

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

A R T I K E L

Prospek Usaha Warnet sebagai Penyedia Utama
Layanan Internet menurut Kepuasan Pengguna

DEFRY ARIYANTO
dan AGUNG PRIYO UTOMO

Tekanan Nilai Tukar Rupiah terhadap USD dan
Implikasinya terhadap Kebijakan Moneter, Periode 1989-2007

LISA GUSMANITA
dan BUDIASIH

Estimasi Parameter Responden pada Model Logistik
Tiga Parameter (ML3P) melalui Metoda Maksimum
Likelihood dan Metoda Newton-Raphson

AGUS PURWOTO

Analisis Efisiensi Teknis dan Pendapatan Usaha Tani
Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas
Kotamadya Depok

ZUHAIFAH
dan RETNANINGSIH

Model Regresi dengan Loncatan

TIMBANG SIRAIT
dan SATWIKO DARMESTO



JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Journal of Statistical Application & Statistical Computing

No Publikasi / *Publication Number*: 02700.1002

Katalog BPS / *BPS Catalogue*: 1202031

No ISSN / *ISSN Number*: 2086-4132

Ukuran Buku / *Book Size*: 21,59 x 27,94 cm

Jumlah Halaman / *Number of Pages*: 97 + vii

Diterbitkan oleh / *Published by*:

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik

STIS-Statistics Institute

Boleh dikutip dengan menyebut sumbernya

May be cited with reference to the source

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Pelindung : Dr. Suryamin, M.Sc

Penanggung Jawab : Dr. Budiasih

Pemimpin Umum Redaksi: Choiril Maksum, Ph.D

Dewan Editor : Muchlis Husin, SE, MA
Dr. Dedi Walujadi
Dr. Said Mirza Pahlevi
Dr. M. Dhoki

Tim Layout Jurnal : Ir. Jeffry R. H. Sitorus, M.Si

JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK

Prospek Usaha Warnet sebagai Penyedia Utama Layanan Internet menurut Kepuasan Pengguna (Studi Kasus di Kecamatan Jatinegara Jakarta Timur) DEFRY ARIYANTO dan AGUNG PRIYO UTOMO	1-20
Tekanan Nilai Tukar Rupiah terhadap USD dan Implikasinya terhadap Kebijakan Moneter, Periode 1989-2007 LISA GUSMANITA dan BUDIASIH	21-33
Estimasi Parameter Responden pada Model Logistik Tiga Parameter (ML3P) melalui Metoda Maksimum Likelihood dan Metoda Newton-Raphson AGUS PURWOTO	34-45
Analisis Efisiensi Teknis dan Pendapatan Usaha Tani Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok ZUHAIFAH dan RETNANINGSIH	46-74
Model Regresi dengan Loncatan (Studi Kasus pada Data Harga Minyak Goreng di Propinsi Bali) TIMBANG SIRAIT dan SATWIKO DARMESTO	75-97

PENGANTAR REDAKSI

Puji dan syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya JURNAL APLIKASI STATISTIKA & KOMPUTASI STATISTIK Sekolah Tinggi Ilmu Statistik telah diterbitkan. Dalam penerbitan kedua ini ada lima tulisan yang dibuat oleh pegawai BPS Daerah dan STIS.

Tulisan pertama, Prospek Usaha Warnet Sebagai Penyedia Utama Layanan Internet menurut Kepuasan Pengguna (Studi Kasus di Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur) oleh Defry Ariyanto dan Agung Priyo Utomo; tulisan kedua, Tekanan Nilai Tukar Rupiah terhadap USD dan Implikasinya terhadap Kebijakan Moneter, Periode 1989-2007 oleh Lisa Gusmanita dan Budiasih; tulisan ketiga, Estimasi Parameter Responden pada Model Logistik Tiga Parameter (ML3P) melalui Metoda Maksimum Likelihood dan Metoda Newton-Raphson oleh Agus Purwoto; tulisan keempat, Analisis Efisiensi Teknis dan Pendapatan Usaha Tani Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok oleh Zuhafah dan Retnaningsih; dan tulisan kelima, Model Regresi dengan Loncatan (Studi Kasus pada Data Harga Minyak Goreng di Propinsi Bali) oleh Timbang Sirait dan Satwiko Darmesto.

Tim Redaksi mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan yang telah berpartisipasi memberikan hasil penelitian ilmiah dalam jurnal ini, serta kepada rekan-rekan dosen dan rekan lainnya diharapkan untuk mengirimkan karya-karya ilmiahnya sebagai bahan untuk tulisan di penerbitan jurnal selanjutnya.

Jakarta, Desember 2009

Budiasih

**PROSPEK USAHA WARNET SEBAGAI PENYEDIA UTAMA LAYANAN
INTERNET MENURUT KEPUASAN PENGGUNA
(STUDI KASUS DI KECAMATAN JATINEGARA, JAKARTA TIMUR)**

Oleh:

Defry Ariyanto

Agung Priyo Utomo

Abstract

In 2007 out of 23 million internet users in Indonesia, about 8.4- 10 million or 40 percent are internet shop customers. The study examine internet shop customers satisfaction including factors affecting it. Multi stage sampling is employed to select 91 respondents in Jatinegara area. Descriptive analysis indicate that 74.7 percent of internet shop customers are satisfied with shop performance with satisfaction index 69.28 percent.

Logistic regression show that sex, marriage status and education influence satisfaction. Stepwise Mahalanobis indicate that tangible dimension discriminate internet shop visit. Five factors are recommended to increase customers satisfaction, i.e., shop interior, computer numbers, high speed access to internet, shop hours and free of technical problem.

Keywords : internet shop, customers satisfaction.

I. PENDAHULUAN

Warung internet (warnet) dan warung telekomunikasi (wartel) merupakan usaha jasa yang menuntut layanan prima kepada konsumen. Di tengah masyarakat yang semakin peduli akan kualitas, layanan prima menjadi salah satu kunci dalam keberhasilan suatu usaha, apalagi wartel dan warnet mempunyai banyak pesaing. Eksistensi keduanya tergantung dari jumlah penggunaannya, apabila jumlah pengguna banyak maka eksistensinya dalam dunia usaha akan tetap terjaga. Oleh karena itu, memiliki pengguna yang loyal merupakan suatu keharusan bagi suatu usaha.

Realita sekarang ini menunjukkan bahwa usaha wartel sudah tidak menjanjikan lagi bagi pemiliknya karena penggunaannya tidak lagi menjadikan wartel sebagai tempat utama dalam menggunakan jasa telekomunikasi, hal ini berdasarkan data P.T. Telkom Tbk mengenai perkembangan sambungan jumlah telepon wartel dan perkembangan penggunaan pulsa wartel dari tahun 2002-2007 yang menunjukkan kecenderungan menurun dari tahun ke tahun. Usaha wartel yang tidak relevan lagi dengan kondisi sekarang ini, diperkuat juga dengan data BPS

dimana diketahui bahwa 71 persen usaha wartel yang berada di Provinsi Jakarta mengalami keadaan yang lebih buruk dari tahun sebelumnya. Ternyata hal ini tidak hanya terjadi di Jakarta akan tetapi juga terjadi pada daerah-daerah yang berada di luar Jakarta.

Lain halnya mengenai perkembangan usaha warnet. Berdasarkan data APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia), usaha warnet dapat dikatakan masih menjanjikan untuk dijadikan sebagai usaha yang menguntungkan di masa sekarang ini karena jumlah pengguna internet dari tahun ke tahun mengalami kecenderungan meningkat dan mempunyai prospek yang bagus dimasa yang akan datang. Dari total 25 juta pengguna internet di Indonesia, 40 persen datang dari pelanggan warnet atau sekitar 8,4 juta sampai 10 juta orang yang menjadi pengguna warnet hingga tahun 2007. Angka tersebut sangat kecil sekali jika dibandingkan dengan total penduduk Indonesia yaitu sekitar 200 juta jiwa, padahal kontribusi warnet dalam menyediakan layanan jasa internet cukup besar. Warnet akan menjadi usaha yang memiliki prospek bagus jika menjaga kualitas yang dimilikinya dan berusaha meningkatkan kualitas yang ada agar penggunanya mendapatkan kepuasan yang tinggi sehingga pada akhirnya menjadi pengguna yang loyal.

Oleh karena itu, pentingnya sebuah penelitian yang digunakan untuk mengetahui apa yang harus dilakukan oleh warnet agar tidak bernasib sama dengan usaha wartel yang telah tergantikan fungsinya oleh pesaingnya yaitu penggunaan *handphone* yang menyediakan fasilitas sama dengan biaya yang lebih murah dan kelebihan lainnya seperti lebih efektif, efisien dan fleksibel. Prospek usaha warnet dapat dilihat dari berbagai sisi, yaitu pengguna, keterlibatan pemerintah, ISP (*internet service provider*) atau penyedia layanan internet (operator), pemilik usaha warnet dan juga persepsi masyarakat umum terhadap keberadaan warnet.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran umum karakteristik pengguna layanan jasa internet di warung internet (warnet), mengetahui tingkat kepuasan pengguna jasa internet di warung internet (warnet) secara keseluruhan, mengetahui hal-hal yang harus diperbaiki oleh warnet agar kepuasan pengguna warnet tercapai, mengetahui variabel-variabel yang memengaruhi kepuasan pengguna layanan jasa di warung internet (warnet), dan mengetahui variabel-variabel yang memengaruhi frekuensi kunjungan seseorang ke warung internet (warnet).

II. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Kualitas Pelayanan

Kualitas pelayanan dapat dilihat dari beberapa dimensi, namun secara umum menunjukkan bahwa kualitas pelayanan didefinisikan sebagai totalitas dari bentuk atau karakteristik produk atau pelayanan yang dapat memuaskan pelanggan atau memenuhi kebutuhan penggunanya (Hinton, 1993, hal. 63). Sedangkan menurut Le Boeuf (1992, hal. 50), kualitas pelayanan merupakan kemampuan suatu pelayanan yang diberikan dalam memenuhi keinginan penerima layanan tersebut.

Kualitas pelayanan ditinjau dari aspek kesenjangan (*gap analysis*) yang dikemukakan oleh Berry, Parasuraman dan Zeithaml (1990, hal. 19), yang mendefinisikan kualitas pelayanan sebagai tingkat ketidaksesuaian antara harapan atau keinginan konsumen dengan tingkat persepsi mereka. Konsep ini lebih dikenal dengan istilah *Servqual* yang intinya sebagai berikut:

“service quality can be defined as extent of discrepancy between customer expectation or desire and their perception”.

Terdapat sepuluh dimensi, yakni *tangible, reliability, responsiveness, competence, courtesy, credibility, security, acces, communication and understanding the costumer*. Namun konsep tersebut disederhanakan menjadi lima dimensi yakni *tangible, reliability, responsiveness, assurance and empathy*. Kelima dimensi tersebut adalah:

1. *Tangible* : meliputi sarana dan fasilitas fisik dan tampilan pegawai.
2. *Reliability* : kemampuan menyediakan pelayanan yang handal dan akurat sesuai yang dijanjikan.
3. *Responsiveness* : kemauan untuk membantu pengguna dan menyediakan pelayanan yang cepat.
4. *Assurance* : pengetahuan dan kesopanan pegawai dan kemampuan menyampaikan kepercayaan dan keyakinan.
5. *Empathy* : tingkat perhatian yang diberikan pegawai secara individu kepada pengguna.

2.2 Kepuasan Pelanggan

Konsep kepuasan pelanggan tidak terlepas dari konteks kualitas layanan, keduanya merupakan satu rangkaian aktivitas yang berkesinambungan. Kualitas layanan merupakan

proses, sedangkan kepuasan merupakan hasil dari proses tersebut. Sebagai suatu proses, pelayanan akan melalui beberapa tahapan mulai dari proses produksi sampai pada proses konsumsi.

Engel et al. (1990, hal. 37) mengatakan bahwa kepuasan pelanggan merupakan evaluasi purna beli dimana alternatif yang dipilih sekurang-kurangnya sama atau melampaui harapan pelanggan. Kotler et al. (1996, hal. 19) mengatakan bahwa kepuasan pelanggan adalah tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja (hasil) yang ia rasakan dibanding dengan harapannya.

Menurut Shet et al. (1999) Perasaan tidak puas, puas atau sangat puas ini akan memengaruhi pelanggan tersebut, selanjutnya pelanggan tersebut akan membeli produk itu lagi atau tidak membeli dan menyampaikan secara positif atau negatif tentang produk tersebut kepada orang lain. Jika pelanggan merasa puas, ia akan menunjukkan probabilitas yang lebih tinggi untuk membeli produk itu lagi. Pelanggan yang puas juga cenderung akan menyampaikan hal-hal yang baik mengenai suatu merek kepada orang lain dan memutuskan untuk membeli kembali merek yang sama atau berbelanja di toko yang sama di waktu yang akan datang (Fandi Tjiptono dan Dadi Adriana, 2008, hal. 106).

2.3 Loyalitas Pelanggan

Oliver (1996, hal. 392) mengungkapkan definisi loyalitas pelanggan sebagai komitmen pelanggan bertahan secara mendalam untuk berlangganan kembali atau melakukan pembelian ulang produk/jasa terpilih secara konsisten di masa yang akan datang, meskipun pengaruh situasi dan usaha-usaha pemasaran mempunyai potensi untuk menyebabkan perubahan perilaku. Menurut Griffin (2002, hal. 4) loyalitas lebih mengacu pada wujud perilaku dari unit-unit pengambilan keputusan untuk melakukan pembelian secara terus menerus terhadap barang/jasa suatu perusahaan yang dipilih.

Dalam kondisi pasar dengan tingkat persaingan yang sangat tinggi, loyalitas pelanggan merupakan elemen yang penting bagi suatu perusahaan. Agar suatu perusahaan dapat bertahan dalam persaingan dan keluar sebagai pemenangnya, dibutuhkan pelanggan/konsumen yang memiliki loyalitas yang tinggi.

David A. Aaker (1991) mengungkapkan suatu produk untuk dapat bertahan di pasar yang kompetitif tidak bisa dilepaskan tanpa merek (*brand*). Bagi sebuah produk, memiliki suatu ekuitas merek (*brand equity*) menjadi tolak ukur yang harus diperhatikan oleh setiap

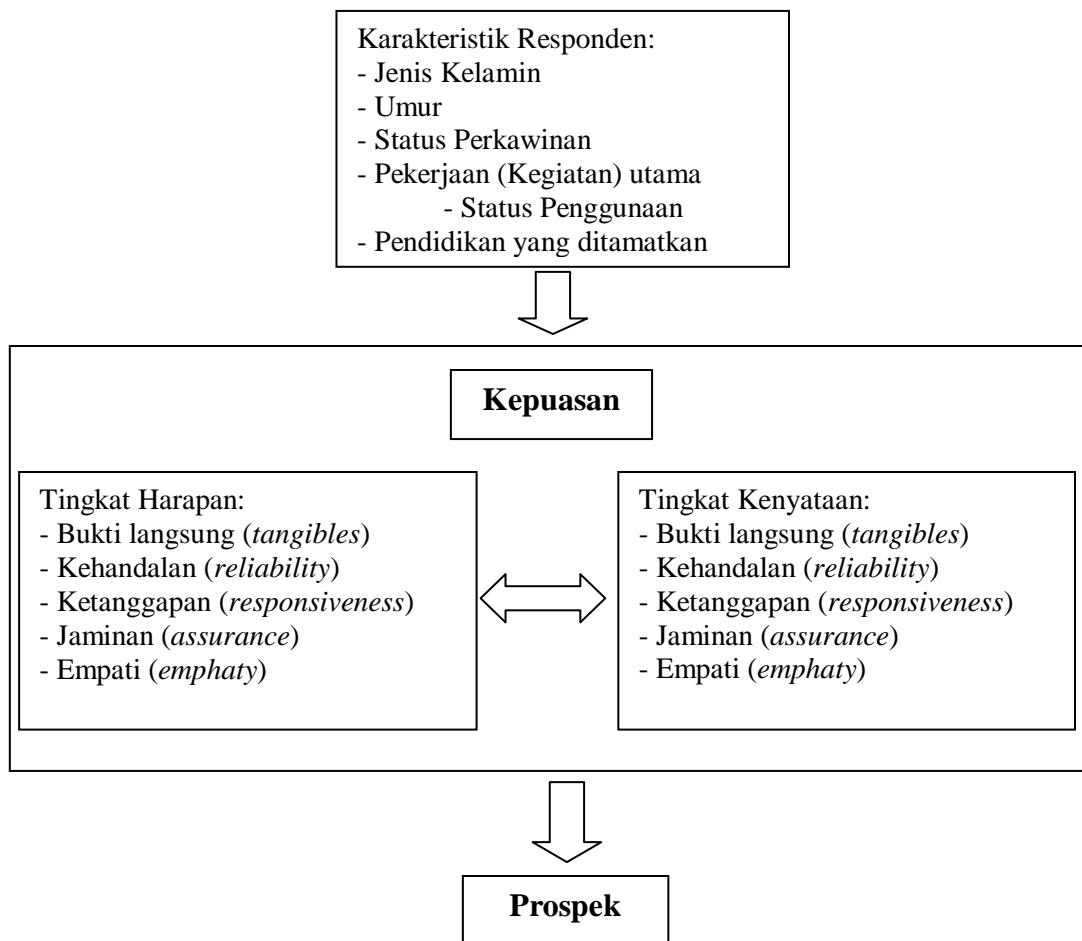
perusahaan. Tingkat tertinggi dari ekuitas merek adalah kesetiaan terhadap merek (*brand loyalty*).

Menurut Lupiyoadi (2001, hal. 161) konsumen yang loyal akan menunjukkan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. *Repeat* : Apabila konsumen membutuhkan produk atau jasa akan membeli produk tersebut pada perusahaan tersebut.
- b. *Retention* : Konsumen tidak terpengaruh kepada pelayanan yang ditawarkan oleh pihak lain
- c. *Refferal* : Jika produk atau jasa baik, konsumen akan mempromosikan kepada orang lain, dan jika buruk konsumen diam dan memberitahukannya pada pihak perusahaan.

2.4 Kerangka Pikir

Alur pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui gambar berikut ini:



Gambar 1. Kerangka Pikir

2.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh dari variabel jenis kelamin, umur, status perkawinan, pekerjaan (kegiatan) utama, status penggunaan layanan internet selain warnet, dan pendidikan terakhir yang ditamatkan terhadap kepuasan pengguna jasa warnet terhadap kualitas pelayanan yang diberikan.
2. Terdapat pengaruh dari variabel kepuasan pengguna (dimensi fisik, kehandalan, ketanggapan, jaminan, dan empati) terhadap frekuensi kunjungan pengguna internet di warnet.

III. METODOLOGI

3.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh melalui survei langsung ke lapangan, reesponden yang menjadi unit observasi dalam penelitian ini adalah pengguna warnet, dengan populasi yaitu seluruh pengguna warnet yang berada di Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur Tahun 2009.

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini penarikan sampel yang dilakukan tidak dapat langsung kepada responden karena tidak tersedianya daftar/frame sampel dari populasi tersebut. Oleh karena itu, salah satu cara yang efektif dalam pengambilan sampelnya adalah menggunakan metode sampling bertahap.

Unit terkecil dalam penelitian ini adalah pengguna warnet di warnet terpilih. Jumlah seluruh pengguna yang mengunjungi warnet tidak dapat diketahui karena jumlah populasinya tak terbatas. Karena jumlah elemen populasi tidak dapat diketahui, maka penentuan jumlah sampel minimum dalam penelitian ini menggunakan rumus *Walpole* dkk (1998):

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2}{4e^2} \quad (1)$$

Keterangan : n = jumlah sampel minimum

$Z_{\alpha/2}^2$ = nilai Z yang diambil dari tabel distribusi normal dengan α sebesar 10 persen.

e = besarnya galat/error yang dikehendaki (presisi), yaitu

sebesar 9 persen

Berdasarkan rumus diatas, jumlah sampel minimum adalah sekitar 84 responden. Dalam penelitian ini menggunakan metode sampling tiga tahap (*three stages sampling*).

Tahap pertama adalah memilih dua kelurahan dari delapan kelurahan yang ada di Kecamatan Jatinegara, yaitu kelurahan Bidara Cina dan Cipinang Cempedak, dimana pemilihan kelurahan tersebut dengan acak melalui undian. Pemilihan secara digunakn karena peneliti tidak mempunyai dan kesulitan mendapatkan informasi tambahan yang berkaitan dengan warnet.

Tahap kedua adalah memilih warnet yang berada di kelurahan terpilih, karena tidak adanya daftar/*frame* warnet yang sedang beroperasi maka terlebih dahulu peneliti melisting warnet-warnet yang beroperasi di kedua kelurahan terpilih dan didapatkan sebanyak 28 warnet yang sedang beroperasi. Kemudian dari 28 warnet tersebut diambil 10 persen yaitu kira-kira 5 warnet dengan cara sistematik berdasarkan jumlah komputernya, pada tahap kedua memilih sampel dengan menggunakan *pps-systematic* karena informasi tambahan yang dibutuhkan bisa didapatkan pada saat listing warnet yang beroperasi.

Selanjutnya tahap ketiga adalah memilih responden secara sistematik berdasarkan urutan kedatangan responden ke warnet dalam hal ini adalah pengguna warnet sebanyak 20 pengguna untuk masing-masing warnet terpilih sehingga total seluruh responden terpilih adalah 100 pengguna warnet, pada tahap ketiga ini dipilih menggunakan *systematic* karena jumlah pengguna yang tak terbatas sehingga tidak mungkin mendapatkan daftar pengguna warnet.

3.3 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Analisis deskriptif kuantitatif yaitu indeks kepuasan konsumen (*customer satisfaction index*), analisis kesenjangan (*gap*), dan analisis tingkat harapan-kinerja. Analisis ini digunakan untuk mengetahui dan mengukur tingkat kepuasan pengunjung terhadap kinerja warnet.
- Analisis regresi logistik, ini digunakan karena variabel tak bebasnya merupakan data kategorik dan fungsinya untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi kepuasan pengunjung terhadap kinerja warnet.

- Analisis diskriminan, yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang signifikan membedakan frekuensi kunjungan seseorang ke warnet. Analisis ini digunakan karena variabel tak bebasnya kategorik dan variabel bebasnya memenuhi asumsi tertentu.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini berjumlah 91 orang yang terdiri dari karakteristik laki-laki (53 persen) dan perempuan (47 persen), umur ≤ 22 tahun (79 persen) dan > 22 tahun (21 persen), pernah kawin (10 persen) dan belum pernah kawin (90 persen), pekerjaan (kegiatan) utama sebagai pelajar/mahasiswa (57 persen) dan lainnya (43 persen), pernah menggunakan jenis layanan internet selain warnet (73 persen) dan belum pernah menggunakannya (27 persen), pendidikan yang ditamatkan \leq SMP (36,3 persen) dan $>$ SMP (63,7 persen).

Proporsi pengunjung warnet menyatakan puas terhadap kinerja warnet sebesar 75 persen sedangkan yang menyatakan tidak puas sebesar 25 persen. Hal ini menunjukkan bahwa warnet masih memiliki prospek yang bagus untuk tetap dijadikan sebagai usaha jasa internet.

4.2 Indeks Kepuasan Pengguna Terhadap Kinerja Warnet

Dari penghitungan diperoleh indeks kepuasan secara keseluruhan sebesar 69,28 persen yang berarti tingkat kepuasan pengguna warnet terhadap kinerjanya berada pada level memuaskan. Hal ini mengindikasikan bahwa usaha warnet memiliki prospek yang bagus karena penggunaannya memiliki tingkat kepuasan yang tinggi. Dengan catatan jika warnet tetap menjaga kualitasnya seperti sekarang ini yaitu lebih unggul dari jasa layanan internet lainnya pada kualitas harga/biaya yang lebih murah, dan memiliki kualitas yang hampir sama pada jenis layanan yang disediakan dan kecepatan akses internet.

4.3 Nilai Kesenjangan Antara Harapan dan Kenyataan yang Dirasakan oleh Pengguna Warnet Terhadap Kualitas Pelayanan yang Disediakan Warnet

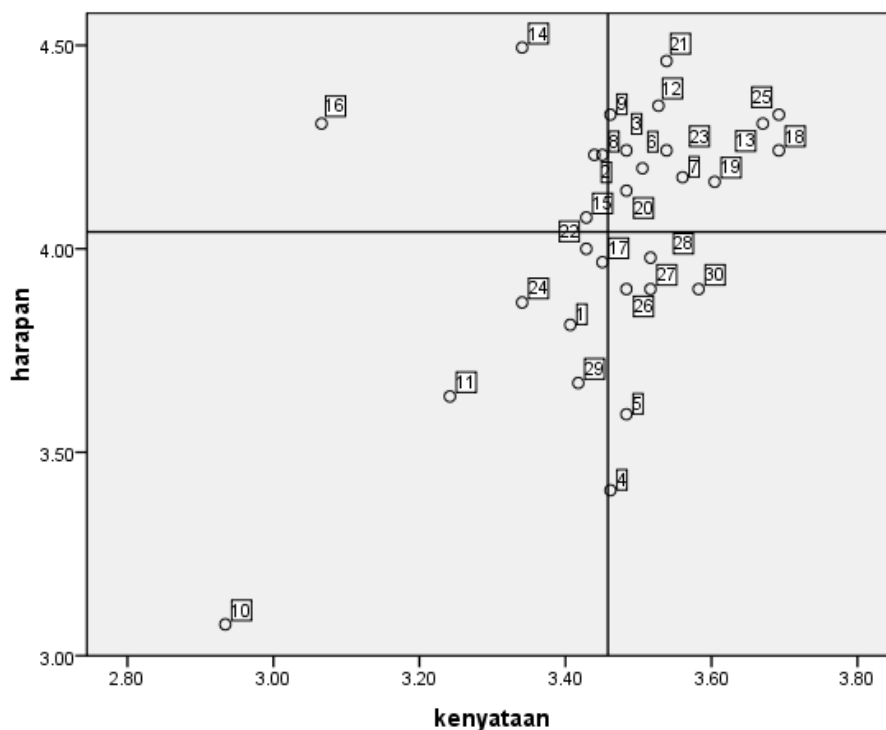
Analisis kesenjangan dapat menunjukkan seberapa jauh jarak antara kinerja warnet yang diharapkan pengguna dengan kenyataan kinerja warnet yang dirasakan pengguna.

