN 978-602-61009-2-4

Pada gambar 1 terlihat urutan proses dari sistem adalah sebagai berikut :

- Masukan data mayit dan jumlah harta warisan yang ditinggalkan
- Masukkan daftar ahli waris yang telah didapat dari sumber yang terpercaya atau sesuai Undang – undang yang berlaku melalui Fatwa Waris yang dikeluarkan oleh Pengadilan Agama
- Setelah itu akan diinput dengan menggunakan sistem
- Proses selanjutnya adalah pengolahan tampilan dari data ahli waris yang telah memiliki haknya
- Daftar ahli waris beserta total pembagian hak warisnya akan ditampilkan pada antarmuka pengguna (*interface*).

C. Diagram Use Case

Diagram Use Case adalah diagram yang digunakan untuk menggambarkan siapa saja yang menggunakan sistem dan apa saja yang bisa dilakukannya[7]. Diagram use case dari sistem yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Use case user

Pada gambar 2 terlihat user pertama masuk ke halaman *splash screen*, setelah itu masuk ke halaman utama, dimana user dapat melihat penjelasan tentang kitab faraidh di dalam menu kitab faraidh, setelah itu user juga dapat menghitung waris berupa uang atau barang sesuai yang ingin dihitung di dalam menu hitung waris dan menu hitung waris barang, yang terakhir user dapat melihat profil yang membuat aplikasi tersebut di dalam menu profil.

D. Aplikasi Android

Android merupakan generasi baru *platformmobile* yang meliputi sistem operasi *middleware* dan aplikasi inti yang dirilis oleh Google. Sedangkan android SDK (*Software Development Kit*)
menyediakan Tools dan API (*Application Programing Interface*) untuk mengembangkan aplikasi pada platform android dengan menggunakan bahasa pemograman Java[8].

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil dan pembahasan

A. Tampilan Implementasi Antarmuka

Tampilan implementasi antarmuka sistem dapat dilihat pada Gambar 3.

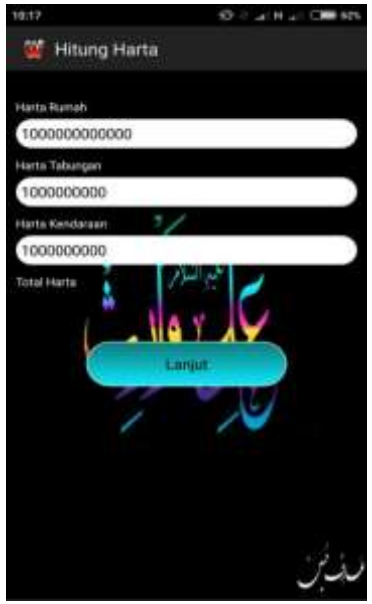
Gambar3. Splash Screen

Pada gambar 3 terlihat tampilan *Splash Screen* sebagai bagian pertama antamuka sistem. Selanjutnya ketika pengguna meng-klik aplikasi waris, pengguna akan masuk ke tampilan halaman utama seperti terlihat pada Gambar 4.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Gambar4. Halaman Utama

Pada gambar 4 terlihat tampilan halaman utama, terdapat banyak menu yang disediakan seperti menu hitung waris untuk menghitung harta yang ingin dibagikan, menu kitab faraidh untuk mengetahui tentang pengertian kitab faraidh , dan menu profil untuk mengetahui profil yang membuat aplikasi.Tampilan hitung harta waris dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar5. Tampilan hitung harta waris

Pada gambar 5 terlihat tampilan untuk menghitung harta waris yang terdiri dari harta rumah, harta tabungan, dan harta kendaraan. User harus mengisi form-form yang telah disediakan jangan sampai ada yang tidak terisi. Tampilan output dapat dilihat pada Gambar 6 .

 ISBN 978-602-61009-2-4

Gambar 6. Tampilan output

Pada gambar 6 terlihat tampilan output, dimana akan muncul hasil perhitungan pembagian harta warisan.

A. Pengujian *Black – box*

Black – box testing adalah pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Jadi dianalogikan seperti melihat suatu kotak hitam, hanya bisa melihat tampilan luar saja[1]. Hasil pengujian *Black – box* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian *Black-box Testing*

No	Aktifitas	Yang Diharapkan	Hasil	Kesimpulan

 ISBN 978-602-61009-2-4

1	Isi form – form yang telah disediakan	Akan menampilkan output perhitungannya	Output perhitungan pembagian harta warisan	Valid
2	Ada yang tidak diisi pada saat mengisi formnya	Akan menampilkan output perhitungannya	Akan muncul pemberitahuan	Valid

Pada tabel 3 terlihat bahwa apabila user sudah mengisi dengan lengkap form yang telah disediakan maka sistem berjalan sesuai harapan. Namun, apabila user ada yang tidak diisi form tersebut maka sistem akan ada pemberitahuan bahwa form tersebut harus diisi dengan lengkap.

B. *Pengujian perhitungan*

Studi kasus : seorang suami meninggal dan mempunyai harta Rp10.000.000. Dia mempunyai hutang sebesar Rp1.000.000, meninggalkan wasiat Rp1.000.000, untuk biaya pemakaman Rp1.000.000, jadi al-irts (jumlah seluruhnya) Rp7.000.000. Suami tersebut meninggalkan seorang istri, 1 anak laki-laki, 1 anak perempuan, ayah, dan ibunya. Pengujian perhitungan sistem dapat dilihat pada Tabel 4 .

Tabel 4. Pengujian perhitungan sistem

 ISBN 978-602-61009-2-4

No	Ahli Waris	Perhitungan	Nilai	Hasil
1	Ayah	Total / 6	Rp 7.000.000 / 6	Rp 1.166.666
2	Ibu	Total / 6	Rp 7.000.000 / 6	Rp 1.166.666
3	Istri	Total / 8	Rp 7.000.000 / 8	Rp 875.000
4	Anak Laki-laki	**Hasil A** : Total-hasil ayah-hasil ibu-hasil istri	Rp7.000.000 - Rp1.166.666 - Rp1.166.666 - Rp875.000	Rp3.791.668
		Hasil B : jumlah anak perempuan +jumlah anak laki-laki+total anak laki-laki	1+1+1	3
		Hasil C : Hasil A / Hasil B	Rp 3.791.668 / 3	Rp 1.263.889
		Hasil D : Hasil C*jumlah anak perempuan	Rp1.263.889*1	Rp1.263.889
		Hasil E : Hasil A - Hasil D	Rp3.791.668 - Rp1.263.889	Rp2.527.779 (hasil anak laki laki)
5	Anak Perempuan	Hasil A/Hasil B	Rp3.791.668/3	Rp1.263.889

Tabel 4 memperlihatkan data ahli waris, bagian waris dan pengujian perhitungan sistem secara manual. Sedangkan perhitungan dengan menggunakan aplikasi dapat dilihat pada Gambar7.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Gambar 7. Perhitungan menggunakan aplikasi

Gambar 7 merupakan hasil dari perhitungan dengan menggunakan aplikasi untuk menentukan apakah perhitungannya sama dengan menghitung secara manual.

Simpulan dan Saran

Aplikasi dapat berjalan disistem Android 2.2 sampai 5.0 yang dapat digunakan untuk menghitung pembagian waris Islam. Dalam menentukan ahli waris, user tidak perlu menulis atau menghafalkan bagian waris, sistemsudah menyediakan ahli waris dan bagiannya didalam aplikasi ini, sehingga dapat membantu dalam melakukan penghitungan harta waris secara otomatis. Adapun saran yang diberikan untuk aplikasi yang berikutnya, hendaknya lebih memudahkan user dalam penginputan data, contoh dalam penginputan jumlah ahli waris, dimana angka 0 (nol) yang merupakan Default, pada saat diganti dengan angka lain, tidak langsung berubah, sehingga dapat menyebabkan kesalahan perhitungan. Kemudian, bila terdapat istri lebih dari satu,atau anak lebih dari satu dengan jenis kelamin yang sama sebaiknya dituliskan jumlah total atau bagian dari masing masing, sehingga tidak menyebabkan kesalahan persepsi.

Daftar Pustaka

[1] Ikhsanto, Ridho dan Migunani."Aplikasi Pembagian Harta waris Dalam Islam Berbasis Android".*Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi STMIK ProVisi Semarang*Vol.6No.1(2015):69-76.
[2] Satria, Eri, Dewi Tresnawati dan Fikri Fahru Roji."Pengembangan Aplikasi Pembagian Waris Islam Berbasis Android". *Jurnal Algoritma Sekolah Tinggi Teknologi Garut* Vol.1 No.1(2015):1-7.
[3] Ariyanti, Fitri."Aplikasi Faraidh Menurut Fiqih Islam Berbasis Android".*Universitas Dian Nuswantoro Semarang*.
[4] Rofiq, Ahmad. Fiqih Mawaris. *PT. Raja Grafindo Jakarta*(1993) :75
[5] Baihaqi,Ahmad."Aplikasi Perhitungan Harta Warisan Menurut Hukum Islam".*Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.
[6] Brata, Dwija Wisnu. " Perancangan Aplikasi Mobile Al-faraidh (Penghitung Hak Waris) Berbasis Sistem Android".*Jurnal JITIKASTMIK Asia Malang*Vol.6 No.1(2012): 31-36.
[7] Fajarianto, Otto, Agus Budiman dan Suwarno. " Perancangan Aplikasi Hitung Waris Menurut Syariat Islam Berbasis Android Di Ponpes Darul Mujahadah Tegal". *Jurnal Sisfotek Global STMIK Bina Sarana Global Tangerang* Vol. 6 No. 1(2016):0-7.
[8] Purnomo, Dwi, Heru Supriyono dan Ramelan. "Aplikasi Pembagian Harta Warisan Menurut Hukum Islam Berbasis Android".*Universitas Muhamadiyah Surakarta*(2016).

XV. ANALISIS KEMAMPUAN SISWA DALAM MENYUSUN KALIMAT MATEMATIKA DARI SOAL CERITA BILANGAN BULAT

Rizky Oktora Prihadini Eka Putri[1]
STKIP Melawi[1]
rizkyokt@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah 1) Menganalisis kalimat matematika yang disusun oleh siswa dari soal cerita bilangan bulat, 2) Menganalisis kinerja siswa dalam menyusun kalimat matematika dari soal cerita bilangan bulat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan bentuk penelitian survei. Subyek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Setya Budi Nanga Pinoh dan SMP Belian Permai Nanga Pinoh. Dari tiap kelas pada kedua SMP tersebut diambil secara *stratified random sampling* sehingga diperoleh 30 siswa untuk sampel subyek penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) kalimat matematika yang disusun oleh siswa terdapat beragam variasi baik untuk soal terbimbing maupun soal tidak terbimbing, 2) untuk soal terbimbing diketahui bahwa siswa yang dapat menjawab dengan benar dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 52,78%, siswa yang dapat menjawab dengan benar tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 2,22%, siswa yang menjawab salah dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 39,44%, siswa yang menjawab salah tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 5,56%. Untuk soal tidak terbimbing diketahui bahwa siswa yang dapat menjawab dengan benar dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 35,83%, siswa yang dapat menjawab dengan benar tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 3,33%, siswa yang menjawab salah dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 45,83%, dan siswa yang menjawab salah tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 15%.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Kata Kunci: Kalimat Matematika, Soal Cerita Bilangan Bulat

Pendahuluan

Matematika merupakan satu diantara mata pelajaran wajib disetiap jenjang pendidikan disekolah. Dibandingkan dengan mata pelajaran lain, matematika sering dipandang sebagai mata pelajaran yang abstrak. Oleh karena itu, dalam mempelajari matematika konsep-konsep yang ada tidak cukup dihafal, tetapi juga harus dipahami konsep–konsepnya dan dilatih menggunakannya untuk menyelesaikan soal-soal matematika. Salah satu aspek keterampilan yang diharapkan dalam pembelajaran matematika adalah kemampuan siswa untuk menggunakan operasi hitung dalam menyelesaikan soal matematika, namun selain daripada itu siswa juga diharapkan mampu memecahkan permasalahan matematika yang diungkapkan dalam soal cerita. Untuk bisa memecahkan permasalahan matematika yang berbentuk soal cerita, siswa harus mampu memahami masalah yang ada dalam soal cerita, serta membuat rencana untuk menetapkan apa yang diminta dari data yang diketahui itu, sehingga dapat mengidentifikasi kalimat matematika yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut [1]. Kenyataan di lapangan memberi gambaran bahwa siswa sulit untuk memahami soal matematika yang berbentuk cerita. Kesulitan siswa memahami soal matematika yang berbentuk cerita akan mengakibatkan kesalahan siswa dalam menyusun kalimat matematika, sehingga penyelesaian soal tersebut menjadi salah pula. Sesuai dengan penelitian [2] bahwa kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika antara lain disebabkan oleh kesalahan siswa menuliskan kalimat matematikanya yaitu sebesar 51,43%.

Dipilih kelas VII SMP karena kelas VII merupakan transisi dari SD ke SMP, dimana telah terjadi perkembangan kognitif/intelek siswa yakni dari tahap operasional konkrit (7–11 tahun) ke tahap operasional formal (11 tahun ke atas). Perkembangan kognitif/intelek siswa menyebabkan perubahan cara berpikir siswa, yang tadinya bersifat konkrit menjadi mulai mampu untuk berpikir abstrak [3]. Hal ini menyebabkan terjadi perubahan pula pada cara berpikir siswa dalam menangkap dan memahami makna dari kalimat–kalimat yang ada pada soal cerita. Selain itu, di SD pembelajaran soal cerita terutama yang berkaitan dengan kalimat matematika kurang ditekankan hal ini diketahui dari hanya sebesar 16,54% yaitu hanya 21 Kompetensi Dasar (KD) dari 127 Kompetensi Dasar (KD) di SD yang memuat tuntutan kemampuan yang berkaitan dengan soal cerita [4], padahal penggunaan kalimat matematika yang tepat sangat penting dalam penyelesaian suatu soal cerita dan ada hingga jenjang yang lebih tinggi. Pada kelas VII salah satu materi matematika adalah bilangan bulat. Dalam hal ini, untuk mempelajari bilangan bulat khususnya operasi hitung bilangan bulat, tidak hanya cukup menghafal konsep-konsep operasi hitung saja, tetapi juga harus memahami dan melatih menyelesaikan soal-soal hitung melalui soal cerita.

Kalimat matematika penting karena dengan mengetahui kalimat matematika yang dibuat siswa, kita dapat mengetahui cara berpikir siswa. Misalnya informasi dalam bentuk tabel, kalimat dan bilangan, semua itu apabila tersusun dalam suatu ungkapan yang utuh akan memiliki makna yang sama, apabila informasi itu dapat dikaitkan secara tepat. Pengaitan informasi secara berbeda-beda tentu akan dapat dipahami sebagai adanya makna yang berbeda. Dengan demikian, cara berpikir siswa juga dapat diamati dari kemampuan komunikasinya, dalam hal ini dengan melihat dan mengamati kalimat matematika yang disusun siswa dan hal tersebut merupakan aspek penting dalam memahami kebermaknaan dalam belajar. Berdasarkan hal-hal yang telah disampaikan, perlu dianalisis kemampuan siswa dalam menyusun kalimat matematika dari soal cerita bilangan bulat di kelas VII SMP kecamatan Nanga Pinoh.

Masalah dalam penelitian ini adalah 1) Bagaimana kalimat matematika yang disusun oleh siswa dari soal cerita bilangan bulat? dan 2) Bagaimana kinerja siswa dalam menyusun kalimat matematika dari soal cerita bilangan bulat?. Tujuan penelitian ini adalah 1) Menganalisis kalimat matematika yang disusun oleh siswa dari soal cerita bilangan bulat dan 2) Menganalisis kinerja siswa dalam menyusun kalimat matematika dari soal cerita bilangan bulat. Manfaat penelitian ini adalah: 1) Penelitian ini akan memberikan manfaat dalam hal menambah pembendaharaan pengetahuan, khususnya di bidang matematika. Terutama pengetahuan yang berhubungan dengan *problem solving* serta hasil penelitian ini dapat di kaji dalam kaitan dengan teori yang disampaikan oleh George Polya,

 ISBN 978-602-61009-2-4

2) Peneliti memiliki pengalaman dalam mengenali tentang cara berpikir siswa, khususnya dari soal cerita, 3) Diharapkan dari penelitian ini, guru akan mendapatkan data atau informasi mengenai berbagai variasi kalimat matematika siswa, dan 4) Siswa mendapat pengalaman baru yakni sebagai subjek dari penelitian serta siswa dapat menguji pengetahuan mereka selama ini.

Metode Penelitian

Bentuk dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Menurut [5] penelitian deskriptif dapat dibagi dalam beberapa bentuk yaitu penelitian survei, studi kasus, analisis pekerjaan dan aktifitas, tindakan, penelitian perpustakaan dan dokumenter. Bentuk penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian survei. Menurut referensi [6] penelitian survei bertujuan untuk menjelaskan suatu keadaan atau beberapa dari suatu peristiwa yang terjadi bukan sebagai hasil perbuatan si peneliti. Dalam penelitian ini, survei yang dimaksud yaitu kasus di SMP Kecamatan Nanga Pinoh kelas VII dimana peneliti melakukan analisis pekerjaan siswa yang berkaitan dengan kalimat matematika.

Populasi subyek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP di Kecamatan Nanga Pinoh. Terdapat 19 sekolah yang berada di Kecamatan Nanga Pinoh, dari 19 sekolah tersebut diambil secara random dengan cara diundi diambil dua sekolah yakni SMP Setya Budi Nanga Pinoh dan SMP Belian Permai Nanga Pinoh. Dari tiap kelas pada kedua SMP tersebut diambil secara *stratified random sampling*, sehingga diperoleh 30 siswa untuk sampel subyek penelitian. Variabel dalam penelitian ini adalah kalimat matematika. Adapun atribut/ciri dari kalimat matematika yang akan dikaji/diamati adalah: Bentuk persamaan, Penggunaan variabel, Urutan suku–suku dari persamaan, Operasi yang digunakan, dan Penggunaan tanda kurung. Prosedur penelitian ini terdiri dari: 1) tahapan persiapan (melakukan prariset di SMP Setya Budi Nanga Pinoh dan SMP Belian Permai Nanga Pinoh. Prariset dilakukan untuk menentukan waktu pelaksanaan penelitian, menyiapkan instrumen penelitian berupa soal tes kinerja; 2) Tahap pelaksanaan (memberikan soal tes terbimbing kepada 15 orang siswa dan soal tes tidak terbimbing kepada 15 orang siswa); dan 3) Tahap akhir (menganalisis jawaban siswa, mewawancarai beberapa siswa untuk mendukung jawaban siswa, mendeskripsikan hasil pengolahan data dan menyimpulkan sebagai jawaban dari masalah dalam penelitian ini, dan menyusun laporan penelitian)

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik tes yang dilengkapi dengan wawancara klinis. Menurut [7] wawancara adalah teknik penilaian nontes yang dilakukan melalui percakapan antara penilai dengan yang dinilai. Penilai mengadakan dialog dengan yang diwawancarai sedemikian rupa yang diwawancarai terbuka mengeluarkan pendapatnya. Alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes kinerja. Menurut [8] tes kinerja menuntut para siswa untuk secara aktif melaksanakan tugas-tugas yang kompleks dan signifikan serta menggunakan pengeyahuan dan keterampilan yang relevan untuk menyelesaikan masalah-masalah realistik dan otentik. Soal tes kinerja terbagi menjadi dua yaitu soal tes tertulis terbimbing dan soal tes tertulis yang tidak terbimbing. Soal tes terbimbing adalah soal tes dimana penyelesaiannya telah disediakan secara terbimbing. Dalam hal ini subjek mengikuti langkah–langkah penyelesaian yang telah disusun, layaknya seperti lembar kerja. Soal tes tidak terbimbing adalah soal tes dimana penyelesaiannya tidak disusun dalam bentuk lembar kerja untuk diikuti oleh subjek penelititan. Dengan kata lain, subjek bebas menyelesaikan soal menurut pemikiran mereka sendiri. Wawancara dilakukan terhadap tiga orang siswa yang diambil secara acak dari masing–masing soal tes. Tiap siswa diwawancara pada soal–soal yang tidak dijawab dengan benar.

Teknik pengolahan data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan statistik deskriptif. Sesuai dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui kemampuan siswa menyusun kalimat matematika dari soal cerita pada materi operasi bilangan bulat maka data yang diperoleh dianalisis selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel. Menurut [9], tabel merupakan kumpulan angka-angka yang disusun menurut kategori-kategori tertentu sehingga memudahkan pembuatan analisa data. Penyajian dengan tabel bisa memberikan angka-angka yang lebih teliti sedangkan diagram adalah gambar-gambar yang menunjukkan data angka secara visual, mungkin juga dengan simbol-simbol serta biasanya berasal dari tabel-tabel yang telah dibuat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

1. Penyajian data siswa akan disajikan dalam bentuk tabel, tabel variasi kalimat matematika siswa disajikan dalam bentuk tabel yang sama baik untuk variasi kalimat matematika siswa benar maupun yang salah dan untuk soal tes terbimbing maupun soal tes tidak terbimbing (bebas). Untuk tabel penyajian data, kolom variasi kalimat matematika soal terbimbing dan tidak terbimbing (bebas), yang salah maupun yang benar diisi berdasarkan ciri dari kalimat matematika yang diberikan siswa dari tiap butir soal. Sedangkan isi dari kolom bentuk adalah bentuk dari kalimat matematika siswa berdasarkan ciri variasi kalimat matematika yang diberikan siswa dari tiap butir soal.
2. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase hasil kinerja siswa soal tes tidak terbimbing maupun tes terbimbing menurut variasi kalimat matematika yang dibuat oleh siswa.
3. Kemudian, berdasarkan analisis variasi kalimat matematika siswa yang benar dan menurut nomor soal yang benar baik untuk soal terbimbing maupun soal tidak terbimbing dilakukan perhitungan dengan Chi Kuadrat.

$$x^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \qquad (1)$$

Keterangan:
x^2 = Chi Kuadrat
f_o = frekuensi yang diobservasi
f_h = frekuensi yang diharapkan [10]
Dimana,
H_0 = kecendrungan/peluang menjawab benar masing–masing nomor soal adalah sama
H_a = kecendrungan/peluang menjawab benar masing–masing nomor soal adalah tidak sama

Hasil dan Pembahasan

A. HASIL

Data yang dimaksud dalam penelitian ini merupakan data kualitatif dari variasi kalimat matematika dari suatu soal, dimana data kualitatif tersebut dikelompokkan menurut variasinya. Instrumen soal ada dua yakni, instrumen soal terbimbing dan instrumen soal tidak terbimbing (bebas). Variasi ditentukan berdasarkan tampilan jawaban siswa baik jawaban yang benar maupun jawaban yang salah. Data kuantitatif dari setiap variasi tersebut adalah data nominal yang merupakan frekuensi munculnya setiap variasi tersebut. Deskripsi data siswa ditampilkan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes Yang Terbimbing

No	Variasi	Soal Nomor											
		1			2			3			4		
		a	B	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	Pemisahan suku – suku menggunakan tanda ”=”	10	9	8	9	9	7	9	6	7	8	7	6
2	Penggunaan tanda kurung biasa	9	8	8	9	0	0	0	3	3	8	2	2
3	Tanpa tanda kurung	1	1	0	0	9	7	9	3	4	0	5	4
4	Menggunakan dua variabel berbeda	10	9	8	9	9	7	9	6	7	8	7	6
5	Penggunaan Operasi	10	9	8	9	9	7	9	6	7	8	7	6

 ISBN 978-602-61009-2-4

6	Langsung memberikan jawaban	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0

Berdasarkan **Tabel 1** dapat dijelaskan tidak semua siswa yang pada butir soal sebelumnya benar dapat dengan benar pula mengerjakan butir soal berikutnya. Hal ini dapat diketahui dari jumlah siswa yang menjawab benar pada tiap butir soal berbeda – beda, misalnya saja pada variasi urutan suku-suku dari persamaan butir soal nomor 1a, jumlah siswa yang menjawab dengan benar berbeda dengan pada butir soal nomor 1b. Untuk variasi lain yaitu langsung memberikan jawaban, hanya terdapat 4 siswa yang memberikan jawaban langsung.

Tabel 2. Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Salah Untuk Soal Tes Yang Terbimbing

No	**Variasi**	**Soal Nomor**											
		1			**2**			**3**			**4**		
		a	**b**	**c**	**A**	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**	**a**	**b**	**c**
1	Pemisahan suku – suku menggunakan tanda ”=”	5	3	4	6	5	8	6	7	5	7	7	8
2	Penggunaan tanda kurung biasa	0	1	2	0	0	0	3	3	3	1	2	1
3	Tanpa tanda kurung	5	2	2	6	5	8	3	4	2	6	5	6
4	Menggunakan dua variabel berbeda	5	2	4	6	5	8	6	7	5	7	7	8
5	Penggunaan Operasi	5	3	4	6	5	8	6	7	5	7	7	8
6	Langsung memberikan jawaban	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
7	Tidak memberikan jawaban	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1

Berdasarkan **Tabel 2** dapat dijelaskan bahwa tidak semua siswa yang pada butir soal sebelumnya salah, salah pula mengerjakan butir soal berikutnya. Hal ini dapat diketahui dari jumlah siswa yang menjawab salah pada tiap butir soal berbeda – beda, misalnya saja pada variasi pengguanaan operasi butir soal nomor 2a, jumlah siswa yang menjawab dengan salah lebih sedikit dibandingkan dengan pada butir soal nomor 2b. Untuk variasi lain, terdapat 5 siswa yang memberikan jawaban langsung dan 5 siswa yang tidak memberikan jawaban.

Tabel 3. Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes yang Tidak Terbimbing (Bebas)

No	**Variasi**	**Soal Nomor**							
		1		**2**		**3**		**4**	
		a	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**	**a**	**b**
1	Pemisahan suku – suku menggunakan tanda ”=”	6	5	6	5	5	4	6	6
2	Penggunaan tanda kurung biasa	6	0	0	0	2	2	3	3
3	Tanpa tanda kurung	0	5	6	5	3	2	3	3
4	Menggunakan dua variabel berbeda	6	5	6	5	5	4	6	6
5	Penggunaan Operasi	6	5	6	5	5	4	6	6
6	Langsung memberikan jawaban	1	1	1	1	0	0	0	0

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dijelaskan bahwa tidak semua siswa yang pada butir soal sebelumnya benar dapat dengan benar pula mengerjakan butir soal berikutnya. Hal ini dapat diketahui dari jumlah siswa yang menjawab benar pada tiap butir soal berbeda – beda, misalnya saja pada variasi penggunaan tanda

 ISBN 978-602-61009-2-4

kurung butir soal nomor 3a, jumlah siswa yang menjawab dengan benar lebih banyak dibandingkan dengan pada butir soal nomor 3b. Untuk variasi lain yaitu langsung memberikan jawaban, hanya terdapat 4 siswa yang memberikan jawaban langsung.

Tabel 4. Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Salah Untuk Soal Tes Yang Tidak Terbimbing (Bebas)

No	**Variasi**	**Soal Nomor**							
		1		**2**		**3**		**4**	
		a	**b**	**a**	**b**	**a**	**B**	**a**	**b**
1	Pemisahan suku – suku menggunakan tanda ”=”	7	8	7	8	7	8	5	5
2	Penggunaan tanda kurung biasa	5	6	1	1	2	3	2	3
3	Tanpa tanda kurung	2	2	6	7	5	5	3	2
4	Menggunakan dua variabel berbeda	7	8	7	8	7	8	5	5
5	Penggunaan Operasi	7	8	7	8	7	8	5	5
6	Langsung memberikan jawaban	0	0	1	1	1	1	1	2
7	Tidak memberikan jawaban	1	1	0	0	2	2	3	2

Berdasarkan **Tabel 4** dapat dijelaskan bahwa tidak semua siswa yang pada butir soal sebelumnya salah, salah pula mengerjakan butir soal berikutnya. Hal ini dapat diketahui dari jumlah siswa yang menjawab salah pada tiap butir soal berbeda – beda, misalnya saja pada variasi pengguanaan operasi butir soal nomor 3a, jumlah siswa yang menjawab dengan salah lebih sedikit dibandingkan dengan pada butir soal nomor 3b. Untuk variasi lain, terdapat 7 siswa yang memberikan jawaban langsung dan 11 siswa yang tidak memberikan jawaban.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Evaluasi Kinerja Soal Tes Terbimbing Secara Umum

Variasi	Klasifikasi dari bentuk	Frekuensi	Persentase (%)
Dapat dikenali	Benar	95	52,78
Tidak dapat dikenali	Benar	4	2,22
Dapat dikenali	Salah	71	39,44
Tidak dapat dikenali	Salah	10	5,56

Tabel 5 tersebut menunjukkan jika siswa diberikan soal terbimbing, sebesar 52,87 % siswa dapat dengan benar dan dapat dikenali serta 2,22 % yang benar namun tidak dikenali dalam mengubah (menafsirkan) soal cerita ke bentuk kalimat matematika. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam mengubah (menafsirkan) soal cerita menjadi kalimat matematika masih belum tuntas (kurang) karena ketuntasan siswa dalam belajar sebesar 75%.

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Evaluasi Kinerja Soal Tes Tidak Terbimbing (Bebas) Secara Umum

Variasi	Klasifikasi dari bentuk	Frekuensi	Persentase (%)
Dapat dikenali	Benar	43	35,83
Tidak dapat dikenali	Benar	4	3,33
Dapat dikenali	Salah	55	45,83
Tidak dapat dikenali	Salah	18	15

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 6 tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum dapat menafsirkan (mengubah) soal cerita menjadi bentuk kalimat matematika dengan baik jika diberikan soal tes tidak terbimbing (bebas), hal ini dapat dilihat dari hanya 35,83 % siswa yang benar dan dikenali serta 3,33% siswa yang benar tapi tidak dapat dikenali dalam mengubah soal cerita menjadi bentuk kalimat matematika, berarti kemampuan siswa dalam mengubah soal cerita menjadi kalimat matematika masuh belum tuntas (kurang) karena ketuntasan siswa dalam belajar sebesar 75%. Berdasarkan evaluasi kinerja siswa secara umum pada **Tabel 5 dan 6**, untuk soal terbimbing diketahui bahwa siswa yang dapat menjawab dengan benar dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 52,78%, siswa yang dapat menjawab dengan benar tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 2,22%, siswa yang menjawab salah dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 39,44%, siswa yang menjawab salah tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 5,56%. Untuk soal tidak terbimbing diketahui bahwa siswa yang dapat menjawab dengan benar dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 35,83%, siswa yang dapat menjawab dengan benar tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 3,33%, siswa yang menjawab salah dan jawaban tersebut dapat dikenali sebesar 45,83%, siswa yang menjawab salah tapi jawaban tersebut tidak dapat dikenali sebesar 15%. Dari hasil evaluasi kinerja ini apabila dikaikan dengan kriteria ketuntasan dalam belajar yakni sebesar 75%, berarti kinerja (kemampuan) siswa dalam mengubah (menafsirkan) soal cerita menjadi kalimat matematika yang benar masih belum tuntas (kurang).

Hasil perhitungan Chi Kuadrat rekapitulasi variasi kalimat matematika siswa yang benar untuk soal tes yang terbimbing menurut variasi.

Tabel 7. Perhitungan Chi Kuadrat Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes Yang Terbimbing Menurut Variasi

No	Variasi	f_0	f_h	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$
1	Jumlah suku di kiri dan kanan tanda ”=”	95	64	31	961	15,02
2	Penggunaan tanda kurung biasa	52	64	–12	144	2,25
3	Tanpa tanda kurung	43	64	–21	441	6,89
4	Menggunakan dua variabel berbeda	95	64	31	961	15,02
5	Penggunaan Operasi	95	64	31	961	15,02
6	Langsung memberikan jawaban	4	64	–60	3600	56,25
Jumlah		384	384	0	7068	110,45

Karena dalam perhitungan ini terdiri dari 6 kategori, maka derajat kebebasannya adalah (dk) = 6 – 1 = 5, dan taraf kesalahan yang ditetapkan adalah 5% maka harga Chi Kuadrat tabel = 11,07. Ternyata harga Chi kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (110,45 > 11,07). Sesuai ketentuan jika harga Chi Kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (χ^2 hitung > χ^2 tabel), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Jadi kesimpulannya, hipotesis nol yang diajukan bahwa kecendrungan / peluang menjawab benar masing – masing variasi adalah sama ditolak. Hal ini berarti bahwa variasi jawaban memiliki daya beda yang tinggi (variasi jawaban dapat membedakan siswa).Hasil perhitungan Chi Kuadrat rekapitulasi variasi kalimat matematika siswa yang benar untuk soal tes yang terbimbing menurut nomor soal.

Tabel 8. Perhitungan Chi Kuadrat Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes Yang Terbimbing Menurut Nomor Soal

No Soal	f_0	f_h	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$
1	110	96	14	196	2,04

 ISBN 978-602-61009-2-4

2	100	96	4	16	0,17
3	90	96	–6	36	0,38
4	84	96	–12	144	1,5
Jumlah	384	384	0	392	4,09

Karena dalam perhitungan ini terdiri dari 4 kategori, maka derajat kebebasannya adalah (dk) = 4 – 1 = 3, dan harga Chi Kuadrat tabel = 7,815 (5%). Ternyata harga Chi kuadrat tabel lebih besar dari Chi Kuadrat hitung (7,815> 4,09). Sesuai ketentuan jika harga Chi Kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (χ^2 tabel > χ^2 hitung), maka H_a ditolak dan H_0 diterima. Jadi kesimpulannya, hipotesis nol yang diajukan bahwa kecendrungan /peluang menjawab benar masing – masing nomor soal adalah sama diterima.Hasil perhitungan Chi Kuadrat rekapitulasi variasi kalimat matematika siswa yang benar untuk soal tes yang tidak terbimbing (bebas) menurut variasi:

Tabel 9. Perhitungan Chi Kuadrat Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes Yang Tidak Terbimbing (Bebas) Menurut Variasi

No	Variasi	f_0	f_h	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$
1	Jumlah suku di kiri dan kanan tanda ”=”	43	29,33	13,67	186,87	6,37
2	Penggunaan tanda kurung biasa	16	29,33	–13,33	177,69	6,06
3	Tanpa tanda kurung	27	29,33	–2,33	5,43	0,18
4	Menggunakan dua variabel berbeda	43	29,33	13,67	186,87	6,37
5	Penggunaan Operasi	43	29,33	13,67	186,87	6,37
6	Langsung memberikan jawaban	4	29,33	–25,33	641,61	21,88
Jumlah		176	176	0	1385,34	44,23

Karena dalam perhitungan ini terdiri dari 6 kategori, maka derajat kebebasannya adalah (dk) = 6 – 1 = 5, dan harga Chi Kuadrat tabel = 11,07 (5%). Ternyata harga Chi kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (44,23 > 11,07). Sesuai ketentuan jika harga Chi Kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (χ^2 hitung > χ^2 tabel), maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Jadi kesimpulannya, hipotesis nol yang diajukan bahwa kecendrungan /peluang menjawab benar masing–masing variasi adalah sama ditolak. Hal ini berarti bahwa variasi jawaban memiliki daya beda yang tinggi (variasi jawaban dapat membedakan siswa). Hasil perhitungan Chi Kuadrat rekapitulasi variasi kalimat matematika siswa yang benar untuk soal tes yang tidak terbimbing (bebas) menurut nomor soal:

Tabel 10. Perhitungan Chi Kuadrat Rekapitulasi Variasi Kalimat Matematika Siswa Yang Benar Untuk Soal Tes Yang Tidak Terbimbing (Bebas) Menurut Nomor Soal

No Soal	f_0	f_h	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$
1	46	44	2	4	0,09

 ISBN 978-602-61009-2-4

2	46	44	2	4	0,09
3	36	44	–8	64	1,45
4	48	44	4	16	0,36
Jumlah	176	176	0	88	1,99

Karena dalam perhitungan ini terdiri dari 4 kategori, maka derajat kebebasannya adalah (dk) = 4 – 1 = 3, dan harga Chi Kuadrat tabel = 7,815 (5%). Harga Chi kuadrat tabel lebih besar dari Chi Kuadrat hitung (7,815 > 1,99). Sesuai ketentuan jika harga Chi Kuadrat hitung lebih besar dari Chi Kuadrat tabel (χ^2 tabel > χ^2 hitung), maka H_a ditolak dan H_0 diterima. Jadi kesimpulannya, hipotesis nol yang diajukan bahwa kecendrungan / peluang menjawab benar masing – masing nomor soal adalah sama diterima.

B. PEMBAHASAN

1. Terkait Dengan Teori Hermeneutika

Objek kajian penelitian ini adalah variasi kalimat matematika yang disusun oleh siswa, baik dari instrumen terbimbing maupun tidak terbimbing. Variasi kalimat matematika tersebut selanjutnya diamati apakah akan menghasilkan jawaban benar atau salah. Semua aspek tersebut diamati sebagai data/informasi yang dijaring dalam penelitian ini. Dari deskripsi data diperoleh bahwa variasi kalimat matematika ada lima, yang tampak, baik yang yang akan menghasilkan jawaban salah ataupun benar, hal ini sesuai dengan referensi [11]Bentuk variasi sebagaimana dimaksud merupakan objektivasi dari objek mengenai variasi tersebut. Objektivasi tersebut merupakan aspek-aspek ontologi, yang meliputi apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Ternyata variasi kalimat matematika guru maupun siswa menampakkan adanya objektivasi struktur dari objek yang diamati. Tidak semua objektivasi struktur sampai kepada jawaban benar. Hal ini dapat diketahui dari besar persentase siswa yang salah yakni untuk soal terbimbing sebesar 45% dan untuk soal tidak terbimbing sebesar 60,83%. Mengenai benar salah jawaban tersebut ternyata tidak ditentukan pada objektivasi, tetapi pada langkah penyimbolan (simbolisasi).

Tampilan simbol pada pekerjaaan siswa sangat bervariasi, simbolisasi yang bervariasi oleh siswa ternyata dapat menghantarkan kepada jawaban benar. Temuan tersebut merupakan suatu bukti bahwa soal cerita sesungguhnya memiliki aspek-aspek referensi. Aspek referensi merupakan kode simbolik yang ditampilkan. Oleh karena itu referensial dapat dipahami sebagai pemahaman seseorang sebagai suatu proses yang tidak sendiri, artinya bahwa ia sangat terkait dengan konteks orang yang belajar serta pengalaman belajar seseorang. Aspek referensial seseorang ternyata terkait dengan disiplin ilmu yang relevan. Sebagai contoh, data menunjukan bahwa kalimat matematika siswa menggunakan pengetahuan yang bervariasi, antara lain adalah dalam meletakkan suku-suku, dalam menggunakan simbol-simbol operasi, maupun dalam menggunakan tanda kurung. Kelima tahapan tersebut kemudian dapat dikenali mengenai kebermaknaannya. Data menunjukkan bahwa siswa meletakkan kebermaknaan pada aspek kontekstual dalam soal cerita. Oleh sebab itu kebermaknaan pada siswa dapat dikenali sebagai kebermaknaan substansial, yakni siswa dapat mengaitkan informasi pada soal cerita dengan pemahaman keseharian mereka (bidang lain).

2. Terkait Dengan Problem Solving

Mengenai *problem solving*, tampak juga bahwa tahapan Polya [12] tidak seluruhnya muncul pada jawaban siswa, meskipun jawaban tersebut akan sampai pada jawaban benar. Hal ini merupakan bukti lagi bahwa tahapan belajar Polya kurang akomodatif dibandingkan dengan tahapan berpikir hermeneutika.

3. Terkait dengan Bahasa Matematika

Bahasa matematika siswa lebih bervariasi. Mereka menerjemahkan bahasa dari soal cerita kepada suatu susunan yang mereka pahami sesuai dengan referensi [13]. Misalnya dalam meletakkan suku-suku dari suatu soal cerita. Begitu pula mengenai variabel, dimana guru cenderung menggunakan simbol x dan y serta a dan b, sementara siswa selain menggunakan huruf-huruf yang biasa digunakan sebagai variabel dalam matematika juga menggunakan huruf –huruf yang mereka ketahui selama ini. Hal ini memang merupakan aspek kritis dalam pembelajaran matematika. Bahasa matematika siswa adalah secara pas

 ISBN 978-602-61009-2-4

dimunculkan dari cerita, dimana kalimat-kalimat dalam soal cerita disusun sesuai urutan dalam soal cerita. Ditemukan misalnya adalah bahwa operasi sesuai dengan makna kata yang dikenal anak sehari-hari. Misalnya lebih tua diganti dengan operasi jumlah, lebih muda diganti dengan operasi kurang, tanpa memperhatikan kebutuhan bahasa matematika untuk diselesaikan.

4. Terkait Dengan Kemampuan Koneksi Matematik Siswa

Terkait dengan kemampuan koneksi, maka bahasa matematika siswa dapat dipahami sebagai bahasa pengalaman, koneksi matematika adalah terutama didasarkan pada pengalaman empiris [14]. Oleh sebab itu, simbol kemudian belum terlalu dipandang sebagai aspek penting. Seringkali simbol tidak dimunculkan pada jawaban siswa meskipun jawaban tersebut benar. Misalnya, siswa langsung memasukkan bilangan-bilangan yang dimaksud dalam soal cerita tanpa menyertakan simbol. Apabila dikaji dari sisi koneksi matematika, maka tampilan pekerjaan siswa sebagaimana dimaksud dapat dipahami menurut representasinya. Siswa cenderung menggunakan representasi semi abstrak, dan memang mereka masih mengalami kesulitan dalam penyajian yang abstrak. Selain itu, soal cerita seringpula ditampakkan oleh siswa pada jawaban akhir saja. Jawaban akhir seringkali juga ditampakkan dari berbagai sajian operasi dan ungkapan. Memang ungkapan berbeda dapat memberikan hasil yang sama, tetapi belumlah serta merta merupakan penerjemahan dari soal cerita. Data pendukungnya antara lain adalah ungkapan yang tidak runtut, sehingga ada jawaban yang salah atau tidak sampai kepada jawaban apabila diselesaikan.

5. Terkait dengan Soal cerita

Dalam hal memahami masalah, ditemukan bahwa aspek ontologi dari soal terjadi kerancuan dalam menyusun ungkapan-ungkapan matematika. Hal ini tidak sesuai dengan langkah penyelesaian masalah [15]. Misalnya substitusi ungkapan tidak selalu sampai kepada ungkapan akhir untuk dapat diselaikan. Tampilan tersebut kemudian berimplikasi pada rencana penyelesaian yang akan disusun. Data yang dideskripsikan menunjukkan bahwa rencana penyelesaian tidak terkait dengan pemahaman masalahnya. Rencana yang disusun bisa berbeda dengan ontologinya. Begitu pula dalam hal pelaksanaan rencana. Tampak bahwa susunan jawaban siswa tidak menampakkan hubungan antara pemahaman dan perencanaan yang disusun. Sehingga ungkapan akhir berbeda dengan yang direncanakan pada langkah awal. Hampir semua siswa belum melakukan pemeriksaan atas rumusan akhir atau kalimat matematika akhir. Misalnya ungkapan akhir apabila diselesaikan tidak sampai pada jawaban benar.

6. Hasil Wawancara

Dari hasil wawancara dengan tiga orang siswa dari masing – masing soal tes diperoleh informasi bahwa siswa masih kesulitan dalam mengubah soal cerita menjadi kalimat matematika baik untuk soal tes terbimbing maupun soal tes tidak terbimbing. Hal ini dikarenakan keterbatasan bahasa matematika yang dimiliki oleh siswa, pada soal nomor 1 yaitu kata lebih mahal, soal nomor 2 yakni kata enam tahun yang akan datang dan kata tiga kali, soal nomor 3 yakni kata dua kali dan soal nomor 4 yakni kata lebih tua,dua kali dan kata selisih, karena keterbatasan bahasa yang dimilki oleh siswa, siswa menjadi kesulitan dalam menerjemahkan dan menentukan operasi apa yang seharusnya digunakan, apakah operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian atau pembagian. Selain itu, untuk soal nomor 2 dan nomor 4 terdapat siswa yang melakukan kesalahan dalam pengoperasian dan penggunaan sifat – sifat yang ada pada operasi hitung. Sehingga jawaban akhir menjadi salah, padahal mereka sudah mampu mengubah (menafsirkan) soal cerita menjadi kalimat matematika dengan benar. Pada soal nomor 2 dan nomor 4 siswa melakukan kesalahan pada saat pengoperasian menggunakan sifat distributif.

Simpulan dan Saran

A. SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil jawaban siswa baik dari soal terbimbing maupun yang tidak terbimbing menunjukkan bahwa kalimat matematika yang disusun oleh siswa terdapat beragam variasi. Artinya, siswa memiliki kemampuan mengkonstruksi ungkapan matematika oleh mereka sendiri.

 ISBN 978-602-61009-2-4

2. Kinerja siswa lebih baik jika diberikan soal tes yang terbimbing (55%) daripada soal tes tidak terbimbing (39,17%), dapat disimpulkan bahwa soal tes terbimbing lebih objektif dalam menilai kinerja. Siswa yang menjawab benar tapi tidak dikenali untuk masing-masing soal kecil persentasenya dan untuk siswa yang menjawab salah dapat dikenali dan tidak dapat dikenali, kesalahan tersebut lebih dikarenakan kurangnya keterampilan berhitung siswa. Kinerja siswa pada soal tes tidak terbimbing menampakkan kesalahan didalam menerjemahkan (menyusun) penyelesaian. Kesalahan tersebut dikarenakan kurangnya kemampuan siswa dalam mengubah soal cerita menjadi bentuk penyimbolan matematika.

B. SARAN

1. Data yang dideskripsikan mendukung teori hermeneutika, *problem solving*, koneksi matematik dan teori Polya khususnya mengenai soal cerita. Dengan demikian peneliti menyarankan agar pembelajaran soal cerita tidak hanya menggunakan tahapan teori Polya tetapi juga dapat menggunakan teori hermeneutika.
2. Terkait dengan guru, disarankan agar pembelajaran soal cerita lebih terbuka, artinya langkah-langkah penyelesaian dimintakan kepada siswa, misalnya melalui soal tak terbimbing. Guru juga disarankan dapat menggunakan penyelesaian terbimbing untuk melihat variasi yang terarah juga disarankan dalam pembelajaran matematika perlu dikenali dan diidentifikasi aspek – aspek keterbahasaan siswa serta siswa dilatih untuk memahami istilah – istilah yang ada dalam kehidupan sehari – hari.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan intrumen untuk menggali kinerja dalam soal cerita lebih dikembangkan dan untuk uji coba sampelnya diperbanyak dalam rangka memperkaya objektivas.

Daftar Pustaka

[1] Wahyudi, Sigit. 1998. *Analisis Kemampuan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal – Soal Cerita Pada Topik Persamaan Kuadrat Di Kelas III SLTP*. Skripsi. Pontianak: FKIP UNTAN

[2] Maulidiyah, Yenny. 2007. *Analisis Kemampuan Siswa Menggunakan Langkah – Langkah Polya Dalam Menyelesaikan Soal – Soal Cerita Pada Pokok Bahasan Sistem Persamaan Linier Dua Variabel Di Kelas VIII SMP*. Skripsi. Pontianak: FKIP UNTAN

[3] Wilis, Ratna. 1996. *Teori – Teori Belajar*. Bandung: Erlangga

[4] BSNP. 2006. *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: BSNP

[5] Nazir, Muhammad. 1998. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia

[6] Azwar, A. & Prihartono, J. 1987. *Metodologi Penelitian kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: PT. Bina Rupa Aksara

[7] Prawironegoro. 1995. *Evaluasi hasil Belajar Khusus Analisis Soal Matematika Bidang Studi Pendidikan Matematika*. Jakarta: Fortuna

[8] Karim, Muchtar, Abdul. 2003. *Asesmen Autentik, Portofolio, dan Asesmen Terpadu dalam Pembelajaran Matematika Aliyah*. Makalah disajikan pada Regional Workshop tentang Sosialisasi dan Implementasi KBK Kota Malang. Malang 19 – 24 Januari 2004.

[9] Subagyo, Pangestu. 2003. *Statistik Deskriptif*. Yogyakarta: BPFE

[10] Sugiono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: CV. Alfabeta

[11] Saidi, I Acep. 2008. Hermeneutika, Sebuah Cara Untuk Memahami Teks. [Online]. Tersedia. http://jiwangga.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10%3Ahermenutik&catid=14%3Acatatan&Itemid=4&showall=1 [April 2008]
[12] Polya, George. 1962. *Mathematical Discovery*. New York: Princenton Univercity Press
[13] Sruiasumantri, Jujun S. 2001. *Filsafat Ilmu Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
[14] Sumarmo, 1994. *Suatu Alternatif Pengajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematika Pada Guru dan Siswa SMP*.Laporan penelitian IKIP Bandung. Bandung: Tidak diterbitkan.
[15] Polya, George. 1962. *Mathematical Discovery*. New York: Princenton Univercity Press

XVI. PENERAPAN MODEL THINK-TALK-WRITE (TTW) DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN MENURUNKAN MATHEMATICS ANXIETY SISWA

Norma Galih Sumadi[1], Nur Sholihah[2], Rina Musannadah[3]
Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta
norma.galih2015@student.uny.ac.id

Abstrak—Rendahnya kemampuan komunikasi matematis serta semakin tingginya kecemasan matematis siswa Indonesia perlu segera ditangani mengingat besarnya pengaruh kemampuan komunikasi matematis dan kecemasan matematis tidak hanya terhadap prestasi belajar siswa, namun juga terhadap penerapan konsep-konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari siswa. Salah satu model pembelajaran yang dinilai dapat menawarkan perbaikan terhadap kedua aspek tersebut adalah model pembelajaran *Think-Talk-Write* (TTW). Berdasarkan hasil kajian pustaka yang telah dilakukan, ditemukan bahwa model pembelajaran TTW mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan mendorong siswa terlibat aktif dalam diskusi melalui tahap *Talk* dan memberikan kesempatan/membiasakan siswa untuk menuliskan gagasan dalam bahasa dan simbol matematis pada tahap *Write* serta mengurangi kecemasan matematika dengan cara: a) mengurangi kemungkinan siswa merasa malu selama pembelajaran; b) mendorong siswa terlibat aktif selama pembelajaran; serta c) mengorganisasi siswa untuk bekerja dalam grup kooperatif

Kata kunci: komunikasi matematis, kecemasan matematika, think-talk-write (TTW)

Pendahuluan

 ISBN 978-602-61009-2-4

Perkembangan tekhnologi yang semakin pesat di era revolusi industri 4.0 ini menuntut kita untuk terus berkembang dan memperbaharui daya pikir kita agar senantiasa dapat mengikuti perkembangan yang ada dan tidak tergerus oleh zaman. Oleh karena itu, penguasaan terhadap ilmu pengetahuan-ilmu pengetahuan yang mendasari perkembangan itu sendiri sangatlah penting untuk dilakukan sejak dini. Salah satunya adalah matematika, sebagaimana tertera dalam Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 mengenai Kurikulum 2013 bahwa matematika dikatakan sebagai ilmu yang mendasari perkembangan teknologi modern serta mampu memajukan daya pikir manusia[1].

Penguasaan matematika siswa-siswa di Indonesia dapat dilihat dari hasil keikutsertaan siswa-siswa Indonesia dalam tes-tes tingkat internasional, seperti *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) dan *Programme for International Student Assessment* (PISA). Pada tahun 2011, keikutsertaan Indonesia dalam TIMSS memberikan hasil rata-rata skor 386, terpaut 114 poin dari rata-rata skor internasional. Pencapaian skor tersebut mengalami penurunan sebesar 11 poin dari partisipasi siswa kelas 8 Indonesia pada TIMSS tahun 2007, dengan perolehan skor 397[2]. Disamping perolehan hasil TIMSS, keikutsertaan Indonesia dalam PISA tahun 2015 juga menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Indonesia memperoleh capaian skor 386 dalam literasi matematika[3](OECD, 2016).

Dari hasil perolehan rata-rata skor siswa Indonesia dalam TIMSS tahun 2007 dan 2011, serta PISA tahun 2015 tersebut dapat terlihat bahwa penguasaan/prestasi matematika siswa Indonesia masih rendah. Hal tersebut disinyalir erat kaitannya dengan rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa. Dugaan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Astuti & Leonard[4] yang menyebutkan bahwa kemampuan komunikasi matematis berpengaruh positif terhadap prestasi matematika siswa.

Dalam TIMSS 2011 sendiri, soal-soal yang menguji kemampuan komunikasi matematis siswa ditandai dengan indikator: (1) mampu mengekspresikan sifat-sifat aljabar secara umum, (2) mampu memberikan alasan dengan gambar secara geometri untuk menyelesaikan soal/masalah, (3) mampu memberikan alasan dengan data dari berbagai sumber atau representasi yang tidak biasa untuk menyelesaikan masalah-masalah non rutin, (4) mampu menghubungkan gambar dua dimensi dengan objek tiga dimensi, (5) mampu membaca, mengintepretasikan, dan mengkonstruksi grafik dan tabel, serta (6) mampu menganalisis data di dalam berbagai jenis grafik[2].

