PENDUGAAN DUA TAHAP PADA SISTEM PERSAMAAN NONPARAMETRIK SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION (SUR)

SKRIPSI

oleh :
IKE NOFIATIN
0610950031-95

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010

PENDUGAAN DUA TAHAP PADA SISTEM PERSAMAAN NONPARAMETRIK SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION (SUR)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika

oleh :
IKE NOFIATIN
0610950031-95

PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENDUGAAN DUA TAHAP PADA
SISTEM PERSAMAAN NONPARAMETRIK
SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION (SUR)

oleh :
IKE NOFIATIN
0610950031-95

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 23 Agustus 2010
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang statistika

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Waego Hadi N.	**Nurjannah, SSi., M.Phil**
NIP. 195212071979031003	**NIP. 198009212005012001**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Agus Suryanto, MSc.
NIP. 196908071994121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Ike Nofiatin**
NIM	**: 0610950031-95**
Program Studi	**: Statistika**
Penulisan Skripsi	
Berjudul	**:**

Pendugaan Dua Tahap Pada
Sistem Persamaan Nonparametrik
***Seemingly Unrelated Regression* (SUR)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. **Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.**
2. **Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.**

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 23 Agustus 2010
Yang menyatakan,

<u>IKE NOFIATIN</u>
NIM. 0610950031

PENDUGAAN DUA TAHAP PADA SISTEM PERSAMAAN NONPARAMETRIK SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION (SUR)

ABSTRAK

SUR digunakan sebagai alat pemodelan di bidang ekonomi untuk mengetahui hubungan antar persamaan regresi dimana terdapat korelasi residual antar persamaan regresi tersebut. Jika terdapat pelanggaran terhadap asumsi dari prosedur parametrik maka prosedur nonparametrik dapat digunakan sebagai alternatif untuk menduga fungsi regresi. Metode yang digunakan adalah lokal linier. Apabila terdapat beberapa persamaan regresi nonparametrik maka metode tersebut hanya mampu menduga fungsi berdasarkan setiap persamaan regresi. Dengan menggunakan pendugaan dua tahap maka pendugaan fungsi tersebut dilakukan secara bersamaan melalui sistem persamaan SUR. Penelitian ini bertujuan untuk menduga fungsi dengan menggunakan metode lokal linier dan metode pendugaan dua tahap, mengetahui pengaruh korelasi residual antar persamaan terhadap fungsi yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap. Ukuran keakuratan model yang digunakan yaitu *standard error* penduga dan MSE. Pada Penelitian ini digunakan tiga data dan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai korelasi residual pada data 1, data 2, dan data 3 secara berturut-turut adalah 1,932 x 10^{-8}, 11,543, dan 26,267. Jika dikaitkan dengan korelasi residual antar persamaan, dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai korelasi residual dalam sistem persamaan SUR, maka fungsi yang diduga berdasarkan metode pendugaan dua tahap mendekati data yang sebenarnya. Berdasarkan *standard error* penduga dan MSE maka metode pendugaan dua tahap lebih baik digunakan pada data yang memiliki korelasi residual antar persamaan.

Kata kunci: Regresi Nonparametrik, *Seemingly Unrelated Regression*, Metode Lokal Linier, Nonparametrik SUR

TWO –STAGE ESTIMATION FOR NONPARAMETRIC SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION (SUR)

ABSTRACT

SUR is used as a tool in the field of economic modeling to determine the relationship between the regression equations in which there is a correlation between the residuals of such regression equations. If there are violations of the assumptions of parametric procedures, the nonparametric procedures can be used to estimate regression function. The method used is locally linear. If there is some nonparametric regression equations so this method only able suspected based on the function of each regression equation. By using two-stage estimation of the prediction function is done simultaneously through a system of SUR equations. This study aims to estimate the function using the local method of linear and two-stage estimation methods, the effect of residual correlation between the equation of the function generated by a two-stage estimation methods. Measuring the accuracy of the model used is the standard error of the estimators and MSE. In this study used three data and analysis results show that the value of the residual correlations in data 1, data 2, and data 3 in a row is 1.932 x 10-8, 11.543, and 26.267. If related to inter-equation residual correlation, it can be concluded that the greater the value of the residual correlation in the SUR equation system, the function that allegedly based on a two-stage estimation methods approached the actual data. Based on the *standard error* of the estimators and the MSE of the two-stage estimation methods used better data on who has the inter-equation residual correlation.

Keywords: Nonparametrics Regression, *Seemingly Unrelated Regression*, Locally Linear Method, Nonparametric SUR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **Pendugaan Dua Tahap pada Sistem Persamaan Nonparametrik Seemingly Unrelated Regression (SUR).** SUR digunakan jika terdapat korelasi antar beberapa persamaan regresi. Besarnya tingkat korelasi residual akan berpengaruh terhadap pendugaan fungsi. Semakin tinggi nilai korelasi residual maka fungsi yang dihasilkan akan semakin baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini telah banyak pihak yang membantu, baik berupa bimbingan, saran maupun motivasi. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir.Waego Hadi Nugroho selaku dosen pembimbing I atas saran dalam penyusunan Skripsi.
2. Ibu Nurjanah, SSi., M.Phil selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan saran dalam penyusunan Skripsi.
3. Ibu Dr. Ir. Ni Wayan Surya Wardhani,MS., Ibu Dra. Ani Budi Astuti, MSi., dan Ibu Eni Sumarminingsih, SSi.,MM yang telah memberikan saran pada Skripsi ini.
4. Kedua orang tua tercinta dan adik-adikku serta Pitun atas kasih sayang, doa yang tulus serta dukungan yang diberikan, Teman-teman Statistika angkatan 2006 atas kebersamaan dan bantuan yang diberikan, Saudaraku ”Lembut” dan ”geng Huru-Hara” atas semangat yang telah diberikan.
5. Seluruh staf dan karyawan Jurusan Matematika Universitas Brawijaya.
6. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa hasil penyusunan Skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk perbaikan penyusunan selanjutnya. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2010
Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR LAMPIRAN xi

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Perbedaan Regresi Parametrik dan Nonparametrik 5
2.2 Regresi Nonparametrik 6
2.3 Sistem Persamaan Nonparametrik SUR 7
2.3.1 Model Umum Sistem Persamaan Nonparametrik SUR 7
2.3.2 Matriks Varian Kovarian Residual 10
2.3.3 Korelasi Residual Antar Persamaan 11
2.3.4 Asumsi-asumsi Persamaan Regresi 12
2.4 Pendugaan Pada Sistem Persamaan Nonparametrik SUR 15
2.4.1 Metode Lokal Linier 15
2.4.2 Metode Pendugaan Dua Tahap 19
2.5 Efisiensi pendugaan dua tahap terhadap lokal linier 24
2.6 Keakuratan Model 25
2.7 Tinjauan Bidang Ekonomi 26

2.7.1 Pengertian Saham 27
2.7.2 Jenis-Jenis Saham 27
2.7.3 Keuntungan Membeli Saham 28

BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Sumber Data 29
3.2 Metode Penelitian 30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Pengujian Kenormalan Data 37
4.2 Hasil Pendugaan Fungsi Berdasarkan
Metode Lokal Linier 38
4.3 Uji Korelasi Residual 39
4.3 Hasil Pendugaan Fungsi Berdasarkan
Metode Pendugaan Dua Tahap 40
4.4 Efisiensi Pendugaan Dua Tahap terhadap
Metode Lokal Linier 41
4.5 Ukuran Keakuratan Model 44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 49

DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 55

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Hasil Uji Kenormalan... 37
Tabel 4.2 Hasil Pendugaan Fungsi dengan Metode Lokal Linier.. 38
Tabel 4.3 Hasil Uji Korelasi Residual antar Persamaan............. 39
Tabel 4.4 Hasil Pendugaan Fungsi dengan Metode Pendugaan Dua Tahap 40
Tabel 4.5 Efisiensi Penduga 41
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Indikator Keakuratan Model.. 45

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 3.1 Diagram Alir Pendugaan Fungsi Nonparametrik SUR... 33
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Lokal Linier 34
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Pendugaan Dua Tahap 35

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Data 1	55
Lampiran 2	Data 2	56
Lampiran 3	Data 3	57
Lampiran 4	Hasil Uji Kenormalan data1	58
Lampiran 5	Hasil Uji Kenormalan data2	59
Lampiran 6	Hasil Uji Kenormalan data3	60
Lampiran 7	Metode Lokal Linier pada data 1 menggunakan S-Plus 6	61
Lampiran 8	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 1)	62
Lampiran 9	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 2)	64
Lampiran 10	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 3)	66
Lampiran 11	Metode Lokal Linier pada Data2 menggunakan S-Plus6	68
Lampiran 12	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 1)	69
Lampiran 13	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 2)	70
Lampiran 14	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 3)	73
Lampiran 15	Metode Lokal Linier pada Data3 menggunakan S-Plus6	75
Lampiran 16	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 1)	76
Lampiran 17	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 2)	77
Lampiran 18	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 3)	78
Lampiran 19	Hasil Uji Korelasi Residual antar Persamaan Dalam Sistem	79
Lampiran 20	Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1 (Perusahaan 1)	80

Halaman

Lampiran 21 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1 (Perusahaan 2) 82
Lampiran 22 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1 (Perusahaan 3) 84
Lampiran 23 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2 (Perusahaan 1) 86
Lampiran 24 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2 (Perusahaan 2) 88
Lampiran 25 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2 (Perusahaan 3) 90
Lampiran 26 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3 (Perusahaan 1) 92
Lampiran 27 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3 (Perusahaan 2) 93
Lampiran 28 Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3 (Perusahaan 3) 94
Lampiran 29 Tabel Efisiensi Penduga pada Data1 (Perusahaan 1) 95
Lampiran 30 Tabel Efisiensi Penduga pada Data1 (Perusahaan 2) 97
Lampiran 31 Tabel Efisiensi Penduga pada Data1 (Perusahaan 3).. 99
Lampiran 32 Tabel Efisiensi Penduga pada Data2 (Perusahaan 1) 101
Lampiran 33 Tabel Efisiensi Penduga pada Data2 (Perusahaan 2) 103

Halaman

Lampiran 34 Tabel Efisiensi Penduga pada Data2 (Perusahaan 3) 105
Lampiran 35 Tabel Efisiensi Penduga pada Data3 (Perusahaan 1) 107
Lampiran 36 Tabel Efisiensi Penduga pada Data3 (Perusahaan 2) 108
Lampiran 37 Tabel Efisiensi Penduga pada Data2 (Perusahaan 3) 109

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dalam bidang ekonomi, data yang digunakan biasanya berupa data panel yaitu kombinasi dari data *cross section* dan data deret waktu. Data panel merupakan hasil pengukuran berulang pada beberapa individu yang berbeda dalam waktu berturut-turut. Laksono (2008) menyatakan bahwa gabungan data deret waktu dan data *cross-sectional* menyediakan data yang lebih banyak sehingga menghasilkan derajat bebas yang besar.

Pada dasarnya analisis regresi merupakan analisis mengenai hubungan antara dua variabel atau lebih yang dinyatakan dalam persamaan matematik. Dalam statistika, sebuah model regresi dikatakan baik atau cocok, apabila model memenuhi asumsi-asumsi ideal (klasik). Dalam praktek, pelanggaran terhadap asumsi-asumsi tersebut sering terjadi sehingga sebagai analisis alternatif digunakan regresi nonparametrik. Karena dalam teknik analisis ini tidak diperlukan pemenuhan asumsi.

Pemodelan sistem persamaan di bidang ekonomi bukan hanya menunjukkan hubungan satu arah maupun dua arah, namun bisa secara simultan. Dengan demikian, sulit untuk menentukan variabel respon dan variabel prediktor karena variabel respon bisa berperan sebagai variabel prediktor atau sebaliknya. Namun, jika terdapat suatu sistem persamaan yang pada mulanya kelihatan tidak berkorelasi, namun ternyata residual dari masing-masing persamaan secara bersama-sama membentuk korelasi, maka Zellner (2006) menyebutnya sebagai sistem persamaan SUR (*Seemingly Unrelated Regression*). Sistem persamaan ini tidak mengandung hubungan simultanitas, yang berarti bahwa variabel respon tidak bisa menjadi variabel prediktor dan sebaliknya.

SUR digunakan sebagai alat pemodelan, dalam mengetahui hubungan antar persamaan regresi di mana terdapat korelasi residual antar persamaan regresi tersebut. Pendugaan fungsi dengan menggunakan sistem persamaan SUR akan lebih efisien daripada harus menduganya secara terpisah berdasarkan masing-masing persamaan dan mengabaikan korelasi residual antar persamaan. Beberapa penelitian tentang SUR merupakan regresi parametrik, namun dapat digunakan metode lain misal metode nonparametrik untuk menduga fungsi regresi. Istilah fungsi regresi dalam regresi nonparametrik yaitu "fungsi yang tidak diketahui".

Pendugaan fungsi yang tidak diketahui dari regresi nonparametrik yaitu menggunakan metode lokal linier. Apabila terdapat beberapa persamaan regresi nonparametrik maka metode tersebut hanya mampu menduga fungsi berdasarkan setiap persamaan regresi. Dengan menggunakan pendugaan dua tahap maka pendugaan fungsi tersebut dilakukan secara bersamaan melalui sistem persamaan SUR. Penelitian yang telah dilakukan oleh Jinhong (2006) menyebutkan bahwa pendugaan fungsi melalui sistem persamaan SUR akan menghasilkan penduga yang lebih efisien daripada menduga persamaan tersebut secara terpisah dengan menggunakan metode lokal linier. Penelitian Jinghong (2006) adalah penggunakan metode pendugaan dua tahap untuk mengetahui pengaruh jumlah amatan terhadap sebaran data. Pada penelitian tersebut Jinghong (2006) tidak meneliti mengenai pengaruh besarnya korelasi residual terhadap fungsi yang diduga berdasarkan metode pendugaan dua tahap. Karena alasan tersebut, maka pada penelitian ini peneliti bertujuan untuk mengetahui pengaruh besarnya korelasi antar persamaan terhadap fungsi yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap.

RUMUSAN MASALAH

Masalah yang terkait dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menduga fungsi setiap persamaan regresi dengan menggunakan metode lokal linier?
2. Bagaimana menduga fungsi sistem persamaan nonparametrik SUR menggunakan pendugaan dua tahap?
3. Bagaimana pengaruh besarnya korelasi antar persamaan terhadap fungsi yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap?
4. Bagaimana mengukur keakuratan model sistem persamaan nonparametrik SUR?

1.2. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menduga fungsi setiap persamaan regresi dengan menggunakan Metode Lokal Linier
2. Menduga fungsi dari sistem persamaan nonparametrik SUR menggunakan pendugaan dua tahap
3. Membandingkan fungsi yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap berdasarkan nilai korelasi antar persamaan
4. Menghitung nilai keakuratan model sistem persamaan nonparametrik SUR

1.3. Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi pada :

1. Regresi nonparametrik linier sederhana
2. Data telah memenuhi semua asumsi persamaan regresi kecuali asumsi kenormalan data
3. Ukuran keakuratan model yang digunakan yaitu *standard error* penduga dan MSE.

1.4. MANFAAT

Manfaat penelitian skripsi ini adalah membantu dalam menduga fungsi dari sistem persamaan SUR jika data yang digunakan bersifat nonparametrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perbedaan Regresi Parametrik dan Nonparametrik

Statistika pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensial / induktif. Walpole (1982) menyatakan bahwa statistika deskriptif merupakan suatu tahapan pengumpulan, penyusunan, dan penyajian data suatu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan fakta sehingga lebih mudah dipahami. Statistika induktif merupakan suatu teknik statistika yang mempelajari cara-cara penarikan suatu kesimpulan dari suatu populasi tertentu berdasarkan sebagian data (sampel). Dalam penarikan kesimpulan tersebut statistik induktif mengacu kepada suatu pengujian hipotesis tertentu yang kemudian dikelompokkan menjadi dua yaitu uji parametrik dan uji nonparametrik.

Uji statistika parametrik yang dikemukakan oleh Walpole (1982) adalah suatu uji yang modelnya menetapkan adanya syarat-syarat tertentu dari sebaran data populasinya. Statistika parametrik lebih banyak digunakan untuk menganalisis data yang berskala interval dan rasio dengan dilandasi asumsi tertentu seperti normalitas. Daniel (1989) menyatakan bahwa pengamatan-pengamatan yang sering dikaji terkadang tidak memenuhi asumsi-asumsi yang mendasari uji-uji parametrik sehingga dibutuhkan suatu teknik inferensial yang tidak bergantung pada asumsi yang kaku. Alternatif teknik yang dapat digunakan yaitu teknik dalam statistika nonparametrik. Selanjutnya dikatakan bahwa uji statistika nonparametrik adalah suatu uji statistika yang tidak memerlukan adanya asumsi-asumsi mengenai sebaran data populasinya, artinya dalam penggunaannya belum diketahui bentuk sebaran dari data. Oleh karenanya statistik ini juga dikemukakan sebagai statistik bebas sebaran (tidak mensyaratkan bentuk sebaran parameter populasi). Statistika non-parametrik dapat digunakan untuk menganalisis data yang berskala nominal atau ordinal. Penggunaan prosedur nonparametrik akan memberikan hasil pendugaan yang baik meskipun hanya menggunakan asumsi-asumsi yang sangat umum.

Dalam teori statistika dan aplikasinya permasalahan yang sering timbul dari persamaan regresi yaitu penentuan bentuk pendugaan dari fungsi regresi. Pendugaan kurva pada regresi nonparametrik sering disebut sebagai pendugaan fungsi yang tidak diketahui. Halim (2006) menyebutkan bahwa fungsi yang tidak diketahui dari suatu persamaan regresi dapat diduga dengan menggunakan prosedur parametrik maupun nonparametrik. Prosedur parametrik dapat menduga fungsi regresi lebih efisien daripada menggunakan prosedur nonparametrik. Namun, jika asumsi model parametrik dilanggar, maka prosedur nonparametrik dapat menduga fungsi tersebut secara lebih baik. Menurut Supranto (1984), statistika nonparametrik merupakan suatu statistik yang tidak memerlukan pembuatan asumsi tentang bentuk sebaran sehingga disebut statistik yang bebas sebaran. Conover (1980) dalam Yulia (2002) menyatakan bahwa penggunaan regresi nonparamerik dilandasi pada asumsi :

a. data diasumsikan tidak bersebaran normal
b. semua nilai X_i saling bebas
c. regresi $(Y|X)$ bersifat linier
d. residual model bersifat acak dan saling bebas dengan rata-rata 0 dan ragam σ^2 (asumsi nonautokorelasi dan homoskedastisitas)
e. residual menyebar normal

Dalam regresi parametrik peneliti hanya tertarik pada pendugaan parameter yaitu koefisien regresi. Sedangkan pada regresi nonparametrik tidak diperlukan untuk menduga parameter karena peneliti lebih tertarik pada pengepasan kurva. Penelitian hanya dipusatkan pada seberapa baik kurva pendugaan mewakili kurva populasi yang sebenarnya (Andersen, 2004).

2.2. Regresi Nonparametrik

Jika terdapat pasangan data (X_i, Y_i), $i=1,2,\dots,n$ maka model umum yang digunakan Halim (2006) untuk menunjukkan hubungan antara X dan Y dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Y_i = g(X_{id}) + \varepsilon_i \tag{2.1}$$

di mana X_{id} merupakan variabel bebas ke-d pengamatan ke-i dan y_i merupakan variabel respon pengamatan ke-i. Sedangkan $g(x)$ disebut fungsi yang tidak diketahui , ε adalah residual atau error dan d merupakan banyaknya variabel bebas.

Suparti dan Rusgiyono (2007) menyatakan bahwa terdapat dua pendekatan dalam menduga fungsi *g(x)* yaitu pendekatan parametrik dan pendekatan nonparametrik. Pendekatan parametrik dilakukan jika asumsi bentuk fungsi *g(x)* diketahui, tergantung dari suatu parameter misalnya linier, eksponensial, dan lain-lain, sedangkan pendekatan nonparametrik dilakukan jika asumsi bentuk *g(x)* tidak diketahui. Teknik regresi nonparametrik yang digunakan misalnya metode lokal linier. Menurut Woolhouse dalam Setiyowati (2004), keunggulan utama dari metode ini yaitu penganalisa data tidak perlu menentukan fungsi global untuk menunjukkan model dari data, tetapi hanya untuk menunjukkan bagian dari data itu.

2.3. Sistem Persamaan Nonparametrik SUR

Model *Seemingly Unrelated Regression* (SUR) yang dikemukakan oleh Zellner (2006) merupakan perbaikan pemodelan di bidang ekonometrika yang sebelumnya merupakan regresi linier. Model SUR terdiri dari dua atau lebih persamaan regresi di mana pendugaan parameter dilakukan secara bersamaan melalui sistem persamaan. Penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun sebelumnya menyebutkan bahwa pendugaan parameter dilakukan satu per satu melalui setiap persamaan regresi dengan menggunakan metode lokal linier. Namun, jika terdapat korelasi antar residual persamaan maka metode tersebut tidak lagi menghasilkan penduga yang efisien sehingga dibutuhkan suatu metode baru untuk mengatasi masalah tersebut.

2.3.1. Model Umum Sistem Persamaan Nonparametrik SUR

Pada dasarnya Sistem Persamaan SUR merupakan hubungan dari beberapa persamaan yang mana hubungan tersebut diperlihatkan dengan adanya korelasi antar residual (Judge, *et al.*, 1988). Korelasi tersebut tidak diperlihatkan pada setiap persamaan tunggal, namun setelah melakukan suatu pengujian ternyata hubungan antar residualnya diperlihatkan dengan adanya autokorelasi dan heteroskedastisitas antar persamaan. Zellner (2006) menyebut sistem persamaan tersebut dengan *Seemingly Unrelated Regression* (SUR).

Jinhong (2006) menuliskan bahwa model sistem persamaan nonparametrik SUR adalah:

$$\begin{aligned} Y_{i1} &= g_1(X_{i1}) + \cdots + g_1(X_{iD}) + e_{i1} \\ Y_{i2} &= g_2(X_{i1}) + \cdots + g_2(X_{iD}) + e_{i2} \\ &\vdots \\ Y_{iJ} &= g_J(X_{i1}) + \cdots + g_J(X_{iD}) + e_{iJ} \end{aligned} \tag{2.2}$$

Model umum sistem persamaan (2.2) yaitu:

$$Y_{ij} = g_j(X_{i1}) + \cdots + g_j(X_{iD}) + e_{ij} \tag{2.3}$$

Keterangan:

Y_{ij}	: variabel tak bebas
X_{ij}	: variabel bebas
$g_j(X_{id})$	: fungsi nonparametrik
e_{ij}	: residual

di mana E(e_{ij})=0

$$E(e_{ij_1} e_{ij_2}) = \sigma^2_{j_1 j_2}$$

$$E(e_{i_1 j_1} e_{i_2 j_2}) = 0 \quad jika \quad i_1 \neq i_2$$

i : 1,2,…,*n* adalah banyaknya pengamatan
d = 1,2,…,*D* adalah banyaknya variabel bebas
j = 1,2,…,J adalah banyaknya persamaan

Jika hanya terdapat sebuah variabel bebas (*d=1*) dan terdapat J persamaan, di mana $\underline{Y}_j$ dan $\underline{e}_j$ berukuran (*nx1*), sedangkan $g_j(X_i)$ berukuran (*Jx1*), maka bentuk matriks dari persamaan (2.3) yaitu :

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_1(X_i) \\ g_2(X_i) \\ \vdots \\ g_J(X_i) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_0 \\ e_1 \\ \vdots \\ e_J \end{bmatrix} \tag{2.4}$$

Atau dapat ditulis dengan:

$$\underline{Y}_j = g_j(X_i) + \underline{\varepsilon}_j$$

$$\underline{Y}_j = \begin{bmatrix} \underline{Y}_1 \\ \underline{Y}_2 \\ \vdots \\ \underline{Y}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} \\ \vdots \\ Y_{n1} \\ Y_{12} \\ \vdots \\ Y_{n2} \\ \vdots \\ Y_{1J} \\ \vdots \\ Y_{nJ} \end{bmatrix}; \quad \underline{\varepsilon}_j = \begin{bmatrix} \underline{e}_1 \\ \underline{e}_2 \\ \vdots \\ \underline{e}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{11} \\ \vdots \\ e_{n1} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{n2} \\ \vdots \\ e_{1J} \\ \vdots \\ e_{nJ} \end{bmatrix}; \quad g_j(X_i) = \begin{bmatrix} g_1(X_{i1}) \\ g_2(X_{i2}) \\ \vdots \\ g_J(X_{iJ}) \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

Di mana $\underline{Y}$ dan $\underline{\varepsilon}$ merupakan vektor berukuran (*nJx1*), sedangkan *g(X$_i$)* adalah matriks berukuran (*Jx1*).