Berdasarkan hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa kesenjangan antara harapan dan kenyataan yang ada pada setiap atribut kinerja warnet seluruhnya bernilai positif kecuali pada atribut 4 pada aspek fisik. Hal itu berarti bahwa harapan pengguna terhadap kinerja warnet masih lebih tinggi daripada kenyataan yang dirasakan atau dengan kata lain kenyataan yang dirasakan pengguna masih dibawah harapannya. Semakin besar kesenjangan yang terjadi antara harapan dan kenyataan menunjukkan semakin buruknya kinerja warnet, sebaliknya semakin kecil kesenjangan berarti semakin baiklah kinerja warnet tersebut.

Berdasarkan hasil pengolahan, sebagian besar atribut kinerja warnet berada pada kategori “Cukup”, tetapi secara mayoritas nilai kesenjangan pada semua atribut berada pada kategori rendah yaitu nilainya di bawah satu, kecuali pada atribut 14 “Warnet memiliki akses/koneksi internet yang cepat” dan atribut 16 “Tidak pernah ada masalah teknis selama berinternet di warnet”. Atribut 14 dan atribut 16 ini memiliki nilai kesenjangan yang paling tinggi dibandingkan atribut-atribut yang lainnya dan jika diperhatikan secara lebih jauh melalui nilai rata-rata tingkat harapan (tingkat kepentingan) terlihat bahwa atribut ini juga memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan atribut-atribut yang lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja warnet yaitu memiliki akses/koneksi yang cepat dan tidak pernah ada masalah teknis dianggap pengguna paling penting dibandingkan atribut lainnya dan semestinya harus menjadi prioritas utama bagi warnet karena pada kenyataannya kinerja warnet tersebut dianggap pengguna paling tidak memuaskan dibandingkan atribut lainnya.

4.4 Atribut-Atribut yang Menjadi Prioritas untuk Diperbaiki Warnet Berdasarkan Nilai Tingkat Harapan dan Kenyataannya

Berdasarkan analisis tingkat harapan dan kinerja dengan menggunakan diagram kartesius, dapat ditunjukkan hubungan antara tingkat harapan (kepentingan) dan tingkat kenyataan (kepuasan) dengan memperhatikan letak masing-masing atribut kualitas pelayanan di dalam diagram kartesius tersebut. Diagram kartesius yang akan digunakan dalam analisis ini terbagi menjadi empat kuadran yang mempunyai arti tersendiri sehingga dapat terlihat atribut-atribut mana saja yang harus menjadi prioritas untuk diperbaiki kinerjanya oleh warnet.



Gambar 2. Diagram Kartesius Atribut Kinerja Warnet Berdasarkan Tingkat Harapan dan Tingkat Kenyataannya

Pada gambar 2 di atas terlihat bahwa atribut-atribut kinerja warnet tersebar ke dalam empat kuadran yang ada pada diagram kartesius tersebut mulai dari kuadran I (bagian kiri atas), kuadran II (bagian kanan atas), kuadran III (bagian kiri bawah), dan kuadran IV (bagian kanan bawah). Interpretasi keseluruhan dari diagram kartesius di atas adalah sebagai berikut:

➤ **Kuadran I (Prioritas Utama)**

Menunjukkan atribut-atribut yang dianggap sangat penting oleh responden (pengguna warnet), namun warnet belum melaksanakannya sesuai keinginan pengguna (kurang memuaskan). Atribut yang ada di Kuadran I ini harus menjadi prioritas utama warnet untuk diperbaiki dan ditingkatkan kinerjanya sehingga dapat memuaskan pengguna warnet. Atribut yang termasuk kuadran ini antara lain:

- Atribut 2 = Penataan ruang/interior warnet dan rapi
- Atribut 8 = Warnet memiliki kapasitas jumlah komputer yang memadai untuk konsumen

- Atribut 14 = Warnet memiliki akses/koneksi internet yang cepat
- Atribut 15 = Kejelasan dan ketepatan jam buka tutup warnet
- Atribut 16 = Tidak pernah ada masalah teknis selama berinternet di warnet

➤ **Kuadran II (Pertahankan Prestasi)**

Menunjukkan atribut-atribut yang dianggap sangat penting oleh responden (pengguna warnet) dan telah dilaksanakan dengan cukup baik oleh warnet (cukup memuaskan). Atribut yang ada di Kuadran II harus terus dipertahankan oleh warnet ataupun diupayakan untuk terus ditingkatkan sehingga semakin memuaskan pengguna warnet. Atribut yang termasuk kuadran ini antara lain:

- Atribut 3 = Kebersihan ruang warnet selalu terjaga
- Atribut 6 = Kursi tempat duduk warnet nyaman
- Atribut 7 = Warnet memiliki sekat antar computer
- Atribut 9 = Ketersediaan toilet di warnet
- Atribut 12 = Warnet memiliki monitor komputer, mouse dan keyboard yang nyaman
- Atribut 13 = Ketersediaan layanan pendukung seperti *printing, scanning, burning, webcam, headphone*
- Atribut 18 = Segera merespon apabila ada konsumen yang mengeluh atau mengalami kesulitan
- Atribut 19 = Kesiapan dan kecepatan karyawan melayani konsumen
- Atribut 20 = Karyawan selalu sigap dan siap menghadapi dan menangani pertanyaan konsumen
- Atribut 21 = Karyawan warnet mampu menyelesaikan masalah Konsumen
- Atribut 23 = Keamanan barang (titipan atau dibawa) konsumen terjamin
- Atribut 25 = Fasilitas dan perlengkapan warnet aman bagi konsumen (komputer dan kabel-kabel tidak membahayakan dan tersusun rapi)

➤ **Kuadran III (Prioritas Rendah)**

Menunjukkan atribut-atribut yang dianggap kurang penting oleh pengguna warnet dibandingkan atribut lainnya dan pelaksanaannya oleh warnet juga dianggap biasa saja (kurang memuaskan). Atribut yang ada di kuadran ini menjadi prioritas rendah (tidak perlu terlalu diprioritaskan) oleh warnet untuk diperbaiki dan ditingkatkan. Atribut yang termasuk kuadran ini antara lain:

- Atribut 1 = Warnet memiliki bangunan yang luas dan kokoh, terlihat terang dari luar
- Atribut 10 = Seragam karyawan terdapat tanda pengenalan
- Atribut 11 = Warnet mempunyai areal parkir kendaraan yang luas
- Atribut 17 = Karyawan menyambut dan menyapa konsumen dengan Ramah
- Atribut 22 = Kemudahan bagi konsumen untuk menghubungi pihak warnet guna menyampaikan komentar, saran, kritik, pertanyaan dan keluhan
- Atribut 24 = Konsumen percaya kritik dan sarannya akan ditanggapi
- Atribut 29 = Warnet memberikan perhatian secara pribadi dengan mengenali serta menyebutkan nama konsumen yang sudah sering menggunakan jasa warnet

➤ **Kuadran IV (Berlebihan)**

Menunjukkan atribut-atribut yang dianggap kurang penting oleh pengguna warnet dibandingkan atribut lainnya, tetapi pelaksanaannya berlebihan oleh warnet. Atribut yang ada pada kuadran ini tidak perlu ditingkatkan dan diperbaiki lagi. Atribut yang termasuk kuadran ini antara lain:

- Atribut 4 = Ruang warnet terdengar musik dari kaset/mp3
- Atribut 5 = Tersedia snack & minuman yang dijual di warnet
- Atribut 26 = Karyawan warnet pada semua bagian memiliki keinginan untuk membantu memecahkan masalah konsumen secara sukarela
- Atribut 27 = Karyawan warnet melayani dengan senyum
- Atribut 28 = Karyawan warnet bersikap simpatik dan bersedia

mendengarkan keluhan-keluhan konsumen dengan sabar

Atribut 30 = Karyawan mengucapkan terimakasih kepada konsumen
yang telah selesai menggunakan jasa warnet

4.5 Variabel-Variabel yang Memengaruhi Kepuasan Pengguna Warnet Terhadap Kinerja warnet

Pertama akan dilakukan pengujian terhadap koefisien regresi logistik secara simultan yang digunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh variabel bebas terhadap variabel tidak bebas di dalam model secara bersama-sama (simultan). Hipotesis yang akan diuji yaitu:

H_0 : Tidak ada pengaruh variabel bebas (jenis kelamin, umur, status pekerjaan (kegiatan) utama, status perkawinan, status penggunaan layanan jasa internet lainnya, pendidikan terakhir yang ditamatkan) secara bersama-sama terhadap kepuasan pengguna warnet.

H_1 : Minimal ada satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap kepuasan pengguna warnet.

Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji G (*Likelihood Ratio Test*) yang nilainya dapat dilihat dari tabel *Omnibus Tests of Model Coefficients* pada output SPSS. Nilai statistik G yang diperoleh adalah sebesar 23,797 dengan signifikansi sebesar 0,000 yang ternyata lebih kecil dari nilai α yang digunakan yaitu 0,10 maka keputusannya adalah H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Minimal ada satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap kepuasan pengguna warnet terhadap kualitas pelayanan. Sehingga model regresi logistiknya dapat digunakan.

Selanjutnya, pengujian koefisien regresi logistik di dalam model selain dilakukan secara simultan juga akan dilakukan secara parsial dengan menggunakan uji *Wald*. Dengan uji ini akan dapat diketahui variabel bebas mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap kepuasan pengguna warnet. Adapun hipotesis yang akan diuji adalah:

H_0 : $\beta_j = 0$ (tidak ada pengaruh antara variabel bebas ke-j terhadap kepuasan pengguna warnet, untuk $j = 1, 2, \dots, 6$)

H_1 : $\beta_j \neq 0$ (ada pengaruh antara variabel bebas ke-j terhadap kepuasan pengguna warnet, untuk $j = 1, 2, \dots, 6$)

Berdasarkan hasil pengujian, ternyata dari enam variabel bebas yang dimasukkan ke dalam model, hanya ada empat variabel bebas yang signifikan pada $\alpha = 0,10$. Hasil

pengujiannya dapat dilihat dari output SPSS dan untuk lebih memudahkan maka rangkuman hasilnya akan disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Parsial Terhadap Model Regresi Logistik

Variabel	$\hat{\beta}_j$	S.E	Wald	df	Sig.	Exp($\hat{\beta}_j$)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Jenis Kelamin	1,551	0,681	5,182	1	0,023	4,715
Umur	2,171	0,775	7,851	1	0,005	8,763
Status Perkawinan	2,252	1,063	4,488	1	0,034	9,503
Pendidikan	2,156	0,844	6,527	1	0,011	8,634
Constant	-2,014	0,859	5,499	1	0,019	0,133

Hasil output SPSS pada bagian *Variabel in the Equation* untuk *step* terakhir (*step 3*) yang ditampilkan pada tabel di atas menunjukkan ada empat variabel bebas yang secara signifikan berpengaruh terhadap kepuasan pengguna warnet dalam menilai kualitas pelayanan yang disediakan warnet. Hasil uji *Wald* yang tertera pada tabel di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Jenis kelamin dengan nilai *Wald* sebesar 5,182 lebih besar dari $\chi^2_{(1; 0,10)}$ sebesar 2,71 atau nilai *p-value* sebesar 0,023 kurang dari 0,10 yang berarti hipotesis awal bahwa tidak ada pengaruh jenis kelamin terhadap kepuasan pengguna warnet (H_0) ditolak. Dapat disimpulkan bahwa variabel jenis kelamin berpengaruh secara signifikan terhadap kepuasan yang dirasakan oleh pengguna warnet dalam menilai kinerja warnet, sehingga variabel tersebut diperlukan dalam model.
2. Umur dengan nilai *Wald* sebesar 7,851 lebih besar dari $\chi^2_{(1; 0,10)}$ sebesar 2,71 atau nilai *p-value* sebesar 0,005 kurang dari 0,10 yang berarti hipotesis awal bahwa tidak ada pengaruh umur terhadap kepuasan pengguna warnet (H_0) ditolak. Dapat disimpulkan bahwa variabel umur berpengaruh secara signifikan terhadap kepuasan yang dirasakan oleh pengguna warnet dalam menilai kinerja warnet, sehingga variabel tersebut diperlukan dalam model.

3. Status perkawinan dengan nilai *Wald* sebesar 4,488 lebih besar dari $\chi^2_{(1; 0,10)}$ sebesar 2,71 atau nilai *p-value* sebesar 0,034 kurang dari 0,10 yang berarti hipotesis awal bahwa tidak ada pengaruh status perkawinan terhadap kepuasan pengguna warnet (H_0) ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel status perkawinan berpengaruh secara signifikan terhadap kepuasan yang dirasakan oleh pengguna warnet dalam menilai kinerja warnet, sehingga variabel tersebut diperlukan dalam model.
4. Pendidikan terakhir yang ditamatkan dengan nilai *Wald* sebesar 6,527 lebih besar dari $\chi^2_{(1; 0,10)}$ sebesar 2,71 atau nilai *p-value* sebesar 0,011 kurang dari 0,10 yang berarti hipotesis awal bahwa tidak ada pengaruh pendidikan terakhir yang ditamatkan terhadap kepuasan pengguna warnet (H_0) ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel pendidikan terakhir yang ditamatkan berpengaruh secara signifikan terhadap kepuasan yang dirasakan oleh pengguna warnet dalam menilai kinerja warnet, sehingga variabel tersebut diperlukan dalam model

Persamaan regresi logistik kepuasan pengguna warnet terhadap kepuasan yang dirasakan oleh pengguna warnet dalam menilai kinerja warnet dapat dibentuk berdasarkan nilai koefisien $\hat{\beta}$ dari masing-masing variabel yang masuk dalam model. Persamaan regresi logistik tersebut adalah sebagai berikut;

$$\hat{\pi}(D) = \frac{\exp(-2,014 + 1,551 D_1 + 2,171 D_2 + 2,252 D_4 + 2,156 D_6)}{1 + \exp(-2,014 + 1,551 D_1 + 2,171 D_2 + 2,252 D_4 + 2,156 D_6)}$$

Dengan persamaan transformasi logitnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{g}(x) = -2,014 + 1,551 D_1 + 2,171 D_2 + 2,252 D_4 + 2,156 D_6$$

- Keterangan:
- D_1 yaitu jenis kelamin
 - D_2 yaitu umur
 - D_4 yaitu status perkawinan
 - D_6 yaitu pendidikan terakhir yang ditamatkan

4.6 Kecenderungan Kepuasan Pengguna Terhadap Kinerja Warnet

Untuk melihat sejauh mana kecenderungan suatu kategori terhadap kategori lainnya yang menjadi kategori acuan dalam suatu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel

tidak bebasnya dapat dilihat melalui nilai *odds ratio*. Nilai *odds ratio* tersebut dapat dilihat dari nilai $\text{Exp}(\hat{\beta})$ pada output yang telah ditampilkan pada tabel 16 di atas. Berdasarkan nilai rasio kecenderungan (*odds ratio*) tersebut maka kecenderungan suatu kategori terhadap kategori lainnya pada setiap variabel bebas yang berpengaruh terhadap kepuasan pengguna dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Umur

Nilai *odds ratio* pada variabel umur sebesar 8,763, dengan asumsi variabel lainnya konstan, maka hal ini berarti bahwa pengguna yang berumur kurang dari atau sama dengan 22 tahun mempunyai kecenderungan untuk menyatakan puas adalah sebesar 8,763 kali dibandingkan pengguna yang berumur lebih dari 22 tahun. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa semakin tinggi umur seseorang maka tuntutan kepuasan semakin tinggi. Oleh karena itu, dalam mengambil kebijakan dalam memperbaiki kualitas pelayanan agar kepuasan pengguna tetap terjaga, semestinya warnet lebih memprioritaskan kebijakan yang memihak pengguna yang usianya di atas 22 tahun karena tuntutan kepuasannya lebih tinggi. Akan tetapi, warnet tetap harus memperhatikan kualitas pelayanan yang diinginkan oleh pengguna yang berumur kurang dari atau sama dengan 22 tahun karena mereka adalah pengguna utama atau mayoritas yang mengunjungi warnet dan menjadikannya sebagai tempat utama dalam menikmati layanan jasa internet.

2. Pendidikan Terakhir yang Ditamatkan

Nilai *odds ratio* pada variabel pendidikan terakhir yang ditamatkan sebesar 8,634, dengan asumsi variabel lainnya konstan, maka nilai *odds ratio* tersebut berarti bahwa pengguna yang memiliki pendidikan terakhir yang ditamatkan " \leq SMP" untuk menyatakan puas terhadap kinerja warnet sebesar 8,634 kali dibandingkan dengan pengguna yang memiliki pendidikan terakhir yang ditamatkan " $>$ SMP".

3. Jenis kelamin

Nilai *odds ratio* pada variabel jenis kelamin sebesar 4,715, dengan asumsi variabel lainnya konstan, maka hal ini berarti bahwa pengguna yang berjenis kelamin laki-laki memiliki kecenderungan untuk menyatakan puas terhadap kinerja warnet sebesar 4,715 kali

dibandingkan dengan pengguna yang berjenis kelamin perempuan. Sehingga untuk menjaga agar usaha warnet tetap mempunyai peluang prospek yang bagus di masa yang akan datang, maka pengusaha warnet dapat menjadikan jenis kelamin sebagai salah satu pertimbangan sebelum mendirikan usaha warnet.

Variabel jenis kelamin ini juga dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam menetapkan kebijakan yang akan diambil oleh warnet yang telah mendirikan usahanya yaitu dalam memperbaiki kualitas pelayanan. Perlunya memperhatikan variabel jenis kelamin sebagai salah satu faktor karena dengan mengetahui bahwa pengguna yang berjenis kelamin perempuan memiliki kecenderungan tingkat ketidakpuasan yang lebih tinggi daripada laki-laki, maka warnet dapat memprioritaskan kebijakan-kebijakan yang berkaitan langsung dengan kualitas pelayanan yang diinginkan oleh pengguna yang berjenis kelamin perempuan, agar kepuasan pengguna tetap tercapai. Sehingga warnet tetap dikunjungi oleh pengguna baik yang berjenis kelamin laki-laki maupun perempuan karena kepuasan yang diinginkan tercapai.

4. Status perkawinan

Nilai *odds ratio* pada variabel status perkawinan sebesar 9,503, dengan asumsi variabel lainnya konstan, maka nilai *odds ratio* tersebut berarti bahwa pengguna yang memiliki status perkawinan “pernah kawin” untuk menyatakan puas terhadap kinerja warnet sebesar 9,503 kali dibandingkan dengan pengguna yang memiliki status perkawinan “belum pernah kawin”. Variabel ini sangat penting sekali bagi warnet sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil kebijakan karena perbedaan yang sangat besar. Dari angka tersebut, diketahui bahwa orang-orang yang berstatus pernah kawin mempunyai tingkat kepuasan yang rendah dan tidak terlalu menuntut perbaikan kualitas pelayanan.

4.7 Variabel–Variabel yang Membedakan Frekuensi Kunjungan Pengguna Internet ke Warnet

Untuk mengetahui variabel-variabel yang membedakan antara kelompok pengguna yang “sering” dan kelompok yang “jarang” mengunjungi warnet maka akan digunakan analisis diskriminan, dengan variabel bebasnya adalah kualitas pelayanan yang terdiri dari aspek fisik (X_1), aspek kehandalan (X_2), aspek ketanggapan (X_3), aspek jaminan (X_4) dan aspek empati (X_5). Melalui analisis ini dapat diketahui kualitas pelayanan apa yang paling diinginkan oleh pengguna warnet agar mereka menjadi sering mengunjungi warnet, sehingga warnet

dapat memprioritaskan perbaikan kualitas pelayanan tersebut. Sebelum menggunakan analisis diskriminan, ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu asumsi kenormalan, perbedaan vector rata-rata antar kelompok dan kesamaan matriks ragam peragam. Dari pengujian ketiga asumsi tersebut dapat disimpulkan bahwa analisis diskriminan dapat digunakan karena asumsi-asumsi yang dibutuhkan terpenuhi dan dapat digunakan untuk mengetahui perubahan-perubahan mana yang membedakan antara kelompok “sering” dan kelompok “jarang”.

4.8 Variabel Pembeda yang Menentukan Tingkat Kunjungan Pengguna Warnet

Untuk mengetahui variabel yang paling membedakan dilakukan dengan menggunakan metode *stepwise* Mahalanobis. Pada akhirnya terpilih dari lima variabel bebas, hanya ada satu variabel bebas yang paling membedakan antar kedua kelompok yaitu hanya dimensi fisik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan yang terkait dengan tingkat kepuasan pengguna warnet terhadap kinerja warnet yaitu sebagai berikut:

1. Proporsi pengguna warnet yang berada di Kecamatan Jatinegara Jakarta Timur yang menyatakan puas terhadap kinerja warnet sebesar 74,7 persen sedangkan yang menyatakan tidak puas terhadap kinerja warnet sebesar 25,3 persen.
2. Nilai indeks kepuasan konsumen sebesar 69,28 persen yang artinya kepuasan pengguna terhadap kinerja warnet berada pada level “puas”, akan tetapi nilai tersebut masih jauh dari 100 persen sehingga warnet harus senantiasa melakukan perbaikan secara berkesinambungan.
3. Ada lima kinerja yang harus menjadi prioritas untuk diperbaiki agar kepuasan pengguna tercapai adalah penataan ruang/interior warnet dan rapi, warnet memiliki kapasitas jumlah komputer yang memadai untuk konsumen, warnet memiliki akses/koneksi internet yang cepat, kejelasan dan ketepatan jam buka tutup warnet, dan tidak pernah ada masalah teknis selama berinternet di warnet. Apabila warnet memiliki kendala untuk memenuhi kualitas

pelayanan secara keseluruhan, maka dari lima kinerja yang menjadi prioritas tersebut, warnet dapat mendahulukan perbaikan pada kinerja atribut memiliki akses/koneksi internet yang cepat dan tidak pernah ada masalah teknis selama berinternet di warnet karena kedua atribut ini memiliki nilai kesenjangan yang paling tinggi diantara atribut lainnya.

4. Ada empat variabel bebas yang signifikan memengaruhi kepuasan pengguna terhadap kinerja warnet yaitu jenis kelamin, umur, dan status perkawinan dan pendidikan terakhir yang ditamatkan.
5. Dari lima dimensi kualitas pelayanan yaitu bukti langsung/fisik, kehandalan, ketanggapan, jaminan dan empati, hanya dimensi kualitas pelayanan untuk bukti langsung/fisik yang paling membedakan frekuensi kunjungan seseorang ke warnet.

Saran

Untuk pengelola warnet:

1. Warnet hendaknya meningkatkan kualitas pelayanan secara keseluruhan dan dalam kondisi tertentu harus memprioritaskan kualitas pelayanan dimensi bukti langsung/fisik karena hal ini yang membuat perbedaan kunjungan seseorang ke warnet.
2. Agar pengguna warnet tidak berpaling ke penyedia internet lainnya sebaiknya warnet mendahulukan perbaikan kualitas pelayanan “akses/koneksi internet yang cepat” dan “tidak pernah ada masalah teknis selama berinternet di warnet”.
3. Kinerja warnet yang juga harus diperbaiki kualitasnya karena hal ini dianggap penting bagi pengguna adalah kebersihan/kerapihan warnet agar pengguna merasa nyaman ketika berada di warnet, jumlah komputer yang memadai dan ketepatan jam buka/tutup warnet.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (1996). *Sensus Ekonomi 1996 - Pedoman Teknis Kantor Statistik Propinsi dan Kabupaten/Kotamadya*. Jakarta: BPS.
- Engel, F, James, Roger D Blackwell, Paul, W, Miniard. (2001). *Consumer Behaviour 8th Edition*. Dryden Press: Horcoust Brace College Publisher.
- Griffin, Jill. (2002). *Customer Loyalty How To Earn It, How To Keep It 1*. New York: Mc Graw Hill.

Kotler, Philip and Amstrong, Gary. (2001). *Principle Of Marketing, 11th Edition*. New York: Prentice Hall.

_____. (2000). *Marketing Management, The Millenium Edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc.

Lupiyoadi, Rambat dan A. Hamdani. (2006). *Manajemen Pemasaran Jasa*. Jakarta: Salemba Embat.

Oliver, Richard. (1996). *Satisfaction A Behaviour Perspective On The Costumer*. New York: Mc Graw Hill.

**TEKANAN NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP USD DAN
IMPLIKASINYA TERHADAP KEBIJAKAN MONETER
PERIODE 1989-2007**

Oleh:

Lisa Gusmanita, Budiasih

Abstract

In floating exchange rate system, exchange rate from rupiah to US dollar is fluctuated and cause uncertainty for economic agents. Market pressures effect economic stability especially price and exchange rate stability. The study explore the amount of exchange rate pressures of rupiah to US dollar in restrain floating and free floating, variables that influence exchange rate pressure, the degree of influence and money authority policy in coping the problem. Multiple regression indicate that Indonesia tends to get depreciation since the EMP value is positive. Variables that significantly influence exchange rate pressure are real exchange rate, sensitivity variables, real income gap and the amount of money supply gap between Indonesia and the US.

Keywords : exchange rate, economic agents, market pressure, money authority, sensitivity variables.

I. Latar Belakang

Pergerakan nilai tukar dan cadangan devisa sangat dipengaruhi oleh stabilitas mata uang domestik. Pada sistem nilai tukar mengambang terkendali, kebijakan moneter tidak hanya diarahkan untuk memelihara kestabilan nilai tukar tetapi juga mencapai pertumbuhan ekonomi.

Dampak perubahan nilai tukar Rupiah terhadap USD sangat terasa pada krisis ekonomi 1997/1998. Hal ini terlihat dari perubahan level nilai tukar Rp/USD yang sangat tajam. Menurut Pohan (2008) tekanan yang luar biasa terhadap nilai tukar dan cadangan devisa memaksa BI untuk merubah sistem yang digunakan menjadi sistem nilai tukar mengambang bebas. Akibatnya, Rupiah semakin terdepresiasi dan suku

bunga meningkat tajam yang membuat sektor riil dan sektor perbankan semakin terpuruk.