Dari analisis jawaban siswa terhadap beberapa contoh soal TIMSS 2011 yang mewakili indikator kemampuan komunikasi matematis, diperoleh hasil bahwa presentase siswa Indonesia yang menjawab benar dapat dikatakan tergolong rendah, dan memiliki perbedaan yang cukup jauh jika dibandingkan dengan rata-rata presentase internasional. Hal tersebut tentunya menjadi tantangan tersendiri bagi pendidik, mengingat begitu pentingnya peranan komunikasi matematis sebagai salah satu dari 4 kompetensi yang paling dibutuhkan di abad XXI. Selain itu, kemampuan komunikasi juga termasuk dalam salah satu dari lima standar kemampuan matematis yang harus dimiliki siswa yang telah ditetapkan oleh NCTM[5]. Dalam praktiknya, kemampuan komunikasi matematis juga sangat diperlukan agar siswa dapat menjustifikasi dan menerangkan ide-ide matematis mereka sehingga dapat menjelaskan hasil penalaran, mengasah kemampuan *reasoning*, serta meningkatkan pemahaman konseptual mereka terhadap konsep-konsep matematika yang ada[6].

Selain kemampuan komunikasi matematis, faktor lain yang diduga berkaitan dengan rendahnya prestasi matematika siswa Indonesia adalah kecemasan matematika atau yang dikenal dengan istilah *Mathematics Anxiety*. Dugaan tersebut didukung oleh beberapa penelitian terkait hubungan kecemasan dan prestasi matematika yang telah dilakukan sebelumnya, salah satunya adalah hasil penelitian Zakaria & Nordin[7] yang menyatakan bahwa terdapat hubungan antara kecemasan matematika dan prestasi matematika – semakin tinggi kecemasan matematika seseorang, semakin rendah prestasi matematikanya. Hasil penelitian tersebut senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Woodard[8] mengenai hubungan kecemasan matematika dan prestasi matematika, jenis kelamin, serta usia siswa yang menunjukkan adanya relasi negatif yang signifikan antara kecemasan matematika dan prestasi matematika.

Tingkat kecemasan matematika siswa SMP di Indonesia sendiri dapat dilihat dari analisis TIMSS 2007 dan TIMSS 2011 terkait ketertarikan siswa terhadap pelajaran matematika. Berdasarkan hasil survey TIMSS 2007 dan TIMSS 2011, berikut presentase ketertarikan siswa terhadap pelajaran matematika:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 1 Presentase ketertarikan siswa terhadap pelajaran matematika

Tahun	Suka Belajar Matematika	Agak Suka Belajar Matematika	Tidak Suka Belajar Matematika
1999	82%	14%	4%
2007	72%	21%	7%
2011	31%	61%	8%

Dari hasil analisa pada tabel 1, dapat terlihat bahwa tingkat ketertarikan siswa Indonesia terhadap matematika terus mengalami penurunan, yang mengindikasikan meningkatnya tingkat kecemasan siswa terhadap matematika. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Luo, Wang, & Luo[9] yang menunjukkan bahwa semakin rendah atau tidak adanya ketertarikan siswa terhadap matematika, semakin tinggi kecemasan matematika yang mereka miliki. Hasil ini tentunya sangat mengkhawatirkan mengingat kecemasan matematika bahkan dinilai lebih berbahaya dari sekedar "buruk" dalam matematika, karena kecemasan matematika mampu menyita *working memory* seseorang yang diperlukan untuk memecahkan masalah[10]. Selain itu, Richardson & Suinn[11] juga menyatakan bahwa kecemasan matematika dapat mempersulit seseorang untuk menguasai tingkatan dasar matematika serta melanjutkan ke pelajaran matematika pada tingkatan yang lebih tinggi.

Melihat kondisi kemampuan komunikasi matematis siswa Indonesia yang masih dapat dikatakan rendah serta kecemasan matematis yang tinggi, dapat kita yakini bahwa perlu dikembangkan pembelajaran matematika yang mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan komunikasi matematis sekaligus menurunkan tingkat kecemasan matematika siswa. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Ruseffendi (dalam Simanjuntak)[12] yang menyatakan bahwa kemampuan masing-masing siswa bukanlah semata-mata bawaan dari lahir melainkan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, salah satunya lingkungan. Hal tersebut didukung oleh pendapat Syah[13] bahwa faktor eksternal yang berupa situasi dan kondisi lingkungan di sekitar siswa merupakan salah satu faktor yang turut mempengaruhi kecemasan siswa. Oleh karena itu, pemahaman serta penguasaan lingkungan belajar (termasuk didalamnya model, strategi serta media pembelajaran) yang tepat oleh guru memegang peranan yang sangat penting dalam mengembangkan kemampuan matematis siswa. Guru selaku fasilitator perlu memfasilitasi siswa dengan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan sekaligus efektif yang melibatkan siswa secara aktif baik dari segi fisik, mental maupun sosial.

Salah satu model pembelajaran yang dianggap dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah model pembelajaran *Think-Talk-Write* (TTW). Model pembelajaran TTW memiliki tiga tahap utama dalam pelaksanaannya yaitu berpikir *(think)*, berbicara/berdiskusi *(talk)*, dan menulis *(write)*. Melalui model pembelajaran ini, siswa diberi kesempatan untuk berkomunikasi dengan dirinya sendiri serta terman-temannya dalam setting kelompok heterogen secara lisan maupun tertulis. Selain itu, siswa juga diberi kesempatan untuk mendiskusikan gagasannya dalam kelompok kecil terlebih dahulu sebelum disampaikan di depan kelas, sehingga dapat memperkecil kemungkinan siswa merasa malu karena memperoleh penyelesaian yang salah. Dengan demikian, kajian literatur ini dilakukan dengan tujuan untuk menemukan apakah pelaksanaan model pembelajaran TTW berpengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis dan kecemasan matematika siswa.

Hasil dan Pembahasan

 ISBN 978-602-61009-2-4

A. Komunikasi Matematis

Komunikasi matematis diartikan sebagai suatu cara untuk membagikan gagasan dan memperjelas suatu pemahaman/pengertian[5]. Secara lebih spesifik, kemampuan komunikasi matematis didefinikan sebagai kesanggupan atau kecakapan siswa untuk menyatakan dan menafsirkan gagasan matematis secara lisan, tertulis, atau mendemonstrasikan apa yang ada dalam persoalan matematika[14]. Dari penjelasan tersebut, dapat kita ambil kesimpulan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan suatu kemampuan yang dimiliki oleh seseorang untuk mengutarakan serta mendukung gagasan matematisnya secara lisan maupun tertulis.

Dalam praktiknya, kemampuan komunikasi matematis sangat diperlukan agar siswa dapat menjustifikasi dan menerangkan ide-ide matematis mereka sehingga dapat menjelaskan hasil penalaran, mengasah kemampuan *reasoning*, serta meningkatkan pemahaman konseptual mereka terhadap konsep-konsep matematika yang ada[6]. Kemampuan komunikasi matematis juga terbukti memberi pengaruh yang positif dan signifikan terhadap prestasi belajar[4]. Oleh karena itu, kemampuan komunikasi matematis sangatlah penting untuk menunjang prestasi matematika siswa serta menerapkan konsep dan gagasan matematika dalam kehidupan sehari-hari

Seperti yang kita ketahui, kemampuan komunikasi matematis setiap orang berbeda satu dengan yang lainnya. Seorang guru tentunya perlu mengetahui kemampuan komunikasi siswa-siswanya. Untuk dapat mengetahui kemampuan komunikasi matematis seseorang dapat digunakan beberapa indikator sebagai berikut: a) kemampuan mengorganisasi dan menguatkan pemikiran matematis mereka melalui komunikasi; b) kemampuan mengomunikasikan pemikiran matematis mereka secara koheren dan jelas kepada teman sebaya, guru, dan orang lain; c) kemampuan menganalisa dan mengevaluasi permikiran dan strategi matematis orang lain; serta d) kemampuan menggunakan bahasa matematis untuk menyatakan gagasan/ide-ide matematis secara tepat[15].

Agar mampu menguasai indikator-indikator yang telah disebutkan diatas, tentunya guru perlu mengembangkan kegiatan belajar mengajar yang mampu mengembangkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Menurut Sumarmo[16], kegiatan yang melibatkan kemampuan komunikasi matematis siswa adalah: a) menyatakan suati situasi, gambar, diagram, atau benda nyata ke dalam bahasa, simbol, idea, atau model matematik; b) menjelaskan idea, situasi, dan relasi matematika secara lisan atau tulisan; c) mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika; d) membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis; serta e) mengungkapkan kembali suatu uraian atau paragraf matematika dalam bahasa sendiri.

B. Kecemasan Matematika (Mathematics Anxiety)

Seseorang yang merasa tegang/tertekan, cemas, dan takut terhadap situasi yang berkaitan dengan matematika dikatakan memiliki kecemasan matematika[10]. Sejalan dengan pengertian tersebut, kecemasan matematika diartikan oleh Richardson & Suinn[11] sebagai perasaan tertekan dan cemas yang mengganggu proses manipulasi angka dan penyelesaian masalah matematika dalam kehidupan sehari-hari dan situasi akademis. Dari definisi-definisi tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kecemasan matematika merupakan suatu perasaan tidak menyenangkan, tidak nyaman, bahkan cemas yang dirasakan oleh seseorang ketika harus berhadapan dengan matematika, baik itu ketika mengikuti pembelajaran matematika, berdiskusi dan menyelesaikan matematika, atau bahkan ketika hanya membayangkan mengenai matematika.

Gejala yang ditunjukkan ketika seseorang mengalami kecemasan matematika tentunya berbeda-beda satu dengan yang lainnya. Secara umum, Dacey[17] mengungkapkan bahwa gejala-gejala kecemasan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yakni: a) gejala psikologis berupa kegelisahan, gugup, tegang, cemas, rasa tidak aman, takut, cepat terkejut; b) gejala fisiologis berupa jantung berdebar, keringat dingin pada telapak tangan, tekanan darah meninggi, dan sebagainya; dan c) gejala sosial berupa perilaku yang ditunjukkan oleh individu di lingkungannya misalnya mengalami gangguan tidur.

Beberapa penelitian telah menemukan adanya pengaruh kecemasan matematika terhadap beberapa variabel penting yang terkait dengan pembelajaran matematika, yaitu ketertarikan/motivasi belajar matematika[9], prestasi[7] serta kecakapan/keterampilan matematika[18]. Pengaruh kecemasan matematika terhadap keterampilan seseorang dalam menyelesaikan permasalahan matematika dijelaskan oleh Beilock dan Willingham[10] melalui teori *working memory*.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Kecemasan matematika pada dasarnya mendorong siswa untuk melakukan dua hal secara bersamaan: menyelesaikan permasalahan matematika dan menangani kecemasan matematika mereka . Hal tersebut menyebabkan mereka memiliki lebih sedikit *working memory* yang digunakan untuk memikirkan persoalan matematika, sehingga kecakapan matematikanya pun cenderung lebih rendah. Oleh karena itu, kecemasan matematika cukup banyak mengambil peran dalam menentukan prestasi dan kecakapan matematika seseorang.

Melihat pengaruhnya yang cukup besar, tentunya diperlukan usaha untuk mengatasi kecemasan matematika yang dimiliki oleh siswa. Untuk itu dibutuhkan upaya untuk menganalisa terlebih dahulu akar dari munculnya kecemasan matematika itu sendiri. Kecemasan terhadap matematika tentunya tidak muncul begitu saja. Syah[13] menjelaskan adanya faktor-faktor yang dapat menimbulkan kecemasan, yaitu: a) Faktor Internal Siswa, yang meliputi gangguan atau ketidakmampuan psikofisik siswa yang dapat bersifat: kognitif (rendahnya intelektual/ inteligensi siswa), afektif (labilnya emosi dan sikap), dan psikomotor (terganggunya alat indera siswa); b) Faktor Eksternal, yang meliputi semua situasi dan kondisi lingkungan sekitar siswa (lingkungan keluarga, masyarakat, dan sekolah); c) Kejenuhan Belajar, yaitu rentang waktu tertentu yang digunakan untuk belajar, tetapi tidak mendatangkan hasil; dan d) Kelelahan, dapat menjadi faktor pemicu kecemasan matematika karena siswa tidak dapat melanjutkan proses belajarnya yang sudah pada batas kemampuan jasmaniahnya.

Dari faktor-faktor tersebut dapat dilihat bahwa salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kecemasan matematika adalah dengan mengembangkan pembelajaran yang dapat memfasilitasi siswa agar dapat mengatasi kecemasan matematika yang dimilikinya sedikit demi sedikit, baik dari internal maupun eksternal siswa. Hal tersebut didukung oleh pendapat Saputra[19] bahwa guru memegang peranan yang sangat penting dalam memahami siswa dan mencoba membawa pembelajaran matematika agar lebih mudah diterima dan menyenangkan bagi siswa. Selain itu, beberapa cara yang dapat dilakukan guru untuk membantu mengurangi kecemasan matematika siswa adalah sebagai berikut: a) mengurangi kemungkinan siswa merasa malu selama pembelajaran; b) mendorong terlaksananya pembelajaran secara aktif; c) mengorganisasi siswa untuk bekerja dalam grup kooperatif; d) membangun kemampuan yang kuat serta sikap yang positif terhadap matematika; serta e) mendorong siswa untuk berpikir kritis[20].

C. Model Pembelajaran Think-Talk-Write (TTW)

Model pembelajaran TTW pertama kali dikenalkan oleh Huinker dan Laughlin. TTW merupakan salah satu pembelajaran kooperatif yang bertujuan meningkatkan dan mengembangkan kreativitas siswa dalam berpikir kritis, berkarya dan berkomunikasi secara aktif melalui diskusi kelompok, presentasi[21]. Sumber lain mendefinisikan model pembelajaran *Think Talk Write (TTW)* sebagai model pembelajaran yang berusaha membangun pemikiran, merefleksi, dan mengorganisasi ide, kemudian menguji ide tersebut sebelum siswa diharapkan untuk menulis ide-ide tersebut[22].

Dalam penerapannya, pembelajaran dengan model TTW dimulai dengan siswa mengamati permasalahan yang ada kemudian memikirkan kemungkinan penyelesaiannya secara individual *(Think)*, dilanjutkan dengan berdiskusi secara kelompok *(Talk)*, kemudian menuliskan hasil diskusi *(Write)* dan menampilkan/ mengkomunikasikannya di depan kelas. Hal yang sama juga dilakukan oleh Gopalakrishnan[23] pada penelitiannya melalui model pembelajaran TTW. Sedikit poin penting yang membedakan penelitian tersebut adalah kegiatan menulis pada tahap *Talk* dibatasi sesuai dengan permasalahan yang didiskusikan oleh siswa. Dalam beberapa kasus, kegiatan menulis pada tahap ini diusahakan untuk seminimal mungkin terbatas pada mengilustrasikan inti dari penyelesaian masalah untuk menghindari kemungkinan siswa menyalin mentah-mentah penyelesaian teman dan menuntut mereka untuk mendiskusikan metode/langkah penyelesaian yang harus dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi.

Secara lebih rinci, berikut tahapan model TTW yang dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika:

1. Tahap Berpikir *(Think)* – Guru mengenalkan materi atau permasalahan yang akan dibahas pada pembelajaran terkait. Dapat dilakukan dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari materi pada buku teks atau memberikan permasalahan dalam bentuk lembar kegiatan siswa. Selanjutnya siswa

 ISBN 978-602-61009-2-4

diberi kesempatan untuk mengamati, mencatat hal-hal penting, mempelajari materi atau permasalahan yang diberikan sekaligus memikirkan alternatif solusi dan langkah-langkah penyelesaian masalah pada lembar kegiatan siswa secara individu.

2. Tahap Diskusi *(Talk)* – Setelah dikelompokkan secara heterogen dengan anggota 3-5 orang, siswa diarahkan agar dapat berpartisipasi aktif dalam kelompok dengan saling berdiskusi dan mengutarakan hasil dari tahap *Think* berupa ide/gagasan matematis serta mengungkapkan alasan dan analisisnya untuk memperkuat gagasan yang disampaikan.
3. Tahap Menulis *(Write)* – Siswa diminta untuk menuliskan hasil belajar dan diskusi kelompok terkait permasalahan yang dibahas (dapat berupa kesimpulan maupun penyelesaian masalah) dengan bahasa sendiri.

D. Pengaruh Model Pembelajaran TTW terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Kecemasan Matematika

Penerapan model pembelajaran TTW diharapkan dapat memfasilitasi siswa untuk megembangkan kemampuan komunikasi matematisnya secara lisan maupun tertulis. Sebagaimana pendapat Sullivan & Mcconnell[24] , untuk membangun kemampuan komunikasi matematis diperlukan pengalaman berkomunikasi secara berulang-ulang selama pembelajaran. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keterkaitan antara model pembelajaran TTW terhadap kemampuan komunikasi matematis terlihat pada aspek berikut:

1. Terlibat dalam diskusi
   Pada tahap *Talk*, siswa diarahkan untuk terlibat aktif dalam diskusi dan saling menyampaikan gagasannya serta alasan dan analisisnya untuk menguatkan gagasan tersebut sekaligus meyakinkan anggota kelompok lainnya bahwa gagasan tersebut adalah benar. Dengan membiasakan siswa untuk menyatakan dan menguatkan gagasannya melalui diskusi diharapkan dapat menjadi wadah bagi siswa untuk terus berlatih dan mengembangkan kemampuannya dalam menyatakan serta memberikan landasan untuk ide-idenya secara lisan. Ketika siswa terbiasa menyatakan atau mendiskusikan gagasannya, pola pikir serta sistematika penyampaian gagasan dan analisis siswa pun menjadi lebih terlatih, sehingga melalui pembiasaan melibatkan siswa dalam diskusi dinilai mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa terutama secara lisan.
2. Kesempatan untuk menuliskan gagasan dalam bahasa dan simbol matematis
   Selain komunikasi matematis secara lisan, kemampuan komunikasi matematis secara tertulis juga diharapkan dapat meningkat pada tahap *Write*. Pada tahap ini siswa diarahkan untuk berlatih mengomunikasikan ide-ide/gagasan, menyatakan suatu situasi, menuliskan alasan pemilihan langkah penyelesaian serta menuliskan kesimpulan mereka secara tertulis menggunakan bahasa dan simbol-simbol matematika. Dengan memberikan kesempatan menulis bagi siswa secara berulang, siswa menjadi lebih terbiasa untuk mengungkapkan gagasan dan analisisnya secara tertulis menggunakan bahasa dan simbol matematika sehingga diharapkan kemampuan komunikasi matematisnya dapat meningkat.

Disamping itu, penerapan model TTW dalam pendekatan saintifik ini diharapkan juga dapat mengurangi tingkat kecemasan matematis siswa melalui tiga cara, sesuai yang tertuang pada *"Strategies for Reducing Math Anxiety"*[20]:

1. Mengurangi kemungkinan siswa merasa malu selama pembelajaran.
   Pada model pembelajaran TTW siswa diberi kesempatan untuk berkomunikasi dengan dirinya sendiri dan memikirkan alternatif solusi dari persoalan yang disediakan pada tahap *Think*, sehingga siswa yang agak lambat dalam berpikir atau memiliki kecakapan matematika yang rendah dapat memperoleh kesempatan untuk berpikir terlebih dahulu dan menyiapkan bahan yang akan disampaikannya dalam diskusi kelompok. Hal tersebut diharapkan dapat mengurangi rasa malu siswa dan meningkatkan rasa percaya dirinya bahwa ia juga ternyata dapat turut berpartisipasi dalam menyelesaikan permasalahan kelompok. Selain itu, pada tahap *Talk* siswa juga diberi kesempatan untuk mendiskusikan gagasannya dalam kelompok kecil terlebih dahulu sebelum disampaikan di depan kelas, sehingga dapat memperkecil kemungkinan siswa merasa malu karena memperoleh penyelesaian yang salah.
2. Mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran

 ISBN 978-602-61009-2-4

Sebagaimana yang telah disampaikan oleh Elida[25] bahwa aktivitas berpikir, berbicara, dan menulis adalah salah satu bentuk aktivitas belajar-mengajar matematika yang memberikan peluang kepada siswa untuk berpartisipasi aktif. Demikian pula dengan penerapan model pembelajaran TTW melalui tahap *Think*, *Talk* dan *Write* diharapkan dapat memfasilitasi siswa untuk mengalami pembelajaran yang aktif. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa siswa lebih tertarik untuk mengeksplor, berpikir, berlatih, dan menggunakan pengetahuannya dibandingkan hanya mendengarkan deskripsi verbal dari suatu konsep. Ketika siswa lebih tertarik dalam pembelajaran, mereka pun akan mengikuti langkah-langkah dalam pembelajaran berdasarkan ketertarikan dan rasa ingin tahunya sehingga mengurangi unsur keterpaksaan dan tertekan. Selain itu, ketika siswa dapat melaksanakan pembelajaran secara aktif, rasa percaya dirinya pun akan meningkat karena hasil dari pembelajaran diperoleh atas kerja kerasnya sendiri tidak hanya berdasarkan pemberian materi dari guru. Dengan demikian, diharapkan kecemasan siswa dalam belajar matematika dapat berkurang.

3. Mengorganisasi siswa untuk bekerja dalam grup kooperatif

   Kecemasan matematika seringkali dikaitkan dengan model pembelajaran atau pengajaran yang menekankan pada kompetisi antar individu dan mendorong siswa untuk bekerja secara individu pula. Hal tersebut lah yang mendasari diciptakannya pembelajaran kooperatif. Berbagai hasil penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pembelajaran dalam setting grup kooperatif menunjukkan komunikasi yang lebih efektif, proses saling membantu untuk mencapai hasil belajar yang lebih baik, perasaan terlibat yang lebih besar, berkurangnya rasa takut akan kegagalan menyelesaikan permasalahan, serta sikap saling percaya antar siswa[26]. Begitu pula melalui tahap *Talk* siswa diberikan kesempatan untuk berdiskusi dengan kelompoknya yang secara tidak langsung memberikan rasa nyaman karena tercipta proses saling membantu dalam kelompok. Selain itu, kebanyakan siswa juga cenderung lebih nyaman dan terbuka ketika berdiskusi dengan teman sendiri dalam kelompok kecil dibandingkan ketika harus berdiskusi secara klasikal dengan bimbingan guru, sehingga melalui diskusi *(Talk)* dalam kelompok kooperatif dinilai mampu mengurangi kecemasan matematika siswa.

Simpulan dan Saran

A. Simpulan

Berdasarkan studi terhadap hasil-hasil penelitian sebelumnya terkait model pembelajaran TTW, kemampuan komunikasi matematis, kecemasan matematis, serta hubungan antar variabel tersebut, ditemukan bahwa model pembelajaran TTW mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan mendorong siswa terlibat aktif dalam diskusi melalui tahap *Talk* dan memberikan kesempatan/membiasakan siswa untuk menuliskan gagasan dalam bahasa dan simbol matematis pada tahap *Write*. Selain itu, model pembelajaran TTW juga mampu mengurangi kecemasan matematika dengan cara: a) mengurangi kemungkinan siswa merasa malu selama pembelajaran; b) mendorong terlaksananya pembelajaran secara aktif; serta c) Mengorganisasi siswa untuk bekerja dalam grup kooperatif.

B. Saran

Dari hasil kajian pustaka yang telah dilakukan, diharapkan guru dapat menerapkan model pembelajaran TTW serta mengkombinasikan model pembelajaran tersebut dengan model maupun pendekatan lainnya dalam pembelajaran matematika sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan menurunkan kecemasan matematika siswa. Selain itu, penulis menyadari bahwa kajian ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga kedepannya diharapkan dapat muncul penelitian-penelitian lain yang membahas topik ini secara lebih mendalam.

Daftar Pustaka

[1] Depdiknas. (2014). *Permendikbud No 59 Tahun 2014, tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia)

[2] Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2011). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Study Center.

[3] OECD. (2016). Country Note - Programme for International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2015, 1–8.

[4] Astuti, A., & Leonard. (2012). Peran Kemampuan Komunikasi Matematika terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Formatif*, *2*(2), 102–110.

[5] NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

[6] Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics Jeremy*. Washington, DC: National Academy Press.

[7] Zakaria, E., & Nordin, N. M. (2008). The Effects of Mathematics Anxiety on Matriculation Students as Related to Motivation and Achievement. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *4*(1), 27–30.

[8] Woodard, T. (2004). The Effects of Math Anxiety on Post-Secondary Developmental Students as Related to Achievement , Gender, and Age. *Inquiry*, *9*(1).

[9] Luo, X., Wang, F., & Luo, Z. (2009). Investigation and Analysis of Mathematics Anxiety in Middle School Students, *2*(2), 12–19.

[10] Beilock, S. L., & Willingham, D. T. (2014). Math Anxiety : Can Teachers Help Students Reduce It ? *American Educator*, 28–33.

[11] Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1971). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric Data, *18*(6), 6–9.

[12] Simanjuntak, M. (2014). Peningkatan Kemampuan Representasi dan Komunikasi Matematis Siswa SMP pada Materi Transformasi dengan Strategi Think-Talk-Write (TTW) Berbantuan Kartu Domino di Kelas VII SMP Negeri 3 Tebing Tinggi. UNIMED.

[13] Syah, M. (2005). *Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

[14] Depdiknas. (2004). *Materi Pelatihan Terintegrasi Buku 3 Matematika*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

[15] NCTM. (2013). *Principles and Standards for School Mathematics Space Camp*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

[16] Sumarmo, U. (2012). Pendidikan karakter serta pengembangan berfikir dan disposisi matematik dalam pembelajaran matematika. *Seminar Pendidikan Matematika*, 1–26.

[17] Dacey, J. S. (2000). Your anxious child : How parents and teachers can relieve anxiety in children. San Fransisco: Jossey-Bass Publishers.

[18] Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety : Personal , Educational , and Cognitive Consequences, 181–185.

[19] Saputra, P. R. (2014). Kecemasan Matematika dan Cara Menguranginya (Mathematic Anxiety and How To Reduce It). *Phytagoras*, *3*(2), 75–84.

[20] Blazer, C. (2011). Strategies for Reducing Math Anxiety. In *Information Caption* (Vol. 1102). Miami: Miami Dade-County.

[21] Aqib, Z. (2008). *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Bandung: CV Yratama Widya.

[22] Sugandi, A. I. (2011). Pengaruh Model Pembelajaran Koperatif Tipe Think Talk Write Terhadap Kemampuan Komunikasi Dan Penalaran Matematis. In *Matematika dan Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran* (pp. 42–50).

[23] Gopalakrishnan, H. (2004). THINK-SHARE-WRITE : AN EFFECTIVE STRATEGY FOR GROUP QUIZZES. *Primus: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, *14*(2), 156–162.

[24] Sullivan, D. F., & Mcconnell, K. D. (2018). It's the Assignments—A Ubiquitous and Inexpensive Strategy to Significantly Improve Higher-Order Learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, *50*(5), 16–23.

[25] Elida, N. (2012). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa sekolah menengah pertama melalui pembelajaran think-talk-write (ttw). *Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika STKI Siliwangi*, *1*(2), 178–185.

[26] Suparno, S. (2000). *Membangun Kompetensi Belajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.

XVII. PROBLEM BASED LEARNING SETTING LEARNING CYCLE 5E : APAKAH MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN DAN KOMUNIKASI MATEMATIS?

Nur Sholihah[1], Rina Musannadah[2], Yuni Pratiwi[3]
Universitas Negeri Yogyakarta[1]
Universitas Negeri Yogyakarta[2]
Universitas Negeri Yogyakarta[3]
Nursholl24@gmail.com

***Abstrak*---**Kemampuan penalaran dan komunikasi matematis merupakan salah satu kecakapan abad 21 yang penting dalam proses pembelajaran matematika dan harus dikembangkan. Kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa yang rendah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah model pembelajaran yang diterapkan. Menyadari pentingnya suatu model pembelajaran untuk menentukan langkah-langkah pembelajaran yang sesuai, maka diperlukan suatu model pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa. Salah satu model pembelajaran alternatif untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa yaitu melalui model pembelajaran matematika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan setting *Learning Cycle* 5E (*Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation*). Artikel ini bertujuan untuk untuk menganalisis dapat atau tidaknya model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa. Metode Penelitian yang digunakan dalam artikel ini yaitu studi literatur berdasarkan hasil-hasil penelitian terdahulu. Penulisan artikel dilakukan dengan memahami, menganalisis dan menyimpulkan langkah pembelajaran dari model pembelajaran berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E yang dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan matematis siswa. Hasil kajian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa.

Kata kunci: Problem Based Learning, Learning Cycle 5E, Kemampuan Penalaran, Kemampuan Komunikasi Matematis.

Pendahuluan

 ISBN 978-602-61009-2-4

Diera modern ini, kualitas SDM menjadi sesuatu yang sangat *urgent* untuk menghadapi tantangan Era Revolusi Industri 4.0. Tuntutan peningkatan kualitas SDM ini perlu menjadi perhatian lebih bagi setiap negara, terutama negara berkembang seperti Indonesia agar tidak semakin tertinggal oleh negara-negara maju. Salah satu cara yang dapat ditawarkan untuk meningkatkan kualitas SDM yaitu dengan memperbaiki kualitas pendidikan di suatu negara. Pendidikan memiliki peranan yang sangat penting dalam proses peningkatan kualitas SDM, maka untuk mencapai SDM yang berkualitas diperlukan ada peningkatan kualitas pendidikan, khususnya pendidikan dasar yang memerlukan perhatian serius yaitu matematika. Siswa dapat belajar untuk berpikir logis, kritis dan kreatif melalui proses pembelajaran matematika ini. Menurut referensi [1] dalam Principle and Standars for School Mathematics menyatakan bahwa standar proses dalam pembelajaran matematika yaitu meliputi kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), kemampuan penalaran (*reasoning*), kemampuan komunikasi (*communication*), kemampuan membuat koneksi (*connection*), dan kemampuan representasi (*respresentation*). Dalam hal ini terlihat bahwa kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematis merupakan 2 dari 5 standar proses dalam pembelajaran matematika yang penting untuk dikembangkan.

Kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran matematika yang tentunya harus dikembangkan. Suryadi (dalam [2]) juga mengungkapkan pentingnya kemampuan penalaran dalam pembelajaran matematika karena aktivitas penalaran berkaitan erat dengan pencapaian prestasi belajar siswa. Semakin baik kemampuan penalaran siswa maka akan mempercepat siswa dalam proses pembelajaran matematika. Namun, secara umum kemampuan penalaran siswa di Indonesia masih kurang. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian dari referensi [3] bahwa kemampuan penalaran siswa dalam menyelesaikan soal cerita sebesar 27.27%, dalam penyelesaian soal berbentuk gambar 69,7% dan penyelesaian soal berbentuk symbol 18,18% dari 33 sampel siswa SMA. Selain itu, pentingnya kemampuan komunikasi matematis juga dipertegas oleh referensi [4] yaitu *mathematics as language*, yang berarti matematika tidak hanya sekedar alat bantu berpikir, menemukan pola, menyelesaikan masalah atau mengambil keputusan, tetapi matematika juga "*an invaluable tool for communicating a variety ideas clearly, precisely, and succinctly*". Dan juga *mathematics learning as social acivity* yang berarti matematika sebagai aktivitas social dalam pembelajaran matematika, sebagai sarana interaksi antar siswa, serta sebagai alat komunikasi antara guru dan siswa. Namun, kemampuan komunikasi matematis siswa di Indonesia juga masih tergolong rendah. Merujuk pada referensi [5] hasil penelitian Tim Pusat Pengembangan Penataran Guru Matematika mengungkapkan bahwa dibeberapa daerah di Indonesia, sebagian siswa kesulitan dalam menyelesaikan soalsoal pemecahan masalah dan menejemahkan soal kehidupan sehari-hari dalam model matematika. Dari beberapa hasil penelitian diatas terlihat bahwa kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematis siswa Indonesia masih tergolong rendah atau kurang sehingga perlu ditingkatkan, mengingat kedua kemampuan ini sangat penting dalam proses pembelajaran matematika.

Rendahnya kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah pemilihan model pembelajaraan yang digunakan. Menyadari pentingnya suatu model pembelajaran untuk menentukan langkah-langkah pembelajaran yang sesuai, maka diperlukan suatu model pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa. Salah satu model pembelajaran alternatif untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa yaitu melalui model pembelajaran matematika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan setting *Learning Cycle* 5E (*Engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation*). Model pembelajaran berbasis PBL diduga dapat meningkatkan kemampuan penalaran siswa dengan konsep pemberian masalah dalam pembelajaran. Selain itu, dengan konsep pemberian masalah ini diduga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dengan menuntut siswa menerjemahkan masalah-masalah yang diberikan dalam model atau bentuk matematis. *Learning Cycle* 5E sendiri terdiri atas 5 tahap yaitu *engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation*. Dengan kelima tahap ini diduga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis karena dalam *Learning Cycle* ini dituntut melakukan berbagai komunikasi matematis baik tertulis maupun lisan. Terkait dengan hal tersebut, tujuan penulisan artikel ini yaitu untuk merangkum dapat atau tidaknya model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini studi pustaka yaitu, dengan melacak sumber tertulis yang berisi berbagai tema dan topik yang dibahas dari peneltian-penelitian terdahulu. Selain itu, penulisan artikel ini juga dilakukan dengan memahami, menganalisis dan menyimpulkan langkah pembelajaran dari model pembelajaran berbasis PBL dengan setting Learning Cycle 5E yang dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan matematis siswa.

Hasil dan Pembahasan

Kemampuan penalaran merupakan salah satu kemampuan yang harus dikembangkan dalam pembelajaran matematika. Menurut referensi [6] penalaran matematika merupakan kemampuan siswa dalam menarik kesimpulan berdasarkan sumber yang relevan dan pernyataan yang telah dibuktikan kebenarannya. Secara garis besar terdapat dua jenis penalaran menurut referensi [7] yaitu :

A. *Penalaran induktif yang disebut juga induksi*

   Pada penalaran induksi penarikan kesimpulan berdasarkan pada sejumlah kasus atau contoh terbatas. Hasil kesimpulan dari penelaran ini dinamakan generalisasi.

B. *Penalaran deduktif yang disebut juga deduksi*

   Pada penalaran deduksi penarikan kesimpulan berdasarkan pada aturan yang disepakati.

Sedangkan komunikasi matematis menurut Greenes dan Schulman (Dalam [8]) merupakan kekuatan sentral bagi siswa dalam merumuskan konsep dan strategi matematis, serta wadah bagi siswa dalam berkomunikasi dengan temannya untuk memperoleh informasi dan membagi pikirannya. Sementara itu menurut refernsi [9] menelaah kemampuan komunikasi matematis dari dua aspek yaitu komunikasi lisan (*talking*) dan komunikasi tertulis (*writing*). Komunikasi lisan diungkap melalui intensitas keterlibatan siswa dalam kelompok kecil selama berlangsungnya proses pembelajaran. Sedangkan yang dimaksud dengan komunikasi tertulis (*writing*) adalah kemampuan siswa menggunakan kosa kata, notasi, dan struktur matematika untuk menyatakan hubungan dan gagasan serta memahaminya dalam memcahkan masalah. Kemampuan komunikasi matematis secara tertulis dapat diungkap melalui representasi matematis.

Rendahnya kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah pemilihan model pembelajaraan yang digunakan. Menyadari pentingnya suatu model pembelajaran untuk menentukan langkah-langkah pembelajaran yang sesuai, maka diperlukan suatu model pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa. Salah satu model pembelajaran alternatif untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa yaitu melalui model pembelajaran matematika berbasis Problem Based Learning (PBL) dengan setting Learning Cycle 5E (*Engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation*).

Merujuk pada referensi [10] menjelaskan bahwa PBL atau pembelajaran berbasis masalah ini efektif untuk mengembangkan kemampuan penalaran siswa. Pemberian apresepsi dan motivasi kepada siswa sebelum menghadapkan siswa pada suatu permasalahan merupakan tahap awal yang cukup efektif untuk menumbuhkan sikap positif siswa selama pembelajaran. Siswa lebih mudah terpancing untuk menggunakan daya nalarnya secara optimal melalui kegiatan pembelajaran berbasis masalah. Penelitian ini dilakukan dalam 3 siklus dan tes formatif dilakukan disetiap akhir setiap siklus. Setiap tes diformulasikan untuk

 ISBN 978-602-61009-2-4

mengukur kemampuan penalaran siswa. Pada siklus pertama hasil tes penalaran menunjukkan rerata 7,35 dan meningkat pada siklus kedua yaitu mencapai 7,56. Sedangkan pada siklus ketiga kemampuan penalaran siswa mencapai rerata 7,90.

Hasil penelitian senada diungkapkan oleh Permana dan Sumarmo (2007) yang membandingkan kemampuan penalaran siswa dengan menerapkan PBL dan kelas control dengan pembelajaran konvensional.

TABEL 1. PENGUASAAN MATERI PRASYARAT, KEMAMPUAN PENALARAN DAN KONEKSI MATEMATIS SISWA

Kemampuan	Kelas Konvensioal			Kls Pembel. Berbasis Masalah		
	Nilai terendah	Rerata dan SD	Nilai tertinggi	Nilai terendah	Rerata dan SD	Nilai tertinggi
Materi Prasyarat	-	70,71	-	-	73,92	-
Penalaran Matematis	8	12,74 (63,7%)* (2,35)**	17	9	14,5 (72,5%)* (2,55)**	19
Koneksi Matematis	6	12,76 (58%)* (3,02)**	18	7	15,24 (69,27%)* (2,78)**	21

Catatan: * dalam % terhadap skor ideal
** simpangan baku

Sumber : Permana dan Sumarmo (2007)

Jika kita perhatikan pada bagian penalaran matematis, dari hasil perhitungan diperoleh skor maksimal ideal sebeasr 20, skor tes penalaran matematis untuk kelas eksperimen mempunyai nilai tertinggi 19, nilai terendah 9, rata rata 14,5 atau sebesar 72,5% dari skor ideal serta simpangan baku 2,55 sedangkan untuk kelas kontrol mempunyai nilai tertinggi 17, nilai terendah 8, rata rata sebesar 12,74 atau sebesar 63,7% dari skor ideal dengan simpangan baku 2,35. Dari data di atas terlihat bahwa pencapaian skor pada kelompok eksperimen (sebesar 72,5% dari skor ideal) lebih besar dibandingkan dengan pencapaian skor kelompok kontrol (sebesar 63,7% dari skor ideal), terjadi perbedaan sebesar 8,8%. Berdasarkan hasil analisis data baik pengujian terhadap hipotesis statistik dengan uji t dengan taraf signifikansi 0,05 maupun analisis data setiap item jawaban siswa, ternyata kemampuan penalaran matematis siswa yang belajar dengan pembelajaran berbasis masalah lebih baik daripada siswa yang belajar dengan pembelajaran biasa.

Selain itu, referensi [12] mengungkapkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle* 5E dapat digunakan guru sebagai salah satu alternative cara meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Dalam penenlitian ini dengan menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, menurut hasil observasi presentase kemampuan komunikasi matematis siswa meningkat dari 56,50% pada siklus I menjadi 69,21% di siklus II. Dan menurut hasil tes, kemampuan komunikasi matematis siswa mengalami peningkatan dari 63,58% menjadi 70,11% di siklus II.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian diatas menunjukan bahwa PBL dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan *Learning Cycle* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Menurut hasil penelitian dalam referensi [13] menunjukkan bahwa kekampuan penalaran matematis memiliki pengaruh

 ISBN 978-602-61009-2-4

terhadap kemampuan komunikasi matematis. Hal ini ditandai dengan semakin tinggi nilai rerata kemampuan penalaran matematis, maka semakin tinggi pula nilai rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa PBL yang terbukti berpengaruh meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa secara tidak langsung juga meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Maka terlihat bahwa model pembelajaran berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematis siswa.

A. Problem Based Learning

Problem Based Learning (PBL) sebagai salah satu model pembelajaran memiliki ciri khas yaitu selalu dimulai dan berpusat pada masalah [14]. Hal serupa disampaikan dalam referensi [15] bahwa PBL adalah pendekatan pembelajaran yang menjadikan masalah sebagai dasar atau basis bagi siswa untuk belajar. Sedangkan menurut referensi [16] PBL adalah strategi pembelajaran yang mengelola pembelajaran matematika disekitar kegiatan pemevahan masalah dan memberikan siswa kesempatan untuk berpikir secara kritis, mengajukan ide kreatif mereka sendiri, dan mengomunikasikan dengan temannya secara matematis. Dari uraian diatas, PBL merupakan model pembelajaran yang mengacu pada pemberian masalah untuk proses belajar siswa sehingga siswa dituntut untuk lebih kritis dan kreatif. Karakteristik dari PBL ini sendiri yaitu: (1) pembelajaran dipandu masalah yang menantang (2) para siswa bekerja dalam kelompok kecil, (3) guru mengambil peran sebagai fasilitator dalam pembelajaran [15]. Sedangkan Ibrahim dan Nur (dalam [17]) mengemukakan lima langkah dalam PBL sebagi berikut.

1. Mengorientasikan siswa pada masalah.

   Contoh kegiatan belajar: Guru memberi penjelasan tujuan pembelajaran, memotivasi siswa agar terlibat dalam kegiatan pemecahan masalah.

2. Mengorganisasikan siswa untuk belajar

   Contoh kegiatan belajar: Guru membantu siswa mengidentifikasi dan mngorganisasi tugas belajar.

3. Membimbing pemeriksaan individual atau kelompok.

   Contoh kegiatan belajar: Guru mendorong siswa mengumpulkan informasi, melaksanakan eksperimen.

4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.

   Contoh kegiatan belajar: Guru membantu siswa menyususn laporan dan berbagi tugas dengan sesama siswa.

5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

   Contoh kegiatan belajar: Guru membantu siswa merefleksi dan mengevaluasi proses yang telah dikerjakan.

B. Learning Cycle 5E

Learning Cycle adalah model pembelajaran yang mendorong siswa untuk mengembangkan pengetahuan mereka, mengeksplor dan mendalami pemahamannya [18]. Merujuk pada referensi [19] *Learning Cycle* juga merupakan suatu model pembelajaran yang berdasarkan pada pandangan konstruktivisme dimana pengetahuan dibangun dari pengetahuan siswa itu sendiri. Sedangkan merujuk pada referensi [20] bahwa *Learning Cycle* merupakan suatu model pembelajaran yang memungkinkan siswa menemukan atau memantapkan konsep yang dipelajari dan memberikan peluang kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep

 ISBN 978-602-61009-2-4

yang telah dipelajari pada situasi baru. Sehingga *Learning Cycle* merupakan model pembelajaran yang mendorong siswa untuk membangun pengetahuannya sendiri dan kemudian diberi kesempatan untuk mengeksplor dan mengembangkan pemahamannya pada situasi yang baru.

Learning Cycle 5E memiliki 5 langkah pembelajaran yaitu *engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation.* Referensi [21] menjabarkan langkah pembelajaran atau fase dari learning cycle 5E sebagai berikut.

1. *Engagement*: menyiapkan siswa, mengetahui kemungkinan terjadinya miskonsepsi, membangkitkan minat dan keingintahuan siswa.

   Contoh kegiatan belajar: Tanya jawab dalam rangka mengeksplorasi pengetahuan awal, pengalaman, dan ide-ide siswa. Siswa diajak membuat prediksi terkait yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.

2. *Exploration*: siswa bekerja sama dalam kelompok kecil, menguji prediksi, melakukan dan mencatat pengamatan serta ide-ide.

   Contoh kegiatan belajar: Mengerjakan LKPD.

3. *Explanation*: siswa menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri, guru meminta bukti dan klarifikasi *dari* penjelasan siswa dan mengarahkan kegiatan diskusi.

   Contoh kegiatan belajar: Presentasi dan diskusi kelas.

4. *Elaboration*: siswa menerapkan konsep dan ketrampilan dalam situasi baru.

   Contoh kegiatan belajar: *Problem solving.*

5. *Evaluation*: evaluasi terhadap pengetahuan, pemahaman konsep, atau kompetensi siswa dalam konteks baru tersebut.

   Contoh kegiatan belajar: Refleksi pelaksanaan pembelajaran dengan tes tertulis dan *problem solving.*

Selain dari hasil penelitian terdahulu, jika kita menelaah karakteristik atau langkah pembelajaran dari kedua model kemudian digabungkan, maka akan terlihat lebih jelas bahwa model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E ini dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematis. Setelah kita telaah langkah pembelajaran dari masing-masing model sebelumnya, berikut langkah-langkah pembelajaran dalam model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E.

1. *Engagement/Mengorientasikan siswa pada masalah.*

   Contoh kegiatan belajar: tanya jawab dalam rangka mengeksplorasi pengetahuan awal, pengalaman, dan ide-ide siswa. Memunculkan masalah sebagai starting point untuk menemukan konsep pengetahuan. Siswa diajak membuat prediksi terkait yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.

2. *Exploration*

   a. *Mengorganisasikan siswa untuk belajar*

      Contoh kegiatan belajar: Guru membantu siswa mengidentifikasi dan mngorganisasi siswa untuk mengerjakan LKPD.

   b. *Membimbing pemeriksaan individual atau kelompok*

 ISBN 978-602-61009-2-4

Contoh kegiatan belajar: Guru mendorong siswa mengumpulkan informasi dan menyelesaikan LKPD.

3. *Explanation/Mengembangkan dan menyajikan hasil karya*

   Contoh kegiatan belajar: Siswa presentasi menjelaskan konsep yang didapat dengan kalimat mereka sendiri, guru meminta bukti atau klarifikasi dari penjelasan siswa dan mengarahkan kegiatan diskusi.

4. *Elaboration*

   Contoh kegiatan belajar: Siswa diminta menerapkan konsep yang didapat dengan mengerjakan soal berbasis masalah yang lebih kompleks (problem solving).

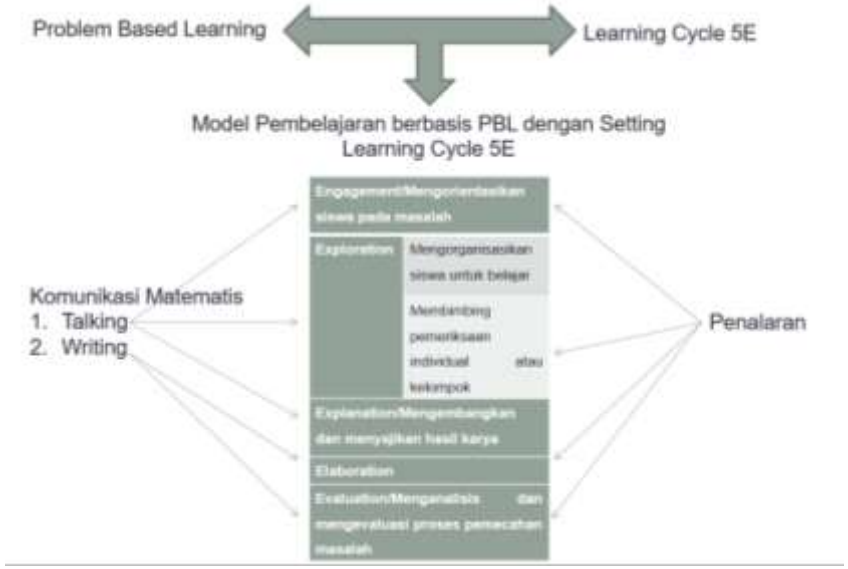
5. *Evaluation/Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah*

   Contoh kegiatan belajar: Siswa diminta melakukan refleksi pembelajaran dengan menyimpulkan kembali. Guru memberikan quiz untuk mengecek pemahaman siswa.

Jika ditelaah langkah pembelajaran dari model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E diatas dapat kita lihat bahwa banyak kegiatan yang mendukung untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan kemampuan komunikasi matematis siswa. Untuk lebih jelasnya perhatikan diagram dibawah ini.

DIAGRAM 1. KERANGKA BERPIKIR

 ISBN 978-602-61009-2-4



Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil kajian literatur dari beberapa penelitian yang relevan dan kajian pustaka, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa. Hal tersebut dikarenakan kemampuan penalaran berkaitan erat dengan kemampuan komunikasi matematis siswa dan model pembelajaran ini juga memiliki langkah pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan kedua kemampuan tersebut.

Langkah-langkah pembelajaran model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E yaitu (1) *Engagement*/Mengorientasikan siswa pada masalah: adalah tahap mengeksplorasi pengetahuan awal dan memeberikan masalah sebagai starting point pembelajaran kemudian didiskusikan bersama. (2) *Exploration* terdiri dari 2 tahap yaitu (a) Mengorganisasikan siswa untuk belajar dan (b) membimbing pemeriksaan individual atau kelompok. (3) *Explanation*/Mengembangkan dan menyajikan hasil karya: adalah tahap dimana siswa diminta menjelaskan apa yang mereka dapat didepan kelas dan diarahkan menuju diskusi kelas. (4) *Elaboration*: tahap penerapan konsep pada masalah baru. (5) *Evaluation*/Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah: tahap refleksi pembelajaran dan pengecekan pemahaman siswa dengan quiz.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Peneliti menyarankan untuk kedepannya diadakan penelitian pengembangan atau eksperimen lebih lanjut terkait perangkat pembelajaran matematika dengan berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E sehingga benar-benar terlihat secara qualitative dan quantitative bahwa model pembelajaran matematika berbasis PBL dengan setting *Learning Cycle* 5E ini dapat meningkatkan kemampuan penalaran dan komunikasi matematis siswa.

Daftar Pustaka

[1] National Council of Teachers of Mathematics. 2000. Principles and Standards for School Mathematics. Reston V A: NCTM. Ngalimun, dkk. 2016. Strategi dan Model Pembelajaran. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.

[2]Saragih, S. 2007. Mengembangkan Kemampuan Berpikir Logis dan Komunikasi Matematis siswa SMP melalui Pendekatan Matematika Realistik. Bandung: UPI.

[3]Yurianti, S, Yusmin, E & Nursangaji, A. 2014. Kemampuan Penalaran Matematis Siswa pada Materi Sistem Persamaan Dua Variabel Kelas X SMA. Pontianak: Universitas Tanjugpura.

[4]Baroody, A J. 1993. Problem Solving, Reasoning, and Communicating. New York: Macmillan Publishing.

[5]Shadiq, F. 2007. Laporan Hasil Seminar dan Lokakarya Pembelajaran Matematika 15-16 Maret 2007 di P4TK Matematika. Yogyakarta.

[6]Lestari, I dkk. 2016. Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Menggunakan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik. Dalam Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar, 1(2), 45-50.

[7]Sumarmo, U. 1987. Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematika Siswa Dikaitakan dengan Kemampuan Penalaran Logik Siswa dan Beberapa Unsur Proses Belajar Mengajar. Bandung: UPI.

[8]Elliot, P.C. and Kenney M. J. 1996. Communication in Mathematics K-12 and Beyond. USA: NCTM.

[9]Ansari, B. I. 2003. Menumbuh Kembangkan Kemampuan Pemahaman dan Komunikasi Matematis Siswa SMU melalui Strategi Think-Talk-Write. Dalam Makalah National Seminar On Science And Mathematics. FMIPA UPI with JICA.

[10]Herman, T. 2007. Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP. Dalam Jurnal Cakrawala Pendidikan Th. XXVI. No. 1

[11]Permana, Y. & Sumarmo, U. 2007. Mengembangkan Kemampuan Penalaran dan Koneksi Matematik Siswa SMA melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. Dalam Jurnal Educationist Vol.1 No. 2

[12]Agustyaningrum, N. 2011. Implentasi Model Pembelajaran Learning Cycle 5E untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas IX B SMP Negeri 2 Sleman. Dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika pada 3 Desember 2011 di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.

[13]Inayah, N. 2016. Pengaruh Kemampuan Penalaran Matematis dan Gaya Kognitif terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Koneksi pada Materi Statistika Siswa SMA. Dalam Journal of EST Vol. 2 No. 2, 74-80.

[14] Fatimah, F. 2012. Kemampuan Komunikasi Matematis dan Pemecahan Masalah melalui Problem Based-Learning. Dalam Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Vol 16 No.1.

15] Widjajanti, D. B. 2009. Mengembangkan Keyakinan (Belief) Siswa Terhadap Matematika melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. Dalam Makalah KNPM3.

[16] Roh, K. 2003. Problem-Based Learning in Mathematics. Dalam ERIC Digest. ERIC Identifier: EDO-SE-03-[online] diakses pada 30 Mei 3018.

[17] Ratnaningsih, N. 2003. Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematik Siswa SMU melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. Bandung: UPI.

[18] Wijaya, A. 2009. Learning Cycle Model for Learning Serface Area of Triangular Prism. In Workshop on Developing Learning Model Based on Realistic Mathematics Education Approach. Regional Center of QITEP in Mathematics.