2.3.2. Struktur Matriks Varian Kovarian Residual

Zellner (2006) mengasumsikan bahwa struktur matriks varian kovarian residual dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Omega = E(\varepsilon\varepsilon') = E\left[\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_J \end{bmatrix}\begin{bmatrix} e_1' & e_2' & \cdots & e_J' \end{bmatrix}\right]$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} E(e_1e'_1) & E(e_1e'_2) & \cdots & E(e_1e'_J) \\ E(e_2e'_1) & E(e_2e'_2) & \cdots & E(e_2e'_J) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(e_Je'_1) & E(e_Je'_2) & \cdots & E(e_Je'_J) \end{bmatrix}$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11}I_n & \sigma_{12}I_n & \cdots & \sigma_{1J}I_n \\ \sigma_{21}I_n & \sigma_{22}I_n & \cdots & \sigma_{2J}I_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{J1}I_n & \sigma_{J2}I_n & \cdots & \sigma_{JJ}I_n \end{bmatrix}$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1J} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{J1} & \sigma_{J2} & \cdots & \sigma_{JJ} \end{bmatrix} \otimes I_n = \sum \otimes I_n \qquad (2.6)$$

Di mana I_n adalah matriks identitas berukuran (*nxn*), dan $\sum$ merupakan matriks yang berukuran (*JxJ*), dengan σ_{ij} adalah varian residual dari masing-masing persamaan untuk *i=j*, dan σ_{ij} adalah kovarian residual antar persamaan untuk $i \neq j$. Bentuk khusus dari matriks Ω diekspresikan dengan notasi perkalian *Kronecker* yang dilambangkan $(\otimes)$. Rumus dasar dari perkalian *Kronecker* adalah sebagai berikut :

Jika **A** adalah matriks (*MxN*) dengan elemen a_{ij} dan **B** adalah matriks berorde (*KxL*), maka perkalian Kronecker dari **A** dan **B** adalah matriks berorde (*MKxNL*), yaitu:

$$A \otimes B = \begin{bmatrix} a_{11}B & a_{12}B & \dots & a_{1N}B \\ a_{21}B & a_{22}B & \dots & a_{2N}B \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M1}B & a_{M2}B & \dots & a_{MN}B \end{bmatrix}_{MKxNL}$$

Berdasarkan rumus dasar perkalian *Kronecker* tersebut, maka bentuk matriks Ω yang dituliskan di atas menjadi $\Omega = \Sigma x I_n$, yaitu:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11}I_n & \sigma_{12}I_n & \cdots & \sigma_{1J}I_n \\ \sigma_{21}I_n & \sigma_{22}I_n & \cdots & \sigma_{2J}I_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{J1}I_n & \sigma_{J2}I_n & \cdots & \sigma_{JJ}I_n \end{bmatrix}_{nJxnJ}$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1J} \\ \sigma_{12} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{J1} & \sigma_{J2} & \cdots & \sigma_{JJ} \end{bmatrix}_{JxJ} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{nxn}$$

(Judge, *et al.*,1988)

2.3.3. Korelasi Residual Antar Persamaan

Asumsi sistem persamaan SUR menurut Judge, *et al.* (1988), yaitu adanya *contemporaneous correlation* yaitu korelasi residual antara dua persamaan atau lebih yang berbeda pada pengamatan yang sama.

$$\text{cov}(e_{ij}e_{ik}) = E(e_{ij}e'_{ik}) = \sigma_{jk} \qquad j,k=1,2,\dots,J$$

Menurut Baltagi (1999), untuk mendeteksi ada tidaknya korelasi residual antar persamaan, ada beberapa uji yang dapat dilakukan, salah satunya yaitu uji *Breusch Pagan*. Uji ini dilakukan untuk membuktikan perkiraan bahwa terdapat korelasi residual antar persamaan. Hipotesis yang diuji adalah:

$$H_0 : \sigma_{12} = \sigma_{13} = ... = \sigma_{1J} = ... = \sigma_{(J-1)J} = 0$$

lawan

H_1 : paling sedikit ada satu σ_{ij} yang tidak sama dengan nol

Uji yang digunakan yaitu Uji *Breusch Pagan* (*Lagrange Multiplier*), dengan rumus :

$$\xi_{LM} = n\sum_{j=2}^{J}\sum_{k=1}^{j-1} r_{jk}^2 \sim \chi^2_{\alpha,(J(J-1)/2)} \tag{2.7}$$

dengan $r_{jk} = \dfrac{\hat{\sigma}_{jk}}{\hat{\sigma}_j^2 \hat{\sigma}_k^2}$

di mana $\hat{\sigma}_{jk} = \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ij}\hat{e}_{ik}$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ij}^2 \text{ dan } \hat{\sigma}_k^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ik}^2$$

i = *1,2,...,n*
j,k= *1,2,...,J*
n = banyaknya pengamatan
J =banyaknya persamaan

Jika nilai $\xi_{LM} \geq \chi^2_{\alpha,(J(J-1)/2)}$ maka diindikasikan terdapat korelasi residual sehingga dilakukan pendugaan parameter menggunakan sistem persamaan SUR. Namun, jika $\xi_{LM} <$ $\chi^2_{\alpha,(J(J-1)/2)}$ maka tidak terdapat korelasi residual antar persamaan tersebut, sehingga pendugaan parameter dilakukan melalui tiap-tiap persamaan.

2.3.4. Asumsi-asumsi Persamaan Regresi

Dalam analisis regresi terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi agar persamaan regresi yang didapat baik dan mampu menggambarkan data yang sebenarnya. Asumsi klasik yang melandasi persamaan regresi menurut Gujarati (2007), antara lain :

1. Kenormalan Sisaan

   Pengujian asumsi kenormalan dilakukan untuk membuktikan bahwa sisaan model berdistribusi normal. Salah satu pengujian kenormalan sisaan adalah dengan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hipotesis yang diuji adalah:

   $$F_n(y) = F_0(y)$$

   lawan

   $$F_n(y) \neq F_0(y)$$

   dengan statistik uji:

   $$D_n = maks\left[F_n(y) - F_0(y)\right] \quad (2.8)$$

   di mana:

   D_n : jarak tegak maksimum antara fungsi sebaran empiris dan fungsi sebaran normal

   $F_n(y)$: sebaran kumulatif contoh

   $F_0(y)$: sebaran kumulatif distribusi normal

   Nilai-nilai D_α dengan berbagai taraf nyata disajikan pada tabel berikut:

   Tabel 2.1. Nilai kritis uji *Kolmogorov Smirnov*

α	0,01	0,05	0,1
D_α	1,63 / $\sqrt{n}$	1,36 / $\sqrt{n}$	1,22 / $\sqrt{n}$

   H_0 diterima apabila $D_{maks} < D_\alpha$, artinya sisaan menyebar normal. Ketidaknormalan pada data dapat diatasi dengan menambah ukuran sampel penelitian, transformasi, atau menyisihkan outlier. Cara yang sering digunakan yaitu transformasi ke dalam bentuk akar kuadrat, arc sin, dan logaritma.

2. Kehomogenan Ragam Residual (Homoskedastisitas)

   Homoskedastisitas merupakan keadaan di mana masing-masing residual mempunyai ragam konstan yaitu $\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma_i^2$, dan jika tidak demikian disebut heteroskedastisitas. Untuk mengetahui ada tidaknya heteroskedastisitas, dapat dilakukan dengan meregresikan nilai absolut dari residual (ε_i) dengan peubah penjelas yang masuk dalam persamaan. Apabila dirumuskan menjadi:

$$\left|\varepsilon_i\right| = \theta_j x_{id} + u_i \qquad (2.9)$$

di mana i=1,2,…,n; d=1,2,…,D

Apabila peubah penjelas bersifat tidak nyata secara statistik berarti asumsi homoskedastisitas terpenuhi oleh residual.

3. Tidak ada autokorelasi antar persamaan pada pengamatan yang berbeda baik berasal dari persamaan yang sama atau tidak. Untuk mengetahui ada tidaknya autokorelasi residual dalam model dapat dideteksi melalui statistik uji Durbin Watson dengan hipotesis:

   H_0 : Tidak ada autokorelasi positif atau negatif pada residual
   lawan
   H_0 : Ada autokorelasi positif atau negatif pada residual

   dengan statistik uji:

$$d_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(e_i - e_{i-1}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \quad i = \text{jumlah pengamatan} \qquad (2.10)$$

   Pengujian dilakukan dengna membandingkan d_{hitung} dengan nilai kritis batas atas (d_u)dan nilai batas bawah (d_l) pada jumlah pengamatan n, peubah penjelas k dan taraf signifikansi α dengan ketentuan :

- $d_{hit} < d_l$: Tolak H_0 (ada korelasi positif pada residual)
- $d_{hit} < 4\text{-}d_l$: Tolak H_0 (ada korelasi negatif pada residual)
- $d_u < d_{hit} < 4\text{-}d_u$: Terima H_0 (tidak ada korelasi)
- $d_l < d_{hit} < d_u$ atau $(4\text{-}d_u) < d_{hit} < (4\text{-}d_l)$: pengujian tidak meyakinkan

4. Tidak ada hubungan linier yang nyata antar peubah X dalam suatu persamaan (*non multikolinieritas*)
   Untuk mendeteksi multikolinieritas yang timbul oleh hubungan yang terjadi antar variabel bebas, salah satu caranya yaitu dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Apabila nilai $VIF \leq 10$ disimpulkan tidak terjadi multikolinieritas. Di mana

$VIF = \frac{1}{(1 - R_j^{\,2})}$, dan $R_j^{\,2}$ adalah koefisien determinasi antar peubah penjelas ke-*j* dengan peubah penjelas lainnya.

2.4. Pendugaan Pada Sistem Persamaan Nonparametrik SUR

Pendugaan tahap pertama dilakukan pada setiap persamaan regresi dengan menggunakan metode lokal linier. Pada tahap pertama diperoleh nilai dugaan dari fungsi (*g(x))*. Selanjutnya, nilai duga tersebut digunakan untuk menduga fungsi dalam sistem persamaan SUR pada tahap kedua.

2.4.1. Metode Lokal Linier

Jinhong (2006) menyatakan bahwa pendugaan tahap pertama didasarkan pada masing-masing persamaan pada sistem menggunakan metode lokal linier. Model yang akan diduga yaitu sebagai berikut:

$$Y_{ij} = g_j(X_i) + \varepsilon_{ij}$$

Misal didefinisikan $K_h(u) = h^{-1}K(u/h)$ dan Newey (2007) menyatakan bahwa prinsip dasar pendugaan dengan metode ini yaitu meminimumkan kriteria kuadrat terkecil lokal

$$\min_{a,b} \sum_{i=1}^{n} [Y_{ij} - \{\beta_{0j} + \beta_{1j}(x - x_{ij})\}]^2 K_h(x - x_{ij}) \qquad (2.11)$$

di mana $\hat{g}_j(x)$ merupakan bentuk konstan dari regresi dengan pembobotan Y_i pada $(x - x_i)$, dengan pembobotnya yaitu $K_h(x - x_i)$. Untuk setiap *i* maka dapat ditentukan penduga $\hat{\beta}_j(x_i)$ dengan melakukan analisis regresi polinomial pembobot $K_h(x - x_i)$ untuk (x_i, y_i). Safi'i (2010) menuliskan fungsi pembobot pangkat tiga (*tricube*) sebagai berikut:

$$K_h(u) = \begin{cases} (1 - |u|^3)^3, & untuk\ |u| < 1 \\ 0 & ,untuk\ |u| > 1 \end{cases} \quad \text{di mana} \quad u = \frac{(x - x_i)}{h}$$

Proses pendugaan dengan menggunakan metode lokal linier yaitu :

i. Pemilihan *bandwidth* (h)

Bandwidth (h) disebut sebagai luas bidang. Jinhong (2006) menuliskan bahwa pemilihan h dilakukan dengan cara coba-coba yang didasarkan pada asumsi

$$\frac{nh^6}{(\log\log n)^{1/2}} \to 0 \quad \text{dan} \quad \frac{nh^2}{(\log n)^2} \to \infty \quad jika \;\; n \to \infty \tag{2.12}$$

Menurut Setiyowati (2004), *bandwidth* dihitung berdasarkan jarak paling jauh dari nilai x tertentu.

ii. Membentuk matriks sebagai berikut

$$\mathbf{Y}_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \ldots, Y_{nj})^T$$

$$\mathbf{W}_{jx} = diag\ (K_h(x - X_{1j}), K_h(x - X_{2j}), \ldots, K_h(x - X_{nj}))$$

$$\mathbf{D}_{jx} = \begin{pmatrix} 1 & \dfrac{(x - X_{1j})}{h} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \dfrac{(x - X_{nj})}{h} \end{pmatrix}$$

sehingga Jinhong (2006) menuliskan penduga fungsi

$$\hat{g}_j(x) = (\mathbf{D}_{jx}^T\ \mathbf{W}_{jx}\mathbf{D}_{jx})^{-1}\mathbf{D}_{jx}^T\mathbf{W}_{jx}\mathbf{Y}_j \tag{2.13}$$

$\mathbf{D}_{jx}$ merupakan matriks berukuran (*nx2*), $\mathbf{W}_{jx}$ berukuran (*nxn*), dan $\mathbf{Y}_j$ berukuran (*nx1*). Penjabaran persamaan (2.13) yaitu sebagai berikut:

$$(\mathbf{D}_{jx}^T\mathbf{W}_{jx}\mathbf{D}_{jx})^{-1}$$

$$= \begin{pmatrix} 1' & \cdots & 1' \\ \dfrac{(x-X_{1j})}{h} & \cdots & \dfrac{(x-X_{nj})}{h} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} K_h(x-X_{1j}) & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & K_h(x-X_{2j}) & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & K_h(x-X_{nj}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \dfrac{(x-X_{1j})}{h} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \dfrac{(x-X_{nj})}{h} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij}) & \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\dfrac{(x-X_{ij})'}{h} \\ \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\dfrac{(x-X_{ij})}{h} & \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\left(\dfrac{x-X_{ij}}{h}\right)^2 \end{pmatrix}^{-1}$$

$$= \frac{1}{\left|\mathbf{D}_{jx}^T\mathbf{W}_{jx}\mathbf{D}_{jx}\right|} \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\left(\dfrac{x-X_{ij}}{h}\right)^2 & -\sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\dfrac{(x-X_{ij})'}{h} \\ -\sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij})\dfrac{(x-X_{ij})}{h} & \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij}) \end{pmatrix}$$

$\mathbf{D}_{jx}^T \mathbf{W}_{jx} \mathbf{Y}_j$

$$= \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ \frac{(x-X_{1j})}{h} & \cdots & \frac{(x-X_{nj})}{h} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} K_h(x-X_{1j}) & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & K_h(x-X_{2j}) & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & K_h(x-X_{nj}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y_{1j} \\ Y_{2j} \\ \vdots \\ Y_{nj} \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij}) Y_{ij} \\ \sum_{i=1}^{n} K_h(x-X_{ij}) \frac{(x-X_{ij})}{h} Y_{ij} \end{pmatrix}$$

iii. Menghitung nilai varian penduga dengan menggunakan MSE, $MSE(\hat{g}_j(x))$ didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} MSE(\hat{g}_j(x)) &= E\{\hat{g}_j(x) - g_j(x)\}^2 \\ &= E\{\hat{g}_j(x) - E(\hat{g}_j(x)) + E(\hat{g}_j(x)) - g_j(x)\}^2 \qquad (2.14) \\ &= E[\hat{g}_j(x) - E(\hat{g}_j(x))]^2 + E[E(\hat{g}_j(x)) - g_j(x)]^2 \\ &\quad + 2E[[\hat{g}_j(x) - E(\hat{g}_j(x))][E(\hat{g}_j(x)) - g_j(x)]] \\ &= E[\hat{g}_j(x) - E(\hat{g}_j(x))]^2 + E[E(\hat{g}_j(x)) - g_j(x)]^2 \\ &= Var(\hat{g}_j(x)) + [Bias(\hat{g}_j(x))]^2 \end{aligned}$$

Müller (1988) dalam Anonymous (2010) menuliskan rumus varian penduga sebagai berikut

$$Var(\hat{g}_j(x)) = E\left((\hat{g}_j(x) - g_j(x))(\hat{g}_j(x) - g_j(x))'\right) \qquad (2.15)$$

Pandang h di mana seperti yang tertulis pada persamaan (2.12) sehingga rumus varian penduga untuk metode lokal linier yaitu

$$Var(\hat{g}_j(x)) = n^{-1}h^{-1}\left(\frac{\sigma_{jj}^2(x)}{\hat{g}(x)}\right) \qquad (2.16)$$

Bukti:

Jika Newey (2007) memisalkan $g_0 = (g_0(x_1), g_0(x_2), ..., g_0(x_n))'$ maka

$$\begin{aligned} \hat{g}(x) - g_0(x) &= [(1 \quad 0)\{\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X}\}^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{Y}] - g_0(x) \\ &= [(1 \quad 0)\{\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X}\}^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(\mathbf{Y} - g_0)] \qquad (2.17) \\ &\quad + (1 \quad 0)\{\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X}\}^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}g_0 - g_0(x) \end{aligned}$$

dan untuk $\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma^2(X_1) & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \sigma^2(X_n) \end{pmatrix}$ sehingga persamaan (2.14)

diatas dapat diubah menjadi

$$\begin{aligned} MSE(\hat{g}(x)) &= E\left(\{(\hat{g}(x) - g_0(x)\}^2 \mid x_1, x_2, ..., x_n\right) \\ &= (1 \quad 0)(\mathbf{X'WX})^{-1}\mathbf{X'W\Sigma WX}(\mathbf{X'WX})^{-1}\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix} \\ &+ \{(1 \quad 0)(\mathbf{X'WX})^{-1}\mathbf{X'W}g_0 - g_0(x)\}^2 \end{aligned} \quad (2.18)$$

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Newey (2007), didefinisikan

$$S_r = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)[(x - X_i)]^r \quad (2.19)$$

Untuk $r = 0 \quad maka \quad S_0 = \sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)$

$r = 1 \quad maka \quad S_1 = \sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)(x - X_i)$

$r = 2 \quad maka \quad S_2 = \sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)(x - X_i)^2$

Selanjutnya, jika didefinisikan

$$n^{-1}h^{-r}S_r = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)[(x - X_i)/h]^r$$

dan dengan mengganti variabel $u = [(x - X_i)/h]$ maka nilai harapan untuk $\mu_r = \int K(u)\, u^r du$ dan $h \to 0$ yaitu

$$\begin{aligned} E[n^{-1}h^{-r}S_r] &= E\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)[(x - X_i)/h]^r\right]. \\ &= \int K(u)\, u^r f_0(x - hu)du \\ &= \mu_r f_0(x) + o(1) \end{aligned}$$

Bentuk varian penduga untuk $nh \to \infty$ dapat diubah menjadi

$$\begin{aligned} \mathrm{var}[n^{-1}h^{-r}S_r] &\le n^{-1}E\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)^2[(x - X_i)/h]^{2r}\right] \\ &\le n^{-1}h^{-1}\int K(u)^2\, u^{2r} f_0(x - hu)du \\ &\le Cn^{-1}h^{-1} \to 0 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, untuk $h \to 0$ dan $nh \to \infty$ maka

$$n^{-1}h^{-r}S_r = \mu_r f_0(x) + o_p(1) \quad (2.20).$$

Berdasarkan teorema yang dikemukakan oleh Newey (2007),

1. Pandang $\mathbf{H} = diag(1,h)$ jika $\mu_0 = 1$ dan $\mu_1 = 0$ maka

$$n^{-1}\mathbf{H}^{-1}\mathbf{X'WXH}^{-1} = n^{-1}\begin{bmatrix} S_0 & h^{-1}S_1 \\ h^{-1}S_1 & h^{-2}S_2 \end{bmatrix} = f_0(x)\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \mu_2 \end{bmatrix} + o_p(1) \qquad (2.21)$$

2. Pandang $v_r = \int K(u)^2 u^r du$ maka

$$h\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} K_h(x - X_i)^2\left[(x - X_i)/h\right]^r \sigma^2(x) = v_j f_0(x)\sigma^2(x) + o_p(1) \qquad (2.22)$$

dan jika $v_1 = 0$ maka

$$n^{-1}h\mathbf{H}^{-1}\mathbf{X'W\Sigma WXH}^{-1} = f_0(x)\sigma^2(x)\begin{bmatrix} v_0 & 0 \\ 0 & v_2 \end{bmatrix} + o_p(1) \qquad (2.23).$$

Berdasarkan persamaan (2.21), (2.22), dan (2.23) maka bentuk varian penduga pada persamaan (2.18) dapat diubah menjadi

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}(\mathbf{X'WX})^{-1}\mathbf{X'W\Sigma WX}(\mathbf{X'WX})^{-1}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$= n^{-1}h^{-1}\begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}\mathbf{H}^{-1}\left(\frac{\mathbf{H}^{-1}\mathbf{X'WXH}^{-1}}{n}\right)^{-1}\frac{h\mathbf{H}^{-1}\mathbf{X'W\Sigma WXH}^{-1}}{n}\left(\frac{\mathbf{H}^{-1}\mathbf{X'WXH}^{-1}}{n}\right)^{-1}\mathbf{H}^{-1}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$= n^{-1}h^{-1}\left[\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \mu_2 \end{bmatrix}^{-1}\begin{bmatrix} v_0 & v_1 \\ v_1 & v_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \mu_2 \end{bmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}\right)\frac{\sigma^2(x)}{f(x)} + o_p(1)\right].$$

Diasumsikan bahwa $\mu_1 = 0$, sehingga

$$Var(\hat{g}(x)) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}(\mathbf{X'WX})^{-1}\mathbf{X'W\Sigma WX}(\mathbf{X'WX})^{-1}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

$$= n^{-1}h^{-1}\left(\frac{\sigma^2(x)}{g(x)} + o_p(1)\right)$$

Untuk $j = 1,2,...,J$ dan $nh \to \infty$ maka rumus $Var(\hat{g}(x))$ dapat diubah menjadi

$$Var(\hat{g}_j(x)) = n^{-1}h^{-1}\left(\frac{\sigma_{jj}^2(x)}{g(x)}\right)$$

2.4.2. Pendugaan Dua Tahap Pada Sistem Persamaan SUR

Bentuk matriks varian-kovarian residual dari sistem persamaan yang tertulis pada persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$\Omega = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1J} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2J} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{J1} & \sigma_{J2} & \cdots & \sigma_{JJ} \end{bmatrix} \otimes I_n = \sum \otimes I_n$$

Proses pendugaan tahap kedua yang dikemukakan oleh Jinhong (2006) yaitu :

i. Membentuk matriks $\hat{G}_j$ berukuran *(nx1)* berdasarkan nilai duga fungsi yang diperoleh melalui pendugaan tahap pertama kemudian digunakan untuk menduga fungsi pada tahap kedua di mana

$$\hat{G}_j = \begin{pmatrix} \hat{g}_j(X_{1j}) \\ \vdots \\ \hat{g}_j(X_{nj}) \end{pmatrix} \qquad (2.24)$$

Dan untuk setiap $\hat{g}_j(x)$ dihitung berdasarkan rumus pendugaan tahap pertama (2.13), dapat dituliskan kembali seperti di bawah ini

$$\hat{g}_j(x) = (\mathbf{D}_{jx}^T \mathbf{W}_{jx} \mathbf{D}_{jx})^{-1} \mathbf{D}_{jx}^T \mathbf{W}_{jx} \mathbf{Y}_j$$

ii. Pemilihan *bandwidth* (h^*) yaitu berdasarkan asumsi bahwa

$$\frac{nh^{*6}}{(\log\log n)^{1/2}} \to 0 \text{ dan } \frac{nh^{*2}}{(\log n)^2} \to \infty \;\; jika \;\; n \to \infty \qquad (2.25).$$

Menurut Jinhong (2006), h^* sama dengan h pada tahap pertama. Perbedaannya hanya terletak pada pemberian lambang, h digunakan sebagai lambang *bandwidth* pada pendugaan tahap pertama dan h^* untuk melambangkan *bandwidth* pada pendugaan tahap kedua.

iii. Membentuk matriks

$$\mathbf{W}^*_{jx} = diag\ (K_{h*}(x - X_{1j}), K_{h*}(x - X_{2j}),..., K_{h*}(x - X_{nj}))$$

$$\mathbf{D}^*_{jx} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{(x - X_{1j})}{h*} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & \frac{(x - X_{nj})}{h*} \end{pmatrix}$$

Kemudian digunakan rumus pendugaan tahap kedua yaitu

$$\tilde{g}_j(x) = \{\mathbf{D}^{*T}_{jx}\mathbf{W}^*_{jx}\mathbf{D}^*_{jx}\}^{-1}\mathbf{D}^{*T}_{jx}\mathbf{W}^*_{jx}\left\{\mathbf{Y}_j + \sum_{j_1=1}^{J} w_{jj_1}(\mathbf{Y}_{j_1} - \hat{\mathbf{G}}_{j_1})\right\} \qquad (2.26)$$

Bukti :

Menurut teorema yang dikemukakan oleh Jinhong (2006), Pandang Σ seperti yang tertulis pada persamaan (2.6), $\mathbf{Y}_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \cdots, Y_{nj})$, dan $\mathbf{Z}_j(m_1, m_2, ..., m_J)$ merupakan gabungan beberapa fungsi dari $(m_1(.), m_2(.), ..., m_J(.))^T$ sehingga

$$\mathbf{Z}_j(m_1, m_2, ..., m_J) = \begin{pmatrix} \mathbf{Z}_1(m_1, m_2, ..., m_J) \\ \mathbf{Z}_2(m_1, m_2, ..., m_J) \\ \vdots \\ \mathbf{Z}_J(m_1, m_2, ..., m_J) \end{pmatrix} \qquad (2.27)$$

$$= \begin{pmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{Y}_J \end{pmatrix} + \left[\left\{\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)^{-1}\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} - diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)\right\} \otimes \mathbf{I}_n\right]\begin{pmatrix} \mathbf{Y}_1 - \mathbf{M}_1 \\ \mathbf{Y}_2 - \mathbf{M}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{Y}_J - \mathbf{M}_J \end{pmatrix}$$