Menurut Kurniati dan Hendarsyah (2000), ketidakpastian perekonomian dapat menyebabkan perubahan volatilitas kurs yang menunjukkan ketidakseimbangan permintaan dan penawaran uang. Irawan dan Warjiyo (2005) juga menambahkan bahwa ketidakstabilan perekonomian pada 1997/1998 disebabkan oleh kenaikan permintaan USD yang besar dalam rangka pembayaran hutang luar negeri. Rendahnya keyakinan pasar terhadap pemulihan ekonomi semakin melemahkan nilai tukar terhadap USD.

Berbagai masalah yang timbul menuntut BI untuk lebih fokus pada pemeliharaan stabilitas moneter dan pemulihan perekonomian pascakrisis. Berdasarkan UU BI No.23 tahun 1999 dan diamandemen oleh UU BI No.3 tahun 2004, BI menjadi kelembagaan independen dan fungsinya fokus pada stabilitas nilai tukar. BI diberi wewenang untuk melaksanakan kebijakan moneter dan mengelola cadangan devisa yang sejalan dengan tujuan kebijakan moneter yang diterapkan.

II. Identifikasi dan Batasan Masalah

Sistem perekonomian terbuka yang dianut Indonesia, menyebabkan Indonesia tidak bisa lepas dari masalah pengelolaan nilai tukar dan cadangan devisa. Berbagai tekanan pasar sangat berpengaruh terhadap stabilitas perekonomian terutama terhadap stabilitas harga dan stabilitas nilai tukar mata uang domestik.

Permasalahan penelitian penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Seberapa besar tekanan terhadap nilai tukar Rp/USD pada sistem nilai tukar mengambang terkendali dan sistem nilai tukar mengambang bebas.
- 2) Variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi tekanan nilai tukar Rp/USD.
- 3) Bagaimanakah besar dan arah pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap tekanan nilai tukar Rp/USD.

4) Apakah otoritas moneter cenderung menyerap tekanan nilai tukar Rp/USD dengan cara mendepresiasi nilai tukar, atau melepaskan cadangan devisa, atau dengan melakukan keduanya.

Penelitian ini menggunakan USD sebagai mata uang pembanding dengan alasan: 1) USD memegang peranan penting dalam transaksi perdagangan internasional (Kurniati dan Hendarsyah, 2000), 2) USD digunakan dalam transaksi internasional, nilainya relatif stabil, dan diterima sebagai alat tukar di berbagai negara di dunia (Ibrahim dalam Arif dan Tohari, 2006), 3) USD merupakan mata uang keras (*hard currency*) yang memiliki peranan penting dalam transaksi internasional. Selain itu, fluktuasi Rupiah yang sangat tajam terhadap USD dibandingkan dengan mata uang negara lainnya (Kardoyo dan Kuncoro, 2002).

III. Metodologi

3.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder periode triwulan I 1989-triwulan III 2007. Data-data tersebut bersumber dari BPS, BI, dan IMF yang terdiri atas: Produk Domestik Bruto Atas Dasar Harga Konstan (PDB ADHK) Indonesia dan AS (2000=100), jumlah uang primer, kurs nominal (Rp/USD), Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB) ekspor dan impor (2000=100), suku bunga SBI dan *Fed*, jumlah uang beredar Indonesia dan AS (M2), kredit domestik, neraca pembayaran, dan cadangan devisa tanpa emas.

3.2 Metode Analisis

3.2.1 Analisis Deskriptif

Penelitian ini menggunakan grafik untuk melihat perkembangan nilai tukar Rp/USD dan cadangan devisa, serta besarnya tekanan nilai tukar Rp/USD pada sistem nilai tukar mengambang terkendali dan sistem nilai tukar mengambang bebas.

3.2.2 Analisis Regresi Linier Berganda

- Uji stasioneritas

Dalam penelitian ini, uji stasioneritas yang digunakan adalah uji akar-akar unit (*unit root test*).

- Pembentukan Regresi Linier Berganda.

Tahapan sebelum membentuk persamaan regresi adalah menghitung nilai EMP melalui rumusan berikut:

$$EMP_t = (er + res)_t \quad (3.1)$$

Dimana

$$er_t = \frac{(ER_t - ER_{t-1})}{ER_{t-1}} \quad (3.2)$$

$$res_t = \frac{(RES_t - RES_{t-1})}{MO_{t-1}} \quad (3.3)$$

Keterangan:

er_t : depresiasi nilai tukar nominal triwulan ke-t

res_t : pertumbuhan cadangan devisa atas dasar moneter triwulan ke-t

ER_t : posisi nilai tukar nominal triwulan ke-t

RES_t : posisi cadangan devisa triwulan ke-t

MO_{t-1} : jumlah uang primer triwulan ke-(t-1)

Persamaan yang digunakan:

$$LNEMP_t = \beta_0 + \beta_1 LNKREDIT_t + \beta_2 SLNPDB_t + \beta_3 SLNM_2_t + \beta_4 SLNBUNGA_t + \beta_5 LNRER_t + \beta_6 LNQ_t + e_t$$

Keterangan:

$LNEMP_t$: logaritma natural dari EMP triwulan ke-t

$LNKREDIT_t$: logaritma natural dari pertumbuhan kredit domestik atas dasar moneter triwulan ke-t

$SLNPDB_t$: selisih logaritma natural dari pertumbuhan pendapatan riil Indonesia dan AS triwulan ke-t

$SLNM_{2,t}$: selisih logaritma natural dari pertumbuhan jumlah uang beredar Indonesia dan AS triwulan ke-t

$SLNBUNGA_t$: selisih logaritma natural dari suku bunga SBI dan *Fed* triwulan ke-t

$LNRRER_t$: logaritma natural dari nilai tukar riil triwulan ke-t

LNQ_t : logaritma natural dari variabel sensitivitas ($\frac{er_t}{res_t}$) triwulan ke-t

e_t : *error term* yang mengikuti asumsi klasik.

- Pengujian Asumsi

Pengujian asumsi normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, asumsi nonautokorelasi menggunakan uji *Breusch-Godfrey*, asumsi homoskedastisitas menggunakan uji *White's General Heteroscedasticity*, dan asumsi nonmultikolinearitas menggunakan *Variance Inflation Factor*.

- Pengujian kelayakan model (*Goodness of Fit Test*)

Pengujian kelayakan model yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan koefisien determinasi yang telah disesuaikan ($R^2 adjusted$).

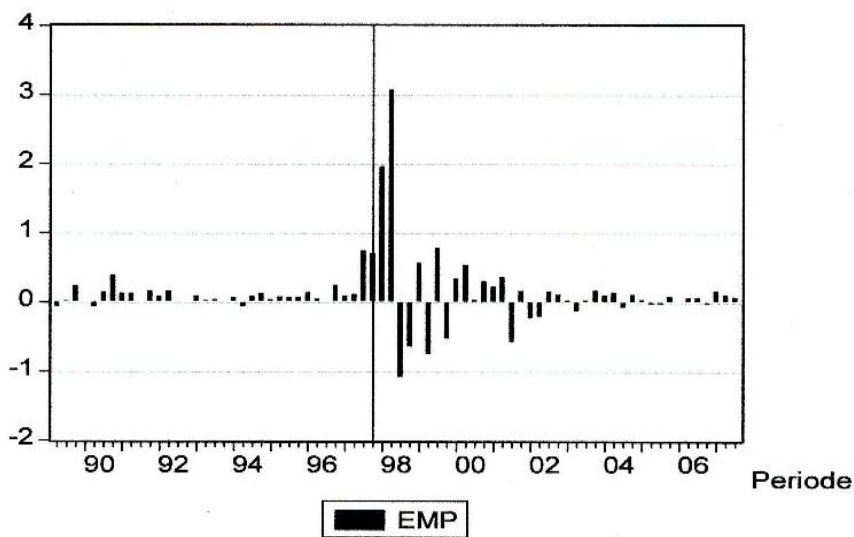
- Pengujian Parameter Model Regresi

Uji signifikansi parameter model regresi secara keseluruhan menggunakan uji F-statistik dan secara parsial menggunakan uji t-statistik.

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Tekanan Nilai Tukar Rupiah terhadap USD pada Sistem Nilai Tukar Mengambang Terkendali dan Sistem Nilai Tukar Mengambang Bebas

Pada sistem nilai tukar mengambang terkendali tekanan nilai tukar Rp/USD relatif stabil. Hal ini menunjukkan adanya intervensi BI melalui cadangan devisa jika nilai tukar mendapatkan tekanan pasar. Pada saat krisis ekonomi 1997/1998, mulai terlihat adanya tekanan nilai tukar Rp/USD yang cukup besar. Melemahnya Rupiah dan berkurangnya cadangan devisa disebabkan oleh besarnya arus dana keluar terutama untuk membayar hutang luar negeri.



Gambar 4.1 EMP periode triwulan III 1989-triwulan III 2007

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa Indonesia sering mengalami tekanan depresiasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai EMP yang pada umumnya bertanda positif. Pada triwulan III 1989-triwulan II 1997 tekanan nilai tukar Rp/USD tidak terlalu besar dan masih relatif stabil. Akan tetapi sejak terjadinya krisis 1997/1998, nilai EMP

meningkat sangat tajam yang menunjukkan semakin besarnya tekanan nilai tukar Rp/USD.

Pada triwulan III 1997 mulai terlihat adanya tekanan depresiasi Rp/USD yang cukup besar. Hal ini didorong oleh jumlah hutang luar negeri yang meningkat sebesar tiga kali lipat dibandingkan tahun 1996. Besarnya hutang luar negeri ini, mendorong pemberian likuiditas yang berlebihan pada sektor perbankan. Kredit domestik yang meningkat sebesar 35,70 persen dan 24,12 persen pada triwulan II dan triwulan III 1997 memperburuk keadaan nilai tukar Rp/USD dan cadangan devisa.

Setelah periode krisis, perekonomian Indonesia masih belum relatif stabil meskipun sempat mengalami apresiasi pada triwulan II 1999. Keadaan EMP yang relatif stabil pada periode 2002-2007 menunjukkan adanya intervensi BI terhadap nilai tukar Rp/USD meskipun Indonesia telah menganut sistem nilai tukar mengambang bebas.

4.2 Sistem Nilai Tukar Mengambang Terkendali (Periode Triwulan II 1989-Triwulan II 1997)

Persamaan yang terbentuk:

$$\begin{aligned} D(LNEMP_t) = & -0,00003 - 0,151 D(LNKREDIT_t) \\ & - 0,785 D(SLNPDB_t) + 1,195 D(SLNM_{t-2}) + 0,015 D(SLNBUNGA_t) + 0,007 D(LNRER_t) \\ & + 0,069 D(LNQ_t) \end{aligned} \quad \text{*tingkat signifikansi } \alpha = 0,01$$

Variabel yang signifikan mempengaruhi tekanan nilai tukar Rp/USD adalah nilai tukar riil. Pengaruh variabel tersebut adalah sebesar positif 0,007 persen yang berarti bahwa jika perubahan nilai tukar riil naik sebesar 1 persen maka tekanan nilai tukar Rp/USD akan bertambah sebesar 0,007 persen dengan asumsi faktor-faktor lain konstan.

Peningkatan nilai tukar riil menyebabkan Rupiah menguat (terapresiasi) terhadap USD. Hal ini mendorong BI untuk melakukan intervensi dengan cara menarik (membeli) valas dari pasar domestik sehingga tekanan nilai tukar Rp/USD akan bertambah.

Variabel kredit domestik, selisih pendapatan riil Indonesia dan AS, selisih jumlah uang beredar Indonesia dan AS, selisih suku bunga SBI dan *Fed*, dan variabel sensitivitas tidak signifikan secara statistik dalam persamaan EMP

Variabel sensitivitas yang tidak signifikan secara statistik menunjukkan bahwa kebijakan moneter tidak sensitif terhadap komponen nilai tukar dan cadangan devisa. Dengan perkataan lain, jika terjadi tekanan nilai tukar Rp/USD maka BI cenderung menyerap tekanan dengan cara mendepresiasi Rupiah dan melepas cadangan devisa.

Nilai $R^2_{adjusted}$ sebesar 0,4619 menunjukkan bahwa variabel-variabel penjelas yang ada dalam model mampu menjelaskan variasi dari EMP sebesar 46,19 persen.

4.3 Sistem Nilai Tukar Mengambang Bebas (Periode Triwulan III 1997-Triwulan III 2007)

Persamaan yang terbentuk:

$$\begin{aligned} D(\widehat{LNEMP}_t) = & -0,00049 - 0,026 D(LNKREDIT)_t \\ & - 2,753 D(SLNPDB)_t^* - 1,609 D(SLNM2)_t^* \quad *tingkat signifikansi \alpha = 0,01 \\ & + 0,037 D(SLNBUNGA)_t - 0,007 D(LNRER)_t^* \\ & - 0,104 D(LNQ)_t^* \end{aligned}$$

Variabel yang signifikan mempengaruhi tekanan nilai tukar Rp/USD adalah selisih pendapatan riil Indonesia dan AS, selisih jumlah uang beredar Indonesia dan AS, nilai tukar riil, dan variabel sensitivitas. Semua koefisien variabel tersebut bertanda negatif yaitu masing-masing sebesar 2,735 persen, 1,609 persen, 0,007 persen, dan 0,104 persen.

Jika perubahan selisih pertumbuhan pendapatan riil Indonesia dan AS naik 1 persen maka tekanan nilai tukar Rp/USD akan berkurang sebesar 2,735 persen dengan asumsi faktor-faktor lain konstan. Begitu pula jika perubahan nilai tukar riil naik 1 persen maka tekanan nilai tukar Rp/USD akan berkurang sebesar 0,007 persen dengan asumsi faktor-faktor lain konstan.

Tanda koefisien regresi kedua variabel tersebut berlawanan dengan hipotesis penelitian karena tingginya pendapatan riil Indonesia relatif terhadap AS atau peningkatan nilai tukar riil juga diikuti oleh peningkatan harga (inflasi). Nilai tukar Rp/USD yang melemah (depresiasi) menyebabkan BI akan melakukan intervensi dengan melepas (menjual) valas di pasar domestik sehingga tekanan nilai tukar Rp/USD akan berkurang.

Jika selisih jumlah uang beredar Indonesia dan AS naik 1 persen maka tekanan nilai tukar Rp/USD akan berkurang sebesar 1,609 persen dengan asumsi faktor-faktor lain konstan. Meningkatnya jumlah Rupiah yang beredar relatif terhadap dolar menyebabkan nilai tukar Rp/USD melemah. BI akan melakukan intervensi dengan melepas (menjual) valas sehingga tekanan nilai tukar Rp/USD akan berkurang.

Variabel sensitivitas signifikan secara statistik dan koefisiennya bertanda negatif yang berarti jika terjadi tekanan nilai tukar Rp/USD maka BI cenderung menyerap tekanan dengan cara melepaskan cadangan devisa daripada mendepresiasi Rupiah.

Variabel kredit domestik serta selisih suku bunga SBI dan *Fed* tidak signifikan secara statistik dalam persamaan EMP

Nilai $R^2_{adjusted}$ sebesar 0,9436 menunjukkan bahwa variabel-variabel penjelas yang ada dalam model mampu menjelaskan variasi dalam EMP sebesar 94,36 persen.

Kesimpulan

Pada umumnya, Indonesia lebih sering mendapatkan tekanan depresiasi yang terlihat dari nilai EMP yang sering bertanda positif. Nilai EMP berada pada rentang nilai negatif 1,095 sampai dengan positif 3,082 dan secara umum bergerak menjauhi nol. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tukar Rp/USD sering mendapatkan tekanan pasar.

Pada sistem nilai tukar mengambang terkendali, nilai tukar riil signifikan secara statistik mempengaruhi tekanan nilai tukar Rp/USD. Variabel tersebut hanya berpengaruh sebesar negatif 0,007 persen. Pada sistem nilai tukar mengambang bebas, variabel yang secara statistik signifikan mempengaruhi tekanan nilai tukar Rp/USD adalah selisih pendapatan riil Indonesia dan AS, selisih jumlah uang beredar Indonesia dan AS, nilai tukar riil, dan variabel sensitivitas. Koefisien variabel-variabel tersebut bertanda negatif yaitu masing-masing sebesar 2,753 persen, 1,609 persen, 0,007 persen, dan 0,104 persen.

Pada sistem nilai tukar mengambang terkendali, BI cenderung menyerap tekanan yang ada dengan cara mendepresiasi Rupiah dan melepas cadangan devisa. Pada sistem nilai tukar mengambang bebas, BI cenderung menyerap tekanan yang ada dengan cara melepas cadangan devisa daripada mendepresiasi Rupiah.

Daftar Pustaka

Arif, M dan Achmad Toha. 2006. *Peranan Kebijakan Moneter dalam Menjaga Stabilitas Perekonomian Indonesia sebagai Respon terhadap Fluktuasi Perekonomian Dunia* [Buletin].

Ascarya. 2002. *Instrumen-instrumen Pengendalian Moneter*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan Bank Indonesia.

Bank Indonesia [BI]. Beberapa Edisi. *Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia*. Jakarta: BI.

_____. 1995. *Pedoman Akutansi Keuangan BI: Urusan Akunting BI*. Jakarta: BI.

Badan Pusat Statistik [BPS]. 2003. *Pedoman Pencacahan Statistik Harga Perdagangan Besar Tahun 2003*. Jakarta: BPS.

Direktorat Riset Ekonomi dan Kebijakan Moneter. 2000. *Dinamika Perkembangan Nilai Tukar [Occasional Paper]*. Jakarta: BI.

Enders, Walter. 2004. *Applied Econometric Time Series*. New York: John-Wiley&Son.LTD.

Faisal, M. *Kondisi Paritas Internasional*. Bab 6. STEKPI. Didownload dari <http://www.Google.com> pada tanggal 30 Mei 2008, 13:56 WIB.

Fleermuys. 2005. *The Balance of Payment as a Monetary Phenomenon: An Econometric Study of Namibia [Discussion Paper]*. Namibia: Directorate of Environmental Affairs.

Garcia, Clara dan Nuria Malet. 2007. *Exchange Market Pressure, Monetary Policy, and Economic Growth: Argentina, 1993-1994 [Jurnal]*. XLV-3.

Gujarati, Damodar. 2003. *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Irawan, Andi dan Perry Warjiyo. 2005. *Analisis Perilaku Instabilitas Perekonomian Indonesia:Aplikasi Vector Error Correction Model [Buletin]*. Vol 8 No.3.

Kardoyo, Hadi dan Mudrajad Kuncoro. 2002. *Analisis Kurs Valas dengan Pendekatan Box-Jenkins:Studi Empiris Rp/US\$ dan Rp/Yen, 1983.2-2000.3 [Jurnal]*. No.1:7-20.

Krugman, Paul dan Maurice Obstfeld. 2003. *Ekonomi Internasional Teori dan Kebijakan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Kurniati, Yati dan Nanang Hendarsah. 2000. *Alternatif Kebijakan Guna Mengurangi Tekanan Terhadap Nilai Tukar Rupiah* [Jurnal]. Jakarta: BI.

Kumah, Francis. 2007. *Amarkov-Switching Approach to Measuring EMP* [Jurnal]. WP/07/242.

Mankiw, N.G. 2003. *Teori Makroekonomi*. Edisi Kelima. terj. Imam Nurmawan. Jakarta: Erlangga.

Nandwa, Boaz dan Ramesh Mohan. 2007. *A Monetary Approach to exchange Rate Dynamics in Low-Income Countries: Evidence from Kenya* [Paper]. Bryant University.

Neter et al. 1989. *Applied Linear Regression Models*. USA: Richard d.Irwin.Inc.

Ogawa, Yojiro, Shoji Maeda, dan Erna Zetha. 2005. *Laporan Ekonomi Bulanan*. Edisi Desember 2005. Sekretariat Kadin Indonesia.

Pohan, Aulia. 2008. *Kerangka Kebijakan Moneter dan Implementasinya di Indonesia*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Prasetiantono, Tony, Marcello Theodore, dan A.Prasetyantoko. 2000. *Bantuan Likuiditas BI*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan.2003. *Bank Indonesia Bank Sentral Republik Indonesia*. Jakarta:BI.

Salvatore, Dominick. 1995. *International Economics*. New Jersey: Precentice Hall, Inc.

Sayera, Younus. 2005. *Exchange Market Pressure and Monetary Policy* [Jurnal]. WP 0603.

Sekolah Tinggi Ilmu Statistik [STIS]. 2006. *Pedoman Penyusunan Skripsi Jurusan Statistik Sekolah Tinggi Ilmu Statistik*. Jakarta: STIS.

Solikin, Halim Alamsyah, dan Triono Widodo. 1996. *Dampak Fleksibilitas Nilai Tukar terhadap Pengendalian Moneter di Indonesia* [Kertas Kerja Staf]. Jakarta: BI.

Sugiyono, FX. 2002. *Neraca Pembayaran: Konsep, Metodologi, dan Penerapan*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan Bank Indonesia.

Sundqvist, Emil. 2002. *An Empirical Investigation of the International Fisher Effect* [Tesis]. Lulea University of Technology.

Trihendradi, Cornelius. 2005. *Step by Step SPSS 13 Analisis Data Statistik*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

Virgoana, Dyah. 2006. *Pengelolaan Cadangan Devisa di Bank Indonesia*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Studi Kebnaksentralan Bank Indonesia.

Warjiyo, Perry dan Solikin. 2003. *Kebijakan Moneter di Indonesia*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Studi Kebanksentralan Bank Indonesia.

**ESTIMASI PARAMETER RESPONDEN PADA MODEL LOGISTIK TIGA
PARAMETER (ML3P) MELALUI METODA MAKSIMUM LIKELIHOOD
DAN METODA NEWTON-RAPHSON**

Oleh:

Agus Purwoto¹

Abstract

Respondent ability can be estimated from a test administered to the respondent. By using three parameter logistic model or ML3P for the item characteristic curve in the test, and implementing maximum likelihood method, it is possible to estimate the respondent ability through iteration in Newton-Raphson method.

Keywords: *Item response theory*

I. Pendahuluan

Kemampuan responden (*peserta ujian*) dapat diperoleh melalui hasil ujian yang ditempuh oleh responden itu. Dalam hal ini, kemampuan responden dikenal juga sebagai parameter responden dan dinyatakan dengan θ . Ujian terdiri atas sejumlah butir dan butir di dalam soal ujian yang ditempuh oleh responden itu juga memiliki parameter dan dikenal sebagai parameter butir. Parameter butir itu adalah daya beda butir yang dinyatakan atau di notasikan oleh **a**, taraf sukar butir dinotasikan oleh **b**, dan probabilitas kebetulan menjawab benar dinotasikan oleh **c**.

II. Model karakteristik Butir L3P

Di sini, kita menggunakan tiga parameter butir itu sebagai pengembangan dari model L2P yakni daya beda butir **a**, taraf sukar butir **b** dan peluang untuk menjawab benar **c**. Hal ini dikenal sebagai model tiga parameter atau model L3P. Selanjutnya,

¹ *Dosen Statistika dan Matematika di Sekolah Tinggi Ilmu Statistik dan PTS*

karakteristik butir yang kita gunakan di dalam estimasi kemampuan responden ini adalah model logistik. Dengan demikian, model karakteristik butir yang kita gunakan adalah karakteristik butir model logistik tiga parameter atau model L3P.

Pada model L3P, probabilitas jawaban benar oleh responden dengan kemampuan responden θ terhadap butir ke-i adalah:

$$P_i = \frac{(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}}{[1 + e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}]^2} \quad (1)$$

- P_i = Peluang responden menjawab benar
- θ = Kemampuan responden
- D = D adalah parameter tambahan yang diatur sehingga model logistik benar-benar mendekati model ojaif normal. Untuk ML1P nilai D ditetapkan = 1,7.
- a = Daya beda butir
- b = Taraf sukar butir
- c = Probabilitas kebetulan menjawab benar
- e = Konstanta yang bernilai 2,71823

dan probabilitas jawaban salah adalah:

$$Q_i(\theta) = 1 - P_i(\theta). \quad (2)$$

III. Maksimum Likelihood Bersama

Jika responden dengan kemampuan θ mengerjakan n butir ujian, dan jawaban peserta ke $-j$ terhadap butir ke-i, kita nyatakan sebagai x_{ij} , dengan : jawaban benar $x_{ij} = 1$ dan jawaban salah $x_{ij} = 0$. Selanjutnya, kita nyatakan probabilitas jawaban benar oleh peserta ke-j terhadap butir ke-i sebagai $P_{ij}(\theta)$ serta probabilita jawaban salah sebagai $Q_{ij}(\theta)$ dengan $Q_{ij}(\theta) = 1 - P_{ij}(\theta)$. Dengan demikian, fungsi maksimum likelihood dari jawaban peserta terhadap butir itu adalah:

$$L(x/\theta, a, b, c) = \prod_{j=1}^N \prod_{i=1}^n [P_{ij}(\theta)]^{x_{ij}} [1 - P_{ij}(\theta)]^{1-x_{ij}} \dots\dots\dots^{2,3} \quad (4)$$

Dalam bentuk logaritma menjadi :

$$\ln L(x/\theta, a, b, c) = \sum \sum [x_{ij} \ln P_{ij}(\theta) + (1 - x_{ij}) \ln (1 - P_{ij}(\theta))] \dots^4 \quad (5)$$

Melalui bentuk ini, kebolehjadian maksimum dapat diperoleh melalui:

$$\frac{d \ln L}{d \theta} = 0 \quad (6)$$

dan dengan memasukkan (5) ke (6) diperoleh :

$$\begin{aligned} \frac{d \ln L}{d \theta} &= \sum \left[\frac{x_i}{P_i(\theta)} \cdot \frac{dP_i(\theta)}{d \theta} + \frac{(1 - x_i)}{Q_i(\theta)} \cdot \frac{d(1 - P_i(\theta))}{d \theta} \right] \\ &= \sum \left[\left(\frac{x_i}{P_i(\theta)} - \frac{(1 - x_i)}{Q_i(\theta)} \right) \cdot \frac{dP_i(\theta)}{d \theta} \right] \\ &= \sum \left[\left(\frac{x_i \cdot Q_i(\theta) - (1 - x_i) \cdot P_i(\theta)}{P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta)} \right) \cdot \frac{dP_i(\theta)}{d \theta} \right] \end{aligned}$$

² R.K.Hambleton, H.Swaminthan, and H.J. Rogers, *Fundamentals of Item Response Theory* (Newbury Park, Ca.:Sage Publications,.1991),, h.41

³ Dali S. Naga, *Pengantar Teori Sekor Pada Pengukuran Pendidikan* (Jakarta:Gunadharma, 992), h.279

⁴ Hambleton,1991, *op.cit.*, h.35

$$= \sum \left[\left(\frac{x_i - P_i(\theta)}{P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta)} \right) \cdot \frac{dP_i(\theta)}{d\theta} \right] \quad (7)$$

selanjutnya dari (1) kita peroleh :

$$\frac{dP_i(\theta)}{d\theta} = \frac{(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}}{[1 + e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}]^2} \quad (8)$$

dengan memasukkan (8) ke (7) diperoleh :

$$\begin{aligned} \frac{d \ln L(x, \theta)}{d\theta} &= \sum \left[\left(\frac{x_i - P_i(\theta)}{P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta)} \right) \cdot \frac{(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}}{[1 + e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}]^2} \right] \\ &= \sum \left[\left(\frac{x_i - P_i(\theta)}{P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta)} \right) \cdot (1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot P_i(\theta) \cdot Q_i(\theta) \right] \\ &= (1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot \sum (x_i - P_i(\theta)) \end{aligned}$$

Sehingga dari (6) diperoleh

$$(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot \sum [x_i - P_i(\theta)] = 0 \quad (9)$$

Persamaan *likelihood* tersebut di atas secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$\frac{d \ln L(x, \theta)}{d\theta} = \sum k_i \cdot [x_i - P_i(\theta)] = 0$$

nilai k_i untuk setiap model logistik masing-masing adalah sebagai berikut:

$$k_i = D, \text{ untuk model satu parameter;}$$

$k_i = D.a_i$, untuk model dua parameter dan;

$k_i = D.a_i.(1 - c_i)$, untuk model tiga parameter.