[19] Djumhuriyah, Siti. 2008. Penggunaan Model Pembelajaran Learning Cycle untuk Meningkatkan Ketuntasan Belajar Siswa pada Konsep Pemuaian di Kelas VIID SMP Negeri 8 Bogor. Tersedia di www.docstoc.com diakses pada 30 Mei 2018.

[20] Soebagio, dkk. 2001. Penggunaan Daur Belajar untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran dan Pemahaman Konsep Sel Elektrolisis pada Siswa Kelas III SMU Negeri 2 Jombang. Dalam Jurnal Ilmu Kimia dan Pembelajarannya 5 Februari 2001.

[21] Ngalimun dkk. 20 1 6. Strategi dan Model Pembelajaran. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.

XVIII. GUIDED DISCOVERY DAN LEARNING TRAJECTORY UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA

Rina Musannadah[1], Nur Sholihah[2]
Universitas Negeri Yogyakarta[1]
Universitas Negeri Yogyakarta[2]
rinamusan12@gmail.com

Abstrak—Artikel ini memaparkan hasil penelitian yang bertujuan untuk menganalisa apakah terdapat peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik setelah pembelajaran menggunakan model *guided discovery* yang mengacu pada *learning trajectory.* Artikel ini ditulis berdasarkan hasil studi literatur dengan cara menganalisa, meringkas dan menyimpulkan. Guru memiliki peranan penting dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Salah satu cara yang dapat digunakan oleh guru adalah dengan menerapkan model pembelajaran *guided discovery*. Selain itu, dengan menggunakan *learning trajectory* guru dapat memahami cara berpikir peserta didik, sehingga dapat memahami bagaimana cara membantu peserta didik untuk mempelajari matematika dengan baik. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa model pembelajaran *guided discovery* yang mengacu pada *learning trajectory* mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Kata kunci: guided discovery, alur belajar, pemahaman konsep matematis

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pendahuluan

Pendidikan sangat diperlukan manusia untuk terus berkembang mengikuti perkembangan zaman. Salah satu bentuk penyelenggaraan pendidikan di Indonesia adalah melalui proses pembelajaran di sekolah. Pembelajaran di sekolah biasanya diwujudkan dalam bentuk mata pelajaran. Salah satu mata pelajaran wajib untuk sekolah dasar hingga menengah adalah mata pelajaran matematika. Dengan mempelajari matematika di sekolah, peserta didik diharapkan memiliki pola pikir yang logis, sistematis, analitis, kreatif, serta kritis dalam menghadapi permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari [18].

Kemampuan pemahaman konsep matematika merupakan salah satu tujuan penting dalam pembelajaran matematika. Hal ini sesuai dengan Permendiknas No. 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi yang menyatakan bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika di sekolah adalah agar peserta didik mampu memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu kecakapan yang harus dimiliki dalam matematika adalah kecakapan dalam memahami konsep, operasi, dan relasi dalam matematika [8]. Oleh karena itu, pemahaman konsep sangat penting bagi peserta didik.

Kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik Indonesia dapat dilihat dari hasil *Programme International Student Assessment* (PISA) dalam 15 tahun terakhir. Pada PISA 2003, Indonesia menempati urutan 38 dari 40 negara anggota *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) dengan skor 360 untuk pencapaian matematika, terpaut jauh dengan rata-rata internasional yaitu 500 [12]. Tiga tahun kemudian, keadaan ini masih tidak berubah jauh, Indonesia berada pada urutan 50 dari 57 negara anggota OECD peserta PISA 2006 dengan skor pencapaian matematika sebesar 391, dengan rata-rata internasional 500 [13]. Pencapaian skor pada periode PISA berikutnya tidak jauh berbeda, Indonesia masih bertahan untuk urutan 61 dari 65 peserta PISA 2009 dengan skor 402 untuk pencapaian matematika, dengan rata-rata internasional sebesar 493 [14]. Pencapaian skor tersebut mengalami penurunan sebesar 27 poin pada PISA 2012, dengan pencapaian skol 375 dan rata-rata internasional 494. Hasil tersebut menempatkan Indonesia pada urutan 63 dari 65 peserta PISA [15]. Pada penyelenggaraan PISA terbaru, yaitu tahun 2015, kedudukan Indonesia masih bertahan pada urutan 65 dari 72 negara OECD dengan pencapaian skor matematika sebesar 386, terpaut jauh dari rata-rata internasional sebesar 490 [16].

Referensi [10] menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antara kemampuan pemahaman konsep matematis terhadap pencapaian hasil belajar matematika. Selain itu, dalam [24] disebutkan bahwa dalam menyelesaikan soal-soal PISA, peserta didik harus melalui proses matematisasi yang melibatkan pemahaman konsep matematis peserta didik. Pencapaian matematika yang cukup rendah dalam kurun waktu 15 tahun terakhir mengindikasikan bahwa pemahaman konsep matematis peserta didik di Indonesia masih terbilang kurang. Oleh karena itu, pemahaman konsep matematis harus ditanamkan kepada setiap peserta didik, karena tanpa pemahaman konsep matematika, peserta didik tidak akan dapat mengaplikasikan prosedur, konsep, ataupun proses matematis [2].

Untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep matematis peserta didik, guru sebagai fasilitator perlu menciptakan suasana belajar yang *student centered* agar peserta didik terlibat aktif dalam penemuan konsep, sehingga peserta didik dapat lebih mudah dalam memahami konsep tersebut. Salah satu cara untuk menciptakan pembelajaran aktif adalah dengan pembelajaran berbasis penemuan. Namun pembelajaran berbasis penemuan membutuhkan waktu yang cukup lama karena peserta didik dituntut untuk menemukan konsep secara mandiri. Selain itu, pembelajaran berbasis penemuan tanpa bimbingan dianggap menjadi sesuatu yang dapat menimbulkan bahaya karena peserta didik diharapkan untuk dapat menemukan sendiri suatu konsep sehingga cukup memiliki kemungkinan

 ISBN 978-602-61009-2-4

besar untuk terjadi miskonsepsi [4]. Oleh karena itu, model pembelajaran yang dinilai lebih efektif dan efisien untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep adalah model pembelajaran penemuan terbimbing (*guided discovery*) [2].

Selain model pembelajaran, alur belajar (*learning* trajectory) peserta didik juga perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. *Learning trajectory* merupakan alur belajar peserta didik dalam memahami pembelajaran yang diperoleh berdasarkan *hypothetical learning trajectory* yang diujicobakan sebelumnya [22]. Adapun manfaat *learning trajectory* bagi guru adalah untuk memahami cara berpikir peserta didik, sehingga dapat memahami bagaimana cara membantu peserta didik untuk mempelajari matematika dengan baik [5]. Dalam *learning trajectory* perlu diperhatikan bahwa setiap peserta didik di dalam kelas tentu memiliki alur belajar yang berbeda-beda. Dengan mengetahui *learning trajectory*, guru diharapkan dapat menentukan strategi terhadap kemungkinan-kemungkinan kesulitan peserta didik dalam mempelajari matematika sehingga guru dapat memberikan bimbingan yang tepat selama proses pembelajaran matematika.Dari uraian di atas, maka dirasakan perlu pelaksanaan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan memahami alur belajar peserta didik sehingga akan mampu meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini yaitu studi pustaka yaitu dengan melacak sumber tertulis yang berisi berbagai tema dan topik yang dibahas dari penelitian-penelitian terdahulu. Selain itu, penulisan artikel ini juga dilakukan dengan memahami, menganalisis dan menyimpulkan pembelajaran berbasis *guided discovery* dan mengacu pada *learning trajectory* yang dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Hasil dan Pembahasan

A. Model Guided Discovery

Model *guided discovery* atau penemuan terbimbing merupakan salah satu cara alternatif untuk menciptakan pembelajaran yang aktif. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa penemuan terbimbing dapat menjadi salah satu alternatif yang dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dengan cara peserta didik langsung terlibat aktif bekerja sama dalam mencari, menggali, mengeksplorasi, mencoba, dan menyelidiki untuk menemukan dan mengkonstruksi ide dan konsep baru berdasarkan berbagai sumber informasi dan konsep yang telah dikuasai sebelumnya [20].

Model *guided discovery* memiliki 6 tahapan, yaitu: (1) *stimulation* (pemberian rangsangan), (2) *problem statement* (identifikasi masalah), (3) *data collection* (pengumpulan data), (4) *data processing* (pengolahan data), (5) *verification* (pembuktian), dan (6) *generalization* (penarikan kesimpulan) [20]. Tahap *stimulation* dilakukan dengan memberikan sesuatu yang menimbulkan pertanyaan atau kebingungan bagi peserta didik, sehingga muncul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Pada tahap berikutnya, guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan materi pembelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis. Tahap *data collection*, peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya untuk membuktikan benar tidaknya hipotesis yang sudah dirumuskan pada tahap sebelumnya. Selanjutnya, informasi yang telah ditemukan diolah pada tahap *data processing*. Data yang telah diolah kemudian diperiksa secara cermat untuk membuktikan benar tidaknya hipotesis yang telah dibuat dan dikaitkan dengan hasil pengolahan data. Hal ini dilakukan pada tahap *verification*. Tahap *generalization* memberi

 ISBN 978-602-61009-2-4

kesempatan kepada peserta didik untuk dapat menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil pada tahap sebelumnya [9].

Model *guided discovery* memiliki tiga ciri utama, yaitu:

1. *Guided discovery* menekankan pada aktivitas peserta didik. Aktivitas yang dilakukan bertujuan untuk mencari dan menemukan. Artinya model pembelajaran ini menempatkan peserta didik sebagai subjek belajar, bukan objek belajar sehingga peserta didik dituntut untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran.
2. Seluruh aktivitas yang dilakukan peserta didik diarahkan sedemikian hingga untuk mencari dan menemukan dari sesuatu yang dipertanyakan. Sehingga aktivitas ini menempatkan guru sebagai fasilitator dan motivator belajar, bukan sebagai sumber belajar.
3. Tujuan dari penggunaan model *guided discovery* adalah mengembangkan kemampuan berpikir secara sistematis, logis, dan kritis [2].

B. Alur Belajar

Istilah *learning trajectory* pertama kali untuk menyatakan dugaan guru terhadap alur belajar yang telah dilalui peserta didik [21]. Referensi [21] menyebutnya sebagai dugaan karena alur belajar yang sebenarnya tidak dapat diketahui secara langsung. Referensi [21] menambahkan bahwa dugaan alur belajar terdiri atas tiga komponen yaitu tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, dan hipotesis belajar.

Learning trajectory memberikan petunjuk bagi guru untuk menentukan dan merumuskan tujuan pembelajaran dan menentukan langkah-langkah untuk mencapai tujuan tersebut [11]. Guru yang memahami *learning trajectory* akan memahami pembelajaran matematika, memahami bagaimana cara peserta didik berpikir, serta memahami bagaimana membantu atau membimbing peserta didik untuk mempelajari matematika dengan lebih baik [5]. Dalam *learning trajectory* perlu diperhatikan bahwa setiap peserta didik di dalam kelas tentu memiliki alur belajar yang berbeda-beda. Dengan mengetahui *learning trajectory*, guru diharapkan dapat menentukan strategi terhadap kemungkinan-kemungkinan kesulitan peserta didik dalam mempelajari matematika. Selanjutnya, guru matematika yang menerapkan *learning trajectory* akan memiliki peserta didik yang menunjukkan level penalaran matematis yang lebih tinggi sehingga akan berpengaruh ke pemahaman konsep yang lebih mendalam [5].

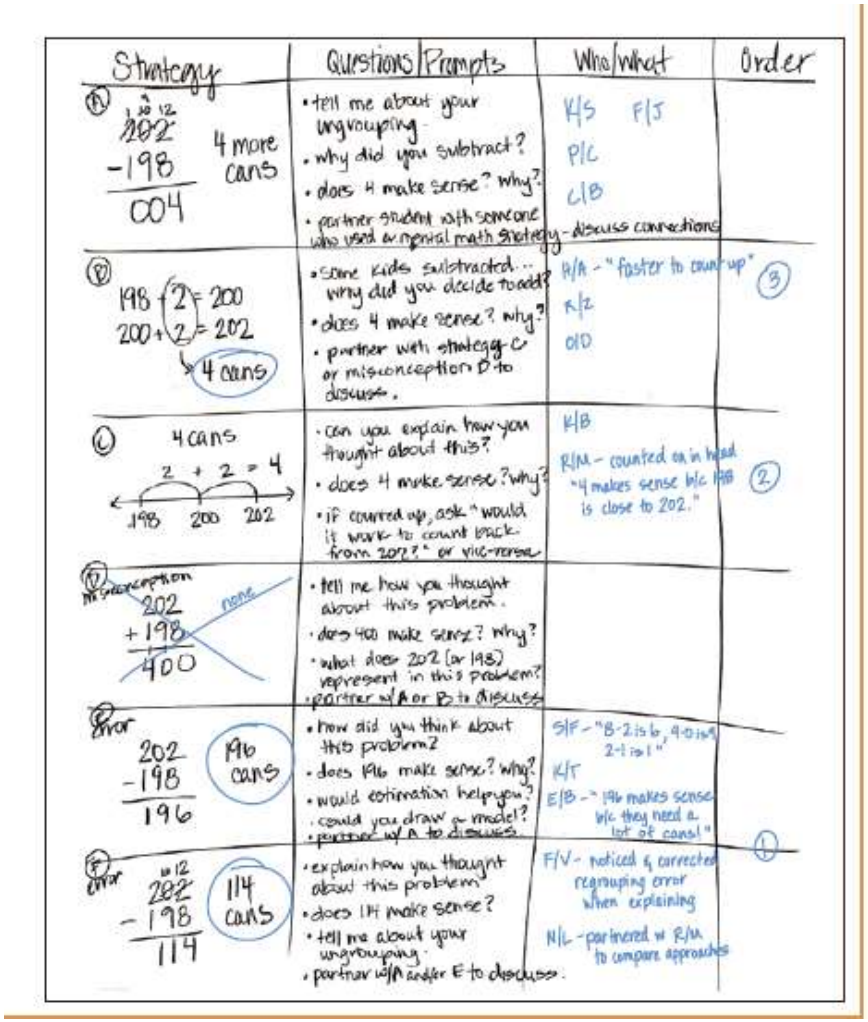
Salah satu bentuk dari *learning trajectory* adalah *planning tool* yang di dalamnya memuat beberapa kemungkinan strategi peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan dan pertanyaan-pertanyaan bantuan sebagai wujud bimbingan dari guru [1]. Dalam merumuskan *planning tool* ini, [1] menerapkan 5 hal yang menyusun diskusi matematika, di antaranya adalah (1) *anticipate*: dengan menuliskan beberapa kemungkinan strategi peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan matematika; (2) *monitor*: dengan melihat proses menjawab peserta didik, dan menentukan pertanyaan yang mana yang akan diberikan ke peserta didik; (3) *select*: dengan memilih peserta didik mana saja yang akan diminta untuk mengomunikasikan jawabannya di depan kelas sebagai bahan diskusi; (4) *sequence*: setelah memilih beberapa peserta didik, guru mengurutkan peserta didik mana yang terlebih dahulu mengomunikasikan jawabannya untuk selanjutnya dapat dijadikan bahan diskusi di dalam kelas; dan yang terakhir (5) *connect*: dengan mengaitkan setiap hal yang sudah didiskusikan yang terkait dengan materi pembelajaran saat itu. Berikut salah satu contoh *planning tool* yang diterapkan dalam pembelajaran matematika pada tingkat SD.

 ISBN 978-602-61009-2-4

The local food bank needs 202 cans of beans for the food drive. So far, they have collected 198 cans of beans. How many cans does the food bank still need?

GAMBAR 1. CONTOH PERMASALAHAN

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 2. CONTOH *PLANNING TOOL*

Pada contoh *planning tool* di atas terlihat bahwa guru sudah menduga sebelumnya terkait beberapa strategi yang mungkin dipilih siswa untuk menyelesaiakan permasalah yang diberikan. Selain menduga beberapa strategi baik jawaban benar maupun salah, guru juga sudah merencanakan pertanyaan yang akan

 ISBN 978-602-61009-2-4

membantu atau mengarahkan siswa untuk kembali berpikir atau sekedar mengecek seberapa paham siswa sehingga mampu memberikan justifikasi yang baik. Pada kolom ketiga terdapat kolom *who/what* yang akan diisi guru dengan peserta didik mana saja yang menggunakan strategi-strategi tersebut.

Ada beberapa manfaat *planning tools* tersebut bagi guru, di antaranya guru dapat mengetahui kemungkinan strategi-strategi peserta didik dalam menyelesaikan suatu permasalahan, sehingga guru dapat mengantisipasi pertanyaan atau bimbingan seperti apa yang akan diberikan guru dalam rangka membantu peserta didik untuk mencapai pemahaman yang lebih baik. Selain itu, dengan menjawab pertanyaan bantuan guru, peserta didik dilatih untuk mengetahui mengapa mereka melakukan suatu langkah atau dengan kata lain peserta didik dituntut untuk melakukan justifikasi terhadap pekerjaannya yang akan membantu peserta didik dalam pemahaman konsep yang lebih mendalam. Dari justifikasi peserta didik, guru dapat mengetahui di mana letak miskonsepsi peserta didik, sehingga dapat diantisipasi untuk pembelajaran berikutnya. Manfaat terbesar dalam pembuatan *planning tool* ini adalah guru tidak akan terjerumus dengan memberikan pertanyaan bantuan yang mengerucut ke arah jawaban yang benar, melainkan pertanyaan bantuan yang membantu peserta didik ke arah pemahaman yang lebih baik, sehingga akan terjadi pembelajaran yang bermakna dan pemahaman konsep yang mendalam [1].

C. Pemahaman Konsep Matematis

Salah satu kecakapan yang harus dimiliki dalam matematika adalah kecakapan dalam pemahaman konsep yang dijabarkan menjadi kecakapan dalam memahami konsep, operasi, dan relasi dalam matematika [8]. Nana Sudjana (2011) dalam [17] menyebutkan bahwa pemahaman merupakan tingkat hasil belajar yang lebih tinggi dibanding sekedar mengenal atau mengetahui. Hal ini dikarenakan perlu mengenal dan mengetahui terlebih dahulu untuk memahami suatu konsep.

Indikator untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep menurut NCTM meliputi: (1) mendefinisikan konsep secara verbal dan tulisan; (2) mengidentifikasi dan membuat contoh dan bukan contoh; (3) menggunakan model, diagram dan simbol-simbol untuk merepresentasikan suatu konsep; (4) mengubah suatu bentuk representasi ke bentuk lainnya; (5) mengenal berbagai makna dan interpretasi konsep; (6) mengidentifikasi sifat-sifat suatu konsep dan mengenal syarat yang menentukan konsep; (7) membandingkan dan membedakan konsep-konsep [9].

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis merupakan salah satu kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh peserta didik. Hal ini dikarenakan peserta didik tidak dapat mengaplikasikan prosedur, konsep ataupun proses matematis dengan baik tanpa memiliki pemahaman konsep matematis yang baik pula. Dengan memahami konsep matematis, peserta didik diharapkan menggunakan matematika dan pola pikir matematis dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran matematika yang baik tidak hanya berorientasi pada hasil akhir, namun menekankan pada proses kegiatan belajar-mengajar. Sehingga peserta didik mampu menjelaskan dengan baik mengenai apa yang telah ia pelajari, bukan hanya mampu menyelesaikan soal-soal dalam matematika. Pemahaman konsep dalam pembelajaran matematika sangat penting. Oleh karena itu, pemahaman konsep harus ditanamkan sejak dini kepada setiap peserta didik. Hal ini dikarenakan pemahaman konsep merupakan inti dari pembelajaran matematika. Salah satu model pembelajaran yang memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep adalah model pembelajaran yang inovatif dan efektif untuk mendorong keterlibatan peserta didik dalam kelas. Model penemuan dinilai dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memperoleh pengetahuan dengan menemukan sendiri konsep yang dipelajari, sehingga konsep akan tertanam

 ISBN 978-602-61009-2-4

lama di dalam benak peserta didik. Namun, model penemuan dinilai membutuhkan waktu yang cukup lama jika tidak disertai bimbingan oleh guru. Oleh karena itu, model yang efektif dan efisien untuk mendorong keterlibatan dan motivasi peserta didik dalam memperoleh pemahaman mendalam mengenai konsep-konsep adalah model penemuan terbimbing atau *guided discovery* [2;7].

Model pembelajaran *guided discovery* merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat mengarahkan dan membimbing siswa untuk dapat memahami konsep dan berpikir matematis, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma secara luwes, akurat, efisien dan tepat dalam pemecahan masalah. Dengan pemahaman konsep, peserta didik tidak hanya mengingat fakta-fakta yang terpisah, namun peserta didik dapat menghubungkan fakta-fakta yang ia temukan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna [3]. Lebih lanjut, kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik yang memperoleh pembelajaran penemuan termbimbing lebih baik dibandingkan dengan peserta didik dengan pembelajaran konvensional [3]. Kesimpulan tersebut didapatkan berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan *compare means-independent sample t-test*.

Referensi [25] menyatakan bahwa menerapkan model pembelajaran *guided discovery* memenuhi kriteria efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Hal ini dikarenakan dengan model *guided discovery*, peserta didik terlibat aktif dalam mencari dan membangun pengetahuannya sendiri, serta menghubungkannya dengan pengetahuan yang sudah ia miliki dengan bimbingan guru. Peningkatan pemahaman konsep yang disebabkan oleh penerapan model pembelajaran *guided discovery* merupakan sesuatu yang alami karena peserta didik menemukan konsep melalui penemuan yang langsung dibimbing oleh guru [25].

Referensi [6] menyatakan bahwa penerapan metode pembelajaran *guided discovery* yang mengacu pada *learning trajectory* mengakibatkan adanya perubahan pada proses berpikir peserta didik ke arah yang lebih baik. Hal tersebut berbanding lurus dengan peningkatan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penerapan strategi *learning trajectory* dapat meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik [23]. Hal ini ditunjukkan oleh hasil eksperimen dua siklus *learning trajectory* yang mengalami peningkatan pada tes kemampuan pemahaman konsep matematis, yaitu 77% pada siklus I dan 94% pada siklus II.

Simpulan dan Saran

Kemampuan pemahaman konsep peserta didik Indonesia masih rendah dalam kurun waktu 15 tahun terakhir. Model pembelajaran *guided discovery* terbukti mampu meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik. Pelaksanaan pembelajaran *guided discovery* yang merupakan pembelajaran yang inovatif dan efektif mampu mendorong keterlibatan peserta didik dalam kelas.

Penerapan model pembelajaran *discovery learning* yang mengacu pada *learning trajectory* memiliki nilai lebih. *Learning trajectory* memberi manfaat kepada guru dan peserta didik. *Learning trajectory* memberi kesempatan kepada guru agar dapat memahami cara berpikir peserta didik, sehingga dapat memahami

 ISBN 978-602-61009-2-4

bagaimana cara membantu peserta didik untuk mempelajari matematika dengan baik. Kolaborasi antara bimbingan guru dan pemahaman guru akan cara berpikir peserta didik terbukti dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Daftar Pustaka

[1] Andrews, D. R., & Bandemer, K. J., "Refining Planning: Questioning with a Purpose" in Teaching Children Mathematics, edisi 25, vol.3, 2018.

[2] Arifah, U., & Saefudin, A. A., "Menumbuhkembangkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika dengan Menggunakan Model Pembelajaran Guided Discovery", UNION: Jurnal Pendidikan Matematik, edisi 5, vol.3, pp 263-272, 2017.

[3] Bani, A., "Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematik Siswa Sekolah Menengah Pertama melalui Pembelajaran Penemuan Terbimbing", Jurnal Penelitian Pendidikan, edisi khusus, vol.2, pp 154-163, 2011.

[4] Brown, A. L., & Campione, J. C., "Guided Discovery in a Community of Learners" in K. McGilly, Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice, London: The MIT Press, pp. 229-249, 1994.

[5] Clements, D. H., & Sarama, J., "Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectory Approach", New York: Routledge, 2009.

[6] Harini, A. R., & Rosyidi, A. H., "Lintasan Belajar Siswa pada Materi Jajargenjang dengan Metode Penemuan Terbimbing melalui Penelitian Desain", MATHEdunesa: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, edisi 2, vol. 5, pp 81-89, 2016.

[7] Hutagalung, R., "Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Melalui Pembelajaran Guided Discovery Berbasis Budaya Toba di SMP Negeri 1 Tukka", MES: Journal of Mathematics Education and Science, edisi 2, vol.2, pp 70-77, 2017.

[8] Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B., "Helping Children Learn Mathematics", Washington DC: National Academy Press, 2002.

[9] NCTM, "Everybody Counts: A Report to the Nation on the Future of Mathe,atics Education", Washington DC: National Academy Press, 1989.

[10] Novitasari, L., & Leonard, L., "Pengaruh Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika terhadap Hasil Belajar Matematika", in Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika, pp 758-766, 2017.

[11] Nurdin, "Trajektori dalam Pembelajaran Matematika". Edumatica, edisi 1, vol.1, pp 1-7, 2011.

[12] OECD, "Learning for Tomorrow's World: First Result from PISA 2003", Paris, 2004.

[13] OECD, "PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World", vol.1, 2007.

[14] OECD, "PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics, and Science", vol. 1, 2010.

[15] OECD, "PISA 2012 Results in Focus: What 15-Year-Olds Know and What They Can Do with What They Know", vol. 1, 2014.

[16] OECD, "PISA 2015 Result in Focus", 2016.

[17] Purnamasari, F. E., & Murtiyas, B., "Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika melalui Pendekatan Open-Ended Bagi Siswa Kelas VIII Semester Genap SMP Muhammadiyah 10 Surakarta Tahun 2013//2014", Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2014.

[18] Puspendik, "Kemampuan Matematis Siswa SMP Indonesia Menurut Bechmark International TIMSS 2011", vol. 2, 2012.

[19] Rusyan, A., Kusdinar, A., & Arifin, Z., "Pendekatan dan Proses Belajar Mengajar", Bandung: Remadja Karya, 1989.

[20] Saragih, S., & Afriati, V., "Peningkatan Pemahaman Konsep Grafik Fungsi Trigonometri Siswa SMK Melalui Penemuan Terbimbing Berbantuan Software Autograph", Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan, edisi 18, vol. 4, 2012.

[21] Simon, M. A., "Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective", Journal for Research in Mathematics Eucation, edisi 26, vol.2, pp 114, 1995.

[22] Surya, A., "Learning Trajectory pada Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar", Jurnal Pendidikan Ilmiah, edisi 2, vol. 22, 2011.

[23] Triwibowo, Pujiastuti, E., & Suparsih, H., "Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis dan Daya Juang Siswa Melalui Strategi Trajectory Learning", in Prosiding Seminar Nasional Matematika, vol. 1, pp 1-14, 2018.

[24] Wijaya, A., "Pendidikan Matematika Realistik Suatu Alternatif Pendekatan Pembelajaran Matematika", Yogyakarta: Graha Ilmu, 2012.

[25] Yuliani, K., & Saragih, S., "The Development of Leaarning Devices Based Guided Discovery Model to Improve Understanding Concept and Critical Thinking Mathematically Ability of Students at Islamic High School of Medan", Journal of Education and Practice, edisi 6, vol. 24, pp 116-128, 2015.

XIX. PENGARUH PERHATIAN ORANG TUA DAN MOTIVASI BELAJAR TERHADAP PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA SISWA SMK

Rahmawati Erma Standsyah[1], Endang Legawati[2], Iwan Sugianto[3]
Universitas Dr. Soetomo[1]
Universitas Dr. Soetomo [2]
Universitas Dr. Soetomo[3]
rahmawati.erma@unitomo.ac.id

Abstrak— Perkembangan pendidikan Indonesia berada pada peringkat ke-64 dari 120 negara menurut laporan Education for all (EFA) Global Monitoring Report yang dirilis oleh UNESCO 2012. Hal ini menunjukkan bahwa mutu pendidikan di Indonesia perlu perhatian lebih dari masyarakat Indonesia. Banyak faktor yang menyebabkan peningkatan mutu pendidikan di Indonesia salah satunya peran orang tua. Oleh karena itu diteliti pengaruh perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika baik secara langsung maupun secara tidak langsung dengan melalui motivasi belajar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besar pengaruh orang tua terhadap prestasi belajar matematika baik secara langsung maupun secara tidak langsung melalui motivasi belajar sebagai variabel intervening. Penelitian dilaksanakan di SMK Perdana 1 Surabaya. Penelitian ini termasuk penelitian jenis kuantitatif dengan Populasi seluruh siswa SMK Perdana 1 Surabaya. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *proportionate stratified random sampling*. Hasil analisis regresi jalur dalam olah data menunjukkan bahwa perhatian orang tua tidak berpengaruh signifikan secara langsung terhadap prestasi belajar matematika siswa namun berpengaruh signifikan secara tidak langsung melalui motivasi belajar dengan total pengaruh sebesar 0,105376.

Kata kunci: Analisis Regresi Jalur, Perhatian Orang Tua, Motivasi Belajar, Prestasi Belajar Matematika

Pendahuluan

Kemajuan suatu bangsa tidak terlepas dari sumber daya manusia yang berkualitas. Pendidikan adalah proses pembelajaran yang melibatkan pengetahuan, keterampilan, dan kebiasaan, yang merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan sumber daya manusia. Manusia dapat menghadapi dan memecahkan masalah serta tantangan yang dihadapinya dengan pendidikan yang dimiliki. Menurut laporan Education for all (EFA) Global Monitoring Report yang dirilis oleh UNESCO 2012, perkembangan pendidikan Indonesia berada pada peringkat ke-64 dari 120 negara. Hal ini menunjukkan bahwa mutu pendidikan di Indonesia perlu perhatian lebih dari masyarakat Indonesia.

Pendidikan juga dibangun melalui faktor internal dan eksternal sebagai indikator kemajuan suatu bangsa yang sangat penting dalam mendukung pembangunan, dan merupakan pondasi kompentensi suatu bangsa [1]. Faktor internal terdiri dari Faktor fisiologi dan Faktor psikologis sedangkan faktor eksternal terdiri dari lingkungan sosial dan lingkungan non sosial, salah satu faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah peran orang tua dalam memberikan perhatian terhadap anak [2].

Pendidikan adalah tuntutan kepada manusia yang belum dewasa untuk meyiapkan diri agar dapat memenuhi sendiri tugas kehidupannya atau secara singkat, pendidikan adalah tautan pertumpuhan manusia mulai lahir sampai mencapai kedewasaan dalam arti jasmani dan rohani sesuai Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No 20 Tahun 2003 [3]. Berdasarkan pendapat Ki Hajar Dewantara dalam melaksanakan sistem pendidikan yaitu Tut wuri handayani yang memiliki 3 semboyan yang saling terkait, *ing ngarsa sung tulada, ing madya mangun karsa, tut wuri handayani* maka keluarga khususnya orang tua merupakan pendidik utama bagi proses pendidikan anak bangsa [4].

Peran orang tua juga penting terhadap prestasi anak, dorongan orang tua agar lebih terlibat dalam pendidikan anak sedang gencar dilakukan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) RI, yang sekarang juga memiliki Direktorat Pembinaan Pendidikan Keluarga. Laman Kemdikbud pun sekarang dibuat lebih menarik, informatif, dan bersahabat bagi orang tua. Bahkan secara khusus terdapat laman Sahabat Keluarga. Dalam berbagai kesempatan, Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Mendikbud) RI, menekankan pentingnya peran keluarga sebagai penyokong pendidikan anak. Orang tua tidak sekadar diajak untuk lebih terlibat, tidak boleh lagi *mengabaikan* dan menyerahkan urusan pendidikan kepada guru di sekolah saja, tetapi juga menerapkan pendidikan serta pengasuhan yang menumbuhkan bagi anak-anak mereka.

Motivasi belajar anak juga penting terhadap prestasi belajar dan keluarga sangat berperan penting dalam memotivasi belajar anak sehingga akan menigkatkan prestasi belajar anak. Motivasi ini di dukung oleh fasilitas baik kebutuhan biologis mapun psikologi, dengan demikian orang tua harus menciptakan susasana belajar yang kondusif untuk mewujudkan tugas dan melakanakan tanggung jawab dengan baik. Maka dari itu motivasi belajar dari orang tua akan menciptakan motivasi dan prsetasi anak [5].

Penelitian sebelumnya terkait perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi banyak dilakukan misalnya pada tahun 2013 oleh Mawarsih dkk meneliti tentang Pengaruh Perhatian Orang Tua Dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sma Negeri Jumapolo [6], selanjutnya pada tahun 2014 oleh kurniawan dan wustqa tentang Pengaruh Perhatian Orang tua, Motivasi Belajar, Dan Lingkungan Sosial Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMP [7], pada tahun 2015 juga diteliti oleh Bujuri dkk tentang Pengaruh Motivasi Belajar Dan Kesiapan Belajar Terhadap Prestasi Belajar Geografi Sma Swadhipa [8] dll.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Di Surabaya terdapat salah satu sekolah swasta yang siswanya mempunyai latar belakang ekonomi kebawah sehingga alasan orang tua untuk menyekolahkan anaknya karena didasari agar dapat membantu ekonomi orang tua, yaitu SMK Perdana 1 Surabaya. Sekolah ini mempunyai satu jurusan yaitu administrasi perkantoran yang memiliki kebijakan bebas SPP. Dengan latar belakang tersebut, para orang tua ingin menyekolahkan anaknya di SMK Perdana 1 Surabaya tetapi orang tua banyak juga tidak mengetahui bagaimana prestasi yang diperoleh anakanya, sedangkan perhatian orang tua itu sangat penting untuk memotivasi anaknya agar prestasi yang didapat lebih baik lagi dari akademik maupun non akademik.

Sesuai uraian latar belakang diatas maka diteliti pengaruh perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika siswa. permasalahan pada penelitian ini apakah perhatian orangtua berpengaruh terhadap prestasi belajar matematika baik secara langsung maupun secara tidak langsung dengan melalui motivasi belajar sebagai variabel intervening. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh orangtua terhadap prestasi belajar matematika baik secara langsung maupun secara tidak langsung melalui motivasi belajar sebagai variabel intervening. Manfaat penelitian ini dapat memberikan solusi untuk orang tua dan sekolah dalam meningkatkan prestasi belajar siswa sehingga memberikan solusi untuk masalah pendidikan di Indonesia.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilaksanakan di SMK Perdana 1 Surabaya. Populasi dalam penelitian ini sebanyak 250 siswa dan sampel sebanyak 123 siswa. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *Proportionate Stratified Random Sampling*, yaitu pengambilan sampel digunakan bila populasi mempunyai anggota yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional [9]. Analisis yang digunakan dalam menjawab hipotesa yaitu analisis regresi jalur. Perhatian orang tua merupakan variabel bebas, variabel terikatnya prestasi belajar matematika sedangkan motivasi belajar menjadi variabel intervening.

Hipotesa dalam penelitian ini terdiri atas :

1 H_0 : Tidak ada pengaruh langsung perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika siswa

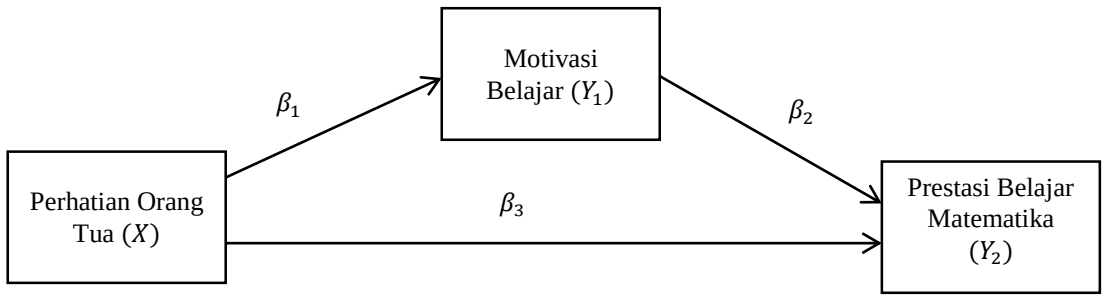
H_1 : Ada pengaruh langsung perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika siswa

2 H_0 : Tidak ada pengaruh perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika siswa melalui motivasi belajar

H_1 : Ada pengaruh perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika siswa melalui motivasi belajar

Berdasarkan hipotesa yang dibuktikan pada penelitian ini, maka kerangka konseptual penelitian ini sesuai pada Gambar 1. Uji asusmsi-asumsi regresi jalur penelitian ini dilakukan dengan metode yang disesuaikan pada prosedur statistik [10] dan dibantu Softwaare SPSS 16.

 ISBN 978-602-61009-2-4



Gambar 1: Kerangka Konseptual

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini telah memenuhi asumsi-asumsi pada analisis regresi jalur dan memiliki persamaan regresi jalur sesuai pada Gambar 1 yaitu

$$Y_1 = \beta_{01} + \beta_1 X + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$Y_2 = \beta_{02} + \beta_3 X + \beta_2 Y_1 + \varepsilon_2 \quad (2)$$

Sehingga berdasarkan analisis regresi jalur, didapat hasil persamaan (1) dan (2) adalah

$$Y_1 = 38{,}309 + 0{,}178\, X \quad (3)$$

$$Y_2 = 16{,}405 - 0{,}188\, X + 0{,}592\, Y_1 \quad (4)$$

Hasil analisa pada pengaruh perhatian orang tua terhadap motivasi belajar yang merupakan regresi sederhana, uji parsial dengan hipotesa

H_0 : $\beta_1 = 0$

H_1 : $\beta_1 \neq 0$

Didapat nilai sig pada olahan SPSS sebesar 0,000, nilai tersebut jika dibandingkan dengan selang kepercayaan ($\alpha = 5\%$) menunjukkan bahwa $sig < \alpha$. Hal ini menunjukkan bahwa H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh positif yang signifikan perhatian orang tua terhadap motivasi belajar.

Selanjutnya menganalisis pengaruh perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika dengan analisis regresi ganda. Uji parsial variabel perhatian orang tua dengan hipotesa

H_0 : $\beta_3 = 0$

H_1 : $\beta_3 \neq 0$

Hasil nilai sig sebesar 0,054, nilai tersebut menunjukkan bahwa $sig > (\alpha = 5\%)$. Hal ini menunjukkan bahwa gagal tolak H_0 maka terdapat pengaruh negatif yang tidak signifikan perhatian orang tua terhadap prestasi belajar matematika siswa. Sedangkan Uji parsial variabel motivasi belajar dengan hipotesa

H_0 : $\beta_2 = 0$

H_1 : $\beta_2 \neq 0$

 ISBN 978-602-61009-2-4

Didapat nilai sig sebesar 0,029, sehingga $sig < (\alpha = 5\%)$ bearti tolak H_0, bearti terdapat pengaruh positif yang signifikan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika siswa

Pada uji simultan perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika dengan hipotesa

H_0 : $\beta_2 = \beta_3 = 0$

H_1 : $\beta_2 \neq \beta_3 \neq 0$

Didapat nilai sig sebesar 0,057, yang bearti $sig > (\alpha = 5\%)$. Hal ini menunjukkan bahwa gagal tolak H_0 maka tidak terdapat pengaruh yang signifikan perhatian orang tua dan motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika siswa.

Berdasarkan analisa dari model regresi jalur didapat bahwa perhatian orang tua tidak berpengaruh signifikan secara langsung terhadap prestasi belajar matematika siswa namun berpengaruh signifikan secara tidak langsung melalui motivasi belajar. Kesesuaian model regresi jalur menunjukkan pengaruh perhatian orang tua terhadap motivasi belajar sebesar 0,178 sedangkan pengaruh motivasi belajar terhadap prestasi belajar matematika sebesar 0,592. Dengan demikian pengaruh total perhatian orangtua terhadap preatsi belajar matematika siswa melalui motivasi belajar sebesar 0,105376.

Hasil pada penelitian ini memberikan dukungan terhadap hasil penelitian sebelumnya, misalnya Mawarsih dkk [6] pada tahun 2013 yang memberikan hasil bahwa perhatian orang tua berpengaruh signifikan terhadap motivasi belajar siswa. Pada tahun 2014 kurniawan dan wustqa [7] menunjukkan hasil penelitian bahwa secara parsial perhatian orang tua dan motivasi belajar meningkatkan prestasi belajar siswa. Selain itu, tahun 2015 juga diteliti oleh Bujuri dkk [8] yang menunjukkan motivasi belajar berpengaruh signifikan terhadap prestasi siswa.

Prestasi belajar siswa tidak terlepas dari faktor peran orang tua. Pada kasus ini orang tua memiliki peran besar dalam meningkatkan prestasi belajar siswa melalui pemberian motivasi siswa dalam belajar. Siswa sangat perlu motivasi orang tua dalam meningkatkan hasil belajarnya, jika orang tua tidak peduli dengan proses belajar anaknya di sekolah maka akan mempengaruhi motivasi anak dalam belajar sehingga prestasi pun menurun. Perhatian orang tua dapat berupa pemberian bimbingan belajar, pengawasan terhadap belajar, pemberian penghargaan, pemenuhan kebutuhan belajar atau menciptakan lingkungan nyaman untuk belajar dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Siswa lebih mandiri dalam belajar, lebih bertanggungjawab dengan tugas-tugasnya sebagai siswa dll. Dari hal tersebut maka prestasi belajar siswa pun meningkat. Nilai-nilai siswa memiliki rata-rata diatas standar dll.

Hasil analisis tersebut jika diinterpretasikan pada kondisi nyata menyatakan bahwa jika ingin meningkatkan prestasi siswa SMK Perdana 1 Surabaya perlu adanya kerjasama antara pihak orang tua dengan sekolah. Orang tua dapat memberikan perhatian lebih terhadap perkembangan sekolah anaknya sehingga dapat memunculkan motivasi belajar anak. Dari motivasi tersebut maka prestasi belajar matematika siswa di sekolah akan meningkat.

Simpulan dan Saran

Penelitian ini dapat memberikan kesimpulan bahwa prestasi belajar matematika siswa SMK Perdana 1 Surabaya dipengaruhi oleh perhatian orang tua siswa melalui motivasi belajar siswa. Oleh karena itu perlu adanya kerjasama sekolah dengan orang tua siswa dalam memberikan perhatian lebih terhadap perkembangan sekolah anaknya sehingga dapat memunculkan motivasi belajar anak. Dari motivasi tersebut maka prestasi belajar matematika siswa di sekolah akan meningkat. Saran yang diberikan oleh penulis guna melanjutkan atau mengembangkan penelitian ini dengan menambahkan variabel lain yang belum diteliti misalnya variabel lingkungan, tingkat sosial orang tua dan lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan Terimakasih kepada Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Dr. Soetomo yang telah mendukung dan membiayai kegiatan penelitian ini dan juga kepada seluruh mahasiswa FKIP Universitas Dr. Soetomo yang sedang praktek kerja lapang di SMK Perdana 1 Surabaya pada semester

gasal 2018/2019 dan Kepala Sekolah beserta Bapak/Ibu guru SMK Perdana 1 Surabaya atas dukungan dalam proses penelitian sehingga penelitian ini berjalan lancar.

Daftar Pustaka

[1] H. Sangganagara, "Mencerdaskan Bangsa: Faktor Internal dan Eksternal Pendidikan," *Mencerdaskan Bangsa*, 27-Mar-2017. .

[2] P. D. S. B. T. M.Si, *Psikologi Pendidikan Berbasis Analisis Empiris Aplikatif*. Prenada Media, 2017.

[3] "Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003." [Online]. Available: http://peraturan.go.id/uu/nomor-20-tahun-2003.html. [Accessed: 19-Jan-2019].

[4] *Ki Hajar Dewantara, pemikiran dan perjuangannya*. Jakarta: Museum Kebangkitan Nasional, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.

[5] H. Hero and M. E. Sni, "Peran Orang Tua Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas V Di Sekolah Dasar Inpres Iligetang," *JRPD (Jurnal Riset Pendidikan Dasar)*, vol. 1, no. 2, pp. 129–139, Oct. 2018.

[6] S. E. Mawarsih, - Susilaningsih, and N. Hamidi, "Pengaruh Perhatian Orang Tua Dan Motivasi Belajar Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sma Negeri Jumapolo," *Jupe-Jurnal Pendidikan Ekonomi*, vol. 1, no. 3, Jul. 2013.

[7] D. Kurniawan and D. U. Wustqa, "Pengaruh Perhatian Orangtua, Motivasi Belajar, Dan Lingkungan Sosial Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa Smp," *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, vol. 1, Nov. 2014.

[8] A. P. Bujuri, P. Pargito, and S. Sudarmi, "Pengaruh Motivasi Belajar Dan Kesiapan Belajar Terhadap Prestasi Belajar Geografi Sma Swadhipa," *JPG (Jurnal Penelitian Geografi)*, vol. 3, no. 1, Apr. 2015.

[9] J. Altmann, "Observational Study of Behavior: Sampling Methods," *Behaviour*, vol. 49, no. 3–4, pp. 227–266, Jan. 1974.

[10] D. L. Streiner, "Finding Our Way: An Introduction to Path Analysis," *The Canadian Journal of Psychiatry*, vol. 50, no. 2, pp. 115–122, Feb. 2005.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XX. PEMBELAJARAN MATEMATIKA DI SEKOLAH DASAR BERBASIS INTERAKTIF SISWA

Lusi Rachmiazasi Masduki [1]
UPBJJ-Universitas Terbuma Semarang[1]
lusi@ecampus.ut.ac.id

Abstrak—Kegiatan studi banding dari sekolah kesekolah lain perlu diadakan, mengingat ada berbagai kebaikan serta kelebihan yang dapat ditiru demi meraih kesuksesan. Sebagai orang tua yang memiliki putra-putri yang masih kecil, tentunya pernah menyaksikan kegiatan pembelajaran di PAUD (Pendidikan Anak Usia Dini) atau di TK (taman kanak-kanak). Pada awal pembelajaran, anak telah dibiasakan dilatih untuk bercerita tentang pengalamannya. Kemampuan anak dalam bercerita dapat berkembang dengan mengkonstruksi pengetahuan yang didapat dari pengalaman. Karakter anak akan tumbuh karena adanya interaksi antar anak ketika dalam proses belajar. Di sisi lain jika dibandingkan dengan pembelajaran di SD (Sekolah Dasar), suasana sudah pasti berbeda. Pada awal masuk kelas, siswa diwajibkan duduk manis, tangan dilipat, mendengarkan guru menjelaskan materi pelajaran. Akibatnya salah satu mata pelajaranya itu matematika hingga saat ini masih banyak siswa yang merasakan kesulitan. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab, bagaimanakah cara mengajar yang baik agar siswa mudah belajar matematika. Melalui pelatihan penelitian tindakan kelas (PTK) menunjukkan bahwa guru SD perlu kiranya melakukan upaya perbaikan pembelajaran yang inovatif dengan menggunakan *cooperative learning* tipe *think pair and share*. Guru SD dapat berkreasi melalui perbaikan strategi pembelajaran, untuk meningkatkan kemampuan berpikir siswanya, kemampuan berbagi sehingga terbiasa berinteraktif dengan teman. Interaktif antar siswa perlu dilatihkan, dan akan muncul dengan sendirinya apabila guru mampu mengembangkan melalui tugas proyek yang dikemas dalam lembar kerja siswa. Hasil dari pelatihan PTK dapat memotivasi dan menyakinkan guru bahwa interaktif siswa dapat mempermudah siswa untuk lebih cepat memahami materi matematika.

Kata kunci: matematika, sekolah dasar, interaktif siswa

Pendahuluan

Tahun ajaran baru, para orang tua selalu disibukkan untuk mencari sekolah yang tepat bagi putra putrinya. Harapan orang tua memilih sekolah tentunya akan mendapatkan yang berkualitas dan berkapasitas bagus. Kegiatan studi banding yang dilakukan oleh para guru dari sekolah ke sekolah lain sangat perlu untuk diadakan, mengingat terdapat berbagai kebaikan dan kelebihan yang dapat dilihat untuk ditiru demi meraih kesuksesan agar kualitas dan kapasitas sekolahnya meningkat. Sebagai orang tua yang memiliki putra-putri usia dini, tentunya pernah menyaksikan kegiatan pembelajaran di PAUD (Pendidikan Anak Usia Dini) atau di TK (taman kanak-kanak). Di PAUD pada saat awal pembelajaran, anak dilatih untuk bercerita tentang pengalamannya. Kemampuan anak selanjutnya dapat berkembang dengan mengkonstruksi pengetahuan yang didapat dari pengalaman. Karakter positif pada anakpun akan tumbuh karena adanya interaktif antar anak selama proses belajar. Di sisi lain jika dibandingkan dengan proses pembelajaran di SD (Sekolah Dasar), suasana sudah pasti berbeda. Pada awal masuk

 ISBN 978-602-61009-2-4

kelas, siswa wajib duduk manis, tangan dilipat, mendengarkan guru menjelaskan materi pelajaran. Akibatnya terdapat salah satu mata pelajaran yaitu matematika yang hingga saat ini masih banyak siswa yang merasakan kesulitan mencerna dan mengikutinya. Pelajaran Matematika jika dianggap sulit maka akan mengakibatkan siswa merasa bosan karena sulit mengerti dan terkesan matematika tidak ada gunanya. Hal ini juga diakui oleh para guru SD yang mengikuti kegiatan pengabdian kepada masyarakat (abdimas) yang kami lakukan, mengatakan benar bahwa matematika termasuk mata pelajaran yang sulit. Andaikata para guru SD bersedia mengunjungi pembelajaran yang ada di PAUD atau di TK dan bersedia untuk melanjutkan dan mengembangkan kebiasaan bercerita yang dikaitkan dengan materi pembelajaran maka siswa akan menjadi lebih mudah mencerna materi pelajaran.

Setiap hari manusia melakukan aktivitas yang sama, mulai bangun tidur, mandi, makan, bekerja atau sekolah, istirahat sampai tidur lagi. Aktivitas tersebut pastilah memerlukan perhitungan, berapa waktu yang dimanfaatkan, jarak tempuh, hingga keuangan yang dibelanjakan. Pemenuhan keperluan tersebut akan menjadi berantakan apabila dilakukan tanpa perhitungan, oleh sebab itu wajib bagi guru ketika memberikan apersepsi pembelajaran dengan menggunakan contoh dalam kehidupan sehari-hari. Pemberian contoh yang tepat akan membawa afirmasi serta arah pemikiran yang tepat. Pemikiran yang positif dan tepat akan berdampak pada baiknya penyampaian, serta tutur kata yang bagus dan bermakna. Perkataan atau ucapan yang bermakna akan berakibat pada kebiasaan yang terpuji. Kebiasaan yang baik akan berakibat pada keberhasilan dan kesuksesan di masa depan siswa. Sebagai contoh kebiasaan yang tidak baik dalam kehidupan anak sekolah, ketika berangkat sekolah terburu-buru karena bangun kesiangan sampai di sekolah pintu gerbang sekolah sudah ditutup, masuk kelas pasti bingung dan hilang rasa percaya diri. Materi pelajaran yang disampaikan guru pasti sudah sampai jauh sehingga menjadikan siswa semakin tidak paham, apakah keadaan ini menyenangkan bagi siswa? Problematika bagi siswa sudah pasti bertambah. Bagaimanakah cara mempersiapkan dan menerapkan pembelajaran matematika agar dapat membantu siswa mempersiapkan masa depannya?

Kita manusia dilahirkan oleh seorang ibu ditetapkan Allah SWT untuk menjadi pemimpin, minimal memimpin diri sendiri sehingga dibutuhkan kemampuan untuk pandai mengatur emosi, mengatur waktu, mengatur keuangan dan lainnya. Menjadi seorang pimpinan yang kharismatik dan disegani, biasanya terlahir dari sikap tegas yang fleksibel dalam sebuah keberanian yang penuh dengan kerendahan hati. Pemimpin di kelas biasanya dipilih dari anak yang berprestasi dan pemberani. Setiap orang tua pasti bangga ketika mendengar laporan dari pihak sekolah bahwa anaknya memperoleh peringkat pertama di kelasnya. Apalagi ketika anak beserta orang tuanya ikut serta maju naik ke panggung untuk menerima piala dan ucapan selamat atas prestasi anaknya. Bangga terhadap prestasi yang dicapai anak biasanya disertai dengan pemberian hadiah. Jarang sekali kebanggaan tersebut diikuti dengan kemampuan merefleksi atau berfikir kembali tentang penyebab tercapainya prestasi. Orang tua akan kecewa ketika tiba-tiba anaknya yang semula berprestasi menjadi turun peringkat atau sama sekali tidak termasuk dalam peringkat lima besar di kelasnya.

