

**ANALISIS PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI DURBIN-
WATSON DAN BREUSCH-GODFREY**

SKRIPSI

Oleh:
ASLIHATUT DIAN NOVIA
NIM. 08610039



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2012**

**ANALISIS PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI DURBIN-WATSON
DAN BREUSCH-GODFREY**

SKRIPSI

Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:
ASLIHATUT DIAN NOVIA
NIM. 08610039

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2012**

**ANALISIS PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI DURBIN-
WATSON DAN BREUSCH-GODFREY**

SKRIPSI

**Oleh:
ASLIHATUT DIAN NOVIA
NIM. 08610039**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 31 Mei 2012

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Ach. Nashichuddin, MA
NIP. 19730705 200003 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

**ANALISIS PERBANDINGAN UJI AUTOKORELASI DURBIN-
WATSON DAN BREUSCH-GODFREY**

SKRIPSI

Oleh:
ASLIHATUT DIAN NOVIA
NIM. 08610039

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 31 Mei 2012

Penguji Utama	: <u>Sri Harini, M.Si</u> NIP. 19731014 2001122 002	_____
Ketua Penguji	: <u>Drs. H. Turmudi, M.Si</u> NIP. 19571005 198203 1 006	_____
Sekretaris Penguji	: <u>Abdul Aziz, M.Si</u> NIP. 19760318 200604 1 002	_____
Anggota Penguji	: <u>Achmad Nashichuddin, MA</u> NIP. 19730705 200003 1 002	_____

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

MOTTO

بِأَنْفُسِهِمْ مَا يُغَيِّرُونَ حَتَّىٰ بِقَوْمٍ مَا يُغَيِّرُ اللَّهُ إِنَّ

"Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri".

*Jadilah insan yang selalu
Berusaha-Sabar-Ikhlas-Tawakkal & Syukur
Demi Mengharap Ridho Allah SWT*



PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan untuk orang-orang yang telah memberikan arti bagi hidup penulis dengan penuh kasih dan sayang.

Ayahanda SUTAJI dan ibunda ASTUTIK serta Adik YENIA RIZKY SHELLA dan Adik WILDAN AL-GHIFARI AHMAD, terima kasih atas do'a, motivasi, kebersamaan serta pengorbanan yang tiada terhingga nilainya, baik materiil maupun spirituil, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ini.

Guru-guru penulis yang telah memberikan ilmunya dengan segenap keikhlasannya.



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aslihatut Dian Novia

NIM : 08610039

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 31 Mei 2012

Yang membuat pernyataan,

Aslihatut Dian Novia

NIM. 08610039

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikumWr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah mengajarkan tentang arti kehidupan yang sesungguhnya. Semoga termasuk orang-orang yang mendapatkan syafa'at beliau di hari akhir kelak. Amien...

Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan berkat jasa-jasa, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh ketulusan dari lubuk hati yang paling dalam penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman Bambang Sumitro, SU., D.Sc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Abdussakir M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Abdul Aziz, M.Si dan Achmad Nasichuddin, MA selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Atas bimbingan, arahan, saran, motivasi dan kesabarannya, penulis sampaikan *Jazakumullah Ahsanal Jaza'*.
5. Dr. Sri Harini, M.Si, dan Drs. H. Turmudi, M.Si selaku Dewan Penguji Skripsi