Dari bentuk ini kemampuan responden dapat diestimasi. Ada beberapa cara untuk mengestimasi, yaitu dengan parameter butir diketahui kemudian parameter responden diestimasi atau sebaliknya dan pengestimasiannya secara simultan. Salah satu cara untuk menyelesaikan bentuk pada (9) adalah dengan metoda pendekatan Newton-Raphson (parameter butir diketahui).^{5,6}

Pada metoda pendekatan Newton - Raphson, pemecahan persamaan $f(x) = 0$ dilakukan melalui iterasi :

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)} \dots\dots\dots^7 \quad (10)$$

Mula-mula kita mengambil $n = 0$ dan secara sesuka hati menentukan nilai x_0 . Dengan nilai sesuka hati ini, kita mulai menghitung nilai x_1 . Kemudian dengan memasukkan nilai x_1 , kita menghitung nilai x_2 . Dengan memasukkan nilai x_2 kita menghitung nilai x_3 . Dan demikian seterusnya.⁸

Pada metoda ini, selisih di antara $x_1 - x_0$, $x_2 - x_1$, $x_3 - x_2$, $x_4 - x_3$, dan seterusnya makin lama makin kecil. Apabila selisih nilai tersebut di atas sudah relatif cukup kecil, maka perhitungan dihentikan dan kita memperoleh nilai x . Dengan demikian

⁵ Naga,*op.cit.*, h.264

⁶ R.K.Hambleton and H.Swaminathan, *Item Response Theory* (Boston:Kluwer Nijhoff Publishing, 1985), h. 79-81

⁷ E.W.Swokowski, *Calculus With Analytic Geometry*, (Boston: Princlle, Weber Schmidt, 1983),h.138-141

⁸ *Ibid.*, h.139

metoda Newton-Raphson ini dapat kita terapkan untuk menghitung kemampuan responden yang menempuh ujian dengan n butir soal. Untuk melakukan estimasi kemampuan responden tersebut dengan memasukkan bentuk (9) ke (10), kita memperoleh

$$\theta_{n+1} = \theta_n - \frac{\frac{d \ln L}{d \theta}}{\frac{d^2 \ln L}{d \theta^2}} \quad (11)$$

dan selanjutnya dari (9) kita peroleh:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \ln L}{d \theta^2} &= \sum \frac{d(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot (x_{ij} - P_{ij})}{d \theta} \\ &= \sum (1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot \frac{d(x_{ij} - P_{ij})}{d \theta} \\ &= \sum (-)(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot \frac{dP_{ij}}{d \theta} \\ &= \sum (-)(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot \frac{(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}}{[1 + e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}]^2} \\ &= \sum (-)[(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i]^2 \cdot \frac{e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}}{[1 + e^{D \cdot a_i \cdot (\theta - b_i)}]^2} \\ &= \sum (-)[(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i]^2 \cdot P_{ij} \cdot Q_{ij} \quad (12) \end{aligned}$$

sehingga

$$\theta_{n+1} = \theta_n + \frac{\sum (1 - c_i) \cdot D \cdot a_i \cdot (x_{ij} - P_{ij})}{\sum [(1 - c_i) \cdot D \cdot a_i]^2 \cdot P_{ij} \cdot Q_{ij}} \quad (13)$$

atau melalui substitusi

$$\theta_{n+1} = \theta_n + \frac{\sum R_i(\theta)}{\sum S_i(\theta)} \quad (14)$$

dan melalui bentuk ini dilakukan iterasi untuk menghitung kemampuan responden. Melalui rumus ini estimasi parameter peserta dapat dihitung dengan melakukan pendekatan langkah-langkah yang dapat disusun sebagai berikut:

Langkah pertama, dimulai dengan menentukan nilai awal pada parameter peserta secara sembarang.

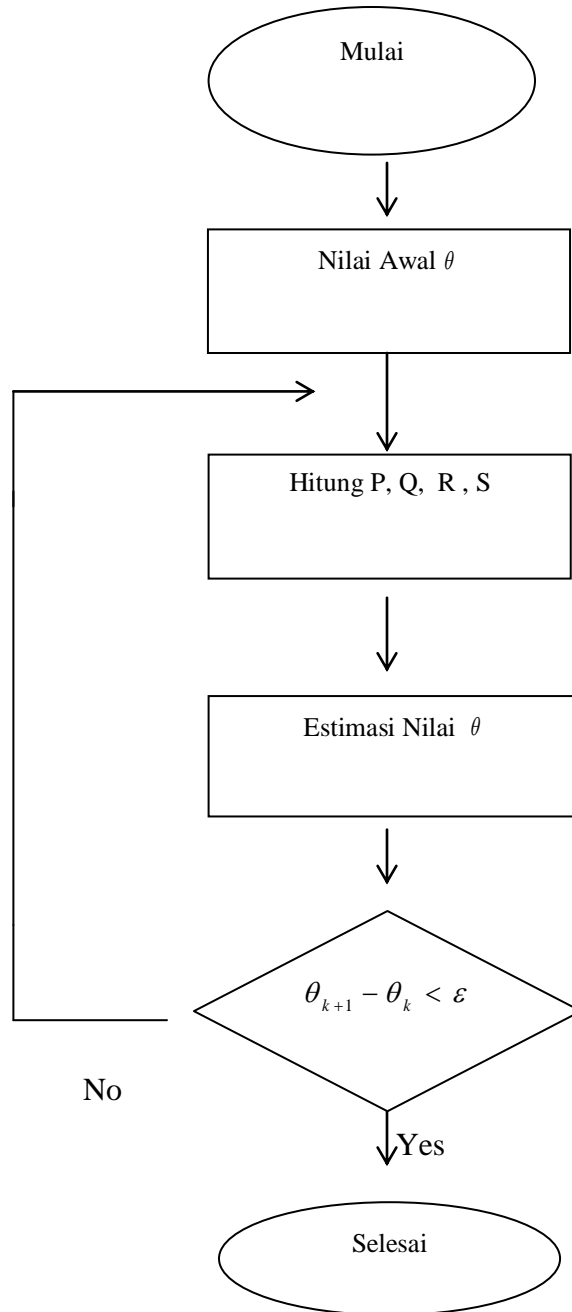
Langkah kedua, dengan hasil estimasi parameter dihitung nilai P_i , Q_i , R_i dan S_i .

Langkah ketiga, dengan hasil dari langkah kedua diestimasi parameter peserta pada langkah ketiga,

Langkah keempat, dengan hasil estimasi parameter peserta pada langkah ketiga, diestimasi ulang parameter peserta pada langkah kedua,. Demikian seterusnya, putaran ini berlangsung berulang-ulang. Biasanya, selisih estimasi parameter di antara dua putaran makin lama makin kecil. Selisih yang makin kecil (\mathcal{E}) ini dikenal sebagai konvergensi yang biasanya nilai $\mathcal{E} = 0,001$.⁹ Untuk lebih jelasnya langkah-langkah tersebut dapat digambarkan dalam bentuk flowcart seperti pada Gambar 1 di

⁹ Naga, *op.cit.*, h. 281

bawah ini. Sedangkan contoh penghitungan melalui pendekatan Newton-Raphson dapat dilihat seperti pada contoh 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Putaran pada estimasi parameter

Contoh 1. Pengestimasi Kemampuan Responden Model L3P

Misalnya seorang responden menempuh ujian yang berisikan tiga butir soal dengan dengan daya beda, taraf sukar, dan peluang kebetulan menjawab benar yang telah diketahui dengan hasil benar dan salah sebagai berikut:

Butir	a	b	c	X
1	0,75	-2,00	0,10	1
2	1,25	0,00	0,18	1
3	1,00	1,75	0,16	0

Pada contoh ini parameter butir telah diketahui, dan untuk menyingkat perhitungan kita hanya menggunakan tiga butir soal ujian. Dengan cara yang sama, ujian dapat diperluas sampai lebih dari tiga butir. Dengan memasukkan nilai parameter ke persamaan (1) diperoleh nilai P_i dan Q_i . Dan selanjutnya kita mulai pengestimasi kemampuan responden dengan $n = 0$ dan katakan saja $\theta_0 = 1,0$, sehingga $n = 0 \quad \theta_0 = 1,0$

butir	x	$P_i(\theta)$	$Q_i(\theta)$	$R_i(\theta)$	$S_i(\theta)$
1	1	0,9808	0,0192	0,0220	0,0248
2	1	0,9125	0,0875	0,1525	0,0242
3	0	0,3435	0,6565	-0,2886	0,2255
					----- +
					-0,1141 0,2745

$$\theta_1 - \theta_0 = \frac{-0,1141}{0,2475} = -0,4610$$

$$\theta_1 = 1,0 - 0,4610 = 0,5390$$

Dengan menggunakan hasil pada iterasi $n = 0$ ini kita masuk ke iterasi berikutnya yakni iterasi $n = 1$, $\theta_1 = 0,5390$

butir	x	$P_i(\theta)$	$Q_i(\theta)$	$R_i(\theta)$	$S_i(\theta)$
1	1	0,9660	0,034 0	0,0390	0,0432
2	1	0,8021	0,1979	0,3448	0,4820
3	0	0,2551	0,7449	-0,3643	0,3875
				-----+	
				0,0195	0,9127

$$\theta_2 - \theta_1 = \frac{0,0195}{0,9127} = 0,0214$$

$$\theta_2 = 0,5390 - 0,0214 = 0,5604$$

Sekali lagi dengan menggunakan hasil pada iterasi $n = 1$ ini kita masuk ke iterasi berikutnya yakni iterasi $n = 2$, $\theta_2 = 0,5604$

butir	x	$P_i(\theta)$	$Q_i(\theta)$	$R_i(\theta)$	$S_i(\theta)$
1	1	0,9659	0,0341	0,0391	0,0434
2	1	0,8088	0,1912	0,3332	0,4696
3	0	0,3560	0,6440	-0,5084	0,4676
				-----+	
				-0,1361	0,9806

$$\theta_3 - \theta_2 = \frac{-0,1361}{-0,9806} = 0,1388$$

$$\theta_3 = 0,5604 - 0,1388 = 0,4216$$

Sekali lagi dengan menggunakan hasil pada iterasi $n = 2$ ini kita masuk ke iterasi berikutnya yakni iterasi $n = 3$, $\theta_3 = 0,4216$.

butir	x	$P_i(\theta)$	$Q_i(\theta)$	$R_i(\theta)$	$S_i(\theta)$

1	1	0,9607	0,0393	0,0451	0,0497
2	1	0,7657	0,2341	0,4079	0,5444
3	0	0,2496	0,7504	-0,3564	0,3819
				-----+	
				0,0966	0,976

$$\theta_4 - \theta_3 = \frac{0,0966}{0,9760} = 0,099$$

$$\theta_4 = 0,4216 - 0,099 = 0,5206$$

Dari perhitungan di atas iterasi masih terus diteruskan sampai kita bisa memperoleh atau mendapatkan bahwa selisih dari satu iterasi ke iterasi berikutnya semakin lama semakin kecil. Iterasi tersebut dapat dihentikan jika selisih telah mencapai 0.002, dan itu berarti nilai teta dapat ditetapkan.

Berdasarkan cara perhitungan di atas ternyata untuk mendapatkan nilai teta memerlukan waktu yang lama dan diperlukan ketelitian yang tinggi, oleh karena itu perhitungan untuk mendapatkan nilai kemampuan secara manual ternyata tidak bisa diharapkan mendapatkan nilai yang akurat. Oleh karenanya perhitungan harus memerlukan bantuan komputer agar diperoleh hasil yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- Hambleton, R. K., Swaminathan, H. Jane Rogers, H. *Fundamental of Item Response Theory*. London : Sage Publication, 1991.
- Hambleton, R.K. and Swaminathan, H. *Item Response Theory*. Boston:Kluwer Nijhoff Publishing, 1985.
- Hogg R.V., Craig Allen T., *Introduction to Mathematical Statistics*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1995.
- Hulin , C.L. Parson,C.K. Drasgow, F. *Item Response Theory: Applications to Psychological Measurement*. Homewood, III: Dow Jones-Irwin, 1983.
- Lord, F.M. and Novick, M.R. *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Addison-Wesley Publishing Company, 1968.
- Naga, Dali S. *Pengantar Teori Sekor pada Pengukuran Pendidikan*. Jakarta: Gunadharma, 1992.
- Swokowski, E.W. *Calculus With Analytic Geometry*. Boston: Princlle, Weber Schmidt, 1983.

**ANALISIS EFISIENSI TEKNIS DAN PENDAPATAN USAHA TANI
BELIMBING DEWA DI KECAMATAN PANCORAN MAS,
KOTAMADYA DEPOK**

Oleh:

Zuhaifah dan Retnaningsih

Abstract

The study examine variables that influence Dewa star fruit production, the degree of technical efficiency, factors that influence technical inefficiency and Dewa star fruit farmers income. One stage cluster sampling is employed to get 88 farmers in Pancoran Mas, Depok. Stochastic Cobb Douglas analysis indicate that using 5 percent significant level, factors influencing Dewa star fruit production significantly are productive plants, carbon wrap, the number of workers (positively significant) and liquid pesticide (negatively significant). Dewa star fruit farm enterprises is in increasing return to scale with RTS value 1.34 . Production function indicate that there is a technical inefficiency with technical efficiency average 0.82. Technical inefficiency model show that farmers experience positively significant while land ownership status negatively significant. Income analysis show that R/C ratio on total costs is 1.07, i.e., Dewa star fruit farm enterprises is feasible to carry out.

Keywords : technical efficiency, productive plants, carbon wrap, increasing return to scale, Stochastic Cobb Douglas.

I.PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang memiliki kekayaan alam berlimpah baik jenis maupun macamnya. Pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Beberapa alasan yang mendasari pentingnya pertanian dalam pembangunan ekonomi di Indonesia antara lain potensi sumber daya alam yang besar dan beragam, sumbangannya terhadap pendapatan nasional yang cukup besar, besarnya penduduk yang menggantungkan hidup pada sektor pertanian, dan menjadi basis pertumbuhan di pedesaan. Keberhasilan sektor

pertanian pada masa krisis 1997 yang lalu telah membuktikan bahwa sektor pertanian lebih tangguh bertahan dan mampu pulih lebih cepat dibandingkan sektor lainnya.

Salah satu hasil pertanian yang mempunyai keragaman jenis serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi adalah buah-buahan. Permintaan buah-buahan akan semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, pengetahuan gizi, dan kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi buah-buahan untuk kesehatan (Rahardi dkk, 2007).

Konsumsi buah-buahan masyarakat Indonesia masih belum memenuhi standar internasional. Kebutuhan standar mengonsumsi buah-buahan berdasarkan *World Health Organization* (WHO) adalah sekitar 60 kg/kapita/tahun, sedangkan rata-rata kebutuhan masyarakat Indonesia berdasarkan data SUSENAS Panel 2008 baru terpenuhi sebesar 31,58 kg/kapita/tahun.

Jawa Barat merupakan provinsi penghasil komoditas pertanian terbesar di Indonesia setelah Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah pada tahun 2007. Sumber daya tanah darat Provinsi Jawa Barat merupakan sumber daya potensial untuk agrobisnis. Berdasarkan data PDRB Atas Dasar Harga Berlaku Provinsi Jawa Barat tahun 2007, kontribusi sektor pertanian terhadap PDRB Provinsi Jawa Barat sebesar 11,95 persen yang menduduki urutan ketiga setelah sektor industri pengolahan serta sektor perdagangan, hotel, dan restoran. Namun demikian sektor pertanian masih memegang peranan strategis sebagai sektor yang banyak menyerap tenaga kerja.

Salah satu kotamadya di Provinsi Jawa Barat yang memiliki posisi strategis dan berbatasan langsung dengan kota-kota besar lainnya yakni Jakarta, Bekasi dan Bogor adalah Kotamadya Depok. Dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di kota ini mengakibatkan tingginya peralihan lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman beserta fasilitas umum dan sosial pendukungnya. Tidak mengherankan jika distribusi persentase sektor pertanian tahun 2007 hanya menyumbang 2,47 persen terhadap PDRB Kotamadya Depok secara keseluruhan (BPS, 2008).

Meskipun rendahnya sektor pertanian dalam menyumbang PDRB, terdapat salah satu komoditas pertanian yang cukup potensial, berkualitas tinggi, serta

mencerminkan pola kekhasan Kotamadya Depok. Komoditas tersebut adalah buah belimbing varietas unggul yang dikenal dengan nama belimbing Dewa (*Avverhoa carambola*). Produksi belimbing di kotamadya ini memberikan kontribusi sebesar 25,43 persen terhadap total produksi belimbing di Jawa Barat. Dimana Provinsi Jawa Barat sendiri merupakan provinsi penghasil komoditas belimbing tertinggi di Indonesia (Deptan, 2007). Maka dalam rangka membudidayakan sektor pertanian, Kepala Dinas Pertanian Kotamadya Depok, Rumanul Hidayat, menyatakan bahwa Dinas Pertanian Kotamadya Depok 2008 telah mencanangkan empat program unggulan. Salah satu dari program utamanya adalah pengembangan produksi buah belimbing Dewa sebagai ikon Kotamadya Depok. (monitordepok.com, Selasa 18 Maret 2008).

Belimbing Dewa merupakan salah satu agrobisnis Kotamadya Depok yang sangat prospektif. Meskipun permintaan pasar lokal belum terpenuhi, belimbing Dewa kini mulai dilirik pasar ekspor. Kepala Bidang Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinas Pertanian Kotamadya Depok, Nuraini, menyatakan bahwa terdapat beberapa negara yang sudah mengisyaratkan ketertarikan terhadap buah ini. Negara-negara yang berminat antara lain dari Arab Saudi, Malaysia, dan Singapura. (Republika, Jum'at 16 Mei 2008). Secara ekonomi, kontribusi komoditas belimbing terhadap pendapatan asli daerah cukup bisa diandalkan. Dengan potensi produksi berkisar 3000—5000 ton per tahun, diperkirakan perputaran ekonomi dari komoditas belimbing ini berkisar 18—30 milyar per tahun.

Untuk menangkap peluang tersebut, maka perlu kiranya dipertimbangkan aspek efisiensi baik efisiensi teknis maupun ekonomis dalam proses produksi buah belimbing Dewa. Yakni dengan mempertimbangkan penggunaan faktor produksi dan biaya yang seoptimal mungkin sehingga dapat diperoleh jumlah produksi dan keuntungan yang maksimal. Tabel 1 berikut memberikan gambaran mengenai produksi dan jumlah tanaman belimbing produktif di Kotamadya Depok.

Tabel 1. Produksi dan Jumlah Tanaman Produktif Belimbing Kotamadya Depok Tahun 2005—2008

Tahun	Jumlah Tanaman Produktif (Pohon)	Produksi (Kuintal)	Rata-rata Produksi Per Tanaman produktif (Kuintal/Pohon)
(1)	(2)	(3)	(4)
2005	33.676	50.514	1,50
2006	31.620	40.473	1,28
2007	28.765	35.956	1,25
2008	26.805	42.732	1,59

Sumber: Dinas Pertanian Kotamadya Depok, 2005—2008

Berdasarkan data di atas terlihat bahwa secara rata-rata, produksi buah belimbing di Kotamadya Depok selama kurun waktu 2005—2008 mengalami laju pertumbuhan yang negatif. Pada tahun 2005 produksinya mampu mencapai hingga 50.514 kuintal per tahun, kemudian pada tahun 2006 dan 2007 produksinya mengalami laju pertumbuhan yang negatif yakni hingga -19,88 dan -11,16 persen. Baru kemudian tahun 2008 produksinya mengalami laju pertumbuhan positif yakni sebesar 18,84 persen menjadi sebanyak 42.732 kuintal tetapi masih lebih rendah bila dibandingkan dengan produksi di tahun 2005. Hal ini tidak mengherankan karena jika dilihat berdasarkan data di atas, penurunan produksi belimbing diimbangi dengan semakin menurunnya jumlah populasi tanaman yang produktif. Selama 2005—2008, populasi tanaman produktif yang berjumlah 33.676 pohon pada tahun 2005 berkurang menjadi 26.805 pohon pada tahun 2008. Dengan kata lain selama periode tersebut populasi tanaman belimbing produktif di Kotamadya Depok berkurang sebanyak 20,4 persen.

Salah satu hal yang menyebabkan semakin menurunnya populasi tanaman belimbing produktif adalah tingginya laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan fisik di Kotamadya Depok sehingga memberikan konsekuensi logis berupa tingginya

kebutuhan akan penyediaan kawasan pemukiman beserta seluruh fasilitas sosial pendukungnya. Salah satu dampak spasial yang terjadi adalah semakin bertambahnya lahan terbangun guna mawadahi kebutuhan ruang untuk pemukiman dan berbagai aktivitas yang mengakibatkan perubahan fungsi lahan dari pertanian menjadi pemukiman. Mengingat keterbatasan lahan tersebut, maka pengembangan belimbing di Kotamadya Depok saat ini tidak bersifat ekstensifikasi lagi tetapi lebih difokuskan pada pola intensifikasi yakni dengan perbaikan pola produksi melalui SOP (Standar Operasional Prosedur) guna meningkatkan produktivitas dan mutu.

1.1 Identifikasi dan Batasan Masalah

Produksi belimbing Dewa di Kotamadya Depok sangat prospektif dan potensial untuk dikembangkan. Produksi belimbing di kotamadya ini memberikan kontribusi sebesar 25,43 persen terhadap total produksi belimbing di Jawa Barat. Provinsi Jawa Barat sendiri merupakan provinsi penghasil komoditas belimbing tertinggi di Indonesia (Deptan, 2007). Namun jika dilihat berdasarkan laju pertumbuhan produksi dan jumlah tanaman belimbing produktif selama kurun waktu 2005—2008 yang negatif, maka perlu kiranya dilakukan usaha untuk meningkatkan produktivitas belimbing Dewa di Kotamadya Depok.

Semakin bertambahnya lahan terbangun guna mawadahi kebutuhan ruang untuk pemukiman dan berbagai aktivitas masyarakat di Kotamadya Depok, menyebabkan semakin terbatasnya lahan pertanian yang ada. Oleh karena itu fungsi produksi belimbing Dewa di Kotamadya Depok haruslah dalam keadaan efisiensi yang tinggi. Dengan tingginya tingkat efisiensi tersebut, maka produksi tanaman belimbing Dewa dapat maksimal.

Suatu penggunaan faktor produksi dikatakan efisiensi teknis kalau faktor produksi yang dipakai menghasilkan produksi yang maksimum. Dikatakan efisiensi harga (efisiensi alokatif) kalau nilai dari produk marginal sama dengan harga faktor produksi yang bersangkutan, dan dikatakan efisiensi ekonomis kalau usaha pertanian tersebut mencapai efisiensi teknis dan sekaligus juga efisiensi harga (Soekartawi, 1995).

Selain dari segi efisiensi, hal yang harus dipertimbangkan dalam mengembangkan usaha tani belimbing Dewa adalah pendapatan yang diperoleh petani belimbing itu sendiri. Yaitu seberapa besar selisih antara penerimaan dengan semua biaya yang telah dikeluarkan, yang selanjutnya akan dijadikan pertimbangan seberapa layak usaha tani tersebut untuk dilaksanakan (Soekartawi, 1995).

Pada lampiran 1, diketahui bahwa jumlah tanaman produktif belimbing Dewa di Kotamadya Depok tahun 2008 telah mencapai 29.849 batang pohon yang tersebar di enam kecamatan. Kecamatan Pancoran Mas memiliki persentase tanaman produktif tertinggi sebesar 60,30 persen, kemudian diikuti oleh Kecamatan Cimanggis sebesar 15,58 persen, Kecamatan Beji sebesar 10,23 persen, Kecamatan Sawangan sebesar 8,43 persen, Kecamatan Limo sebesar 4,30 persen, dan Kecamatan Sukmajaya sebesar 1,16 persen.