Sebagai orang tua sering juga lupa melakukan refleksi tentang apa penyebab yang menjadikan anak tersebut berprestasi dan apakah prestasi itu akan berdampak kepada kesuksesan anak di kemudian hari. Prestasi tersebut akan membuahkan kesuksesan di masa depan, ketika orang tua mampu introspeksi terhadap kebiasaan belajar anaknya. Perubahan kebiasaan belajar sangat dipengaruhi oleh sikap orang tua terhadap hasil belajar yang telah diperoleh anaknya. Seperti, sikap orang tua yang terlalu membanggakan terhadap prestasi anak, biasanya akan menjadikan anak tersebut lupa diri bahkan sombong. Sikap orang tua yang biasa-biasa saja ketika anaknya memperoleh prestasi yang gemilang, biasanya akan menjadikan prestasi anak tiba-tiba turun karena kurang mendapat perhatian, untuk itu diperlukan ketepatan dalam pemberian reward terhadap prestasi anak. Hal ini sejalan dengan pendapat [1] bahwa Guru dapat memberikan pujian kepada anak yangberani mengemukakan pendapatnya dengan memberikan reward berupaungkapan “bagus sekali”, “kamu pintar”, dan lain sebagainya. Guru punjuga dapat memberikan pertanyaan yang bersifat individual agar anak terpacuuntuk mengemukakan pendapatnya..

Banyak guru yang membenarkan bahwa dirinya tidak mempunyai kesempatan merefleksi tentang keberhasilan dan kekurangan yang selama ini telah dilakukan dalam pembelajaran, karena guru merasa baik-baik saja dalam mengajar. Guru tidak mungkin melakukan refleksi terhadap keberhasilan dan kekurangannya dalam pembelajaran, ketika guru merasa bahwa siswanya bukanlah anak kandungnya. Guru yang bersedia melakukan refleksi terhadap keberhasilan dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

kegagalan dalam setiap pembelajaran adalah guru yang mampu merenung dan telah memiliki jiwa mengabdi yang tulus serta sikap ikhlas penuh kasih sayang memberikan yang terbaik dari ilmu yang dia miliki. Seperti memberikan pelayanan pembelajaran yang menyenangkan dan tidak membelenggu kreativitas siswa.

Kesuksesan sebagai siswa berprestasi atau sebagai siswa teladan biasanya diawali dari keberanian dalam mengemukakan pendapatnya kepada orang lain. Mengemukakan pendapat banyak ragamnya. Dalam hal ini dapat berupa, kemampuan menceriterakan tentang pengetahuan yang baru saja dibaca, keberanian berargumentasi atau berupa keberanian dalam menyusun kalimat secara spontan saat bertanya. Siapa yang dapat membantu untuk menjadikan anak-anak tersebut memiliki keberanian serta kemandirian? Ketika anak berada di rumah, maka orang tua dapat memberikan bantuan untuk tumbuh kembangnya kemampuan anak dalam menyampaikan pendapat, sedangkan ketika anak berada di sekolah maka untuk menumbuhkembangkan keberanian berpendapat menjadi tanggung jawab seorang guru. Oleh karena itu perlu kiranya para guru SD membiasakan diri merefleksi pembelajaran yang telah dilakukan untuk kemudian memperbaiki pembelajaran dengan cara kreatif memfokuskan pada interaktif siswa yang berisi persoalan materi Matematika. Interaktif siswa tersebut bertujuan mempersiapkan siswa untuk berlatih belajar komunikasi dengan teman seputar masalah matematika, sebagai pengenalan belajar mandiri.

Apakah dengan interaktif siswa yang berisi persoalan materi pembelajaran matematika dapat digunakan sebagai pengenalan belajar mandiri? Bagi para guru SD dapat mewujudkan inovasi tersebut dengan melakukan penelitian tindakan di kelas terhadap kemampuan anak dalam melakukan komunikasi interaktif seputar Matematika yang materinya telah dipersiapkan guru. Banyak kemampuan siswa yang dapat digali dan dikembangkan setelah anak melakukan interaktif. Kemampuan anak dalam menyampaikan kembali isi materi dari hasil interaksi bersama teman sebangkunya. Kemampuan yang dapat dinilai dapat meliputi, kemampuan menjawab permasalahan yang ada dalam lembar kerja dan kemampuan berargumentasi mengenai apa yang sudah dikerjakan serta kemampuan menyampaikan apa saja yang masih belum dipahami. Penelitian ini perlu berkelanjutan apakah dampak dari hasilnya akan menyakinkan guru bahwa memupuk kebiasaan interaktif siswa berupa komunikasi tentang matematika, menghargai pendapat orang lain dalam belajar merupakan pengenalan kepada siswa tentang belajar mandiri.

Diperlukan upaya para individu dalam membangun kepantasan untuk menjadi orang sukses. Pemimpin besar hendaknya dipersiapkan sejak dini dengan cara membangun kepantasan untuk menggapai yang diharapkan. Sejalan dengan pendapat [2] bahwa guru membantu siswa meraih kesuksesan sejak dini, berarti telah membantu mereka untuk mengambil langkah yang besar demi pencapaian jangka panjang dan bertanggung jawab pada kecakapan kerja nanti. Perlu kiranya para guru mengikuti pelatihan guna meningkatakan jiwa ikhlas membantu siswa mencapai sukses di masa depan.

Pada usia dini merupakan periode awal yang paling penting dan mendasar sepanjang rentang pertumbuhan dan perkembangan kehidupan manusia. Masa usia dini, semua potensi anak berkembang sangat cepat. Fakta ini ditemukan oleh ahli-ahli neurologi, [2] yang menyatakan bahwa sekitar 50% kapasitas kecerdasan manusia telah terjadi ketika berusia 4 tahun dan 80% telah terjadi ketika berusia 8 tahun. Artinya sejak manusia lahir sampai pada usia 4 tahun bahkan hingga usia 8 tahun tersebut merupakan usia potensial untuk menumbuhkembangkan potensi dan bakatnya. Pertumbuhan fungsional sel-sel syaraf tersebut membutuhkan berbagai fasilitas dan situasi pendidikan yang mendukung, baik situasi pendidikan dalam keluarga, masyarakat maupun sekolah. Sehingga setiap anak bisa mencapai kesuksesan, dan ketika kesuksesan menjadi suatu target atau cita-cita maka diperlukan adanya usaha yang disertai dengan pengelolaan strategi pembelajaran yang cermat.

Pengelolaan strategi pembelajaran dapat diprogram yang meliputi perencanaan, pelaksanaan tindakan, refleksi dan upaya perbaikan. Tahap perencanaan diperlukan pemikiran matang tentang materi yang akan disampaikan, strategi dan media yang akan digunakan, menetapkan tujuan yang hendak dicapai, serta mampu mengukur pencapaian target. Tahap pelaksanaan tindakan, pada tahap ini diperlukan kecermatan pemilihan appersepsi dan pendekatan yang tepat terhadap peserta didik agar tujuan yang telah dirumuskan dapat tercapai dengan menyenangkan. Tahap refleksi sebagai cara objektif untuk melihat kesesuaian antara perencanaan, pelaksanaan tindakan dan pencapaian tujuan. Tahap upaya perbaikan yang akan dilakukan perlu pengembangan yang inovatif dan kreatif dari para

 ISBN 978-602-61009-2-4

guru agar pembelajaran yang direncanakan dapat berhasil dengan semakin baik dan optimal jika dibandingkan dengan pembelajaran sebelumnya. Inovatif dan kreatif dari guru hendaknya memperhatikan tuntutan perkembangan jaman dan apa yang sedang menjadi isu saat milenial ini.

A. Pencapaian tujuan wajib direncanakan secara kreatif dan inovatif

Kemampuan merefleksi atau memikirkan kembali sangat diperlukan bagi siapa saja termasuk guru sebagai bentuk bukti memiliki jiwa kreatif dan inovatif. Merefleksi diri membutuhkan pengalaman untuk masalah yang dihadapi, antara lain diperoleh dengan mengadakan observasi pembelajaran di TK (taman kanak-kanak) atau di PAUD (pendidikan anak usia dini) untuk mendapatkan inspirasi. Kebiasaan pembelajaran di TK dan PAUD, sering kali di awal pembelajaran guru memberi kesempatan kepada anak untuk maju menceriterakan apa yang dialami, kemarin hari Minggu siapa yang diajak ayah pergi? Anak yang lain diminta untuk mendengarkan serta memberikan tanggapan, atau pertanyaan terhadap ceritera yang disampaikan temannya. Manfaat dari aktivitas mendengarkan dan berbicara dapat menumbuhkan ide atau gagasan yang dimiliki untuk tersampaikan kepada orang lain. Sebagai sarana belajar, berceritera dapat mendorong siswa untuk mengeksplorasi ekspresi mereka tentang banyak konsep yang belum dipahami dan dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan pikiran secara apa adanya. Manfaat lain dari keberanian berceritera dapat menambah pengalaman untuk mendukung keterampilan berkomunikasi dalam kehidupan sehari-hari. Sejalan dengan pendapat [6] bahwa guru sejati juga perlu membangkitkan dan mengaktualkan secara potensial yang terdapat dalam diri anak.

Sebagai guru SD perlu mengadopsi model pembelajaran di TK atau di PAUD untuk kemudian dikembangkan dalam hal memberi kesempatan kepada siswa dalam mengkomunikasikan apa yang telah dipelajari dengan menerapkan interaktif sesama siswa dari lembar kerja yang telah dipersiapkan guru. Perencanaan dalam skenario pembelajaran yang dapat dikembangkan:

1. Materi dalam lembar kerja matematika dipersiapkan dengan baik, rinci, sistimatis mudah dipahami melalui contoh riel yang menarik, misal ada tugas proyek.
2. Memberi waktu dan memotivasi siswa untuk melakukan dialog, interaktif antar siswa tentang materi matematika tugas mengukur, menghitung.
3. Memastikan bahwa masing-masing siswa telah mendapat lembar kerja matematika.
4. Memberi tugas proyek, menyiapkan media yang sesuai agar tujuan dapat tercapai, seperti keberanian bertanya, kemampuan menjelaskan materi yang telah dipelajari dan telah didiskusikan dengan teman sebangkunya.
5. Interaktif siswa berupa dialog dalam menjawab pertanyaan dari teman pasangannya atau teman sekelasnya, apabila ada yang belum dimengerti.
6. Melatih siswa mempertahankan argumentasinya, guru dapat sebagai fasilitator.

Pengelolaan strategi pembelajaran hendaknya diawali dengan perencanaan yang berisi tentang rangkaian kegiatan yang didesain jelas untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan, merupakan unsur yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Suatu pengelolaan strategi pembelajaran yang menggunakan urutan kegiatan pembelajaran yang dibuat secara sistematis, memiliki potensi untuk memudahkan kegiatan belajar peserta didik tercapai secara optimal. Urutan yang sistematis sangat penting karena akan menunjukkan urutan yang harus dan perlu diikuti dalam menyajikan sesuatu kegiatan. Pemilihan strategi berupa interaktif siswa hendanya disesuaikan dengan keperluan serta tuntutan zaman dan diharapkan bermanfaat dalam membantu memotivasi para guru yang ingin mengembangkan dan merancang pembelajaran.Menurut referensi [11] ada beberapa unsur strategi pembelajaran diantaranya:

1. *Card Sort* (Cari Kawan)
2. *The Power of Two* (Dua Kekuatan)

 ISBN 978-602-61009-2-4

3. *Cooperative Learning Thing Pair and Share* (Belajar dengan Model TPS)
4. *Everyone is a Teacher Here* (Semua bisa jadi Guru)

Strategi pembelajaran dengan empat unsur yang terdiri dari mencari kawan sebagai pasangan berdiskusi atau berdialog dapat menimbulkan dua kekuatan. Kekuatan interaktif siswa tersebut dapat berupa rasa berani dan rasa takut dalam menyampaikan pendapat serta gagasan yang dimiliki. Ketika keberanian menjadi pilihan bagi siswa maka penerapan model TPS dapat dikatakan berhasil dan siswa bisa menjadi guru bagi sesama teman. Ketika takut yang mendera siswa itu mendominasi, maka guru harus dapat memberikan motivasi pada siswa untuk mencoba menirukan temannya yang telah berani, dengan penuh semangat untuk bisa.

Pembelajaran pada dasarnya adalah proses penambahan informasi dan kemampuan baru. Ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan para guru dalam melaksanakan proses pembelajaran:

1. Pertimbangan yang berhubungan dengan tujuan yang ingin dicapai.
2. Pertimbangan yang berhubungan dengan bahan atau materi pembelajaran.
3. Pertimbangan dari sudut potensi yang dimiliki siswa.
4. Pertimbangan- pertimbangan lainnya.

Mempertimbangkan materi dan tujuan yang hendak dicapai harus dikaitkan dengan potensi yang dimiliki siswa kelas SD. Pertimbangan lain yang perlu diperhatikan yaitu pemberian reward bagi sekecil apapun keberanian yang telah ditunjukkan oleh siswa. Reward dapat berupa tepuk tangan, acungan jempol atau ucapan “hebat kamu”, semua ini secara tidak langsung dapat berkontribusi dan membangun harapan akan adanya peningkatan diri yang lebih baik di masa depan [3]. Sebaliknya beberapa fakta membuktikan bahwa kegagalan dalam pemberian reward akan menimbulkan lingkungan belajar yang frustasi serta terhambatnya bahwa dapat membunuh perkembangan prestasi siswa.

B. Peluang untuk menggelorakan semangat belajar

Semua orang dapat dipastikan pernah merasakan suasana ketakutan dalam hidupnya. Perasaan ketakutan luar biasa yang disebabkan oleh kegelisahan seringkali tersembunyi di bawah emosi-emosi sehingga muncul rasa sakit atau marah. Seperti pendapat [9] bahwa takut bukan berarti merupakan sebuah emosi yang buruk ketika kita mampu menepis rasa takut tersebut. Bagaimana cara menepisnya, ambil napas dalam-dalam ketika rasa takut atau rasa negatif lainnya sedang menghampiri anda dengan berkata pada diri sendiri “tidak apa-apa” dan fokuskan pada diri anda bahwa anda baik-baik saja dan semuanya menyenangkan. Artinya ketika yang kita rasakan adalah sesuatu yang menyenangkan maka di saat itulah ada peluang untuk menggelorakan semangat belajar. Semangat untuk belajar mandiri dan semangat mencapai apa saja yang sedang diinginkan.

C. Interaktif Siswa

Interaktif siswa merupakan kegiatan dialog antar siswa yang dapat dilakukan secara berpasangan atau berdua dengan teman sebangku. Bentuk kelompok yang lain dapat dilakukan berempat dan masing-masing siswa diberikan lembar kerja berisi materi pembelajaran, penggunanya mampu berinteraksi ketika lembar kerja tersebut harus diselesaikan. Interaktif siswa sangat berguna untuk mendorong siswa saling berdialog karena dapat menemukan unsur-unsur untuk melengkapi proyek yang diinginkan, sehingga materi yang dipelajari menjadi lebih jelas, mendalam dan tuntas. Antar siswa terjadi interaksi ketika yang mengerjakan lembar

 ISBN 978-602-61009-2-4

kerja dengan program atau soal pada materi yang ada pada lembar kerja tersebut terjadi dialog [10]. Interaktif siswa yang telah dirancang dengan baik dapat menimbulkan keinginan untuk melakukan aktivitas mengukur, menghitung secara mandiri. Manfaat dan kelebihan interaktif siswa dibanding membaca buku, interaktif siswa dapat dibantu dengan adanya media lembar kerja atau CD interaktif dapat berisikan video, animasi serta simulasi yang bergerak dan interaktif sehingga guru tidak terlalu sulit memberikan pemahaman kepada siswa-siswanya. Artinya sesuatu yang selama ini sulit dijelaskan menjadi mudah untuk divisualisasikan. Selain itu dengan CD interaktif dapat membangun gaya belajar yang bertanggung jawab.

Kemandirian dalam mempelajari materi pada lembar kerja atau CD interaktif diyakini akan mengukir prestasi, ketika proses pembelajaran dapat mencapai tujuan yang direncanakan. Tujuan akan mudah tercapai, manakala materi yang dipersiapkan dapat menarik perhatian siswa dan mudah dimengerti. Guru sangat perlu memberikan motivasi kepada siswa untuk mencoba mempelajari sendiri dan berani menyampaikan pendapatnya ketika maju di depan kelas. Berikan kesempatan dan peluang kepada siswa untuk dialog dengan teman sebangkunya terlebih dahulu sebagai pemacu keberanian maju di depan kelas.

CD interaktif memerlukan peralatan lain yang mendukung berupa komputer, laptop, atau sejenisnya. Jika peralatan tersebut belum dimiliki maka harus menggunakan sarana sewa warnet (warung internet) dan harus pula didukung kemampuan dasar komputer. SD yang berada di kota-kota di pulau Jawa, sarana warnet sudah tidak menjadi masalah. Dengan dipilihnya cara ini siswa menjadi terbiasa mengikuti perkembangan teknologi yang sedang pesat saat ini, sehingga siswa tidak gaptek (gagap teknologi), tidak ketinggalan informasi terutama dalam mengenal hal-hal yang baru. Pengarahan dari orang tua dan guru sangat diperlukan agar siswa tidak hanya mahir dalam pemainan game.

D. Mengapa menggunakan dasar interaktif siswa

Inovatif dengan menggunakan CD interaktif, karena saat ini penggunaan komputer sebagai sarana utama merupakan suatu alat yang sudah dikenal siswa. Bagi siswa yang tinggal di kota di pulau Jawa telah akrab dengan komputer, bahkan mereka sebagai siswa SD sering mendatangi warnet membayar hanya untuk bermain game atau play station. Hal ini sangat disayangkan karena waktu banyak terbuang untuk bermain game ketika mereka pulang sekolah. Referensi [4] meragukan terhadap penggunaan komputer, bagaimana kita dapat menjamin bahwa siswa memiliki kesempatan menggunakan komputer? Dapatkah kita mengajar cukup dengan komputer, untuk membuat siswa lebih baik dalam memiliki keahlian? Dapatkah siswa diberikan beberapa bentuk bantuan, seperti seorang tutor bila mereka mendapat kesulitan?

CD sebagai media pembelajaran, saat ini telah banyak diproduksi dan diperjual belikan di toko buku. Sedangkan CD yang digunakan dalam penelitian ini merupakan CD yang materinya dirancang sendiri oleh peneliti dengan memperhatikan urutan serta sistematika materi kemudian diserahkan kepada tenaga ahli programmer untuk dijadikan CD interaktif selanjutnya digandakan dan dibagikan kepada semua siswa. Seperti ketika mempelajari materi membandingkan pecahan maka siswa terlebih dahulu harus memahami nama lain bilangan pecahan. Sehingga latihan yang harus dikerjakan yaitu memilih (tinggal “klik” perintah) nama lain dari suatu pecahan. Jika jawaban siswa benar maka akan muncul nilai serta komentar bahwa si operator bernilai benar. Jika siswa asal “klik” dan berakibat jawabannya salah maka akan muncul komentar salah dengan nilai nol.

Lembar kerja dengan tugas proyek yang komunikatif dapat dijadikan pengganti manakala CD interaktif sulit diperoleh. Tugas yang ada pada LK hendaknya yang dapat memotivasi siswa untuk saling berinteraksi dengan waktu yang relatif cukup, sehingga tidak dikerjakan sendiri oleh siswa yang pandai. Pada waktu yang sudah ditetapkan, guru menggunakan pembelajaran model *cooperative* tipe TPS, guru meminta siswa untuk berani maju menyampaikan apa yang sudah dipahami dan apa yang masih ingin ditanyakan. Sehingga dalam pengoperasian CD tidak dibutuhkan guru dan tutor untuk membantu memahami materi. Pemahaman materi terjadi pada keaktifan diskusi dan ketika berani berargumentasi di kelas.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Contoh lembar kerja dengan tugas proyek

Lembar Kerja dengan Tugas Proyek

Tuliskan nama kelompokmu: 1. .....

2. .....

Diskusikan bersama teman kelompokmu!

1. Buatlah dengan kertas yang tersedia, persegi atau bujur sangkar A dengan panjang sisi 4cm dan persegi B dengan panjang 12cm!
2. Ukurlah berapa cm keliling persegi A dan persegi B!
3. Berapa cm^2 luas bujur sangkar A danluas bujur sangkar B?
4. Bandingkan keliling persegi A dengan keliling persegi B.

   A : B = ... : ...
5. Sederhanakan bentuk pecahan tersebut?

$$\frac{A}{B} = \frac{\dots}{\dots}$$

E. Model Cooperative Learning tipe Think Pair and Share

Salah satu model pembelajaran matematika yang mengaktifkan siswa selama proses pembelajaran adalah pembelajaran kooperatif *(cooperative learning)* tipe TPS *(think pair and share)*. Menurut referensi [7], dengan menonjolkan interaksi siswa dalam kelompok, model pembelajaran kooperatif dapat membuat siswa berlatih menerima siswa lain yang berkemampuan dan berlatar belakang berbeda. Sedangkan menurut [8], dalam pembelajaran kooperatif peranan guru beralih dari penyaji materi menjadi fasilitator. Lebih lanjut dinyatakan bahwa siswa yang belajar melalui pembelajaran kooperatif lebih bertanggung jawab terhadap pembelajarannya dan siswa lebih banyak memperoleh informasi dibandingkan saat diajarkan dalam kelas tradisional hanya membaca soal dan mengerjakan sendiri.

Jenis apa pun interaktif atau diskusi yang digunakan dalam pelaksanaannya guru harus mengatur kondisi kelas dan membangun motivasi bagi siswa agar [5]:

1. Setiap siswa dapat bicara mengeluarkan gagasan dan pendapatnya.
2. Setiap siswa harus saling mendengar pendapat orang lain.
3. Setiap siswa harus saling memberikan respon.
4. Setiap siswa harus dapat mengumpulkan atau mencatat ide-ide yang dianggap penting.
5. Melalui diskusi, setiap siswa harus dapat mengembangkan pengetahuannya serta memahami isu-isu yang dibicarakan dalam diskusi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Dengan penerapan model *cooperative learning* tipe TPS ini mengharapkan siswa semakin berani mengeksplorasikan kemampuannya dalam berbicara dan berargumentasi. Guru yang cermat akan banyak menemukan hal baru dari diskusi mereka serta dapat menangkap banyak kehebatan yang dimiliki para siswa.

Kelebihan dan kelemahan model *cooperative learning* tipe TPS

Ada beberapa kelebihan model *cooperative learning* tipe TPS, manakala diterapkan dalam kegiatan pembelajaran [3].

1. Model *cooperative learning* tipe TPS, dapat merangsang siswa untuk lebih kreatif khususnya dalam berinteraksi memberikan gagasan dan ide-ide yang dimiliki.
2. Dapat melatih dan membiasakan diri berkomunikasi, bertukar pikiran dalam mengatasi setiap permasalahannya.
3. Dapat melatih siswa untuk mengemukakan pendapat atau gagasan secara verbal, sehingga tumbuh sikap berani.

Selain terdapat kelebihan, model *Cooperative learning* tipe TPS ini juga memiliki beberapa kelemahan, di antaranya:

1. Sering terjadi interaktif dalam TPS, didominasi oleh 1 atau 2 orang siswa yang memiliki keterampilan berbicara saja.
2. Kadang-kadang pembahasan dalam TPS menjadi meluas, sehingga kesimpulan menjadi kabur.
3. Memerlukan waktu yang cukup panjang, yang kadang-kadang tidak sesuai dengan yang direncanakan.
4. Dalam TPS sering terjadi perbedaan pendapat yang bersifat emosional yang kadang tidak terkontrol.

Penelitian yang telah dilakukan merupakan upaya menerapkan pembelajaran model *cooperatif* tipe TPS, guru sebagai vasilitator dengan memberikan inovasi dengan media berupa CD interaktif. Materi matematika yang dikemas dalam CD merupakan materi yang dianggap sulit dipahami oleh siswa yaitu membandingkan pecahan. Target yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membangun kemandirian dalam belajar yang diwujudkan melalui keberanian berpendapat dan keberanian bertanya.

Metode Penelitian

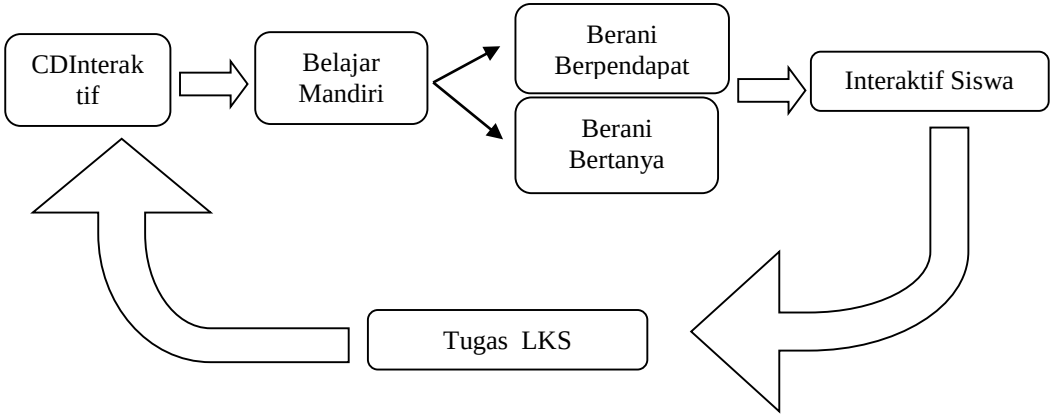
Penelitian ini menggunakan metode penelitian tindakan. Tindakan yang diberikan bertujuan membangun keberanian sebagai wujud dari kemandirian melalui penggunaan CD interaktif di kelas IV SD. Materi pada LK yang dilengkapi CD interaktif dipilih materi “membandingkan pecahan” karena diakui oleh para guru bahwa tingkat kesulitan materi ini tergolong tinggi. Tindakan yang dapat dikembangkan adalah memberi kesempatan kepada siswa untuk menampilkan keberaniannya seperti ketika mereka masih belajar di TK atau di PAUD.

Dalam penelitian ini yang diobservasi adalah tingkat keberanian dalam menyampaikan pendapat dari apa saja yang sudah dipelajari dan tingkat keberanian bertanya. Tingkat keberanian digolongkan menjadi dua yaitu berani maju dan tidak berani maju; berani bertanya dan tidak berani bertanya. Keberanian tersebut membutuhkan motivasi dan reward untuk membangun prestasi belajar siswa hingga mencapai kesuksesan melalui penerapan pembelajaran model cooperatif tipe TPS.

Subyek penelitian siswa kelas IV SDN Pedurungan Semarang, diberikan perlakuan atau tindakan berupa tugas untuk mempelajari sendiri materi yang ada dalam CD. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap gejala yang muncul selama proses pembelajaran sehingga penelitian ini dapat digolongkan ke dalam penelitian kualitatif bersifat eksploratif.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berikut merupakan flowchart penelitian tindakan.



GAMBAR1. Langkah-Langkah Penelitian Tindakan

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi pada siswa kelas IV SDN Pedurungan Semarang dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran matematika dengan lembar kerja dan CD interaktif mampu memacu siswa melakukan interaksi antar siswa di kelas IV SD. Disertai strategi pembelajaran model *cooperatif* tipe TPS, secara umum dapat dijadikan sebagai bekal pengenalan belajar mandiri. Pengenalan belajar dengan interaktif siswa ini dapat menjadikan siswa memiliki kemandirian dalam gaya belajar. Kemandirian terbentuk ketika siswa telah mampu berinteraksi untuk memahami materi membandingkan pecahan. Kemampuan berdialog, berinteraktif antar siswa yang berhasil dibentuk berarti pula ikut mempersiapkan dan mengenalkan cara belajar mandiri sekaligus mempersiapkan menjadi pemimpin handal di masa depan.

Hasil penelitian yang lain menunjukkan bahwa pemberian tugas proyek kepada siswa melalui lembar kerja, sangat berpengaruh dalam membuat siswa berani berdialog dalam kelompok berpasangan untuk bekerja dengan baik, sehingga cenderung untuk meningkatkan aktivitas siswa. Hal ini berarti bahwa pembelajaran dengan model *cooperatif* tipe TPS dengan menggunakan lembar kerja dan CD interaktif dapat memacu interaktif siswa untuk mencapai ketuntasan belajar secara klasikal. Terdapat perubahan yang semula siswa pemalu menjadi berani berdialog berinteraksi dengan temannya. Perubahan lain yang terjadi, siswa yang semula tidak mau maju, dengan dimotivasi akhirnya berani maju dan mampu berargumentasi. Selain itu terdapat peningkatan pada siswa menjadi berani bertanya tentang cara menentukan nama lain dari suatu bilangan pecahan dan cara membandingkan dua pecahan, yang semula terkesan pendiam. Untuk menjadikan siswa lebih banyak lagi yang berani berinteraktif, berani berargumentasi, berani maju menjelaskan kepada teman lainnya, diperlukan motivasi dari secara terus menerus.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Interaksi antar siswa akan terwujud ketika guru mampu membuat lembar kerja yang dapat memacu siswa untuk saling berdialog dan berdiskusi dalam menyelesaikan tugas proyek. Tugas proyek akan lebih mudah diselesaikan jika ada interaktif siswa sehingga lebih cepat menangkap makna materi. Materi yang disajikan dalam LK yang berbasis interaktif siswa dapat memberi motivasi kepada siswa untuk dialog yang berkualitas dan tidak hanya sekedar omong saja tetapi masih tetap ada keinginan belajar. Siswa perlu diberi penjelasan tentang manfaat materi yang akan dipelajari, dan diberi tenggang waktu untuk mempelajarinya. Tugas yang diberikan harus jelas bahwa setelah melakukan interaktif hendaknya siswa dimotivasi berani tampil di depan kelas untuk menyampaikan hasil yang sudah dilakukan dan dimengerti. Siswa yang lain dapat menyampaikan tentang apa saja yang belum dipahami, sehingga dapat terjadi interaksi, diskusi dan saling adu argumentasi antar siswa. Keberanian siswa maju untuk menyampaikan materi dan menjawab pertanyaan dari teman, merupakan kemampuan siswa serta bukti kemandirian dalam pemahaman materi. Interaksi antar siswa dapat dijadikan sebagai bekal belajar mandiri serta memacu siswa meraih kesuksesan.

Artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi serta menginspirasi para guru SD untuk mengembangkan kemampuan merefleksi diri guna memperbaiki pembelajaran hingga mampu membangun keberanian dan belajar mandiri melalui interaktif siswa. Diperlukan adanya lembaga yang bersedia memberikan pelatihan bagi guru untuk mengembangkan kreativitas dalam inovasi pembelajaran. Sudah saatnya guru mencoba strategi pembelajaran yang dapat membangun interaktif siswa untuk menyampaikan pendapat, ide, dan gagasan, serta berani untuk mengajukan pertanyaan.

Daftar Pustaka

[1] Anita, “Perkembangan Bahasa Anak Usia Dini,” Jurnal al-Shifa, Vol. 06. No. 02, pp 161-180, 2015.

[2] Lickona, Thomas, “Educating for Character: How Our Schools Can Teach Respect and Responsibility,” The Journal of Moral Education. Penerjemah Juma Abdu Wamaungo. Jakarta: Bumi Aksara, 2013.

[3] Rachmiazasi M, Lusi, “The Research Innovation of Learning Mathematics with an Interactive Compact Disk In An Elementary School As The Introduction Of Distance Learning,” Proceding Th.25 ICDE word conference, 2013.

[4] Roestiyah,“Strategi Belajar Mengajar,” ISBN 978-979-518-171-2. Jakarta. Rineka Cipta, 2008.

[5] Sanjaya, W,“Strategi Pembelajaran,” Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2008.

[6] Suharsono, “Mencerdaskan Anak Melejitkan Dimensi Moral, Intelektual & Spiritual dalam Memperkaya Khasanah Batin dan Motivasi Kreatif Anak,” ISBN 979-95697-0-1. Depok. Inisiasi Press, 2002.

[7] Suherman, “Strategi Pembelajaran Matematika,” Bandung JIC. UPI, 2001.

[8] Suradi,“Interaksi Siswa SMP dalam Belajar Matematika Secara Kooperatif,” Disertasi Doktor tidak diterbitkan. Surabaya: PPs UNESA Surabaya, 2005.

[9] Wipperman, Jean,”Increasing Your Emotional Wholenes,” Penerjemah Winianto. Jakarta. Prestasi Pustakaraya, 2007.

[10] Yakin, Haqqul, “Merancang multi media interaktif,” Qinqua. Wordpress.com. diakses 03 Juni 2013, 2010.

[11] Zaini, H. dkk,”Strategi pembelajaran Aktif,” Yogyakarta: Media Abadi, 2002.

.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXI. MENGEMBANGKAN MOTIVASI BELAJAR MATEMATIKA MELALUI MEDIA PERMAINAN KABAR PIKACHU

Khoirin Nida Fitria[1], Fitri Rachmawati[1], Miqdam Maulana[1], Jayanti Putri Purwaningrum[1]
Universitas Muria Kudus[1]
khoirinnida18@gmail.com

Abstrak— Matematika merupakan salah satu mata pelajaran dasar di setiap jenjang pendidikan formal yang memegang peran penting dalam peningkatan kualitas pendidikan. Bagi sebagian besar siswa, matematika merupakan materi yang dianggap sulit, aksiomatis dan berasal dari hal-hal yang abstrak, salah satunya pada materi bangun ruang akibatnya siswa kurang termotivasi terhadap pembelajaran matematika. Rendahnya motivasi belajar siswa ini berpengaruh terhadap prestasi belajar siswa. Proses pembelajaran akan berhasil manakala siswa mempunyai motivasi yang lebih dalam belajar. Guru sebagai sebagai salah satu komponen pemangku kepentingan pendidikan harus mampu berpikir secara kreatif dan inovatif untuk mengembangkan motivasi belajar siswa. Guru harus membuat suasana pembelajaran lebih menyenangkan dan lebih aktif dengan menggunakan media sehingga peserta didik lebih tertarik dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu diperlukan sebuah media permainan yang mampu menciptakan kegiatan pembelajaran matematika yang menyenangkan dan mengandung unsur edukatif. Salah satu media permainan yang digunakan guru untuk mengembangkan motivasi siswa adalah dengan menggunakan permainan Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika). Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika) adalah media permainan kartu bergambar yang memudahkan siswa memahami konsep sifat-sifat bangun ruang dengan berbasis etnomatematika dimana dalam kartu tersebut berisi tentang budaya yang ada di Indonesia (rumah adat, makanan tradisional, permainan tradisional) yang dikaitkan dengan sifat sifat bangun ruang

Kata kunci: Kabar Pikachu, Pembelajaran Matematika, Media Permainan, Motivasi Belajar

Pendahuluan

Pendidikan adalah suatu bentuk investasi jangka panjang yang penting bagi seorang manusia. Pendidikan yang berhasil akan menciptakan manusia yang pantas dan berkelayakan di masyarakat serta tidak menyusahkan orang lain. Masyarakat dari yang paling terbelakang sampai yang paling maju mengakui bahwa pendidikan atau guru merupakan satu diantaranya sekian banyak unsur pembentuk utama calon anggota utama masyarakat. Pendidikan yang berhasil akan menciptakan manusia yang pantas dan berkelayakan di masyarakat sehingga menjadi penting pendidikan untuk mencetak manusia yang memiliki berkualitas dan berdaya saing.

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di semua jenjang pendidikan, matematika mempunyai peran yang sangat penting dalam segala bidang. Pembelajaran matematika di tingkat sekolah dasar perlu perhatian yang serius. Hal ini dikarenakan pembelajaran matematika di sekolah dasar merupakan konsep dasar dalam pembelajaran pada jenjang berikutnya. Paradigma yang berkembang selama ini matematika merupakan mata pelajaran yang sulit dan menakutkan bagi siswa (Heruman, 2009). Perasaan sulit tersebut terjadi karena siswa kurang memotivasi diri untuk mencoba dan pengalaman yang telah diperolehnya dalam pembelajaran matematika memiliki kesan yang kurang baik.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Salah satu materi yang dianggap sulit, aksiomatis dan berasal dari hal-hal yang abstrak adalah materi bangun ruang. Menurut Fadhilah & Budiyono (2013) rendahnya hasil belajar siswa pada mata pelajaran matematika materi sifat sifat bangun ruang dikarenakan oleh (1) pemanfaatan media yang kurang maksimal dan tidak melibatkan siswa, (2) dalam proses pembelajaran matematika guru hanya memberikan konsep secara searah kepada siswa yang harus dihafal oleh siswa tanpa memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengalami sendiri konsep materi yang sedang dipelajari, dan (3) siswa belum memahami konsep bangun ruang. Oleh karena itu ketidaksempurnaan memahami matematika dan tujuan pembelajaran matematika dari seorang siswa dan orang tuanya sedikit banyak akan menyebabkan ketidaksempurnaan pada motivasi dan proses pembelajarannya. Motivasi dan prestasi berhubungan erat, siswa cenderung merasa lebih kompeten dalam mata pelajaran sekolah di mana mereka mencapai dengan baik dan nilai mata pelajaran ini lebih tinggi juga (Denissen, Zarrett, & Eccles, 2007). Apabila motivasi belajar matematika siswa rendah maka akan berpengaruh terhadap prestasinya.

Guru sebagai sebagai salah satu komponen pemangku kepentingan pendidikan harus mampu berpikir secara kreatif dan inovatif untuk mengembangkan motivasi belajar siswa. Sudjana & Rivai (2010) mengungkapkan bahwa media permainan dapat mempertinggi proses belajar siswa yang pada akhirnya diharapkan dapat mempertinggi hasil belajar yang diacapainya. Dalam pemilihan media harus disesuaikan dengan karakteristik secara umum dari siswa. Anak usia sekolah dasar termasuk dalam tahap operasional konkret. Menurut Piaget (Santrock, 2009) bahwa pemikiran operasional konkret mereka masih memerlukan hadirnya media sebagai alat pendukung dalam pembelajaran.

Media permainan yang dikembangkan berupa permainan Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika) di dalam kartu tersebut berisi tentang budaya Indonesia (rumah adat, makanan tradisional, permainan tradisional) yang dikaitkan dengan materi bangun ruang. Permainan Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika) ini didesain untuk menyenangkan siswa ketika belajar bangun ruang. Seperti yang diungkapkan Naylor (Zemliansky & Wilcox, 2010) penggunaan permainan dalam matematika dapat meningkatkan motivasi siswa dengan berbagai kemampuan. Senada dengan Naylor, Lainema & Saarinen (Piu & Fregola, 2011) mengungkapkan bahwa permainan merupakan metode pembelajaran berbasis pengalaman yang memiliki potensi untuk mengatasi keterbatasan pendidikan di ruang kelas tradisional. Menggunakan media permainan untuk proses pembelajaran, memungkinkan interaktivitas, kolaborasi dengan rekan belajar serta mendorong siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran.

kajian literasi

A. Pembelajaran Matematika

Menurut Andi Hakim Nasution (dalam Murniati, 2007:45) istilah matematika berasal dari bahasa Yunani *mathein* atau *manthenein* yang artinya mempelajari. Menurut Ruseffendi (1993) untuk mengajarkan pembelajaran matematika dengan baik perlu memperhatikan langkah pembelajaran matematika. Menurut Heruman (2007) konsep-konsep pada kurikulum matematika SD dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu penanaman konsep dasar (penanaman konsep), pemahaman konsep, dan pembinaan keterampilan. Tujuan akhir pembelajaran matematika di SD yaitu agar siswa terampil dalam kehidupan sehari-hari. Pada pembelajaran geometri perlu memperhatikan teori pembelajaran geometri menurut Van Hiele. Menurut Van Hiele (dalam Van De Walle, 2006:151), ada tiga unsur utama dalam pengajaran Geometri, yaitu waktu, materi pengajaran, dan metode pengajaran yang diterapkan. Jika ketiga unsur tersebut dilalui secara terpadu akan dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa kepada tahapan berpikir yang lebih tinggi. Adapun tingkat-tingkat berpikir geometris menurut Van Hiele adalah sebagai berikut level 0 adalah visualisasi, level 1adalah analisis, level 2 adalah deduksi informal, level 3 adalah deduksi, level 4 adalah ketepatan rigor. Dalam pembelajaran sifat-sifat bangun ruang ini tujuanya adalah sampai pada level 4 yaitu siswa dapat membandingkan bangun ruang melalui menentukan persamaan dan perbedaan dari bangun ruang tersebut. Sifat-sifat bangun ruang bangun ruang itu sendiri adalah karakteristik yang terdapat pada bangun ruang, meliputi bagian-bagian bangun ruang dan sifat-sifat lainnya yang dapat membedakan antara bangun ruang satu dengan bangun ruang lainnya.

 ISBN 978-602-61009-2-4

B. Motivasi Belajar

Sudarwan, Danim (2012) menyatakan motivasi adalah sebagai kekuatan, dorongan, kebutuhan, semangat, tekanan, atau mekanisme psikologis yang mendorong seseorang atau sekelompok orang untuk mencapai prestasi tertentu sesuai dengan apa yang dikehendakinya. Ditambahkan Gray (Winardi, 2002) mengemukakan bahwa motivasi merupakan sejumlah proses, yang bersifat internal atau eksternal bagi seorang individu, yang menyebabkan timbulnya sikap antusiasme dan persistensi, dalam hal melaksanakan kegiatan- kegiatan tertentu. Jadi motivasi adalah suatu dorongan yang hendak dicapai oleh seseorang untuk mencapai sebuah prestasi tertentu. Motivasi dapat dari dalam diri sendiri (motivasi instrinsik) dan motivasi dari luar (motivasi ekstrinsik). Seberapa kuat motivasi yang dimiliki individu akan banyak menentukan kualitas perilaku yang ditampilkannya, baik dalam konteks belajar, bekerja maupun dalam kehidupan lainnya. Motivasi belajar sangatlah penting dalam proses belajar seseorang. Hal ini dikarenakan motivasi belajar adalah sesuatu yang mendorong, menggerakan dan mengarahkan siswa dalam belajar (Sardiman, 2014:73). Semakin besar motivasi siswa untuk belajar, maka semakin besar pula keberhasilan pembelajaran yang akan dicapai. Sebaliknya, jika motivasi belajar rendah maka hasil belajar yang diperoleh siswa akan tidak sesuai dengan harapan guru.

C. Motivasi Belajar

Media pembelajaran merupakan alat yang digunakan sebagai sarana untuk menyampaikan materi pelajaran kepada siswa (Pringgawidagda, 2002). Dalam proses pembelajaran informasi yang disampaikan dapat berupa pengetahuan dan keterampilan yang perlu dikuasai oleh siswa. Media pembelajaran tersebut dapat menambah efektifitas komunikasi dan interaksi antara pengajar dan pembelajar. Menurut Miarso (1986) media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemampuan siswa sehingga dapat memberikan motivasi dalam proses belajar. Selain itu Latuheru (1988) menyatakan bahwa media pembelajaran adalah alat atau teknik yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar dengan maksud agar proses interaksi komunikasi antara guru dan siswa dapat berlangsung secara tepat guna. Menurut Sudjana dan Rivai (dalam Darojah, 2011) terdapat beberapa manfaat media pembelajaran yaitu untuk membuat proses pembelajaran lebih menarik perhatian siswa, lebih mudah untuk dipahami siswa, lebih bervariasi dan menciptakan proses belajar yang aktif, dan lebih banyak melakukan kegiatan belajar seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan memerankan sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar dan dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Salah satu media pembelajaran yang dapat dijadikan guru sebagai rujukan dalam mengajar di kelas adalah media permainan (bermain sambil belajar). Lainema & Saarinen (Piu & Fregola, 2011, p.17) mengungkapkan bahwa permainan merupakan metode pembelajaran berbasis pengalaman yang memiliki potensi untuk mengatasi keterbatasan pendidikan diruang kelas tradisional. Menggunakan pende-katan permainan untuk proses pembelajaran, memungkinkan interaktivitas, kolaborasi de-ngan rekan belajar serta mendorong peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat dijadikan guru sebagai rujukan dalam mengajar di kelas adalah pendekatan bermain sambil belajar *(Playing by learning). Playing by learning* merupakan salah satu pendekatan yang dirasa cocok digunakan dikarenakan dapat meningkatkan keaktifan dan motivasi belajar siswa. Hal ini sesuai dengan apa yang dikatakan Montessori dalam Lillard (2013:175) bahwa bermain adalah pekerjaan anak. Oleh karena itu, bermain sambil belajar sangat cocok digunakan di sekolah dasar.

Kelebihan bermain sambil belajar adalah melibatkan keaktifan siswa dalam pembelajaran dikarenakan pembelajaran melalui permainan mengajak setiap siswa untuk mencoba hal-hal yang baru. Pembelajaran ini juga dapat menggali kreativitas siswa dalam pembelajaran (Suyadi, 2009:36). Selain itu, konsep bermain sambil belajar juga mampu membuat siswa lebih berpikir kritis dikarenakan mereka akan mencari informasi sebanyak-banyaknya mengapa hal tersebut dapat terjadi. Oleh sebab itu, guru mempunyai tugas penting untuk mendesain pembelajaran yang menarik dan bermakna bagi siswa.

D. Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika (KABAR PIKACHU)

 ISBN 978-602-61009-2-4

Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika (KABAR PIKACHU) adalah media kartu bergambar yang memudahkan siswa memahami konsep sifat-sifat bangun ruang dengan berbasis etnomatematika dimana dalam kartu tersebut berisi tentang budaya yang ada di Indonesia (rumah adat, makanan tradisional, permainan tradisional) yang dikaitkan dengan sifat sifat bangun ruang. Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika (PIKACHU) terdiri dari empat jenis yaitu limas, prisma, bola dan kerucut sebanyak 52 lembar. Setiap lembar kartu berisi salah satu budaya Indonesia. Contoh kartu jenis limas berisi tentang rumah adat yang berbentuk limas dan berisi informasi tentang rumah adat tersebut. Selain itu, dalam kartu tersebut juga terdapat J (Jack), Q (Queen), K (Kingdom), A (As) berisi soal tentang sifat-sifat bangun datar.

Beberapa penelitian yang dilakukan Assyauqi (2009), dan Rahmawati (2012), membuktikan terdapat pengaruh positif penggunaan media kartu gambar, serta pada proses pembelajaran menunjukkan perbedaan hasil belajar siswa antara pembelajaran menggunakan media dengan pembelajaran tanpa penggunaan media. Di samping itu, Naylor (2004) juga mengemukakan bahwa permainan media kartu gambar matematika sangat membantu siswa dalam meningkatkan motivasi belajar matematika. Penggunaan media juga erat kaitannya dengan proses berpikir manusia, yaitu dimulai dari berpikir sederhana menuju berpikir kompleks Sudjana & Rivai (2010). Dengan demikian, penggunaan media sangat dianjurkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kualitas serta menjadikan pembelajaran lebih bermakna. Di samping itu, penggunaan media yang sesuai dapat membantu dan mempermudah siswa dalam memperoleh pengetahuannya sendiri. Proses pembelajaran menggunakan alat bantu media permainan kartu gambar sebagai alternatif sumber belajar yang dapat meningkatkan kemampuan siswa mengenal konsep yang diajarkan terutama siswa. Sesuai dengan proses perkembangan kognitif Bruner yang melalui tiga tahap yang meliputi tahap seseorang melakukan aktivitas-aktivitas dalam memahami lingkungan (enaktif), tahap seseorang melihat pengetahu-annya melalui gambar-gambar dari visualisai verbal (ikonik) dan tahap gagasan-gagasan yang abstrak banyak dipengaruhi oleh bahasa dan logika (simbolik).

GAMBAR1. CONTOH KABAR PIKACHU JENIS BOLA

GAMBAR 2. CONTOH KABAR PIKACHU JENIS LIMAS

 ISBN 978-602-61009-2-4

GAMBAR 3. CONTOH KABAR PIKACHU JENIS PRISMA

Simpulan dan Saran

Motivasi sangat penting dalam pembelajaran matematika khususnya materi bangun ruang. Semakin besar motivasi siswa maka prestasi belajar yang diraihnya semakin tinggi. Sebaliknya semakin rendah motivasi siswa maka prestasi yang diraihnya juga rendah. Oleh karena itu guru sebagai salah satu komponen pemangku pendidikan harus mengembangkan motivasi belajar siswa. Salah satu cara untuk mengembangkan motivasi belajar matematika siswa pada materi bangun ruang adalah dengan menggunakan media permainan Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika).

Kabar Pikachu (Kartu Bangun Ruang Pintar Matematika) adalah media permainan kartu bergambar yang memudahkan siswa memahami konsep sifat-sifat bangun ruang dengan berbasis etnomatematika, dimana dalam kartu tersebut berisi tentang budaya yang ada di Indonesia (rumah adat, makanan tradisional, permainan tradisional) yang dikaitkan dengan sifat sifat bangun ruang. Permainan media permainan kartu gambar matematika sangat membantu siswa dalam meningkatkan motivasi belajar matematika. Siswa akan lebih aktif dan kreatif dalam pembelajaran matematika

Daftar Pustaka

[1] Assyauqi. (2009). Pengembangan Media Pem-Belajaran Dalam Bentuk Permainan Ber-Gambar Berbantuan Komputer Dalam Pembelajaran Kosakata Bahasa Arab Di Madrasah Tsanawiyah Negeri Barabai Kelas VIII. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

[2] Danim, Sudarwan., 2012. *Motivasi Kepemimpinan dan Efektivitas Kelompok*. Jakarta: Rineka Cipta

[3] Denissen, J. J. A., Zarrett, N. R., & Eccles, J. S. (2007). I like to do it, I'm able, and I know I am: Longitudinal couplings between domain-specific achievement, self- concept, and interest. *Child Development, 78,*

[4] Fadhilah & Budiyono. (2013). *Peningkatan Hasil Belajar Sifat-Sifat Bangun Ruang Mengunakan Media Bangun Ruang Multiwarna Pada Siswa Sekolah Dasar*. Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar.

[5] Heruman, (2007). *Model Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. Bandung: Rosdakarya.

[6] Heruman. (2009). *Model Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. Bandung: UPI Press

[7] Montessori, M. 2004. *The Origins of an Educational Innovation*. Oxford: Rowman & Littlefield.inc

[8] Murniati, Endyah. 2007. *Kesiapan Belajar Matematika di Sekolah Dasar.* Surabaya: Surabaya Intelectul Club.

[9] Naylor, M. (2004). Math Is In The Cards. Proquest educational journals, 3, (1), 38-39.

[10] Piu, A. & Fregola, C. (2011). *Simulation and Gaming for Mathematical Education: Epistemology and Teaching Strategies*. Hersey PA: IGI Global

[11] Pringgawidagda, Suwarna. 2002. *Strategi Penguasaan Berbahasa*. Bandung : Adicita.
[12] Rahmawati. (2012). Pengaruh media kartu bergambar terhadap motivasi dan hasil belajar pecahan di SD Negeri Murung Sari 1 A Muntai. Tesis Magister, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakrata.
[13] Ruseffendi.1993. *Pendidikan Matematika 3*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Proyek Peningkatan Mutu Guru SD Setara D-II dan Pendidikan Kependudukan.
[14] Santrock, J.W. (2009). *Psikologi pendidikan. Educational psychology (Edisi Ketiga Buku I)* (Terjemahan Diana Angelica). New York: McGraw-Hill. (Buku asli diterbitkan tahun 2008).
[15] Sardiman, AM. 2007. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
[16] Sardiman, A. M. 2014. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
[17] Sudjana & Rivai. (2010). M*edia pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
[18] Suyadi. (2009). *Permainan Edukatif yang Mencerdaskan*. Yogyakarta: Power Books(Ihdina).
[19] Van De Wall, John A. 2006. *Matematika Sekolah Dasar dan Menengah Pengembangan Pengajaran*. Jakarta:Erlangga.
[20] Zemliansky, P. & Wilcox, D. M., (2010). *Design and impementation of educational games: theoritical and practical perspectives.* Pennsylvania: Yurchak Printing Inc.

XXII. PENINGKATAN HASIL BELAJAR MATERI KERUCUT MELALUI STEM KELAS IX-D SMP PATRA DHARMA 2 BALIKPAPAN

Wahyuni Awal Sejati
SMP Patra Dharma 2 Balikpapan
yuni_sejati@yahoo.co.id

Abstrak— Guru memegang peran penting untuk dapat mendesain proses pembelajaran bermakna dan menarik sehingga proses pembelajaran matematika lebih menyenangkan, memotivasi, meningkatkan minat belajar, dan siswa lebih mudah memahami konsep-konsep matematika. Pada era revolusi industri 4,0 guru dapat memperkaya wawasan untuk menggunakan dan memanfaatkan media (elektronik) dalam proses pembelajaran, dan mampu berpikir lintas disiplin ilmu pengetahuan. STEM adalah pendekatan interdisipliner menuntut siswa mampu menganalisa dan berpikir kreatif dalam mengolah data dan menyelesaikan suatu masalah di kehidupan sehari-hari. Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang dilakukan guru mata pelajaran sebagai peneliti bersama teman sejawat sebagai *observer*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan kreativitas siswa kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan. Data hasil belajar diperoleh melalui lembar observasi sikap kreativitas dan lembar kerja kemampuan berpikir kreatif. Peningkatan hasil belajar diperoleh melalui tes hasil belajar, lembar pekerjaan dan lembar penilaian diri sedangkan peningkatan sikap kreativitas diamati melalui lembar pengamatan. Sasaran penelitian ini adalah siswa kelas IX-D semester I tahun pelajaran 2018/2019. Tindakan yang dilakukan menerapkan pembelajaran berbasis STEM materi kerucut. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa; lembar observasi pelaksanaan pembelajaran berbasis STEM, angket respon siswa, tes tertulis, catatan lapangan dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar siswa meningkat dari siklus I (63,03) dengan ketuntasan 45,16% ke siklus II (77,42) dengan ketuntasan belajar sebesar 82,32%. Dari hasil analisis didapatkan bahwa sikap

 ISBN 978-602-61009-2-4

kreativitas siswa mengalami peningkatan dari siklus I (50,27%) ke siklus II (61,31%). Pembelajaran matematika berbasis STEM dapat meningkatkan hasil belajar matematika dan kreativitas siswa.