$m_1(.)$ merupakan pemisalan dari fungsi yang tidak diketahui dan dimisalkan pula bahwa penggabungan sebanyak J fungsi dinotasikan menjadi $\mathbf{Z}_j(m_1, m_2, ..., m_J)$. Dengan substitusi $\mathbf{M}_j = (m_j(X_{1j}), m_j(X_{2j}), ..., m_j(X_{nj}))^T$ maka Jinhong (2006) menuliskan persamaan (2.27) menjadi:

$$\begin{pmatrix}\mathbf{Y}_1\\ \mathbf{Y}_2\\ \vdots\\ \mathbf{Y}_J\end{pmatrix} + \left[\left\{\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)^{-1}\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} - diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)\right\}\otimes \mathbf{I}_n\right]\begin{pmatrix}\mathbf{Y}_1-\mathbf{M}_1\\ \mathbf{Y}_2-\mathbf{M}_2\\ \vdots\\ \mathbf{Y}_J-\mathbf{M}_J\end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix}\begin{pmatrix}Y_{11}\\ Y_{21}\\ \vdots\\ Y_{n1}\end{pmatrix}\\ \begin{pmatrix}Y_{12}\\ Y_{22}\\ \vdots\\ Y_{n2}\end{pmatrix}\\ \vdots\\ \begin{pmatrix}Y_{1J}\\ Y_{2J}\\ \vdots\\ Y_{nJ}\end{pmatrix}\end{pmatrix} + \left[\left\{\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)^{-1}\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} - diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)\right\}\otimes \mathbf{I}_n\right]\begin{pmatrix}\begin{pmatrix}Y_{11}-m_1(X_{11})\\ Y_{21}-m_1(X_{21})\\ \vdots\\ Y_{n1}-m_1(X_{n1})\end{pmatrix}\\ \begin{pmatrix}Y_{12}-m_2(X_{11})\\ Y_{22}-m_2(X_{21})\\ \vdots\\ Y_{n2}-m_2(X_{n1})\end{pmatrix}\\ \vdots\\ \begin{pmatrix}Y_{1J}-m_J(X_{1J})\\ Y_{2J}-m_J(X_{2J})\\ \vdots\\ Y_{nJ}-m_J(X_{nJ})\end{pmatrix}\end{pmatrix}$$

di mana dalam persamaan (2.27) $\left[\left\{\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)^{-1}\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} - diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}}\right)\right)\right\}\otimes \mathbf{I}_n\right]$ mempunyai bentuk sebagai berikut

$$\begin{pmatrix}
0 & \begin{pmatrix}\sigma_{11}^{1/2}\sigma_{12}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{11}^{1/2}\sigma_{12}^{-1/2}\end{pmatrix} & \cdots & \begin{pmatrix}\sigma_{11}^{1/2}\sigma_{1J}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{11}^{1/2}\sigma_{1J}^{-1/2}\end{pmatrix}\\
\begin{pmatrix}\sigma_{22}^{1/2}\sigma_{21}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{22}^{1/2}\sigma_{21}^{-1/2}\end{pmatrix} & 0 & \cdots & \begin{pmatrix}\sigma_{22}^{1/2}\sigma_{2J}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{22}^{1/2}\sigma_{2J}^{-1/2}\end{pmatrix}\\
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots\\
\begin{pmatrix}\sigma_{JJ}^{1/2}\sigma_{J1}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{JJ}^{1/2}\sigma_{J1}^{-1/2}\end{pmatrix} & \begin{pmatrix}\sigma_{JJ}^{1/2}\sigma_{J2}^{-1/2} & 0 & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & 0 & \sigma_{JJ}^{1/2}\sigma_{J2}^{-1/2}\end{pmatrix} & \cdots & 0
\end{pmatrix}$$

Berdasarkan persamaan (2.27), diketahui bahwa $\mathbf{Y}_j = (\mathbf{M}_j + \varepsilon_j)$ sehingga $\varepsilon_j = (\mathbf{Y}_j - \mathbf{M}_j)$ maka substitusi hasil pendugaan tahap pertama dan teorema pada persamaan (2.27), selanjutnya diperoleh rumus seperti dibawah ini

$$\begin{pmatrix} \mathbf{Z}_1(g_1,g_2,\ldots,g_J) \\ \mathbf{Z}_2(g_1,g_2,\ldots,g_J) \\ \vdots \\ \mathbf{Z}_J(g_1,g_2,\ldots,g_J) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{G}_1 \\ \mathbf{G}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{G}_J \end{pmatrix} + \left[\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right)^{-1} \Sigma^{-\frac{1}{2}} \otimes \mathbf{I}_n \right] \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_J \end{pmatrix}$$

dan (2.28)

$$\operatorname{cov}\left[\left\{ \left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right)^{-1} \Sigma^{-\frac{1}{2}} \otimes \mathbf{I}_n \right\} \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_J \end{pmatrix} \right] = \left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right)^{-2} \otimes \mathbf{I}_n$$

di mana $\varepsilon_j = \left(\varepsilon_{1j}, \varepsilon_{2j}, \ldots, \varepsilon_{nj} \right)^T$ dan $\left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right)^{-2} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{JJ} \end{bmatrix}$.

Menurut Jinhong (2006), $\mathbf{Z}_{j_1}(g_1,g_2,\ldots,g_J)$ dan $\mathbf{Z}_{j_2}(g_1,g_2,\ldots,g_J)$ bebas untuk $j_1 \neq j_2$. Hal ini didasarkan pada teorema :

Pandang matriks varian kovarian pendugaan dua tahap seperti yang tertulis pada persamaan (2.29)

$$\Omega = (\omega_{j_1 j_2})_{j_1 j_2 = 1}^{J} = \left[\left\{ \left(diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right)^{-1} \left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} - diag\left(\Sigma^{-\frac{1}{2}} \right) \right) \right\} \otimes \mathbf{I}_n \right] \qquad (2.29)$$

sehingga bentuk matriks persamaan (2.26) adalah

$$\mathbf{Z}_j(g_1,g_2,\ldots,g_J) = \mathbf{Y}_j + \sum_{j_1=1}^{J} \omega_{jj_1} (\mathbf{Y}_{j_1} - \mathbf{G}_{j_1}) \cdot$$

Pendugaan dengan menggunakan metode lokal linier dua tahap dapat dituliskan menjadi

$$\begin{aligned} \tilde{g}_j(x) &= \{\mathbf{D}_{jx}^{*T} \mathbf{W}_{jx}^{*} \mathbf{D}_{jx}^{*}\}^{-1} \mathbf{D}_{jx}^{*T} \mathbf{W}_{jx}^{*} \mathbf{Z}_{jx} \\ &= \{\mathbf{D}_{jx}^{*T} \mathbf{W}_{jx}^{*} \mathbf{D}_{jx}^{*}\}^{-1} \mathbf{D}_{jx}^{*T} \mathbf{W}_{jx}^{*} \left\{ \mathbf{Y}_j + \sum_{j_1=1}^{J} \omega_{jj_1} (\mathbf{Y}_{j_1} - \mathbf{G}_{j_1}) \right\} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan di atas, Jinhong (2006) menuliskan bahwa $\mathbf{D}_{jx}^{*}$ dan $\mathbf{W}_{jx}^{*}$ mempunyai bentuk yang sama dengan $\mathbf{D}_{jx}$ dan $\mathbf{W}_{jx}$ pada persamaan (2.13), perbedaannya yaitu h pada tahap pertama diganti menjadi h^*. Selain itu, $\mathbf{G}_j$ tidak diketahui sehingga diduga dengan $\hat{\mathbf{G}}_j$ yang diperoleh melalui pendugaan tahap pertama, hasilnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\tilde{g}_j(x) = \{\mathbf{D}_{jx}^{*T}\mathbf{W}_{jx}^{*}\mathbf{D}_{jx}^{*}\}^{-1}\mathbf{D}_{jx}^{*T}\mathbf{W}_{jx}^{*}\left\{\mathbf{Y}_j + \sum_{j_1=1}^{J} w_{jj_1}(\mathbf{Y}_{j_1} - \hat{\mathbf{G}}_{j_1})\right\} \quad (2.30)$$

di mana $\hat{\mathbf{G}}_j = (\hat{g}_j(X_1), \hat{g}_j(X_2), ..., \hat{g}_j(X_3))^T$.

iv. Menghitung varian pendugaan tahap kedua. Jinhong (2006) menuliskan rumus varian pendugaan tahap kedua sebagai berikut :

$$\text{var}(\tilde{g}_j(x)) = n^{-1}h^{-1}\frac{\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}}{g(x)} \quad (2.31)$$

2.5. Efisiensi Pendugaan Dua Tahap terhadap Lokal Linier

Fungsi yang diduga dengan menggunakan pendugaan dua tahap akan menghasilkan penduga yang lebih efisien daripada dengan menggunakan metode lokal linier. Suatu penduga dikatakan efisien jika mempunyai ragam yang lebih kecil (minimum) dibandingkan dengan penduga yang lain (Supranto, 1984). Hal ini dapat dibuktikan dengan menunjukkan bahwa varian pendugaan dua tahap akan lebih kecil daripada varian lokal linier ($\text{var}\left(\tilde{g}_j(x)\right) \leq \text{var}\left(\hat{g}_j(x)\right)$).

<u>Bukti:</u>

Varian pendugaan dua tahap (persamaan (2.31)) yaitu

$$Var(\tilde{g}_j(x)) = n^{-1}h^{-1}\left(\frac{(diag(\Sigma^{-1/2})_{jj}^{2})}{g(x)}\right)$$

di mana

$$\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2} = \begin{pmatrix} \sigma_{11}^{-1/2} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{22}^{-1/2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{JJ}^{-1/2} \end{pmatrix}^{-2} = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{JJ} \end{pmatrix}.$$

Varian dari metode lokal linier (persamaan (2.16)) yaitu

$$Var(\hat{g}_j(x)) = n^{-1}h^{-1}\left(\frac{\sigma_{jj}^{2}(x)}{g(x)}\right)$$

Dikatakan efisien apabila memenuhi pertidaksamaan berikut:

$$\mathrm{var}\left(\widetilde{g}_j(x)\right)=\frac{\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}}{nh\ g(x)}\leq \mathrm{var}\left(\hat{g}_j(x)\right)=\frac{\sigma_{jj}}{nh\ g(x)}$$

Bukti secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mathrm{var}(\widetilde{g}_j(x_0))-\mathrm{var}(\hat{g}_j(x_0)) &= \frac{\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}}{nh\ g(x)}-\frac{\sigma_{jj}^2}{nh\ g(x)} \\ &= \frac{\left[\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}-\sigma_{jj}^2\right]}{nh\ g(x)} \\ &= \frac{\left[\sigma_{jj}-\sigma_{jj}^2\right]}{nh\ g(x)}\end{aligned} \tag{2.32}$$

karena $\mathrm{var}\left(\widetilde{g}_j(x)\right)\leq \mathrm{var}\left(\hat{g}_j(x)\right)$ maka terbukti bahwa penduga yang dihasilkan oleh pendugaan dua tahap lebih efisien daripada metode lokal linier, sehingga untuk menghitung efisiensi yang dihasilkan oleh pendugaan dua tahap digunakan rumus :

$$effisiensi=\frac{\mathrm{var}\left(\hat{g}_j(x)\right)}{\mathrm{var}\left(\widetilde{g}_j(x)\right)}\times 100\% \tag{2.33}$$

Jika nilai efisiensi lebih dari 100% maka penduga yang dihasilkan dari metode pendugaan dua tahap lebih efisien daripada metode lokal linier (Batari, 2004).

2.6. Keakuratan Model

Model yang paling tepat yaitu model yang mampu mencirikan data sebenarnya. Penentuan model ini, didasarkan pada indikator keakuratan model yang memberikan nilai tertentu untuk setiap model yang terbentuk. Model yang terpilih yaitu salah satu model yang mempunyai nilai keakuratan model minimum. Dalam pemodelan ekonometrika terdapat beberapa indikator keakuratan model yang sering digunakan yaitu :

1. Salah Baku (*standard error*)

Gujarati (2007) menyatakan bahwa semakin kecil *standard* error penduga maka semakin baik penduga tersebut. *Standard error* menunjukkan simpangan baku dari penduga terhadap nilai sebenarnya. *Standard error* dari penduga adalah akar kuadrat dari varian penduga tersebut.

Untuk metode lokal linier:

$\operatorname{var}\left(\hat{g}_j(x)\right) = \dfrac{\sigma_{jj}^2}{nh\ g(x)}$ dan rumus *standard errornya* adalah :

$$S_e\left(\hat{g}_j(x)\right) = \sqrt{\frac{\sigma_{jj}^2}{nh\ g(x)}} \qquad (2.34)$$

Untuk metode pendugaan dua tahap:

$\operatorname{var}\left(\tilde{g}_j(x)\right) = \dfrac{\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}}{nh\ g(x)}$ dan rumus *standard errornya* adalah :

$$S_e\left(\tilde{g}_j(x)\right) = \sqrt{\frac{\left(\left(diag\left(\Sigma^{-1/2}\right)\right)^{-2}\right)_{jj}}{nh\ g(x)}} \qquad (2.35)$$

2. MSE (*Mean Square Error*)

Untuk mengetahui metode mana yang menghasilkan nilai peramalan yang paling akurat, perlu dilakukan uji ketelitian dengan cara menghitung selisih nilai dugaan dengan nilai yang sebenarnya. Menurut Kmenta (1990), pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan MSE sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n} \qquad (2.36)$$

Nilai MSE yang kecil menunjukkan bahwa model semakin akurat. Berdasarkan rumus diatas maka Nurjannah (2003) menyatakan bahwa semakin kecil selisih nilai dugaan dengan nilai yang sebenarnya maka model yang digunakan merupakan model yang baik untuk proses peramalan.

2.7. Tinjauan Bidang Ekonomi

Pasar Modal merupakan pasar untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang bisa diperjualbelikan, baik berupa utang maupun modal sendiri. Pasar ini mempunyai peranan penting bagi perekonomian setiap negara karena menjalankan dua fungsi sekaligus, fungsi ekonomi dan fungsi keuangan. Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2001), pasar modal dikatakan mempunyai fungsi ekonomi karena sebagai tempat yang menyediakan fasilitas untuk mempertemukan orang yang memiliki dana (*investor*) dan orang yang memerlukan dana (*issuer*). Fungsi keuangan yaitu memberikan kemungkinan dan kesempatan memperoleh imbalan bagi pemilik dana. Selanjutnya dikatakan bahwa di dalam pasar modal diperjualbelikan instrumen keuangan seperti saham dan obligasi. Tetapi di dalam penelitian ini hanya akan dibahas mengenai saham saja.

1.7.1. Pengertian Saham

Secara umum saham adalah "Surat Tanda Kepemilikan Perusahaan". Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2001), wujud saham adalah berupa selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut merupakan pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut.

Pengertian harga saham menurut Jogiyanto (2000) adalah harga yang terjadi di pasar bursa pada saat tertentu yang ditentukan oleh pelaku pasar dan ditentukan oleh permintaan dan penawaran saham yang bersangkutan di pasar modal. Menurut Sartono (2001), harga saham terbentuk di pasar modal dan ditentukan oleh beberapa faktor seperti laba per lembar saham atau *earning* per *share*. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa harga saham akan terbentuk dari adanya transaksi yang terjadi di pasar modal yang ditentukan oleh permintaan dan penawaran saham (volume saham) yang bersangkutan.

1.7.2. Jenis-Jenis Saham

Saham merupakan surat berharga yang paling populer dan dikenal luas oleh masyarakat. Umumnya saham yang dikenal sehari-hari merupakan saham biasa (*common stocks*). Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2001), ditinjau dari segi kemampuan dalam Hak Tagih atau Klaim maka saham terbagi atas:

1. Saham Biasa (*common stocks*)
   Saham biasa merupakan saham yang menempatkan pemiliknya paling yunior terhadap pembagian hak atas harta kekayaan perusahaan apabila perusahaan tersebut dilikuidasi. Saham

biasa merupakan efek yang paling populer di pasar modal. Pembicaraan seputar saham biasanya lebih mengacu pada saham biasa, kecuali bila disebut secara khusus maka yang dimaksud adalah saham preferen.

2. Saham Preferen *(preffered stocks)*

   Saham Preferen merupakan saham yang memiliki karakteristik gabungan antara obligasi dan saham biasa. Hal ini karena saham preferen bisa menghasilkan pendapatan tetap (seperti bunga obligasi) dan juga bisa tidak mendatangkan hasil seperti yang dikehendaki investor.

2.7.3. Keuntungan Membeli Saham

Menurut Darmadji dan Fakhruddin (2001), terdapat dua keuntungan dalam membeli saham yaitu:

1. Dividen

   Dividen yaitu pembagian keuntungan yang diberikan perusahaan penerbit saham tersebut atas keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Dividen merupakan daya tarik bagi pemegang saham karena dengan orientasi jangka panjang misalnya pemodal institusi atau dana pensiun.

2. Capital Gain

   Capital Gain yaitu selisih antara harga beli dan harga jual. Umumnya pemodal dengan orientasi jangka pendek mengejar keuntungan melalui *capital gain*. Misalnya seorang pemodal membeli saham pada pagi hari dan kemudian menjualnya lagi pada siang hari jika saham mengalami kenaikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Data

Penelitian ini menggunakan tiga data yaitu data sekunder yang diperoleh dari BEI *Historical Price* yang diakses melalui http://www.yahoofinance.com. Data tersebut yaitu:

Data	*n*	*j*	Variabel	keterangan
1	72	• PT.Matahari Putra Prima Tbk. • PT. Astra Otopart Tbk. • PT. Siantar Top Tbk.	• Harga Saham pembukaan (X) • Volume penjualan saham (Y)	Korelasi residual **Rendah**
2	108	• PT. Astra Agro Lestari • Astra Internasional • Asia Natural Resources	• Volume penjualan saham (X) • Harga saham penutupan (Y)	Korelasi residual **Sedang**
3	60	• Bank Internasional Indonesia • Bank CIMB Niaga • Bank Swadesi	• Harga saham pembukaan (X) • Harga saham penutupan (Y)	korelasi residual **Tinggi**

Model persamaan matematisnya dapat ditulis:

$$Y_{i1} = g_1(X_{i1}) + e_{i1}$$
$$Y_{i2} = g_2(X_{i2}) + e_{i2}$$
$$Y_{i3} = g_3(X_{i3}) + e_{i3}$$

di mana *i=1,2,...,n* dan *j=1,2,3*

Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1, Lampiran 2, dan Lampiran 3.

3.2. Metode Penelitian

Sistem persamaan Nonparametrik SUR dianalisis melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

A. Pengujian asumsi kenormalan data (persamaan (2.8))

B. Pendugaan fungsi dengan metode lokal linier:
   1. Menentukan suatu titik x di dalam ruang prediktor
   2. Memilih h berdasarkan persamaan (2.12)
   3. Membentuk matriks $\mathbf{Y}_j$ dan $\mathbf{D}_{jx}$
   4. Membentuk matriks pembobot $\mathbf{W}_{jx}$, di mana pada masing-masing i diberikan pembobot menurut jarak dari titik x ke x_i dengan menggunakan fungsi pembobot pangkat tiga. Pembobotnya adalah
   $$K_h(u) = \begin{cases} (1-|u|^3)^3, & untuk\ |u| < 1 \\ 0 & ,untuk\ |u| > 1 \end{cases}$$
   di mana $u = \dfrac{x_i - x}{h_i}$
   5. Untuk setiap x maka ditetapkan model linier lokal yaitu
   $$g(x) \approx \beta_0 + \beta_1(x_i - x)$$
   6. Menduga koefisien lokal dengan menggunakan rumus yang tertulis pada persamaan (2.13) sehingga diperoleh nilai duga fungsi $g_j(x)$ yaitu $\hat{g}_j(x)$

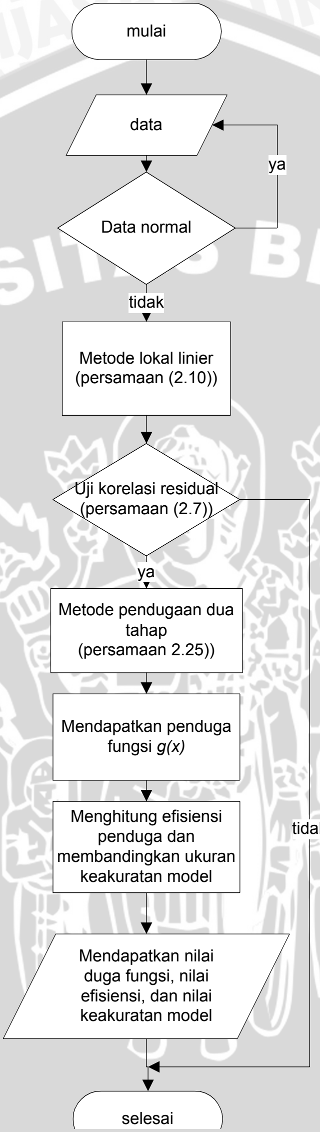
7. Menduga $\hat{g}_j(x) = \hat{\beta}_0$
8. Mengulangi langkah B.1 hingga B.7 untuk masing-masing x
9. Melalui residual-residual yang dihasilkan dari metode Lokal linier kemudian dihitung nilai statistik uji Lagrange Multiplier ((ξ_{LM}) dengan uji *Breusch Pagan* (persamaan (2.7)) untuk menguji ada tidaknya hubungan yang signifikan antar persamaan dalam sistem.
10. Jika terdapat hubungan yang signifikan antar persamaan dalam sistem maka dilanjutkan ke langkah C. Namun, jika ternyata tidak terdapat hubungan yang signifikan antar persamaan maka proses pendugaan selesai sampai disini.

C. Pendugaan fungsi dengan metode pendugaan dua tahap:
1. Membentuk matriks $\hat{g}_j(x)$ pada persamaan (2.24) yang diperoleh melalui pendugaan tahap pertama pada langkah A.2
2. Menentukan suatu titik x di dalam ruang prediktor
3. Memilih h^* berdasarkan persamaan (2.25)
4. Membentuk matriks $\mathbf{Y}_j^*$,dan $\mathbf{D}_j^*$
5. Membentuk matriks pembobot $\mathbf{W}_j^*$ seperti langkah B.4
6. Untuk setiap x maka ditetapkan model linier lokal yaitu
$$g(x) \approx \beta_0 + \beta_1(x_i - x)$$
7. Menduga koefisien pendugaan tahap kedua berdasarkan pendugaan dua tahap seperti yang tertulis pada persamaan (2.26) sehingga diperoleh nilai duga fungsi $g_j(x)$ yaitu $\tilde{g}_j(x)$
8. Menduga $\tilde{g}_j(x) = \tilde{\beta}_0$
9. Mengulangi langkah C.1 hingga C.8 untuk masing-masing nilai x

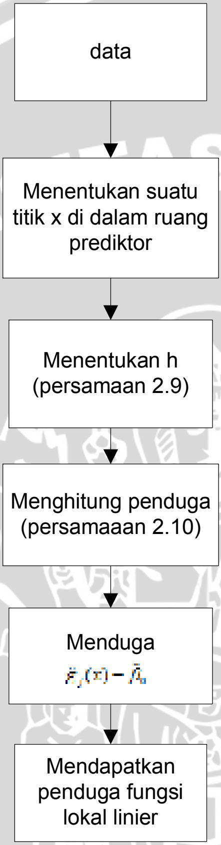
D. Menghitung efisiensi pendugaan dua tahap terhadap metode lokal linier:
   1. Hitung var($\tilde{g}_j(x)$) yang dihasilkan dari pendugaan dua tahap dengan menggunakan rumus (2.31)
   2. Hitung var($\hat{g}_j(x)$) yang dihasilkan dari metode lokal linier dengan menggunakan rumus (2.16)
   3. Hitung efisiensi dari pendugaan dua tahap terhadap metode lokal linier seperti yang tertulis pada persamaan (2.33)

E. Menghitung ukuran keakuratan model dengan menggunakan *standard error* penduga (persamaan (2.34) dan (2.35)) dan MSE (persamaan (2.36))

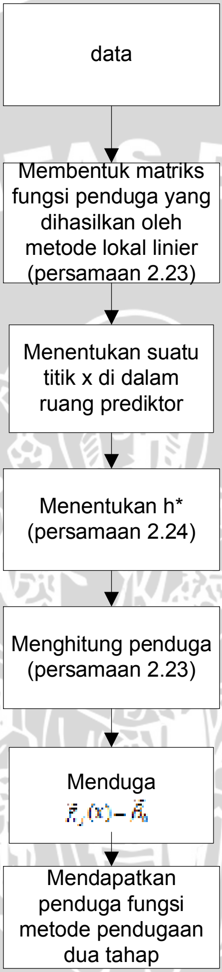
Tahapan-tahapan analisis dikerjakan dengan menggunakan bantuan Software SPSS versi 15 dan S-Plus versi 6.



Gambar 3.1. Diagram alir pendugaan fungsi nonparametrik SUR



Gambar 3.2. Langkah-langkah Metode Lokal Linier



Gambar 3.3. Langkah-langkah Metode Pendugaan Dua Tahap

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kenormalan Data

Uji Kenormalan berfungsi untuk mengetahui apakah data penelitian menggunakan prosedur parametrik atau nonparametrik. Hasil yang diperoleh melalui uji kenormalan menggunakan *Kolomogorof Smirnov* dengan bantuan SPSS-15 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Uji Kenormalan

Data		p-value	Z_{hitung}	Z_{tabel}	Keterangan
1	Res 1	0,001	1,911	1,64	Tidak normal
	Res 2	0,005	1,745	1,64	Tidak normal
	Res 3	0,006	1,722	1,64	Tidak normal
2	Res 1	0,001	1,986	1,64	Tidak normal
	Res 2	0,003	1,797	1,64	Tidak normal
	Res 3	0,000	2,225	1,64	Tidak normal
3	Res 1	0,002	1,673	1,64	Tidak normal
	Res 2	0,003	1,642	1,64	Tidak normal
	Res 3	0,003	1,632	1,64	Tidak normal

Hasil uji kenormalan yang disajikan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa semua residual terbukti tidak bersebaran normal setelah dilakukan transformasi sebanyak dua kali, sehingga metode parametrik kurang tepat untuk digunakan dalam pendugaan parameter. Metode nonparametrik dapat digunakan sebagai alternatif untuk menduga parameter dari data tersebut.