Dari segi produksi, Kecamatan Pancoran Mas telah memberikan kontribusi tertinggi terhadap jumlah produksi belimbing di Kotamadya Depok yaitu sebesar 56,16 persen. Posisi kedua ditempati oleh Kecamatan Cimanggis sebesar 15,42 persen, kemudian diikuti Kecamatan Sawangan sebesar 11,34 persen, Kecamatan Beji sebesar 6,49 persen, Kecamatan Limo sebesar 5,76 persen, dan Kecamatan Sukmajaya sebesar 4,83 persen yang merupakan kecamatan yang memiliki jumlah produksi terendah dibandingkan kecamatan lainnya.

Berdasarkan data Dinas Pertanian tersebut, diketahui bahwa Kecamatan Pancoran Mas merupakan kecamatan yang memiliki potensi tertinggi dalam hal jumlah tanaman produktif dan produksi belimbing dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa Kecamatan Pancoran Mas merupakan penghasil terbesar komoditas buah belimbing di Kotamadya Depok.

Karena adanya keterbatasan waktu, biaya, dan sumber daya, maka penelitian ini terbatas pada analisis efisiensi teknis dan pendapatan pada petani-petani yang tergabung dalam kelompok usaha tani belimbing di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok dengan dasar pertimbangan bahwa Kecamatan Pancoran Mas memiliki potensi tanaman belimbing tertinggi berdasarkan produksi dan jumlah tanaman produktif dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Adapun variabel-

variabel yang akan diteliti meliputi jumlah produksi, jumlah tanaman produktif, luas lahan, jumlah pemakaian pupuk kandang, jumlah pemakaian pestisida cair, jumlah pemakaian karbon pembungkus, jumlah tenaga kerja dalam proses produksi, umur petani, pendidikan petani, pengalaman petani bertani belimbing, dan status kepemilikan lahan yang dimiliki.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan hal yang telah disebutkan di atas, maka permasalahan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah gambaran mengenai potensi usaha tani belimbing Dewa berdasarkan karakteristiknya di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok?
2. Variabel-variabel apa sajakah yang berpengaruh secara signifikan terhadap produksi buah belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok?
3. Bagaimanakah tingkat efisiensi teknis produksi buah belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok?
4. Variabel-variabel apa sajakah yang berpengaruh secara signifikan terhadap inefisiensi teknis usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok?
5. Bagaimanakah tingkat pendapatan usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh gambaran mengenai potensi usaha tani belimbing Dewa berdasarkan karakteristiknya di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

2. Mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap produksi buah belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
3. Mengetahui tingkat efisiensi teknis produksi buah belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
4. Mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap inefisiensi teknis usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
5. Mengetahui tingkat pendapatan usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

1.4 Belimbing

Belimbing merupakan tanaman buah berupa pohon yang berasal dari kawasan Malaysia, kemudian menyebar luas ke berbagai negara yang beriklim tropis lainnya di dunia termasuk Indonesia. Pada umumnya belimbing ditanam dalam bentuk kultur pekarangan (*home yard gardening*), yaitu diusahakan sebagai usaha sambilan sebagai tanaman peneduh di halaman-halaman rumah. Di kawasan Amerika, buah belimbing dikenal dengan nama/sebutan “*starfruits*”, dan jenis belimbing yang populer dan digemari masyarakat adalah belimbing Florida.

Manfaat utama tanaman ini sebagai makanan buah segar maupun buah olahan ataupun obat tradisional. Manfaat lainnya sebagai stabilisator dan pemeliharaan lingkungan, antara lain dapat menyerap gas-gas beracun buangan kendaraan bermotor, menyaring debu, meredam getaran suara, dan memelihara lingkungan dari pencemaran karena berbagai kegiatan manusia. Sebagai wahana pendidikan, penanaman belimbing di halaman rumah tidak terpisahkan dari program pemerintah dalam usaha gerakan menanam sejuta pohon.

1.5 Belimbing Dewa Kotamadya Depok

Belimbing Dewa (*Avverhoa carambola*) merupakan salah satu komoditas pertanian Kotamadya Depok yang cukup potensial. Belimbing dengan varietas Dewa

ini sudah cukup dikenal masyarakat karena warna buah yang kuning kemerahan, besar dan rasanya manis cukup diminati pasar. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No:718/Kpts/TP.240/8/98, belimbing Dewa dilepas sebagai buah belimbing varietas unggul dengan pertimbangan bahwa dalam rangka meningkatkan produksi belimbing, varietas unggul mempunyai peranan penting. Belimbing Dewa mempunyai kemampuan berproduksi tinggi, penampilan menarik dengan warna buah matang oranye mengkilap, rasa buah manis segar, tekstur daging agak berserat, aroma buah agak harum, sudah ditanam petani secara luas dan mempunyai nilai ekonomis tinggi. Buah belimbing jenis Dewa Kotamadya Depok ini pernah meraih juara pertama lomba sebuah majalah pertanian nasional selama tiga tahun berturut-turut selama 2003—2005.

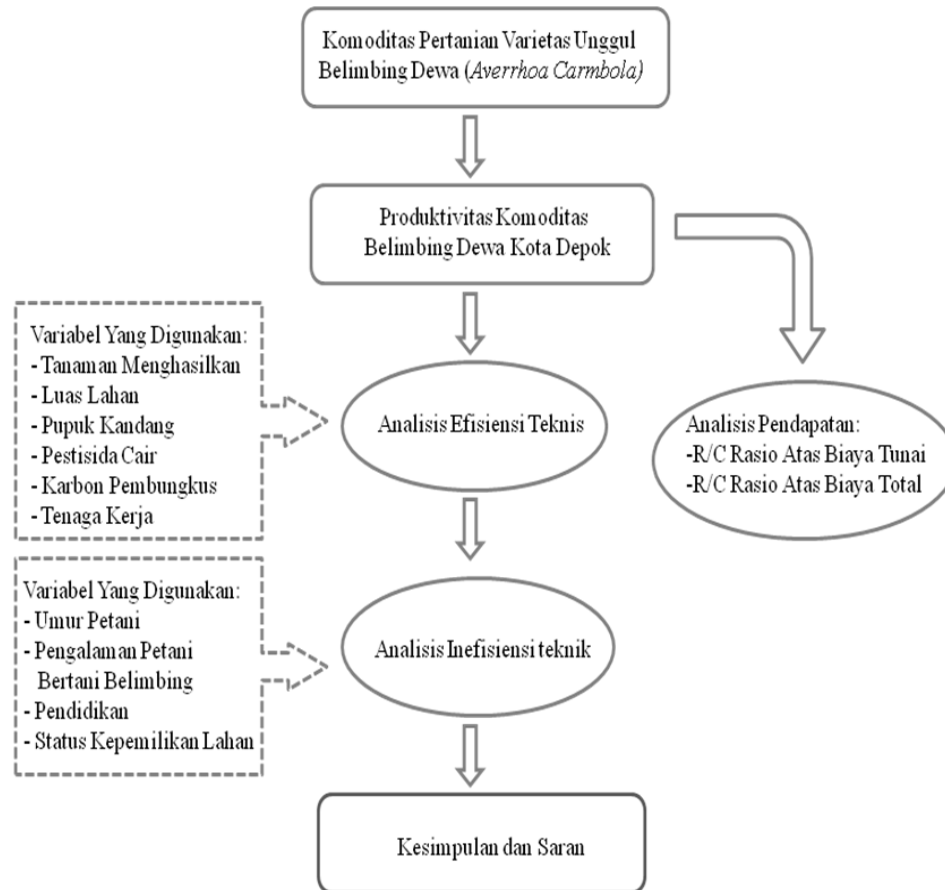
Diharapkan dengan penerapan SOP penanaman belimbing Dewa di bawah akan diperoleh hasil produksi belimbing yang bermutu dan berkualitas tinggi, karena faktor-faktor produksi tersebut memang diduga memengaruhi produksi belimbing Dewa itu sendiri.

Tabel 2. Dosis Pupuk Per Pohon Belimbing yang Dianjurkan

Waktu Pemupukan	Jenis dan Dosis Pupuk	
	Pupuk Kandang (Kg)	NPK(15:15:15) (Kg)
(1)	(2)	(3)
3—12 bulan setelah Tanam	20-30	0,2—0,3 (tiap 4 bulan)
1—3 tahun setelah Tanam	30-40	0,4—0,6 (tiap 4 bulan)
> 3 tahun setelah tanam	40-60	0,7—1,0 (tiap 4 bulan)
3—4 minggu sekali pada tanaman produktif	Pupuk Daun	Sesuai dosis anjuan

Sumber: SOP Dinas Pertanian Kotamadya Depok 2007

1.6 Kerangka Pikir



Gambar 2. Bagan Kerangka Pikir

1.7 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga masing-masing variabel penjelas dalam model fungsi produksi berpengaruh secara signifikan terhadap produksi belimbing Dewa di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
2. Diduga ada efek inefisiensi teknis dalam model fungsi produksi *stochastic frontier* usaha tani belimbing Dewa di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
3. Diduga masing-masing variabel penjelas dalam model efek inefisiensi berpengaruh secara signifikan terhadap efisiensi teknis usaha tani belimbing Dewa di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei secara langsung yakni dengan melakukan wawancara menggunakan daftar isian kepada para petani buah belimbing yang tergabung dalam kelompok tani belimbing dan melakukan kegiatan usaha tani belimbing Dewa selama kurun waktu 1 April 2008—31 Maret 2009 di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok. Sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas pertanian Kotamadya Depok dan Badan Pusat Statistik.

2.2 Metode Penarikan Sampel

Metode penarikan sampel yang diterapkan untuk mendapatkan sampel petani *eligible* menggunakan metode *one stage cluster* dengan *cluster* atau unit sampling adalah kelompok usaha tani belimbing di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok. Sedangkan elemen atau unit analisis yang digunakan adalah semua petani dari kelompok-kelompok tani belimbing yang terpilih dan melakukan kegiatan usaha tani belimbing selama kurun waktu 1 April 2008—31 Maret 2009 di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok. Unit analisis adalah unit yang akan diteliti atau ingin diketahui karakteristiknya secara detail.

Kelompok tani yang ada di Kecamatan Pancoran Mas berjumlah 9 kelompok. Berdasarkan rumus di atas didapatkan jumlah kelompok tani minimal sebesar 3,32 kelompok tani dan dibulatkan menjadi 4 kelompok tani. Kemudian dengan menggunakan metode *pps-sistematik* dipilih 4 kelompok tani yang dijadikan sampel, yaitu kelompok tani Sari Jaya, Dewi Merah, Rangkapan Jaya Baru, dan Kali Licin. Dari ke-4 kelompok tani terpilih tersebut, seluruh populasinya dicacah secara lengkap (*one stage cluster*) sehingga diperoleh 88 petani belimbing *eligible* di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

2.2 Metode Analisis

2.2.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai potensi usaha tani belimbing Dewa berdasarkan karakteristiknya di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

2.2.2 Analisis Fungsi Produksi *Stochastic frontier*

Analisis fungsi produksi *stochastic frontier* digunakan untuk mengukur efisiensi teknis dari sisi input dan faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi teknis dengan menggunakan metode ekonometrika. Fungsi produksi *frontier* menggambarkan produksi maksimum yang dapat dihasilkan untuk sejumlah masukan yang dikorbankan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Petani Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas

Karakteristik Petani belimbing Dewa yang terpilih di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok memiliki rata-rata usia 41 tahun. Dengan usia minimum 22 tahun dan maksimum 64 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa usia dari para petani belimbing terpilih tersebut dapat dikatakan berada pada usia yang masih produktif. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, diketahui bahwa persentase tertinggi dari usia petani belimbing terpilih berada pada rentang 31—40 tahun yakni sebesar 34,09 persen dari total keseluruhan petani belimbing terpilih.

Berdasarkan pengalaman bertani belimbing yang dimiliki oleh para petani terpilih, diketahui bahwa pengalaman para petani tersebut berada pada rentang 1 hingga 30 tahun dengan rata-rata pengalaman bertani belimbing selama 9,5 tahun. Persentase tertinggi berada pada rentang 1—10 tahun yakni sebesar 70,45 persen. Hal ini menunjukkan bahwa pada umumnya petani belimbing terpilih di Kecamatan Pancoran Mas pada dasarnya sudah memiliki pengalaman dalam hal bertani belimbing. Tabel 3 berikut ini akan menjelaskan karakteristik petani belimbing terpilih.

Tabel 3. Karakteristik Petani Belimbing Dewa Terpilih di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok

No.	Kriteria Berdasarkan	Jumlah Petani Terpilih	Persentase
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Usia (tahun)		
	a. 20—30	18	20,45
	b. 31—40	30	34,09
	c. 41—50	17	19,32
	d. 51—60	15	17,05
	e. > 61	8	9,09
2.	Pengalaman (tahun)		
	a. 1—10	62	70,45
	b. 11—20	24	27,27
	c. 21—30	2	2,27
3.	Ijazah yang dimiliki		
	a. ≤ SD/Setara	32	36,36
	b. SLTP/Setara	17	19,32
	c. SLTA/Setara	34	38,64
	d. > SLTA	5	5,68
4.	Status lahan		
	a. Milik sendiri	42	47,70
	b. Dari pihak lain	46	52,30

Sumber: Data Primer, diolah

Pendidikan merupakan salah satu faktor penentu dalam usaha tani untuk memperoleh hasil yang optimal dan pendapatan yang lebih menguntungkan karena dengan pendidikan yang tinggi akan lebih mudah dalam menerima teknologi baru. Jenis pendidikan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pendidikan formal berdasarkan ijazah terakhir yang dimiliki petani terpilih. Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa tingkat pendidikan petani belimbing terpilih berdasarkan ijazah terakhir yang dimiliki kurang dari SD/setara ada sebanyak 32 petani atau sebesar 36,36 persen dari total keseluruhan petani terpilih. Pada umumnya mereka adalah para petani yang berumur 50 tahun ke atas. Petani terpilih yang berijazah SLTP/setara ada sebanyak 17 petani atau 19,32 persen dari keseluruhan petani terpilih. Persentase jumlah petani terpilih yang tertinggi berdasarkan pendidikan adalah petani yang berijazah SLTA/setara yakni 34 petani atau 38,64 persen dari total keseluruhan petani terpilih. Sedangkan petani yang memiliki ijazah di atas SLTA hanya sebanyak 5 petani yang terdiri atas 2 petani berijazah D1/D2, dan 3 petani yang masing-masing berijazah D3, S1 dan S2/S3.

Berdasarkan status lahan yang dimiliki, diketahui bahwa status kepemilikan lahan yang digunakan untuk bertani ternyata lebih banyak merupakan lahan yang berasal dari pihak lain dibandingkan lahan yang dimiliki oleh petani itu sendiri. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa dari 88 petani belimbing terpilih, sebanyak 52,30 persennya mengerjakan lahan berasal dari pihak lain sedangkan sisanya sebanyak 47,70 persen mengerjakan lahan sendiri. Meskipun para petani tersebut banyak yang menggunakan lahan berasal dari pihak lain, namun ternyata sebanyak 28 petani dengan status lahan berasal dari pihak lain tersebut tidak mengeluarkan biaya untuk sewa lahan. Pada umumnya mereka melakukan sistem bagi hasil dengan pemilik lahan.

Rekapitulasi nilai statistik dari variabel-variabel bebas dan tidak bebas pada model fungsi produksi ditunjukkan pada tabel 4, dengan nilai maksimum menunjukkan nilai terbesar penggunaan input dan hasil output, sedangkan nilai minimum menunjukkan penggunaan input dan hasil output terkecilnya. *Mean* adalah nilai rata-rata dari data yang diperoleh.

Tabel 4. Deskriptif Statistik Usaha Tani Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok 1 April 2008—31 Maret 2009

Variabel	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Dev.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Produksi (Kg)	450	120000	9452,27	14162,46
Tanaman produktif (Pohon)	6	700	62,17	89,41
Luas lahan (m ²)	100	21000	2138,07	2796,20
Produksi per pohon (Kg/Pohon)	29,32	900	181,40	140,43
Luas lahan per pohon (m ² /Pohon)	8,33	100	37,17	19,49
Pupuk kandang (Kg)	100	42000	3519,00	5616,83
Pestisida cair (L)	1	54	5,45	6,76
Pembungkus Karbon (Pc)	700	100000	18230,68	23330,89
Pekerja (HOK)	39	1188	192,59	163,26

Sumber: Data Primer, diolah

Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa rata-rata produksi belimbing dari petani terpilih selama 1 April 2008—31 maret 2009 di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok adalah sebesar 9.452,27 kilogram dengan produksi minimum dan maksimum sebesar 450 dan 120.000 kilogram. Jumlah tanaman produktif yang diusahakan para petani secara rata-rata sebanyak 62,17 pohon, sedangkan luas lahan yang diusahakan untuk bertani belimbing rata-rata seluas 2.138,07 m². Dimana alokasi penggunaan lahan tiap pohon dari para petani tersebut secara rata-rata adalah 37,17 m² per pohon, terendah seluas 8,33 m² dan yang tertinggi seluas 100 m² per pohonnya.

Produktivitas per pohon dari produksi petani terpilih secara rata-rata adalah sebesar 181,40 kilogram, dengan produktivitas terendah sebesar 29,32 kilogram, dan yang tertinggi sebesar 900 kilogram per pohonnya. Perbedaan produktivitas per pohon tiap petani disebabkan oleh perbedaan teknis dan teknologi yang digunakan oleh para petani dalam mengalokasikan faktor-faktor produksi.

Penggunaan pupuk kandang rata-rata dari petani terpilih tersebut sebanyak 3519 kilogram, sedangkan penggunaan pestisida cair rata-rata sebanyak 5,45 liter, dimana pestisida cair ini merupakan gabungan dari pestisida curakron, drustban, decis, dan licor. Jumlah pembungkus yang digunakan secara rata-rata sebanyak 18.230,68 *pieces*, sedangkan tenaga kerja rata-rata dengan menggunakan satuan Hari Orang Kerja (HOK) adalah 192,59 HOK dengan minimum menggunakan 39 HOK dan maksimumnya 1188 HOK.

3.2 Analisis Fungsi Produksi *Stochastic Frontier*

Model fungsi produksi *stochastic frontier* yang digunakan dalam analisis ini merupakan model fungsi produksi Cobb-Douglas yang terdiri atas enam variabel penjelas, yaitu: jumlah tanaman produktif (pohon), luas lahan (m^2), jumlah pemakaian pupuk kandang (kg), jumlah pemakaian pestisida cair (L), jumlah pemakaian karbon pembungkus (Pc), dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif (HOK/pohon).

Hasil estimasi parameter dari *Maximum Likelihood* untuk fungsi produksi *stochastic frontier* beserta nilai signifikansinya dengan menggunakan fungsi produksi Cobb-Douglas dari usaha tani belimbing di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok dapat dilihat pada tabel 5. Hasil estimasi parameter untuk fungsi produksi *stochastic frontier* menunjukkan bahwa pada $\alpha = 0,05$, variabel tanaman produktif, pembungkus karbon, dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif berpengaruh nyata dan positif, variabel pestisida cair berpengaruh nyata dan negatif, sedangkan variabel luas lahan dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap produksi belimbing Dewa di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

Nilai estimasi parameter dari variabel tanaman belimbing produktif memberikan nilai elastisitas yang tertinggi dibandingkan dengan variabel lainnya yakni sebesar 1,17. Hal ini berarti bahwa faktor produksi ini mempunyai pengaruh paling besar terhadap produksi belimbing di daerah penelitian. Sehingga upaya untuk meningkatkan produksi belimbing dapat dilakukan dengan peningkatan jumlah populasi tanaman belimbing produktif. Berdasarkan nilai elastisitas tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan sebesar satu persen jumlah tanaman belimbing yang produktif maka akan meningkatkan produksinya sebesar 1,17 persen dimana penggunaan input-input variabel lainnya dianggap tetap pada $\alpha = 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa usaha ekstensifikasi merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi belimbing Dewa di Kotamadya Depok. Namun mengingat semakin meningkatnya alih fungsi lahan pertanian di Kotamadya Depok akibat tingginya laju pertumbuhan penduduk dan pembangunan fisik di Kotamadya Depok, hal ini mungkin sulit untuk dilakukan.

Variabel pembungkus karbon dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif berpengaruh nyata dan positif terhadap produksi belimbing pada $\alpha = 0,05$. Hal ini berarti masih diperlukannya kenaikan penggunaan pembungkus karbon dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif untuk meningkatkan produksi belimbing. Elastisitas variabel pembungkus karbon menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu persen penggunaan pembungkus karbon dengan input lainnya dianggap tetap dapat meningkatkan 0,14 persen produksi belimbing pada $\alpha = 0,05$. Elastisitas jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif sebesar 0,18 artinya bahwa setiap peningkatan satu persen rasio tenaga kerja terhadap tanaman belimbing produktif tersebut maka akan meningkatkan 0,18 persen produksi belimbing itu sendiri dengan input-input lainnya dianggap tetap pada $\alpha = 0,05$.

Tabel 5. Estimasi Parameter dari *Maximum Likelihood* untuk Fungsi Produksi *Stochastic Frontier* Usaha Tani Belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

Variabel	Koefisien	Standar Error	t-ratio
(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Stochastic Frontier</i>			
Konstanta	2,63	0,41	6,36*
Tanaman produktif	1,17	0,11	10,92*
Luas lahan	0,07	0,07	0,92
Pupuk kandang	-0,05	0,04	-1,44
Pestisida cair	-0,17	0,07	-2,45*
Pembungkus karbon	0,14	0,04	3,12*
HOK/Pohon	0,18	0,02	7,67*
Γ	0,93	0,03	27,52*
σ^2	0,71	0,26	2,76*
Log-Likelihood (H_0)	-34,54		
Log-Likelihood (H_1)	-25,68		
LR Test of One sided error	17,72		

Keterangan:

* : nyata pada $\alpha = 0,05$

Nilai dugaan parameter untuk penggunaan pestisida cair berpengaruh nyata dan negatif pada tingkat kepercayaan 95 persen terhadap produksi belimbing. Nilai estimasi parameter juga menunjukkan elastisitas dari variabel pestisida cair terhadap produksi belimbing sebesar -0,17 yang artinya bahwa setiap peningkatan satu persen pada penggunaan jumlah pestisida cair, akan menurunkan produksi belimbing sebesar 0,17 persen dengan input variabel lainnya dianggap konstan pada $\alpha = 0,05$. Dari tabel 5 di atas, dapat dilihat juga hasil uji hipotesis yang ditujukan untuk mengetahui apakah ada efek inefisiensi teknis pada model. Uji hipotesis ini dilakukan dengan

menggunakan uji *Likelihood Ratio* tes satu sisi seperti yang telah dijelaskan dalam bagian metodologi. Hasil dugaan diperoleh nilai LR sebesar 17,72 yang lebih besar dari nilai kritisnya. Nilai LR tersebut nyata secara statistik pada $\alpha = 0,05$ yang diperoleh dari tabel distribusi χ^2 campuran pada tabel 1 Kodde and Palm (1986) sebesar 11,911, dengan jumlah restriksi yang digunakan sebanyak enam restriksi. Berdasarkan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat keyakinan 95 persen fungsi produksi *stochastic frontier* ini dapat menerangkan keberadaan inefisiensi teknis petani di dalam proses produksi belimbing tersebut.

3.3 Kondisi *Returns to Scale* Usaha Tani Belimbing

Setelah dilakukan perhitungan terhadap nilai *Returns to Scale*, tampak bahwa usaha tani belimbing Dewa di kecamatan pancoran Mas, Kotamadya depok berada dalam skala *Increasing Returns to Scale* dengan nilai RTS sebesar 1,34. Hal ini berarti bahwa penambahan input jumlah tanaman produktif, luas lahan, pupuk kandang, pestisida cair, pembungkus karbon, dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif akan menghasilkan keluaran dengan proporsi yang lebih besar dibandingkan masukannya.