Kata kunci: Hasil belajar, Kreativitas, Kerucut, STEM

Pendahuluan

Geometri adalah cabang pembelajaran matematika yang menyediakan banyak keterampilan dasar dan membantu untuk membangun kemampuan berpikir logika, penalaran analitis dan pemecahan masalah. Sayangnya, tidak semua pembelajaran geometri di sekolah diikuti dengan fungsi geometri itu sendiri. Hasil pemetaan penguasaan matematika pada siswa SMP Patra Dharma 2 Balikpapan kelas IX-D materi bangun ruang sisi lengkung diperoleh nilai rata-rata siswa 30% dari 3 kompetensi dasar yang diujikan. Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilaksanakan diperoleh data bahwa : (1) guru menyampaikan materi bangun ruang dengan metode ceramah, (2) guru cenderung hanya menyampaikan rumus-rumus bangun ruang dilanjutkan dengan latihan soal, dan (3) kurangnya kreativitas siswa dalam belajar matematika.

Pembelajaran abad 21 mengamanatkan bahwa pendidikan dapat dikembangkan melalui ketrampilan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah (*critical thinking and problem solving*), kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*), komunikasi (*communication*), dan kolaborasi (*collaboration*). Hal tersebut menuntut siswa agar dapat memperkaya wawasan menggunakan dan memanfaatkan media (elektronik) dalam pembelajaran, dan mampu berpikir lintas disiplin ilmu pengetahuan menghadapi era revolusi industri 4,0. Dalam kehidupan ini kreativitas sangat penting, karena kreativitas merupakan suatu kemampuan yang sangat berarti dalam proses kehidupan manusia. Menurut Alexander (2007), kesuksesan individu ditentukan oleh kemampuan kreatifnya dalam menyelesaikan masalah, baik skala besar maupun kecil. Kreativitas yang dimiliki siswa berkaitan erat dengan ketrampilan berpikir kreatif yang mereka miliki. Aspek kreativitas menjadi topik penting bagi guru untuk mengelola proses pembelajaran sehingga siswa memiliki kemampuan yang diperlukan pada era revolusi industri 4.0. Menurut Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 menyatakan pembelajaran adalah “proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar”. Pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreativitas berpikir yang dapat meningkatkan kemampuan mengkonstruksikan pengetahuan baru sebagai upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran. Pehnoken (1997) menyatakan bahwa kreativitas tidak hanya ditemukan dalam bidang tertentu, misalnya seni dan sains, melainkan juga dalam bidang lainnya termasuk matematika. Matematika sebagai pengetahuan dasar, semakin banyak digunakan dalam kehidupan sehari–hari diberbagai bidang. Meskipun matematika merupakan suatu ilmu pengetahuan yang bersifat abstrak namun keberadaannya sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dan berperan dalam kemajuan ilmu pengetahuan maupun teknologi. Seorang guru perlu menggunakan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif adalah pendekatan pembelajaran STEM (Beers, 2011). *Sciense, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) adalah suatu pendekatan dibentuk berdasarkan perpaduan beberapa disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Kolaborasi dalam proses pembelajaran STEM akan membantu siswa untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya (Handayani, 2014). Pendidikan berbasis STEM membentuk sumber daya manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, sehingga mereka nantinya mampu menghadapi tantangan global serta mampu meningkatkan perekonomian negara.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Kesenjangan antara kemampuan peserta didik dalam memahami materi geometri pada matematika dan tuntutan kebutuhan sumber daya manusia dalam pembelajaran abad 21 merupakan permasalahan yang sangat perlu diatasi melalui proses pembelajaran sesuai dengan perkembangan teknologi yang dikolaborasikan dengan memanfaat segala sumber daya yang tersedia. Salah satu cara mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pendekatan berbasis STEM.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah yang diajukan adalah; "Apakah pembelajaran matematika melalui STEM materi kerucut dapat meningkatkan hasil belajar dan kreativitas siswa kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan ?"

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatan hasil belajar dan kreativitas siswa dalam belajar matematika melalui STEM materi kerucut di kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan. Manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini, yaitu : (1) Secara teoritis, sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan hasil belajar dan kreativitas siswa belajar matematika, (2) Secara praktis, bagi penulis dapat mengembangkan pendekatan pembelajaran matematika yang lebih menarik dan menyenangkan sesuai dengan perkembangan jaman.

Metode Penelitian

Penelitian ini berbentuk Penelitian Tindakan Kelas. Subyek penelitian adalah siswa kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan tahun ajaran 2018/2019 sebanyak 31 siswa. Kegiatan penelitian dilakukan pada tanggal 1 September sampai dengan tanggal 25 Oktober 2018. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada model Kemmis dan Mc Taggart. Sumber data dalam penelitian ini adalah hasil pengatamatan sikap kreativitas peserta didik, aktivitas selama pembelajaran, hasil lembar kerja dan hasil penilaian diri respon peserta didik tentang minatnya mengikuti pembelajaran dengan model ini.

Instrumen penelitian (alat pengumpul data) yang digunakan berupa lembar pengamatan sikap kreativitas, aktivitas peserta didik, penilaian diri respon peserta didik, lembar penilaian produk kreatif, dan lembar kerja. Teknik analisis kuantitatif dilakukan pada pengamatan sikap kreativitas dan aktivitas. Kriteria penilaian hasil pengamatan sikap diberi skor yang dilakukan dengan persentase Data akan dikumpulkan dengan cara sebagai berikut :

$$T_1 = \left(\frac{A}{B}\right) \times 100\%$$

Keterangan : T_1 = Persen total yang dicapai
A = jumlah skor yang diperoleh siswa pada setiap aspek
B = jumlah skor total maksimal pada setiap aspek

A. Instrumen Penelitian

Data sikap kreativitas peserta didik diobservasi dengan menggunakan lembar pengamatan kreativitas. Data aktivitas peserta didik dalam pembelajaran dikumpulkan dengan menggunakan lembar pengamatan aktivitas diskusi dan presentasi peserta didik. Data penilaian diri respon siswa diperoleh dengan menggunakan instrument penilaian diri sebagai respon siswa. Siswa diminta mengisi penilaian diri sebagai respon peserta didik setelah peserta didik tersebut mengikuti pembelajaran dengan menerapkan STEM pada tiap akhir siklus. Data tentang nilai kemampuan berpikir kreatif dikumpulkan dengan menggunakan instrument penilaian lembar kerja dan produk kreatif. Penilaian diberikan pada akhir pembelajaran (setelah siswa selesai materi setiap satu siklus).

B. Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan analisis deskriptif. Analisis data tersebut dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut : Analisis data sikap kreativitas dan aktivitas siswa dalam pembelajaran dilakukan dengan persentase. Persentase pengamatan sikap kreativitas dan aktivitas siswa yaitu frekuensi rata-rata setiap

 ISBN 978-602-61009-2-4

aspek pengamatan dibagi dengan banyaknya frekuensi rata-rata semua aspek pengamatan dikalikan 100%. Penentuan kriteria ketercapaian sikap kreativitas dan aktivitas siswa dalam setiap aspek berdasar pada waktu ideal, berpedoman pada penyusunan RPP. Batas toleransi untuk masing-masing aspek tiap pertemuan adalah 5%. Secara umum aktivitas peserta didik dikatakan baik/tercapai jika lebih 75% aspek yang diamati berada pada kategori tinggi untuk siklus tersebut.
Data penilaian diri sebagai respon siswa terhadap proses pembelajaran STEM diperoleh dengan penilaian diri respon siswa. Respon siswa dikatakan positif jika rata-rata persentase siswa yang menyatakan sudah memahami dan belum memahami lebih dari atau sama dengan 75%.
Nilai hasil penilaian lembar kerja dan produk kreatif dilakukan dengan analisis pencapaian ketuntasan. Batas ketuntasan adalah KKM Matematika kelas IX-D yaitu 75.
Kondisi akhir yang diharapkan setelah pelaksanaan penelitian adalah meningkatnya sikap kreativitas dan aktifitas siswa dalam belajar. Pembelajaran dengan menerapkan STEM dikatakan mampu meningkatkan hasil belajar dan sikap kreativitas siswa, jika : (1) minimal 75% peserta didik mampu mencapai KKM yaitu 75; (2) presentase nilai rata-rata setiap indikator kreativitas dan aktivitas mengalami peningkatan dan minimal dalam kategori tinggi, yaitu $60{,}00 < \bar{x} \leq 80{,}00$.
Adapun kualifikasinya sesuai dengan tabel di bawah ini (Suharsimi Arikunto dan Cepy Safrudin Abdul Jabar, 2004 : 18 – 19).

Tabel 1. Kualifikasi Nilai Tes Siklus berdasarkan Kreativitas Siswa

No	Rata-rata kelas	Kualifikasi
1	$80{,}00 < \bar{x} \leq 100{,}00$	Sangat tinggi
2	$60{,}00 < \bar{x} \leq 80{,}00$	Tinggi
3	$40{,}00 < \bar{x} \leq 60{,}00$	Sedang
4	$20{,}00 < \bar{x} \leq 40{,}00$	Kurang
5	$00{,}00 < \bar{x} \leq 20{,}00$	Rendah

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Untuk menyampaikan materi pembelajaran dan menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan bangun kerucut yang berbasis STEM diawali dengan langkah-langkah berikut, yaitu mengidentifikasi Kompetensi Dasar (KD) pada ranah pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan kegiatan perancangan baik itu berupa proses, system, maupun produk. Hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah analisisis STEM pada topik yang terpilih. Pada proses analisis ini diidentifikasi kegiatan-kegiatan yang sesuai pada keempat ranah sains, teknologi, engineering (rekayasa) dan matematika.

Pada kegiatan analisis kurikulum untuk perencanaan pembelajaran dengan pendekatan STEM dilanjutkan dengan merumuskan indikator pencapaian kompetensi (IPK) sebagai penanda pencapaian KD yang dapat diukur/diobservasi yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
Kemampuan dasar dan indikator pada materi Kerucut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kemampuan Dasar Indikator materi Kerucut

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

 ISBN 978-602-61009-2-4

3.7 Membuat generalisasi luas permukaan dan volume berbagai bangun ruang sisi lengkung (tabung, kerucut, dan bola)	3.7.1 Mengidentifikasi unsur-unsur dalam kerucut 3.7.2 Membuat jaring-jaring kerucut 3.7.3 Mendapatkan rumus luas permukaan kerucut 3.7.4 Menentukan volume kerucut melalui eksperimen
4.7 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan luas permukaan dan volume bangun ruang sisi lengkung (tabung, kerucut, dan bola), serta gabungan beberapa bangun ruang sisi lengkung	4.7.1 Menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan bangun kerucut

Analisis STEM untuk topik "Membuat Kemasan Produk Makanan Kekinian menggunakan Bangun Kerucut" dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis STEM

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
Sains 1) Konsep bangun ruang sisi lengkung 2) Konsep bangun kerucut	Teknologi 1) Menggunakan alat komputer/gadget untuk mendesain model kerucut yang diinginkan 2) Merancang desain kemasan makanan kekinian dengan menggunakan computer
Enjinering/rekayasa 1) Mendesain dan merekayasa bentuk kerucut sebagai bentuk dasar bangun ruang 2) Membuat kombinasi bangun kerucut dengan bangun ruang lainnya seperti bola dan tabung	Matematika 1) Menerapkan konsep kerucut untuk menentukan luasan bahan yang dibutuhkan 2) Menerapkan konsep kerucut untuk menentukan volume dari kemasan yang dibuat.

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan dalam dua siklus. Masing-masing siklus dilakukan melalui empat tahap, yaitu : perencanaan, pelaksanaan/tindakan, pengamatan dan refleksi. Adapun hasil penelitian diuraikan sebagai berikut :

1) Siklus I

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pelaksanaan tindakan Siklus 1 dilakukan selama tiga pertemuan (5 x 40 menit) yaitu hari Senin, 17 September 2018, Selasa, 18 September 2018 dan Kamis, 20 September 2018. Dari pelaksanaan tindakan siklus 1 diperoleh hasil kemampuan berpikir kreatif melalui tes hasil belajar dan sikap kreativitas siswa dalam pembelajaran matematika melalui STEM. Adapun data rincian sikap kreativitas siswa dalam belajar matematika siklus 1 dapat dilihat pada tabel 4 dan hasil penilaian kemampuan berpikir kreatif selama proses pembelajaran matematika disajikan pada tabel 5.

Tabel 4 Pengamatan Sikap Kreativitas Siklus 1

No	Aspek	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3	Rata-Rata (%)	Kategori
1	Mandiri	41,15	52,60	55,21	49,65	Sedang
2	Bereksplorasi	43,75	56,25	54,17	51,39	Sedang
3	Percaya diri	42,19	48,50	54,69	48,46	Sedang
4	Imajinatif	45,32	53,13	56,25	51,57	Sedang
	Rata-rata	43,10	52,62	55,08	50,27	Sedang

Berdasarkan tabel 4, melalui lembar observasi kreativitas siswa didapat bahwa nilai rata-rata pada seluruh aspek penilaian 50,27% dengan kategori sedang. Dengan demikian penilaian terhadap sikap kreativitas siswa pada siklus 1 belum memenuhi indikator kinerja sikap kreativitas siswa sehingga penelitian ini dilanjutkan di siklus 2.

Tabel 5 Hasil Tes Belajar Kemampuan Berpikir Kreatif Siklus 1

SIKLUS I			
Nilai	Frek	Persen (%)	Kriteria
95 - 100	0	0	Amat Baik
85 - 94	0	0	Baik
75 - 84	14	45,16	Cukup
65 - 74	5	16,13	Sedang
55 - 64	5	16,13	Kurang
< 55	7	22,58	Sangat Kurang
Rata-rata	63,03		
Ketuntasan (KKM)	45,16%		

Berdasarkan tabel 5 hasil kemampuan berpikir kreatif siklus 1 menunjukkan skor perolehan nilai siswa berada pada kategori kurang (63,03). Dari 31 siswa terdapat 0% yang berkategori amat baik, 0% yang berkategori baik, 45,16% (14 siswa) yang berkategori cukup, 16,13% (5 siswa) yang berkategori sedang,

 ISBN 978-602-61009-2-4

16,13% (5 siswa) yang berkategori kurang, dan 22,58% (7 siswa) yang berkategori sangat kurang. Meskipun hasil tersebut sudah mengalami peningkatan dari kondisi awal, akan tetapi belum mencapai indikator keberhasilan yang telah ditetapkan.

Hasil siklus 1 secara keseluruhan belum ada yang mencapai indikator keberhasilan. Melalui tahapan refleksi antara peneliti dan observer diperoleh kekurangan selama proses pelaksanaan tindakan yaitu : (1) menghabiskan waktu yang lama dalam proses pengenalan projek; (2) siswa belum terbiasa dengan pembelajaran STEM, sehingga belum terlibat aktif dalam pembelajaran; (3) masih ada peserta didik yang belum mandiri, bereksplorasi, dan bekerja sama secara aktif; (4) butuh waktu yang leluasa agar peserta didik dapat menggali kreativitas secara kolaborasi dengan kelompoknya.

Memperhatikan berbagai kekurangan tersebut, maka peneliti merumuskan solusi yang bertujuan agar siklus berikutnya diperoleh hasil yang lebih baik. Solusi yang dirumuskan yaitu : (1) peneliti harus mampu mengalokasikan waktu pada RPP secara tepat; (2) peneliti memberikan motivasi dan apersepsi yang kuat kepada siswa sehingga dapat terlibat aktif selama proses pembelajaran; (3) peneliti membimbing peserta didik bertanya dan mengajak berdiskusi secara kelompok maupun antar kelompok; (4) mengatur waktu yang cukup untuk siswa dapat menggali kreativitas secara kolaborasi

2) Siklus II

Pelaksanaan tindakan siklus 2 dilakukan selama tiga pertemuan (5 x 40 menit) yaitu hari Senin, 24 September 2018, Selasa, 25 September 2018 dan Kamis, 27 September 2018. Dari pelaksanaan tindakan siklus 2 diperoleh hasil kemampuan berpikir kreatif dan sikap kreativitas siswa dalam pembelajaran matematika melalui STEM. Adapun data rincian disajikan pada tabel 6.

Tabel 6 Pengamatan Sikap Kreativitas Siklus 2

No	Aspek	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3	Rata-Rata (%)	Kategori
1	Mandiri	55,21	64,31	69,27	62,93	Tinggi
2	Bereksplorasi	56,25	56,83	64,42	59,17	Sedang
3	Percaya diri	57,82	57,13	60,94	58,63	Sedang
4	Imajinatif	65,63	60,44	67,44	64,50	Tinggi
	Rata-rata	58,73	59,68	65,52	61,31	Tinggi

Pada tabel 6 diperoleh nilai rata-rata 58,73 dengan kategori sedang pada pertemuan 1, nilai rata-rata pada pertemuan kedua 59,68 dengan kategori sedang dan pada pertemuan ketiga nilai rata-rata 65,52 dengan kategori tinggi.

Secara umum sikap kreativitas dalam belajar matematika siswa dengan kriteria tinggi dapat dicapai selama proses pembelajaran STEM pada siklus 2 yaitu 61,31. Dengan demikian telah memenuhi indikator kinerja sikap kretativitas siswa di siklus 2 dapat tercapai.

Untuk melihat hasil tes belajar siswa selama pembelajaran matematika pada siklus 2 dengan menggunakan STEM dapat dilihat melalui tabel kemampuan berpikir kreatif pada siklus 2 sesuai tabel 7.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 7. Hasil Tes Belajar Kemampuan Berpikir Kreatif Siklus 2

SIKLUS II			
Nilai	Frek	Persen (%)	Kriteria
95 - 100	5	16,13	Amat Baik
85 - 94	7	22,58	Baik
75 - 84	12	38,71	Cukup
65 - 74	7	22,58	Sedang
55 - 64	0	0	Kurang
< 55	0	0	Sangat Kurang
Rata-rata	82,32		
Ketuntasan (KKM)	77,42%		

Berdasarkan tabel 7 di atas, siklus 2 menunjukkan adanya peningkatan jika dibandingkan dengan hasil siklus 1 yaitu dari 14 siswa atau 45,16% meningkat menjadi menjadi 24 siswa atau 82,32% yang memperoleh nilai diatas KKM. Rata-rata pada siklus 1 adalah 63,03 pada siklus 2 rata-ratanya meningkat menjadi 82,32. Hasil ini mempertegas bahwa pembelajaran melalui STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Oleh karena itu semua indikator keberhasilan yang ditetapkan telah tercapai pada siklus ke-2, sehingga pelaksanaan tindakan dihentikan pada siklus ke-2.

B. Pembahasan

Penelitian tindakan kelas ini berlangsung selama dua siklus pada kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan. Tindakan dilakukan dengan menggunakan STEM menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kreatif dan sikap kreativitas peserta didik di setiap siklusnya.

Pada penelitian ini, sikap kreativitas siswa dapat dilihat dari aspeknya antara lain : mandiri dalam berpikir, senang bereksplorasi, percaya diri, dan imajinatif dalam diskusi kelompok. Adapun hasil dari rekap pengamatan terhadap peningkatan sikap kreativitas dapat digambarkan seperti pada tabel 8.

Tabel 8 Hasil Observasi Kreativitas Siswa melalui Pembelajaran STEM Siklus 1 dan Siklus 2

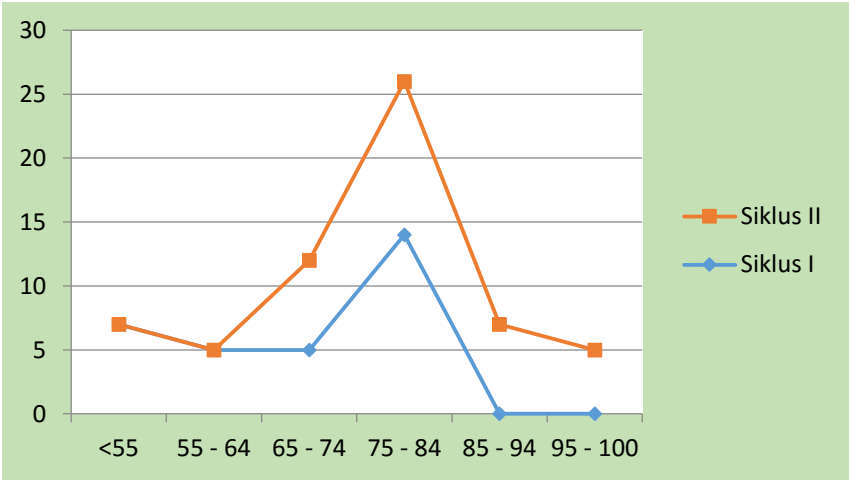
Siklus	Pertemuan	Persentase Rata-Rata Kreativitas Siswa	Rata-Rata	Kategori
I	1	43,10	50,27	Sedang
	2	52,62		
	3	55,08		
II	1	58,73	61,31	Tinggi
	2	59,68		

 ISBN 978-602-61009-2-4

3	65,78

Berdasarkan gambar di atas, secara umum sikap kreativitas peserta didik dengan kriteria sedang pada siklus 1 diperoleh nilai rata-rata 50,27% dan pada siklus 2 meningkat dengan memperoleh nilai rata-rata 61,31 % dengan kategori tinggi. Ada peningkatan sebesar 11,04% pada sikap kreativitas dari siklus 1 ke siklus 2, selain itu nilai sikap kreativitas siswa sebesar 61,31% telah memenuhi indikator kinerja sikap kreativitas dalam pembelajaran matematika melalui STEM pada kategori tinggi.

Pada kemampuan berpikir kreatif menunjukkan adanya peningkatan jika dibandingkan dengan hasil siklus 1 yaitu dari 14 siswa atau 45,16% meningkat menjadi 23 siswa atau 77,42% yang memperoleh nilai mencapai KKM. Hal ini dapat dilihat pada grafik peningkatan kemampuan berpikir kreatif siklus 1 dan siklus 2 pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siklus 1dan Siklus 2

Berdasarkan gambar 1, hasil tes meningkat dari siklus 1 ke siklus 2, baik dari persentase ketuntasan belajar maupun rata-rata kelas. Adanya peningkatan tersebut disebabkan pengelolaan pembelajaran matematika melalui STEM telah berlangsung secara efektif. Terutama pada aktivitas siswa lebih tertarik dan tidak membosankan karena ada variasi dalam pembelajaran sehingga siswa merasa senang dalam mengikuti pembelajaran. Langkah tersebut ternyata membawa dampak yang signifikan dalam kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Hasil ini mengindikasikan perbedaan kemampuan berpikir kreatif diantara siswa dari hasil siklus 1 dan siklus 2 berarti ada peningkatan rata-rata yang signifikan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Pelaksanaan kegiatan proses pembelajaran yang telah dilakukan di atas dapat diperoleh simpulan sebagai berikut :

1) Penerapan STEM pada pembelajaran matematika materi Kerucut dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis melalui tes hasil belajar sebesar 19,29 dengan peningkatan ketuntasan sebesar 32,26% siswa kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan.
2) Penerapan STEM pada pembelajaran matematika materi Kerucut dapa meningkatkan sikap kreativitas sebesar 11,04% dengan kriteria tinggi siswa kelas IX-D SMP Patra Dharma 2 Balikpapan.
3) 3) Penerapan STEM pada pembelajaran membuat pembelajaran matematika lebih menarik dan menyenangkan .

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas, penulis menyarankan agar kemampuan kreativitas matematis siswa lebih berkembang dan meningkat, disarankan untuk pembelajaran matematika dapat menggunakan pembelajaran berbasis STEM.

Daftar Pustaka

[1] Alexander, “Effect Instruction in Creative Problem Solving on Cognition, Creativity, and Satisfaction among Ninth Grade Student in an Introduction to World Agricultural Science and Technology Course”, 2007, Texas Tech University. (references)
[2] Arikunto, S, “Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan,” 2013, Jakarta : Bumi Aksara.
[3] Ismayani Ani, “Pengaruh Penerapan STEM Project-Based Learning Terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK,” Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education Volume 3 Nomor 4 Tahun 2016.
[4] Munandar, U, “Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat,” Cetakan 3, Jakarta : Rineka Cipta.
[5] Pehnoken, E, The State-of-Art in Mathematical Creativity. “Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik (ZDM)-The International Journal of Mathematics Education,” 29(3),63-67, 1997.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXIII. EFEKTIVITAS MODUL DENGAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIS

Muhammad Rizqi[1]
UNNES, Semarang[1]
beani.rizqi@gmail.com

Abstrak-Penelitian ini dilatar belakangi oleh peserta didik yang mengalami kesulitan untuk mengingat dan kurang paham dalam mempelajari matematika khususnya pada materi bilangan bulat, peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan matematika kedalam situasi kehidupan nyata, peserta didik kurang mengetahui keterkaitan antara materi yang akan dipelajari dengan keadaan atau benda-benda dalam kehidupan sehari-hari, saat proses pembelajaran tidak ada modul khusus yang mengaitkan materi bilangan bulat dengan kehidupan nyata peserta didik, selama proses pembelajaran berlangsung tidak menggunakan pendekatan pembelajaran matematika realistik sehingga peserta didik tidak terbiasa mengaitkan pengalaman kehidupan sehari-harinya dengan materi pembelajaran yang sedang dan telah dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektivitas modul dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik (PMR) mampu meningkatkan kemampuan pemahaman matematis peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu Modul, RPP, kisi-kisi, soal *pretest* dan *posttest* serta subjeknya penelitiannya merupakan peserta didik kelas VII di MTS Islamic Center Cirebon. Adapun modul tersebut digunakan selama proses pembelajaran berlangsung, didalam buku tersebut telah terdapat latihan soal yang sesuai dengan indikator pemahaman matematis siswa sehingga dengan menggunakan modul tersebut selama proses pembelajaran akan memberikan peningkatan kemampuan pemahaman matematis kepada siswa. Berdasarkan hasil penelitian menunjukan peningkatan dari pembelajaran ke 1, 2, 4 dan 5, antara lain sebagai berikut hasil pengamatan keaktifan siswa selama apersepsi pada pembelajaran ke 2 sebesar 66,66% dan pembelajaran ke 4 sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 29,17 %, hasil pengamatan keaktifan siswa selama pembelajaran pada pembelajaran ke 2 sebesar 75% dan pembelajaran ke 4 sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 20,83%, hasil pengamatan terhadap keaktifan/peran siswa dalam kelas selama pembelajaran pada pembelajaran ke 2 sebesar 75% dan pembelajaran ke 4 sebesar 91,67%, terjadi peningkatan sebesar 16,67%, hasil pengamatan Prestasi belajar (Nilai 65) siswa dalam kelas selama pembelajaran pada pembelajaran ke 1 (*Pretest*) sebesar 4,17% dan pembelajaran ke 5 (*Postest*) sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 91,66%, dan perolehan hasil uji gain menunjukan interpretasi efektivitas tinggi sebanyak 18 peserta didik dan yang memperoleh interpretasi efektivitas rendah sebanyak 6 peserta didik. Sedangkan rata-rata *pretest* dan *postest* menunjukan interpretasi efektivitas tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik dapat dikatakan efektif.

.

Kata Kunci: Modul, Pendekatan pendidikan matematika realistik, Kemampuan pemahaman matematis

Pendahuluan

Dimasa ini guru mempunyai peranan yang sangat penting dalam usaha memperbaiki mutu pendidikan. Seorang guru harus dapat mengembangkan program pembelajaran yang optimal sehingga terwujud proses pembelajaran yang efektif dan efisien khususnya dalam pembelajaran matematika. Menurut Fathani (dalam Hendriana dkk, 2014: 10) salah satu ciri pembelajaran matematika adalah bukan hanya menunjukkan konsep-konsep atau rumus-rumus matematika saja, melainkan juga menunjukkan tentang aplikasi dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari, yang tentunya dalam menginformasikannya disesuaikan dengan tingkatan atau jenjang sekolah siswa sehingga para siswa diharapkan akan menjadi tertarik. dan tertantang untuk berusaha memahami matematika lebih

 ISBN 978-602-61009-2-4

dalam. Agar terwujudnya proses pembelajaran matematika yang efektif dan efisien maka diperlukan pengetahuan dan kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran yang efektif. Pengetahuan yang dimaksud adalah pengenalan akan model pembelajaran inovatif. Hampir sebagian besar guru belum mengetahui variasi pendekatan pendidikan matematika realistik dan penerapannya.

Pembelajaran Matematika Realistik (PMR) merupakan suatu pendekatan pendidikan matematika berdasarkan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang sudah dikembangkan di Nedherland sejak tahun 1970 menurut van den Heuvel-Panhuizen, (Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013: 23). Menurut de Lange, (Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013: 23) pendekatan ini berlandasan sesuai pada konsep Freudenthal, seorang ahli matematika Belanda, yang mengemukakan pendapatnya bahwa matematika merupakan aktivitas manusia (*human activities*), pada awalnya gagasan ini bermula karena peserta didik memiliki kawajiban untuk mendapatkan kesempatan dalam menemukan kembali ide dan konsep matematika dengan atau tanpa arahan dari orang dewasa. Adapun langkah-langkah pembelajaran yang digunakan yaitu menurut Murdani, Rahmah, dan Turmudi, (2013: 26) yang mengatakan bahwa langkah-langkah pembelajaran matematika realistik terdiri dari memahami masalah kontekstual, menyelesaikan masalah kontekstual, membandingkan dan mendiskusikan jawaban serta menarik kesimpulan.

Selain guru dituntut mampu mewujudkan pembelajaran yang efektif, guru juga diharapkan dapat membuat bahan ajar sendiri. Kenyataannya sebagian besar guru belum mampu menyusun bahan ajar sendiri dengan menggunakan modul. Hal tersebut dikarenakan guru kurang memahami mekanisme dan teknis dalam menyusun modu. Menurut Depdiknas (dalam Gazali, 2016), bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis baik tertulis maupun tidak sehingga tercipta lingkungan atau suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar. Bahan ajar yang diharapkan adalah bahan ajar yang disusun oleh guru itu sendiri karena guru adalah orang yang ahli dalam praktek lapangan yang lebih paham kondisi di lapangan bahkan karakteristik dan tingkat kemampuan siswa di kelas. Salah satu contoh bahan aja yang dapat didesain guru adalah modul.

Modul merupakan pengajaran individual yang memberikan kesempatan kepada masing-masing siswa untuk mencapai suatu tujuan yang diharapkan sesuai dengan kecepatan masing-masing individu menurut Suryosubroto (Daryanto dan Dwicahyono, 2014: 179). Adapun Tujuan modul dalam kegiatan belajar mengajar menurut Suryosubroto (Daryanto dan Dwicahyono, 2014: 183), yaitu: tujuan pendidikan mampu tercapai dengan efisien dan efektif, murid mampu mengimbangi suatu program pendidikan sejalan dengan pencapaian kecepatan dan kemampuannya sendiri, murid mampu sebanyak mungkin menghayati serta malaksanakan kegiatan pembelajaran secara otodidak, baik dibimbing oleh guru ataupun tidak, murid dapat melihat hasil belajarnya yang telah diraihnya sendiri, serta murid menjadi sentral perhatian dalam suatu proses pembelajaran. Sedangkan pemahaman matematis termuat dalam latihan dan soal-soal yang terdapat dalam modul, namun untuk indikator pemahaman matematis yang akan digunakan menurut Zarkasyi, (2015: 81) yaitu mengidentifikasi, membuat contoh dan bukan contoh, menerjemahkan dan menafsirkan makna simbol, tabel, diagram, gambar, grafik, serta kalimat matematis, memahami dan menerapkan ide matematis, serta membuat suatu eksplorasi (Pemikiran). Sedangkan langkah-langkah pembelajaran yang termuat dalam modul tersebut sesuai dengan pendidikan matematika realistik, adapun menurut Murdani, Rahmah, dan Turmudi, (2013: 26) yang mengatakan bahwa langkah-langkah pembelajaran matematika realistik terdiri dari memahami masalah kontekstual, menyelesaikan masalah kontekstual, membandingkan dan mendiskusikan jawaban serta menarik kesimpula. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dilaksanakan penelitian untuk mengetahui efektivitas modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik dalam meningkatkan kemampuan pemahaman matematis. Struktur modul menurut Surahman (Prastowo, 2015: 113), yaitu judul modul, petunjuk umum, materi modul dan evaluasi. Berikut ini adalah penyusunan struktur modul dalam penelitian yaitu judul modul berisi mengenai nama modul dari mata pelajaran tertentu, peta konsep dan petunjuk umum.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menerapkan variasi pendekatan pendidikan matematika realistik dengan menggunakan modul. Untuk mengetahui efektivitas variasi pendekatan pendidikan realistik dengan menggunakan modul yang dianalisis berdasarkan hasil belajar siswa, aktivitas siswa, dan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Metode deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi yang sebenarnya tentang proses pembelajaran yang diterapkan di kelas, sedangkan metode kuantitatif digunakan untuk menganalisis data berupa angkaangka.

Penelitian ini dilaksanakan di MTS Islamic Center dengan populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII Tahun Ajaran 2017/2018. Sedangkan yang menjadi sampel penelitian ini adalah siswa kelas VII A sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan menggunakan modul matematika dengan menerapkan variasi pendekatan pendidikan matematika realistik dan siswa kelas VII B merupakan kelas kontrol yang dibelajarkan tanpa menggunakan modul dengan menerapkan pembelajaran konvensional.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes dan lembar observasi. Tes digunakan untuk mengetahui hasil belajar siswa. Sementara lembar observasi digunakan untuk mengetahui aktivitas siswa dan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran. Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) analisis instrumen hasil belajar yang terdiri dari validitas dan reabilitas tes, (2) analisis data hasil belajar yang diperoleh dari hasil tes tertulis berbentuk uraian yang dianalisis berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), (3) analisis data observasi aktivitas siswa, dan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran.

Hasil dan Pembahasan

Sebuah pembelajaran dikatakan efektif jika tingkat keberhasilan yang dicapai sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah direncanakan, hasil belajar siswa sesuai dengan kriteria dan ketuntasan minimal yang ditetapkan, aktivitas siswa berada dalam kategori aktif, dan kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran berada dalam kategori baik. Untuk menganalisis efektivitas pembelajaran pada pendekatan pendidikan matematika realistik dengan menggunakan modul akan ditelaah berdasarkan kriteria atau indikator yang telah dijelaskan tersebut. Menurut Susanto (2013: 5) hasil belajar adalah kemampuan yang diperoleh anak setelah melalui kegiatan belajar. Instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil belajar adalah tes uji kemampuan siswa dalam bentuk soal uraian. Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dijelaskan berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) untuk mata pelajaran matematika kelas X SMA Tahun Ajaran 2017/2018 yang ditetapkan di MTS Islamic Center adalah 65.

Soal *Pretest* dan *Postest* yang dipakai sebagai suatu tes untuk mengukur kemampuan pemahaman matematis peserta didik. Jika *Pretest* dilaksanakan dengan tujuan utama yaitu mengetahui awal kemampuan pemahaman peserta didik sedangkan *Postest* dilaksanakan dengan tujuan mengetahui akhir kemampuan pemahaman peserta didik. Berikut ini adalah hasil *pretest* yang diperoleh peserta didik kelas VII A di MTS Islamic Center Cirebon yang akan dipaparkan pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1
Nilai *Pretest* Kemampuan Pemahaman Matematis

Subjek	Nilai *Pretest*	Subjek	Nilai *Pretest*
S6	3	S4	30
S12	8	S18	32

 ISBN 978-602-61009-2-4

S10	10	S2	33
S20	10	S21	33
S5	12	S14	35
S24	14	S16	46
S9	18	S1	49
S11	19	S7	59
S15	23	S17	60
S8	28	S19	61
S13	28	S23	61
S3	30	S22	73

Berdasarkan Tabel 3.1 hasil *pretest* yang didapat oleh 24 peserta didik, dengan rincian nilai tertinggi 73 dan nilai terendah 3. Skor maksimal yang ditetapkan pada penelitian ini yaitu 100. Nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik yaitu 32,29. Sedangkan untuk nilai simpangan baku *pretest* yang diperoleh yaitu 19,74. Berikut ini merupakan hasil *postest* yang dilakukan kepada 24 orang peserta didik di MTS Islamic Center Cirebon, akan dipaparkan pada Tabel 3.2 berikut ini.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 3.2
Nilai *Postest* Kemampuan Pemahaman Matematis

Subjek	Nilai *Postest*	Subjek	Nilai *Postest*
S6	60	S4	80
S12	72	S18	82
S10	73	S2	78
S20	71	S21	82
S5	75	S14	80
S24	73	S16	90
S9	75	S1	89
S11	76	S7	90
S15	76	S17	98
S8	79	S19	97
S13	80	S23	96
S3	80	S22	100

Berdasarkan pemaparan pada Tabel 3.2 terdapat hasil *postest* yang didapat oleh 24 peserta didik, dengan memperoleh nilai tertinggi 100 dan nilai terendah 60. Skor maksimal yang tetapkan pada penelitian ini yaitu 100. Nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik yaitu 81,33. Sedangkan untuk nilai simpangan baku *pretest* yang diperoleh berdasarkan Tabel 3.2 yaitu 9,88. Berikut ini merupakan merupakan hasil penilaian keaktivan siswa selama proses pembelajaran berlangsung, hal ini dapat dilihat pada Table 3.3 berikut:

 ISBN 978-602-61009-2-4

Tabel 3.3
Keaktivan Siswa

No	Aspek yang dinilai	Pembelajaran ke	Jumlah siswa	%	Peningkatan*
1	Keaktifan siswa selama apersepsi	2	16	66,66	29,17 %
		3	20	83,33	
		4	23	95,83	
2	Keaktifan siswa selama pembelajaran	2	18	75	20,83%
		3	22	91,67	
		4	23	95,83	
3	Peran siswa dalam kelompok	2	18	75	16,67%
		3	21	87,5	
		4	22	91,67	
4	Prestasi belajar (KKM 65)	1 (*Pretest*)	1	4,17	91,66%
		-	-	-	
		5 (*Postest*)	23	95,83	

Keterangan:
* Peningkatan dari pembelajaran ke 1 dan 3

Tabel di atas merupakan hasil penelitian pada pembelajaran 1 dan 5. Secara umum keaktifan siswa mengalami peningkatan dan perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* mengalami perbedaan yang signifikan dari jumlah peserta didik yang nilainya melebihi KKM. Peningkatan tersebut menunjukan bahwa pembelajaran dengan menggunakan modul berbasis pendekatan pendidikan matematika realistik efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman siswa.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan terdapat beberapa kesimpulan dan saran untuk memperbaiki pembelajaran berikutnya, yaitu sebagai berikut

A. Simpulan

Berdasarkan hasil data analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Keefektifan bahan ajar berupa modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik memenuhi kriteria keefektifan. Hal tersebut ditunjukan berdasarkan perolehan hasil *pretest* dan *postest* yang signifikan yaitu hasil *postest* dari 24 peserta didik terdapat 23 peserta didik yang memperoleh nilai lebih dari 65 dan hanya ada 1 peserta didik yang memperoleh nilai kurang dari 65, sedangkan hasil *pretest* dari 24 peserta didik terdapat 23 peserta didik yang memperoleh nilai kurang dari 65 dan hanya 1 orang yang memperoleh nilai lebih dari 65, dengan begitu dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan dan lebih dari 75% peserta didik yang telah belajar menggunakan modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik memperoleh nilai *pos test* lebih dari 65.

 ISBN 978-602-61009-2-4

2. Berdasarkan hasil penelitian menunjukan peningkatan dari pembelajaran ke 1, 2, 4 dan 5, antara lain sebagai berikut:
   a. Hasil pengamatan keaktifan siswa selama apersepsi pada pembelajaran ke 2 sebesar 66,66% dan pembelajaran ke 4 sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 29,17 %.
   b. Hasil pengamatan keaktifan siswa selama pembelajaran pada pembelajaran ke 2 sebesar 75% dan pembelajaran ke 4 sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 20,83%.
   c. Hasil pengamatan terhadap keaktifan/peran siswa dalam kelas selama pembelajaran pada pembelajaran ke 2 sebesar 75% dan pembelajaran ke 4 sebesar 91,67%, terjadi peningkatan sebesar 16,67%.
   d. Hasil pengamatan Prestasi belajar (Nilai 65) siswa dalam kelas selama pembelajaran pada pembelajaran ke 1 (*Pretest*) sebesar 4,17% dan pembelajaran ke 5 (*Postest*) sebesar 95,83%, terjadi peningkatan sebesar 91,66%.
   e. Perolehan hasil uji gain menunjukan interpretasi efektivitas tinggi sebanyak 18 peserta didik dan yang memperoleh interpretasi efektivitas rendah sebanyak 6 peserta didik. Sedangkan rata-rata *pretest* dan *postest* menunjukan interpretasi efektivitas tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik dapat dikatakan efektif.

B. Saran

Berdasarkan hasil data analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya maka diperoleh kesimpulan yaitu Modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik mampu menjadi solusi kongkrit agar suasana belajar lebih realistik dan lebih efektif. Dengan begitu kemampuan pemahaman matematis peserta didik akan meningkat dan prestasi belajar akan lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

[1] Daryanto dan Dwicahyono, A. 2014. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran. Yogyakarta*: Gava Media.
[2] Gazali, R. Y. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Matematika Untuk Siswa SMP Berdasarkan Teori Belajar Ausubel. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 11. No. 2. Hal. 182-192.
[3] Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Penalaran Geometri Spasial Siswa di SMP Negeri Arun Lhokseumawe*.
[4] Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif. Yogyakarta: Diva Press.*
[5] Susanto, A. 2013. *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta: Kencana.
[6] Zarkasyi, W. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Karawang: PT Refika Aditama.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXIV. DESAIN PERANGKAT PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK BERBASIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIS

Muhammad Rizqi
UNNES, Semarang
beani.rizqi@gmail.com

Abstrak-Penelitian ini bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik (PMR) yang telah didesain valid dan layak digunakan pada pembelajaran berupa modul, LKS, dan RPP . Metode desain yang digunakan adalah *Didactical Design Research* (DDR), melalui tiga tahap yaitu Tahap 1: Analisis Situasi Didaktis Sebelum Pembelajaran, Tahap 2: Analisis Metapedadidaktis dan Tahap 3: Analisis Retrospektif. Subjek penelitiannya yaitu siswa kelas VII. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah Validasi Perangkat pembelajaran dan Observasi serta teknik pengolahan datanya yaitu hasil validasi para ahli. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu validator 1 yaitu 90% dengan kriteria Valid, Validator 2 yaitu 81% dengan kriteria cukup valid dan Validator 3 yaitu 95% dengan kriteria Valid sedangkan hasil validasi para ahli keseluruhan yaitu 88,67% yang berarti perangkat pembelajaran berbasis kemampuan pemahaman matematis dengan pendekatan pendidikan matematika realistik pada materi bilangan bulat sudah sesuai dan mampu membantu peserta didik untuk memahami materi pembelajaran sehingga dapat digunakan pada pembelajaran di kelas. Adapun penelitian ini hanya sampai tahap validasi perangkat pembelajaran yang kelak akan dilanjutkan pada penelitian selanjutnya ke tahap implementasi sampai tahap evakuasi dan publikasi.

Kata Kunci: DDR, Perangkat pembelajaran, Pendekatan pendidikan matematika realistik.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Pendahuluan

A. Latar Belakang

Saat ini ilmu dari seluruh sumber pengetahuan terdapat pada matematika. Matematika pun memberikan pelayanan ilmu pengetahuan lainnya atau juga bisa dikatakan sebagai ratunya ilmu pengetahuan. Sangat banyak disiplin ilmu yang dapat dikembangkan melalui matematika sebagai dasar untuk mengembangkan teknologi yang modern dan menjadi sebuah jembatan dari semua ilmu pengetahuan seperti kimia, fisika, ekonomi, dan lainnya. Oleh sebab itulah matematika merupakan ilmu dengan segala konsep matematika yang sangat penting untuk mengembangkan pola pikir seseorang. Yusuf, Zulkardi dan Trimurti (2009) mengatakan bahwa matematika adalah ilmu universal sebagai dasar dari suatu perkembangan teknologi yang modern, berbagai disiplin ilmu yang memiliki sebuah peran penting serta mampu meningkatkan daya pikir seseorang.

Matematika bergerak dengan memakai pemahaman logika dan abstraksi. Hal-hal abstrak disajikan dalam sebuah konsep-konsep matematika agar mampu memahami matematika yang timbul dalam kehidupan masyarakat. Perkembangan daya pola pikir manusia dengan cara bernalar dan berimajinasi terhadap alam yang mewujudkan kesimpulan atas rangkaian pengetahuan yang abstrak sehingga mengalami perubahan pola pemikiran yang akan digunakan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan. Dalam mempelajari matematika, peserta didik harus merasakan dan mengalami sebuah penyesuaian terhadap suatu objek lalu membimbing peserta didik untuk berlajar mengamati, berdiskusi, menganalisis, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan selama kegiatan belajar berlangsung sehingga dibutuhkan kemampuan pemahaman peserta didik untuk memahami apa yang telah dan sedang mereka pelajari.

Matematika merupakan mata pelajaran yang dipandang sulit oleh peserta didik sehingga perlu ditampilkan dengan menggunakan bentuk yang sederhana serta mudah untuk dipahami. Proses kegiatan pembelajaran peserta didik di sekolah hanyalah menyampaikan pengetahuan berupa teori dan menyimpan banyak memori. Proses kegiatan pembelajaran menjadi tidak efektif disebabkan karena belum memberikan makna bagi peserta didik. Akibatnya dari keadaan seperti itu peserta didik memiliki kemampuan pemahaman yang rendah terhadap suatu konsep mata pelajaran matematika dikarenakan peserta didik lebih sering menghapal tanpa memahami makna dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, dengan mewawancarai guru dapat disimpulkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan materi pelajaran matematika dengan pengalaman kehidupan nyata, peserta didik kurang memahami cara untuk mengaplikasikan materi yang telah dipelajarinya, peserta didik mengalami kesulitan untuk mengingat materi yang telah dipelajari. Berdasarkan hasil penelitian yang relevan, Dewi, Titik, dan Arika (2015: 93) mengatakan bahwa dalam proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika realistik pokok bahasan lingkaran menggunakan Model 4-D yang terdiri dari 4 tahap yaitu: pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Adapun hasil pengembangan yang diperoleh adalah perangkat pembelajaran berbasis pembelajaran matematika realistik pokok bahasan kubus dan balok terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), buku siswa, Lembar Kegiatan Siswa (LKS), dan Tes Hasil Belajar (THB) yang dikategorikan baik karena telah memenuhi tiga kriteria kelayakan perangkat pembelajaran yaitu kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

Handayani, A (2016: 7) untuk memperoleh hasil penelitian bahwa pengembangan bahan ajar transformasi berbasis etnomatematik menggunakan model Thigarajan yang sudah disederhanakan. Tahap pendefinisian melakukan lima langkah, yaitu: analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis konsep, analisis tugas dan perumusan indikator. Tahap perencanaan menciptakan suatu modul etnomatematik didasari hasil analisis pada tahap pendefinisian. Pada tahap

 ISBN 978-602-61009-2-4

pengembangan, bahan ajar diuji cobakan secara terbatas. Implementasi bahan ajar yang dikembangkan mampu untuk meningkatkan kemampuan pemahaman matematis peserta didik. Hal ini dapat dibuktikan dengan indeks *N-gain* peningkatan berada pada nilai 0,76 yang memperlihatkan bahwa kualitas peningkatan kemampuan pemahaman matematis peserta didik yang telah sampai pada kriteria tinggi.

Wayan, Nyoman, dan Made (2013: 1) bahwa perangkat pembelajaran matematika yang telah dikembangkan sesuai dengan pendekatan matematika realistik berupa modul matematika realistik disertai asesmen otentik setiap kegiatan pembelajaran berlangsung menggunakan pembelajaran matematika realistik, dengan hasil *review* dari setiap ahli materi menyampaikan bahwa modul matematika realistik disertai asesmen otentik yang telah dikembangkan berbeda pada kualifikasi baik, ahli media menyampaikan tanggapan yang baik dan menghasil tanggapan peserta didik persentase-persentase semua peserta didik untuk uji kelompok kecil sebesar 88% terletak pada kualifikasi baik serta hasil tanggapan peserta didik untuk uji lapangan memperlihatkan bahwa pendidik memberikan tanggapan baik. Tujuan dari pengembangan modul matematika realistik ini efektif untuk meningkatkan hasil belajar matematika peserta didik kelas X di SMK Negeri 3 Singaraja.

Faisal, A (2010: 10) bahwa perangkat pembelajaran matematika setelah dikembangkan sesuai dengan pembelajaran matematika serta pendekatan PMR yang terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (PMR), Buku guru, Buku siswa, Lembar Kerja Siswa (LKS) dan alat evaluasi (Pre-test dan post-test) telah layak untuk diaplikasikan pada pokok bahasan perbandingan dan dapat dijadikan masukan serta contoh bagi guru matematika di SMP yang dapat digunakan untuk menerapkan pembelajaran matematika dengan pendekatan PMR pada pokok bahasan perbandingan kelas VII SMP.

Adapun pentingnya sebuah perangkat pembelajaran yaitu terpenuhinya setiap kebutuhan peserta didik dan guru yang menunjang pelaksanaan kegiatan proses belajar mengajar di sekolah serta mampu mewujudkan tujuan pelaksanaan pembelajaran di dalam kelas dengan sangat baik.

B. Perangkat Pembelajaran

Hobri (dalam Dewi, Titik, dan Arika 2015: 85) Perangkat pembelajaran yaitu seluruh sumber pembelajaran yang pakai kepada peserta didik dan guru selama proses pembelajaran tersebut berlangsung. Perangkat pembelajaran tersebut terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKS), Buku Guru (BG), Buku Siswa (BS), dan tes hasil belajar. Sedangkan Ibrahim (dalam Trianto, 2011: 96) mengemukakan bahwa perangkat pembelajaran adalah perangkat yang diperlukan dan dipergunakan dalam mengelola proses belajar mengajar. Perangkat pembelajaran tersebut dapat berupa Buku siswa (BS), Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Aktivitas Siswa (LAS), instrument evaluasi atau tes hasil belajar serta media pembelajaran. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah RPP dan perangkat pembelajaran yang didesain adalah LKS dan Modul.

C. Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik

Van den Heuvel-Panhuizen, (dalam Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013: 23) mengatakan bahwa pembelajaran Matematika Realistik (PMR) merupakan suatu pendekatan pendidikan matematika berdasarkan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang sudah dikembangkan di Nedherland sejak tahun 1970, matematika harus dikaitkan dengan realitas dan merupakan aktivitas manusia. Sedangkan Gravemeijer (dalam Marpaung, 2006 & Ardana, 2007) mengatakan terdapat tiga prinsip RME yaitu: *guided reinvention and progressive mathematizing, didactical phenomenology* dan (*from informal to formal mathematics; model plays in bridging the gap*

 ISBN 978-602-61009-2-4

between informal knowledge and formal mathematics. Adapun langkah-langkah pembelajaran yang digunakan yaitu terdiri dari memahami masalah kontekstual, menyelesaikan masalah kontekstual, membandingkan dan mendiskusikan jawaban, dan menarik kesimpula (Murdani, Rahmah, dan Turmudi, 2013: 26)

 ISBN 978-602-61009-2-4

D. Kemampuan Pemahaman Matemastis

Polya (dalam Afghani, J 2011: 44) mengatakan bahwa ada empat buah tahapan kemampuan pemahaman matematis yaitu pemahaman mekanikal: kegiatan mengingat serta mengaplikasikan suatu konsep secara sederhana dan sistematis. Sedangkan indikator pemahaman matematis yang akan digunakan yaitu mengidentifikasi, membuat contoh dan bukan contoh, menerjemahkan dan menafsirkan makna simbol, tabel, diagram, gambar, grafik, serta kalimat matematis, memahami dan menerapkan ide matematis, dan membuat suatu eksplorasi (Pemikiran) (Zarkasyi, W, 2015: 81).