4.2. Hasil Pendugaan Fungsi Berdasarkan Metode Lokal Linier

Pendugaan berdasarkan metode lokal linier diperoleh dengan bantuan S-plus 6. Dalam penelitian ini pemilihan *h* didasarkan pada persamaan (2.9). Model yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$Y_{i1} = g_1(X_i) + e_{i1}$$
$$Y_{i2} = g_2(X_i) + e_{i2}$$
$$Y_{i3} = g_3(X_i) + e_{i3}$$

Tabel 4.2. Hasil pendugaan fungsi dengan metode lokal linier

Korelasi residual	i	$\hat{g}_1(x)$	Res 1	$\hat{g}_2(x)$	Res 2	$\hat{g}_3(x)$	Res 3
Rendah	1	2967986	-2003786	220.4012	39,599	1557.491	267,509
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	72	3061457	-20089567	267.6835	-122,683	2307.932	617,068
Sedang	1	20.379	-0,379	20.499	-0,499	21.298	1,702
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	108	20.431	-1,431	20.168	-1,168	20.588	-1,588
Tinggi	1	21,517	1,483	21,548	21,548	21,732	21,732
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	60	21,562	0,438	21,506	-0,506	21,665	-0,665

Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh hasil bahwa fungsi nonparametrik yang diduga diperoleh berdasarkan nilai *x* yang telah ditentukan. Namun, setiap *x* hanya mampu untuk menduga fungsi di sekitar nilai *x* tersebut. Informasi yang dapat diperoleh berdasarkan Tabel 4.2 adalah bahwa fungsi yang dihasilkan berdasarkan metode lokal linier belum mampu untuk menunjukkan data yang sebenarnya. Residual yang dihasilkan oleh masing-masing persamaan bernilai besar, karena terdapat informasi lain yang mungkin dapat mempengaruhi hasil pendugaan fungsi. Data di mana korelasi residualnya rendah mempunyai residual yang bernilai sangat besar dibandingkan dengan data yang mempunyai residual sedang dan tinggi. Namun, untuk data yang mempunyai korelasi residual tinggi maka residualnya bernilai lebih kecil. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin besar korelasi residual antar persamaan maka residual yang dihasilkan akan semakin kecil. Hasil pendugaan fungsi secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7 – lampiran10.

4.3. Uji Korelasi Residual

Asumsi yang harus dipenuhi dalam sistem persamaan SUR yaitu adanya korelasi residual antar beberapa persamaan regresi. Residual tersebut diperoleh melalui pendugaan berdasarkan metode lokal linier. Uji yang digunakan yaitu uji *Breusch Pagan* pada persamaan (2.7). Hipotesis dari uji tersebut adalah :

H_0 : tidak ada korelasi residual antar persamaan

lawan

H_1 : ada korelasi residual antar persamaan

Berdasarkan pengujian hipotesis tersebut maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil uji korelasi residual antar persamaan

Korelasi residual	ξ_{LM}	$\chi^2(5\%)$	$\chi^2(1\%)$
Rendah	1,932 x 10^{-8}	7.815	11.340
Sedang	11,543	7.815	11.340
Tinggi	26,267	7.815	11.340

Dari nilai-nilai statistik uji yang diperoleh tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa data 1 tidak terdapat korelasi residual sedangkan data 2 dan data 3 terdapat korelasi residual antar persamaan. Korelasi residual digunakan untuk proses pendugaan dengan metode pendugaan dua tahap. Seperti yang telah dijelaskan pada subbab 2.3.3, maka pendugaan fungsi data 2 dan data 3 menggunakan sistem persamaan SUR. Proses perhitungan kedua data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 19.

4.4. Hasil Pendugaan Fungsi Berdasarkan Metode Pendugaan Dua Tahap

Hasil pendugaan berdasarkan metode pendugaan dua tahap dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil pendugaan fungsi dengan metode pendugaan dua tahap

Korelasi residual	i	$\tilde{g}_1(x)$	Res 1	$\tilde{g}_2(x)$	Res 2	$\tilde{g}_3(x)$	Res 3
Rendah	1	$1{,}415 \times 10^7$	$-1{,}319 \times 10^6$	19151	$-1{,}8890 \times 10^4$	$3{,}389 \times 10^5$	$-3{,}371 \times 10^5$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	72	$7{,}782 \times 10^7$	$-7{,}677 \times 10^7$	18605	$-1{,}8459 \times 10^4$	$1{,}244 \times 10^5$	$-1{,}215 \times 10^5$
Sedang	1	20.798	-0,798	22.153	-2,153	21.095	1,905
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	108	20.687	-1,687	18.511	0,489	21.406	-2,406
Tinggi	1	21,521	1,479	21,548	1,452	21,422	1,579
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	108	21,585	0,415	21,564	-0,564	21.583	-0,583

Hasil pendugaan fungsi berdasarkan Tabel 4.4 yaitu untuk data 1 perusahaan 1 pada *i=1* maka volume perdagangan perusahaan 1 sebesar 14157222 lembar saham, perusahaan 2 sebesar 19151 lembar saham, dan perusahaan 3 sebesar 338960 lembar saham. Jika dikaitkan dengan korelasi residual antar persamaan di mana pada data 1 korelasi residualnya rendah maka volume penjualan saham antar perusahaan tidak saling mempengaruhi. Hasil perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 20- lampiran 22. Besarnya korelasi residual antar persamaan dalam sistem pada data1 bernilai kecil, sehingga menyebabkan pendugaan fungsi menjadi tidak stabil. Akibatnya, residual yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap bernilai besar pula, artinya fungsi tersebut belum tepat dalam menunjukkan data yang sebenarnya.

Pada Data2 untuk $i=1$ maka harga saham per lembar pada perusahaan 1 sebesar Rp. 20,798, perusahaan 2 sebesar Rp. 22,153, dan perusahaan 3 sebesar Rp. 21,095. Jika dikaitkan dengan korelasi residual antar persamaan maka harga saham perusahaan 1 akan mempengaruhi harga perusahaan 2 dan perusahaan 3. Artinya, jika harga saham perusahaan 1 meningkat, maka ada kemungkinan perusahaan yang lain menurun. Hasil perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 23- lampiran 25. Jika dikaitkan dengan besarnya korelasi residual antar persamaan, maka fungsi tersebut sudah tepat dalam menunjukkan data yang sebenarnya.

Pada Data3 untuk $i=1$ maka harga saham per lembar pada perusahaan 1 sebesar Rp. 21,521, perusahaan 2 sebesar Rp. 21,548, dan perusahaan 3 sebesar Rp. 21,422. Korelasi residual yang dihasilkan oleh data3 bernilai lebih besar dibandingkan data1 dan data2. Jika dikaitkan dengan nilai korelasi tersebut maka dapat dikatakan bahwa fungsi yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap pada data3 telah mampu untuk menunjukkan data yang sebenarnya. Hal ini ditunjukkan dengan nilai residual yang dihasilkan oleh metode tersebut bernilai kecil. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 4.4 maka dapat dikatakan bahwa semakin besar nilai korelasi residual antar persamaan maka fungsi yang dihasilkan telah mampu untuk menunjukkan data yang sebenarnya.

4.5. Efisiensi Metode Lokal Linier terhadap Pendugaan Dua Tahap

Penduga yang baik yaitu penduga yang memiliki ragam lebih kecil dibandingkan dengan penduga yang lain, atau dalam bahasa statistika disebut penduga yang efisien. Efisiensi dari kedua penduga tersebut dapat dilakukan dengan membandingkan ragam yang dihasilkan oleh Metode Lokal Linier dan Metode Pendugaan Dua Tahap. Secara matematis efisiensi penduga dapat dituliskan sebagai berikut : $\dfrac{\operatorname{var}(\hat{g}_j(x))}{\operatorname{var}(\tilde{g}_j(x))}$. Nilai efisiensi bisa dilihat dalam bentuk prosentase. Jika nilainya lebih dari 100% maka penduga yang dihasilkan Metode Pendugaan Dua Tahap lebih efisien daripada Metode Lokal Linier. Namun jika nilainya kurang dari 100% maka penduga yang dihasilkan Metode Lokal Linier lebih efisien. Hasil perhitungan ragam penduga yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Efisiensi Penduga

Korelasi Residual	Persamaan	$\operatorname{var}(\hat{g}_j(x))$	$\operatorname{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \dfrac{\operatorname{var}(\hat{g}_j(x))}{\operatorname{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
Rendah	1	$5{,}645x10^{18}$	2521236	$2{,}241x10^{14}\%$
		$5{,}489x10^{18}$	3047972	$1{,}801x10^{14}\%$
		⋮	⋮	⋮
		$5{,}476x10^{18}$	458642,500	$1{,}194x10^{15}\%$
	2	3618,588	28076,940	12,888%
		3427,635	74156,520	4,622%
		⋮	⋮	⋮
		2979,419	28900,42	10,309%
	3	1654644	5263,037	31438,95%
		1654469	5294,793	31247,09%
		⋮	⋮	⋮
		1116624	14339,810	7786,881%
Sedang	1	0,003	0,002	144,184%
		⋮	⋮	⋮
		0,003	0,002	140,628%
		0,003	0,002	143,049%
	2	0.004	0,002	225,970%
		⋮	⋮	⋮
		0,004	0,002	225,970%
		0,004	0,002	225,970%

Tabel 4.5 Lanjutan

Korelasi Residual	Persamaan	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
Sedang	3	0,018	0,006	332,624%
		⋮	⋮	⋮
		0,018	0,005	343,323%
		0,019	0,005	349,161%
Tinggi	1	0,007	0,004	158,563%
		⋮	⋮	⋮
		0,006	0,004	154,382%
		0,007	0,004	158,699%
	2	0,003	0,002	116,297%
		⋮	⋮	⋮
		0,003	0,002	116,528%
		0,003	0,002	116,619%
	3	0,004	0,003	105,396%
		⋮	⋮	⋮
		0,004	0,003	104,406%
		0,004	0,003	104,282%

Tabel efisiensi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 29 – Lampiran 37. Dari Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa penduga yang dihasilkan oleh Metode Pendugaan Dua Tahap lebih efisien daripada penduga yang dihasilkan oleh Metode Lokal Linier. Namun efisiensi yang dihasilkan oleh ketiga sistem persamaan terlihat sangat berbeda. Efisiensi yang dihasilkan oleh data1 relatif jauh lebih rendah dibandingkan efisiensi yang dihasilkan data2 dan data3. Perbedaan ini dapat dilihat melalui angka-angka yang ada pada Tabel 4.5. Pada data1 di mana korelasi residualnya rendah, efisiensi dari kedua metode berkisar antara 4,622% hingga 31438,95%. Sedangkan pada data2 dan data3, efisiensi yang dihasilkan berturut-turut yaitu berkisar antara 140,628% hingga 349,161% dan 104,282% hingga 158,699%.

Nilai efisiensi yang mendekati 1 atau 100% tersebut menunjukkan bahwa penduga yang dihasilkan oleh Metode Pendugaan Dua Tahap lebih efisien dibandingkan penduga yang dihasilkan oleh Metode Lokal Linier. Jika dikaitkan dengan korelasi residual antar persamaan, di mana data1 korelasi residual antar persamaan rendah sedangkan data2 dan data3 terdapat korelasi residual yang signifikan antar persamaan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam sistem persamaan SUR yang korelasi residual antar persamaannya signifikan akan menghasilkan penduga yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem persamaan SUR yang korelasi residual antar persamaannya tidak signifikan. Semakin besar korelasi residual antar persamaan, maka metode pendugaan dua tahap akan menghasilkan penduga fungsi yang lebih efisien dibandingkan metode lokal linier.

4.5.Ukuran Keakuratan Model

Model yang dihasilkan oleh kedua metode yaitu Metode Lokal Linier dan Metode Pendugaan Dua Tahap pada SP1 dan SP2 dapat dihitung beberapa indikator keakuratan model. Indikator tersebut adalah *standard error* (S_e) penduga dan MSE. Beberapa indikator tersebut dapat menunjukkan model yang mempunyai keakuratan model yang lebih baik. Tabel 4.6 memuat nilai-nilai yang dihasilkan oleh indikator-indikator keakuratan model dari kedua metode.

Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Indikator Keakuratan Model

Korelasi Residual	Persamaan	Indikator	Metode Lokal Linier	Metode Pendugaan Dua Tahap
Rendah	1	S_e(penduga)	$2{,}377 \times 10^{9}$	1587,840
			⋮	⋮
			$2{,}341 \times 10^{9}$	677,231
		MSE	$2{,}356 \times 10^{13}$	$2{,}800 \times 10^{7}$
	2	S_e(penduga)	60,155	167,562
			⋮	⋮
			54,584	170,001
		MSE	5670,702	52320,1
	3	S_e(penduga)	1286,330	72,547
			⋮	⋮
			1056,704	119,749
		MSE	322348,200	211418
Sedang	1	S_e(penduga)	0,059	0,049
			⋮	⋮
			0,059	0,049
		MSE	2,050	0,213
	2	S_e(penduga)	0,064	0,043
			⋮	⋮
			0,065	0,043
		MSE	2,260	0,013
	3	S_e(penduga)	0,136	0,235
			⋮	⋮
			0,140	0,074
		MSE	4,873	0,351

Tabel 4.6 (Lanjutan)

Korelasi Residual	Persamaan	Indikator	Metode Lokal Linier	Metode Pendugaan Dua Tahap
Tinggi	1	S_e(penduga)	0,081	0,064
			⋮	⋮
			0,080	0,064
		MSE	1,741	0,046
	2	S_e(penduga)	0,054	0,003
			⋮	⋮
			0,054	0,050
		MSE	1,159	0,020
	3	S_e(penduga)	0,004	0,003
			⋮	⋮
			0,063	0,062
		MSE	1,342	0,040

Standard error atau salah baku menunjukkan simpangan baku dari penduga terhadap nilai yang sebenarnya atau parameter yang di duga. Semakin kecil *standard error* penduga maka penduga tersebut dikatakan semakin baik. Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pada data di mana korelasi residual antar persamaan rendah, *standard error* yang dihasilkan oleh metode Lokal Linier pada persamaan 1 dan persamaan 3 lebih besar daripada nilai *standard error* yang dihasilkan oleh metode pendugaan dua tahap. Sedangkan pada persamaan 2, metode pendugaan dua tahap menghasilkan *nilai standard* error yang lebih besar. Indikator keakuratan model yang lainnya yaitu MSE. Nilai MSE yang kecil menunjukkan bahwa model semakin akurat. Metode lokal linier menghasilkan MSE lebih besar daripada metode pendugaan dua tahap. Berdasarkan *Standard error* penduga dan MSE maka dapat dikatakan bahwa penggunaan metode pendugaan dua tahap pada data di mana korelasi residualnya rendah lebih baik daripada menggunakan metode lokal linier.

Pada data di mana korelasi residualnya sedang dan tinggi, nilai *standard error* penduga yang dihasilkan oleh metode Lokal Linier lebih besar daripada metode pendugaan dua tahap. Begitu pula dengan MSE, nilai MSE yang dihasilkan metode Lokal Linier lebih besar daripada Pendugaan Dua Tahap. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 4.6 maka dapat dikatakan bahwa pada data di mana korelasi residual antar persamaannya sedang maka metode Pendugaan Dua Tahap lebih baik dibandingkan dengan metode lokal linier.

Indikator keakuratan model pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa berdasarkan *standard error* penduga dan MSE maka metode pendugaan dua tahap lebih baik daripada metode lokal linier. Jika dikaitkan dengan korelasi residual antar persamaan, di mana data 1 nilai korelasi residual antar persamaannya rendah, sedangkan data2 dan data3 terdapat korelasi residual yang sedang dan tinggi antar persamaan, maka dapat disimpulkan bahwa dalam sistem persamaan SUR, semakin tinggi nilai korelasi residual antar persamaan, maka nilai standard error dan MSE yang dihasilkan akan bernilai semakin kecil pula.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pendugaan fungsi dengan menggunakan metode Lokal menghasilkan penduga yang kurang sesuai. Hal ini ditunjukkan dengan besarnya residual yang dihasilkan bernilai besar, karena mungkin terdapat informasi lain yang menunjukkan hubungan fungsi yang dihasilkan dari masing-masing persamaan. Residual yang dihasilkan data 1 lebih besar dibandingkan dengan data 2 dan data 3, karena pada data 1 diindikasikan terdapat korelasi residual yang rendah. Sedangkan residual yang dihasilkan data 2 lebih besar dibandingkan data 3, karena diindikasikan bahwa tingkat korelasi data 3 lebih tinggi dibandingkan data 2.
2. Pendugaan fungsi dengan menggunakan metode Pendugaan Dua Tahap menghasilkan penduga fungsi yang dapat menunjukkan data yang sebenarnya karena nilai residualnya rendah. Pada data 1 di mana tingkat korelasi residualnya rendah menghasilkan penduga fungsi yang lebih besar dibandingkan dengan data 2 dan data 3 yang tingkat korelasinya sedang dan tinggi.
3. Semakin tinggi korelasi residual antar persamaan maka fungsi yang diduga melalui metode pendugaan dua tahap menghasilkan nilai *standard error* dan MSE yang semakin kecil.
4. Berdasarkan *standard error* penduga dan MSE maka metode Pendugaan Dua Tahap lebih tepat digunakan untuk data di mana korelasi residual antar persamaannya tinggi.

5.2. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah penggunaan *Robust Locally Regression,* karena pada penelitian ini tidak ada pendeteksian pencilan. Pemodelan data tentang obligasi menggunakan metode tersebut mampu untuk mengatasi adanya pencilan.

DAFTAR PUSTAKA

Andersen, B. 2004. *Regression III: Advanced Methods (Lecture 14 : LOWESS).* http://socserv.mcmaster.ca/Andersen Diakses pada tanggal 8 Februari 2010 pukul 07.43 pm

Anonymous. 2010. *BEI Historical Prices*. http://www.yahoofinance.com, diakses pada tanggal 10 Maret 2010 pukul 01.49 am

Anonymous. 2010.http://www.titus1.tltc.ttu.edu/westfallimages/5349/LOESS%20Regression.html diakses pada tanggal 8 Februari pukul 08.02 pm

Baltagi, B.H. 1999. *Econometrics Second Revised Edition*. Springer. Berlin.

Batari, N.T. 2004. *Pendekatan Analisis Komponen Utama Pada Sistem Persamaan SUR*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Conover, W.J. 1999. *Practical Nonparametrics Statistics, third edition*. John Wiley & Sons Inc. Canada.

Daniel, W.W. 1989. *Statistika Nonparametrik Terapan, terjemahan Alex Tri Kantjono W*. PT Gramedia. Jakarta

Darmadji, T. dan H.M.Fakhruddin. 2001. *Pasar Modal di Indonesia*. Salemba Empat. Jakarta

Gujarati, D.N. 2007. *Dasar-Dasar Ekonomoterika, terjemahan Julius A. Mulyadi*. Erlangga. Jakarta.

Halim, S. 2006. *Fungsi-fungsi Kernel Pada Metode Regresi Nonparametrik dan Aplikasinya Pada Priest River Experimental Forest's Data*. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Kristen Petra. Surabaya.

Jinhong, Y. 2006. *Two-Stage Estimation for Seemingly Unrelated Nonparametric Regression Models*. Department of Biostatistics. University of North Carolina. USA.

Judge, G., W. Griffiths, R. Hill, and T. C. Lee. 1988. *The Theory and Practise of Econometrics*. John Wiley & Sons. New York.

Kmenta, J. 1990. *Element of Econometrics, second edition*. McMillan Publishing Company. New York.

Laksono, J. 2008. *Model Cross-Section Weighted Regression untuk Efek Tetap Grup pada Regresi Panel*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Newey, W. 2007. *Course Material for 14.386 New Econometric Methods*. Massachusetts Institute of Technology. Spring

Nurjannah. 2003. *Kajian Penggunaan Metode Kuadrat Terkecil Umum (Generalized Least Square) pada Sistem Persamaan Seemingly Unrelated Regression*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Pramono, A.A. 2008. *Pendekatan Kernel untuk Estimasi Kurva Regresi Nonparametrik*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Rahmawati, D. 2007. *Penduga Park sebagai Metode Pendugaan Parameter pada Model SUR (Seemingly Unrelated Regression) yang Mengandung Autokorelasi AR(1)*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Safi'i, W. 2010. *Analisa Penerapan Metode Robust LokallyWeight Regression Smoothing Scatterplots Pada Obligasi.* Skripsi. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. (tidak dipublikasikan)

Sartono, A.R. 2001. *Manajemen Keuangan Teori Dan Aplikasi.* Yogyakarta: PT BPFE.

Setiyowati, D. 2004. *Kajian Analisis Regresi Lokal (Lokal Regression)*. Skripsi. Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. (tidak dipublikasikan)

Soemartini. 2008. *Regresi Linier Non Parametrik Melalui Metoda Theil*. Jurusan Statistika. Fakultas MIPA. Universitas Padjajaran. Bandung.

Suparti, M.A. dan A. Rusgiyono. 2007. *Estimasi Regresi Wavelet Thresholding Dengan Metode Bootstrap*. Staf Program Studi Statistika. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA UNDIP. Semarang.

Supranto, J. 1984. *Ekonometrika Edisi Kedua*. Lembaga Penerbit Fakultas. Universitas Indonesia. Jakarta.

Walpole, R.E. 1982. *Pengantar Statistika edisi ke-3*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Yulia. 2002. *Kajian Teori Regresi Parametrik Normal dan Regresi Nonparametrik*. Jurusan Matematika. Fakultas MIPA. Universitas Jember.

Zellner, A. 2006. *Seemingly Unrelated Regression prepared for the International Encyclopedia of Social Sciences*. University of Chicago. Chicago.