3.4 Analisis Tingkat Efisiensi Teknis Usaha Tani Belimbing Dewa

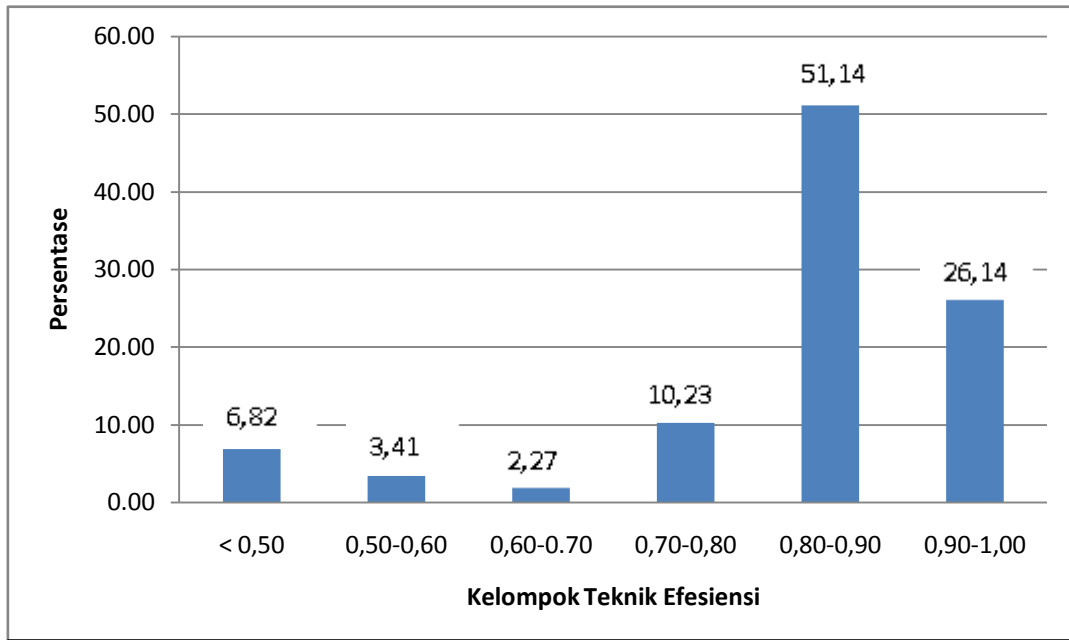
Tabel 6 di bawah menunjukkan ringkasan tingkat efisiensi teknis yang diduga ada pada fungsi produksi *stochastic frontier*. Tingkat efisiensi teknis usaha tani belimbing Dewa dari petani terpilih paling rendah di Kecamatan Pancoran, Kotamadya Depok adalah 0,18 dan yang tertinggi adalah 0,96. Secara keseluruhan rata-rata efisiensi teknis yang dicapai oleh petani terpilih di Kecamatan Pancoran Mas adalah 0,82. Angka efisiensi 0,82 memberi makna bahwa rata-rata petani dapat mencapai paling tidak 82 persen potensial produksi yang diperoleh dari kombinasi masukan produksi yang dikorbankan. Ini berarti pula bahwa masih ada peluang sebesar 18 persen untuk meningkatkan produksi belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

Tabel 6. Sebaran Efisiensi Teknis Petani Terpilih

	Indeks Efisiensi Teknis	
	Jumlah	Persen (%)
(1)	(2)	(3)
$0,00 < TE_i \leq 0,50$	6	6,82
$0,50 < TE_i \leq 0,60$	3	3,41
$0,60 < TE_i \leq 0,70$	2	2,27
$0,70 < TE_i \leq 0,80$	9	10,23
$0,80 < TE_i \leq 0,90$	45	51,14
$0,90 < TE_i \leq 1,00$	23	26,14
Total	88	100,00
Rata-rata	0,82	
Minimum	0,18	
Maksimum	0,96	

Sumber: Data Primer, diolah

Sebaran *Technical efficiency* (TE) memiliki hubungan yang erat dengan penyusunan strategi dalam peningkatan kemampuan manajerial usaha tani. Menurut Sumaryanto (2001) dalam Sa'adah (2007), kelompok sasaran peningkatan kemampuan manajerial usaha tani lebih diarahkan pada petani dengan TE di bawah 0,70 dengan alasan, pertama; perbedaan antara produksi aktual dengan potensi yang seharusnya dicapai cukup besar. Kedua; peluang memperoleh peningkatan produksi umumnya lebih besar dan peningkatan yang terjadi cukup nyata, sehingga bukan saja dampaknya dapat dirasakan oleh petani, tetapi juga memiliki efek demonstrasi yang positif. Dari hasil estimasi tersebut diperoleh gambaran distribusi efisiensi teknis petani terpilih di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok sebagai berikut:



Gambar 3. Distribusi Tingkat Efisiensi Teknis Petani Terpilih di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat bahwa sebesar 87,50 persen petani terpilih memiliki tingkat efisiensi lebih dari 0,70, sedangkan sisanya 12,50 persen petani terpilih memiliki efisiensi teknis kurang dari 0,70. Hal ini berarti bahwa sebanyak 12,50 persen dari petani terpilih tersebut layak menjadi sasaran penyuluhan peningkatan kemampuan manajerial usaha tani belimbing.

3.5 Analisis Faktor-faktor yang Memengaruhi Inefisiensi Teknis

Faktor-faktor yang diduga memengaruhi tingkat efisiensi teknis petani terpilih dengan menggunakan model efek inefisiensi dari fungsi produksi *stochastic frontier* adalah umur petani, pengalaman bertani belimbing, pendidikan petani, dan status kepemilikan lahan. Hasil pendugaan model inefisiensi teknis dapat dilihat pada tabel 10. Berdasarkan hasil pendugaan model efek inefisiensi teknis pada tabel 10, diperlihatkan bahwa faktor pengalaman bertani belimbing berpengaruh nyata dan positif terhadap inefisiensi teknis pada $\alpha = 0,10$, faktor status kepemilikan lahan tani

berpengaruh nyata dan negatif terhadap inefisiensi teknis pada $\alpha = 0,10$, sedangkan faktor pendidikan tidak berpengaruh nyata terhadap inefisiensi teknis.

Tabel 7. Estimasi Efek Inefisiensi teknis Fungsi produksi *Stochastic Frontier*

Variabel	Koefisien	Standar error	t-ratio
(1)	(2)	(3)	(4)
Konstanta	-0,52	0,71	-0,73
Umur	-0,03	0,02	-1,64
Pengalaman	0,04	0,02	1,81**
Pendidikan	0,21	0,32	0,66
Status Lahan	-4,50	2,34	-1,93**

Keterangan:

** : signifikan pada $\alpha = 0,10$

Status kepemilikan lahan berpengaruh nyata dan negatif terhadap inefisiensi teknis pada tingkat keyakinan $\alpha = 0,10$. Hal ini mengindikasikan bahwa kepemilikan lahan sendiri dapat menurunkan tingkat inefisiensi teknis sehingga dapat meningkatkan efisiensi teknis usaha tani belimbing para petani.

3.6 Analisis Pendapatan Usaha Tani Belimbing Dewa

Analisis pendapatan usaha tani belimbing Dewa menggambarkan secara sederhana bagaimana tingkat kelayakan usaha tani belimbing Dewa di daerah penelitian. Hasil analisis pendapatan usaha tani belimbing Dewa per pohon di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok disajikan pada tabel 8. Secara ekonomi harga jual belimbing terbagi atas tiga *grade* yaitu *grade* A, B, dan C. Perbedaan *grade* tersebut digunakan untuk membedakan kondisi mutu dan kualitas buah belimbing. Harga terendah belimbing adalah pada *grade* C yakni mencapai Rp 2.000,00 per kg, sedangkan harga tertinggi berada pada *grade* A yakni mencapai Rp 6.500,00 per kg. Dasar harga yang digunakan adalah harga yang berlaku di daerah penelitian.

Berdasarkan hasil analisis pendapatan diketahui bahwa hasil produksi belimbing Dewa rata-rata per pohon adalah sebesar 181,40 kg. Dengan menggunakan harga terendah pada *grade* C maka diperkirakan akan diperoleh penerimaan sebesar Rp 362.795,15 per pohonnya. Biaya total yang dikeluarkan pada usaha tani belimbing per pohon adalah Rp 256.417,83. Biaya total ini terdiri atas biaya tunai dan biaya yang diperhitungkan. Biaya tunai yang dikeluarkan sebesar Rp 267.965,97 atau 78,71 persen dari biaya total, sedangkan biaya yang diperhitungkan sebesar Rp 72.500,00 atau sebesar 21,29 persen dari biaya total.

Alokasi biaya terbesar dalam usaha tani belimbing adalah biaya tunai untuk tenaga kerja dibayar yakni sebesar 28,93 persen dari biaya total atau 27,15 persen dari penerimaan totalnya. Alokasi biaya terbesar kedua dalam usaha tani belimbing Dewa adalah biaya diperhitungkan untuk tenaga kerja tidak dibayar yakni sebesar 21,29 persen dari biaya total atau 19,98 persen dari penerimaan total. Hal ini tidak mengherankan karena dalam proses produksinya, usaha tani belimbing Dewa memang membutuhkan banyak tenaga kerja terutama pada masa pembungkusan dan pemanenan. Rata-rata penggunaan tenaga kerja dibayar mencapai 1,97 HOK (Hari Orang Kerja) per pohon sedangkan untuk penggunaan tenaga kerja tidak dibayar adalah 1,45 HOK tiap tahunnya, dimana biaya upah tiap HOK di daerah penelitian sebesar Rp 50.000,00.

Alokasi biaya terbesar ketiga adalah biaya pembelian karbon pembungkus belimbing agar terlindung dari kerusakan yang diakibatkan oleh hama dan sebagainya yakni sebesar 17,61 persen dari biaya total atau 16,52 persen dari penerimaan total. Banyaknya pembungkus karbon yang digunakan tentunya sejalan dengan jumlah belimbing yang ada tiap pohonnya, dimana setiap buah yang ada harus dilakukan pembungkusan demi menjaga kualitas belimbing itu sendiri. Alokasi biaya terbesar selanjutnya dalam usaha tani belimbing Dewa adalah biaya tunai untuk sewa lahan yaitu sebesar 10,92 persen dari biaya total atau 10,25 persen dari penerimaannya.

Alokasi biaya Pupuk NPK dalam usaha tani belimbing Dewa mencapai 7,92 persen dari biaya total atau 7,43 persen dari penerimaan total. Rata-rata penggunaan pupuk NPK per pohon adalah 3,37 kg dengan biaya per satuan Rp 8000,00.

Penggunaan pupuk NPK ini sangat berguna dalam menjaga kesuburan kondisi tanah agar meningkatkan kemampuan produksi belimbing dengan baik.

Tabel 8. Analisis Pendapatan dan Biaya Usaha Tani Belimbing Dewa per Pohon di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok

(1)	Satuan (2)	Per Pohon		Persentase Penerimaan (%) (5)	Persentase Biaya (%) (6)
		Jumlah (3)	Nilai (Rp) (4)		
A. Penerimaan Total					
Produksi Belimbing	Kg	181,40	362.795,15	100,00	
B. Biaya Tunai			267.965,97	73,86	78,71
1. Sarana Produksi					
a. Pupuk NPK	Kg	3,37	26.965,46	7,43	7,92
b. Pupuk Kandang	Kg	60,80	10.133,43	2,79	2,98
c. Curakron	L	0,06	11.579,80	3,19	3,40
d. Drustban	L	0,02	1.371,56	0,38	0,40
e. Decis	L	0,03	5.961,90	1,64	1,75
f. Gandasil	Kg	0,11	5.252,84	1,45	1,54
g. Karbon Pembungkus	Pc	399,65	59.946,87	16,52	17,61
2. Tenaga Kerja Dibayar	HOK	1,97	98.500,00	27,15	28,93
3. Biaya lainnya					
a. Sewa Lahan	m ²	37,17	37.172,91	10,25	10,92
b. Pemeliharaan alat			2.746,80	0,76	0,81
c. Pengangkutan			4.101,71	1,13	1,20
d. Pembungkus/wadah			4.232,69	1,17	1,24
C. Biaya Diperhitungkan			72.500,00	19,98	21,29
Tenaga Kerja Tidak Dibayar	HOK	1,45	72.500,00	19,98	21,29
D. Biaya Total			340.465,97	93,85	100,00
E. Pendapatan Atas Biaya Tunai			94.829,18		
F. Pendapatan Atas Biaya Total			22.329,18		
G. R/C atas Biaya Tunai			1,35		
H. R/C atas Biaya Total			1,07		

Sumber: Data Primer, diolah.

Biaya tunai yang lain seperti biaya pengeluaran untuk pestisida curakron dan pupuk pupuk kandang memberikan persentase sebesar 3,40 dan 2,98 persen terhadap biaya total atau 3,19 dan 2,79 persen dari penerimaan total. Biaya pengeluaran pestisida decis dan gandasil memberikan persentase sebesar 1,75 dan 1,54 persen dari biaya total atau 1,64 dan 1,45 persen dari penerimaan total. Biaya tunai untuk pembungkus/wadah yang digunakan sebesar 1,24 persen dari biaya total atau 1,17 persen dari penerimaan totalnya. Biaya untuk pengangkutan sebesar 1,20 persen dari biaya total atau 1,13 persen dari penerimaan total, sedangkan biaya untuk pemeliharaan alat adalah 0,81 persen dari biaya total atau 0,76 persen dari penerimaan total. Persentase biaya tunai terendah terhadap biaya total dan penerimaan total adalah biaya pengeluaran pestisida drustban yakni sebesar 0,40 atau 0,38 persen. Hal ini dikarenakan harga pestisida drustban senilai Rp 68.000,00 per liter lebih rendah dibandingkan dengan harga pestisida cair lainnya seperti pestisida curakron dan decis yang mencapai harga Rp 190.000,00 per liter.

Biaya total yang dikeluarkan untuk usaha tani belimbing Dewa per pohon di Kecamatan Pancoran Mas sebesar Rp 340.465,97, sedangkan penerimaan totalnya sebesar Rp 362.795,15 per pohon. Pendapatan yang diperoleh adalah selisih dari penerimaan total dengan biaya total yang digunakan dalam usaha tani belimbing. Sehingga dengan perhitungan diperoleh pendapatan atas biaya total per pohon petani mendapatkan keuntungan sebesar Rp 22.329,18. Hal ini menandakan bahwa petani memperoleh keuntungan sebesar 6,85 persen dari penerimaan total.

Untuk mengetahui layak atau tidaknya usaha tani belimbing ini dilaksanakan digunakan *Returns Cost Ratio* atau imbangannya penerimaan biaya. *Returns Cost Ratio* atau biasa disebut dengan R/C rasio atas biaya tunai dari usaha tani belimbing di Kecamatan Pancoran Mas adalah sebesar 1,35, sedangkan R/C rasio atas biaya total sebesar 1,07. Nilai R/C rasio atas biaya total lebih dari satu menunjukkan bahwa usaha tani belimbing tersebut layak untuk dilaksanakan. Nilai R/C rasio atas biaya total sebesar 1,07 menunjukkan bahwa setiap rupiah yang dipakai untuk biaya total pada usaha tani belimbing akan menghasilkan pendapatan petani sebesar Rp 1,07.

Nilai R/C rasio atas biaya total yang lebih besar dari satu disebabkan biaya total yang nilainya lebih kecil dari pada penerimaan yang diperoleh petani.

Analisis pendapatan atas usaha tani belimbing Dewa per pohon di atas adalah menggunakan harga jual belimbing Dewa pada *grade* C. Dengan menggunakan harga jual tersebut saja, petani sudah dapat memperoleh keuntungan dari selisih antara total penerimaan yang diperoleh dengan biaya yang dikeluarkan. Padahal, pada kenyataannya produksi belimbing Dewa masih terbagi lagi atas *grade* A dan B yang tentu harga jualnya lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas memang memberikan keuntungan bagi petani dan layak diusahakan.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Gambaran secara umum usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok yaitu petani terpilih memiliki usia yang masih produktif yakni pada rentang usia 22 hingga 64 tahun, dengan rata-rata pengalaman bertani belimbing selama 9,5 tahun. Persentase tertinggi dari petani terpilih yang memiliki tingkat pendidikan SLTA/setara sebesar 38,64 persen, diikuti pada tingkat pendidikan SD/setara sebesar 36,36 persen, sedangkan sisanya berada pada jenjang SLTP/setara dan di atas SLTA. Status kepemilikan lahan dari 88 petani terpilih, sebanyak 42 petani memiliki status lahan milik sendiri sedangkan sisanya berasal dari pihak lain.
2. Estimasi fungsi produksi menunjukkan bahwa pada $\alpha = 0,05$ variabel tanaman produktif, pembungkus karbon, dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif berpengaruh nyata dan positif, pestisida cair berpengaruh nyata dan negatif, sedangkan luas lahan dan pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap produksi belimbing di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok. Nilai estimasi parameter juga menunjukkan elastisitas variabel tersebut.

3. Usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok berada dalam skala *increasing returns to scale* yakni dengan nilai RTS sebesar 1,34. Hal ini berarti bahwa penambahan input jumlah tanaman belimbing produktif, luas lahan, pupuk kandang, pestisida cair, pembungkus karbon, dan jumlah tenaga kerja terhadap tanaman produktif akan menghasilkan keluaran dengan proporsi yang lebih besar dibandingkan masukannya.
4. Dari hasil pengujian diperoleh adanya efek inefisiensi teknis pada model fungsi produksi *stochastic frontier* pada $\alpha = 0,05$. Dimana Peningkatan produksi belimbing Dewa dapat dilakukan dengan cara mengoptimumkan penggunaan input dalam melakukan usaha tani. Ini terlihat dari hasil perhitungan efisiensi teknis dari petani belimbing terpilih sebesar 0,82 yang artinya bahwa rata-rata petani terpilih dapat mencapai paling tidak 82 persen potensial produksinya yang diperoleh dari kombinasi masukan produksi yang dikorbankan. Hal ini memberi arti bahwa masih ada peluang 18 persen untuk meningkatkan produksi belimbing Dewa di Kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok.
5. Pengujian terhadap variabel-variabel yang diduga memengaruhi inefisiensi teknis usaha tani belimbing Dewa di kecamatan Pancoran Mas, Kotamadya Depok menunjukkan bahwa pada $\alpha = 0,10$ variabel pengalaman bertani belimbing berpengaruh nyata dan positif, status kepemilikan lahan berpengaruh nyata dan negatif, sedangkan umur dan tingkat pendidikan petani tidak berpengaruh nyata. Hal ini menandakan bahwa perlunya usaha untuk meningkatkan tingkat efisiensi teknis petani dengan mempertimbangkan variabel-variabel tersebut.
6. Berdasarkan analisis pendapatan dengan menggunakan harga jual belimbing pada tingkat harga *grade C*, diperoleh nilai R/C rasio atas biaya total yang lebih besar dari satu yakni sebesar 1,07. Hal ini menandakan bahwa usaha tani belimbing Dewa di Kecamatan pancoran Mas, Kotamadya Depok layak untuk dilaksanakan karena akan memberikan keuntungan bagi petani dari proses

produksi yang telah dilakukannya. Nilai R/C rasio atas biaya total sebesar 1,07 menunjukkan bahwa setiap rupiah yang dipakai untuk biaya total pada usaha tani belimbing Dewa akan menghasilkan pendapatan petani sebesar Rp 1,07.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiana. (2005). *Analisis Efisiensi Ekonomi Usaha Tani Lidah Buaya (Aloe Vera) di Kabupaten Bogor: Pendekatan Stochastic Production Frontier*. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Adiyoga, Witono. (1999). Beberapa Alternatif Pendekatan untuk Mengukur Efisiensi atau In-Efisiensi dalam Usaha Tani. *Informatika Pertanian Volume 8*. 15 Maret 2009. <http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pdf/files/JAE%2023-2d.pdf>.
- Cochran, William G. (1991). *Teknik Penarikan Sampel*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Coelli TJ, et al. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Dinas Pertanian Kotamadya Depok. (2007). *Profil Belimbing Potensi Investasi Hortikultura Kotamadya Depok*. Depok: Dinas Pertanian Kotamadya Depok.
- _____. (2007). *Standar Operasional Prosedur Belimbing Dewa Kota Depok*. Depok: Dinas Pertanian Kotamadya Depok.
- Purwanto, J. (2003). *Dasar-dasar Metode Penarikan Sampel*. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Statistik.
- Rahardi, et al. (2007). *Agrobisnis Tanaman Buah*. Cetakan XIV. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Singh, Daroga and F.S. Chaudhary. (1986). *Theory and Analysis of Sample Survey Designs*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.

- Soekartawi. (1995). *Agribisnis: Teori dan Aplikasi*. Cetakan 3. Jakarta: P.T. Raja Grafindo Persada.
- Sunarjono, Hendro. (2006). *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Suratiyah, Ken. (2008). *Ilmu Usaha Tani*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tasman, Aulia. (2006). *Ekonomi Produksi Teori dan Aplikasi*. Jambi: Chandra Pratama.

Lampiran 1

Produksi dan Jumlah Tanaman Produktif Belimbing di 6 Kecamatan Kotamadya Depok Tahun 2008

		POTENSI TANAMAN BELIMBING			
NO KECAMATAN		Produksi		Jumlah Tanaman Produktif	
		Kuintal	%	Pohon	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Sawangan	4.844	11,34	2.517	8,43
2	Pancoran Mas	24.000	56,16	18.000	60,30
3	Sukmajaya	2.063	4,83	345	1,16
4	Cimanggis	6.590	15,42	4.650	15,58
5	Beji	2.775	6,49	3.054	10,23
6	Limo	2.460	5,76	1.283	4,30
JUMLAH		42.732	100,00	29.849	100,00

Sumber: Dinas Pertanian Kotamadya Depok, 2008

MODEL REGRESI DENGAN LONCATAN

(Studi Kasus Pada Data Harga Minyak Goreng di Propinsi Bali)

Oleh:

Timbang Sirait¹, Satwiko Darmesto²

Email: timbang_sirait@yahoo.com, satwiko@bps.go.id

¹ Staf/Dosen STIS, Jakarta ² Kepala Direktorat Statistik Distribusi/Dosen STIS, Jakarta

Abstract

Polynomial regression is one of statistical tools to detect jump. Generally, plot is employed to get data prior information. Data variation can be detected by plot. Extreme data variation in definite time might cause jump. However, jumps at a definite time need to be checked by a certain statistical method to ensure the truth of a jump. The study examine the window width in jump regression model. The model is built by finding jumps in a data. Jump position is found by estimating regression coefficient in a neighborhood. A group of sequence regression coefficients is used to estimate the difference type operator. To specify a jump, a difference type operator is compared with a threshold value. If absolute value of a difference type operator is larger than threshold value, there is a jump. Window width is the number of data in every neighborhood. The best window width is achieve if absolute value of jump magnitude estimation is greater than minimum magnitude. The approach is based on the biggest difference between the two magnitudes. Using BPS data from January 1992 to December 2005 the analysis indicate that the best window width is 39, and the study get 32 jumps positions. The jump position lie around 66th to 81st period or June 1997 until September 1998 and 92nd to 107th period or August 1999 until November 2000. Jump positions implied data partition into five segments.

Keywords : *jump, difference type operator, neighborhood, threshold, window width*

I. PENDAHULUAN

Perubahan suatu kejadian merupakan suatu gejala/fenomena terjadinya perbedaan sebelum dan sesudah kejadian. Adanya perubahan tersebut, terkadang mendorong seseorang/kelompok untuk mengetahui mengapa bisa terjadi demikian. Misalnya, terjadinya perubahan harga-harga suatu komoditi tertentu, seperti harga minyak goreng. Untuk memudahkan melihat perubahan-perubahan tersebut, biasanya dilakukan plot

terhadap data. Disamping itu juga, berdasarkan plot data tersebut, kita akan lebih mudah mengetahui apakah ada perubahan harga yang cukup ekstrim atau hanya biasa-biasa saja. Perubahan-perubahan harga yang cukup ekstrim pada suatu periode tertentu dapat saja menyebabkan terjadinya loncatan harga pada periode tersebut. Namun, loncatan yang terjadi pada suatu data tertentu, perlu diperiksa dengan suatu metode statistika tertentu, untuk memastikan apakah memang benar terjadi loncatan pada data tersebut.

Peneliti yang sudah pernah melakukan pendeteksian loncatan, diantaranya McDonald dan Owen (1986) yaitu dengan cara membangun suatu pemulus linear terpisah (*split linear smoother*) sebagai rata-rata tertimbang dari tiga estimasi *smooth* (mulus) dari fungsi regresi yang bersesuaian dengan amatan di sebelah kiri, amatan di sebelah kanan dan amatan diantara kedua sisi dari sebelah kiri dan sebelah kanan yang diestimasi sebagai posisi loncatan. Penimbangannya ditentukan berdasarkan nilai estimasi kesesuaian (*goodness-of-fit*). Apabila terdapat suatu loncatan dekat titik yang diberikan (amatan-amatan yang diestimasi sebagai posisi loncatan), maka hanya beberapa dari ketiga estimasi yang mungkin akan menghasilkan pencocokan yang baik.

Hall dan Titterington (1992) mempunyai kesamaan dengan metode yang diusulkan oleh McDonald dan Owen (1986). Namun, membangunnya dengan cara membuat beberapa hubungan diantara tiga pemulus linear lokal dalam melakukan pendeteksian loncatan. Selanjutnya, Muller (1992), Qiu (1991,1994), Wu dan Chu (1993) menggunakan metode kernel dalam melakukan pendeteksian loncatan yang didasarkan pada perbedaan dua penghalus kernel satu sisi. Penghalus pertama menggunakan kernel sisi kanan sedangkan penghalus kedua menggunakan kernel sisi kiri. Loncatan terdeteksi apabila terdapat perbedaan antara penghalus sisi kanan dan penghalus sisi kiri. Sedangkan Loader (1996) menggunakan estimator-estimator kernel polinomial lokal dalam mendeteksi suatu loncatan.

Deteksi loncatan yang dipergunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya menggunakan metode estimasi kernel dengan algoritma yang sangat rumit dalam menentukan titik loncatan. Pada penelitian ini metode statistika yang digunakan untuk mendeteksi loncatan pada suatu data tertentu jauh lebih mudah dan sederhana. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan fungsi regresi polinomial lokal. Suatu metode

statistika yang diperkenalkan oleh Qiu dan Yandell (1998). Metode ini didasarkan pada pencocokan dari himpunan data pada setiap persekitaran/tetangga (*neighborhood*). Pencocokan pada masing-masing persekitaran akan menghasilkan koefisien regresi. Seluruh koefisien regresi tersebut merupakan suatu barisan yang akan digunakan untuk mendapatkan suatu barisan operator beda (*difference-type operator*). Operator beda akan dikoreksi dengan suatu nilai *threshold*, sebagai penentu apakah terjadi loncatan pada data.

Sebelum melakukan pencocokan pada setiap persekitaran, perlu ditentukan terlebih dahulu banyaknya data pada setiap persekitaran. Banyaknya data pada setiap persekitaran dinamakan frekuensi. Penentuan frekuensi yang tepat akan memberikan informasi loncatan yang diperoleh menjadi lebih akurat. Peneliti-peneliti sebelumnya yang telah melakukan prosedur penentuan frekuensi seperti, Hastie dan Tibshirani (1987) menggunakan 10%-50% amatan dalam setiap melakukan *running-line smoother* pada suatu algoritma penskoran lokal untuk menentukan frekuensi. Prosedur penentuan frekuensi yang digunakan Hastie dan Tibshirani masih menggunakan sebagian amatan saja tanpa memperhitungkan amatan lainnya, sehingga frekuensi yang digunakan kurang mewakili terhadap amatan lainnya (amatan yang tidak digunakan). Stone (1977) menggunakan metode validasi silang (*cross-validation*) dalam menentukan frekuensi. Metode ini relatif sangat sulit karena menggunakan proses penghitungan yang lebih rumit.