Metode Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode kualitatif. Sugiyono (2015) menjelaskan bahwa metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah, dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci dari pada generalisasi. Oleh sebab itu, pemilihan metode kualitatif diharapkan dapat memberikan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dari dilakukannya penelitian. Desain penelitian yang digunakan yaitu berupa penelitian desain didaktis atau dikenal dengan *Didactical Design Research* (DDR). Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian dari tahapan yang ada dalam DDR berdasarkan yang dikemukakan oleh Suryadi (2013) yaitu mulai dari analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran, analisis metapedadidaktik, sampai dengan analisis retrosfektif. Penelitian dilakukan di MTS Islamic Center, pada tahun 2017 siswa kelas VII dengan materi bilangan bulat. Adapun tahap-tahap yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah Analisis Situasi Didaktis Sebelum Pembelajaran yang terdiri dari:

1. Menentukan kemampuan matematis yang akan diteliti, yaitu kemampuan pemahaman matematis.
2. Menentukan materi yang akan menjadi bahan penelitian, yaitu materi bilangan bulat.
3. Mencari data literatur terkait materi bilangan bulat.
4. Melaksanakan uji coba soal pada kelas yang telah mempelajari materi bilangan bulat untuk mengetahui hambatan belajar yang dialami peserta didik.
5. Mengembangkan instrumen tes dengan menyusun soal yang sesuai dengan indikator kemampuan pemahaman matematis yang bervariatif sehingga dapat memunculkan hambatan belajar setiap tahapnya pada materi bilangan bulat.
6. Melakukan uji coba instrumen untuk mengidentifikasi hambatan belajar pada peserta didik kelas VII yang telah mempelajari materi bilangan bulat.
7. Menganalisis hasil uji coba yang terdapat hambatan belajar dengan menghitung persentase banyaknya peserta didik yang mampu dan belum mampu mencapai indikator pemahaman matematis.
8. Membuat kesimpulan terkait hambatan belajar yang muncul berdasarkan hasil uji coba.
9. Membuat berbagai prediksi respons peserta didik yang akan muncul saat bahan ajar diimplementasikan serta menyiapkan antisipasi dari respons peserta didik yang akan muncul.
10. Menyusun desain didaktis berupa bahan ajar modul berdasarkan hambatan belajar yang telah ditemukan.
11. Melakukan validasi bahan ajar oleh para ahli.
12. Melakukan revisi pada bahan ajar berdasarkan masukan dari validator.
13. Memilih kelas yang akan diuji.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Adapun tahap Analisis Metapedadidaktis, dan analisis retrospektif akan dilaksanakan pada penelitian selanjutkan.

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Studi Pendahuluan

Bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan materi pelajaran matematika dengan pengalaman kehidupan nyata, peserta didik kurang memahami cara untuk mengaplikasikan materi yang telah dipelajarinya, peserta didik mengalami kesulitan untuk mengingat materi yang telah dipelajari, tidak menggunakan modul khusus yang mengaitkan materi bilangan bulat dengan kehidupan nyatanya selama proses pembelajaran berlangsung, dan pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) tidak menggunakan pendekatan pembelajaran matematika realistik sehingga peserta didik tidak terbiasa mengaitkan pengalaman kehidupan sehari-harinya dengan materi pembelajaran yang sedang dan telah dilaksanakan.

B. Hambatan Belajar

Hambatan belajar ini diperoleh dengan melakukan uji coba soal yang diberikan kepada peserta didik kelas VII MTS Islamic Center. Berdasarkan hasil uji coba soal tersebut, diperoleh data kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal dan kesulitan belajar yang dialami peserta didik pada materi bilangan bulat sebagai berikut:

1. Peserta didik masih keliru dalam memberikan tanda positif atau negativ.
2. Ada beberapa peserta didik yang masih mengalami kebingungan dalam mengerjakan soal FPB dan KPK.
3. Peserta didik masih mengalami kebingungan dalam mengerjakan soal mengenai pembuktian dengan sifat-sifat operasi bilangan bulat.

C. Deskripsi dan Analisis Situasi Didaktis

Berikut merupakan Prediksi dan antisipasi respons perserta didik terhadap 8 situasi yang disajikan pada Tabel 3.1 berikut:

TABEL 3.1 Situasi Didaktis

Situasi Didaktis	Prediksi Respons Peserta Didik	Antisipasi Didaktis	Antisipasi Pedagogis
1	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu mengetahui	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

	nilai ‘x’ dari soal tersebut		menyajikan konsep terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai ‘x’, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkahnya.	Menyajikanperistiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai ‘x’, dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		
	Kemampuan Rendah: Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.
2	**Kemampuan Sedang:** Peserta didik mampu mengetahui nilai, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkahnya.	Menyajikan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai, dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		
	Kemampuan Rendah: Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai 'r' dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.
3	**Kemampuan Sedang:** Peserta didik mampu mengetahui nilai 'r', namun kurang mampu menuliskan langkah-langkahnya.	Menyajikan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai 'r', dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		
4	**Kemampuan Rendah:**	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	terkait operasi bilangan bulat.	menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang		

 ISBN 978-602-61009-2-4

	disajikan pada peristiwa nyata.		
	Kemampuan Rendah: Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai FPB dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dan menyajikan konsep FPB terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dan menyajikan konsep FPB terkait soal tersebut.
5	**Kemampuan Sedang:** Peserta didik mampu mengetahui nilai FPB, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.	Menyajikan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya dengan baik.	Guru memunculkan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai FPB, dan mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.		
6	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.		
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.		
7	**Kemampuan Rendah:**	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	terkait operasi bilangan bulat.	menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang		

 ISBN 978-602-61009-2-4

	disajikan pada peristiwa nyata.		
	Kemampuan Rendah: Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai KPK dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dan menyajikan konsep KPK terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dan menyajikan konsep KPK terkait soal tersebut.
8	**Kemampuan Sedang:** Peserta didik mampu mengetahui nilai KPK, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.	Menyajikan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya dengan baik.	Guru memunculkan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai KPK, dan mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.		

 ISBN 978-602-61009-2-4

E. Data Validasi

Dalam menentukan validasi perangkat pembelajaran dapat menggunakan rumus berikut (Akbar, 2013: 41).

$$\text{Validasi ahli} = \frac{\text{Total Skor ahli}}{\text{Total skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Adapun Kriteria validasi bahan ajar menurut Akbar, (2013: 41), akan dipaparkan pada Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.2 Kriteria Validasi Modul

No	Kriteria Validasi	Tingkat Validasi
1	85,01% - 100%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi.
2	70,01% - 85%	Cukup valid, dapat digunakan namun perlu sedikit revisi.
3	50,01%-70%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu banyak revisi.
4	01,00%-50%	Tidak valid, tidak boleh dipergunakan.

Berikut merupakan hasil validasi dari validator ahli pada penelitian ini yang disajikan pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Validasi Modul dan LKS

No.	Validator	Hasil Validasi	Kevalidan
1	Validator 1	93%	Valid
2	Validator 2	71%	Cukup Valid
3	Validator 3	91%	Valid

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$V \text{ total} = \frac{93\% + 71\% + 91\%}{3} = 84{,}33\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut menunjukan bahwa hasil data dari ketiga validator diperoleh validator ahli I dengan kriteria validasi 93%, validator ahli II dengan kriteria validasi 71%, validator III dengan kriteria validasi 91% dan validasi gabungan dari ketiga validator yaitu 84,33%, maka tingkat validasi bahan ajar dinyatakan cukup valid. Berikut ini merupakan table validasi RPP oleh tiga validator ahli, digambarkan pada table 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Validasi RPP

No.	**Validator**	**Hasil Validasi**	**Kevalidan**
1	Validator 1	90%	Valid
2	Validator 2	91%	Valid
3	Validator 3	90%	Valid

$$V \text{ total} = \frac{90\% + 91\% + 90\%}{3} = 90{,}33\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut menunjukan bahwa hasil data dari ketiga validator diperoleh validator ahli I dengan kriteria validasi 90%, validator ahli II dengan kriteria validasi 91%, validator III dengan kriteria validasi 90% dan validasi gabungan dari ketiga validator yaitu 90,33%, maka tingkat validasi RPP dinyatakan sangat valid.

Kesimpulan dan Saran

A. Simpulan

Desain perangkat pembelajaran yang hanya meliputi modul, LKS dan RPP berbasis kemampuan pemahaman matematis disusun berdasarkan hambatan belajar yang dialami peserta didik bertujuan untuk meminimalisir hambatan belajar dan dapat mengembangkan kemampuan pemahaman matematis peserta didik pada materi bilangan bulat. Berdasarkan hasil validasi bahan ajar oleh ketiga validator diperoleh persentase sebesar 84,33% dan 90, 33% dengan tingkat validasinya sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi. Sehingga bahan ajar berbasis kemampuan pemahaman matematis dengan pendekatan pendidikan matematika realistik dapat digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi bilangan bulat kelas VII.

B. Saran

 ISBN 978-602-61009-2-4

Diharapkan RPP, modul dan LKS yang telah di kembangkan serta didesain dapat diimplementasikan dalam proses pembelajar dengan tujuan meningkatkan kemampuan pemahaman matematis siswa dan minat siswa belajar matematika

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[7] Afghani, J. 2011. *Analisis Kurikulum Matematika*. Jakarta: Universitas Terbuka.

[8] Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

[9] Ardana, I.M. 2007. "Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI)". *Makalah* disajikan dalam Seminar Nasional Matematika Regional Bali, 26 Nopember 2007 di Undiksha Singaraja.

[10] Daryanto dan Dwicahyono, A. 2014. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran. Yogyakarta*: Gava Media.

[11] Dewi, Titik, dan Arika. 2015. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika pada Pokok Bahasan Lingkaran Kelas VIII SMP*.

[12] Faisal, A. 2010. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Realistik untuk Pokok Bahasan Perbandingan di Kelas VII SMP*.

[13] Handayani, A. 2016. *Pengembangan Bahan Ajar Transformasi Berbasis Etnomatematika untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Matematis*.

[14] Marpaung, Y. 2006. "Apa itu PMRI?". *Makalah* disampaikan dalam pelatihan guru kelas di P4TK Matematika Yogyakarta 4-6 Januari 2006.

[15] Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Penalaran Geometri Spasial Siswa di SMP Negeri Arun Lhokseumawe*.

[16] Sugiyono, D. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Alvabeta.

[17] Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (DDR) dalam pengembangan pembelajaran matematika. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika* (pp. 3-12).

[18] Trianto, 2011. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, Konsep, Landasan, dan Implementasinya Pada KTSP*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

[19] Wayan, Nyoman dan Made. (2013). *Pengembangan Modul Matematika Realistik Disertai Asesmen Otentik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Peserta Didik Kelas X Di SMK Negeri 3 Singaraja.*

[20] Yusuf, Zulkardi, dan Trimurti (2009). *PENGEMBANGAN SOAL-SOAL OPEN-ENDED PADA POKOK BAHASAN SEGITIGA DAN SEGIEMPAT DI SMP*. Jurnal Pendidikan Matematika, 3 (2). pp. 48-56. ISSN 1978-0044.

[21] Zarkasyi, W. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Karawang: PT Refika Aditama.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXV. DESAIN MODUL DENGAN PENDEKATAN PENDIDIKAN MATEMATIKA REALISTIK BERBASIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIS

Inayah, Muhammad Rizqi
UNSWAGATI, Cirebon[1]
UNNES, Semarang[2]
beani.rizqi@gmail.com

Abstrak-Penelitian ini bertujuan menghasilkan modul dengan pendekatan Pendidikan Matematika Realistik (PMR) yang telah didesain valid dan layak digunakan pada pembelajaran. Metode desain yang digunakan adalah *Didactical Design Research* (DDR), melalui tiga tahap yaitu Tahap 1: Analisis Situasi Didaktis Sebelum Pembelajaran, Tahap 2: Analisis Metapedadidaktis dan Tahap 3: Analisis Retrospektif. Subjek penelitiannya yaitu siswa kelas VII di MTS Islamic Center Cirebon. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah Validasi Modul dan Observasi serta teknik pengolahan datanya yaitu hasil validasi para ahli. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu validator 1 yaitu 93% dengan kriteria Valid, Validator 2 yaitu 71% dengan kriteria cukup valid dan Validator 3 yaitu 91% dengan kriteria Valid sedangkan hasil validasi para ahli keseluruhan yaitu 87%. Sehingga modul dapat digunakan selama proses pembelajaran berlangsung.

Kata Kunci: Modul, Pendekatan pendidikan matematika realistik.

Pendahuluan

Pada rencana pembangunan manusia Indonesia yang seutuhnya, dalam bidang pendidikan merupakan sarana dan wahana pembangunanyang sangat baik dalam pembinaan sumber daya manusia. Saat ini terdapat kecenderungan untuk kembali pada pandangan bahwa anak akan belajar dengan baik apabila lingkungan diciptakan secara alamiah (Depdiknas, 2003: 1). Belajar akan lebih bermakna dan lebih realistisapabila anak mengalami apa yang akan dipelajarinya, bukan hanya mengetahuinya. Dalam pembelajaran yang bertujuanpada target pengguasaan materi terbuktiakan berhasil membuat anakmengingat dalam waktu yang singkat, namun gagal untuk membekali anak memecahkan permasalahan dalam kehidupan pada waktu panjang. Itulah yang terjadiselama proses pembelajaran di Indonesia.

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang berperan penting dalam pendidikan. Karena matematika dapat mengembangkan penalaran logis, rasional, dan kritis serta memberikan keterampilan kepada mereka untuk dapat menggunakan matematika dalam memecahkan masalah yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Hal ini menyebabkan matematika dijadikan sebagai ilmu dasar bagi pengembangan ilmu-ilmu yang lain. Oleh sebab itu, matematika menjadi salah satu mata pelajaran yang sangat potensial untuk diajarkan pada seluruh jenjang pendidikan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berdasarkan kurikulum yang diterapkan saat ini yaitu kurikulum 2013, Permendikbud No. 20 tahun 2013 menyebutkan tujuan kurikulum 2013 yaitu untuk mempersiapkan warga negara Indonesia sehingga dapat memiliki kemampuan sebagai pribadi dan bangsa yang beriman, kreatif, produktif, inovatif, dan afektif serta dapat berkontribusi dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara dalam peradaban dunia. Oleh sebab itu peserta didik diharuskan untuk aktif, kreatif, dan inovatif saat pembelajaran berlangsung, hal ini adalah tantangan bagi guru untuk merancang pembelajaran yang menarik agar berdampak terhadap ingatan peserta didik tentang apa yang dipelajarinya. Salah satu cara yang dapat digunakanadalah dengan mengemas pembelajaran yang kompleks menjadi lebih mudah dan menyenangkan bagi peserta didik.

Adapun beberapa masalah yang dialami oleh peserta didik dalam proses pembelajaran matematika, sehingga peserta didik kurang memahami materi yang sedang dipelajari atau materi yang sudah dipelajari. Menurut Murdani, Rahmah, dan Turmudi (2013: 1), Pembelajaran yang telah dilaksanakan di sekolah mayoritas lebih bersifat konvensional, sehingga peserta didik tidak mendapatkan kebebasan dalam menyampaikan ide-idenya karena pembelajaran didominasi oleh guru. Peserta didik lebih banyak menghafal konsep matematika yang diberikan guru dan menyelesaikan masalah secara prosedural. Hal tersebut mengakibatkan pemahaman matematisnya masih rendah.

Menurut Jening dan Dunne (Rahmawati, 2013: 225) bahwa masih banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan matematika kedalam situasi kehidupan nyata, hal ini tentu berdampak pada tingkat pemahaman peserta didik pada pelajaran matematika, sedangkan menurut Van de Henvel dan Panhuizen (Rahmawati, 2013: 226), apabila peserta didik mempelajari matematika secara terpisah dengan pengalaman mereka sehari-hari, maka peserta didik akan mengalami kesulitan untuk mengingat materi yang telah dipelajari, tidak mudah paham dan tidak dapat mengaplikasikan secara matematika. Selain itu perangkat pembelajaran yang digunakan seperti RPP dan bahan ajar haruslah dirancang dengan sangat baik agar mampu menunjang tingkat keberhasilan pemahaman peserta didik.

Tuntutan pembelajaran matematika seperti yang telah disebutkan ternyata sesuai dengan pendekatan pendidikan matematika realistik yang dikembangkan di Belanda. Menurut Gravemeijer (Rahmawati, 2013: 227) bahwa dalam mempelajari matematika haruslah dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil studi pendahuluan, dengan mewawancarai guru dapat disimpulkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan materi pelajaran matematika dengan pengalaman kehidupan nyata, peserta didik kurang memahami cara untuk mengaplikasikan materi yang telah dipelajarinya, peserta didik mengalami kesulitan untuk mengingat materi yang telah dipelajari, tidak menggunakan modul khusus yang mengaitkan materi bilangan bulat dengan kehidupan nyatanya selama proses pembelajaran berlangsung, pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) tidak menggunakan pendekatan pembelajaran matematika realistik sehingga peserta didik tidak terbiasa mengaitkan pengalaman kehidupan sehari-harinya dengan materi pembelajaran yang sedang dan telah dilaksanakan, dan peserta didik masih mengalami kesulitan dalam pelajaran matematika untuk mencapai KKM 75, karena matematika masih dianggap pelajaran yang menakutkan. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan bagaimana desain modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik berbasis kemampuan pemahaman matematis pada materi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menyusun suatu desain didaktis berdasarkan hambatan belajar yang muncul terkait kemampuan pemahaman matematis pada materi bilangan bulat yang diperoleh dari hasil studi pendahuluan, sehingga desain didaktis yang disusun dapat meminimalisir hambatan belajar. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar berupa modul matematika berbasis kemampuan pemahaman matematis dengan pendekatan pendidikan matematika realistik pada materi bilangan bulat. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif, dan desain penelitin yang digunakan yaitu *Didactical Design Research* (DDR).

Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian dari keseluruhan tahapan yang ada dalam DDR berdasarkan yang dikemukakan oleh Suryadi (2013) yaitu mulai dari analisis situasi didaktis sebelum pembelajaran, analisis metapedadidaktik, sampai dengan analisis retrosfektif. Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik triangulasi. Sugiyono (2015: 83) menyatakan bahwa teknik triangulasi berarti peneliti menggunakan teknik pengumpulan data yang berbeda-beda untuk mendapatkan data dari sumber yang sama. Adapun instrument penelitiannya yaitu soal tes kemampuan komunikasi matematis, dan lembar validasi bahan ajar. Sedangkan tekni pengolahan data yang digunakan adalah observasi dan validasi para ahli. Teknik analisis data yang digunakan analisis hasil uji coba instrument dan analisis hasil validasi para ahli.

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Studi pendahuluan dan Hambatan Belajar Terkait Kemampuan Pemahaman Matematis Pada Materi Bilangan Bulat.

Soal yang digunakan untuk uji coba yaitu sebanyak 8 butir soal yang mencakup indikator pemahaman matematis, setelah soal diuji coba kepada peserta didik untuk kemudian dianalisis guna mengetahui hambatan belajar yang dialami peserta didik. Hambatan belajar ini diperoleh dengan melakukan uji coba soal yang diberikan kepada peserta didik kelas VII MTS Islamic Center. Berdasarkan hasil uji coba soal tersebut, diperoleh data kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal dan kesulitan belajar yang dialami peserta didik pada materi bilangan bulat sebagai berikut:

4. Peserta didik masih keliru dalam memberikan tanda positif atau negativ.
5. Ada beberapa peserta didik yang masih mengalami kebingungan dalam mengerjakan soal FPB dan KPK.
6. Peserta didik masih mengalami kebingungan dalam mengerjakan soal mengenai pembuktian dengan sifat-sifat operasi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

B. Deskripsi dan Analisis Situasi Didaktis Sebagai Rancangan Desain Bahan Ajar Berbasis Kemampuan Pemahaman Matematis.

Adapun situasi didaktis yang dialami oleh peserta didik selama mengerjakan soal pretest, akan dipaparkan pada table 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 **Prediksi Respon Peserta Didik serta Antisipasi Didaktis dan Pedagogis terhadap Situasi Didaktis**

Situasi	**Prediksi Respons Peserta Didik**	**Antisipasi Didaktis**	**Antisipasi Pedagogis**
Situasi 1	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai ‘x’ dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai ‘x’, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkahnya.	Menyajikanperistiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai ‘x’, dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		
Situasi 2	**Kemampuan Rendah:**	Menyajikan contoh lain dengan bahasa matematis dan	Guru menjelaskan contoh lain dengan bahasa matematis dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai dari soal tersebut	menyajikan konsep terkait soal tersebut.	menyajikan konsep terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkahnya.	Menyajikan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.
	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai, dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		
Situasi 3	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai ‘r’ dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dengan bahasa matematis dan menyajikan konsep terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai ‘r’, namun kurang	Menyajikan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan mengubahkan kedalam bahasa matematis.	Guru mengaitkan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari dan menuliskan langkah-langkah

 ISBN 978-602-61009-2-4

	mampu menuliskan langkah-langkahnya. **Kemampuan Tinggi:** Peserta didik mampu mengetahui nilai 'r', dan mampu menuliskan langkah-langkahnya dengan lengkap.		penyelesaiannya secara jelas.
Situasi 4	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	disajikan pada peristiwa nyata. **Kemampuan Tinggi:** Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.		
Situasi 5	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai FPB dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dan menyajikan konsep FPB terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dan menyajikan konsep FPB terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai FPB, namun kurang mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.	Menyajikan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya dengan baik.	Guru memunculkan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu mengetahui nilai FPB, dan mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.		
Situasi 6	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Kemampuan Tinggi: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.		
Situasi 7	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu menerjemahkan soal tersebut untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.	Menyajikan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menjelaskan contoh lain pada peristiwa nyata dan menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut, namun belum mampu mengaitkan konsep	Menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.	Guru menyajikan konsep terkait operasi bilangan bulat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata. **Kemampuan Tinggi:** Peserta didik mampu menerjemahkan soal tersebut dan mampu menggunakan konsep operasi bilangan bulat untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada peristiwa nyata.		
Situasi 8	**Kemampuan Rendah:** Peserta didik tidak mampu mengetahui nilai KPK dari soal tersebut	Menyajikan contoh lain dan menyajikan konsep KPK terkait soal tersebut.	Guru menjelaskan contoh lain dan menyajikan konsep KPK terkait soal tersebut.
	Kemampuan Sedang: Peserta didik mampu mengetahui nilai KPK, namun kurang mampu menuliskan	Menyajikan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya dengan baik.	Guru memunculkan contoh lain dan menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya secara jelas.

 ISBN 978-602-61009-2-4

langkah-langkah penyelesaiannya.

Kemampuan Tinggi:
Peserta didik mampu mengetahui nilai KPK, dan mampu menuliskan langkah-langkah penyelesaiannya.

 ISBN 978-602-61009-2-4

C. Data Validasi Desain Bahan Ajar Berbasis Kemampuan Pemahaman Matematis

Validasi dilakukan oleh 3 orang ahli dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3.2
Hasil Validasi Bahan Ajar

No.	Validator	Hasil Validasi	Kevalidan
1	Validator 1	93%	Valid
2	Validator 2	71%	Cukup Valid
3	Validator 3	91%	Valid

Analisis keseluruhan dari hasil validasi para ahli adalah sebagai berikut.

$$V = \frac{93\% + 71\% + 91\%}{3} = 84{,}33\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut menunjukan bahwa hasil data dari ketiga validator diperoleh validator ahli I dengan kriteria validasi 93%, validator ahli II dengan kriteria validasi 71%, validator III dengan kriteria validasi 91% dan validasi gabungan dari ketiga validator yaitu 84,33%, maka tingkat validasi bahan ajar dinyatakan sangat valid.

Adapun Dalam menentukan validasi perangkat pembelajaran dapat menggunakan rumus berikut (Akbar, 2013: 41).

$$\text{Validasi ahli} = \frac{\text{Total Skor ahli}}{\text{Total skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Adapun Kriteria validasi bahan ajar menurut Akbar, (2013: 41), akan dipaparkan pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kriteria Validasi Modul

No	Kriteria Validasi	Tingkat Validasi
1	85,01% - 100%	Sangat valid, dapat digunakan tanpa revisi.
2	70,01% - 85%	Cukup valid, dapat digunakan namun perlu sedikit revisi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

3	50,01%-70%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu banyak revisi.
4	01,00%-50%	Tidak valid, tidak boleh dipergunakan.

Maka dapat disimpulkan bahwa desain modul cukup valid, dapat digunakan namun perlu sedikit revisi. Sehingga pada tahapan berikutnya adalah implementasi modul dalam proses pembelajaran, namun tahapan tersebut akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

Kesimpulan dan Saran

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: Desain bahan ajar berbasis kemampuan pemahaman matematis disusun berdasarkan hambatan belajar yang dialami peserta didik bertujuan untuk meminimalisir hambatan belajar dan dapat mengembangkan kemampuan pemahaman matematis peserta didik pada materi bilangan bulat. Berdasarkan hasil validasi bahan ajar oleh ketiga validator diperoleh persentase sebesar 84,33% dengan tingkat validasinya sangat valid dan dapat digunakan tanpa revisi. Sehingga bahan ajar berbasis kemampuan pemahaman matematis dengan pendekatan pendidikan matematika realistik dapat digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi bilangan bulat kelas VII.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Penyusunan desain didaktis berupa bahan ajar modul ini dapat dibuat pada materi matematika lain dan memfasilitasi kemampuan matematis lain. Diharapkan para pendidik dapat memfasilitasi pembelajaran agar peserta didik dapat mengikuti pembelajaran secara efektif dan efisien, salah satu alternatifnya yaitu dengan menyusun suatu desain didaktis yang sesuai dengan kondisi dan respon peserta didik.
2. Diharapkan penelitian ini dapat terus dikembangkan melalui perbaikan pada bahan ajar sehingga memperoleh hasil yang lebih baik lagi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[1] Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

[2] Depdiknas. (2003). *Pendekatan Kontekstual (Contextual Teaching and Learning*). Depdiknas.

[3] Murdani, Rahmah, dan Turmudi. 2013. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Realistik untuk Meningkatkan Penalaran Geometri Spasial Siswa di SMP Negeri Arun Lhokseumawe*.

[4] Rahmawati, (2013). *Pengaruh Pendekatan Pendidikan Realistik Matematika dalam Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Sekolah Dasar*.

[5] Sugiyono, D. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: CV Alvabeta.

[6] Suryadi, D. (2013). Didactical Design Research (DDR) dalam pengembangan pembelajaran matematika. *In Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika* (pp. 3-12).

XXVI.PENGARUH PENGGUNAAN METODE 3 IN 1 PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SMA

Endar Chrisdiyanto[1], Aji Pangestu[2]
Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta[1]
Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta[2]
ajipangestu11@gmail.com

Abstrak—Di dalam dunia pendidikan seorang tenaga pendidik (guru) memiliki peranan yang penting dalam menentukan pendidikan. Demi tercapainya sebuah tujuan dari sistem pendidikan di Indonesia maka perlu diciptakannya guru-guru profesional, yaitu seorang guru yang memiliki beberapa kompetensi profesionalitas seperti: sifat kepribadian yang luhur, penguasaan bidang studi, menguasai metode pengajaran, memiliki keterampilan mengajar dan keterampilan lain di bidang pendidikan. Untuk mencapai tujuan dari pembelajaran, seorang guru harus menguasai metode dalam pembelajaran dengan baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mencapai tujuan dari pembelajaran, untuk membuat pembelajaran menyenangkan dan meningkatkan tingkat kepahaman siswa terhadap materi yang diiajarakan oleh guru. Metode yang dikembangkan disini yaitu metode pembelajran *3 in 1*. Metode ini terbagi dalam tiga tahapan yaitu ceramah/penjelasan, diskusi kelompok dan game. Metode ini sesuai dengan karakter siswa kelas x dimana siswa pada masa ini merupakan masa perubahan pola berpikir siswa dari konkrit ke abstrak. Metode ini digunakan karena sesuai dengan karakter siswa kelas x dan penelitian ini dilaksanakan di SMA N 1 Jogonalan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Research and Development. Subyek penelitian yang digunakan yaitu metode pembelajaran

 ISBN 978-602-61009-2-4

dan untuk obyeknya adalah siswa kelas X. Hasil dari penggunaan metode ini dilihat dari hasil ulangan mata pelajaran matematika yang mengalami penigkatan yang cukup baik dari sebelumnya. Selain itu juga dengan metode ini membuat pembelajaran menyenangkan, sesuai karakter siswa dan sesuai dengan kemajuan perkembangan anak jaman sekarang.

Kata kunci: metode pembelajaran, 3 in 1 , SMA N 1 Jogonalan

Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu penentu keberhasilan pembangunan dalam upaya meningkatkan sumber daya manusia, mempercepat proses alih teknologi demi kemajuan bangsa dan negara untuk mewujudkan cita-cita pembangunan nasional. Indonesia mengganggap bahwa pendidikan itu penting. Hal ini tercermin dari salah satu tujuan nasional Indonesia yang dituangkan dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar 1945 Negara Republik Indonesia, yaitu mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan merupakan salah satu upaya meningkatkan kualitas sumberdaya manusia didalam menghadapi persaingan global. Pendidikan juga merupakan suatu kebutuhan pokok bagi setiap individu yang ingin maju. Salah satu kemampuan dasar yang harus dimiliki oleh siswa sekolah dasar adalah matematika. Matematika menjadi pelajaran yang wajib untuk dikuasai oleh siswa.

Di dalam dunia pendidikan seorang tenaga pendidik (guru) memiliki peranan yang penting dalam menentukan pendidikan. Demi tercapainya suatu tujuan dari sistem pendidikan di Indonesia maka perlu diciptakannya guru-guru profesional, yaitu seorang guru yang memiliki beberapa kompetensi profesionalitas seperti: sifat kepribadian yang luhur, penguasaan bidang studi, menguasai metode pengajaran, memiliki ketrampilan mengajar dan keterampilan bidang pendidikan. Namun selama kegiatan observasi, peneliti mengamati bagimana cara guru mengajar dan juga bagaimana tingkat pemahamam siswa dalam memahami pelajaran yang dijelaskan oleh guru. Dari hasil observasi yang dilakukan, guru-guru masih menggunakan metode pembelajaran tradisional yaitu ceramah. Dimana metode ini menjelaskan suatu materi pada siswa dan memberikan contoh soal pada siswa. Selain itu juga cara guru untuk mengelola kegiatan pembelajaran yang ada disekolah kurang memahami bagaimana kondisi dan karakater siswa. hal ini terlihat dari hasil UTS yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa kurang memahami tentang materi yang diajarkan oleh guru dan juga rata-rata hasil UTS kurang dari KKM. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan metode pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa dan juga karakter siswa yaitu *3 in 1*. Metode ini dibagai dalam 3 tahapan yaitu ceramah, diskusi dan game education. Tujuan dari penelitian ini adalah mencapai tujuan pembelajaran dengan baik dan meningkatkan pemahaman siswa tentang materi yang diajarakan.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Research and Developmen*t. Subyek penelitian yang digunakan yaitu metode pembelajaran dan untuk obyeknya adalah siswa kelas X. Penelitian akan dilakukan selama 2 bulan yaitu pada bulan September- Oktober 2018 di SMA N 1 Jogonalan. Prosedur penelitian yang kami lakukan adalah sebagai berikut.

A. Persiapan

Persiapan ini dilakukan dengan mengobservasi kegiatan belajar mengajar yang ada disekolah yang dilakukan oleh guru dan juga dnegan observasi kegiatan yang ada di lingkungan sekolah. Selain itu juga persiapan ini dilakukan dengan menyusun perangkat pembelajaran yaitu RPP, LKS dan soal ulangan harian

B. Uji Coba Perangkat Pembelajaran

Ujicoba perangkat pembelajaran berupa RPP yang dilaksanakan sebanyak 4 kali dengan beberapa tahapan yaitu ceramah, diskusi, dan game. Setiap pertemuan dilakukan ketiga tahapan tersebut. Selain itu juga pada pertemuan keempat dilakukan ulangan harian untuk mengecek tingkat kemampuan siswa yang dilakukan dengan mengerjakan soal ulangan dari materi yang telah diajarkan menggunkan metode *3 in 1*.

C. Pengukuran

Pengukuran keberhasilan dari penggunaan metode ini yaitu dilakukan dengan melihat hasil test yang dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan metode ini.

D. Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap pembelajaran dengan mengamati siswa yang sudah memahami tentang materi yang dijelaskan atau belum dan juga dengan melakukan *posttest* setelah selesai pembelajaran.

Untuk mengetahui tingkat kepahaman siswa dan keberhasilan dari penggunaan metode ini dilakukan dengan mengadakan ulangan harian yang dilakukan di pertemuan keempat dari kegiatan pembelajaran ini. Dari hasil penggunaan metode ini nantinya akan melihat perbedaan penggunaan metode pembelajaran sebelum dan sesudah penggunaan metode pembelajaran ini.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil dan Pembahasan

Pengujian metode pembelajaran *3in 1* ini dilakukan pada mata pelajaran Matematika selama penelitian di SMA N 1 Jogonalan ini didapatkan hasil sebagai berikut.

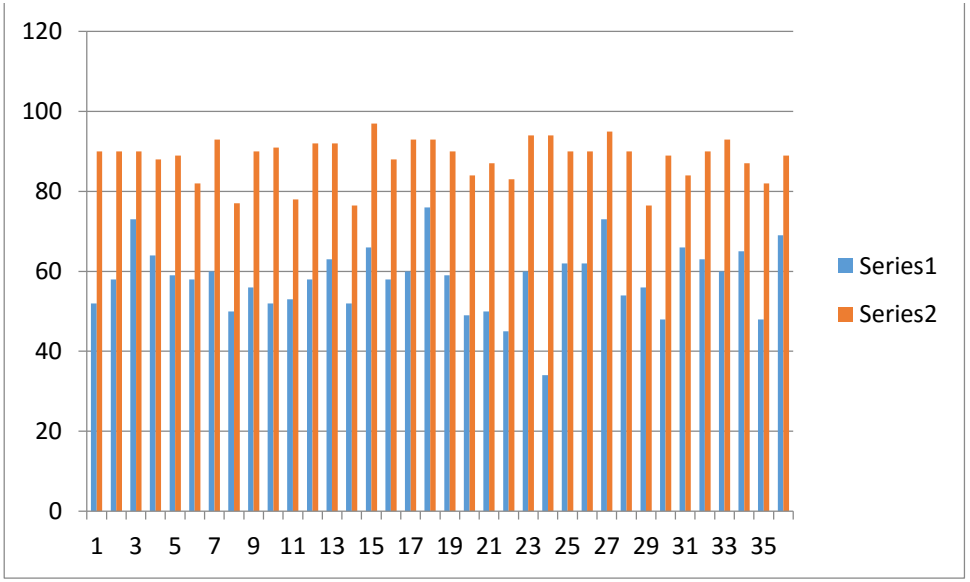
TABEL 2. DAFTAR NILAI SISWA

No	Nama	L/P	Agama	Nilai sebelum	Nilai sesudah
1	ALIF FITRIATUL KHASANAH	P	ISLAM	52	90
2	ARDELIA DWI KRISNANDA	P	ISLAM	58	90
3	ARDIYA FRIDA KRISNADA	P	ISLAM	73	90
4	AZIZAH NOOR RAHMATIKA	P	ISLAM	64	88
5	FAIZAL MUTAQIN	L	ISLAM	59	89
6	FEBRY DWIATI YUMNA	P	ISLAM	58	82
7	FIKRI KAMALUDDIN	L	ISLAM	60	93
8	FITRI SALSABILA	P	ISLAM	50	77
9	GHANIS ZAHRA IMARTHA	P	ISLAM	56	90
10	HANAN SAFIRA	P	ISLAM	52	91
11	HEPY MAY ANDANI	P	ISLAM	53	78
12	INCA WAHYU MUSTIKASARI	P	ISLAM	58	92
13	INTAN IWAHYUNINGTYAS	P	ISLAM	63	92
14	KHANAN IKHROMI ISMAIL	L	ISLAM	52	76,5
15	LINTANG LIDDINI HANIFA	P	ISLAM	66	97

 ISBN 978-602-61009-2-4

16	LUTHFAN HAQ MURDAKA	L	ISLAM	58	88
17	NADHIA SALSABILA	P	ISLAM	60	93
18	NIRMALA AYUNINGTYAS	P	ISLAM	76	93
19	NOFIAN NUR ROMADHON	L	ISLAM	59	90
20	PUSPITA KUSTYANINGSIH	P	ISLAM	49	84
21	RADITYA PUTRI MUSTIKA DEWI	P	ISLAM	50	87
22	RAMA SETYA WIJAYA	L	ISLAM	45	83
23	RASYID JAMALUDDIN FIRDAUS	L	ISLAM	60	94
24	REGGY KIBAR PRADANA	L	ISLAM	34	94
25	SADIRA YAFFA WINATAHADI	P	ISLAM	62	90
26	SEFIA ADITYANI	P	ISLAM	62	90
27	SHELSA DIAN MERDHIKA	P	ISLAM	73	95
28	SIFRA SASTRA VERDANANTI	P	ISLAM	54	90
29	TAUFIK ISMAIL	L	ISLAM	56	76,5
30	TEGAS SETIAWAN	L	ISLAM	48	89
31	TRI SETYOWATI	P	ISLAM	66	84
32	WAHYU KURNIAWAN	L	ISLAM	63	90
33	WIDYA NUR RAHMAWATI	P	ISLAM	60	93
34	WINDA GAYATRI YOSAN	P	ISLAM	65	87
35	YUSUF ADHISUSANTO	L	ISLAM	48	82
36	ZALFADHILA LUTHFIA OEMARDY	P	ISLAM	69	89

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 1. GRAFIK KENAIKAN NILAI SISWA

Dari data yang didapatkan terlihat jelas perbedaaan siswa sebelum menggunkan metode 3 in 1 dan juga sedudah menggunakan metode ini. Metode 3 in 1 ini menunjukkan bahwa siswa lebih mudah memahami materi yang diajarakan daripada sebelumnya. Selain itu juga dapat dilihat dari rata-rata nilai sebelum dan sesudah menggunakan metode 3 in 1 didapatkan hasil bahwa sebelum menggunakan metode 3 in 1 rata-rata siswa yaitu 58 dan setalah menggunakan metode 3 in 1, rata-rata menjadi 88. Rata-rata yang meningkat cukup besar dari sebleumnya.

Selain itu juga untuk nilai masing-masing siswa juga mengalamai kenaikan yang cukup besar. Hal ini terlihat dari kenaikan yang terjadi pada masing-masing nilai siswa yang didapatakan mengalami kenaikan drai yang sebelumnya 60 menjadi 90 dan seterusnya. Dari hasil nilai ulangan Matematika sebelum dan sesudah menggunakan metode pembeljaran *3 in 1* ini menunjukkan bahwa metode ini mampu mneingkatkan pemahaman siswa, tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik dan juga sswa mampu memecahkan masalah konstektual yang terdapat pada soal ulangan harian yang diberikan dengan beberapa tingkatan

 ISBN 978-602-61009-2-4

kesulitan yang berbeda. Kelebihan metode pembelajaran ini yaitu sesuai karakter siswa yang mengalami perubahan dari bepikir konkrit ke berpikir abstrak, sesuai kondisi siswa, dan membuat pembelajaran menjadi menyenangkan bagi siswa.

Simpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Metode ini sesuai untuk mencapai tujuan dari kegiatan pembelajaran. Selain itu juga dengan metode pembelajaran ini mampu meningkatkan pemahamn siswa yang dilihat dari hasil ulangan harian siswa sebelum dan sesudah menggunakan metode 3 in 1 ini karena metode ini sesuai dengan karakters siswa dan juga proses pekembangan bepikir siswa.

B. Saran

Perlunya penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk mata pelajaran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Arikunto, Suharsimi. (2006). Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: PT Rineka Cipta.
[2] Borg, W. R. & Gall, M. D. (1989). Educational Research : An Introduction (Fourth Edition). Newyork and London : Longman Inc.
[3] Djamarah, Syaiful Bahri. (2002). Psikologi Belajar. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
[4] Lepper, M.R. & Malone, T.W. (1987). Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In R.E. Snow & M.J. Farr (Eds.), Aptitude, Learning and Instruction Vol: 3 (pp. 255-286). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
[5] Pitadjeng. (2006). Pembelajaran Matematika yang Menyenangkan. Jakarta: Depdiknas.
[6] Sadiman, Arief S., dkk. (2005). Media Pendidikan. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
[7] Sagala, Syaiful. (2006). Konsep dan Makna Pembelajaran. Bandung: Alfabeta.
[8] Sanjaya, Wina. (2010). Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran. Jakarta : Kencana. Kusnandar, Ade; dkk. (2007). Panduan Pengembangan Multimedia Pembelajaran. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
[9] Suryanih. 2011. Diagnosis Kesulitan Belajar Matematika Siswa dan Solusinya denganPembelajaran Remidial. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jakarta: Universitas IslamNegeri Syarif Hidayatullah.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXVII. DETERMINAN ANGKA PARTISIPASI MURNI SMA/SEDERAJAT KTI TAHUN 2016 DENGAN METODE GWR

Thandio Andrew Dewandoko[1], Yaya Setiadi[2]
Politeknik Statistika Sekolah Tinggi Ilmu Statistik
e-mail: setiadi@stis.ac.id

Abstrak— *Rendahnya Angka Partisipasi Murni (APM) SMA/Sederajat menandai bahwa masih banyak murid usia 16-18 tahun yang tidak bersekolah tepat waktu, yaitu banyaknya anak-anak usia 16-18 tahun yang terlambat menempuh pendidikan pada jenjang yang telah ditetapkan oleh Pemerintah. Berdasarkan data Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) dan Kementerian Agama (Kemenag) Republik Indonesia, APM SMA/Sederajat di Kawasan Timur Indonesia (KTI) belum memenuhi target Rencana Strategis (Renstra) Kemdikbud periode 2015-2019. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis secara spasial determinan APM SMA/Sederajat di KTI tahun 2016. Dari hasil penelitian, terdapat indikasi adanya autokorelasi dan heterogenitas spasial. Metode Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan salah satu metode analisis spasial yang dapat digunakan untuk mengatasi kedua hal tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel persentase penduduk miskin signifikan berpengaruh terhadap APM SMA/Sederajat di 83 daerah, rasio murid sekolah di 68 daerah, rasio murid guru di 25 daerah, persentase KRT dengan pendidikan terakhir SMP/Sederajat signifikan di 38 daerah, persentase anak usia SMA/Sederajat yang bekerja di 55 daerah, dan rasio PDRB per kapita terhadap rata-rata nasional signifikan berpengaruh di 5 daerah. Hasil penelitian ini dapat digunakan khususnya oleh pemerintah KTI untuk merumuskan kebijakan yang tepat demi tercapainya target APM SMA/Sederajat di akhir tahun 2019.*

Kata kunci: APM, SMA, Spasial, GWR

Pendahuluan

Pendidikan merupakan usaha untuk mengembangkan potensi diri seseorang untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara (UU Sisdiknas, 2003). Pendidikan memiliki peranan yang vital sebagai hak mendasar untuk menunjang kehidupan manusia. Sebab, pendidikan laksana eksperimen yang tidak pernah selesai sampai kapanpun, sepanjang ada kehidupan manusia di dunia ini. Dikatakan demikian karena pendidikan merupakan bagian dari kebudayaan dan peradaban manusia yang terus berkembang (Bappenas, 2018). Salah satu cita-cita Indonesia yang terangkum dalam Undang-Undang Dasar 1945 adalah mencerdaskan kehidupan bangsa. Hal tersebut

 ISBN 978-602-61009-2-4

dapat terwujudkan melalui pendidikan. Pembangunan pendidikan dapat meningkatkan daya saing suatu bangsa yang pada akhirnya dapat menciptakan manusia Indonesia yang berkualitas (BPS, 2016).

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (Kemdikbud RI) menyusun Rencana Strategis (Renstra) Kemdikbud RI tahun 2015-2019 yang mengacu pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional tahun 2015-2019. Renstra tersebut disusun sebagai pedoman bagi semua tingkatan pengelola pendidikan dan kebudayaan di pusat dan daerah dalam merencanakan dan melaksanakan serta mengevaluasi program dan kegiatan pembangunan pendidikan dan kebudayaan. Salah satu sasaran yang ingin dicapai Renstra ini adalah untuk meningkatkan Angka Partisipasi Murni sekurang-kurangnya menjadi sebesar 67,50%.

Tabel 1. APM KTI berdasarkan jenjang pendidikan tahun 2016

Level Pendidikan	APM			
	Target Renstra	2015	2016	2017
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
SD	85,20	89,60	91,64	90,75
SMP	73,72	73,56	72,52	73,62
SMA	67,50	59,88	58,86	60,33

Sumber: Kemdikbud RI dan Kemenag RI 2016 (diolah)

Rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat berdasarkan pada Tabel 1. bahwa mulai tahun 2015 hingga 2017 pada KTI jenjang pendidikan SMA nilai APM masih sangat jauh dari target Renstra Kemdikbud. Sedangkan pada jenjang SD sudah memenuhi target dan pada jenjang SMP sudah sangat mendekati target. Untuk itu, demi mencapai tujuan APM SMA/Sederajat senilai minimal 67,5% pemerintah daerah-daerah KTI masih harus menaikkan APM SMA/Sederajat sebesar 7,17% sebelum akhir tahun 2019.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran dan determinan APM SMA/sederajat pada kabupaten/kota di KTI tahun 2016. Dengan manfaat yang diharapkan adalah agar penelitian ini dapat digunakan khususnya oleh pemerintah daerah di KTI untuk merumuskan kebijakan yang tepat demi tercapainya target APM SMA/Sederajat di akhir tahun 2019

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Penelitian ini memilih lokasi yaitu 228 kabupaten/kota di Indonesia yang berada di 17 provinsi yang merupakan wilayah Kawasan Timur Indonesia (KTI). Definisi KTI dalam penelitian ini adalah sesuai dengan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 44 Tahun 2002. Penentuan tahun 2016 sebagai periode yang akan diteliti bertujuan mendapatkan informasi yang terbaru sesuai dengan ketersediaan data. Variabel yang digunakan didalam penelitian ini adalah variabel dependen dan variabel independen. variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini adalah APM SMA/Sederajat di tiap kabupaten/kota di KTI. Sedangkan variabel independennya yang diduga memengaruhi variabel dependen adalah persentase penduduk miskin, rasio murid sekolah, rasio murid guru, persentase KRT dengan pendidikan terakhir SMP, persentase anak usia sekolah SMA yang bekerja, dan Rasio PDRB per kapita terhadap rata-rata nasional.

Data yang digunakan untuk analisis secara spasial dalam penelitian ini menggunakan *shapefile* yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015. Selain itu dilakukan penarikan *centroid* masing-masing kabupaten/kota dari data *shapefile* untuk mendapatkan data berupa titik *longitude* dan *latitude* yang digunakan untuk menentukan jarak antar wilayah dan pembobot pada model GWR.

2.1 *Metode Pengumpulan Data*

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data tersebut berupa data *cross-section* untuk tahun 2016 di 228 kabupaten/kota di 17 provinsi di KTI. Keseluruhan data di dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa sumber data, yaitu dari Kemenag dan BPS-RI.

Data yang telah dikumpulkan ini kemudian diolah dengan menggunakan beberapa paket program statistik seperti Microsoft Excel 2016, SPSS 21, GWR 4.08, GeoDa 1.6.7, dan QGIS 3.0.2.

Menurut BPS dalam Sistem Rujukan Statistik (Sirusa), APM SMA/Sederajat merupakan proporsi penduduk pada kelompok umur jenjang pendidikan SMA/Sederajat yang masih bersekolah terhadap penduduk pada kelompok umur tersebut dengan perumusan sebagai berikut:

$$APM_{SMA} = \frac{Jumlah\ murid\ SMA\ usia\ 16-18\ tahun}{Jumlah\ penduduk\ usia\ 16-18\ tahun} x100\% \qquad (1)$$

Kegunaan dari APM adalah untuk mengukur daya serap sistem pendidikan terhadap penduduk usia sekolah. APM menunjukkan seberapa banyak penduduk usia sekolah yang sudah dapat memanfaatkan fasilitas pendidikan sesuai pada jenjang pendidikannya. Jika APM = 100, berarti seluruh anak usia sekolah dapat bersekolah tepat waktu.

2.2 *Metode Analisis*

 ISBN 978-602-61009-2-4

Analisis Deskriptif

Pada penelitian ini, analisis deskriptif dilakukan dengan menggunakan peta tematik yang dibuat dengan bantuan *software* QGIS 3.0.2 dan dengan pembentukan kelas interval menggunakan metode *natural break*. Kemudian sebagai tambahan, digambarkan juga sebaran variabel-variabel independen dengan peta tematik dua arah.

Analisis Inferensia

Pada penelitian ini,untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel independen terhadap APM SMA sederajat masing-masing kebupaten/kota di KTI, digunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Dengan menggunakan taraf uji lima persen, tahapan analisis inferensia pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan model regresi klasik
2. Uji asumsi model regresi klasik, berupa:
    - Uji asumsi normalitas error
    - Uji asumsi nonmultikolinieritas
    - Uji asumsi homoskedastisitas
3. Autokorelasi spasial
4. Heterogenitas spasial
5. Pembentukan model GWR
6. Uji *goodness of fit*
7. Pengujian variasi koefisien lokal
8. Pengujian parsial signifikansi koefisien lokal
9. Interpretasi model GWR

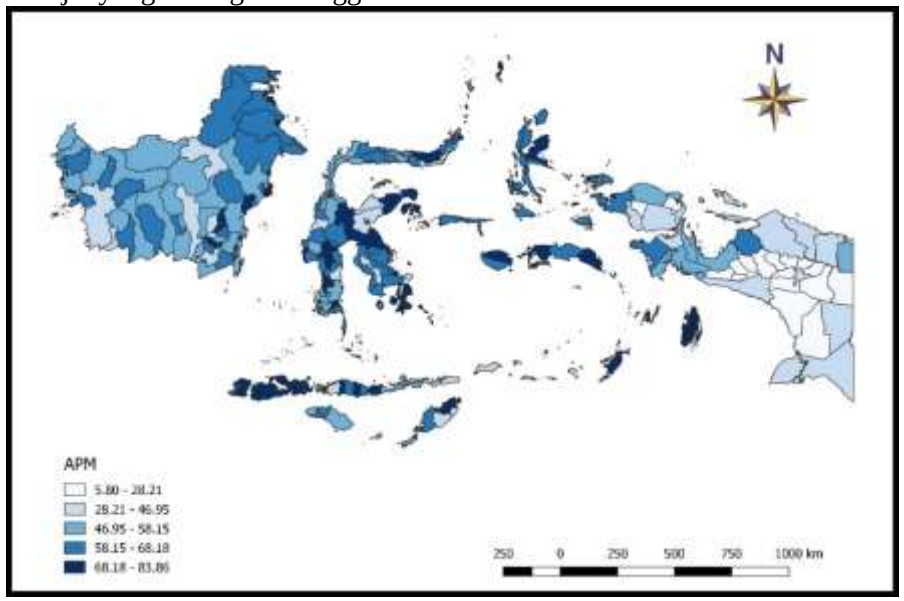
Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Deskriptif

Persebaran APM SMA pada tahun 2016 cukup beragam di berbagai kabupaten/kota di KTI. Gambar 1 menunjukkan persebaran APM SMA di Kawasan Timur Indonesia per kabupaten/kota Tahun 2016. APM SMA dibagi menjadi lima kategori yaitu kategori APM SMA antara 5,80 sampai 28,21, kategori antara 28,21 sampai 44,95, kategori antara 46,95 sampai 58,15, kategori antara 58,15 sampai 68,18, dan kategori antara 68,18 sampai 83,86. Semakin muda warna yang terdapat pada peta, menandakan APM SMA yang semakin rendah. Dari gambar 3 bisa dilihat bahwa terjadi variasi nilai APM SMA/Sederajat di KTI tahun 2016. Hal ini memiliki arti bahwa dapat dikatakan masing-masing wilayah di KTI memiliki karakteristik partisipasi pendidikan yang berbeda-beda

 ISBN 978-602-61009-2-4

tergantung pada lokasi. Semakin ke timur semakin rendah nilai APM SMA/Sederajat khususnya pada provinsi Papua dan provinsi Papua Barat dibandingkan dengan wilayah lainnya. Kabupaten Intan Jaya yang berada di provinsi Papua memiliki nilai APM SMA/Sederajat terendah yaitu hanya sebesar 5,8% saja. Selain itu, bisa dilihat bahwa cenderung terjadi pengelompokan wilayah-wilayah dengan APM yang sama pada beberapa wilayah di KTI. Pada kepulauan Papua, nilai APM cenderung sama bernilai rendah. Sedangkan pada provinsi Nusa Tenggara Barat dan sebagian besar wilayah Kalimantan memiliki APM SMA/Sederajat yang sedang dan tinggi.



Gambar 1. APM SMA kabupaten/kota di KTI tahun 2016

Hal tersebut dapat mengindikasikan adanya keterkaitan wilayah dimana APM SMA di satu kabupaten/kota dipengaruhi oleh kabupaten/kota di sekitarnya. Pola pengelompokkan dari APM SMA tersebut dapat menjadi indikasi adanya autokorelasi spasial yang akan diuji pada analisis selanjutnya.