Lampiran 1. Data 1

Bulan	Perusahaan 1		Perusahaan 2		Perusahaan 3	
	harga saham	volume penjualan	harga saham	volume penjualan	harga saham	volume penjualan
Jan-03	500	964200	260	23900	1719300	1825
Feb-03	445	3917100	230	11000	1734800	1750
Mar-03	390	1884100	220	7000	783200	1375
Apr-03	375	6459700	210	8600	900600	1200
May-03	525	2587700	225	21900	2280300	1350
Jun-03	495	2739000	210	16500	911800	1450
Jul-03	525	3273200	195	29100	4885500	1725
Aug-03	455	4958600	195	25000	1527000	1675
Sep-03	470	5106400	200	31400	887400	1300
Oct-03	500	5574500	195	21600	1039000	1250
Nov-03	475	1354300	175	700	468700	1250
Dec-03	500	2103200	180	8400	82800	1225
Jan-04	525	3823300	170	79300	1512300	1350
Feb-04	650	1968100	180	107800	2566000	1600
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Jan-08	670	2275400	365	16700	55000	2750
Feb-08	580	37453500	340	2500	57800	2850
Mar-08	590	4833500	340	1500	91800	2900
Apr-08	590	3758800	335	6800	339900	3000
May-08	570	2904200	290	200	60400	2700
Jun-08	520	5977600	290	76700	13300	2800
Jul-08	520	2418400	305	3100	19600	2725
Aug-08	560	1706000	295	1200	6400	2575
Sep-08	560	9068300	285	13700	86900	2750
Oct-08	560	5208400	195	4800	13200	2675
Nov-08	590	3827600	145	0	63500	2600
Dec-08	650	1052500	145	14100	322500	2925

Lampiran 2. Data 2

Bulan	Perusahaan 1		Perusahaan 2		Perusahaan 3	
	penjualan	volume penjualan	penjualan	volume penjualan	penjualan	volume penjualan
Jan-01	20	203000	20	11954500	23	2800
Feb-01	20	204500	20	26204600	20	3200
Mar-01	21	203000	21	24987000	22	2200
Apr-01	18	203000	17	17017400	21	1300
May-01	23	1077100	21	35156400	23	1700
Jun-01	22	4765000	22	30871600	21	1800
Jul-01	22	32862800	21	58791700	22	1100
Aug-01	23	18947000	20	23352700	23	1400
Sep-01	20	8379400	21	17590800	20	1100
Oct-01	23	14985800	17	28106500	23	200
Nov-01	22	5309100	22	15681600	22	1800
Dec-01	21	700100	19	7016600	21	2600
Jan-02	23	7202500	20	25477200	23	1300
Feb-02	20	7319900	20	19692000	20	5200
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Jan-09	19	1555700	19	5163600	19	1200
Feb-09	20	1460100	20	4302000	20	3700
Mar-09	20	1841300	20	5222500	20	1800
Apr-09	20	2128900	20	6958100	20	1600
May-09	20	214600	20	6767700	20	3900
Jun-09	22	2035500	22	5171700	22	1500
Jul-09	21	2592800	21	5856600	20	500
Aug-09	20	2045200	20	4897400	2	1800
Sep-09	18	1566000	18	3855600	18	1000
Oct-09	22	1601900	22	4507200	22	1500
Nov-09	20	1091000	20	4762900	20	1300
Dec-09	19	791600	19	2781100	19	4000

Lampiran 3. Data 3

Bulan	Perusahaan 1		Perusahaan 2		Perusahaan 3	
	harga	volume penjualan	harga	volume penjualan	harga	volume penjualan
Jan-05	23	200	23	185	23	475
Feb-05	20	210	20	200	20	500
Mar-05	21	220	22	200	22	495
Apr-05	22	200	21	200	21	475
May-05	23	195	23	180	23	450
Jun-05	20	190	21	185	21	435
Jul-05	23	185	22	170	22	505
Aug-05	20	190	23	180	23	470
Sep-05	21	165	20	155	20	385
Oct-05	23	160	23	150	23	360
Nov-05	22	145	22	145	22	365
Dec-05	21	185	21	200	21	405
Jan-06	20	175	23	150	23	420
Feb-06	20	170	20	155	20	395
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Jan-09	23	370	23	295	23	425
Feb-09	20	490	20	330	20	395
Mar-09	21	480	22	455	22	470
Apr-09	22	430	21	400	21	700
May-09	23	465	23	380	23	690
Jun-09	20	430	21	430	21	620
Jul-09	23	425	22	395	22	700
Aug-09	22	410	23	390	23	690
Sep-09	21	370	20	360	20	700
Oct-09	23	360	23	345	23	680
Nov-09	21	490	22	415	22	730
Dec-09	22	203	21	190	21	710

Lampiran 4. Hasil Uji Kenormalan Data 1

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Res1	Res 2	Res 3
N		72	72	72
Normal Parameters (a,b)	Mean	.000	.000	.000
	Std. Deviation	5013587.504	80.665	648.371
Most Extreme Differences	Absolute	.225	.206	.144
	Positive	.210	.206	.144
	Negative	-.225	-.137	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		1.911	1.745	1.722
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001	.005	.006

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

Lampiran 5. Hasil Uji Kenormalan Data 2

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Res1	Res2	Res 3
N		108	108	108
Normal Parameters(a, b)	Mean	.000	.000	.000
	Std. Deviation	1.477	1.571	2.309
Most Extreme Differences	Absolute	.095	.173	.214
	Positive	.081	.066	.171
	Negative	-.095	-.173	-.214
Kolmogorov-Smirnov Z		1.986	1.797	2.225
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001	.003	.000

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

Lampiran 6. Hasil Uji Kenormalan Data 3

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Res 1	Res 2	Res 3
N		60	60	60
Normal Parameters(a, b)	Mean	.000	.000	.000
	Std. Deviation	1.334	1.097	1.185
Most Extreme Differences	Absolute	.177	.160	.171
	Positive	.129	.153	.120
	Negative	-.177	-.160	-.171
Kolmogorov-Smirnov Z		1.673	1.642	1.632
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002	.003	.003

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

Lampiran 7. Metode Lokal Linier pada Data 1 menggunakan S-Plus 6

Persamaan 1

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = mppa, span = 0.56000000000000005,
              degrees = 1)
 Number of Observations:          72
 Equivalent Number of Parameters: 6.4
 Residual Standard Error:         5136000
 Multiple R-squared:              0.05
 Residuals:
      min    1st Q   median  3rd Q      max
 -4739000 -2488000 -1134000 664300 31690000
```

Persaman 2

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = sttp, span = 0.56, degrees = 1)
 Number of Observations:          72
 Equivalent Number of Parameters: 7.2
 Residual Standard Error:         80.32
 Multiple R-squared:              0.15
 Residuals:
    min  1st Q median 3rd Q   max
 -126.9 -49.12 -15.72 50.93 176.9
```

Persaman 3

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = auto, span = 0.56, degrees = 1)
 Number of Observations:          72
 Equivalent Number of Parameters: 6.9
 Residual Standard Error:         603.5
 Multiple R-squared:              0.28
 Residuals:
    min  1st Q median 3rd Q  max
 -944.6 -426.4 -43.52 425.9 1398
```

Lampiran 8. Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 1)

i	X1	Y1	$\hat{g}_1(x)$	RES	i	X1	Y1	$\hat{g}_1(x)$	RES
1	500	964200	2967986	-2003786	30	580	1679700	5758697.2	-4078997.2
2	445	3917100	3054482.9	862617.11	31	590	11552800	5742566.9	5810233.1
3	390	1884100	4513860.7	-2629760.7	32	720	9053700	3679092.7	5374607.3
4	375	6459700	5160417.8	1299282.2	33	770	2277200	3743928.2	-1466728.2
5	525	2587700	3309357.5	-721657.54	34	820	1192300	3707945.6	-2515645.6
6	495	2739000	2921174	-182174.04	35	870	2867700	3724350.7	-856650.71
7	525	3273200	3309357.5	-36157.545	36	1020	1572100	2765682	-1193582
8	455	4958600	2938931.2	2019668.8	37	960	1258200	3343818.5	-2085618.5
9	470	5106400	2849672.1	2256727.9	38	930	2325000	3537616	-1212616
10	500	5574500	2967986	2606514	39	790	6474500	3727902.2	2746597.8
11	475	1354300	2842102.3	-1487802.3	40	1030	2765200	2643730.9	121469.14
12	500	2103200	2967986	-864786.02	41	950	8799700	3415295.7	5384404.3
13	525	3823300	3309357.5	513942.46	42	720	1200600	3679092.7	-2478492.7
14	650	1968100	3061456.7	-1093356.7	43	760	220400	3738495.9	-3518095.9
15	650	1886500	3061456.7	-1174956.7	44	820	566800	3707945.6	-3141145.6
16	550	2510700	4663143.2	-2152443.2	45	750	246400	3727209	-3480809
17	650	2291100	3061456.7	-770356.71	46	840	1869900	3729615.2	-1859715.2
18	500	1231900	2967986	-1736086	47	730	830300	3694168.4	-2863868.4
19	550	944300	4663143.2	-3718843.2	48	740	876400	3710311.2	-2833911.2
20	550	734400	4663143.2	-3928743.2	49	820	15862900	3707945.6	12154954
21	525	3330200	3309357.5	20842.455	50	720	13208100	3679092.7	9529007.3
22	600	1266400	5500200.4	-4233800.4	51	700	3947400	3653391.4	294008.59
23	575	965800	5705139.9	-4739339.9	52	680	6091700	3635705	2455995
24	600	1545000	5500200.4	-3955200.4	53	700	7093900	3653391.4	3440508.6
25	590	4692700	5742566.9	-1049866.9	54	760	5379800	3738495.9	1641304.1
26	650	2358800	3061456.7	-702656.71	55	810	4301000	3702838	598162.01
27	660	6527100	3182923.7	3344176.3	56	770	2526200	3743928.2	-1217728.2
28	660	1800	3182923.7	-3181123.7	57	790	2017300	3727902.2	-1710602.2
29	590	1815400	5742566.9	-3927166.9	58	780	1912100	3741250.8	-1829150.8

Lampiran 8 (Lanjutan)

i	X1	Y1	$\hat{g}_1(x)$	RES	i	X1	Y1	$\hat{g}_1(x)$	RES
59	750	929200	3727209	-2798009	66	520	5977600	3156786.1	2820813.9
60	650	2656900	3061456.7	-404556.71	67	520	2418400	3156786.1	-738386.12
61	670	2275400	3470978.7	-1195578.7	68	560	1706000	5310629.7	-3604629.7
62	580	3.7E+07	5758697.2	31694803	69	560	9068300	5310629.7	3757670.3
63	590	4833500	5742566.9	-909066.86	70	560	5208400	5310629.7	-102229.7
64	590	3758800	5742566.9	-1983766.9	71	590	3827600	5742566.9	-1914966.9
65	570	2904200	5593634.5	-2689434.5	72	650	1052500	3061456.7	-2008956.7

Lampiran 9. Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 2)

i	X2	Y2	$\hat{g}_2(x)$	RES	i	X2	Y2	$\hat{g}_2(x)$	RES
1	23900	260	220.4012	39.598802	30	72700	160	208.99826	-48.998259
2	11000	230	232.67975	-2.6797514	31	112000	160	191.82767	-31.827667
3	7000	220	220.30389	-0.3038853	32	298400	160	101.77118	58.228822
4	8600	210	219.62187	-9.6218668	33	43700	135	183.02626	-48.02626
5	21900	225	233.93985	-8.9398532	34	6600	145	221.10811	-76.108111
6	16500	210	264.41358	-54.413576	35	13300	145	265.50271	-120.50271
7	29100	195	184.39959	10.600411	36	85600	140	208.9138	-68.913797
8	25000	195	210.84163	-15.84163	37	27600	140	191.82555	-51.825547
9	31400	200	172.84217	27.157828	38	7300	145	219.83027	-74.830267
10	21600	195	235.37254	-40.372539	39	17300	135	261.9447	-126.9447
11	700	175	258.73534	-83.735342	40	47000	135	188.60747	-53.607471
12	8400	180	219.63012	-39.630124	41	67700	140	206.43078	-66.430781
13	79300	170	209.98863	-39.988626	42	34900	135	161.32282	-26.322817
14	107800	180	194.80847	-14.80847	43	2600	135	240.05071	-105.05071
15	73300	185	209.1045	-24.104497	44	36900	135	161.7716	-26.771603
16	33000	205	166.15023	38.849767	45	125000	140	182.92831	-42.928311
17	9100	180	219.85751	-39.857511	46	41000	140	174.11975	-34.119747
18	6000	180	222.34593	-42.345929	47	210200	135	135.8372	-0.8372049
19	6400	180	221.49221	-41.492213	48	106900	165	195.4449	-30.444904
20	6200	175	221.88463	-46.884632	49	81200	205	210.03038	-5.0303794
21	3600	175	232.86962	-57.869619	50	10000	295	222.31597	72.68403
22	7700	170	219.63399	-49.633994	51	12100	300	250.42715	49.572852
23	20200	180	243.95018	-63.950177	52	1300	325	252.19672	72.803282
24	26100	190	201.55084	-11.550836	53	52800	325	191.72588	133.27412
25	0	190	266.99171	-76.991709	54	95700	380	203.05693	176.94307
26	5300	175	224.48841	-49.488412	55	15700	415	266.02178	148.97822
27	246800	175	119.9932	55.006803	56	15400	410	266.58559	143.41441
28	1147000	165	165.00762	-0.0076211	57	49000	355	189.26627	165.73373
29	44700	170	185.59501	-15.595006	58	10100	385	222.87049	162.12951

Lampiran 9 (Lanjutan)

i	X2	Y2	$\hat{g}_2(x)$	RES	i	X2	Y2	$\hat{g}_2(x)$	RES
59	3900	370	231.06679	138.93321	66	76700	290	209.65557	80.344426
60	1500	365	250.13679	114.86321	67	3100	305	236.2241	68.775905
61	16700	365	263.96843	101.03157	68	1200	295	253.2515	41.748505
62	2500	340	240.87623	99.123769	69	13700	285	267.28241	17.717594
63	1500	340	250.13679	89.86321	70	4800	195	226.50401	-31.504011
64	6800	335	220.69837	114.30163	71	0	145	266.99171	-121.99171
65	200	290	264.56274	25.437265	72	14100	145	267.68346	-122.68346

Lampiran 10. Tabel Pendugaan Fungsi Menggunakan Metode Lokal Linier pada Data1 (Perusahaan 3)

i	X3	Y3	$\hat{g}_3(x)$	RES	i	X3	Y3	$\hat{g}_3(x)$	RES
1	1719300	1825	1557.4907	267.5093	30	1506300	1300	1566.3339	-266.3339
2	1734800	1750	1557.6554	192.3446	31	2099800	1350	1604.2506	-254.2506
3	783200	1375	1674.3714	-299.3714	32	651200	1450	1763.5627	-313.5627
4	900600	1200	1622.957	-422.9570	33	1195700	1575	1553.0501	21.9499
5	2280300	1350	1641.8684	-291.8684	34	1294000	1575	1556.8862	18.1138
6	911800	1450	1618.1974	-168.1974	35	306400	1500	2289.2474	-789.2474
7	4885500	1725	1671.4414	53.5586	36	388600	1550	2257.6174	-707.6174
8	1527000	1675	1565.0173	109.9827	37	1056900	1575	1573.2937	1.7063
9	887400	1300	1628.7306	-328.7306	38	93200	1550	1945.1701	-395.1701
10	1039000	1250	1578.6462	-328.6462	39	149500	1325	1722.6533	-397.6533
11	468700	1250	2084.4363	-834.4363	40	480400	1425	2062.6577	-637.6577
12	82800	1225	2018.3433	-793.3433	41	121200	1275	1801.959	-526.9590
13	1512300	1350	1565.9521	-215.9521	42	224400	1225	1863.504	-638.5040
14	2566000	1600	1690.8012	-90.8012	43	160600	1250	1719.5579	-469.5579
15	495300	1600	2036.8129	-436.8129	44	4116200	1525	1730.7471	-205.7471
16	3049000	2125	1737.1015	387.8985	45	2082700	1600	1600.8473	-0.8473
17	666300	2050	1750.0165	299.9835	46	1979200	1700	1581.9274	118.0726
18	502800	2000	2023.0558	-23.0558	47	2463500	1950	1675.8818	274.1182
19	271100	1650	2161.5417	-511.5417	48	886000	1925	1629.3347	295.6653
20	199600	1550	1791.9252	-241.9252	49	1111600	2150	1560.306	589.6940
21	65100	1350	2164.1292	-814.1292	50	900100	2600	1623.1781	976.8219
22	74400	1250	2083.6343	-833.6343	51	441800	2650	2142.1705	507.8295
23	71600	1275	2107.0715	-832.0715	52	300800	2300	2283.2907	16.7093
24	80800	1400	2033.338	-633.3380	53	325000	2750	2310.2871	439.7129
25	87700	1175	1982.5847	-807.5847	54	483200	3100	2057.875	1042.1250
26	64500	1225	2169.5706	-944.5706	55	256800	3225	2063.8667	1161.1333
27	216000	1250	1835.0651	-585.0651	56	263200	3325	2108.8308	1216.1692
28	1092500	1500	1563.9815	-63.9815	57	135400	3150	1751.5394	1398.4606
29	495100	1575	2037.173	-462.1730	58	34700	3225	2483.7935	741.2065

Lampiran 10 (Lanjutan)

i	X3	Y3	$\hat{g}_3(x)$	RES	i	X3	Y3	$\hat{g}_3(x)$	RES
59	57600	2950	2234.8488	715.1512	66	13300	2800	2763.5386	36.4614
60	69300	2800	2126.9089	673.0911	67	19600	2725	2675.9939	49.0061
61	55000	2750	2260.7124	489.2876	68	6400	2575	2863.8769	-288.8769
62	57800	2850	2232.8868	617.1132	69	86900	2750	1988.329	761.6710
63	91800	2900	1954.3575	945.6425	70	13200	2675	2764.9604	-89.9604
64	339900	3000	2315.463	684.5370	71	63500	2600	2178.7171	421.2829
65	60400	2700	2207.7439	492.2561	72	322500	2925	2307.9319	617.0681

Lampiran 11. Metode Lokal Linier pada Data2 menggunakan S-Plus6

Persamaan1

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = aali, span = 0,56, degrees = 1)

 Number of Observations:          108
 Equivalent Number of Parameters: 7,3
 Residual Standard Error:         1,494
 Multiple R-squared:              0,13
 Residuals:
   min   1st Q  median 3rd Q   max
 -4,36 -0,7059 0,03924 1,338 2,582
```

Persamaan 2

```
Call:
loess(formula = x ~ y, data = asii, span = 0,56, degrees = 1)

 Number of Observations:          108
 Equivalent Number of Parameters: 8
 Residual Standard Error:         1,575
 Multiple R-squared:              0,09
 Residuals:
    min   1st Q  median 3rd Q   max
 -4,469 -0,5524 0,05931     1 2,781
```

Persamaan 3

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = asbi, span = 0,56, degrees = 1)

 Number of Observations:          108
 Equivalent Number of Parameters: 7,6
 Residual Standard Error:         2,308
 Multiple R-squared:              0,09
 Residuals:
   min   1st Q median 3rd Q   max
 -18,3 -0,7332 0,1172 1,113 3,028
```

Lampiran 12. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 1)

i	y1	x1	$\hat{g}_1(x)$	res	i	y1	x1	$\hat{g}_1(x)$	res
1	20	203000	20.379	-0.379	30	22	3020700	21.106	0.894
2	20	204500	20.379	-0.379	31	22	2819600	21.079	0.921
3	21	203000	20.379	0.621	32	23	3220400	21.008	1.992
4	18	203000	20.385	-2.385	33	20	4118800	20.581	-0.581
5	23	1077100	20.424	2.576	34	23	7140300	21.653	1.347
6	22	4765000	20.948	1.052	35	22	1329300	20.349	1.651
7	22	32862800	22.012	-0.012	36	21	3009300	21.106	-0.106
8	23	18947000	21.550	1.450	37	23	5497000	21.341	1.659
9	20	8379400	21.522	-1.522	38	20	5150100	21.169	-1.169
10	23	14985800	21.266	1.734	39	21	1522100	20.359	0.641
11	22	5309100	21.243	0.757	40	22	5954100	21.570	0.430
12	21	700100	20.428	0.572	41	23	7498800	21.631	1.369
13	23	7202500	21.650	1.350	42	20	3104100	21.086	-1.086
14	20	7319900	21.643	-1.643	43	23	2214000	20.625	2.375
15	21	4821400	20.985	0.015	44	20	2669000	21.014	-1.014
16	22	10222900	21.319	0.681	45	21	3096900	21.089	-0.089
17	23	5731100	21.465	1.535	46	23	2961100	21.103	1.897
18	20	6509800	21.688	-1.688	47	22	2244900	20.659	1.341
19	23	5531400	21.359	1.641	48	21	1947800	20.518	0.482
20	20	2921100	21.096	-1.096	49	20	2114000	20.548	-0.548
21	21	2780600	21.071	-0.071	50	20	3299200	20.953	-0.953
22	23	8068600	21.568	1.432	51	21	6513600	21.688	-0.688
23	22	3665400	20.663	1.337	52	18	3348300	20.922	-2.922
24	21	3283400	20.963	0.037	53	23	2919700	21.096	1.904
25	20	3560600	20.749	-0.749	54	22	2430900	20.845	1.155
26	20	2817400	21.079	-1.079	55	22	1342400	20.348	1.652
27	21	3954300	20.545	0.455	56	23	1081300	20.424	2.576
28	18	8079900	21.567	-3.567	57	20	1451500	20.351	-0.351
29	23	5942600	21.565	1.435	58	23	625000	20.425	2.575

Lampiran 12 (Lanjutan)

i	y1	x1	$\hat{g}_1(x)$	res	i	y1	x1	$\hat{g}_1(x)$	res
59	22	310100	20.401	1.599	84	16	1334500	20.348	-4.348
60	21	426500	20.414	0.586	85	20	2535500	20.915	-0.915
61	20	747900	20.430	-0.430	86	19	2235000	20.648	-1.648
62	20	1172800	20.405	-0.405	87	18	4439500	20.736	-2.736
63	21	718600	20.429	0.571	88	22	3184800	21.035	0.965
64	17	1022800	20.426	-3.426	89	20	2272400	20.691	-0.691
65	21	1126900	20.419	0.581	90	21	3327400	20.936	0.064
66	22	798100	20.431	1.569	91	22	3179300	21.039	0.961
67	21	1376600	20.347	0.653	92	20	4132800	20.585	-0.585
68	20	817300	20.431	-0.431	93	21	3710800	20.629	0.371
69	21	738000	20.429	0.571	94	18	4056800	20.563	-2.563
70	17	1053800	20.425	-3.425	95	20	2586900	20.954	-0.954
71	22	1146300	20.414	1.586	96	19	2056600	20.530	-1.530
72	19	985800	20.428	-1.428	97	19	1555700	20.364	-1.364
73	22	1660000	20.403	1.597	98	20	1460100	20.352	-0.352
74	20	1497000	20.356	-0.356	99	20	1841300	20.501	-0.501
75	21	1590100	20.372	0.628	100	20	2128900	20.556	-0.556
76	20	2195000	20.606	-0.606	101	20	214600	20.387	-0.387
77	21	1289300	20.357	0.643	102	22	2035500	20.526	1.474
78	20	3208500	21.017	-1.017	103	21	2592800	20.959	0.041
79	22	2765100	21.066	0.934	104	20	2045200	20.528	-0.528
80	22	17333600	21.412	0.588	105	18	1566000	20.365	-2.365
81	20	1726100	20.443	-0.443	106	22	1601900	20.376	1.624
82	20	1868900	20.508	-0.508	107	20	1091000	20.424	-0.424
83	22	1764000	20.465	1.535	108	19	791600	20.431	-1.431

Lampiran 13. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 2)

i	y2	x2	$\hat{g}_2(x)$	res	i	y2	x2	$\hat{g}_2(x)$	res
1	20	11954500	20.499	-0.499	30	22	9695500	21.040	0.960
2	20	26204600	19.676	0.324	31	22	9410100	21.015	0.985
3	21	24987000	19.759	1.241	32	23	10500300	21.006	1.994
4	17	17017400	20.192	-3.192	33	20	17684900	20.190	-0.190
5	21	35156400	19.541	1.459	34	23	9582700	21.031	1.969
6	22	30871600	19.557	2.443	35	22	7875800	20.068	1.932
7	21	58791700	19.829	1.171	36	21	6401800	20.453	0.547
8	20	23352700	19.889	0.111	37	20	9498100	21.023	-1.023
9	21	17590800	20.190	0.810	38	20	10623100	20.974	-0.974
10	17	28106500	19.598	-2.598	39	21	8015600	20.133	0.867
11	22	15681600	20.223	1.777	40	17	11588600	20.584	-3.584
12	19	7016600	20.157	-1.157	41	21	9989500	21.054	-0.054
13	20	25477200	19.723	0.277	42	22	6404000	20.452	1.548
14	20	19692000	20.145	-0.145	43	21	8341800	20.377	0.623
15	21	16328500	20.204	0.796	44	20	7458300	19.929	0.071
16	17	28856500	19.584	-2.584	45	21	9389100	21.013	-0.013
17	21	12405100	20.455	0.545	46	17	12465300	20.449	-3.449
18	22	9822700	21.049	0.951	47	22	9365200	21.009	0.991
19	21	7285300	19.973	1.027	48	19	5985700	20.521	-1.521
20	20	12516600	20.444	-0.444	49	20	4935600	20.481	-0.481
21	21	11452300	20.634	0.366	50	20	4740000	20.463	-0.463
22	17	30039100	19.567	-2.567	51	21	5204900	20.498	0.502
23	22	24295000	19.812	2.188	52	18	3308000	20.260	-2.260
24	19	8765500	20.749	-1.749	53	23	3223600	20.246	2.754
25	20	12740000	20.422	-0.422	54	22	3463800	20.285	1.715
26	20	8294700	20.328	-0.328	55	22	3680700	20.319	1.681
27	21	10358500	21.032	-0.032	56	23	12053700	20.490	2.510
28	18	14808600	20.260	-2.260	57	20	14581900	20.272	-0.272
29	23	15809200	20.219	2.781	58	23	8830000	20.774	2.226

Lampiran 13 (Lanjutan)

i	y2	x2	$\hat{g}_2(x)$	res	i	y2	x2	$\hat{g}_2(x)$	res
59	22	6671800	20.325	1.675	84	16	4809200	20.469	-4.469
60	21	5913200	20.522	0.478	85	20	8627700	20.667	-0.667
61	20	6553400	20.378	-0.378	86	19	5278100	20.502	-1.502
62	20	8755500	20.746	-0.746	87	18	7071400	20.116	-2.116
63	21	8739200	20.739	0.261	88	22	14505900	20.276	1.724
64	17	8060500	20.151	-3.151	89	20	7142700	20.063	-0.063
65	21	8981500	20.848	0.152	90	21	5090100	20.492	0.508
66	22	9385700	21.012	0.988	91	22	4534800	20.441	1.559
67	21	8285800	20.319	0.681	92	20	1397100	19.866	0.134
68	20	10683800	20.955	-0.955	93	21	5353000	20.504	0.496
69	21	5429000	20.506	0.494	94	18	7870600	20.066	-2.066
70	17	6534400	20.387	-3.387	95	20	7784400	20.025	-0.025
71	22	4808500	20.469	1.531	96	19	78585700	19.290	-0.290
72	19	4151400	20.389	-1.389	97	19	5163600	20.496	-1.496
73	22	5309400	20.503	1.497	98	20	4302000	20.411	-0.411
74	20	7614500	19.958	0.042	99	20	5222500	20.499	-0.499
75	21	9192100	20.953	0.047	100	20	6958100	20.199	-0.199
76	20	11391400	20.659	-0.659	101	20	6767700	20.298	-0.298
77	21	6743100	20.305	0.695	102	22	5171700	20.496	1.504
78	20	4833600	20.471	-0.471	103	21	5856600	20.521	0.479
79	22	6241300	20.503	1.497	104	20	4897400	20.477	-0.477
80	22	6319100	20.485	1.515	105	18	3855600	20.345	-2.345
81	20	4518000	20.439	-0.439	106	22	4507200	20.437	1.563
82	20	5713600	20.517	-0.517	107	20	4762900	20.465	-0.465
83	22	5624000	20.513	1.487	108	19	2781100	20.168	-1.168

Lampiran 14. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data2 (Perusahaan 3)

i	y3	x3	$\hat{g}_3(x)$	res	i	y3	x3	$\hat{g}_3(x)$	res
1	23	2800	21.298	1.702	30	21	1600	21.327	-0.327
2	20	3200	21.118	-1.118	31	20	1100	21.569	-1.569
3	22	2200	20.351	1.649	32	21	3200	21.118	-0.118
4	21	1300	21.879	-0.879	33	21	2700	21.266	-0.266
5	23	1700	20.777	2.223	34	22	1500	21.685	0.315
6	21	1800	20.303	0.697	35	23	1000	21.415	1.585
7	22	1100	21.569	0.431	36	20	1500	21.685	-1.685
8	23	1400	21.887	1.113	37	23	2800	21.298	1.702
9	20	1100	21.569	-1.569	38	20	3200	21.118	-1.118
10	23	200	22.386	0.614	39	21	2200	20.351	0.649
11	22	1800	20.303	1.697	40	22	1300	21.879	0.121
12	21	2600	21.182	-0.182	41	23	1700	20.777	2.223
13	23	1300	21.879	1.121	42	20	1800	20.303	-0.303
14	20	5200	20.622	-0.622	43	23	1100	21.569	1.431
15	21	1800	20.303	0.697	44	22	1400	21.887	0.113
16	22	1800	20.303	1.697	45	21	1100	21.569	-0.569
17	23	4000	20.588	2.412	46	23	200	22.386	0.614
18	20	1700	20.777	-0.777	47	21	1800	20.303	0.697
19	23	1400	21.887	1.113	48	22	2600	21.182	0.818
20	22	2600	21.182	0.818	49	23	2000	19.972	3.028
21	21	700	21.377	-0.377	50	20	2400	20.899	-0.899
22	23	1600	21.327	1.673	51	22	2400	20.899	1.101
23	21	3200	21.118	-0.118	52	21	1500	21.685	-0.685
24	22	3500	20.895	1.105	53	23	1800	20.303	2.697
25	23	1900	20.093	2.907	54	21	1200	21.769	-0.769
26	20	3700	20.721	-0.721	55	22	1600	21.327	0.673
27	21	1200	21.769	-0.769	56	23	1400	21.887	1.113
28	22	1100	21.569	0.431	57	20	2900	21.307	-1.307
29	22	5800	20.658	1.342	58	23	1400	21.887	1.113

Lampiran 14 (Lanjutan)

i	y3	x3	$\hat{g}_3(x)$	res	i	y3	x3	$\hat{g}_3(x)$	res
59	22	1900	20.093	1.907	84	16	9600	20.518	-4.518
60	21	3300	21.047	-0.047	85	20	2900	21.307	-1.307
61	23	1400	21.887	1.113	86	19	2400	20.899	-1.899
62	20	1800	20.303	-0.303	87	18	2000	19.972	-1.972
63	21	2200	20.351	0.649	88	22	3400	20.979	1.021
64	22	1600	21.327	0.673	89	20	1800	20.303	-0.303
65	23	1200	21.769	1.231	90	21	1000	21.415	-0.415
66	20	5100	20.612	-0.612	91	22	5100	20.612	1.388
67	23	1500	21.685	1.315	92	20	2100	20.066	-0.066
68	22	2700	21.266	0.734	93	21	10400	20.558	0.442
69	21	3300	21.047	-0.047	94	18	2100	20.066	-2.066
70	23	1100	21.569	1.431	95	20	3600	20.805	-0.805
71	21	1500	21.685	-0.685	96	18	4000	20.588	-2.588
72	22	13600	21.738	0.262	97	19	1200	21.769	-2.769
73	22	4300	20.556	1.444	98	20	3700	20.721	-0.721
74	20	7400	20.616	-0.616	99	20	1800	20.303	-0.303
75	21	3000	21.272	-0.272	100	20	1600	21.327	-1.327
76	20	4400	20.555	-0.555	101	20	3900	20.611	-0.611
77	21	3800	20.653	0.347	102	22	1500	21.685	0.315
78	20	1700	20.777	-0.777	103	20	500	21.648	-1.648
79	22	8900	20.529	1.471	104	2	1800	20.303	-18.303
80	22	2700	21.266	0.734	105	18	1000	21.415	-3.415
81	20	2500	21.039	-1.039	106	22	1500	21.685	0.315
82	20	2000	19.972	0.028	107	20	1300	21.879	-1.879
83	22	2800	21.298	0.702	108	19	4000	20.588	-1.588

Lampiran 15. Metode Lokal Linier pada Data3 menggunakan S-Plus 6

Persamaan1

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = lokal1, span = 0.56,
             degree = 1)

 Number of Observations:          60
 Equivalent Number of Parameters: 3.7
 Residual Standard Error:         1.378
 Multiple R-squared:              0.01
 Residuals:
    min   1st Q median 3rd Q   max
 -3.496 -0.8847  0.324 1.401 1.687
```