Penelitian ini menggunakan pendekatan estimasi magnitude loncatan yang dibandingkan dengan magnitude minimum dalam menentukan frekuensi. Pendekatan ini didasarkan pada selisih terbesar diantara kedua nilai statistik tersebut (Qiu dan Yandell, 1998). Pendekatan ini jauh lebih mudah dibandingkan dengan pendekatan yang dilakukan oleh dua peneliti sebelumnya. Proses penghitungannya pun, hanya memerlukan perhitungan matematis yang sederhana.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji model regresi dengan loncatan, mengkaji bagaimana menentukan frekuensi dalam model regresi dengan loncatan dan mengaplikasikan model regresi dengan loncatan, menggunakan data tentang harga minyak goreng di Propinsi Bali periode Januari 1992 sampai Desember 2005.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Metode Kuadrat Terkecil (*Least Square*)

Metode kuadrat terkecil merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mencari estimasi dari parameter populasi. Estimasi parameter tersebut didapatkan dengan cara meminimumkan kuantitas yang disebut dengan jumlah kuadrat galat (*residual sum of square*) (Weisberg, 1985).

Model regresi dengan dua peubah dinyatakan dengan hubungan berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.1)$$

dimana X_i adalah peubah penjelas, Y_i adalah peubah respon, β_0 adalah parameter *intercept*, β_1 adalah koefisien regresi, n adalah banyaknya data dan ε_i adalah galat acak yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian σ^2 . Estimasi model regresi di atas adalah:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.1.2)$$

2.2. Regresi Polinomial

Apabila hubungan antara peubah penjelas X dengan peubah respon Y *smooth* (halus) dan bukan merupakan suatu garis lurus, model regresi linear sering digunakan jika dilakukan transformasi pada peubah penjelas X dan peubah respon Y yang akan memberikan suatu hubungan garis lurus dalam skala transformasi yang digunakan. Alternatif yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan model tersebut yaitu mengembangkan model dengan menambah pangkat atau order dari peubah penjelas X (Weisberg, 1985).

Misalkan suatu persamaan regresi polinomial order- p antara dua peubah sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \dots + \beta_p X_i^p + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2.1)$$

maka, dengan mengambil $p = 1$ modelnya menjadi model regresi linear dan bila $p = 2$ modelnya menjadi model kuadratik. Demikian halnya bila $p = 3$ modelnya menjadi model

kubik dan seterusnya. ε_i adalah galat acak yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian σ^2 .

Estimasi terhadap model regresi polinomial dapat juga dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Hasil-hasil dan pencocokan yang digunakan juga masih berlaku seperti yang digunakan pada model regresi linear biasa pada umumnya (Neter dkk., 1997). Adapun estimasi model regresi polinomial sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + \dots + \hat{\beta}_p X_i^p \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2.2)$$

Persamaan (2.2.1) dan (2.2.2) dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.2.3)$$

dan

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.2.4)$$

dimana $\mathbf{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)^T$ adalah vektor amatan, \mathbf{X} adalah matriks berukuran $n \times (p + 1)$ dengan rank $(p + 1) < n$, $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)^T$ adalah vektor koefisien regresi dan $\boldsymbol{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)^T$ adalah vektor galat. $\hat{\mathbf{Y}}$ merupakan estimasi dari \mathbf{Y} dan $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ adalah estimasi dari $\boldsymbol{\beta}$. Adapun matriks \mathbf{X} sebagai berikut:

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_1 & X_1^2 & \dots & X_1^p \\ 1 & X_2 & X_2^2 & \dots & X_2^p \\ 1 & X_3 & X_3^2 & \dots & X_3^p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & X_n & X_n^2 & \dots & X_n^p \end{pmatrix}$$

Rencher (2000) telah menurunkan estimasi dari $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)^T$ dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, hasil estimasi sebagai berikut:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.2.5)$$

Apabila $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1)^T$ maka persamaannya merupakan persamaan regresi linear dengan estimasi parameternya sama seperti pada persamaan (2.1.2).

2.3. Deteksi Loncatan

Misalkan terdapat sejumlah n data yang dapat dibentuk menjadi persekitaran-persekitaran $N(X_i) = \{X_{i-l}, X_{i+1-l}, \dots, X_i, \dots, X_{i-1+l}, X_{i+l}\}$ pada suatu rancangan titik X_i (median persekitaran) untuk $l+1 \leq i \leq n-l$ dengan $k = 2l+1 < n$, dimana k adalah frekuensi, yaitu banyaknya data pada setiap persekitaran dan l adalah banyaknya data disebelah kiri dan kanan dari median persekitaran.

Hasil pencocokan pada setiap persekitaran, masing-masing menghasilkan *intercept* $\hat{\beta}_0^{(i)}$ dan koefisien regresi $\hat{\beta}_1^{(i)}$. Keseluruhan *intercept* $\hat{\beta}_0^{(i)}$ dan koefisien regresi $\hat{\beta}_1^{(i)}$ merupakan suatu barisan atau dapat dituliskan $\{\hat{\beta}_0^{(i)}; l+1 \leq i \leq n-l\}$ dan $\{\hat{\beta}_1^{(i)}; l+1 \leq i \leq n-l\}$. Dalam mendeteksi loncatan, nilai-nilai yang diamati adalah perubahan-perubahan yang terjadi pada barisan $\hat{\beta}_1^{(i)}$ yang akan digunakan untuk memperkirakan operator beda.

Qiu dan Yandell (1998) mengusulkan operator beda untuk mengetahui adanya loncatan, dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta_1^{(i)} = \frac{|\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i+l)}| \left(|\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i-l)}| + |\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i-1)}| \right) + |\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i-1)}| \left(|\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i+l)}| \right)}{|\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i-l)}| + |\hat{\beta}_1^{(i)} - \hat{\beta}_1^{(i+1)}|} \tag{2.3.1}$$

dimana $k \leq i \leq n-k+1$. Sebagai penentu adanya loncatan digunakan *threshold* (Qiu dan Yandell, 1998) dengan formula sebagai berikut:

$$u_1 = \hat{\sigma} Z_{\alpha/2} \frac{n}{k} \sqrt{\frac{6(5k-3)}{k^2-1}} \tag{2.3.2}$$

dimana u_1 adalah *threshold*, $\hat{\sigma}$ adalah *standard error* yang diperoleh dari akar *mean square error (MSE)*, yaitu $\hat{\sigma} = \sqrt{MSE}$ dan $Z_{\alpha/2}$ adalah titik luasan kurva normal (titik kritis) dengan α adalah tingkat kesalahan.

Untuk mendapatkan adanya informasi loncatan maka dilakukan perbandingan antara nilai delta dengan nilai *threshold*. Bila terdapat nilai mutlak delta melebihi nilai

threshold atau $|\Delta_1^{(i)}| > u_1$, $i = k, k + 1, \dots, n - k + 1$ maka dapat diperkirakan telah terjadi loncatan pada data.

2.4. Magnitude Loncatan

Magnitude loncatan merupakan nilai besarnya loncatan yang terjadi pada suatu data, apabila terdapat loncatan pada data tersebut. Estimasi magnitude loncatan dilakukan dengan formula berikut:

$$C_1 = [1,5n(k - 1)/k(k + 1)]^{-1} M \tag{2.4.1}$$

dimana C_1 adalah magnitude loncatan dan M adalah nilai ekstrim dari nilai delta (Qiu dan Yandell, 1998).

Untuk memastikan apakah besar loncatannya cukup berarti maka magnitude loncatan harus memenuhi:

$$|C_1| > D \tag{2.4.2}$$

dimana

$$D = \frac{\hat{\sigma} Z_{\alpha/2} [6(k + 1)(5k - 3)]^{1/2}}{1,5(k - 1)^{3/2}} \tag{2.4.3}$$

dan D adalah magnitude minimum (Qiu dan Yandell, 1998).

2.5. Fungsi Pembangkit Momen

Fungsi pembangkit momen dari suatu peubah acak disamping dapat membangkitkan momen-momen, juga sangat berguna dalam menentukan distribusi dari suatu peubah acak. Terkadang kita dapat menggunakan fungsi pembangkit momen dengan sangat elegan, untuk menentukan distribusi dari kombinasi linear peubah acak yang bersifat independen dan identik (Budiantara, 2004).

Fungsi pembangkit momen dari suatu peubah acak, misalkan peubah acak Y sebagai berikut:

$$M_Y(t) = E [e^{tY}] = \sum_Y e^{tY} \cdot f(Y) \tag{2.5.1}$$

apabila Y diskrit, dan

$$M_Y(t) = E \left[e^{tY} \right] = \int_{-\infty}^{\infty} e^{tY} \cdot f(Y) dY \quad (2.5.2)$$

apabila Y kontinu, dimana $f(Y)$ adalah fungsi peluang dari peubah acak Y .

Jika a dan b adalah konstanta, maka fungsi pembangkit momen dari satu peubah acak Y memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

$$1. \quad M_{Y+a}(t) = E \left[e^{t(Y+a)} \right] = e^{at} \cdot M_Y(t).$$

$$2. \quad M_{bY}(t) = E \left[e^{tbY} \right] = M_Y(bt).$$

$$3. \quad M_{\frac{Y+a}{b}}(t) = E \left[e^{t \left(\frac{Y+a}{b} \right)} \right] = e^{\frac{at}{b}} M_Y \left(\frac{t}{b} \right)$$

(Freund dan Walpole, 1987).

2.6. Estimator Kemungkinan Maksimum

Jika Y_1, Y_2, \dots, Y_n adalah nilai-nilai sampel acak dari suatu populasi dengan parameter β , maka fungsi kemungkinan dari n sampel acak tersebut adalah:

$$\begin{aligned} L(\beta) &= f(Y_1, Y_2, \dots, Y_n; \beta) \\ &= f(Y_1; \beta) f(Y_2; \beta) \cdots f(Y_n; \beta) \\ &= \prod_{i=1}^n f(Y_i; \beta) \end{aligned}$$

dimana $L(\beta)$ adalah fungsi likelihood dari n sampel random dengan parameter β dan $f(Y_i; \beta)$ adalah fungsi peluang dari peubah acak Y_i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$ (Freund dan Walpole, 1987) dan (Mood dkk., 1974). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa fungsi kemungkinan merupakan perkalian dari beberapa fungsi peluang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Data yang digunakan yaitu data harga minyak goreng di Propinsi Bali periode Januari 1992

sampai Desember 2005. Sebagai peubah penjelas (X) adalah bulan dan sebagai peubah respon (Y) adalah harga minyak goreng.

Metode statistika yang digunakan untuk mendeteksi loncatan yaitu dengan pendekatan fungsi regresi polinomial lokal. Metode ini didasarkan pada pencocokan dari himpunan data pada setiap persekitaran. Disamping itu, dalam menentukan frekuensi digunakan pendekatan estimasi magnitudo loncatan yang dibandingkan dengan magnitudo minimum. Pendekatan ini didasarkan pada selisih terbesar estimasi magnitudo loncatan dengan magnitudo minimum.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Estimasi Parameter pada Persekitaran-persekitaran dan Loncatan pada Data

Pandang persekitaran $N(X_i^*) = \{X_{i-l}^*, X_{i+1-l}^*, \dots, X_i^*, \dots, X_{i-1+l}^*, X_{i+l}^*\}$ pada suatu rancangan titik X_i^* (median persekitaran) untuk $l+1 \leq i \leq n-l$ dengan $k = 2l+1 < n$, dimana k adalah frekuensi, yaitu banyaknya data pada setiap persekitaran dan l adalah banyaknya data disebelah kiri dan kanan dari median persekitaran serta n adalah banyaknya data. Pandang juga fungsi polinomial lokal order- p pada setiap persekitaran berikut:

$$Y^{*(i)}(X^*) = \beta_0^{(i)} + \beta_1^{(i)}X^* + \dots + \beta_p^{(i)}X^{*p} + \varepsilon^{(i)} \tag{4.1.1}$$

dengan $X^* \in N(X_i^*)$, $i = l+1, \dots, n-l$, dimana nilai Y^* merupakan nilai Y yang distandarisasi dan nilai X^* diperoleh dengan cara membagi semua nilai X dengan nilai X terbesar atau terbentuk rancangan $0 \leq X_1^* < X_2^* < \dots < X_{n-1}^* < X_n^* \leq 1$.

Standarisasi terhadap nilai Y dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$Y_i^* = \frac{Y_i - \bar{Y}}{S_Y}, \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{4.1.2}$$

dengan $S_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$.

S_y adalah simpangan baku (*standard deviation*) dari seluruh amatan dan \bar{Y} adalah rata-rata keseluruhan amatan (Neter, dkk., 1996). Sedangkan rancangan nilai X^* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$X_i^* = \frac{X_i}{\text{Max}(X)}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.1.3)$$

dengan terlebih dahulu mengurutkan data berdasarkan nilai X . Langkah ini dilakukan untuk menyamakan penggunaan nilai *threshold* pada berbagai skala data real. Pada metode polinomial lokal ini diasumsikan bahwa paling banyak satu loncatan saja yang termuat dalam setiap persekitaran.

Pada persamaan (4.1.1), apabila $p = 1$ maka fungsi polinomial lokal di atas merupakan fungsi regresi linear yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}^{*(i)}(X^*) = \hat{\beta}_0^{(i)} + \hat{\beta}_1^{(i)} X^* + \varepsilon^{(i)} \quad (4.1.4)$$

maka dengan metode kuadrat terkecil, estimasi fungsi regresi linear dalam persekitaran adalah:

$$\hat{Y}^{*(i)}(X^*) = \hat{\beta}_0^{(i)} + \hat{\beta}_1^{(i)} X^* \quad (4.1.5)$$

dengan $X^* \in N(X_i^*), i = l + 1, \dots, n - l$.

Hasil pencocokan pada persekitaran-persekitaran menghasilkan barisan *intercept* $\hat{\beta}_0^{(i)}$ dan barisan koefisien regresi $\hat{\beta}_1^{(i)}$ atau dapat dituliskan $\{\hat{\beta}_0^{(i)}; l + 1 \leq i \leq n - l\}$ dan $\{\hat{\beta}_1^{(i)}; l + 1 \leq i \leq n - l\}$. Dalam mendeteksi loncatan, barisan yang diamati adalah perubahan-perubahan yang terjadi pada barisan $\hat{\beta}_1^{(i)}$ yang akan digunakan untuk memperkirakan operator beda. Penghitungan operator beda menggunakan persamaan (2.3.1). Untuk memastikan adanya loncatan maka operator beda akan dibandingkan dengan nilai *threshold*, yang dihitung menggunakan persamaan (2.3.2). Karena penghitungan *threshold* ini berkaitan dengan *nilai mean square error (MSE)*, maka terlebih dahulu dihitung nilai *MSE* dari data tersebut. Penghitungan *MSE* dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n - 2} \sum_{i=1}^n (Y_i^* - \hat{Y}_i^*)^2 \quad (4.1.6)$$

Pencocokan garis regresi (\hat{Y}_i^*) diperoleh dari keseluruhan amatan dengan mengabaikan adanya loncatan pada data. Selanjutnya nilai-nilai mutlak delta dibandingkan dengan nilai *threshold*. Apabila ada nilai mutlak delta melebihi nilai *threshold* maka dapat diperkirakan bahwa persamaan regresi memuat suatu loncatan pada suatu titik X_i .

Apabila terdapat titik-titik loncatan maka data awal dapat dipartisi/dipecah menjadi beberapa segmen yaitu data yang termuat sebelum titik loncatan, data pada titik-titik loncatan dan data setelah titik loncatan. Modelkan data berdasarkan data yang sudah tersegmen dengan menggunakan persamaan regresi. Misalkan terdiri dari tiga segmen data maka penyelesaiannya sebagai berikut:

- a. Persamaan regresi pada segmen pertama (s_1) dengan interval pada titik X pertama hingga sebelum loncatan pertama (*first jump*, J_1) atau $X_1, X_2, \dots, X_{J_1-1}$ yaitu:

$$Y_i^{(s_1)} = \beta_0^{(s_1)} + \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)} + \varepsilon_i^{(s_1)} \quad ; i = 1, 2, \dots, J_1 - 1$$

dimana $\varepsilon_i^{(s_1)}$ adalah galat acak yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian $\sigma_{s_1}^2$. Sehingga fungsi peluang dari $\varepsilon_i^{(s_1)}$ adalah:

$$f(\varepsilon_i^{(s_1)}; \sigma_{s_1}^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{s_1}^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma_{s_1}^2}(\varepsilon_i^{(s_1)})^2}, \quad -\infty < \varepsilon < \infty, \quad \sigma_{s_1} > 0$$

Fungsi pembangkit momen dari $\varepsilon_i^{(s_1)}$ adalah:

$$\begin{aligned} M_{\varepsilon_i^{(s_1)}}(t) &= E\left[e^{t\varepsilon_i^{(s_1)}}\right] \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{t\varepsilon_i^{(s_1)}} f(\varepsilon_i^{(s_1)}; \sigma_{s_1}^2) d\varepsilon_i^{(s_1)} \\ &= e^{\frac{1}{2}\sigma_{s_1}^2 t^2} \end{aligned}$$

Dengan demikian, maka dengan menggunakan sifat-sifat dari fungsi pembangkit momen (sifat pertama) didapatkan fungsi pembangkit momen dari peubah respon $Y_i^{(s_1)}$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 M_{Y_i^{(s_1)}}(t) &= M_{\beta_0^{(s_1)} + \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)} + \varepsilon_i^{(s_1)}}(t) \\
 &= e^{(\beta_0^{(s_1)} + \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})t} M_{\varepsilon_i^{(s_1)}}(t) \\
 &= e^{(\beta_0^{(s_1)} + \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})t + \frac{1}{2}\sigma_{s_1}^2 t^2}
 \end{aligned}$$

Fungsi pembangkit momen dari peubah respon $Y_i^{(s_1)}$ merupakan fungsi pembangkit momen dari suatu peubah acak yang berdistribusi normal dengan rata-rata $\beta_0^{(s_1)} + \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)}$ dan varian $\sigma_{s_1}^2$. Sehingga fungsi peluang dari peubah respon $Y_i^{(s_1)}$ yaitu:

$$f(Y_i^{(s_1)}; \beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{s_1}^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma_{s_1}^2}(Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})^2}, \quad -\infty < Y < \infty, \sigma_{s_1} > 0$$

Setelah diperoleh fungsi peluang dari peubah respon $Y_i^{(s_1)}$ maka langkah selanjutnya adalah mencari estimasi parameter *intercept* dan koefisien regresi. Estimasi kedua parameter ini diperoleh dengan menggunakan estimator kemungkinan maksimum, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) &= f(Y_1^{(s_1)}; \beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) \cdots f(Y_{J_1-1}^{(s_1)}; \beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) \\
 &= \prod_{i=1}^{J_1-1} f(Y_i^{(s_1)}; \beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) \\
 &= \prod_{i=1}^{J_1-1} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{s_1}^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma_{s_1}^2}(Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})^2} \\
 &= (2\pi\sigma_{s_1}^2)^{\frac{J_1-1}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma_{s_1}^2} \sum_{i=1}^{J_1-1} (Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})^2}
 \end{aligned}$$

ruas kiri dan ruas kanan dilogaritma natural, menghasilkan

$$\ln L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = \frac{J_1-1}{2} \ln(2\pi\sigma_{s_1}^2) - \frac{1}{2\sigma_{s_1}^2} \sum_{i=1}^{J_1-1} (Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})^2$$

selanjutnya dilakukan derivatif terhadap $\beta_0^{(s_1)}$ dengan hasil sebagai berikut:

$$\frac{\partial}{\partial \beta_0^{(s_1)}} \ln L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = \frac{1}{\sigma_{s_1}^2} \sum_{i=1}^{J_1-1} (Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} X_i^{(s_1)})$$

dengan menyamakan $\frac{\partial}{\partial \beta_0^{(s_1)}} \ln L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = 0$ maka diperoleh

$$\hat{\beta}_0^{(s_1)} = \bar{Y}_i^{(s_1)} - \hat{\beta}_1^{(s_1)} \bar{X}_i^{(s_1)}$$

dengan $\bar{X}_i^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} X_i^{(s_1)}}{J_1 - 1}$ dan $\bar{Y}_i^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} Y_i^{(s_1)}}{J_1 - 1}$

demikian halnya dilakukan derivatif terhadap $\beta_1^{(s_1)}$, hasilnya sebagai berikut:

$$\frac{\partial}{\partial \beta_1^{(s_1)}} \ln L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = \frac{1}{\sigma_{s_1}^2} \sum_{i=1}^{J_1-1} \left(X_i^{(s_1)} Y_i^{(s_1)} - \beta_0^{(s_1)} X_i^{(s_1)} - \beta_1^{(s_1)} (X_i^{(s_1)})^2 \right)$$

dengan menyamakan $\frac{\partial}{\partial \beta_1^{(s_1)}} \ln L(\beta_0^{(s_1)}, \beta_1^{(s_1)}, \sigma_{s_1}^2) = 0$ maka diperoleh

$$\hat{\beta}_1^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} (X_i^{(s_1)} - \bar{X}_i^{(s_1)})(Y_i^{(s_1)} - \bar{Y}_i^{(s_1)})}{\sum_{i=1}^{J_1-1} (X_i^{(s_1)} - \bar{X}_i^{(s_1)})^2}$$

Setelah didapatkan estimasi dari parameter *intercept* dan koefisien regresi pada segmen pertama, maka estimasi persamaan regresi pada segmen pertama sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_1)} + \hat{\beta}_1^{(s_1)} X \tag{4.1.7}$$

- b. Persamaan regresi pada segmen kedua (s_2) dengan interval X pada titik loncatan pertama (J_1) hingga loncatan terakhir (J_t) atau $X_{J_1}, X_{J_1+1}, \dots, X_{J_t}$ yaitu:

$$Y_i^{(s_2)} = \beta_0^{(s_2)} + \beta_1^{(s_2)} X_i^{(s_2)} + \varepsilon_i^{(s_2)} \quad ; i = J_1, J_1 + 1, \dots, J_t$$

dimana $\varepsilon_i^{(s_2)}$ adalah galat acak yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian $\sigma_{s_2}^2$. Analog pada bagian a. didapatkan:

$$\hat{\beta}_0^{(s_2)} = \bar{Y}_i^{(s_2)} - \hat{\beta}_1^{(s_2)} \bar{X}_i^{(s_2)}$$

dengan $\bar{X}_i^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} X_i^{(s_2)}}{J_t - J_1 + 1}$ dan $\bar{Y}_i^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} Y_i^{(s_2)}}{J_t - J_1 + 1}$

dan

$$\hat{\beta}_1^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} (X_i^{(s_2)} - \bar{X}_i^{(s_2)})(Y_i^{(s_2)} - \bar{Y}_i^{(s_2)})}{\sum_{i=J_1}^{J_t} (X_i^{(s_2)} - \bar{X}_i^{(s_2)})^2}$$

Estimasi persamaan regresi pada segmen kedua sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_2)} + \hat{\beta}_1^{(s_2)} X \tag{4.1.8}$$

- c. Persamaan regresi pada segmen ketiga (s_3) dengan interval X setelah titik loncatan terakhir (J_t) hingga X ke- n atau $X_{J_t+1}, X_{J_t+2}, \dots, X_n$ yaitu:

$$Y_i^{(s_3)} = \beta_0^{(s_3)} + \beta_1^{(s_3)} X_i^{(s_3)} + \varepsilon_i^{(s_3)} \quad ; i = J_t + 1, J_t + 2, \dots, n$$

dimana $\varepsilon_i^{(s_3)}$ adalah galat acak yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian $\sigma_{s_3}^2$. Analog pada bagian a. didapatkan:

$$\hat{\beta}_0^{(s_3)} = \bar{Y}_i^{(s_3)} - \hat{\beta}_1^{(s_3)} \bar{X}_i^{(s_3)}$$

dengan $\bar{X}_i^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n X_i^{(s_3)}}{n - J_t}$ dan $\bar{Y}_i^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n Y_i^{(s_3)}}{n - J_t}$

dan

$$\hat{\beta}_1^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n (X_i^{(s_3)} - \bar{X}_i^{(s_3)})(Y_i^{(s_3)} - \bar{Y}_i^{(s_3)})}{\sum_{i=J_t+1}^n (X_i^{(s_3)} - \bar{X}_i^{(s_3)})^2}$$

Estimasi persamaan regresi pada segmen ketiga sebagai berikut:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_3)} + \hat{\beta}_1^{(s_3)} X \tag{4.1.9}$$

4.2. Frekuensi

Frekuensi (k) adalah banyaknya rancangan data dalam setiap persekitaran yang diberi simbol $N(X_i^*)$. Penentuan frekuensi dilakukan dengan coba-coba (*trial and error*) terhadap nilai-nilai k untuk mendapatkan nilai estimasi magnitude loncatan dan magnitude minimum. Pendekatan yang digunakan dalam menentukan nilai k adalah menggunakan persamaan (2.4.2). Prosesnya dimulai dengan mengambil nilai k yang lebih kecil dari n ($k = 3, 5, 7, \dots < n$). Pembentukan persekitaran dilakukan sebagai berikut, persekitaran pertama beranggotakan k data terkecil pertama. Persekitaran kedua beranggotakan data terkecil kedua hingga data terkecil ke- $(k + 1)$. Demikian seterusnya hingga terbentuk $(n - k + 1)$ persekitaran. Selanjutnya dilakukan pencocokan pada setiap persekitaran menggunakan persamaan (4.1.5) untuk mendapatkan barisan koefisien regresi. Selanjutnya, barisan koefisien regresi ini digunakan untuk menghitung operator beda dengan menggunakan persamaan (2.3.1).

Apabila $|C_1| > D$ pada satu nilai k tertentu, maka nilai k tersebut merupakan k yang optimum. Namun, apabila terdapat beberapa nilai k yang memenuhi $|C_1| > D$, maka sebagai k yang optimum adalah k tertentu yang menghasilkan selisih $|C_1|$ dan D yang terbesar.