3.2 Analisis Inferensia

Pembentukan model regresi klasik

 ISBN 978-602-61009-2-4

Berdasarkan hasil pengujian secara parsial pada tabel 2 menunjukkan bahwa dengan taraf uji lima persen, koefisien regresi dari variabel persentase penduduk miskin, rasio murid sekolah, dan persentase anak usia sekolah SMA yang bekerja signifikan memengaruhi APM SMA/Sederajat, sehingga dapat disimpulkan adanya hubungan antara variabel-variabel tersebut dengan APM SMA di kabupaten/kota di KTI.

Tabel 2. *Output SPSS Coefficient*

Variabel	*Unstardardized Coefficients*		*Standardized Coefficients*	t	Sig
	B	*Std. Error*	Beta		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(Constant)	70,908	4,175		16,983	0,000
ppm	-0,431	0,093	-0,281	-4,647	0,000
rms	0,030	0,010	0,189	3,037	0,003
rmg	-0,025	0,271	-0,051	-0,832	0,407
krtsmp	-0,158	0,220	-0,040	-0,720	0,472
ausbekerja	-0,435	0,065	-0,429	-6,727	0,000
rasiopdrb	-0,848	0,823	-0,054	-1,030	0,304

Berdasarkan tabel 2 juga didapatkan nilai *R-square* dan *Adjusted R-square* masing-masing sebesar 0,437 dan 0,422. Nilai *R-square sebesar* berarti bahwa variabel yang disertakan pada model regresi linier klasik dapat menjelaskan APM SMA/Sederajat sebesar 43,7 persen, sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain.

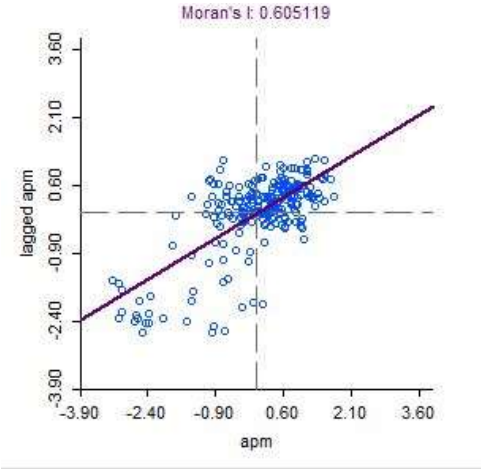
Uji asumsi model regresi klasik

Untuk Uji asumsi normalitas error berdasarkan hasil uji statistik *Jarque-Bera* yang terdapat pada lampiran 1 diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,38178. Hasil uji tersebut tidak signifikan karena nilai p-value lebih dari taraf uji 5 persen sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang terbentuk tidak melanggar uji asumsi normalitas error.

Uji asumsi nonmultikolinieritas berdasarkan hasil dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinearitas antar variabel independen dalam model regresi linier klasik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai VIF dari setiap variabel independen yang kurang dari 10. Sedangkan untuk Uji asumsi homoskedastisitas berdasarkan hasil uji statistik *Breusch-Pagan* diperoleh nilai p-value 0,03482 yang kurang dari taraf uji 5 persen. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi heteroskedastisitas atau keragaman residual antar wilayah tidak sama.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Uji Autokorelasi spasial pada Gambar 2 menunjukkan nilai Moran's I signifikan dan bernilai positif seperti yang ditunjukkan dalam scatter plot moran's di atas. *Moran's I* yang bernilai positif, yaitu sebesar 0,605119 dan signifikan menandakan bahwa tingginya APM SMA di suatu wilayah memberikan andil terhadap tingginya APM SMA di wilayah sekitarnya, dan sebaliknya.



Gambar 2. *Moran's Scatterplot*

Nilai *p-value* yang dihasilkan dalam pengujian signifikansi *Moran's I* adalah 0,001 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial pada variabel APM SMA.

Pembentukan model GWR

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya juga maka model GWR menjadi tepat untuk digunakan, utamanya untuk mengakomodir fakta bahwa terdapat varians yang tidak konstan pada residual model regresi global dan ini disebabkan oleh heterogenitas spasial yang mungkin ada dalam data (Fotheringham, 2002).

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil penghitungan menunjukkan sebaran *centroid* kabupaten/kota di Kawasan Timur Indonesia. Setelah melihat persebaran centroid tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan *adaptive bandwidth*. Dalam *adaptive bandwidth*, *bandwidth* yang kecil akan diterapkan pada lokasi yang distribusi *centroid*-nya *dense* dan *bandwidth* yang lebar akan diterapkan pada lokasi yang distribusi *centroid*-nya cenderung *sparse*.

Dalam penelitian ini digunakan indikator AIC, CV, *R-Square*, *Adjsuted R-Square*, dan SSE. Semakin kecil nilai kriteria dan semakin besar *R-Square* ataupun *Adjusted R-Square* maka model prediksi yang dilakukan model GWR akan semakin baik. Untuk metode selection untuk *bandwith optimum*nya sendiri, peneliti sendiri memasukkan metode Interval dengan rentang minimal 1 dan maksimal 29. Hal ini berdasarkan pertimbangan jumlah kabupaten/kota terbanyak di sebuah provinsi di KTI adalah sebanyak 29 daerah. Selaras dengan pernyataan Zhang (2008), bahwa pemilihan fungsi penimbang adalah hal yang penting, karena perbedaan penggunaan akan berbeda pula model yang terbentuk.

Model GWR menghasilkan etimasi parameter yang berbeda-beda di setiap kabupaten/kota. Sedangkan model regresi global hanya memiliki satu nilai koefisien yang berlaku di seluruh lokasi penelitian. Hal ini mengakibatkan akan terjadi bias, karena belum tentu semua wilayah memiliki kesamaan pengaruh antara variabel independen dan dependen. Hal ini dikuatkan dengan melihat rentang nilai estimasi parameter pada model lokal yang cukup memiliki keragaman yang terbukti dapat diakomodir oleh model GWR. Selain itu, dengan model GWR, dapat dilihat bahwa adanya perbedaan arah pada nilai estimasi parameter yang dihasilkan.

Tabel 3. Pemilihan model GWR terbaik berdasarkan fungsi penimbang spasial

Fungsi Kernel	Kriteria	Metode	*bandwidth optimum*	*R-Square*	*Adjusted R-Square*	AIC	SSE
Adaptive Bisquare	AIC	Golden section	55	0.7394	0.6194	1717.4701	14882.2337
	AIC	Interval (1-29)	9	0.9954	0.5038	1122.3908	261.7044
	CV	Golden section	156	0.6224	0.5701	1730.1994	21565.0792
	CV	Interval (1-29)	29	0.8429	0.6428	1699.6004	8972.9627
Adaptive Gaussian	AIC	Golden section	54	0.5950	0.5480	1738.5952	23134.5078
	AIC	Interval (1-29)	3	0.9501	0.4685	1598.6401	2848.0579
	CV	Golden section	54	0.5950	0.5480	1738.5952	23134.5078
	CV	Interval(1-29)	29	0.6632	0.5872	1723.7325	19238.8252

 ISBN 978-602-61009-2-4

Dapat dilihat pada tabel 3, bahwa keenam variabel independen memiliki rentang nilai koefisien dari negatif hingga postitif. Artinya jika di suatu kabupaten/kota variabel signifikan dan arah dari hubungan antara variabel independen dan dependen berlawanan dengan teori, maka ada hal yang menarik yang harusnya bisa disimpulkan pada daerah tersebut. Hal ini tidak mungkin bisa didapatkan dengan menggunakan pemodelan regresi global.

Uji *Goodness of Fit Test*

Berdasarkan hasil pada lampiran 3, terlihat bahwa nilai Fhitung adalah sebesar 2,808691 yang lebih besar dari nilai Ftabel yang sebesar 1,394852 sehingga dapat disimpulkan bahwa model GWR secara statistik lebih baik dibandingkan model regresi klasik dalam menjelaskan hubungan antara kemiskinan dengan variabel bebas.

Uji variasi koefisien lokal

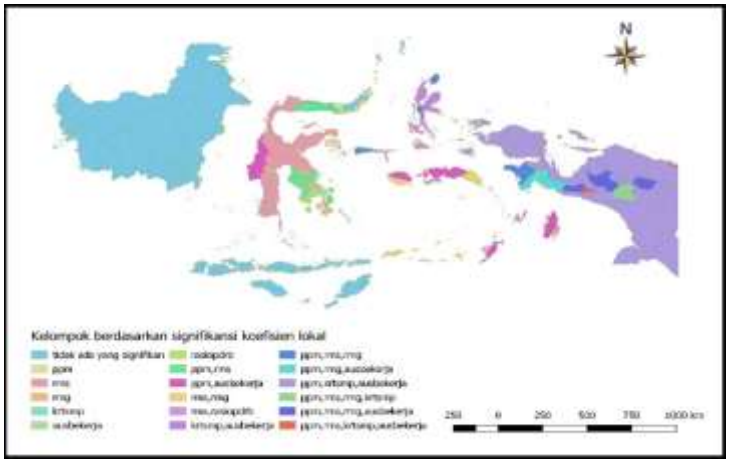
Pengujian variasi koefisien lokal adalah untuk mengecek adanya heterogenitas spasial atau non-stasioneritas pada data. Tabel 4 menunjukkan nilai *difference of criterion* dari masing-masing variabel bebas yang diduga mempengaruhi APM SMA/Sederajat. Terlihat bahwa semua variabel kecuali variabel persentase penduduk miskin memiliki nilai *difference of criterion* yang negatif. Dengan demikian, variabel bebas tersebut secara signifikan memiliki heterogenitas spasial atau bersifat lokal pada masing-masing kabupaten/kota di Kawasan Timur Indonesia. Variabel persentase penduduk miskin tidak signifikan memiliki heterogenitas spasial, atau bersifat global, sehingga variabel tersebut memiliki pengaruh yang cenderung sama terhadap APM SMA/Sederajat di seluruh kabupaten/kota di Kawasan Timur Indonesia tahun 2016.

Tabel. 4 Output GWR4 untuk uji variasi koefisien pada model lokal

Variabel	F	*DOF of Test*		*Diff of Criterion*
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Intercept	0.769454	6.399	170.141	6.293511
ppm	1.326916	6.716	170.141	1.792100
rms	2.605240	7.083	170.141	-9.310762
rmg	2.394573	6.393	170.141	-6.857584
krtsmp	2.695978	6.577	170.141	-9.449061
ausbekerja	3.091705	6.838	170.141	-13.026999
rasiopdrb	2.136874	5.931	170.141	-4.519088

 ISBN 978-602-61009-2-4

Uji parsial signifikansi koefisien lokal menunjukkan ringkasan jumlah kabupaten yang signifikan dipengaruhi oleh masing-masing variabel. Variabel persentase penduduk miskin memiliki jumlah yang paling banyak, dimana variabel tersebut signifikan berpengaruh terhadap APM SMA/Sederajat di 83 kabupaten/kota di KTI.



Gambar 3. Kelompok berdasarkan variabel yang signifikan**.**

Pada penelitian ini, dihasilkan 228 persamaan regresi yang mewakili hubungan antara variabel bebas dengan kemiskinan kabupaten/kota di KTI. Gambar 3 menunjukkan kelompok-kelompok yang terbentuk berdasarkan kesamaan variabel yang memengaruhi APM SMA/Sederajat di masing-masing kabupaten/kota di KTI tahun 2016.

Terdapat 17 kelompok yang terbentuk dengan jumlah maksimal 4 variabel yang berpengaruh secara bersamaan pada lokal. Bisa dilihat juga pada gambar 3, bahwa sebagian pada pulau Kalimantan dan Nusa tenggara tidak ada variabel yang berpengaruh terhadap APM SMA/Sederajat sama sekali. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel yang digunakan tidak tepat memodelkan APM SMA/Sederajat di wilayah tersebut.

Interpretasi Model GWR

Pada penelitian ini, dihasilkan 228 persamaan regresi yang mewakili hubungan antara variabel independen dengan APM SMA/Sederajat kabupaten/kota di KTI.. Sebagai contoh, persamaan regresi jika observasinya adalah kabupaten Intan Jaya, maka persamaan model regresinya adalah sebagai berikut:

 ISBN 978-602-61009-2-4

$$APM_SMA_{INTANJAYA} = 68{,}08264 - 0{,}558PPM^{*}_{INTANJAYA} - 0{,}03808RMS_{INTANJAYA} + 0{,}921294RMG_{INTANJAYA} + 0{,}772KRTSMP^{*}_{INTANJAYA} - 0{,}47464AUSBEKERJA^{*}_{INTANJAYA} - 1{,}74795RASIOPDRB_{INTANJAYA}$$

*) signifikan pada taraf uji 0,05

Simpulan dan Saran

Simpulan

1. Seluruh variabel independen berpengaruh terhadap APM SMA secara lokal
2. Terdapat 17 pengelompokan kabupaten/kota di KTI tahun 2016 berdasarkan variabel yang berpengaruh terhadap APM SMA

Saran:

1. Merumuskan kebijakan-kebijakan untuk mengatasi masalah kemiskinan yang terbukti paling banyak berpengaruh terhadap nilai APM SMA sederajat di KTI.
2. Menambahkan variabel-variabel independen APM SMA lainnya seperti anggaran pendidikan
3. Memastikan ketersediaan data untuk seluruh observasi. Mengatasi ketidaktersediaan data dengan metode-metode seperti imputasi ataupun interpolasi.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[1] Anselin, L. (1993). *The Moran Scatterplot as and ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association*. Research Paper 9330. Netherland.

[2] Anselin, L. (2010). *Perspectives on spatial Data Analysis*. Springer.

[3] Anselin, L., & Bera, A. (1998). Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics. *Handbook of Applied Economic Statistics*, 237-289. New York: Marcel Dekker.

[4] Anselin, L. (1998). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Boston: Kluwer Academic.

[5] Astuti, R. (2013). *Aplikasi Model Regresi Spasial untuk Pemodelan Angka partisipasi Murni jenjang Pendidikan SMA Sederajat di Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Gaussian, 2(4), 375-384.

[6] Badan Pusat Statistik. (2016). *Potret Pendidikan Indonesia Statistik Pendidikan 2016*. Jakarta: BPS.

[7] Bappenas. (2009). *Evaluasi Pelaksanaan Program Wajib Belajar Pendidikan Dasar 9 Tahun*. Jakarta.

[8] Bappenas. (2010). *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium Indonesia*. Jakarta: Bappenas.

[9] Fotheringham, A., S., dkk (2002). *Geographically Weighted Regression (the Analysing of Spatially Varrying Relationship*). Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.

[10] Jarque, C. M. & Bera, A. K. (1987*).A Test for Normality of Observations and Regression Residuals*. International Statistical Review, 55(2), 163-172.

[11] Kemenristekdikti. UU Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional. 12 April 2018. http://kelembagaan.ristekdikti.go.id/wp-content/uploads/2016/08/UU no 20 th 2003.pdf

[12] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2015). *Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan 2015-2019*. Jakarta: Kemdikbud.

[13] Zhang, L. (2008). *Comparison of bandwidth selection in application of geographically weighted regression: A case study*. Canadian Journal of Forest Research.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXVIII. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBANTUAN SOFTWARE LECTORA INSPIRE PADA MATERI PERMUTASI DAN KOMBINASI

Reza Rizaldy P[1], Hobri[2], Dafik[3], Arif Fatahillah[4], Erfan Yudianto[5]
Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember[12345]
rez_groovy@yahoo.com

Abstrak—Kecanggihan teknologi dan informasi perlu dikembangkan dalam pendidikan. Pemanfaatan perkembangan teknologi diharapkan mampu mendorong kemajuan ilmu pengetahuan dalam dunia pendidikan, termasuk matematika. *Lectora inspire* dikenal sebagai pembuat media pembelajaran. *Lectora* sebagai media pembelajaran interaktif di dalamnya memuat kategori tutorial, *drill and practice*, dan simulasi. *Lectora* menyampaikan informasi atau pesan berupa suatu konsep yang disajikan di layar komputer dengan menggunakan teks, bagan, dan atau grafik. Model yang digunakan adalah model ADDIE yang merupakang singkatan dari *Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*. Uji kefektifan diperoleh dari tes hasil belajar peserta didik setelah menggunakan media, dan uji kepraktisan media berasal dari angket respon peserta didik tentang media yang digunakan. Pada tahap evaluasi ini dari data yang didapatkan disekolah dan validasi perangkat dilakukan analisis kriteria kevalidan, kepraktisan, keefektifitasannya. Hasil validasi buku nilai rata-rata keseluruhan yaitu 4,59 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil nilai rata-rata keseluruhan kategori efektif dalam angket respon pengguna yaitu 3,9 dan secara persentase sebesar 79,6 %. Hasil penelitian kategori praktis menunjukan 24 dari 30 siswa tuntas atau dalam persentase sebesar 80% dari siswa telah tuntas materi permutasi dan kombinasi sehingga dari presentasi itu dapat dikategorikan sangat baik dan dikatakan efektif.

Kata Kunci: ***Lectora Inspire, Media Pembelajaran,Google Classroom***

Pendahuluan

Kecanggihan teknologi dan informasi perlu dikembangkan dalam pendidikan. Pemanfaatan perkembangan teknologi diharapkan mampu mendorong kemajuan ilmu pengetahuan dalam dunia pendidikan, termasuk matematika. Pembelajaran abad ke-21 menuntut siswa memperoleh karakter, yang sering disebut sebagai 4C, komunikasi, kolaborasi, pemikiran kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi [1].

Media pembelajaran diharapkan siswa dapat lebih mudah dalam mempelajari dan memahami suatu materi pelajaran, media juga diharapkan dapat meningkatkan minat belajar siswa dimana pembelajaran yang berlangsung nantinya akan lebih menarik dari pembelajaran konvensional pada umumnya[2]. *Lectora Inspire* adalah sebuah program komputer yang merupakan *tool* (alat) pengembangan belajar elektronik (*e-learning*) *Lectora inspire* dikenal sebagai

 ISBN 978-602-61009-2-4

pembuat media pembelajaran. *Lectora* sebagai media pembelajaran interaktif di dalamnya memuat kategori *tutorial*, *drill and practice*, dan simulasi. *Lectora* menyampaikan informasi atau pesan berupa suatu konsep yang disajikan di layar komputer dengan menggunakan teks, bagan, dan atau grafik. Media pembelajaran ini dapat digunakan secara langsung tanpa harus menginstall terlebih dahulu pada PC (*Personal Computer*). *Lectora Inspire* adalah perangkat lunak pengembangan pembelajaran elektronik (*e-learning*) relatif mudah diterapkan atau diimplementasikan karena tidak memerlukan pemahaman pemrograman yang canggih bahasa. Karena antarmuka *lectora inspire* akrab bagi kita yang telah mengenal dan menguasai *microsoft office* [3].

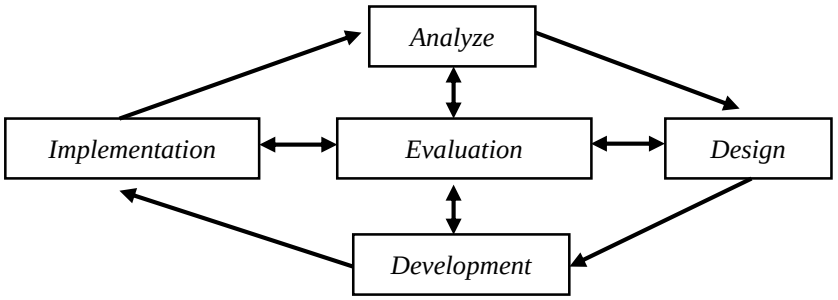
Kemampuan berpikir dalam mengidentifikasi dan membangun rumus dalam matematika diperlukan untuk menumbuhkan pemahaman siswa pada materi dan menghasilkan pembelajaran yang bermakna [4]. Kemampuan ini diselaraskan dengan lima proses pembelajaran matematika standar yang dirumuskan oleh NCTM (*National Council of Teacher of Mathematics*) yaitu: pemecahan masalah, penalaran, berkomunikasi, membuat koneksi, dan presentasi [5]. Tujuan yang bersifat formal menekankan pada penataan nalar serta pembentukan pribadi siswa. Sedangkan tujuan yang bersifat material menekankan pada kemampuan pemecahaan masalah dan penerapan matematika, baik dalam bidang matematika maupun bidang ilmu lainnya [6]. Salah satu solusi untuk meningkatkan hasil belajar adalah melakukan pembelajaran menggunakan media pembelajaran interaktif. Media pembelajaran interaktif adalah media yang menggabungkan teks, grafik, video, animasi dan suara, untuk menyampaikan pesan dan informasi. Media seperti itu disebut secara umum untuk merangsang siswa untuk berpikir lebih dalam [7].

Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pegembangan atau *Research and Development (R&D)*, penelitian pengembangan ini adalah mengembangkan suatu produk media pembelajaran matematika berbantuan aplikasi *lectora inspire*. Model yang digunakan adalah model ADDIE, produk ini diuji kevalidan, kepraktisan dan keefektivitasannya. Disini peneliti pengembangan media pembelajaran berbantuan *software lectora inspire* pada materi permutasi dan kombinasi. Menurut wibawa menyimpulkan bahwa Model ADDIE pedoman yang berguna untuk membangun pengajaran dan pembelajaran yang efektif sebagai alat desain instruksional.

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah dalam penyusunan peneltian. Tahap pengembangan model ADDIE dalam penelitian pengembangan adalah sebagai berikut.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 1 TAHAPAN PENGEMBANGAN MODEL ADDIE

A. Instrumen Penelitian

Media pembelajaran yang dikembangkan ini diuji kevalidan, kepraktisan dan keefektivitasannya Instrumen penelitian tersebut diperlukan yang berupa lembar saran dan komentar serta kuesioner. Lembar validasi digunakan untuk menguji kelayakan media dan buku petunjuk oleh validator. Angket peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terkait media pembelajaran yang digunakan. Tes hasil belajar digunakan untuk mengetahui ketercapaian peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran.

B. Analisis Data

Dalam R.M Fanani juga mengatakan bahwa media pembajaran dikatakan valid jika nilai $|\propto| \geq 0{,}70$. Analisis data respon peserta didik dengan menghitung persentase respon positif peserta didik pada media pembelajaran. Media pembajaran dikatakan praktis jika nilai $R \geq 70\%$ dan media pembelajaran yang dikembangkan dikatakan efektif jika 80% dari seluruh subjek dari uji coba memenuhi ketuntasan belajar. Peserta didik dikatakan tuntas jika memenuhi standar KKM yang berlaku di sekolah yaitu 80.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Menurut model yang digunakan adalah model ADDIE yang merupakan singkatan dari *Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation* didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Tahap Analisis atau Analysis

Pada analisis peserta didik, permasalahan yang dihadapi siswa dalam pembelajaran matematika adalah kurangnya pemanfaatan teknologi sebagai sarana dalam proses belajar. hal itulah dapat disimpulkan, bahwa proses pembelajaran matematika disekolah kurang memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi maka dari itu dari permasalahan diatas proses pembelajaran berbantuan teknologi dapat memudahkan dalam penelitian ini. Materi yang digunakan pada media pembelajaran matematika ini adalah sub pokok bahasan permutasi dan kombinasi yang juga ditempuh di semester ini.

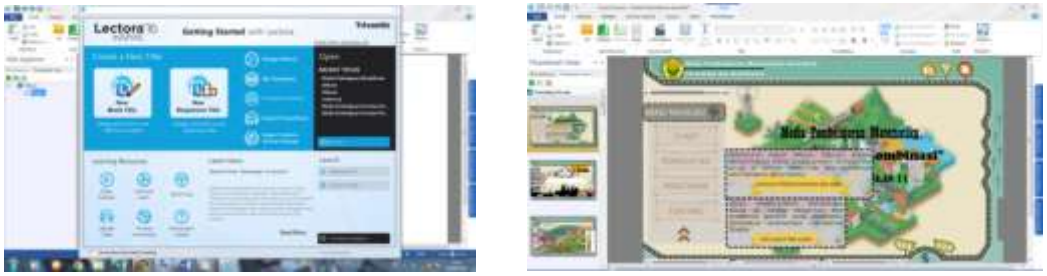
2. Tahap Perancangan atau Design

Media pembelajaran matematika ini menggunakan *software lectora inspire* versi 16.0 kemudian di koneksikan dengan kelas berbentuk g*oogle classroom*. Tahapan perencanaan meliputi pemilihan *software* media, pembuatan *story board* atau kerangka media pembelajaran, perancangan awal media dan penyusunan *quiz* pada media pembelajaran. Pada tahap pembuatan kerangka ini meliputi kerangka rancangan media pembelajaran yang dibuat pada media pembelajaran menggunakan *software lectora inspire*. Produk yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu berupa media pembelajaran “Mama Tika Koma” berekstensi *executable file* berbantuan *software lectora inspire* dan di kombinasikan dengan kelas online pada *google classroom*.

3. Tahap Pengembangan atau Development

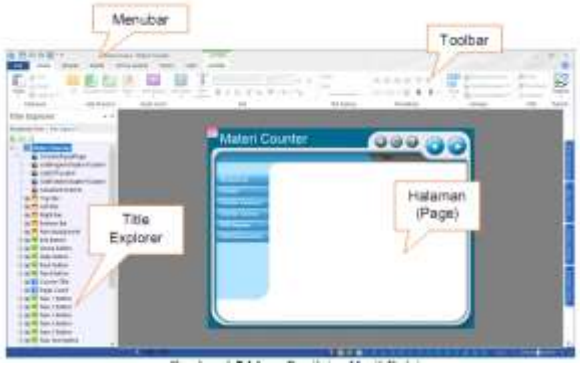
Pada tahap ini dilakukan pembuatan media pembelajaran menggunakan *software lectora inspire* berdasarkan *programming* yang telah dirancang. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan *software lectora inspire* 16.1.2.Build.10592 Format media pembelajaran adalah *executable file* (.exe) kemudian ditempel di kelas *google classroom*.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 2 TAMPILAN AWAL *SOFTWARE LECTORA INSPIRE*

Lectora Inspire memiliki antarmuka yang familiar dengan kita yang telah mengenal maupun menguasai *Microsoft Office*. Antarmuka *Lectora Inspire* terbagi dalam 3 hal utama, yakni *Menu* dan *Toolbar*, *Title Explorer*, dan *Work Area*. Menu-menu yang ada di dalam *lectora* antara lain *File, Edit, Add, Layout, Tools, Mode, Publish, View,* dan *Help*.



GAMBAR 3 *WORK AREA SOFTWARE LECTORA INSPIRE*

Setiap objek pada *page* dapat saling dikenai aksi. Dengan adanya aksi, maka tombol tersebut dapat bermakna dan berfungsi. Tanpa adanya aksi, tombol tersebut hanya sebatas gambar biasa saja. Menambahkan aksi pada Sebuah tombol ,yakni jika di klik akan menuju halaman yang dituju atau aksi tertentu, langkahnya

 ISBN 978-602-61009-2-4

adalah dengan menyorot tombol yang ingin diberi aksi terlebih dahulu. Seperti dibawah ini Klik Tombol Menu navigasi > Klik *Action* > Pilih target atau aksi yang diinginkan.

GAMBAR 4 LANGKAH MENAMBAHKAN *ACTION*

Untuk membuat pertanyaan, maka klik *Test* & *Survey* dan klik *Question* lalu memilih jenis pertanyaan yang dikehendaki seperti terlihat pada gambar 4.10. 2. Sebelum membuat pertanyaan maka *setting* dulu diberi *feedback* atau tidak. Untuk menambahkan *feedback* caranya klik kanan pada test materi uji pilih *Properties*, pada *tab behaviour* beri tanda centang pada *show feedback from each question*. Setelah memilih menu soal lalu tuliskan soal pada kolom *question* kemudian inputkan jawaban benar pada menu pilihan *choice*. Jika soal ada penilaian maka inputkan nilai pada *point value* 1 agar nanti bisa dijumlah dengan nilai yang lain.

GAMBAR 5 PILIHAN *MENU TEST*

 ISBN 978-602-61009-2-4

Hasil *project* dapat dipublish ke dalam format *file executable* (*.exe), html, CD (*Compact Disk*), dan juga SCROM (*Sharable ContentObject Reference Model*). Sebelum kita publish, terlebih dulu dilakukan pemeriksaan *error* pada media. Klik menu "*Tools*" dan pilih "*Error check*". Pastikan tidak ada *error* dan *warning*.

4. Tahap Implementasi atau Implementation

Pada tahap implementasi ini dilakukan implementasi atau uji coba setelah dikembangkan divalidasi. Uji coba dilakukan pada tanggal 29 dan 30 Oktober 2018. Tempat uji coba pada penelitian ini di MAN 1 Jember sedangkan subjek penelitiannya adalah siswa kelas XII IPA 1 yang berjumlah 32 orang.

GAMBAR 6 IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN

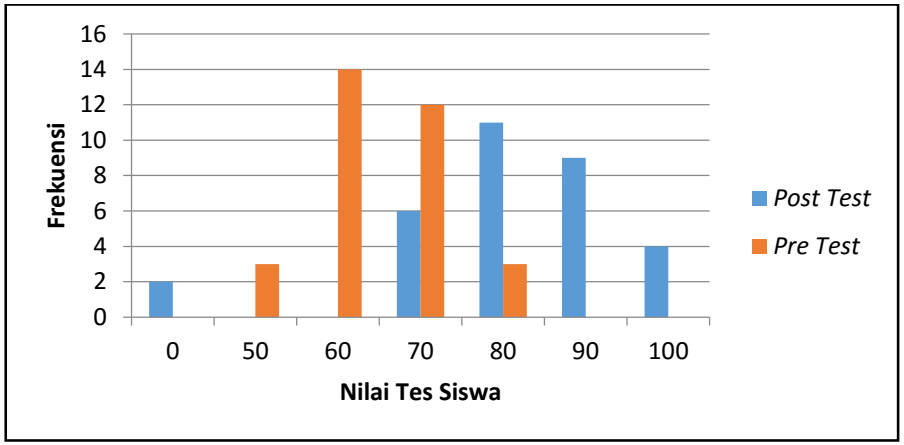
5. Tahap Evaluasi atau Evaluation

Tahap evaluasi ini dilakukan setelah uji coba yaitu pada bulan november, Pada tahap ini peneliti melakukan evaluasi data yang diperolah setelah ujicoba di sekolah pada 29 dan 30 Oktober 2018 di MAN 1 Jember yang meliputi angket respon media dan evaluasi hasil belajar. Pada tahap ini dari data yang didapatkan disekolah dan validasi perangkat dilakukan analisis kriteria keefektifitasannya.

B. Pembahasan

Media pembelajaran matematika ini diberi nama "Mama Tika Koma" yang memiliki kepanjangan "media pembelajaran matematika materi kombinasi dan permutasi". Dalam media ini terdiri dari materi, kompetensi dasar, *games* dan *quiz* yang berisikan 10 soal pilihan ganda serta siswa mengerjakan soal sesuai waktu yang telah diberikan, setelah selesai mengerjakan siswa dapat melihat nilai, nilai KKM yang ditentukan oleh sekolah, banyak soal benar, banyak soal salah, soal yang tidak dijawab, serta pembahasan dari tiap soal sehingga siswa dapat selalu belajar menggunakan media pembelajaran ini. *Google classroom* sangat mudah digunakan dan diakses, juga tersedia serta dapat diunduh di *google play* melalui *android* atau juga bisa diakses menggunakan PC dengan cara *login* menggunakan akun *gmail* siswa.

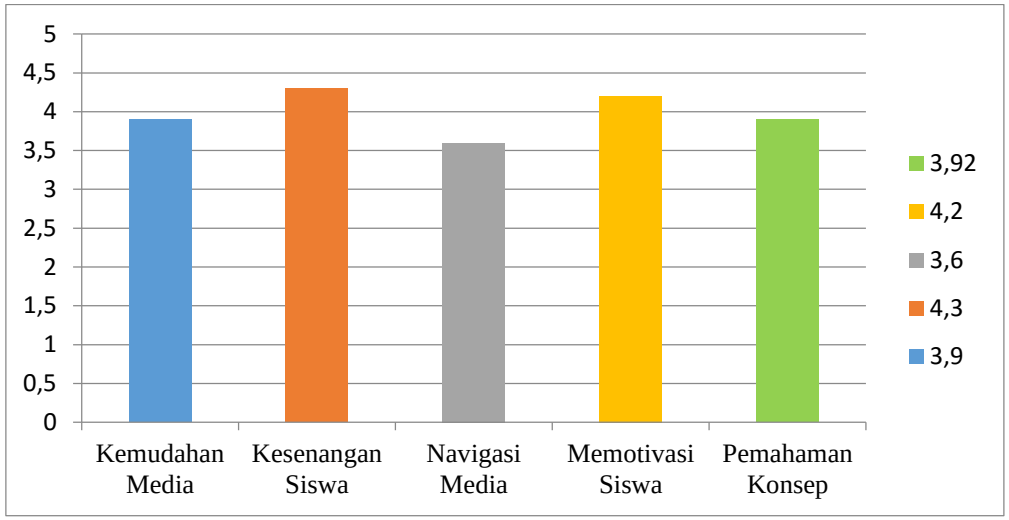
 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 7 HASIL *PRE* DAN *POST TEST*

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Jember dengan subjek penelitian sebanyak 32 siswa dari kelas XII IPA 1. Pada tes hasil belajar dari 30 menunjukkan bahwa 24 siswa telah tuntas dan terdapat 6 siswa yang belum tuntas. Secara keseluruhan, persentase ketuntasan siswa adalah 80%. Didukung dengan penelitian faruk yang menjelaskan bahwa pembuatan media pembelajaran interaktif menggunakan *lectora* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa [8]

 ISBN 978-602-61009-2-4

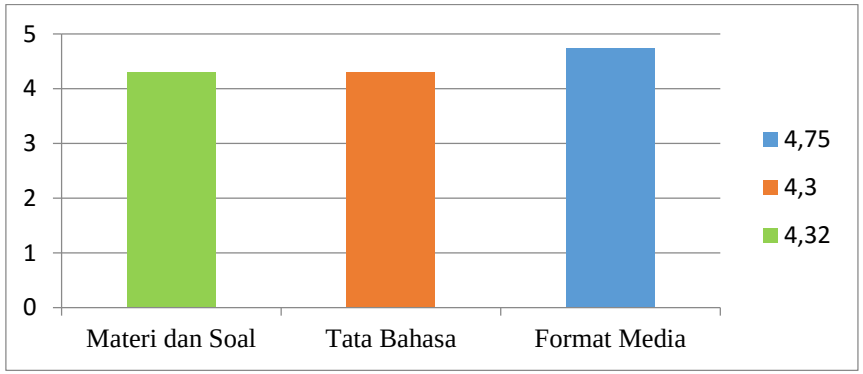


GAMBAR 8 HASIL RESPON PESERTA DIDIK

Berdasarkan pada angket respon peserta didik, diperoleh persentase respon peserta didik sebesar 79,6%. Sesuai dengan kriteria kepraktisan maka media pembelajaran "Mama Tika Koma" secara teoritis media penelitian ini sudah dapat dikatakan praktis. Bagi beberapa siswa ada yang kurang mahir mengoperasikan perangkat komputer maka ada perlu beberapa arahan pada beberapa bagian.

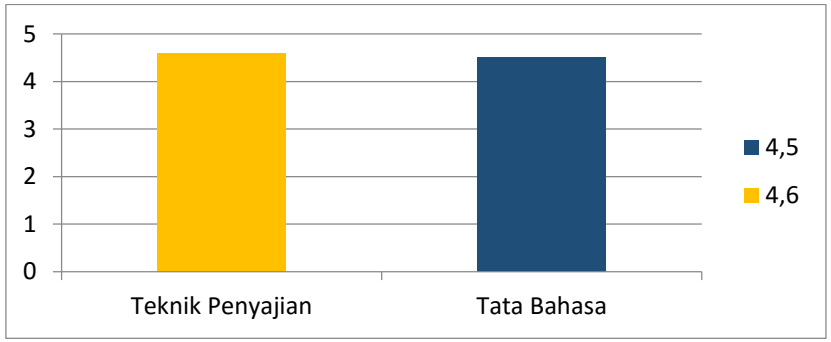
Seorang pendidik teknologi tidak bisa dipandang sepele, tetapi lebih sebagai satu kesatuan yang penting dalam pembelajaran. Untuk alasan inilah penting tidak hanya memperhatikan konsep dalam menyampaikan materi tetapi juga proses atau cara menggunakan media [9]. Setelah mengisi angket kemudian siswa mengisi pesan dan kesan agar harapannya peneliti mampu mengetahui apa kekurangan dan kelebihan dari media pembelajaran yang telah dikembangkan. Hal ini juga menguatkan penilaian dari angket media pembelajaran yang telah siswa nilai sebelumnya. Angket respon peserta didik merupakan alat yang digunakan untuk menguji kepraktisan dari media pembelajaran yang telah peneliti kembangkan ini.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 9 HASIL VALIDASI MEDIA PEMBELAJARAN

Dalam penelitian martin menjelaskan bahwa dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa pembelajaran berbantuan media membuat para siswa terlibat, dan seseorang dapat memberikan pembelajaran yang otentik dan informal melalui teknologi pembelajaran serta dapat membantu siswa memahami konsep belajar [10]. Penelitian ini menunjukan bahwa pembelajaran menggunakan teknologi lebih efektif dari pada metode konvensional. Siswa lebih tertarik dan termotivasi belajar matematika ketika ada inovasi dari guru dalam menyampaikan materi.



GAMBAR 10 HASIL VALIDASI BUKU PANDUAN

 ISBN 978-602-61009-2-4

Media pembelajaran interaktif berbantuan software lectora inspire membantu siswa masuk memahami sebuah materi. Media itu valid, efisien, dan efektif sehingga media dapat tersedia media yang digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar [11]. Pada penelitian ini juga tersedia buku petunjuk penggunaan. Buku petunjuk penggunaan merupakan produk akhir dari penelitian ini yang juga divalidasi oleh validator. Hasil validasi buku ini menunjukan nilai rata-rata keseluruhan yaitu 4,59 dan koefisien validitas sebesar 0,91 yang termasuk dalam kategori sangat baik. Sehingga buku petunjuk penggunaan ini dapat dikatakan kategori valid dan layak untuk digunakan.

Simpulan dan Saran

A. Simpulan

Hasil menunjukkan bahwa siswa MAN 1 Jember sangat tertarik dan termotivasi untuk belajar permutasi dan kombinasi menggunakan media ini. Hal ini juga karena proses pembelajaran di kelas kurang memanfaatkan TI (Teknologi Informasi) materi permutasi dan kombinasi sangat sulit dibedakan bagaimana penggunaannya secara konseptual. Media pembelajaran ini dalam kategori valid sangat tinggi dengan koefisien validitas sebesar 0,89. Sedangkan buku panduan dalam kategori valid sangat tinggi dengan koefisien validitas sebesar 0.91. Media pembelajaran dalam kategori efektif dengan persentase ketuntasan dari tes hasil belajar adalah 80% atau 24 dari 30 siswa telah tuntas. Media Pembelajaran dalam kategori efisien atau praktis dengan persentase rata-rata respon peserta didik sebesar 79,6%.

B. Saran

Saran dalam penelitian ini sangat bermanfaat bagi peneliti yang bertujuan untuk meningkatkan pengembangan media pembelajaran sebagai berikut.

1. Media pembelajaran ini diharapkan mampu dikembangkan jauh lebih baik lagi juga disesuaikan dengan kurikulum dan materi di sekolah
2. Materi harus disiapkan sebelum pembuatan media, alangkah baiknya jika materi yang digunakan adalah kelas X atau XI untuk jenjang SMA/MA/SMK Se-derajat atau Kelas VII atau VIII untuk jenjang SMP/MTs Se-derajat.
3. Media sebaiknya di *backup* menggunakan *flashdisk* atau *google drive* agar tidak hilang jika terjadi *error*, *crash* pada PC, atau *file corrupt*.
4. Pada saat penelitian di sekolah sebaiknya cek terlebih dahulu seperti PC,*file* media pembelajaran, *internet*, kesiapan siswa dalam proses pembelajaran.
5. Selalu menyiapkan *file* media pembelajaran yang telah tersimpan dalam *flashdisk* agar ketika *file corrupt* dapat dicopy kembali.

Ucapan Terima Kasih

Dalam menyelesaikan karya ilmiah ini, penulis banyak mendapat bantuan, doa, serta dukungan dari berbagai pihak terutama kepada pembimbing tugas akhir serta bapak/ibu Dosen Pendidikan Matematika Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya dalam terselesainya artikel ilmiah ini.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Daftar Pustaka

[1] Hobri, J Safitri, E Nazareth, dan Susanto. 2018. *Students' collaborative ability in learning geometry transformation using a scientific approach based on learning community. Journal of Physics*. The 6th South East Asia Design Research International Conference (6th SEA-DR IC).

[2] R. M. Fanani, Dafik and Arif Fatahillah, Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Online Menggunakan Edmodo Berbantuan Software Geogebra pada Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel, Kadikma, vol. VIII, no. 2, pp. 78-85, 2017.

[3] Wibawa, Setyo C, Rina Harimurti, Yeni Anistyasari, dan Meini Sondang Sumbawati. 2017. *The Design And Implementation Of An Educational Multimedia Interactive Operation System Using Lectora Inspire*. Elinvo Journal, Universitas Negeri Surabaya, Volume 2, Nomor 1, Mei 2017, hal 74-79.

[4] Dafik, Hobri, M Tohir, dan Z Abidin. 2018. *Students creative thinking skills in solving two dimensional arithmetic series through research-based learning.* Journal of Physics. ICCGANT.

[5] Hobri, Suharto, A R Naja. 2018. *Analysis of students' creative thinking level in problem solving based on national council of teachers of mathematics.* Journal of Physics. ICCGANT.

[6] Murtikusuma, R P. 2015. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika model Problem-Based Learning Berbantuan Media Powerpoint untuk Siswa Kelas XI SMK Materi Barisan dan Deret*. Jurnal Saintifika. Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Jember Volume17, Nomor 2, Desember 2015, hlm. 20–33.

[7] Akbarini, N R, Weidy Murtini, Andre N Rahmanto. 2018. *The Effect Of Lectora Inspire-Based Interactive Learning Media In Vocational High School*. Jurnal Pendidikan Vokasi. UNY, Volume 8, Nomor 1, Februari 2018, hlm. 78–87.

[8] Faruk, Alfensi. 2014. *Development Of Interactive Learning Media Based Lectora Inspire In Discrete Method Course*. Proceeding of International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences 2014. UNY, 18 Mei 2014.

[9] Domingo, Marta Gomez, Antoni Badia Gargant. 2016. *Exploring the use of educational technology in primary education:Teachers' perception of mobile technology learning impacts and applications' use in the classroom*. Computers in Human Behavior 56 (2016) 21e28

[10] Martin, Florence, Jeffrey Ertzberger. 2016. *Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology*. Computers & Education 68 (2013) 76–85

[11] Oktavianingtyas, Ervin, Fadilah Safinatu Salamah, Arif Fatahillah, Lioni Anka Monalisa. 2018. *Development 3D Animated Story as Interactive Learning Media with Lectora Inspire and Plotagon on Direct and Inverse Proportion Subject*. MISEIC 2018. Journal of Physics: Conference Series 1108 (1), 012111

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXIX.PENINGKATAN PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA PADA MATERI PECAHAN MENGGUNAKAN KERTAS LIPAT

Ashma Nur Hanifah Heninda Putri[1], Naila Hayu Azizah[2]
Universitas Negeri Yogyakarta[1,2]
putriashma@gmail.com

Abstrak—Perkembangan IPTEK pada era globalisasi sangat pesat, tetapi menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) bahwa di Indonesia belum dapat mengikuti perkembangan IPTEK dikarenakan pemahaman terhadap suatu ilmu yang masih kurang maksimal. Salah satunya adalah matematika. Ilmu matematika bersifat abstrak, oleh karena itu diperlukan bantuan untuk mengkontruksi ilmu matematika tersebut. Siswa kelas IV SDN Sayidan mengalami kesulitan dalam mempelajari materi pecahan. Hal itu dikarenakan berdasarkan fakta dalam pembelajaran hanya terjadi komunikasi satu arah dari guru saja, selain itu berdasarkan pengamatan terdapat 75% siswa yang belum mencapai Ketuntasan Belajar Minimal (KBM). Sehingga diperlukan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bertujuan untuk mengatasi suatu permasalahan atau memperbaiki suatu pembelajaran di dalam kelas. Dengan menggunakan alat peraga matematika siswa dapat meningkatkan prestasi belajar matematika pada materi pecahan. Alat peraga matematika yang digunakan adalah kertas lipat karena mudah didapatkan dan mudah digunakan. Alat peraga kertas lipat akan memberikan gambaran kepada siswa dan mampu memberikan kreativitas bagi siswa. Hasil penelitian ini dilihat dari nilai siswa sesudah menggunakan alat peraga tersebut. Sebanyak 6 orang siswa dari 8 siswa kelas IV SDN Sayidan mampu menguasai materi pecahan dengan bantuan alat peraga kertas lipat, dengan persentase sesuai standar sekolah yaitu siswa mencapai $\leq 75\%$ nilai siswa mencapai Ketuntasan Belajar Minimal (KBM).

Kata kunci : Alat Peraga, Kertas Lipat, Pecahan, Penelitian Tindakan Kelas

Pendahuluan

Memasuki zaman millenial saat ini rata-rata masyarakat sudah banyak yang menggunakan IPTEK untuk melakukan suatu pekerjaan sehingga dapat dipastikan bahwa perkembangan IPTEK akan semakin pesat. Menurut Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) bahwa di Indonesia belum bisa mengikuti perkembangan IPTEK dikarenakan pemahaman terhadap suatu ilmu yang masih kurang maksimal. Sehingga dibutuhkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas dan bernalar tinggi serta memiliki kemampuan untuk memproses informasi sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan IPTEK. Hal ini disebabkan karena pemahaman ilmu yang masih kurang, terutama pada bidang ilmu matematika.

Salah satu karakteristik matematika adalah mempunyai objek yang bersifat abstrak, artinya objek matematika berada dalam alam pikiran manusia, sedangkan realisasinya dengan menggunakan benda-benda yang berada di sekitar kita. Sifat abstrak ini menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari

 ISBN 978-602-61009-2-4

matematika. Terutama pada siswa kelas IV di SD Negeri Sayidan yang mengalami kesulitan dalam memahami matematika, terutama pada materi pecahan. Hal ini dikarenakan adanya komunikasi satu arah, sehingga guru hanya menyampaikan materi dengan metode ceramah. Selain itu, siswa juga mengalami kesulitan dalam menerima materi tersebut. Pada akhir penyampaian materi guru memberikan pertanyaan kepada siswa tentang kepahaman siswa, sebagaian besar siswa tidak menjawab. Guru memberikan kesempatan siswa untuk bertanya namun siswa diam. Pada akhir pembelajaran guru memberikan soal latihan kepada siswa dan siswa diminta mengerjakannya.

Berdasarkan hasil pengamatan nilai ulangan kelas IV SD Negeri Sayidan, prestasi belajar siswa pada mata pelajaran matematika materi penjumlahan dua pecahan yaitu dari 8 siswa, tedapat 1 siswa mendapat nilai ≥65, sedangkan tersisa siswa mendapat nilai ≤65. Dapat disimpulkan bahwa hanya 12,5% siswa dapat mencapai Ketuntasan Belajar Minimal (KBM) dan 87,5% belum mencapai KBM.

Berdasakan teori perkembangan kognitif Piaget, anak usia Sekolah Dasar berada pada tahap konkret operasional dengan ciri-ciri sebagai berikut: 1) Pola pikir dalam memahami konsep yang abstrak masih terikat pada benda konkret, 2) Jika diberikan permasalahan belum mampu memikirkan segala alternatif pemecahannya, 3) Pemahaman terhadap konsep yang berurutan melalui tahap demi tahap, misal pada konsep panjang, luas, volume, berat, dan sebagainya, 4) Belum mampu menyelesaikan masalah yang melibatkan kombinasi urutan operasi pada masalah yang kompleks, 5) Mampu mengelompokkan objek berdasarkan kesamaan sifat-sifat tertentu, dapat mengadakan korespondensi satu-satu dan dapat berpikir membalik, 6) Dapat mengurutkan unsur-unsur atau kejadian, 7) Dapat memahami ruang dan waktu, 8) Dapat menunjukkan pemikiran yang abstrak. Salah satu cara untuk menunjukkan pemikiran yang abstrak agar mudah dipahami pada pembelajaran matematika adalah dengan menggunakan alat peraga. Menggunakan alat peraga pada materi pecahan dapat menggunakan kertas lipat. Alat peraga tersebut memberikan gambaran kepada siswa mengenai karakteristik pecahan pada matematika serta memberikan kreativitas siswa. Dari matematika yang abstrak tersebut akan tergambarkan dengan adanya alat peraga.Siswa dengan mudah untuk memahami matematika.

Berdasarkan hasil belajar siswa kelas IV SD Negeri Sayidan materi penjumlahan dua pecahan dapat dirumuskan menjadi suatu masalah yaitu mengenai bagaimana penggunaan alat peraga kertas lipat pada materi pecahan dan operasinya di kelas IV SD Negeri Sayidan. Selain itu dapat pula dirumuskan mengenai bagaimana prestasi belajar siswa kelas IV SD Negeri Sayidan pada materi pecahan dan operasinya setelah menggunakan alat peraga kertas lipat. Sehingga didapatkan tujuan penelitian ini adalah agar dapat menerapkan pembelajaran dengan menggunakan alat peraga kertas lipat dan mengetahui prestasi belajar siswa di kelas IV SD Negeri Sayidan pada materi pecahan dan operasinya.

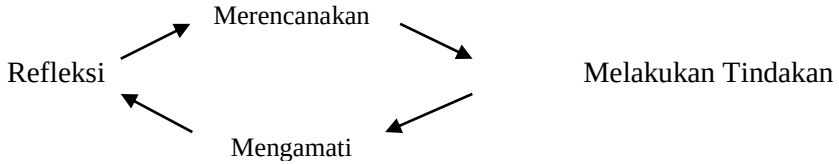
Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini dapat dirumuskan secara teoritis dan praktis. Secara teoritis yaitu menjadi bahan informasi ilmiah bagi praktisi pendidikan mengenai pembelajaran menggunakan alat peraga kertas lipat serta dapat menjadikan referensi dalam upaya pengoptimalan pembelajaran matematika materi pecahan dan operasinya. Secara praktis diantaranya bagi peneliti dan guru adalah sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan pendekatan pembelajaran yang tepat pada materi pecahan dan operasinya, bagi sekolah sebagai masukan dan dasar pemikiran untuk mengoptimalkan pembelajaran matematika sesuai dengan pendekatan yang tepat, dan bagi pembaca memberikan informasi tentang pelaksanaan pembelajaran matematika materi pecahan dan operasinya menggunakan kertas lipat.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian tindakan kelas, sebagaimana disampaikan Hargreaves (dalam Hopkins, 1993) pada sekolah yang para gurunya terampil melaksanakan PTK akan berhasil mendorong terjadinya inovasi pada diri para guru. Menurut Lusi (2018) guru juga akan berhasil dalam meningkatkan kualitas pendidikan untuk para siswa. Pelaksanaan PTK membutuhkan kerjasama antara guru kelas dan teman sejawat sebagai observer atau pengamat. Diskusi tentang kelebihan dan kekurangan terjadi di kelas sehingga dapat saling menguntungkan dan pengambilan keputusan dapat dilakukan secara bersama.

Penelitian ini merupakan jenis Penelitian Tindakan Kelas (PTK). PTK ini bertujuan untuk mengatasi suatu permasalahan atau memperbaiki suatu pembelajaran di dalam kelas. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas IV SD Negeri Sayidan yang berjumlah 8 siswa yang terdiri atas 5 siswa dan 3 siswi . Penelitian dilakukan di kelas IV SD Negeri Sayidan pada semester ganjil tahun pelajaran 2018/2019. Adapun tahapan dalam penelitian yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, angket dan tes.



Gambar 1
Tahap-tahap dalam PTK (Aqib, 2007:23)

Penelitian tindakan ini mengambil bentuk penelitian tindakan kelas kolaborasi, dimana peneliti berkolaborasi dengan guru yang tergabung dalam satu tim untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan dalam praktik pembelajaran. PTK dilaksanakan melalui proses bersiklus yaitu diawali dengan merefleksi diri sebagai metode utama yang bertujuan untuk melakukan perbaikan dalam berbagai aspek yang dirasakan sangat penting untuk segera diperbaiki. Mills (2000) mendefinisikan penelitian tindakan sebagai *"systematic inquiry"* yaitu guru akan bertindak untuk mengumpulkan informasi tentang berbagai praktik yang telah dilakukan. Informasi tersebut digunakan untuk meningkatkan persepsi serta mengembangkan kemampuan individu siswa dan guru, sehingga berdampak positif dalam memperbaiki hasil belajar siswa. Proses tiap siklus diawali dengan perencanaan yang didahului oleh munculnya masalah yang diidentifikasi oleh guru sebagai hasil refleksi dari pembelajaran sebelumnya yang disebut tahap pra siklus. Tahap awal yang disebut pra siklus ini, guru dapat mulai memilih dan merenungkan mata pelajaran dan materi serta tema apa yang akan menjadi fokus perbaikan dalam PTK.