Persamaan 2

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = lokal2, span = 0.56,
             degree = 1)

 Number of Observations:          60
 Equivalent Number of Parameters: 3.9
 Residual Standard Error:         1.126
 Multiple R-squared:              0.03
 Residuals:
    min   1st Q median 3rd Q   max
 -1.843 -0.7499 0.1958 1.178 1.494
```

Persamaan 3

```
Call:
loess(formula = y ~ x, data = lokal3, span = 0.56,
             degree = 1)

 Number of Observations:          60
 Equivalent Number of Parameters: 4.4
 Residual Standard Error:         1.22
 Multiple R-squared:              0.06
 Residuals:
    min   1st Q median 3rd Q   max
 -3.433 -0.7064 0.2197 1.183 1.516
```

Lampiran 16. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 1)

i	y1	x1		res1	i	y1	x1		res1
1	23	200	21.517	1.483	31	23	203	21.562	1.438
2	20	210	21.662	-1.662	32	22	250	21.690	0.310
3	21	220	21.730	-0.730	33	21	265	21.709	-0.709
4	22	200	21.517	0.483	34	23	315	21.601	1.399
5	23	195	21.461	1.539	35	21	320	21.583	-0.583
6	20	190	21.426	-1.426	36	22	345	21.519	0.481
7	23	185	21.404	1.596	37	20	365	21.502	-1.502
8	20	190	21.426	-1.426	38	21	480	21.504	-0.504
9	21	165	21.332	-0.332	39	18	465	21.496	-3.496
10	23	160	21.313	1.687	40	23	485	21.506	1.494
11	22	145	21.282	0.718	41	22	470	21.498	0.502
12	21	185	21.404	-0.404	42	22	485	21.506	0.494
13	20	175	21.361	-1.361	43	23	470	21.498	1.502
14	20	170	21.350	-1.350	44	20	490	21.509	-1.509
15	21	165	21.332	-0.332	45	23	520	21.526	1.474
16	18	195	21.461	-3.461	46	22	490	21.509	0.491
17	23	205	21.592	1.408	47	21	420	21.477	-0.477
18	22	185	21.404	0.596	48	19	350	21.516	-2.516
19	22	190	21.426	0.574	49	23	370	21.498	1.502
20	23	200	21.517	1.483	50	20	490	21.509	-1.509
21	20	195	21.461	-1.461	51	21	480	21.504	-0.504
22	23	215	21.723	1.277	52	22	430	21.478	0.522
23	22	250	21.690	0.310	53	23	465	21.496	1.504
24	21	260	21.703	-0.703	54	20	430	21.478	-1.478
25	23	230	21.648	1.352	55	23	425	21.477	1.523
26	20	200	21.517	-1.517	56	22	410	21.479	0.521
27	21	220	21.730	-0.730	57	21	370	21.498	-0.498
28	22	210	21.662	0.338	58	23	360	21.508	1.492
29	23	194	21.451	1.549	59	21	490	21.509	-0.509
30	20	210	21.662	-1.662	60	22	203	21.562	0.438

Lampiran 17. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 2)

i	y2	x2		res2	i	y2	x2		res2
1	23	185	21.548	1.452	31	20	190	21.506	-1.506
2	20	200	21.442	-1.442	32	21	200	21.442	-0.442
3	22	200	21.442	0.558	33	21	235	21.743	-0.743
4	21	200	21.442	-0.442	34	22	260	21.826	0.174
5	23	180	21.579	1.421	35	23	270	21.844	1.156
6	21	185	21.548	-0.548	36	20	285	21.843	-1.843
7	22	170	21.657	0.343	37	23	300	21.811	1.189
8	23	180	21.579	1.421	38	20	335	21.744	-1.744
9	20	155	21.753	-1.753	39	21	465	21.817	-0.817
10	23	150	21.782	1.218	40	22	455	21.805	0.195
11	22	145	21.804	0.196	41	23	465	21.817	1.183
12	21	200	21.442	-0.442	42	20	460	21.811	-1.811
13	23	150	21.782	1.218	43	23	420	21.759	1.241
14	20	155	21.753	-1.753	44	22	415	21.755	0.245
15	21	150	21.782	-0.782	45	21	465	21.817	-0.817
16	22	165	21.693	0.307	46	23	490	21.850	1.150
17	23	185	21.548	1.452	47	21	380	21.732	-0.732
18	20	180	21.579	-1.579	48	22	340	21.741	0.259
19	23	185	21.548	1.452	49	23	295	21.824	1.176
20	22	180	21.579	0.421	50	20	330	21.747	-1.747
21	21	185	21.548	-0.548	51	22	455	21.805	0.195
22	23	190	21.506	1.494	52	21	400	21.739	-0.739
23	21	205	21.424	-0.424	53	23	380	21.732	1.268
24	22	245	21.783	0.217	54	21	430	21.770	-0.770
25	23	225	21.693	1.307	55	22	395	21.736	0.264
26	20	190	21.506	-1.506	56	23	390	21.734	1.266
27	21	192	21.487	-0.487	57	20	360	21.734	-1.734
28	22	190	21.506	0.494	58	23	345	21.739	1.261
29	22	193	21.473	0.527	59	22	415	21.755	0.245
30	21	179	21.588	-0.588	60	21	190	21.506	-0.506

Lampiran 18. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Lokal Linier pada Data3 (Perusahaan 3)

i	Y3	X3		Res3	i	Y3	X3		Res3
1	23	475	21.732	1.268	31	22	940	21.768	0.232
2	20	500	21.792	-1.792	32	23	900	21.648	1.352
3	22	495	21.780	0.220	33	20	870	21.551	-1.551
4	21	475	21.732	-0.732	34	23	860	21.515	1.485
5	23	450	21.684	1.316	35	22	850	21.473	0.527
6	21	435	21.656	-0.656	36	21	900	21.648	-0.648
7	22	505	21.801	0.199	37	23	710	21.665	1.335
8	23	470	21.722	1.278	38	20	760	21.525	-1.525
9	20	385	21.552	-1.552	39	21	750	21.560	-0.560
10	23	360	21.484	1.516	40	22	680	21.795	0.205
11	22	365	21.499	0.501	41	23	960	21.825	1.175
12	21	405	21.596	-0.596	42	20	960	21.825	-1.825
13	23	420	21.627	1.373	43	23	960	21.825	1.175
14	20	395	21.575	-1.575	44	22	890	21.614	0.386
15	21	470	21.722	-0.722	45	21	720	21.634	-0.634
16	22	620	21.816	0.184	46	23	470	21.722	1.278
17	23	570	21.830	1.170	47	21	420	21.627	-0.627
18	20	550	21.833	-1.833	48	22	495	21.780	0.220
19	23	640	21.828	1.172	49	23	425	21.637	1.363
20	22	700	21.701	0.299	50	20	395	21.575	-1.575
21	21	740	21.583	-0.583	51	22	470	21.722	0.278
22	23	870	21.551	1.449	52	21	700	21.701	-0.701
23	21	1000	21.947	-0.947	53	23	690	21.744	1.256
24	22	920	21.713	0.287	54	21	620	21.816	-0.816
25	20	900	21.648	-1.648	55	22	700	21.701	0.299
26	20	7700	20.001	-0.001	56	23	690	21.744	1.256
27	21	740	21.583	-0.583	57	20	700	21.701	-1.701
28	18	840	21.433	-3.433	58	23	680	21.795	1.205
29	23	870	21.551	1.449	59	22	730	21.599	0.401
30	22	820	21.400	0.600	60	21	710	21.665	-0.665

Lampiran 19. Hasil Uji Korelasi Residual antar Persamaan dalam Sistem

H_0 : Tidak terdapat korelasi residual antar persamaan

H_1 : Terdapat korelasi residual antar persamaan

Uji *Breusch Pagan* (*Lagrange Multiplier*)

$$\xi_{LM} = n\sum_{j=2}^{J}\sum_{k=1}^{j-1} r_{jk}^2 \sim \chi^2_{\alpha,(J(J-1)/2)}$$

dengan $r_{jk} = \dfrac{\hat{\sigma}_{jk}}{\hat{\sigma}_j^2 \hat{\sigma}_k^2}$

di mana $\hat{\sigma}_{jk} = \dfrac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ij}\hat{e}_{ik}$

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ij}^2 \text{ dan } \hat{\sigma}_k^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \hat{e}_{ik}^2$$

SP1

$$\begin{aligned}\xi_{LM} &= 72(r_{21}^2 + r_{31}^2 + r_{32}^2)\\ &= 72((6{,}321x10^{-10})^2 + (7{,}834x10^{-11})^2 + (1{,}638x10^{-5})^2)\\ &= 1{,}931x10^{-8}\end{aligned}$$

SP2

$$\begin{aligned}\xi_{LM} &= 108(r_{21}^2 + r_{31}^2 + r_{32}^2)\\ &= 108(0{,}2989^2 + (0{,}1150)^2 + (0{,}0661)^2) = 11{,}5432\end{aligned}$$

SP3

$$\begin{aligned}\xi_{LM} &= 60(r_{21}^2 + r_{31}^2 + r_{32}^2)\\ &= 60(0{,}243^2 + (0{,}188)^2 + (0{,}586)^2) = 26{,}267\end{aligned}$$

Lampiran 20. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1(Perusahaan1)

i	x1	y1	$\tilde{g}_1(x)$	res	i	x1	y1	$\tilde{g}_1(x)$	res
1	500	964200	14157222	-13193022	30	580	1679700	14337937	-12658237
2	445	3917100	11710639	-7793538.6	31	590	11552800	17233911	-5681111.3
3	390	1884100	8932775.2	-7048675.2	32	720	9053700	62024383	-52970683
4	375	6459700	8114807.5	-1655107.5	33	770	2277200	32424178	-30146978
5	525	2587700	14931134	-12343434	34	820	1192300	18476569	-17284269
6	495	2739000	13947920	-11208920	35	870	2867700	12901018	-10033318
7	525	3273200	14931134	-11657934	36	1020	1572100	38051668	-36479568
8	455	4958600	12179472	-7220872.1	37	960	1258200	20566257	-19308057
9	470	5106400	12862476	-7756075.9	38	930	2325000	15540968	-13215968
10	500	5574500	14157222	-8582721.6	39	790	6474500	25860502	-19386002
11	475	1354300	13084810	-11730510	40	1030	2765200	41927387	-39162187
12	500	2103200	14157222	-12054022	41	950	8799700	18615338	-9815638.4
13	525	3823300	14931134	-11107834	42	720	1200600	62024383	-60823783
14	650	1968100	77824666	-75856566	43	760	220400	36240674	-36020274
15	650	1886500	77824666	-75938166	44	820	566800	18476569	-17909769
16	550	2510700	16206824	-13696124	45	750	246400	40380217	-40133817
17	650	2291100	77824666	-75533566	46	840	1869900	15375969	-13506069
18	500	1231900	14157222	-12925322	47	730	830300	53464768	-52634468
19	550	944300	16206824	-15262524	48	740	876400	45908639	-45032239
20	550	734400	16206824	-15472424	49	820	15862900	18476569	-2613669.5
21	525	3330200	14931134	-11600934	50	720	13208100	62024383	-48816283
22	600	1266400	24951901	-23685501	51	700	3947400	78057189	-74109789
23	575	965800	13691468	-12725668	52	680	6091700	85813297	-79721597
24	600	1545000	24951901	-23406901	53	700	7093900	78057189	-70963289
25	590	4692700	17233911	-12541211	54	760	5379800	36240674	-30860874
26	650	2358800	77824666	-75465866	55	810	4301000	20543287	-16242287
27	660	6527100	81623125	-75096025	56	770	2526200	32424178	-29897978
28	660	1800	81623125	-81621325	57	790	2017300	25860502	-23843202
29	590	1815400	17233911	-15418511	58	780	1912100	29011426	-27099326

Lampiran 20 (Lanjutan)

i	x1	y1	$\widetilde{g}_1(x)$	res	i	x1	y1	$\widetilde{g}_1(x)$	res
59	750	929200	40380217	-39451017	66	520	5977600	14721363	-8743763.1
60	650	2656900	77824666	-75167766	67	520	2418400	14721363	-12302963
61	670	2275400	84753587	-82478187	68	560	1706000	16109223	-14403223
62	580	37453500	14337937	23115563	69	560	9068300	16109223	-7040922.9
63	590	4833500	17233911	-12400411	70	560	5208400	16109223	-10900823
64	590	3758800	17233911	-13475111	71	590	3827600	17233911	-13406311
65	570	2904200	14483986	-11579786	72	650	1052500	77824666	-76772166

Lampiran 21. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1(Perusahaan2)

i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res	i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res
1	23900	260	19150.569	-18890.569	30	72700	160	85338.212	-85178.212
2	11000	230	7250.7358	-7020.7358	31	112000	160	119869.57	-119709.57
3	7000	220	4148.0815	-3928.0815	32	298400	160	271543.61	-271383.61
4	8600	210	4145.764	-3935.764	33	43700	135	33633.121	-33498.121
5	21900	225	18902.696	-18677.696	34	6600	145	4145.4406	-4000.4406
6	16500	210	19776.101	-19566.101	35	13300	145	17440.075	-17295.075
7	29100	195	19249.001	-19054.001	36	85600	140	100163.4	-100023.4
8	25000	195	18994.477	-18799.477	37	27600	140	18948.468	-18808.468
9	31400	200	19562.463	-19362.463	38	7300	145	4144.5494	-3999.5494
10	21600	195	18806.202	-18611.202	39	17300	135	20032.014	-19897.014
11	700	175	4817.5277	-4642.5277	40	47000	135	38887.239	-38752.239
12	8400	180	4261.0687	-4081.0687	41	67700	140	77653.167	-77513.167
13	79300	170	93520.604	-93350.604	42	34900	135	20875.529	-20740.529
14	107800	180	116981.48	-116801.48	43	2600	135	3722.3518	-3587.3518
15	73300	185	86095.077	-85910.077	44	36900	135	22761.117	-22626.117
16	33000	205	19943.248	-19738.248	45	125000	140	128811.64	-128671.64
17	9100	180	3852.3752	-3672.3752	46	41000	140	28969.026	-28829.026
18	6000	180	3934.2424	-3754.2424	47	210200	135	194066.18	-193931.18
19	6400	180	4089.4398	-3909.4398	48	106900	165	116357.05	-116192.05
20	6200	175	4007.8376	-3832.8376	49	81200	205	95737.657	-95532.657
21	3600	175	3558.2628	-3383.2628	50	10000	295	4165.1555	-3870.1555
22	7700	170	4279.4463	-4109.4463	51	12100	300	12588.097	-12288.097
23	20200	180	18990.004	-18810.004	52	1300	325	4411.3729	-4086.3729
24	26100	190	18843.632	-18653.632	53	52800	325	48514.677	-48189.677
25	0	190	5298.9148	-5108.9148	54	95700	380	108273.14	-107893.14
26	5300	175	3736.5504	-3561.5504	55	15700	415	19407.445	-18992.445
27	246800	175	225107.71	-224932.71	56	15400	410	19298.636	-18888.636
28	1147000	165	1120906.3	-1120741.3	57	49000	355	41903.161	-41548.161
29	44700	170	35322.567	-35152.567	58	10100	385	4332.937	-3947.937

Lampiran 21 (Lanjutan)

i	Y2	X2	$\tilde{g}_2(x)$	res	i	Y2	X2	$\tilde{g}_2(x)$	res
59	3900	370	3560.9503	-3190.9503	66	76700	290	90328.298	-90038.298
60	1500	365	4280.6675	-3915.6675	67	3100	305	3601.6224	-3296.6224
61	16700	365	19881.592	-19516.592	68	1200	295	4478.6147	-4183.6147
62	2500	340	3757.5662	-3417.5662	69	13700	285	18207.696	-17922.696
63	1500	340	4280.6675	-3940.6675	70	4800	195	3648.5461	-3453.5461
64	6800	335	4157.3537	-3822.3537	71	0	145	5298.9148	-5153.9148
65	200	290	5159.8953	-4869.8953	72	14100	145	18604.899	-18459.899

Lampiran 22. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data1(Perusahaan3)

i	Y3	X3	$\tilde{g}_3(x)$	res	i	Y3	X3	$\tilde{g}_3(x)$	res
1	1719300	1825	338960.39	-337135.39	30	2E+06	1300	411524.24	-410224.24
2	1734800	1750	336927.45	-335177.45	31	2E+06	1350	299891.62	-298541.62
3	783200	1375	361874.74	-360499.74	32	651200	1450	200031.79	-198581.79
4	900600	1200	508195.63	-506995.63	33	1E+06	1575	543815.88	-542240.88
5	2280300	1350	281307.55	-279957.55	34	1E+06	1575	498818.44	-497243.44
6	911800	1450	514713.9	-513263.9	35	306400	1500	126734.63	-125234.63
7	4885500	1725	79543.536	-77818.536	36	388600	1550	130524.77	-128974.77
8	1527000	1675	406451.86	-404776.86	37	1E+06	1575	573124.73	-571549.73
9	887400	1300	499248.69	-497948.69	38	93200	1550	89605.261	-88055.261
10	1039000	1250	571529.05	-570279.05	39	149500	1325	119878.91	-118553.91
11	468700	1250	172288.89	-171038.89	40	480400	1425	181424.98	-179999.98
12	82800	1225	82768.176	-81543.176	41	121200	1275	106037.86	-104762.86
13	1512300	1350	410222.1	-408872.1	42	224400	1225	145407.58	-144182.58
14	2566000	1600	255262.76	-253662.76	43	160600	1250	125717.24	-124467.24
15	495300	1600	192255.28	-190655.28	44	4E+06	1525	130391.84	-128866.84
16	3049000	2125	214184.93	-212059.93	45	2E+06	1600	301688.03	-300088.03
17	666300	2050	208703.79	-206653.79	46	2E+06	1700	312549.29	-310849.29
18	502800	2000	196134.77	-194134.77	47	2E+06	1950	264123.88	-262173.88
19	271100	1650	132901.85	-131251.85	48	886000	1925	498139.18	-496214.18
20	199600	1550	142922.7	-141372.7	49	1E+06	2150	568580.77	-566430.77
21	65100	1350	70041.823	-68691.823	50	900100	2600	507906.64	-505306.64
22	74400	1250	76860.438	-75610.438	51	441800	2650	154218.96	-151568.96
23	71600	1275	74850.545	-73575.545	52	300800	2300	127089.01	-124789.01
24	80800	1400	81387.689	-79987.689	53	325000	2750	124025.75	-121275.75
25	87700	1175	86046.656	-84871.656	54	483200	3100	183726.19	-180626.19
26	64500	1225	69587.999	-68362.999	55	256800	3225	137571.71	-134346.71
27	216000	1250	145633.99	-144383.99	56	263200	3325	135450.49	-132125.49
28	1092500	1500	571388.84	-569888.84	57	135400	3150	112988.45	-109838.45
29	495100	1575	192137.78	-190562.78	58	34700	3225	45714.888	-42489.888

Lampiran 22 (Lanjutan)

i	Y3	X3	$\tilde{g}_3(x)$	res	i	Y3	X3	$\tilde{g}_3(x)$	res
59	57600	2950	64320.838	-61370.838	66	13300	2800	27522.154	-24722.154
60	69300	2800	73177.291	-70377.291	67	19600	2725	32899.517	-30174.517
61	55000	2750	62302.333	-59552.333	68	6400	2575	21539.314	-18964.314
62	57800	2850	64475.143	-61625.143	69	86900	2750	85521.851	-82771.851
63	91800	2900	88707.924	-85807.924	70	13200	2675	27436.266	-24761.266
64	339900	3000	122852.99	-119852.99	71	63500	2600	68829.497	-66229.497
65	60400	2700	66468.649	-63768.649	72	322500	2925	124406.17	-121481.17

Lampiran 23. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2(Perusahaan1)

i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res	i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res
1	20	203000	20.7979	-0.7979	30	22	3020700	21.5313	0.4687
2	20	204500	20.7986	-0.7986	31	22	2819600	21.0940	0.9060
3	21	203000	20.7979	0.2021	32	23	3220400	21.5008	1.4992
4	18	203000	20.7979	-2.7979	33	20	4118800	20.8653	-0.8653
5	23	1077100	20.3482	2.6518	34	23	7140300	22.5369	0.4631
6	22	4765000	21.4764	0.5236	35	22	1329300	19.8486	2.1514
7	22	32862800	24.1449	-2.1449	36	21	3009300	21.5121	-0.5121
8	23	18947000	19.7908	3.2092	37	23	5497000	22.2291	0.7709
9	20	8379400	21.6314	-1.6314	38	20	5150100	21.8687	-1.8687
10	23	14985800	19.0984	3.9016	39	21	1522100	19.3904	1.6096
11	22	5309100	22.0265	-0.0265	40	22	5954100	22.6806	-0.6806
12	21	700100	20.7513	0.2487	41	23	7498800	22.3362	0.6638
13	23	7202500	22.5049	0.4951	42	20	3104100	21.5923	-1.5923
14	20	7319900	22.4415	-2.4415	43	23	2214000	18.9306	4.0694
15	21	4821400	21.5365	-0.5365	44	20	2669000	20.6280	-0.6280
16	22	10222900	20.3197	1.6803	45	21	3096900	21.5935	-0.5935
17	23	5731100	22.4784	0.5216	46	23	2961100	21.4129	1.5871
18	20	6509800	22.8217	-2.8217	47	22	2244900	19.0486	2.9514
19	23	5531400	22.2667	0.7333	48	21	1947800	18.7235	2.2765
20	20	2921100	21.3175	-1.3175	49	20	2114000	18.6976	1.3024
21	21	2780600	21.0127	-0.0127	50	20	3299200	21.4257	-1.4257
22	23	8068600	21.9071	1.0929	51	21	6513600	22.8201	-1.8201
23	22	3665400	20.9453	1.0547	52	18	3348300	21.3841	-3.3841
24	21	3283400	21.4379	-0.4379	53	23	2919700	21.3141	1.6859
25	20	3560600	21.0986	-1.0986	54	22	2430900	19.7424	2.2576
26	20	2817400	21.0903	-1.0903	55	22	1342400	19.8259	2.1741
27	21	3954300	20.7676	0.2324	56	23	1081300	20.3426	2.6574
28	18	8079900	21.8968	-3.8968	57	20	1451500	19.5612	0.4388
29	23	5942600	22.6716	0.3284	58	23	625000	20.7927	2.2073

Lampiran 23 (Lanjutan)

i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res	i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res
59	22	310100	20.8381	1.1619	84	16	1334500	19.8397	-3.8397
60	21	426500	20.8485	0.1515	85	20	2535500	20.0694	-0.0694
61	20	747900	20.7194	-0.7194	86	19	2235000	19.0093	-0.0093
62	20	1172800	20.1836	-0.1836	87	18	4439500	21.1387	-3.1387
63	21	718600	20.7395	0.2605	88	22	3184800	21.5380	0.4620
64	17	1022800	20.4216	-3.4216	89	20	2272400	19.1625	0.8375
65	21	1126900	20.2737	0.7263	90	21	3327400	21.4035	-0.4035
66	22	798100	20.6814	1.3186	91	22	3179300	21.5434	0.4566
67	21	1376600	19.7543	1.2457	92	20	4132800	20.8752	-0.8752
68	20	817300	20.6651	-0.6651	93	21	3710800	20.8866	0.1134