4.3. Aplikasi untuk Harga Minyak Goreng

Perkembangan harga minyak goreng, khususnya di wilayah Propinsi Bali selama periode Januari 1992 sampai Desember 2005 mengalami perubahan harga yang cukup berarti paska krisis ekonomi yang melanda Indonesia atau setelah jatuhnya penguasa orde baru pada bulan Mei 1997. Pergerakan naik harga minyak goreng dimulai pada periode ke-70 atau bulan Oktober 1997 hingga periode ke-95 atau bulan Nopember 1999. Walaupun terjadi fluktuasi harga selama periode ke-70 hingga ke-95, harganya masih jauh lebih tinggi jika dibandingkan periode sebelum periode ke-70. Namun, pada periode ke-96 atau bulan Desember 1999 harga minyak goreng mengalami penurunan dibandingkan dengan bulan sebelumnya yaitu sebesar 27,13 persen. Penurunan harga terus berlangsung hingga periode ke-111 atau bulan Maret 2001. Akan tetapi, harga mulai bergerak naik kembali setelah

periode ke-111. Demikian halnya, fluktuasi harga yang terjadi setelah periode ke-111 masih jauh lebih tinggi dibandingkan sebelum masa krisis ekonomi. Harga minyak goreng tertinggi selama periode Januari 1992 sampai Desember 1995 terdapat pada periode ke-159 atau bulan Maret 2005 dengan harga 7.350 rupiah per kilogram dan terendah pada periode pertama atau bulan Januari 1992 dengan harga 1579,73 rupiah per kilogram. Gambaran keseluruhan harga minyak goreng disajikan pada Gambar 1..

Berdasarkan hubungan X^* dan Y^* diperoleh nilai MSE sebesar 0,1712. Dengan demikian nilai *standard error*-nya ($\hat{\sigma}$) adalah 0,4138. Plot X^* dan Y^* serta garis regresinya dapat dilihat pada Gambar 2.. Gambar 2. memberikan gambaran yang sama seperti pada Gambar 1. dimana gambaran titik-titik X^* dan Y^* masih sama dengan gambaran titik-titik X dan Y . Dengan *Trial and error* atau coba-coba dan tingkat kesalahan lima persen didapatkan k optimumnya 39 (Tabel 1.).

Setelah persekitaran-persekitaran tersebut didapatkan, maka pada masing-masing persekitaran dilakukan pencocokan untuk mendapatkan barisan koefisien regresi. Plot nilai-nilai koefisien regresi pada periode ke- i terdapat pada Gambar 3.. Hasil plot pada Gambar 3. dapat menjelaskan bahwa perbedaan-perbedaan nilai koefisien regresi yang besar terdapat pada periode ke-60 sampai periode ke-114.

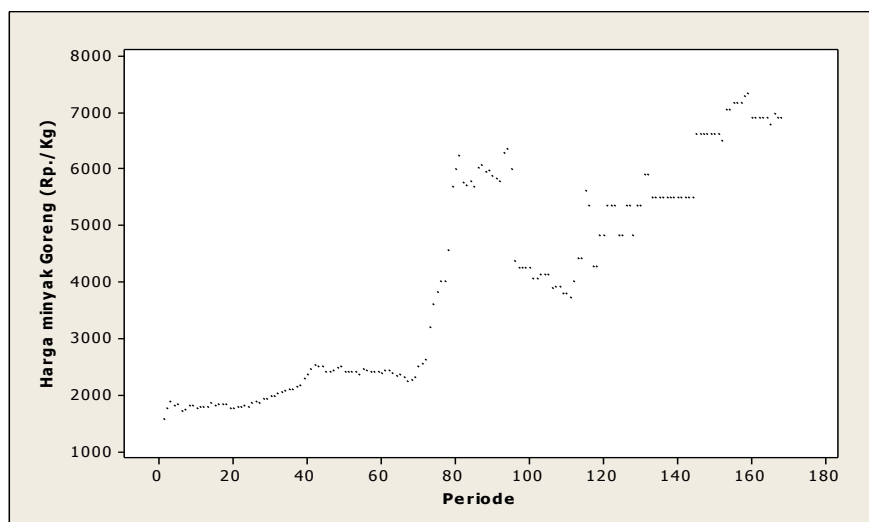
Namun, pergerakan ini belum menggambarkan dimana posisi/titik-titik loncatan data harga minyak goreng. Akan tetapi, kemungkinan besar loncatan-loncatan akan berada pada sekitar periode tersebut. Untuk memastikan posisi loncatan yang sesungguhnya, maka dilakukan penghitungan operator beda. Nilai-nilai delta yang dihitung berada pada posisi median persekitaran dengan interval $k \leq i \leq n - k + 1$ atau $39 \leq i \leq 130$. Dengan mengambil tingkat kesalahan lima persen maka berdasarkan persamaan (2.3.2) diperoleh *Threshold* sebesar 3,0414.

Dengan membandingkan nilai-nilai delta dengan nilai *threshold* diperoleh bahwa posisi loncatan berada pada median persekitaran ke-66 sampai ke-81 dan median persekitaran ke-92 sampai ke-107. Artinya, telah terjadi loncatan harga selama bulan Juni 1997 sampai bulan September 1998. Loncatan harga minyak goreng juga terjadi pada periode ke-92 hingga periode ke-107 atau pada bulan Agustus 1999 sampai bulan

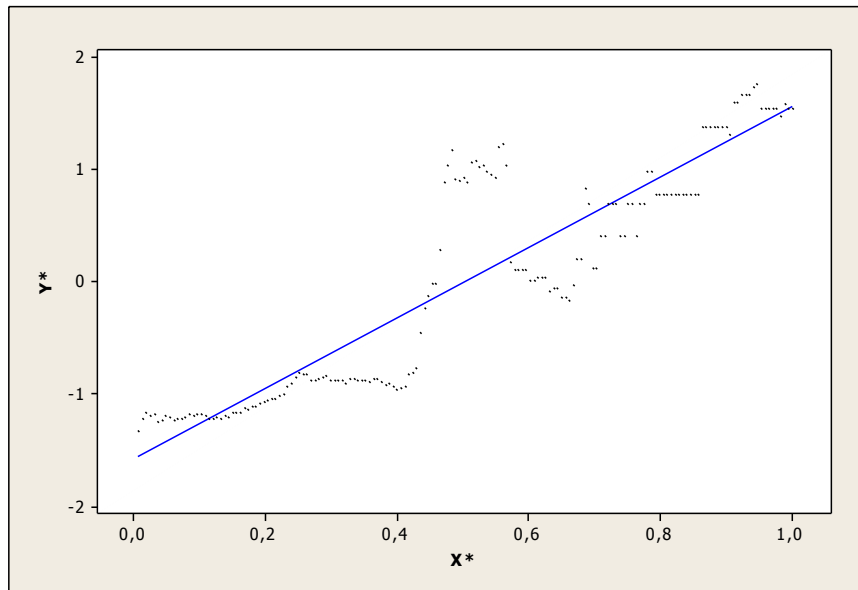
Nopember 2000. Dengan metode ini menunjukkan bahwa telah terjadi 32 kali loncatan harga minyak goreng dalam kurun waktu Januari 1992 sampai Desember 2005.

Tabel 1. Nilai-nilai k , Nilai Ekstrim Delta, Magnitude Loncatan dan Magnitude Minimum

k	Nilai ekstrim delta	$ C_1 $	D	$ C_1 - D$
3	-32,2057	0,7668	3,2441	-2,4773
5	-36,7648	1,0942	1,9020	-0,8078
7	-30,5859	1,1328	1,4418	-0,3090
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	-14,2345	2,0933	0,5257	1,5677
37	13,7901	2,1372	0,5099	1,6273
39	13,0856	2,1318	0,4955	1,6363
41	12,2954	2,1005	0,4822	1,6183
43	11,4368	2,0444	0,4699	1,5745
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
79	1,8342	0,5897	0,3405	0,2493
81	1,2376	0,4077	0,3360	0,0717
83	0,8034	0,2711	0,3318	-0,0607



Gambar 1. Plot Harga Minyak Goreng pada Periode ke- i



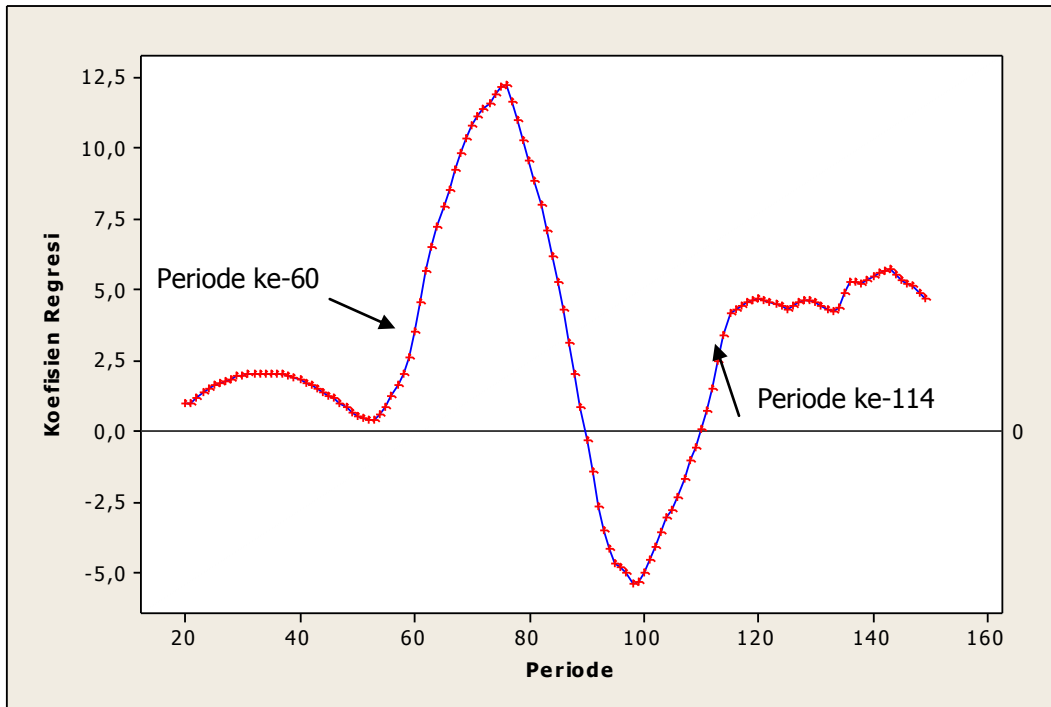
Gambar 2. Plot Rancangan Nilai X dan Nilai Y Standar serta Garis Regresinya

Berdasarkan posisi-posisi loncatan tersebut, data dapat dipartisi menjadi lima segmen data, yaitu pada segmen pertama terdiri dari data harga minyak goreng periode pertama sampai periode ke-65, segmen kedua terdiri dari data periode ke-66 sampai periode ke-81, segmen ketiga terdiri dari data periode ke-82 sampai ke-91, segmen keempat terdiri dari data periode ke-92 sampai periode ke-107 dan segmen kelima terdiri dari data periode ke-108 sampai periode ke-168. Pada Gambar 4. terlihat dengan jelas titik-titik loncatan yang melewati batas atas atau batas bawah dari nilai *threshold*.

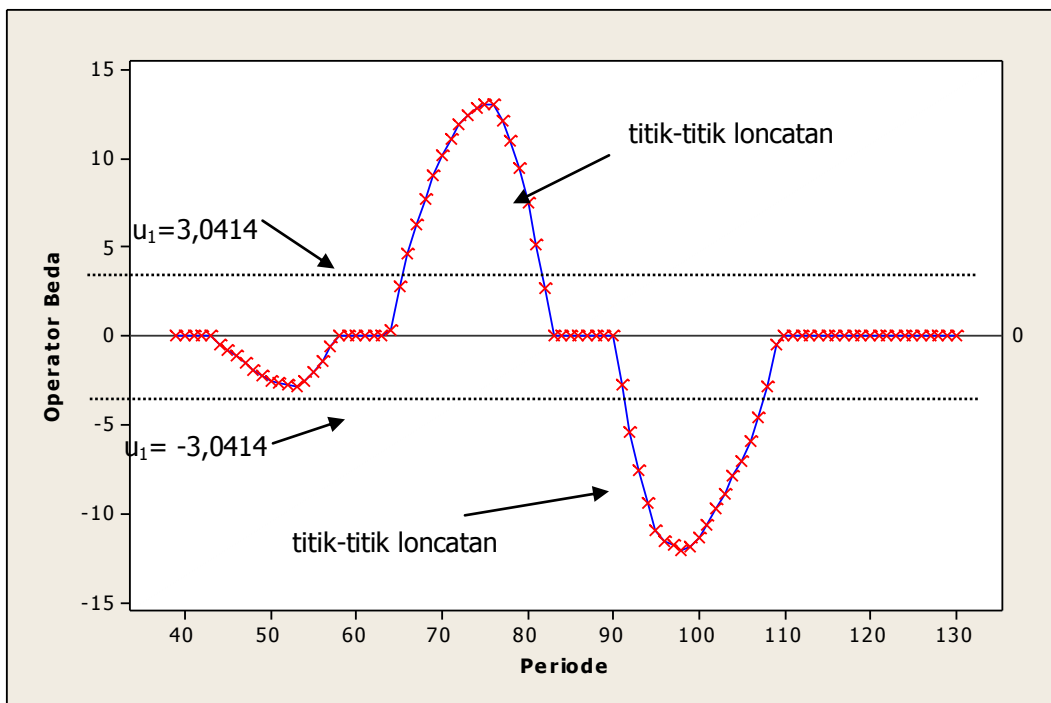
Pencocokan pada masing-masing segmen dilakukan seperti pada persamaan (4.1.7), (4.1.8) dan (4.1.9). Pencocokan ini bertujuan untuk melihat loncatan antar segmen. Analog seperti pada persamaan (4.1.7), (4.1.8) dan (4.1.9), dengan estimator kemungkinan maksimum diperoleh estimasi di masing-masing segmen sebagai berikut:

1. Segmen pertama $\hat{Y} = 1639,18 + 14,1304 X$.
2. Segmen kedua $\hat{Y} = -16625 + 275,59 X$.
3. Segmen ketiga $\hat{Y} = 4042 + 21,20 X$.
4. Segmen keempat $\hat{Y} = 19751 - 151,87 X$.
5. Segmen kelima $\hat{Y} = -1715,2 + 54,318 X$.

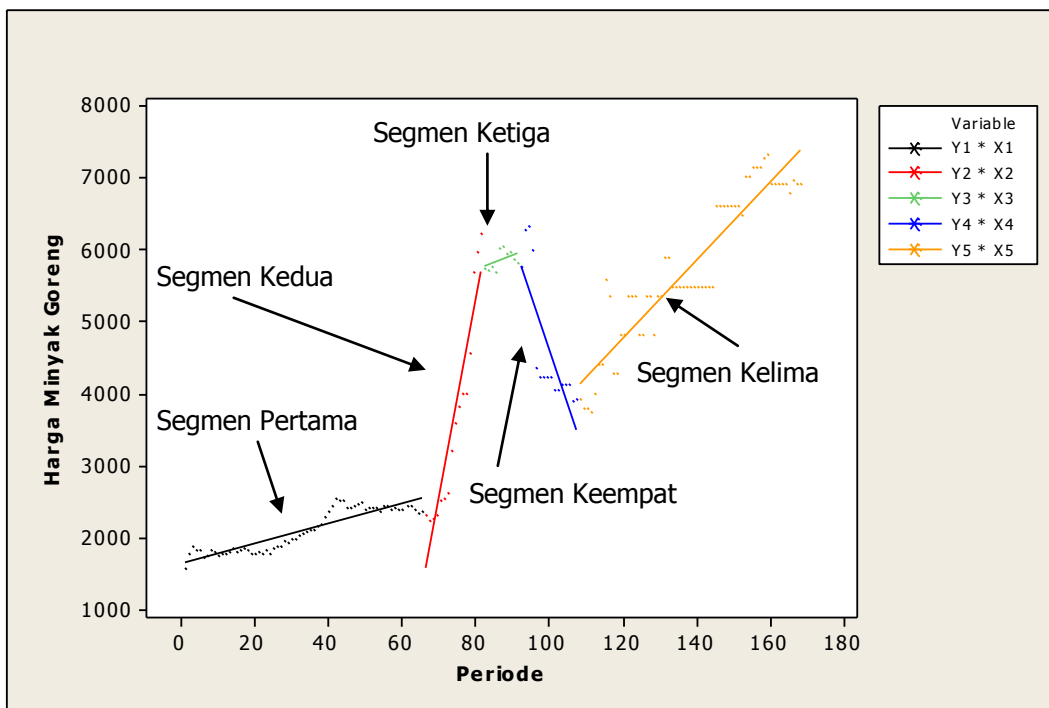
Gambaran segmentasi data harga minyak goreng periode Januari 1992 sampai Desember 2005 dapat dilihat pada Gambar 5A. dan 5B..



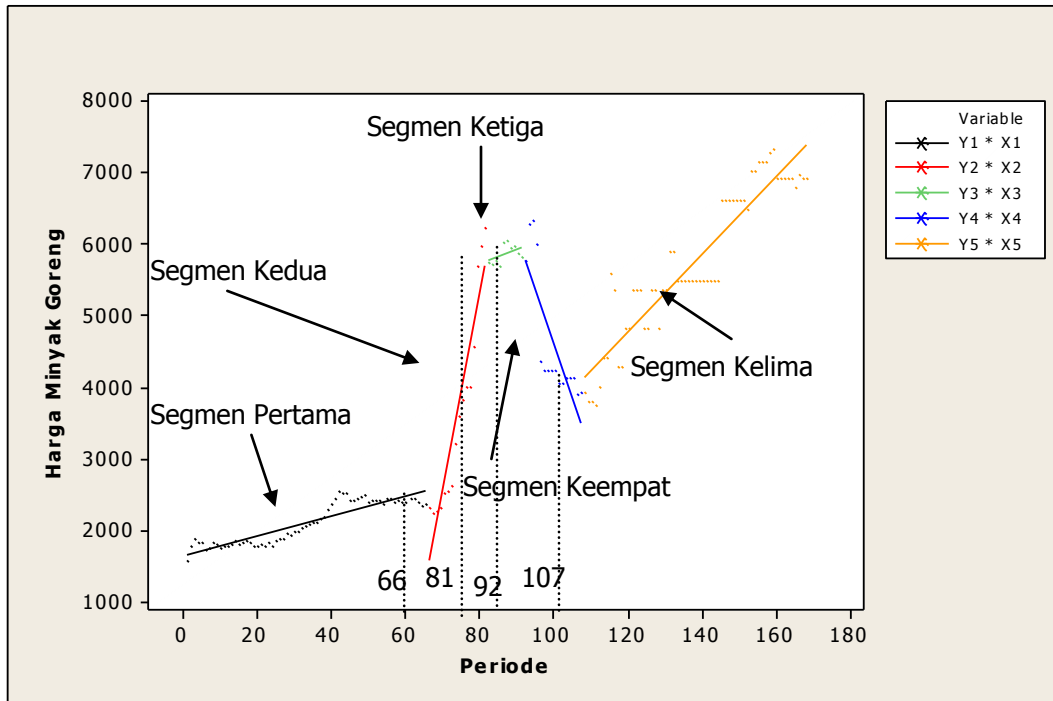
Gambar 3. Plot Koefisien Regresi pada Periode ke- i ($20 \leq i \leq 149$)



Gambar 4. Plot Nilai Delta pada Periode ke- i ($39 \leq i \leq 130$)



Gambar 5A. Persamaan Garis Regresi Harga Minyak Goreng pada tiap Segmen Periode Januari 1992 sampai Desember 2005



Gambar 5B. Persamaan Garis Regresi Harga Minyak Goreng pada tiap Segmen dengan Titik Loncatan antar Segmen Periode Januari 1992 sampai Desember 2005

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Apabila loncatan terdeteksi dan terdapat titik-titik loncatan $(J_1, J_1 + 1, \dots, J_t)$ pada data, maka data dapat dipartisi menjadi beberapa segmen data (misalkan tiga segmen data), maka estimasi persamaan regresinya sebagai berikut:

- a. Persamaan regresi pada segmen pertama adalah $\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_1)} + \hat{\beta}_1^{(s_1)} X$

$$\text{dimana } \hat{\beta}_0^{(s_1)} = \bar{Y}_i^{(s_1)} - \hat{\beta}_1^{(s_1)} \bar{X}_i^{(s_1)} \text{ dan } \hat{\beta}_1^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} (X_i^{(s_1)} - \bar{X}_i^{(s_1)})(Y_i^{(s_1)} - \bar{Y}_i^{(s_1)})}{\sum_{i=1}^{J_1-1} (X_i^{(s_1)} - \bar{X}_i^{(s_1)})^2}$$

$$\text{dengan } \bar{X}_i^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} X_i^{(s_1)}}{J_1 - 1} \text{ dan } \bar{Y}_i^{(s_1)} = \frac{\sum_{i=1}^{J_1-1} Y_i^{(s_1)}}{J_1 - 1}.$$

- b. Persamaan regresi pada segmen kedua adalah $\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_2)} + \hat{\beta}_1^{(s_2)} X$

$$\text{dimana } \hat{\beta}_0^{(s_2)} = \bar{Y}_i^{(s_2)} - \hat{\beta}_1^{(s_2)} \bar{X}_i^{(s_2)} \text{ dan } \hat{\beta}_1^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} (X_i^{(s_2)} - \bar{X}_i^{(s_2)})(Y_i^{(s_2)} - \bar{Y}_i^{(s_2)})}{\sum_{i=J_1}^{J_t} (X_i^{(s_2)} - \bar{X}_i^{(s_2)})^2}$$

$$\text{dengan } \bar{X}_i^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} X_i^{(s_2)}}{J_t - J_1 + 1} \text{ dan } \bar{Y}_i^{(s_2)} = \frac{\sum_{i=J_1}^{J_t} Y_i^{(s_2)}}{J_t - J_1 + 1}.$$

- c. Persamaan regresi pada segmen ketiga $\hat{Y} = \hat{\beta}_0^{(s_3)} + \hat{\beta}_1^{(s_3)} X$

$$\text{dimana } \hat{\beta}_0^{(s_3)} = \bar{Y}_i^{(s_3)} - \hat{\beta}_1^{(s_3)} \bar{X}_i^{(s_3)} \text{ dan } \hat{\beta}_1^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n (X_i^{(s_3)} - \bar{X}_i^{(s_3)})(Y_i^{(s_3)} - \bar{Y}_i^{(s_3)})}{\sum_{i=J_t+1}^n (X_i^{(s_3)} - \bar{X}_i^{(s_3)})^2}$$

$$\text{dengan } \bar{X}_i^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n X_i^{(s_3)}}{n - J_t} \text{ dan } \bar{Y}_i^{(s_3)} = \frac{\sum_{i=J_t+1}^n Y_i^{(s_3)}}{n - J_t}.$$

2. Frekuensi optimum diperoleh dengan melakukan coba-coba terhadap nilai-nilai k dengan $k = 3, 5, \dots < n$. Nilai k yang digunakan sebagai k optimum yaitu apabila terdapat nilai mutlak estimasi magnitude loncatan melebihi nilai magnitude minimum atau $|C_1| > D$. Akan tetapi, apabila terdapat beberapa nilai k yang memenuhi $|C_1| > D$, maka sebagai k optimum digunakan selisih terbesar antara $|C_1|$ dan D .
3. Aplikasi terhadap data harga minyak goreng periode Januari 1992 sampai Desember 2005 didapatkan frekuensi optimumnya 39. Dengan frekuensi optimum didapatkan titik-titik loncatan yang terdapat pada periode ke-66 sampai periode ke-81 dan periode ke-92 sampai periode ke-107 atau pada bulan Juni 1997 sampai September 1998 dan bulan Agustus 1999 sampai November 2000.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin (2004), "Penggunaan Metode Regresi Non Parametrik untuk Mendeteksi Loncatan", *Integral*, Vol. 9, hal. 1-6.
- Budiantara, I.N. (2004), *Probabilitas*, Jurusan Statistika F-MIPA ITS, Surabaya.
- Freund, J.E. dan Walpole, R.E. (1987), *Mathematical Statistics*, 4th Edition, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- Hastie, T. dan Tibshirani, R. (1987), "Generalized Additive Models: Some Applications", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 82, hal. 371-386.
- Hall, P. dan Titterington, M. (1992), "Edge-Preserving and Peak-Preserving Smoothing", *Technometrics*, Vol. 34, hal. 429-440.
- Loader, C. R. (1996), "Change Point Estimation Using Nonparametric Regression", *The Annals of Statistics*, Vol. 24, hal. 1667-1678.
- McDonald, J. A. dan Owen, A. B. (1986), "Smoothing with Split Linear Fits", *Technometrics*, Vol. 28, hal. 195-208.
- Mood, A.M., Graybill, F.A. dan Boes, D.C. (1974), *Introduction to the Theory of Statistics*, 3rd Edition, McGraw-Hill. Singapore.
- Muller, H.G. (1992), "Change-points in Nonparametric Regression Analysis", *The Annals of Statistics*, Vol. 20, hal. 737-761.

- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. dan Wasserman, W. (1996), *Applied Linear Statistical Models*, 4th Edition, McGraw-Hill, New York.
- Neter, J., Wasserman, W. dan Kutner, M.H., (1997), Buku II: Analisis Regresi Ganda, Terjemahan Bambang Sumantri, *Model Linear Terapan*, Jurusan Statistika FMIPA-IPB, Bogor.
- Qiu, P. (1991), "Estimation of a Kind of Jump Regression Functions", *Systems Science and Mathematical Sciences*, Vol. 4, hal. 1-13.
- _____(1994), "Estimation of the Number of Jumps of the Jump Regression Functions ", *Communications in Statistics-Theory and Methods*, Vol. 23, hal. 2141-2155.
- Qiu, P. dan Yandell, B. (1998), "A Local Polynomial Jump-Detection Algorithm in Nonparametric Regression", *Technometrics*, Vol. 40, No. 2, hal. 141-152.
- Rencher, A.C. (2000), *Linear Models in Statistics*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Stone, C. J. (1977), "Consistent Nonparametric Regression", *The Annals of Statistics*, Vol. 5, hal. 595-620.
- Weisberg, S. (1985), *Applied Linear Regression*, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Wu, J.S. dan Chu, C.K. (1993), "Kernel Type Estimators of Jump Points and Values of a Regression Function", *The Annals of Statistics*, Vol. 21, hal. 1545-1566.