Perencanaan yang sudah dibuat selanjutnya dilaksanakan. Pada saat melakukan tindakan ini harus menampakan upaya perbaikan (dituangkan pada kegiatan inti) yang diinginkan sesuai dengan tujuan. Teman sejawat wajib membantu mengamati proses tindakan yang dilakukan untuk menemukan kelebihan dan

 ISBN 978-602-61009-2-4

kekurangan dalam pembelajaran pada siklus 1. Pengamatan akan berjalan lancar apabila telah disiapkan lembar pengamatan/observasi. Pelaksanaan siklus 1 dapat dilakukan dalam 2 atau 3 kali pertemuan agar materi yang diajarkan benar-benar bermanfaat bagi kehidupan siswa.

Hasil pengamatan dari siklus 1 tersebut didiskusikan dan diidentifikasi lagi permasalahan yang masih muncul sebagai bentuk refleksi untuk menemukan tujuan perbaikan yang dibuat dalam perencanan siklus 2. Pada perencanaan siklus 2 ini wajib menunjukkan cara perbaikan yang lebih mengena sebagai upaya untuk meningkatkan hasil belajar, meningkatkan keaktifan siswa atau yang lainnya. Peningkatan hasil belajar siswa hendaknya dapat mencapai melebihi kriteria ketuntasan minimal dari yang ditetapkan sebagai standar sekolah yaitu lebih besar atau sama dengan dari 75%. Pelaksanaan siklus 2 ini juga dapat dilakukan dalam 2 sampai 3 kali pertemuan, dengan tiap pertemuan seperti biasa menggunakan waktu 2x35 menit atau disesuaikan dengan aturan jadwal di sekolah. Jika pada siklus kedua hasil belajar siswa yang tuntas (memperoleh nilai di atas 65) atau belum mencapai lebih besar atau sama dengan dari 75% maka guru wajib menindaklanjuti PTK hingga sampai siklus ketiga dengan menyusun perencanaan perbaikan lagi, kemudian melaksanakan perbaikan menggunakan metode/strategi/pendekatan yang lebih tepat untuk memperbaiki kekurangan tersebut. Pemilihan strategi perbaikan sebaiknya didiskusikan dengan teman sejawat agar tujuan perbaikan dapat tercapai secara maksimal.

Jika guru telah melakukan PTK dan merefleksi hasil pembelajaran dengan menetapkan fokus perbaikan, maka hal ini berarti guru sedang mengembangkan dan meningkatkan kemampuan kinerja profesionalnya secara sistematis. Tahapan tiap siklus hendaknya diawali dengan mengidentifikasi masalah, menganalisis dan merumuskan masalah, merencanakan PTK, melaksanakan PTK, dan langkah ini harus dikerjakan secara berurutan, Wardhani (2008). Pada saat selesai melakukan perbaikan dalam pembelajaran, maka guru wajib segera menganalisis dan menginterpretasikan data yang telah diperoleh. Data dapat berupa kumpulan rekap keaktifan siswa, rekap hasil belajar siswa, atau data lainnya sesuai dengan tujuan yang akan diperbaiki.

Hasil dan Pembahasan

Peneliti dibantu oleh seorang kolaborator yaitu guru kelas IV bernama Dra. Nur Aini Rahmawati, M.Pd. Kolaborator membantu peneliti mengumpulkan data selama proses pembelajaran berlangsung.

TABEL 3.1. HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SIKLUS I

No	Kategori	Frekuensi	Persentase	Predikat	Ketuntasan
1	65-100	1	12,5%	Baik	Tuntas
2	55-64	2	25%	Cukup Baik	Belum Tuntas

 ISBN 978-602-61009-2-4

3	0-54	5	62,5%	Kurang Baik	Belum Tuntas
Rata-rata			48,375	Kurang Baik	Belum Tuntas

TABEL 3.2. HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SIKLUS II

No	Kategori	Frekuensi	Persentase	Predikat	Ketuntasan
1	65-100	3	37,5%	Baik	Tuntas
2	55-64	1	12,5%	Cukup Baik	Belum Tuntas
3	0-54	4	50%	Kurang Baik	Belum Tuntas
Rata-rata			55,625	Cukup Baik	Belum Tuntas

TABEL 3.3. HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SIKLUS III

No	Kategori	Frekuensi	Persentase	Predikat	Ketuntasan
1	65-100	6	75%	Baik	Tuntas
2	55-64	2	25%	Cukup Baik	Belum Tuntas
3	0-54	0	0%	Kurang Baik	Belum Tuntas
Rata-rata			68,75	Baik	Tuntas

Tahapan pada PTK yang diawali dengan mengidentifikasi masalah, ternyata tidak semua guru mampu menemukan masalah dari kegiatan pembelajaran yang selama ini dilakukan. Artinya belum semua guru memiliki dan menggunakan kemampuan merefleksi kegiatan pembelajaran, untuk mengatasi hal itu guru memerlukan bimbingan pakar berupa pertanyaan bantuan seputar konsep implikasi (jika-maka), antara lain "apakah setiap anda menyampaikan atau mengajarkan konsep membandingkan 2 pecahan, para siswa langsung mengerti dan memahami penjelasan anda?" Jika

 ISBN 978-602-61009-2-4

siswa belum mengerti apakah anda membiarkan saja atau anda berusaha memikirkan cara baru untuk mengulang penjelasan anda? Langkah apa yang anda pilih, media apa yang akan anda gunakan untuk memperjelas agar konsep membandingkan 2 pecahan tadi menjadi mudah dipahami siswa. Jika dibenak guru sudah terbayang solusi yang akan digunakan, maka guru sudah dapat mulai menganalisis dan merumuskan masalah. Apabila sudah jelas masalahnya maka dapat dilanjutkan menyusun perencanaan PTK dan melaksanakan PTK.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam pelaksanaan PTK terdapat keterkaitan erat dengan prinsip pengelolaan pendidikan matematika karena PTK juga memerlukan konsistensi tindakan. Artinya bahwa pendidikan matematika dan PTK dapat menata pola pikir manusia untuk berpikir secara logis dan sistematis dan konsisten. Ketika guru merasakan ada suatu kejadian yang tidak logis, tidak sistematis, atau tidak konsisten maka timbul keinginan untuk memperbaiki agar menjadi logis, lebih sistematis, dan konsisten.

Penelitian tindakan adalah suatu bentuk penelitian refleksi diri yang dilakukan oleh para partisipan dalam situasi-situasi sosial (termasuk pendidikan) untuk memperbaiki praktik yang dilakukan sendiri. Melaksanakan Penelitian tindakan dapat diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai praktik dan situasi di mana praktik tersebut dilaksanakan. Terdapat dua hal pokok dalam penelitian tindakan yaitu perbaikan dan keterlibatan. Sedangkan Penelitian Tindakan Kelas (PTK), merupakan penelitian tindakan yang dilakukan oleh guru didalam kelasnya dan bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan pembelajaran yang dihadapi.

Guru perlu mengelola materi ajar secara efektif dengan memanfaatkan bahan ajar yang lebih bervariasi dengan memahami apa yang siswa ketahui dan apa yang dibutuhkan, kemudian memberi tantangan berupa game dan dukungan agar siswa mempelajarinya dengan baik dan menyenangkan. Interaksi dalam pembelajaran matematika harus selalu dikembangkan melalui komunikasi yang sehat, mulai pra-pembelajaran atau kegiatan awal sampai penilaian berakhir. Teknologi mempengaruhi pengembangan matematika dan meningkatkan kualitas belajar siswa apabila dikelola dengan tepat.

Mengajarkan matematika disarankan kepada guru matematika yang mengajar di SD agar menggunaan benda-benda konkrit yang sesuai dengan materi pelajaran sebagai media pembelajaran. Dalam matematika memiliki objek dasar yang dipelajari adalah abstrak, sehingga disebut juga objek mental, objek itu merupakan objek pikiran (Hasratuddin, 2014), sehingga dalam pembelajaran matematika membutuhkan kreativitas kemampuan guru untuk mengelola pendidikan matematika agar objek pikiran siswa mampu menjangkau, menerima ide-ide abstrak matematika.

Sebuah pembelajaran akan efektif jika suasana pembelajarannya menyenangkan. Belajar paling efektif bagi anak-anak adalah pada saat mereka sedang bermain atau melakukan sesuatu yang mengasyikkan. Berkenaan dengan hal tersebut perlu dilakukan model pembelajaran yang mengakomodasi keinginan bermain siswa, disamping pencapaian indikator pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan motivasi dan hasil belajar matematika dengan menggunakan kertas lipat pada siswa kelas IV SD Negeri Sayidan tahun pelajaran 2018/2019. Motivasi belajar siswa meningkat, ditunjukkan dari siswa yang motivasi belajar baik sejumlah 1 siswa pada rata-rata siklus I (48,375) pada tahap siklus I, meningkat pada siklus II menjadi sejumlah 3 siswa dengan rata-rata siklus II (55,625), dan pada akhir siklus III meningkat menjadi 6 siswa dengan rata-rata siklus III baik (68,75).

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan alat peraga kertas lipat pada pembelajaran matematika dapat meningkatkan nilai rata-rata hasil belajar siswa pada setiap siklus. Pada siklus I, hasil belajar siswa 48,375 dengan kategori kurang baik, pada siklus II hasil belajar siswa 55,625 dengan kategori cukup baik dan pada siklus III hasil belajar siswa mencapai 68,75 dengan kategori baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka disarankan bagi guru atau peneliti harus lebih memahami alat peraga pembelajaran yang digunakan, agar proses pembelajaran berjalan dengan lancar. Pada saat proses pembelajaran, guru atau peneliti harus tegas dalam memberikan sanksi kepada siswa yang membuat gaduh di dalam kelas agar pembelajaran tidak terganggg serta pengelolaan waktu pembelajaran perlu ditingkatkan agar sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat sebelumnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Allah SWT karena atas karunia-Nya kami dapat menyelesaikan makalah ini. Selain itu juga kepada Dra. Nur ’Aini Rahmawati, M.Pd selaku guru kelas IV SD N Sayidan yang telah memberikan kesempatan dan bimbingannya dalam upaya penyelesaian penelitian ini sehingga diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca dan kepada segenap pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

[1] Aqib, Z. 2007. *Penelitian Tindakan Kelas*. Surabaya: Yiama Widya

[2] Hasratuddin. 2014. Pembelajaran Matematika Sekarang dan yang akan Datang Berbasis Karakter. Jurnal Didaktik Matematika Vol. 1, No. 2, September 2014: ISSN: 2355-4185.

[3] Hopkins, D.1993. A Teacher‟s Guide to Classroom Research. Buckingham: Open University Press.

[4] Masduki, Lusi Rachmiazari. 2018. *Peran Pengelolaan Pendidikan Matematika Guna Meningkatkan Kinerja Guru Profesional*. Makalah Disajikan pada Lomba dan Seminar Matematika XXVI: Harmonisasi Matematika dalam Membangun Bangsa. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Februari 2018.

[5] Mills, G.E. 2000. Action Reseach: A Guide for the Teacher Reseacher. Columbus: Merrill, An Imprint of Prentice Hall.

[6] Peaget. 1979. *How children learn mathematics*. Second Edition http://books.google.co.id/books/about/How_children_learn_mathematics.html?id=lvcpAQAAMAAJ&redir_esc=y. diakses tanggal : 20 Desember 2018.

[7] Wardhani, IGAK; Kuswaya Wihardit. 2008. Penelitian Tindakan Kelas (hlm 2.4-2.5). Buku Materi Pokok. Jakarta. Penerbit Universitas Terbuka.

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXX. PEMANFAATAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA PENALARAN SPASIAL SISWA

Aji Pangestu[1], Eka Susanti[2], Wahyu Setyaningrum[3]
Universitas Negeri Yogyakarta
ajipangestu11@gmail.com

Abstrak -Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan media pembelajaran geometri ruang berbasis *augmented reality* yang berorientasi pada penalaran spasial siswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, yaitu dengan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dan menyimpulkan berdasarkan hasil yang diperoleh. Hasil dari penelitian ini adalah media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang berorientasi pada penalaran spasial dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran geometri ruang di SMA.
Kata kunci : Augmented Reality, geometri, penalaran spasial

Pendahuluan

Pendidikan merupakan salah satu aspek yang memiliki peranan penting dalam meningkatkan kapasitas manusia. Hal ini selaras dengan penjelasan John S. Brubacher (1978) yang menjelaskan bahwa pendidikan adalah proses dimana potensi-potensi, kemampuan-kemampuan, kapasitas-kapasitas manusia mudah dipengaruhi oleh kebiasaan-kebiasaan, disempurnakan dengan kebiasaan-kebiasaan yang baik, dengan alat yang disusun sedemikian rupa. Melihat pentingnya pendidikan bagi peningkatan potensi dan kapasitas *manusia*, pemerintah Indonesia menjelaskan tujuan-tujuan pendidikan di Indonesia dalam Permendiknas Nomor 20 Tahun 2016 bahwa pendidikan nasional memiliki fungsi untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangkan mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar manusia menjadi manusia yang beriman, bertakwa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Segala kecakapan tersebut harus dapat tercapai agar peserta didik dapat menghadapi perkembangan zaman.

Pada abad ke-21 ini, teknologi berkembang begitu pesat. Perkembangan teknologi yang berkembang sangat pesat ini menimbulkan berbagai akibat. Misalnya saja, banyaknya pekerjaan-pekerjaan baru yang pada abad-abad sebelumnya belum ada. Selain itu, akses informasi data yang semakin mudah juga menjadi salah satu akibat dari perkembangan teknologi di abad ke-21.

Melihat kondisi tersebut, dibutuhkan suatu persiapan yang matang untuk menghadapi abad ke-21. Maka dari itu, menurut Wijaya (2016) Menteri Pendidikan dan Kebudayaan merancang suatu paradigma pembelajaran dimana pembelajaran pada abad ke-21 menekankan pada kemampuan peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber, merumuskan suatu permasalahan, berpikir analitis dan kerjasaman serta kolaborasi dalam menyelesaikan masalah.

Rancangan paradigma yang disusun oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan tersebut berlaku untuk semua pembelajaran yang ada di sekolah, termasuk pembelajaran matematika. Matematika merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang bilangan maupun operasi yang ada di dalamnya. Matematika juga

 ISBN 978-602-61009-2-4

merupakan akar dari ilmu-ilmu lain, seperti fisika, kimia, ekonomi. Hal ini dikarenakan matematika memiliki peran penting terhadap ilmu-ilmu yang lainnya. Oleh karena itu, matematika dijadikan salah satu mata pelajaran yang diajarkan dari jenjang Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi.

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang diajarkan di segala jenjang ini masih menimbulkan beberapa permasalahan yang perlu diselesaikan, di antaranya matematika yang masih menjadi momok yang menakutkan bagi siswa. Tidak hanya menjadi momok bagi siswa SD maupun SMP, matematika juga masih menjadi momok bagi siswa SMA.

Permasalahan matematika yang menjadi momok bagi siswa ini terbukti dengan adanya hasil PISA (*The Programme for International Student Assessment*) yang diadakan pada tahun 2012 ini, siswa Indonesia memperoleh rata-rata pada kemampuan matematika sekitar 375 (OECD, 2014). Nilai 375 ini masih termasuk dalam kategori rendah, karena nilai rata-rata OECD untuk kemampuan matematika siswa adalah 494. Hal ini menunjukkan bahwa matematika masih menjadi momok yang menakutkan bagi siswa.

Masalah matematika sebagai momok bagi siswa ini dipengaruhi oleh berbagai faktor baik dari dalam maupun dari luar diri siswa. Faktor dari dalam salah satunya adalah pandangan dari siswa yang menganggap matematika itu identik dengan menghafal rumus. Sedangkan faktor dari luar salah satunya adalah metode atau cara pembelajaran matematika yang masih belum tepat.

Metode atau cara pembelajaran matematika yang masih belum tepat ini mempengaruhi siswa dalam belajar matematika. Dalam mengajar matematika, guru masih cenderung menggunakan cara konvensional dan masih terpaku pada mengajarkan rumus kepada siswa, sehingga menjadikan siswa berpikir bahwa belajar matematika hanya sekadar rumus-rumus yang tidak memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Bangun ruang merupakan salah satu topik yang harus dikuasai siswa dalam pembelajaran matematika. Pada materi volume dan luas permukaan bangun ruang, siswa mempelajari mengenai sudut pandang keruangan. Selain itu, dalam pembelajaran volume dan luas permukaan bangun ruang, siswa belajar mengenai penerapan atau manfaat dari volume dan luas permukaan bangun ruang dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Hasil PISA pada topik volume menunjukkan bahwa Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD. Masih banyak siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan masalah bangun ruang. Berikut hasil PISA untuk topik volume.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Solve equation; find volume							
	Frequently		Sometimes		Rarely		Never	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.
OECD Australia	66.0	(0.6)	28.8	(0.6)	4.2	(0.2)	1.0	(0.1)
Austria	70.0	(0.9)	23.2	(0.7)	5.5	(0.5)	1.3	(0.2)
Belgium	63.4	(0.9)	23.6	(0.6)	7.4	(0.4)	5.6	(0.4)
Canada	72.9	(0.5)	22.5	(0.5)	3.5	(0.2)	1.0	(0.1)
United Kingdom	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
United States	70.5	(1.1)	23.3	(0.9)	4.7	(0.5)	1.5	(0.3)
OECD average	68.4	(0.2)	25.2	(0.1)	4.7	(0.1)	1.8	(0.0)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Indonesia	65.6	(1.2)	25.6	(0.9)	6.9	(0.5)	1.9	(0.3)
Jordan	72.2	(1.0)	20.6	(0.9)	4.5	(0.4)	2.6	(0.3)
Kazakhstan	65.3	(1.2)	24.2	(1.0)	8.9	(0.6)	1.7	(0.3)
Latvia	66.0	(1.2)	27.8	(1.1)	5.7	(0.5)	0.6	(0.2)
Liechtenstein	77.5	(3.1)	18.4	(2.8)	2.4	(1.1)	1.7	(0.9)
Lithuania	65.5	(1.1)	28.3	(0.9)	5.2	(0.4)	1.1	(0.2)

GAMBAR 1. HASIL PISA PISA 2012 TOPIK VOLUME

Tujuan dari pembelajaran dari volume dan luas permukaan bangun ruang salah satunya adalah siswa dapat melatih kemampuan penalaran spasial. Namun pada praktiknya, pembelajaran volume dan luas permukaan bangun ruang ini masih sebatas pemberian rumus secara langsung kepada siswa. Oleh karena itu, tujuan dari pembelajaran ini masih belum sepenuhnya tercapai.

Menurut pendapat banyak ahli diketahui bahwa penalaran spasial adalah kemampuan yang penting dimiliki siswa karena penalaran spasial: (1) mempunyai hubungan dengan geometri dan dapat digunakan untuk mengkonstruk pemahaman geometri; (2) pemecahan masalah; (3) memprediksi kemampuan dan prestasi dalam matematika; (4) kesuksesan berhubungan dengan sains, teknologi, arsitektur dan kartografi; (5) memprediksi karir. Pentingnya penalaran spasial ini diungkapkan oleh NCTM (2000), Olkun (2003) , dan Guzel&Sener (2009). Hal tersebut menunjukkan bahwa penalaran spasial merupakan salah satu kemampuan yang wajib dimiliki peserta didik.

Berdasarkan pemaparan tersebut, diduga terdapat permasalahan yang perlu diperhatikan yaitu penalaran spasial siswa. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, dibutuhkan media pembelajaran yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam melatih penalaran spasialnya.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur, yaitu dengan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dan menyimpulkan berdasarkan hasil yang diperoleh. Proses pemilihan literatur dilakukan dengan 4 prosedur menurut Taylor. Prosedur tersebut yaitu, (1) *Organize*, mengorganisasi literatur yang akan ditinjau/di-review. Literatur yang di-review merupakan literature yang relevan/sesuai dengan permasalahan. Adapun tahap dalam mengorganisasi literatur adalah mencari ide, tujuan umum, dan simpulan dari literatur dengan membaca abstrak, beberapa paragraf pendahuluan, dan kesimpulannya, serta mengelompokkan literatur berdasarkan kategori-kategori tertentu; (2) *Synthesize*, yakni menyatukan hasil organisasi literatur menjadi suatu ringkasan agar menjadi satu kesatuan yang padu, dengan mencari keterkaitan antar literatur; (3) *Identify*, yakni mengidentifikasi isu-isu kontroversi dalam literatur. Isu kontroversi yang dimaksud adalah isu yang dianggap sangat penting untuk dikupas atau dianalisis, guna mendapatkan suatu tulisan yang menarik untuk dibaca;dan (4) *Formulate*, yakni merumuskan pertanyaan yang membutuhkan penelitian lebih lanjut

Hasil dan Pembahasan

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pembelajaran adalah dengan menggunakan media pembelajaran. Kata media berasal dari bahasa Latin *medius* yang artinya ‘tengah’, ‘perantara’, atau ‘penghantar’. Dalam bahasa arab, media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan. Menurut Azhar (2010), istilah media sering dikaitkan dengan kata ‘teknologi’ yang berasal dari kata *tekne* (bahasa inggris *art*) dan *logos*.

Media merupakan salah satu komponen komunikasi sebagaimana dikatakan Criticos dalam Daryanto, yaitu media sebagai pembawa pesan dari komunikator menuju komunikan. Suatu media yang membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran maka disebut *media pembelajaran*.

Dalam kegiatan belajar mengajar, pemakaian kata media pembelajaran digantikan dengan istilah-istilah sepertu alat pandang dengar, bahan pengajaran, komunikasi pandang dengar, alat peraga dan media penjelas.

Perkembangan media pembelajaran mengikuti perkembangan teknologi. Berdasarkan pengembangan teknologi tersebut, Seel&Richey dalam Azhar (2010) menjelaskan bahwa media pembelajaran dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu media hasil teknologi cetak, media hasil teknologi audio visual, media hasil teknologi berdasarkan komputer dan media hasil teknologi cetak dan komputer.

Apabila dilihat dari segi perkembangan teknologi, media dikelompokkan menjadi dua kategori luas, sebagai mana dikatakan Seels dan Glasglow dalam Azhar (2010), yaitu sebagai berikut.

1) Pilihan media tradisional
   a) Visual diam yang diproyeksikan
   b) Visual yang tidak diproyeksikan
   c) Audio
   d) Penyajian multimedia

 ISBN 978-602-61009-2-4

e) Visual dinamis yang diproyeksikan
f) Cetak
g) Permainan
h) Realita

2) Pilihan media teknologi mutakhir
   a) Media berbasis telekomunikasi
   b) Media berbasis *microprocessor.*

Azhar Arsyad (2010) menjelaskan bahwa belajar dengan menggunakan indera ganda – pandang dan dengar – memberikan keuntungan kepada peserta didik. Sehingga dalam hal ini, media yang perlu dikembangkan oleh guru adalah media yang mencakup sajian audio dan visual dalam satu perangkat, yang disebut multimedia.

Multimedia adalah suatu penggunaan gabungan bebebrapa media dalam menyampaikan informasi berupa teks, gambar ataupun video.

Menurut Azhar Arsyad (2010), disamping mampu menggunakan alat-alat yang tersedia, guru diharuskan untuk dapat mengembangkan keterampilan dalam membuat media pembelajaran yang akan digunakan apabila media tersebut belum tersedia. Maka dari itu, guru harus memiliki pengetahuan yang cukup tentang pengembangan media pembelajaran.

Berdasarkan beberapa uraian di atas, ciri-ciri umum media yaitu:

1) Media memiliki pengertian fisik yang dikenal dengan perangkat keras.
2) Media pembelajaran memiliki pengertian nonfisik yang dikenal perangkat lunak.
3) Media dapat digunakan secara masal, kelompok besar dan kelompok kecil, atau perorangan.
4) Media pembelajaran mamiliki pengertian alat bantu pada proses belajar baik di dalam maupun di luar kelas.
5) Media pembelajaran digunakan dalam rangka komunikasi dan interaksi guru dengan peserta didik dalam proses pembelajaran.
6) Penekanan media pembelajaran pada audio dan visual.
7) Media terdiri dari beberapa macam sajian.

Menurut Daryanto, kegunaan media antara lain yaitu sebagai berikut.

1) Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistis.
2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indera.
3) Menimbulkan gairah belajar
4) Memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuannya.
5) Memberi rangsangan yang sama

Proses pembelajaran mengandung lima komponen komunikasi, guru (komunikator), bahan pembelajaran, media pembelajaran, peserta didik (komunikan), dan tujuan pembelajaran. Jadi, media pembelajaranadalah sesuatu yang dapat merangsang minat, perhatian, pikiran dan perasaan siswa dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Penalaran Spasial

Penalaran spasial didefinisikan oleh beberapa tokoh, seperti Clements yang mengungkapkan "*spatial thinking is an essential human ability that contributes to mathematics ability*". Dapat diartikan bahwa berpikir spasial adalah kemampuan penting manusia yang memberikan kontribusi untuk kemampuan matematika.

Menurut Maier(1997), komponen pada kemampuan penalaran spasial, di antaranya sebagai berikut.

a) *Spatial Perception*
Spatial perception adalah kemampuan mengamati suatu bangun ruang yang diletakkan pada posisi horisontal atau vertikal.
b) *Spatial Visualization*
Spatial visualization adalah kemampuan membayangkan mengenai perubahan bentuk atau perubahan tempat suatu bangun.
c) *Mental Rotation*
Mental rotation adalah kemampuan merotasikan dengan tepat bangun 2D atau 3D.
d) *Spatial Relation*
Spatial relation adalah kemampuan untuk memahami wujud keruangan suatu benda atau bagiannya serta hubungan antar bagian benda tersebut.
e) *Spatial Orientation*
Spatial orientation adalah kemampuan untuk mencari orientasi secara fisik maupun pemikiran terhadap suatu benda 2D atau 3D.

Augmented reality (AR)

Menurut Ronald Azuma (2001) *Augmented reality* adalah proses menggabungkan objek virtual ke dunia nyata yang bersifat interaktif secara real time dengan bentuk animasi 3D. AR merupakan inovasi baru di dunia virtual. Menurut Hafiza (2010), AR melibatkan interaksi, konten virtual, lingkungan nyata, penceritaan dan imajinasi digital. Penggunaan AR ini dapat memberikan pelajaran baru bagi siswa dalam belajar. Penelitian mengenai AR sudah dilakukan oleh banyak peneliti di berbagai negara, di antaranya sebagai berikut.

Penelitian dan Peneliti	Ringkasan Penelitian
Model Pembelajaran Interaktif Bangun Ruang 3D Berbasis *Augmented reality* (Suharso, 2012)	Pengembangan model pembelajaran interaktif bangun ruang berbasis *augmented reality*.
Edutainment with Mixed Reality Book: A visually augmented illustrative childrens' book (Grasset & Billinghurst, 2008)	Buku ini bertujuan untuk menambah pengetahuan tentang teknologi *augmented reality*

 ISBN 978-602-61009-2-4

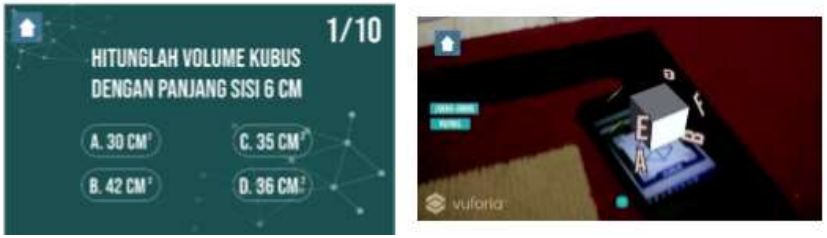
Keberhasilan suatu pembelajaran merupakan hal penting yang harus dicapai dalam suatu proses pembelajaran. Indikator keberhasilan dalam suatu pembelajaran di antaranya yaitu meningkatnya kemampuan kognitif siswa dan pembelajaran lebih berkesan bagi siswa. Media pembelajaran berbasis AR digunakan sebagai sarana untuk membantu pelaksanaan proses pembelajaran dan meningkatkan minat belajar siswa, khususnya dalam belajar geometri ruang.

Penggunaan media pembelajaran berbasis AR ini dalam memahami materi geometri ruang dibutuhkan karena memang sudah terbukti pada beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa media pembelajaran ini sangat efektif. Seperti yang dilakukan oleh Aries Suharso (2012) yang dihasilkan bahwa 85% guru berpendapat bahwa dengan aplikasi alat peraga bangun ruang 3D ini dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai materi matematika sub materi bangun 3D. Dari pemaparan tersebut, dapat dikatakan bahwa media pembelajaran geometri ruang berbasis AR efektif digunakan untuk membantu siswa dalam memahami materi geometri ruang. Menurut Chen (2006) AR mampu memotivasi siswa dengan fungsi intuitif dan interaksi yang *user-friendly*, yang dapat menambah pemahaman dalam proses belajar mengajar.

Media berbasis AR membantu peserta didik memahami materi matematika yang abstrak dengan menampilkan visualisasinya. Tampilan AR juga dapat membantu siswa untuk menumbuhkan kemampuan *spatial* visualization yaitu kemampuan untuk membayangkan mengenai perubahan bentuk atau perubahan tempat suatu bangun. Selain itu tampilan AR yang 3D dapat membuat peserta didik mampu melihat perubahan bentuk benda dari berbagai persepsi. Kemampuan ini biasa disebut dengan kemampuan *spatial perception*. Dengan demikian, media berbasis AR dapat menutupi kelemahan media konvensional yaitu penggunaan papan tulis untuk menggambar bangun ruang dari berbagai persepsi.

Salah satu contoh nyata penggunaan media pembelajaran matematika berbasis AR dapat dilihat dari penelitian Sugiyarto & Irsyad (2018) yang membuat media pembelajaran untuk materi bangun ruang. Media ini berisi penjelasan konsep volume dan jaring-jaring bangun ruang seperti kubus, balok, limas, kerucut, prisma, dan tabung. Selain berisi penjelasan media ini juga memuat latihan soal yang dapat dikerjakan oleh siswa untuk memperdalam pemahamannya. Berikut ini adalah contoh penggunaan media pembelajaran berbasis AR yang diberi nama Sobat Geometri.

 ISBN 978-602-61009-2-4



GAMBAR 2. SOBAT GEOMETRI

Simpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran geometri ruang berbasis *augmented reality* yang berorientasi pada penalaran spasial dikatakan efektif untuk membantu siswa dalam memahami materi geometri ruang. Media berbasis AR dapat memfasilitasi berkembangnya kemampuan penalaran siswa khususnya pada kemampuan *spatial visualization* dan *spatial perception*

Daftar Pustaka

[1] Abas, H., & Zaman, H. B. (2010). REKA BENTUK DAN PEMBANGUNAN PENCERITAAN DIGITAL DAN TEKNOLOGI REALITI TAMBAHAN (*AUGMENTED REALITY*) UNTUK MEMBANTU PELAJAR PEMULIHAN MEMBACA BAHASA MELAYU. *Procedings of Regional Conference on Knowledge Integration in ICT 2010*, 162–170.

[2] Arsyad, A. (2010). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

[3] Azuma Y.B., R., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent Advances in *Augmented reality*. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, *21*(6), 34–47.

[4] Brubacher, J. S. (1978). *Modern Philosophies of Education*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Company Ltd.

[5] CJ, C. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australian Journal of Educational Technology*, *22*(1), 39–63.

[6] Grasset, R., & Billinghurst, M. (2008). The Design of a Mixed-Reality Book: Is It Still a Real Book? *IEEE International Symposium on Mixed and*

 ISBN 978-602-61009-2-4

Augmented reality.
[7] Guzel, N., & Sener, E. (2009). High school students' spatial ability and crativity in geometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *1*(1), 1763–1766. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.312
[8] Maier, P. H. (1997). Spatial Geometry and spatial ability- how to make solid geometry solid?
[9] NCTM. (2000). *Principles and Standard for School Mathematics*. Reston, VA.
[10] OECD. (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I, Revised edition, February 2014)*. OECD Publishing.
[11] Olkun, S. (2003). Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning.*
[12] Sugiyarto, W.A., & Irsyad, A.A. (2018). *Media Pembelajaran Geometri Ruang Berbasis Augmented Reality (AR)*. Universitas Negeri Yogyakarta
[13] Suharso, A. (2012). MODEL PEMBELAJARAN INTERAKTIF BANGUN RUANG 3D BERBASIS *AUGMENTED REALITY*. *Solusi*, *11*(24), 1–11.
[14] Wijaya, E. Y. (2016). No Title. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matemaika 2016 Universitas Kanjuruhan Malang*.

Taylor, Dena The Literature Review: A Few Tips On Conducting It diambil dari http://advice.writing.utoronto.ca/types-of-writing/literature-review/ pada Kamis, 21 Februari 2019

 ISBN 978-602-61009-2-4

XXXI. ANALISIS TINGKAT KESULITAN PESERTA LOMBA MATEMATIKA SMP LSM XXVI HIMATIKA UNY

Aji Pangestu[1], Genta Maulana M.[2], Zudhy Nur Alfian[3]
Universitas Negeri Yogyakarta
ajipangestu11@gmail.com

Abstrak- Perkembangan matematika di Indonesia ini masih dalam kategori rendah apabila dibandingkan dengan rata-rata internasional. Maka dari itu, banyak pihak yang mengusahakan untuk meningkatkan kompetensi matematika siswa, salah satunya dengan mengadakan kompetisi yang dapat memotivasi siswa untuk lebih belajar matematika. Kompetisi yang diadakan salah satunya adalah Lomba dan Seminar Matematika UNY (LSM). Dari lomba tersebut, beberapa siswa merasa kesulitan dalam mengerjakan soal LSM XXVI. Dari hal tersebut, peneliti bermaksud menganalisis kesulitan siswa dalam mengerjakan soal LSM XXVI. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif karena semua informasi yang diperoleh akan ditampilkan dalam bentuk angka. Data diperoleh dengan menggunakan metode dokumentasi yaitu soal matematika LSM XXVI, kunci jawaban, dan lembar jawab siswa. Subjek dalam penelitian ini adalah 100 sampel dari seluruh peserta LSM XXVI. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan *software* komputer.

Kata kunci : analisis butir soal, tingkat kesulitan

Pendahuluan

Matematika merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang bilangan maupun operasi yang ada di dalamnya. Matematika juga merupakan dasar dari ilmu-ilmu lain, seperti fisika, kimia, ekonomi, dan lain-lain. Hal ini dikarenakan matematika memiliki peran penting terhadap ilmu-ilmu yang lainnya. Oleh karena itu, matematika dijadikan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di semua jenjang sekolah. Matematika sebagai salah satu ilmu yang diajarkan di segala jenjang ini masih menimbulkan beberapa permasalahan di dalam dunia pendidikan, salah satunya adalah matematika yang masih menjadi momok yang menakutkan bagi siswa. Tidak hanya menjadi momok bagi siswa SD, matematika juga masih menjadi momok bagi siswa SMP.

Permasalahan matematika yang menjadi momok bagi siswa ini terbukti dengan adanya hasil TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Studies) yang diadakan pada tahun 2011 ini, siswa Indonesia memperoleh rata-rata pada pelajaran matematika sekitar 386 (Ina, 2012). Nilai skor internasional 386 ini masih dalam kategori rendah apabila dibandingkan dengan rata-rata internasional dimana nilai rata-rata internasional yaitu 500. Hal ini menunjukkan bahwa matematika masih menjadi momok yang menakutkan bagi siswa.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Rendahnya kemampuan matematika di Indonesia ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari dalam maupun dari luar (Resi, 2017). Faktor dari dalam di antaranya siswa yang sudah menganggap bahwa matematika merupakan pelajaran yang sulit. Faktor dari luar di antaranya metode atau cara pembelajaran matematika yang masih belum tepat ini mempengaruhi siswa dalam belajar matematika. Dalam mengajar matematika, guru masih cenderung menggunakan cara konvensional dan masih terpaku pada mengajarkan rumus kepada siswa, sehingga menjadikan siswa berpikir bahwa belajar matematika hanya sekadar rumus-rumus yang tidak memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Faktor dari luar lainnya salah satunya adalah pada soal TIMSS menerapkan soal-soal tipe HOTS *(Higher Order Thinking Skills).* Menurut Conklin (2012), karakteristik kemampuan berpikir tingkat tinggi mencakup berpikir kritis dan berpikir kreatif. Berpikir kritis dan kreatif merupakan dua kemampuan manusia yang sangat mendasar karena berpikir kritis dan berpikir kreatif dapat mendorong seseorang untuk senantiasa memandang setiap permasalahan yang dihadapi secara kritis, dan mencoba mencari penyelesaian secara kreatif sehingga diperoleh suatu hal baru yang bermanfaat bagi kehidupan. Dalam meningkatkan kemampuan penalaran tingkat tinggi peserta didik, banyak cara yang dilakukan berbagai pihak. Salah satunya dengan mengadakan kompetisi-kompetisi matematika berhadiah. Kompetisi kompetisi ini dapat menarik peserta didik untuk lebih meningkatkan kemampuan penalaran tingkat tingginya supaya dapat memenangkan kompetisi tersebut. Kompetisi-kompetisi yang ada di antaranya yaitu Lomba dan Seminar Matematika HIMATIKA FMIPA UNY.

Lomba dan Seminar Nasional Pendidikan Matematika (LSM) merupakan kegiatan tahunan yang diadakan rutin oleh HIMATIKA (Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika) FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Sesuai dengan namanya, LSM adalah serangkaian kegiatan yang terdiri dari Lomba Matematika dan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. Lomba matematika diselenggarakan untuk siswa SMP dan SMA se-Indonesia serta Lomba Matematika Perguruan Tinggi se-Jawa. Seminar Nasional Matematika diselenggarakan untuk pelajar, mahasiswa, guru, dosen, dan seluruh praktisi matematika dan juga memberikan kesempatan kepada para praktisi untuk menyalurkan bakatnya sebagai pemakalah dalam acara seminar. Lomba matematika untuk siswa SMP tingkat nasional merupakan kompetisi matematika nasional untuk siswa SMP sederajat yang memperebutkan piala bergilir Presiden RI. Soal-soal yang diujikan merupakan soal-soal matematika yang merupakan jenis soal tipe HOTS. Materi yang diujikan meliputi bilangan, aljabar, geometri dan kombinatorika.

Pada LSM XXVI, beberapa siswa merasa kesulitan dalam mengerjakan soal LSM XXVI SMP. Hal ini berdasarkan wawancara langsung peneliti kepada siswa pada saat pelaksanaan LSM XXVI. Berdasarkan hal tersebut, peneliti bermaksud menganalisis kesulitan siswa dalam mengerjakan soal LSM XXVI supaya dapat mengetahui materi apa yang masih dianggap sulit oleh siswa SMP di Indonesia.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Pengambilan subjek penelitian dilakukan dengan pengambilan secara acak hasil pekerjaan dari 44 peserta LSM XXVI. Hal-hal yang dianalisis di antaranya sebagai berikut.

 ISBN 978-602-61009-2-4

A. Indeks Kesulitan

Analisis indek kesulitan menggunakan software Microsoft excel. Indeks kesulitan dicari menggunakan rumus total responden menjawab benar dibagi dengan total responden. Indeks kesulitan memiliki nilai antara 0 sampai 1. Ketika nilai indeks kesulitan mendekati 0, dikatakan soal tersebut terlalu sukar. Sementara nilai indek kesulitan mendekati 1, dikatakan soal tersebut terlalu mudah dan sebaiknya diganti dengan soal lain. Soal LSM ini merupakan soal berjenis dikotomi. Sehingga untuk memberikan skor setiap butir, hanya 1 atau 0. Nilai 1 untuk respon benar dan nilai 0 untuk respon salah.

B. Daya Pembeda

Daya pembeda dicari menggunakan software QUEST.exe. Dalam software ini, setiap jawaban dari responden ditulis ulang dan disimpan dalam bentuk notepad. Setelah itu, mengatur kunci jawaban. Saat siap, menjalankan program QUEST.exe. Keluaran dari software ini menjadi beberapa file notepad. Hasil analisis terdapat pada file klasik1.ctl. Konten dari file itu berupa data setiap butir soal yaitu mencakup banyaknya responden, banyaknya responden di setiap pilihan, pt-biserial, p-value, dan rata-rata. Daya pembeda ditunjukkan oleh nilai pada baris pt-biserial. Daya pembeda yang baik memiliki nilai lebih besar atau sama dengan 0.3. Daya pembeda yang baik dapat membedakan responden yang memiliki kemampuan tinggi dan rendah.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil LSM XXVI SMP, didapatkan bahwa secara garis besar terdapat empat materi soal, yaitu geometri, aljabar, bilangan dan kombinatorika. Masing-masing soal dikelompokkan berdasarkan jenis materi yang kemudian dianalisis indeks kesulitan dan daya pembeda. Berikut data hasil pekerjaan peserta LSM XXVI.

 ISBN 978-602-61009-2-4

	Jawaban Peserta																																											
Peserta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
001	B	B	C	K	K	C	K	D	B	K	K	A	C	C	K	K	K	K	K	K	A	A	K	K	K	E	K	B	K	K	E	A	K	D	K	K	C	K	K	K
002	K	K	C	A	K	K	A	C	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	D	C	K	K	A	C	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	E	K	K
003	B	C	B	A	C	B	C	K	C	D	B	C	K	D	E	B	D	B	A	K	A	D	A	K	A	D	B	B	K	C	D	C	K	K	D	C	C	D	D	C
004	B	E	C	E	B	C	E	E	B	A	B	C	B	C	E	D	C	E	A	D	D	B	E	A	A	A	B	B	E	A	B	E	A	D	A	A	B	E	D	A
005	K	K	C	K	K	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	E	K	K	A	A	E	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	K	K	K	K
006	K	K	A	K	K	K	B	A	B	K	K	K	K	K	D	K	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	C	K	K	K	D	K	K	K	K
007	K	K	K	K	B	D	K	E	B	K	C	K	K	D	K	K	B	K	K	K	K	B	K	A	E	K	K	K	K	K	K	B	K	K	K	A	K	K	K	K
008	B	K	K	K	B	K	K	E	A	K	K	K	K	K	D	K	B	K	K	K	D	A	K	D	A	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	K	K	E	K	C
009	K	K	K	K	K	D	K	K	B	K	C	K	E	K	K	K	C	K	K	B	K	B	K	A	C	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
010	B	K	C	A	E	C	C	K	B	D	B	D	A	E	E	B	C	B	B	K	C	A	K	K	A	K	K	C	K	B	K	C	B	K	B	C	K	D	C	A
011	K	K	K	K	K	K	B	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	D	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	E	K	K	K	K	K
012	B	E	A	B	B	A	D	D	B	D	B	C	D	D	E	A	D	B	D	B	A	E	D	A	B	B	E	D	B	C	C	D	B	A	D	D	B	E	A	K
013	E	C	D	B	B	C	A	B	D	E	A	C	B	E	E	D	C	A	C	E	A	D	A	D	B	B	C	A	B	E	C	C	C	D	B	E	D	A	C	D
014	K	C	K	A	K	K	K	K	B	A	C	K	B	K	K	K	B	K	K	B	D	K	K	A	K	K	K	B	K	K	K	K	K	E	K	C	B	K	K	K
015	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	K	K	K	K	K	K	K	K	E	A	K	K	C	E	K	K	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K
016	D	C	C	D	B	D	B	A	A	C	B	D	B	D	C	D	C	D	C	B	A	D	A	C	D	B	E	B	C	D	C	A	D	D	D	C	C	E	A	E
017	B	K	K	B	C	K	K	A	B	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
018	K	K	D	K	E	K	K	A	A	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	C	K	K	C	K	K	B	K	K
019	K	C	K	A	K	K	K	K	B	A	C	C	B	B	D	K	B	K	K	B	D	B	K	K	K	K	C	B	A	K	K	K	K	K	K	C	B	K	K	K
020	E	C	A	E	C	E	A	A	A	C	C	D	D	D	D	D	A	E	B	B	A	B	B	A	A	B	B	C	C	E	D	C	C	B	C	B	B	B	B	A

 ISBN 978-602-61009-2-4

021	K	C	K	A	K	D	K	B	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	D	K	K	K	A	K	K	K	K	K	K	C	K	K	K	A		A	K	K
022	K	A	C	A	B	K	K	C	C	A	C	K	K	K	D	E	C	B	B	A	D	A	K	D	C	K	C	B	A	C	B	B	K	C	K	A	B	K	A	D
023	E	C	E	A	B	B	C	B	B	A	C	D	B	B	D	C	B	C	C	B	D	B	C	A	A	D	B	B	A	E	D	C	B	K	K	K	K	K	K	K
024	K	C	K	A	B	K	K	D	B	D	C	B	K	K	K	K	B	K	A	B	D	D	K	K	K	K	K	B	A	K	K	B	K	K	K	A	B	K	K	K
025	C	D	B	K	E	A	C	D	A	E	C	B	D	A	C	D	C	E	B	A	A	B	B	E	C	B	D	B	E	A	D	B	C	A	E	C	D	B	E	A
026	K	K	D	A	A	K	K	B	B	K	C	A	K	E	K	K	K	K	K	B	D	A	K	D	A	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	K	K	E	B	K
027	B	A	K	C	A	K	K	D	B	K	C	K	K	B	D	K	C	K	K	K	D	A	K	K	A	D	K	K	K	K	K	D	C	D	E	K	E	C	B	A
028	K	K	K	B	K	K	K	K	B	K	K	K	K	B	K	D	B	A	K	K	D	K	K	D	D	K	K	K	K	K	K	C	K	K	A	K	K	K	B	C
029	K	C	K	A	B	K	K	A	B	A	C	A	B	B	K	D	B	B	K	B	D	D	K	K	K	K	K	B	A	A	K	K	K	E	C	K	B	K	A	K
030	B	K	C	A	B	B	C	D	B	A	C	A	B	B	D	K	B	C	D	B	D	B	A	D	A	K	C	B	B	A	K	K	K	K	K	A	B	K	K	K
031	B	K	K	A	K	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	B	K	K	D	C	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
032	C	B	E	E	D	D	C	B	E	B	K	D	E	E	D	K	K	B	K	K	A	B	E	D	A	C	B	C	E	E	K	A	D	A	A	C	B	A	D	D
033	B	C	E	D	A	D	C	B	B	B	C	D	K	K	K	E	A	C	A	K	E	D	K	C	A	K	K	C	K	K	K	K	K	K	K	K	K	E	C	A
034	K	K	C	E	B	K	E	E	B	A	K	B	K	B	K	K	C	K	K	K	D	K	K	E	D	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
035	B	E	C	E	B	D	D	C	B	A	E	A	C	A	C	B	B	D	E	C	B	B	E	D	D	A	D	C	C	D	A	A	E	D	D	A	E	B	D	D
036	K	K	K	A	B	K	K	C	B	D	C	A	B	K	D	K	B	B	D	B	D	D	A	D	A	E	K	B	A	K	C	B	D	E	K	K	B	K	B	K
037	K	K	K	A	A	K	K	K	A	K	K	K	K	K	D	K	B	K	K	K	A	A	K	K	K	D	K	K	K	K	K	K	K	K	B	A	K	D	K	C
038	K	K	C	K	K	K	K	A	A	K	K	K	K	K	K	K	B	K	K	K	A	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
039	K	K	K	K	C	K	C	E	K	K	C	K	K	B	K	K	K	K	K	K	E	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	A	K	K	K	K
040	K	K	K	A	K	K	K	K	K	E	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	D	K	K	K	K	K	C	K	K	K	K	C	K	K	K	A	K	K	A	K
041	K	C	K	A	B	K	K	C	B	A	C	K	B	B	K	K	B	K	K	K	D	A	K	K	A	K	C	B	A	A	K	A	K	K	K	K	B	C	K	K
042	K	K	K	K	E	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	B	D	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
043	K	K	K	K	A	K	K	K	K	K	K	K	K	B	K	K	K	K	K	K	D	K	K	K	A	K	K	K	A	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
044	D	C	C	A	B	K	C	K	B	A	C	K	B	B	K	K	B	K	C	B	D	D	K	D	E	E	K	B	A	K	C	K	K	E	K	C	B	K	A	K

Tabel 2. Data Pekerjaan Peserta LSM XXVI

Dari data tersebut, selanjutnya peneliti menganalisis data tersebut dengan mencari daya beda dan indeks kesulitan. Berikut hasil analisis hasil pekerjaan peserta LSM XXVI.

A. Geometri

Soal babak penyisihan LSM tingkat SMP ini memuat materi geometri sebanyak pada nomor 3,7,9,16,20,24,28,31,36, dan 39. Dari hasil analisis menggunakan software, didapatkan bahwa rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi geometri yaitu sebesar 0.232. Hal ini menunjukkan bahwa pada materi geometri, soal termasuk ke dalam kategori sukar. Di sisi lainnya, analisis pada daya pembeda materi geometri menghasilkan nilai rata-rata 0.345. Hal ini menunjukkan bahwa soal materi geometri bias dikatakan baik.

 ISBN 978-602-61009-2-4

B. Aljabar

Soal babak penyisihan LSM tingkat SMP ini memuat materi aljabar sebanyak 10 soal yaitu nomor 1,6,10,13,19,23,26,29,34, dan 37. Dari hasil analisis menggunakan software, didapatkan bahwa rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi aljabar yaitu sebesar 0.159. Hal ini menunjukkan bahwa soal materi aljabar dikategorikan sukar. Di sisi lainnya, analisis pada daya pembeda materi aljabar menghasilkan nilai rata-rata 0.577. Hal ini menunjukkan bahwa soal ini dikatakan baik.

C. Bilangan

Soal babak penyisihan LSM tingkat SMP ini memuat materi bilangan sebanyak 10 soal yaitu 2,5,11,14,17,22,27,30,33, dan 38. Dari hasil analisis menggunakan software, didapatkan bahwa rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi bilangan yaitu sebesar 0.22. Hal ini menunjukkan bahwa soal materi bilangan dikategorikan sukar. Di sisi lainnya, analisis pada daya pembeda materi bilangan menghasilkan nilai rata-rata 0.542. Hal ini menunjukkan bahwa soal ini dikatakan baik.

D. Kombinatorika

Soal babak penyisihan LSM tingkat SMP ini memuat materi kombinatorika sebanyak 10 soal yaitu nomor 4,8,12,15,18,21,25,32,35, dan 40. Dari hasil analisis menggunakan software, didapatkan bahwa rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi kombinatorika yaitu sebesar 0.177. Hal ini menunjukkan bahwa soal materi kombinatorika dikategorikan sukar. Analisis pada daya pembeda materi kombinatorika menghasilkan nilai rata-rata 0.254. Hal ini menunjukkan bahwa soal ini dikatakan baik.

Berdasarkan analisis tersebut, didapatkan bahwa sebagian besar soal LSM XXVI SMP masuk dalam kategori soal sukar, baik dari materi geometri, aljabar, bilangan maupun kombinatorika. Dari hasil analisis menggunakan software, didapatkan bahwa rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi geometri yaitu sebesar 0.232, sedangkan rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi aljabar yaitu sebesar 0.159. Selain itu, rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi bilangan yaitu sebesar 0.22, serta rata-rata dari tingkat kesulitan pada materi kombinatorika yaitu sebesar 0.177. Apabila dibandingkan, maka dapat kita katakan bahwa materi yang masih belum dikuasai oleh siswa adalah materi aljabar. Hal ini dikarenakan dari hasil tersebut, aljabar masih menjadi materi tersulit di antara yang lainnya.

Selain itu juga soal LSM XXVI dapat dikategorikan soal yang baik untuk menguji para peserta. Hal ini ditunjukkan dari hasil daya pembeda yang masih dapat dikatakan baik.

 ISBN 978-602-61009-2-4

Simpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian tersebut, disimpulkan bahwa sebagian besar soal LSM XXVI SMP masuk dalam kategori soal sukar, baik dari materi geometri, aljabar, bilangan maupun kombinatorika. Dari keempat materi tersebut, materi yang masih dianggap sulit oleh siswa adalah materi aljabar. Selain itu juga soal LSM XXVI dapat dikategorikan soal yang baik untuk menguji para peserta.

Daftar Pustaka

[1] Conklin, W. (2012). Higher-order thinking skills to develop 21st century learners. Huntington Beach: Shell Educational Publishing, Inc.
[2] Ina, V. S. (2012). TIMSS 2011 International Result in Mathematics. New York.
[3] Resi, B. B. F. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Belajar Siswa Terhadap Mata Pelajaran Matematika Kelas IX-B SMPS Dharma Nusa Flores Timur Tahun Ajaran 2016/2017. Universitas Sanata Dharma.