69	21	738000	20.7264	0.2736	94	18	4056800	20.8244	-2.8244
70	17	1053800	20.3796	-3.3796	95	20	2586900	20.2798	-0.2798
71	22	1146300	20.2377	1.7623	96	19	2056600	18.6710	0.3290
72	19	985800	20.4712	-1.4712	97	19	1555700	19.3323	-0.3323
73	22	1660000	19.1247	2.8753	98	20	1460100	19.5385	0.4615
74	20	1497000	19.4456	0.5544	99	20	1841300	18.8020	1.1980
75	21	1590100	19.2756	1.7244	100	20	2128900	18.7139	1.2861
76	20	2195000	18.8660	1.1340	101	20	214600	20.8035	-0.8035
77	21	1289300	19.9253	1.0747	102	22	2035500	18.6730	3.3270
78	20	3208500	21.5135	-1.5135	103	21	2592800	20.3049	0.6951
79	22	2765100	20.9710	1.0290	104	20	2045200	18.6714	1.3286
80	22	17333600	19.3712	2.6288	105	18	1566000	19.3171	-1.3171
81	20	1726100	18.9723	1.0277	106	22	1601900	19.2528	2.7472
82	20	1868900	18.7858	1.2142	107	20	1091000	20.3297	-0.3297
83	22	1764000	18.8960	3.1040	108	19	791600	20.6866	-1.6866

Lampiran 24. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2(Perusahaan2)

i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res	i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res
1	20	11954500	22.153	-2.153	30	22	9695500	21.923	0.0767
2	20	26204600	21.413	-1.413	31	22	9410100	21.785	0.2153
3	21	24987000	20.979	0.0209	32	23	1.1E+07	22.279	0.7215
4	17	17017400	20.03	-3.03	33	20	1.8E+07	19.924	0.076
5	21	35156400	24.948	-3.948	34	23	9582700	21.866	1.1336
6	22	30871600	23.529	-1.529	35	22	7875800	19.946	2.0543
7	21	58791700	22.986	-1.986	36	21	6401800	20.359	0.6409
8	20	23352700	20.524	-0.524	37	20	9498100	21.825	-1.825
9	21	17590800	19.927	1.073	38	20	1.1E+07	22.303	-2.303
10	17	28106500	22.266	-5.266	39	21	8015600	20.127	0.8729
11	22	15681600	20.678	1.3223	40	17	1.2E+07	22.192	-5.192
12	19	7016600	20.063	-1.063	41	21	9989500	22.073	-1.073
13	20	25477200	21.144	-1.144	42	22	6404000	20.359	1.6406
14	20	19692000	19.981	0.0194	43	21	8341800	20.657	0.3429
15	21	16328500	20.31	0.6899	44	20	7458300	19.461	0.5395
16	17	28856500	22.637	-5.637	45	21	9389100	21.775	-0.775
17	21	12405100	22.133	-1.133	46	17	1.2E+07	22.127	-5.127
18	22	9822700	21.989	0.0112	47	22	9365200	21.764	0.2358
19	21	7285300	19.566	1.4336	48	19	5985700	19.952	-0.952
20	20	12516600	22.122	-2.122	49	20	4935600	18.579	1.4213
21	21	11452300	22.219	-1.219	50	20	4740000	18.478	1.5219
22	17	30039100	23.178	-6.178	51	21	5204900	18.751	2.2491
23	22	24295000	20.769	1.2308	52	18	3308000	18.279	-0.279
24	19	8765500	21.423	-2.423	53	23	3223600	18.305	4.6946
25	20	12740000	22.093	-2.093	54	22	3463800	18.24	3.7602
26	20	8294700	20.553	-0.553	55	22	3680700	18.209	3.7911
27	21	10358500	22.234	-1.234	56	23	1.2E+07	22.152	0.8484
28	18	14808600	21.245	-3.245	57	20	1.5E+07	21.392	-1.392
29	23	15809200	20.6	2.4004	58	23	8830000	21.464	1.5361

Lampiran 24 (Lanjutan)

i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res	i	Y2	X2	$\widetilde{g}_2(x)$	res
59	22	6671800	20.35	1.6498	84	16	4809200	18.508	-2.508
60	21	5913200	19.816	1.1845	85	20	8627700	21.26	-1.26
61	20	6553400	20.356	-0.356	86	19	5278100	18.815	0.185
62	20	8755500	21.416	-1.416	87	18	7071400	19.956	-1.956
63	21	8739200	21.403	-0.403	88	22	1.5E+07	21.44	0.5602
64	17	8060500	20.172	-3.172	89	20	7142700	19.813	0.1868
65	21	8981500	21.557	-0.557	90	21	5090100	18.677	2.3231
66	22	9385700	21.774	0.2263	91	22	4534800	18.391	3.609
67	21	8285800	20.534	0.4656	92	20	1397100	19.844	0.1557
68	20	10683800	22.31	-2.31	93	21	5353000	18.877	2.123
69	21	5429000	18.946	2.054	94	18	7870600	19.938	-1.938
70	17	6534400	20.358	-3.358	95	20	7784400	19.81	0.1896
71	22	4808500	18.508	3.492	96	19	7.9E+07	12.492	6.5085
72	19	4151400	18.25	0.7495	97	19	5163600	18.722	0.278
73	22	5309400	18.843	3.1572	98	20	4302000	18.299	1.7014
74	20	7614500	19.58	0.4197	99	20	5222500	18.765	1.2346
75	21	9192100	21.677	-0.677	100	20	6958100	20.168	-0.168
76	20	11391400	22.231	-2.231	101	20	6767700	20.358	-0.358
77	21	6743100	20.357	0.6429	102	22	5171700	18.727	3.273
78	20	4833600	18.521	1.4795	103	21	5856600	19.703	1.2971
79	22	6241300	20.297	1.7035	104	20	4897400	18.556	1.4442
80	22	6319100	20.339	1.6606	105	18	3855600	18.204	-0.204
81	20	4518000	18.384	1.6161	106	22	4507200	18.379	3.6206
82	20	5713600	19.413	0.587	107	20	4762900	18.488	1.5125
83	22	5624000	19.241	2.7589	108	19	2781100	18.511	0.4889

Lampiran 25. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data2(Perusahaan3)

i	Y3	X3	$\widetilde{g}_3(x)$	res	i	Y3	X3	$\widetilde{g}_3(x)$	res
1	23	2800	21.095	1.9054	30	21	1600	23.598	-2.598
2	20	3200	21.739	-1.739	31	20	1100	20.819	-0.819
3	22	2200	18.912	3.0878	32	21	3200	21.739	-0.739
4	21	1300	22.368	-1.368	33	21	2700	20.511	0.4886
5	23	1700	22.435	0.5647	34	22	1500	23.605	-1.605
6	21	1800	21.141	-0.141	35	23	1000	20.386	2.6136
7	22	1100	20.819	1.1813	36	20	1500	23.605	-3.605
8	23	1400	23.157	-0.157	37	23	2800	21.095	1.9054
9	20	1100	20.819	-0.819	38	20	3200	21.739	-1.739
10	23	200	19.553	3.4471	39	21	2200	18.912	2.0878
11	22	1800	21.141	0.8585	40	22	1300	22.368	-0.368
12	21	2600	20.031	0.9693	41	23	1700	22.435	0.5647
13	23	1300	22.368	0.6325	42	20	1800	21.141	-1.141
14	20	5200	23.297	-3.297	43	23	1100	20.819	2.1813
15	21	1800	21.141	-0.141	44	22	1400	23.157	-1.157
16	22	1800	21.141	0.8585	45	21	1100	20.819	0.1813
17	23	4000	21.406	1.594	46	23	200	19.553	3.4471
18	20	1700	22.435	-2.435	47	21	1800	21.141	-0.141
19	23	1400	23.157	-0.157	48	22	2600	20.031	1.9693
20	22	2600	20.031	1.9693	49	23	2000	19.526	3.4741
21	21	700	19.543	1.457	50	20	2400	19.007	0.9926
22	23	1600	23.598	-0.598	51	22	2400	19.007	2.9926
23	21	3200	21.739	-0.739	52	21	1500	23.605	-2.605
24	22	3500	21.536	0.4642	53	23	1800	21.141	1.8585
25	23	1900	20.281	2.7187	54	21	1200	21.51	-0.51
26	20	3700	21.356	-1.356	55	22	1600	23.598	-1.598
27	21	1200	21.51	-0.51	56	23	1400	23.157	-0.157
28	22	1100	20.819	1.1813	57	20	2900	21.612	-1.612
29	22	5800	23.899	-1.899	58	23	1400	23.157	-0.157

Lampiran 25 (Lanjutan)

i	Y3	X3	$\widetilde{g}_3(x)$	res	i	Y3	X3	$\widetilde{g}_3(x)$	res
59	22	1900	20.281	1.7187	84	16	9600	20.383	-4.383
60	21	3300	21.697	-0.697	85	20	2900	21.612	-1.612
61	23	1400	23.157	-0.157	86	19	2400	19.007	-0.007
62	20	1800	21.141	-1.141	87	18	2000	19.526	-1.526
63	21	2200	18.912	2.0878	88	22	3400	21.63	0.3704
64	22	1600	23.598	-1.598	89	20	1800	21.141	-1.141
65	23	1200	21.51	1.4903	90	21	1000	20.386	0.6136
66	20	5100	23.152	-3.152	91	22	5100	23.152	-1.152
67	23	1500	23.605	-0.605	92	20	2100	19.111	0.8885
68	22	2700	20.511	1.4886	93	21	10400	18.86	2.1403
69	21	3300	21.697	-0.697	94	18	2100	19.111	-1.111
70	23	1100	20.819	2.1813	95	20	3600	21.437	-1.437
71	21	1500	23.605	-2.605	96	18	4000	21.406	-3.406
72	22	13600	14.38	7.62	97	19	1200	21.51	-2.51
73	22	4300	21.773	0.2275	98	20	3700	21.356	-1.356
74	20	7400	23.626	-3.626	99	20	1800	21.141	-1.141
75	21	3000	21.723	-0.723	100	20	1600	23.598	-3.598
76	20	4400	21.931	-1.931	101	20	3900	21.334	-1.334
77	21	3800	21.314	-0.314	102	22	1500	23.605	-1.605
78	20	1700	22.435	-2.435	103	20	500	19.343	0.6573
79	22	8900	21.633	0.3666	104	2	1800	21.141	-19.14
80	22	2700	20.511	1.4886	105	18	1000	20.386	-2.386
81	20	2500	19.41	0.59	106	22	1500	23.605	-1.605
82	20	2000	19.526	0.4741	107	20	1300	22.368	-2.368
83	22	2800	21.095	0.9054	108	19	4000	21.406	-2.406

Lampiran 26. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3(Perusahaan1)

i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res1	i	y1	x1	$\tilde{g}_1(x)$	res1
1	23	21.521	1.479	1.268	31	22	940	21.585	1.415
2	20	21.638	-1.638	-1.792	32	23	900	21.404	0.596
3	22	21.467	-0.467	0.220	33	20	870	21.812	-0.812
4	21	21.521	0.479	-0.732	34	23	860	22.161	0.839
5	23	21.400	1.600	1.316	35	22	850	22.176	-1.176
6	21	21.328	-1.328	-0.656	36	21	900	22.200	-0.200
7	22	21.287	1.713	0.199	37	23	710	22.209	-2.209
8	23	21.328	-1.328	1.278	38	20	760	21.066	-0.066
9	20	21.129	-0.129	-1.552	39	21	750	21.243	-3.243
10	23	21.069	1.931	1.516	40	22	680	21.006	1.994
11	22	20.882	1.118	0.501	41	23	960	21.184	0.816
12	21	21.287	-0.287	-0.596	42	20	960	21.006	0.994
13	23	21.197	-1.197	1.373	43	23	960	21.184	1.816
14	20	21.171	-1.171	-1.575	44	22	890	20.946	-0.946
15	21	21.129	-0.129	-0.722	45	21	720	20.578	2.422
16	22	21.400	-3.400	0.184	46	23	470	20.946	1.054
17	23	21.621	1.379	1.170	47	21	420	21.753	-0.753
18	20	21.287	0.713	-1.833	48	22	495	22.196	-3.196
19	23	21.328	0.672	1.172	49	23	425	22.192	0.808
20	22	21.521	1.479	0.299	50	20	395	20.946	-0.946
21	21	21.400	-1.400	-0.583	51	22	470	21.066	-0.066
22	23	21.586	1.414	1.449	52	21	700	21.646	0.354
23	21	21.404	0.596	-0.947	53	23	690	21.243	1.757
24	22	21.720	-0.720	0.287	54	21	620	21.646	-1.646
25	20	21.115	1.885	-1.648	55	22	700	21.700	1.300
26	20	21.521	-1.521	-0.001	56	23	690	21.855	0.145
27	21	21.467	-0.467	-0.583	57	20	700	22.192	-1.192
28	18	21.638	0.362	-3.433	58	23	680	22.207	0.793
29	23	21.381	1.619	1.449	59	22	730	20.946	0.054
30	22	21.638	-1.638	0.600	60	21	710	21.585	0.415

Lampiran 27. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3(Perusahaan2)

i	y2	x2	$\tilde{g}_2(x)$	res2	i	y2	x2	$\tilde{g}_2(x)$	res2
1	23	21.521	21.548	1.452	31	22	940	21.564	-1.564
2	20	21.638	21.213	-1.213	32	23	900	21.213	-0.213
3	22	21.467	21.213	0.787	33	20	870	21.608	-0.608
4	21	21.521	21.213	-0.213	34	23	860	21.846	0.154
5	23	21.400	21.538	1.462	35	22	850	21.911	1.089
6	21	21.328	21.548	-0.548	36	21	900	21.914	-1.914
7	22	21.287	21.581	0.419	37	23	710	21.847	1.153
8	23	21.328	21.538	1.462	38	20	760	21.738	-1.738
9	20	21.129	21.580	-1.580	39	21	750	21.993	-0.993
10	23	21.069	21.569	1.431	40	22	680	21.956	0.044
11	22	20.882	21.539	0.461	41	23	960	21.993	1.007
12	21	21.287	21.213	-0.213	42	20	960	21.975	-1.975
13	23	21.197	21.569	1.431	43	23	960	21.813	1.187
14	20	21.171	21.580	-1.580	44	22	890	21.797	0.203
15	21	21.129	21.569	-0.569	45	21	720	21.993	-0.993
16	22	21.400	21.599	0.401	46	23	470	22.092	0.908
17	23	21.621	21.548	1.452	47	21	420	21.717	-0.717
18	20	21.287	21.538	-1.538	48	22	495	21.734	0.266
19	23	21.328	21.548	1.452	49	23	425	21.874	1.126
20	22	21.521	21.538	0.462	50	20	395	21.738	-1.738
21	21	21.400	21.548	-0.548	51	22	470	21.956	0.044
22	23	21.586	21.564	1.436	52	21	700	21.744	-0.744
23	21	21.404	21.102	-0.102	53	23	690	21.717	1.283
24	22	21.720	21.697	0.303	54	21	620	21.848	-0.848
25	20	21.115	21.564	1.436	55	22	700	21.731	0.269
26	20	21.521	21.564	-1.564	56	23	690	21.723	1.277
27	21	21.467	21.523	-0.523	57	20	700	21.715	-1.715
28	18	21.638	21.564	0.436	58	23	680	21.727	1.273
29	23	21.381	21.493	0.507	59	22	730	21.797	0.203
30	22	21.638	21.538	-0.538	60	21	710	21.564	-0.564

Lampiran 28. Tabel Pendugaan Fungsi menggunakan Metode Pendugaan Dua Tahap pada Data3(Perusahaan3)

i	y3	x3	$\widetilde{g}_3(x)$	res3	i	y3	x3	$\widetilde{g}_3(x)$	res3
1	23	21.521	21.421	1.579	31	22	940	22.790	-0.790
2	20	21.638	21.510	-1.510	32	23	900	22.208	0.792
3	22	21.467	21.493	0.507	33	20	870	21.707	-1.707
4	21	21.521	21.421	-0.421	34	23	860	21.524	1.476
5	23	21.400	21.364	1.636	35	22	850	21.315	0.685
6	21	21.328	21.341	-0.341	36	21	900	22.208	-1.208
7	22	21.287	21.525	0.475	37	23	710	21.583	1.417
8	23	21.328	21.408	1.592	38	20	760	21.417	-1.417
9	20	21.129	21.211	-1.211	39	21	750	21.505	-0.505
10	23	21.069	21.108	1.892	40	22	680	21.932	0.068
11	22	20.882	21.130	0.870	41	23	960	23.063	-0.063
12	21	21.287	21.270	-0.270	42	20	960	23.063	-3.063
13	23	21.197	21.310	1.690	43	23	960	23.063	-0.063
14	20	21.171	21.243	-1.243	44	22	890	22.038	-0.038
15	21	21.129	21.408	-0.408	45	21	720	21.539	-0.539
16	22	21.400	22.040	-0.040	46	23	470	21.408	1.592
17	23	21.621	21.819	1.181	47	21	420	21.310	-0.310
18	20	21.287	21.714	-1.714	48	22	495	21.493	0.507
19	23	21.328	22.094	0.906	49	23	425	21.322	1.678
20	22	21.521	21.653	0.347	50	20	395	21.243	-1.243
21	21	21.400	21.520	-0.520	51	22	470	21.408	0.592
22	23	21.586	21.707	1.293	52	21	700	21.653	-0.653
23	21	21.404	23.640	-2.640	53	23	690	21.774	1.226
24	22	21.720	22.522	-0.522	54	21	620	22.040	-1.040
25	20	21.115	22.208	-2.208	55	22	700	21.653	0.347
26	20	21.521	15.525	4.475	56	23	690	21.774	1.226
27	21	21.467	21.520	-0.520	57	20	700	21.653	-1.653
28	18	21.638	21.129	-3.129	58	23	680	21.932	1.068
29	23	21.381	21.707	1.293	59	22	730	21.492	0.508
30	22	21.638	20.974	1.026	60	21	710	21.583	-0.583

Lampiran 29. Tabel Efisiensi Penduga pada Data1 (Perusahaan1)

i	$\text{var}(\hat{g}_j(x))$	$\text{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\text{var}(\hat{g}_j(x))}{\text{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\text{var}(\hat{g}_j(x))$	$\text{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\text{var}(\hat{g}_j(x))}{\text{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	5.65E+18	2521236.2	2.241E+14	30	2.91E+18	2489458.5	1.169E+14
2	5.49E+18	3047972.2	1.801E+14	31	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14
3	3.71E+18	3995813.1	9.296E+13	32	4.56E+18	575478.52	7.919E+14
4	3.25E+18	4398588.7	7.386E+13	33	4.48E+18	1100835.9	4.068E+14
5	5.07E+18	2390555.2	2.119E+14	34	4.52E+18	1931835.9	2.341E+14
6	5.74E+18	2559069.9	2.243E+14	35	4.50E+18	2766735.3	1.627E+14
7	5.07E+18	2390555.2	2.119E+14	36	6.06E+18	938032.48	6.463E+14
8	5.70E+18	2930644.3	1.947E+14	37	5.01E+18	1735546.7	2.889E+14
9	5.88E+18	2775025.6	2.12E+14	38	4.74E+18	2296748.8	2.063E+14
10	5.65E+18	2521236.2	2.241E+14	39	4.50E+18	1380240.1	3.258E+14
11	5.90E+18	2727872.9	2.163E+14	40	6.34E+18	851321.85	7.449E+14
12	5.65E+18	2521236.2	2.241E+14	41	4.91E+18	1917434.9	2.56E+14
13	5.07E+18	2390555.2	2.119E+14	42	4.56E+18	575478.52	7.919E+14
14	5.48E+18	458642.51	1.194E+15	43	4.48E+18	984907.18	4.553E+14
15	5.48E+18	458642.51	1.194E+15	44	4.52E+18	1931835.9	2.341E+14
16	3.60E+18	2202387.1	1.633E+14	45	4.50E+18	883940.29	5.089E+14
17	5.48E+18	458642.51	1.194E+15	46	4.50E+18	2321395.2	1.936E+14
18	5.65E+18	2521236.2	2.241E+14	47	4.54E+18	667611.62	6.798E+14
19	3.60E+18	2202387.1	1.633E+14	48	4.52E+18	777494.19	5.812E+14
20	3.60E+18	2202387.1	1.633E+14	49	4.52E+18	1931835.9	2.341E+14
21	5.07E+18	2390555.2	2.119E+14	50	4.56E+18	575478.52	7.919E+14
22	3.05E+18	1430500.2	2.131E+14	51	4.59E+18	457276.27	1.004E+15
23	2.94E+18	2607003.2	1.127E+14	52	4.61E+18	415946.03	1.109E+15
24	3.05E+18	1430500.2	2.131E+14	53	4.59E+18	457276.27	1.004E+15
25	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14	54	4.48E+18	984907.18	4.553E+14
26	5.48E+18	458642.51	1.194E+15	55	4.53E+18	1737487.3	2.606E+14
27	5.27E+18	437298.87	1.205E+15	56	4.48E+18	1100835.9	4.068E+14
28	5.27E+18	437298.87	1.205E+15	57	4.50E+18	1380240.1	3.258E+14
29	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14	58	4.48E+18	1230332.5	3.642E+14

Lampiran 29 (Lanjutan)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	4.50E+18	883940.29	5.089E+14	66	5.31E+18	2424619.3	2.19E+14
60	5.48E+18	458642.51	1.194E+15	67	5.31E+18	2424619.3	2.19E+14
61	4.83E+18	421146.78	1.147E+15	68	3.16E+18	2215730.7	1.425E+14
62	2.91E+18	2489458.5	1.169E+14	69	3.16E+18	2215730.7	1.425E+14
63	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14	70	3.16E+18	2215730.7	1.425E+14
64	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14	71	2.92E+18	2071131.7	1.41E+14
65	3.00E+18	2464356.1	1.216E+14	72	5.48E+18	458642.51	1.194E+15

Lampiran 30. Tabel Efisiensi Penduga pada Data1(Perusahaan2)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	3618.588	28076.939	12.888	30	3816.018	6300.687	60.565
2	3427.635	74156.524	4.622	31	4157.592	4485.6202	92.687
3	3620.187	129623.63	2.793	32	7836.612	1980.1216	395.764
4	3631.429	129696.09	2.800	33	4357.523	15986.901	27.257
5	3409.172	28445.116	11.985	34	3607.019	129706.2	2.781
6	3016.264	27188.845	11.094	35	3003.891	30830.679	9.743
7	4325.070	27933.365	15.484	36	3817.561	5368.1223	71.115
8	3782.655	28307.669	13.363	37	4157.638	28376.403	14.652
9	4614.274	27485.77	16.788	38	3627.986	129734.09	2.796
10	3388.421	28591.066	11.851	39	3044.693	26841.502	11.343
11	3082.459	111611.06	2.762	40	4228.577	13826.884	30.582
12	3631.292	126186.5	2.878	41	3863.480	6924.2425	55.796
13	3798.021	5749.4213	66.059	42	4943.759	25756.921	19.194
14	4093.976	4596.363	89.070	43	3322.386	144448.83	2.300
15	3814.080	6245.2974	61.071	44	4930.044	23623.153	20.870
16	4800.121	26960.973	17.804	45	4359.857	4174.2295	104.447
17	3627.537	139573.47	2.599	46	4580.418	18560.837	24.678
18	3586.939	136669.1	2.625	47	5871.302	2770.6495	211.911
19	3600.764	131482.4	2.739	48	4080.645	4621.0294	88.306
20	3594.396	134159.47	2.679	49	3797.266	5616.2786	67.612
21	3424.840	151110.08	2.266	50	3587.422	129092.26	2.779
22	3631.228	125644.61	2.890	51	3184.723	42714.112	7.456
23	3269.279	28314.336	11.546	52	3162.377	121887.08	2.595
24	3957.023	28534.274	13.868	53	4159.799	11083.025	37.533
25	2987.138	101471.6	2.944	54	3927.673	4966.0456	79.091
26	3552.705	143899.94	2.469	55	2998.030	27705.314	10.821
27	6646.553	2388.5871	278.263	56	2991.689	27861.521	10.738
28	4833.360	479.69164	1007.597	57	4213.858	12831.714	32.839
29	4297.213	15222.262	28.230	58	3578.496	124093.51	2.884

Lampiran 30 (Lanjutan)

i	$\text{var}(\hat{g}_j(x))$	$\text{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\text{var}(\hat{g}_j(x))}{\text{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\text{var}(\hat{g}_j(x))$	$\text{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\text{var}(\hat{g}_j(x))}{\text{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	3451.561	150996.03	2.286	66	3804.054	5952.6125	63.906
60	3188.420	125608.77	2.538	67	3376.206	149290.87	2.261
61	3021.351	27044.582	11.172	68	3149.206	120057.07	2.623
62	3311.000	143095.11	2.314	69	2983.890	29530.884	10.104
63	3188.420	125608.77	2.538	70	3521.091	147370.86	2.389
64	3613.716	129334.52	2.794	71	2987.138	101471.6	2.944
65	3014.564	104205.48	2.893	72	2979.419	28900.418	10.309

Lampiran 31. Tabel Efisiensi Penduga pada Data1(Perusahaan 3)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	1654643.8	5263.037	31438.954	30	1645302	4335.008	37953.836
2	1654468.9	5294.793	31247.093	31	1606415	5948.686	27004.537
3	1539140.1	4929.775	31221.306	32	1461298.9	8918.388	16385.236
4	1587899.3	3510.383	45234.368	33	1659374.9	3280.450	50583.751
5	1569609.5	6341.675	24750.71	34	1655286.3	3576.374	46283.932
6	1592569.8	3465.927	45949.31	35	1125737.8	14076.350	7997.3702
7	1541838.3	22427.480	6874.7728	36	1141509.8	13667.605	8351.9372
8	1646686.1	4389.108	37517.558	37	1638023.7	3112.692	52624.013
9	1582270.4	3573.291	44280.475	38	1324867.3	19909.111	6654.5781
10	1632469.9	3121.383	52299.569	39	1496001.7	14881.359	10052.857
11	1236349.8	10354.475	11940.245	40	1249403.8	9833.051	12706.166
12	1276835.4	21553.708	5923.9713	41	1430161.4	16823.812	8500.8171
13	1645703.1	4348.769	37842.967	42	1382928.2	12268.693	11272.009
14	1524184.1	6988.724	21809.189	43	1498694.7	14190.266	10561.428
15	1265257.3	9279.127	13635.521	44	1489005.7	13681.539	10883.32
16	1483558.9	8329.069	17811.821	45	1609830.2	5913.264	27224.052
17	1472610.3	8547.813	17227.918	46	1629083.9	5707.775	28541.486
18	1273861.2	9095.588	14005.265	47	1537753	6754.259	22767.161
19	1192247.3	13423.147	8882.0257	48	1581683.8	3581.250	44165.688
20	1438169.6	12482.000	11521.948	49	1651658.3	3137.568	52641.348
21	1190821.8	25469.940	4675.4009	50	1587683	3512.380	45202.486
22	1236825.6	23210.394	5328.7576	51	1203028.6	11567.715	10399.88
23	1223068.3	23833.642	5131.6888	52	1128674.7	14037.099	8040.6548
24	1267419.5	21919.299	5782.2083	53	1115485.7	14383.796	7755.1554
25	1299864.9	20732.486	6269.7014	54	1252307.5	9709.890	12897.237
26	1187835.2	25636.045	4633.4574	55	1248671.9	12967.499	9629.2419
27	1404360.2	12249.620	11464.52	56	1222047.9	13170.577	9278.6211
28	1647776.7	3122.149	52777.007	57	1471329.9	15788.880	9318.7732
29	1265033.6	9284.801	13624.779	58	1037563	39023.634	2658.8068

Lampiran 31 (Lanjutan)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	1153139.4	27735.351	4157.6522	66	932533.49	64819.093	1438.671
60	1211660.9	24378.616	4970.1792	67	963041.17	54224.536	1776.0247
61	1139947	28633.937	3981.1048	68	899861.41	82823.487	1086.481
62	1154152.7	27668.974	4171.2884	69	1296109.6	20859.711	6213.4591
63	1318639.2	20110.504	6556.9674	70	932053.97	65022.007	1433.4439
64	1112992.2	14521.104	7664.6526	71	1182848.5	25918.554	4563.7134
65	1167296.8	26839.135	4349.2339	72	1116624.1	14339.811	7786.8812

Lampiran 32. Tabel Efisiensi Penduga pada Data2(Perusahaan 1)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0034	0.0024	144.1843	30	0.0033	0.0023	144.1289
2	0.0034	0.0024	144.1894	31	0.0033	0.0023	141.3817
3	0.0034	0.0024	144.1843	32	0.0033	0.0023	144.5934
4	0.0034	0.0024	144.1412	33	0.0034	0.0024	143.2348
5	0.0034	0.0024	140.7543	34	0.0032	0.0022	147.0472
6	0.0033	0.0023	144.8469	35	0.0034	0.0025	137.8073
7	0.0032	0.0020	154.9718	36	0.0033	0.0023	143.9986
8	0.0032	0.0025	129.7451	37	0.0033	0.0022	147.1596
9	0.0032	0.0023	142.0000	38	0.0033	0.0022	145.9530
10	0.0033	0.0026	126.8812	39	0.0034	0.0025	134.5579
11	0.0033	0.0022	146.4885	40	0.0032	0.0022	148.5527
12	0.0034	0.0024	143.5162	41	0.0032	0.0022	145.8880
13	0.0032	0.0022	146.8613	42	0.0033	0.0023	144.6739
14	0.0032	0.0022	146.4939	43	0.0034	0.0026	129.6708
15	0.0033	0.0023	144.9969	44	0.0033	0.0024	138.6830
16	0.0033	0.0024	134.6582	45	0.0033	0.0023	144.6601
17	0.0032	0.0022	147.9530	46	0.0033	0.0023	143.3565
18	0.0032	0.0022	148.6664	47	0.0034	0.0026	130.2642
19	0.0033	0.0022	147.2818	48	0.0034	0.0026	128.9224
20	0.0033	0.0023	142.7610	49	0.0034	0.0026	128.5558
21	0.0033	0.0023	140.8884	50	0.0033	0.0023	144.4655
22	0.0032	0.0022	143.4996	51	0.0032	0.0022	148.6577
23	0.0034	0.0023	143.2128	52	0.0033	0.0023	144.3994
24	0.0033	0.0023	144.4814	53	0.0033	0.0023	142.7399
25	0.0033	0.0023	143.6598	54	0.0033	0.0025	133.8043
26	0.0033	0.0023	141.3585	55	0.0034	0.0025	137.6557
27	0.0034	0.0024	142.8147	56	0.0034	0.0024	140.7160
28	0.0032	0.0022	143.4439	57	0.0034	0.0025	135.7977
29	0.0032	0.0022	148.5273	58	0.0034	0.0024	143.8216

Lampiran 32 (Lanjutan)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	0.0034	0.0024	144.3054	84	0.0034	0.0025	137.7486
60	0.0034	0.0024	144.2900	85	0.0033	0.0025	135.5716
61	0.0034	0.0024	143.2852	86	0.0034	0.0026	130.0663
62	0.0034	0.0024	139.7494	87	0.0034	0.0023	144.0250
63	0.0034	0.0024	143.4301	88	0.0033	0.0023	144.6585
64	0.0034	0.0024	141.2496	89	0.0034	0.0026	130.8411
65	0.0034	0.0024	140.2727	90	0.0033	0.0023	144.4344
66	0.0034	0.0024	143.0118	91	0.0033	0.0023	144.6667
67	0.0034	0.0025	137.1646	92	0.0034	0.0024	143.2698
68	0.0034	0.0024	142.8966	93	0.0034	0.0024	143.0419
69	0.0034	0.0024	143.3354	94	0.0034	0.0024	143.0784
70	0.0034	0.0024	140.9669	95	0.0033	0.0024	136.7349
71	0.0034	0.0024	140.0594	96	0.0034	0.0026	128.4870
72	0.0034	0.0024	141.5822	97	0.0034	0.0025	134.1250
73	0.0034	0.0026	132.4277	98	0.0034	0.0025	135.6342
74	0.0034	0.0025	134.9624	99	0.0034	0.0026	129.5728
75	0.0034	0.0026	133.6797	100	0.0034	0.0026	128.6227
76	0.0034	0.0026	129.3495	101	0.0034	0.0024	144.1661
77	0.0034	0.0025	138.2834	102	0.0034	0.0026	128.5249
78	0.0033	0.0023	144.6167	103	0.0033	0.0024	136.8742
79	0.0033	0.0023	140.6432	104	0.0034	0.0026	128.5038
80	0.0032	0.0025	127.8128	105	0.0034	0.0025	134.0081
81	0.0034	0.0026	131.1190	106	0.0034	0.0026	133.4947
82	0.0034	0.0026	129.4152	107	0.0034	0.0024	140.6279
83	0.0034	0.0026	130.4483	108	0.0034	0.0024	143.0490

Lampiran 33. Tabel Efisiensi Penduga pada Data2 (Perusahaan 2)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0041	0.0018	225.9701	30	0.0040	0.0018	225.9700
2	0.0043	0.0019	225.9701	31	0.0040	0.0018	225.9700
3	0.0043	0.0019	225.9701	32	0.0040	0.0018	225.9699
4	0.0042	0.0019	225.9699	33	0.0042	0.0019	225.9700
5	0.0043	0.0019	225.9700	34	0.0040	0.0018	225.9699
6	0.0043	0.0019	225.9700	35	0.0042	0.0019	225.9700
7	0.0043	0.0019	225.9700	36	0.0041	0.0018	225.9700
8	0.0042	0.0019	225.9700	37	0.0040	0.0018	225.9701
9	0.0042	0.0019	225.9700	38	0.0040	0.0018	225.9700
10	0.0043	0.0019	225.9700	39	0.0042	0.0019	225.9700
11	0.0042	0.0018	225.9700	40	0.0041	0.0018	225.9700
12	0.0042	0.0019	225.9700	41	0.0040	0.0018	225.9699
13	0.0043	0.0019	225.9700	42	0.0041	0.0018	225.9700
14	0.0042	0.0019	225.9700	43	0.0041	0.0018	225.9700
15	0.0042	0.0018	225.9700	44	0.0042	0.0019	225.9701
16	0.0043	0.0019	225.9700	45	0.0040	0.0018	225.9700
17	0.0041	0.0018	225.9700	46	0.0041	0.0018	225.9700
18	0.0040	0.0018	225.9701	47	0.0040	0.0018	225.9700
19	0.0042	0.0019	225.9701	48	0.0041	0.0018	225.9700
20	0.0041	0.0018	225.9700	49	0.0041	0.0018	225.9700
21	0.0041	0.0018	225.9700	50	0.0041	0.0018	225.9701
22	0.0043	0.0019	225.9700	51	0.0041	0.0018	225.9700
23	0.0043	0.0019	225.9700	52	0.0042	0.0018	225.9700
24	0.0041	0.0018	225.9700	53	0.0042	0.0018	225.9700
25	0.0041	0.0018	225.9700	54	0.0042	0.0018	225.9700
26	0.0042	0.0018	225.9700	55	0.0042	0.0018	225.9700
27	0.0040	0.0018	225.9699	56	0.0041	0.0018	225.9700
28	0.0042	0.0018	225.9700	57	0.0042	0.0018	225.9700
29	0.0042	0.0018	225.9700	58	0.0041	0.0018	225.9700

Lampiran 33 (Lanjutan)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	0.0042	0.0018	225.9700	84	0.0041	0.0018	225.9701
60	0.0041	0.0018	225.9700	85	0.0041	0.0018	225.9700
61	0.0041	0.0018	225.9700	86	0.0041	0.0018	225.9701
62	0.0041	0.0018	225.9699	87	0.0042	0.0019	225.9700
63	0.0041	0.0018	225.9700	88	0.0042	0.0018	225.9700
64	0.0042	0.0019	225.9700	89	0.0042	0.0019	225.9700
65	0.0040	0.0018	225.9700	90	0.0041	0.0018	225.9700
66	0.0040	0.0018	225.9701	91	0.0041	0.0018	225.9700
67	0.0042	0.0018	225.9700	92	0.0042	0.0019	225.9700
68	0.0040	0.0018	225.9700	93	0.0041	0.0018	225.9700
69	0.0041	0.0018	225.9700	94	0.0042	0.0019	225.9700
70	0.0041	0.0018	225.9699	95	0.0042	0.0019	225.9700
71	0.0041	0.0018	225.9700	96	0.0044	0.0019	225.9700
72	0.0041	0.0018	225.9700	97	0.0041	0.0018	225.9700
73	0.0041	0.0018	225.9700	98	0.0041	0.0018	225.9699
74	0.0042	0.0019	225.9700	99	0.0041	0.0018	225.9700
75	0.0040	0.0018	225.9700	100	0.0042	0.0018	225.9699
76	0.0041	0.0018	225.9700	101	0.0042	0.0018	225.9700
77	0.0042	0.0018	225.9700	102	0.0041	0.0018	225.9700
78	0.0041	0.0018	225.9700	103	0.0041	0.0018	225.9701
79	0.0041	0.0018	225.9700	104	0.0041	0.0018	225.9700
80	0.0041	0.0018	225.9700	105	0.0041	0.0018	225.9701
81	0.0041	0.0018	225.9699	106	0.0041	0.0018	225.9700
82	0.0041	0.0018	225.9700	107	0.0041	0.0018	225.9699
83	0.0041	0.0018	225.9700	108	0.0042	0.0019	225.9699

Lampiran 34. Tabel Efisiensi Penduga pada Data2(Perusahaan3)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0184	0.0055	332.6239	30	0.0184	0.0050	371.5819
2	0.0186	0.0054	345.7037	31	0.0182	0.0056	324.1447
3	0.0193	0.0062	312.0852	32	0.0186	0.0054	345.7037
4	0.0179	0.0052	343.3229	33	0.0185	0.0057	323.9004
5	0.0189	0.0052	362.6226	34	0.0181	0.0050	365.5716
6	0.0193	0.0055	349.6865	35	0.0183	0.0057	319.6974
7	0.0182	0.0056	324.1447	36	0.0181	0.0050	365.5716
8	0.0179	0.0050	355.3238	37	0.0184	0.0055	332.6239
9	0.0182	0.0056	324.1447	38	0.0186	0.0054	345.7037
10	0.0175	0.0060	293.3227	39	0.0193	0.0062	312.0852
11	0.0193	0.0055	349.6865	40	0.0179	0.0052	343.3229
12	0.0185	0.0058	317.5663	41	0.0189	0.0052	362.6226
13	0.0179	0.0052	343.3229	42	0.0193	0.0055	349.6865
14	0.0190	0.0050	379.3797	43	0.0182	0.0056	324.1447
15	0.0193	0.0055	349.6865	44	0.0179	0.0050	355.3238
16	0.0193	0.0055	349.6865	45	0.0182	0.0056	324.1447
17	0.0191	0.0055	349.1611	46	0.0175	0.0060	293.3227
18	0.0189	0.0052	362.6226	47	0.0193	0.0055	349.6865
19	0.0179	0.0050	355.3238	48	0.0185	0.0058	317.5663
20	0.0185	0.0058	317.5663	49	0.0197	0.0060	328.3184
21	0.0184	0.0060	307.0128	50	0.0188	0.0062	305.4284
22	0.0184	0.0050	371.5819	51	0.0188	0.0062	305.4284
23	0.0186	0.0054	345.7037	52	0.0181	0.0050	365.5716
24	0.0188	0.0054	346.1304	53	0.0193	0.0055	349.6865
25	0.0195	0.0058	338.9757	54	0.0180	0.0054	331.8260
26	0.0189	0.0055	346.1116	55	0.0184	0.0050	371.5819
27	0.0180	0.0054	331.8260	56	0.0179	0.0050	355.3238
28	0.0182	0.0056	324.1447	57	0.0184	0.0054	340.6272
29	0.0190	0.0049	388.5064	58	0.0179	0.0050	355.3238

Lampiran 34 (Lanjutan)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
59	0.0195	0.0058	338.9757	84	0.0191	0.0057	333.6044
60	0.0187	0.0054	346.1898	85	0.0184	0.0054	340.6272
61	0.0179	0.0050	355.3238	86	0.0188	0.0062	305.4284
62	0.0193	0.0055	349.6865	87	0.0197	0.0060	328.3184
63	0.0193	0.0062	312.0852	88	0.0187	0.0054	346.2452
64	0.0184	0.0050	371.5819	89	0.0193	0.0055	349.6865
65	0.0180	0.0054	331.8260	90	0.0183	0.0057	319.6974
66	0.0190	0.0050	377.2063	91	0.0190	0.0050	377.2063
67	0.0181	0.0050	365.5716	92	0.0196	0.0061	319.8491
68	0.0185	0.0057	323.9004	93	0.0191	0.0062	308.0861
69	0.0187	0.0054	346.1898	94	0.0196	0.0061	319.8491
70	0.0182	0.0056	324.1447	95	0.0189	0.0055	346.0251
71	0.0181	0.0050	365.5716	96	0.0191	0.0055	349.1611
72	0.0181	0.0081	222.1543	97	0.0180	0.0054	331.8260
73	0.0191	0.0054	355.6994	98	0.0189	0.0055	346.1116
74	0.0190	0.0049	384.8433	99	0.0193	0.0055	349.6865
75	0.0185	0.0054	342.9490	100	0.0184	0.0050	371.5819
76	0.0191	0.0053	358.3171	101	0.0190	0.0055	347.6015
77	0.0190	0.0055	346.5753	102	0.0181	0.0050	365.5716
78	0.0189	0.0052	362.6226	103	0.0181	0.0060	300.0559
79	0.0191	0.0054	353.8884	104	0.0193	0.0055	349.6865
80	0.0185	0.0057	323.9004	105	0.0183	0.0057	319.6974
81	0.0187	0.0060	309.8182	106	0.0181	0.0050	365.5716
82	0.0197	0.0060	328.3184	107	0.0179	0.0052	343.3229
83	0.0184	0.0055	332.6239	108	0.0191	0.0055	349.1611

Lampiran 35. Tabel Efisiensi Penduga pada Data3(Perusahaan1)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0065	0.0041	158.5634	31	0.0065	0.0041	158.6993
2	0.0065	0.0041	158.3553	32	0.0065	0.0041	156.4333
3	0.0065	0.0041	156.6092	33	0.0065	0.0041	159.2816
4	0.0065	0.0041	158.5634	34	0.0065	0.0040	162.6428
5	0.0065	0.0041	158.0832	35	0.0065	0.0040	162.8849
6	0.0065	0.0042	157.7989	36	0.0065	0.0040	163.5446
7	0.0066	0.0042	157.6628	37	0.0065	0.0040	163.7442
8	0.0065	0.0042	157.7989	38	0.0065	0.0042	155.3009
9	0.0066	0.0042	157.0162	39	0.0065	0.0042	156.6638
10	0.0066	0.0042	156.7119	40	0.0065	0.0042	154.8423
11	0.0066	0.0042	155.5501	41	0.0065	0.0042	156.2153
12	0.0066	0.0042	157.6628	42	0.0065	0.0042	154.8423
13	0.0066	0.0042	157.3166	43	0.0065	0.0042	156.2153
14	0.0066	0.0042	157.2008	44	0.0065	0.0042	154.3816
15	0.0066	0.0042	157.0162	45	0.0065	0.0043	151.5438
16	0.0065	0.0041	158.0832	46	0.0065	0.0042	154.3816
17	0.0065	0.0041	158.7378	47	0.0065	0.0041	160.5628
18	0.0066	0.0042	157.6628	48	0.0065	0.0040	163.5399
19	0.0065	0.0042	157.7989	49	0.0065	0.0040	163.6429
20	0.0065	0.0041	158.5634	50	0.0065	0.0042	154.3816
21	0.0065	0.0041	158.0832	51	0.0065	0.0042	155.3009
22	0.0065	0.0041	157.5303	52	0.0065	0.0041	159.7675
23	0.0065	0.0041	156.4333	53	0.0065	0.0042	156.6638
24	0.0065	0.0041	158.6502	54	0.0065	0.0041	159.7675
25	0.0065	0.0042	154.6260	55	0.0065	0.0041	160.1734
26	0.0065	0.0041	158.5634	56	0.0065	0.0041	161.3039
27	0.0065	0.0041	156.6092	57	0.0065	0.0040	163.6429
28	0.0065	0.0041	158.3553	58	0.0065	0.0040	163.6853
29	0.0065	0.0041	158.0151	59	0.0065	0.0042	154.3816
30.00	0.0065	0.0041	158.3553	60	0.0065	0.0041	158.6993

Lampiran 36. Tabel Efisiensi Penduga pada Data3 (Perusahaan 2)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0029	0.0025	116.2972	31	0.0029	0.0025	116.6188
2	0.0029	0.0025	115.0605	32	0.0029	0.0025	115.0605
3	0.0029	0.0025	115.0605	33	0.0029	0.0025	115.5789
4	0.0029	0.0025	115.0605	34	0.0028	0.0024	116.4075
5	0.0029	0.0025	116.0756	35	0.0028	0.0024	116.6564
6	0.0029	0.0025	116.2972	36	0.0028	0.0024	116.6800
7	0.0029	0.0025	115.8970	37	0.0029	0.0024	116.4951
8	0.0029	0.0025	116.0756	38	0.0029	0.0025	116.2707
9	0.0029	0.0025	115.3770	39	0.0029	0.0024	117.2434
10	0.0029	0.0025	115.1617	40	0.0029	0.0024	117.1088
11	0.0029	0.0025	114.8899	41	0.0029	0.0024	117.2434
12	0.0029	0.0025	115.0605	42	0.0029	0.0024	117.1774
13	0.0029	0.0025	115.1617	43	0.0029	0.0025	116.5890
14	0.0029	0.0025	115.3770	44	0.0029	0.0025	116.5277
15	0.0029	0.0025	115.1617	45	0.0029	0.0024	117.2434
16	0.0029	0.0025	115.7998	46	0.0028	0.0024	117.5882
17	0.0029	0.0025	116.2972	47	0.0029	0.0025	116.2192
18	0.0029	0.0025	116.0756	48	0.0029	0.0025	116.2629
19	0.0029	0.0025	116.2972	49	0.0028	0.0024	116.5684
20	0.0029	0.0025	116.0756	50	0.0029	0.0025	116.2515
21	0.0029	0.0025	116.2972	51	0.0029	0.0024	117.1088
22	0.0029	0.0025	116.6188	52	0.0029	0.0025	116.3281
23	0.0029	0.0025	114.5502	53	0.0029	0.0025	116.2192
24	0.0029	0.0025	115.8401	54	0.0029	0.0024	116.7193
25	0.0029	0.0025	115.6103	55	0.0029	0.0025	116.2779
26	0.0029	0.0025	116.6188	56	0.0029	0.0025	116.2450
27	0.0029	0.0025	116.4985	57	0.0029	0.0025	116.1999
28	0.0029	0.0025	116.6188	58	0.0029	0.0025	116.2399
29	0.0029	0.0025	116.4106	59	0.0029	0.0025	116.5277
30.00	0.0029	0.0025	116.0355	60	0.0029	0.0025	116.6188

Lampiran 37. Tabel Efisiensi Penduga pada Data3 (Perusahaan 3)

i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$	i	$\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))$	$\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))$	$eff = \frac{\mathrm{var}(\hat{g}_j(x))}{\mathrm{var}(\tilde{g}_j(x))} x100\%$
1	0.0040	0.0038	105.3956	31	0.0038	0.0038	99.2328
2	0.0040	0.0038	105.2505	32	0.0039	0.0039	101.2711
3	0.0040	0.0038	105.2786	33	0.0040	0.0039	103.1399
4	0.0040	0.0038	105.3956	34	0.0040	0.0039	103.8463
5	0.0041	0.0038	105.4410	35	0.0041	0.0039	104.6596
6	0.0041	0.0039	105.4216	36	0.0039	0.0039	101.2711
7	0.0040	0.0038	105.2236	37	0.0040	0.0038	104.2823
8	0.0040	0.0038	105.4094	38	0.0040	0.0039	104.4151
9	0.0041	0.0039	105.5622	39	0.0040	0.0039	104.1561
10	0.0041	0.0039	105.7430	40	0.0039	0.0038	103.2384
11	0.0041	0.0039	105.7027	41	0.0038	0.0038	98.3133
12	0.0041	0.0039	105.4807	42	0.0038	0.0038	98.3133
13	0.0041	0.0039	105.4355	43	0.0038	0.0038	98.3133
14	0.0041	0.0039	105.5139	44	0.0039	0.0039	101.8886
15	0.0040	0.0038	105.4094	45	0.0040	0.0039	104.3460
16	0.0039	0.0038	102.8351	46	0.0040	0.0038	105.4094
17	0.0040	0.0038	103.9386	47	0.0041	0.0039	105.4355
18	0.0040	0.0038	104.4620	48	0.0040	0.0038	105.2786
19	0.0039	0.0038	102.6376	49	0.0041	0.0039	105.4232
20	0.0040	0.0038	104.1196	50	0.0041	0.0039	105.5139
21	0.0040	0.0039	104.1914	51	0.0040	0.0038	105.4094
22	0.0040	0.0039	103.1399	52	0.0040	0.0038	104.1196
23	0.0037	0.0038	96.4471	53	0.0040	0.0038	103.7477
24	0.0038	0.0038	100.1610	54	0.0039	0.0038	102.8351
25	0.0039	0.0039	101.2711	55	0.0040	0.0038	104.1196
26	0.0056	0.0042	133.8355	56	0.0040	0.0038	103.7477
27	0.0040	0.0039	104.1914	57	0.0040	0.0038	104.1196
28	0.0041	0.0039	105.3843	58	0.0039	0.0038	103.2384
29	0.0040	0.0039	103.1399	59	0.0040	0.0039	104.4056
30.00	0.0041	0.0039	105.9980	60	0.0040	0.0038	104.2823