6. Abdul Aziz, M.Si selaku Dosen Wali Mahasiswa, terima kasih atas bimbingannya selama ini.
7. Seluruh Dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah mendidik, membimbing, mengajarkan dan mencurahkan ilmu-ilmunya kepada penulis. Semoga Allah membalas amal kebaikan mereka.
8. Ibunda Astutik dan Ayahanda Sutaji yang telah mencurahkan cinta dan kasih-sayang teriring do'a, motivasinya, dan materi, sehingga penulis selalu optimis dalam menggapai kesuksesan hidup di dunia ini.
9. Saudara-saudara penulis Yenia Rizky Shella dan Wildan Al-ghifari Ahmad, *syukron katsiron* atas bantuan, keceriaan, do'a dan motivasinya.
10. Kakanda Muhamad Amin, yang selalu memberi motivasi kepada penulis dalam proses penulisan skripsi.
11. Sahabat-sahabat karib penulis: Masririn Qiro'atu Wahyuni, Indah Audivtia Fitriana, Eliatin Mahbubah, Alyatul Hikmah, Nuril Nuzulia, Hendrika Wulan, Ocha, terima kasih atas kebersamaannya, suka duka bersama, pelajaran hidup, pengalaman-pengalaman, semoga persaudaraan dan persahabatan akan abadi selamanya.
12. Sahabat-sahabat penulis seperjuangan di Jurusan matematika Lailin Nurul Hidayati, Dini Tania Hanawati, Ahmad Anas Setiawan, Adila Mujtahidah dan semuanya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala pengalaman berharga dan kenangan terindah yang telah terukir bersama.

13. Saudara-saudara di UKM Ikatan Pencak Silat Pagar Nusa UIN Maliki Malang, terima kasih atas segalanya. Semoga persaudaraan ini tidak terputus sampai di sini.

14. Sahabat-sahabati seperjuangan Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII), HMJ Matematika, Dewan Eksekutif Mahasiswa (DEMA), Terimakasih atas segala pengalaman yang berharga selama berorganisasi. Semoga perjuangan ini tidak berhenti di sini.

15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna, khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin ya Robbal 'Alamiin...*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang, 31 Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
مستخلص البحث	xviii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II: KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Regresi Linier Berganda	9
2.2 Asumsi Variabel <i>Error</i>	11
2.3 Estimasi Parameter	14
2.3.1 Pengertian Parameter	14
2.3.2 Pengertian <i>Estimate</i> , <i>Estimator</i> , dan <i>Estimasi</i>	14
2.3.3 Sifat-sifat <i>Estimator</i>	16
2.4 Estimasi Kuadrat Terkecil Biasa	17
2.5 Autokorelasi.....	20
2.5.1 Pengaruh Autokorelasi.....	22
2.5.2 Alasan Terjadinya Autokorelasi.....	22
2.5.3 Konsekuensi Autokorelasi.....	24
2.5.4 Cara Mendeteksi Autokorelasi.....	25
2.6 Uji Durbin-Watson	27
2.7 Uji Breusch-Godfrey.....	30
2.8 Perbandingan dalam Al-Qur'an.....	31

BAB III : PEMBAHASAN

3.1 Model Regresi Linier Berganda	39
3.2 Identifikasi Model Regresi dengan Adanya Autokorelasi	39
3.3 Uji Durbin-Watson	40
3.3.1 Menentukan <i>Error</i> dari Model Regresi	41
3.3.2 Menghitung Nilai Durbin-Watson.....	42
3.3.3 Mendapatkan Nilai Kritis.....	43
3.3.4 Pengambilan Keputusan.....	43
3.4 Uji Breusch-Godfrey.....	45
3.4.1 Meregresikan <i>Error</i> yang Diperoleh dari Regresi.....	45
3.4.2 Pengambilan Keputusan.....	46
3.5 Aplikasi Uji Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada Data.....	47
3.5.1 Estimasi Regresi Linier Berganda dengan OLS	49
3.5.2 Uji Durbin-Watson.....	51
3.5.3 Uji Breusch-Godfrey	52
3.6 Analogi Dua Perbandingan	54

BAB IV: PENUTUP

4.1 Kesimpulan	56
4.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Pengambilan Keputusan Uji Durbin-Watson.....	30
Tabel 3.1 Tabel Permintaan Ayam di AS	48



DAFTAR SIMBOL



Y	: variabel tidak bebas
X	: variabel bebas
β	: parameter koefisien regresi
$\hat{\beta}$: estimasi dari β
ε	: variabel <i>error</i> dari model regresi
n	: banyaknya data observasi
d	: statistic Durbin-Watson d
k	: banyaknya variabel bebas
i	: indeks observasi
E	: nilai harapan/Ekspektasi
σ^2	: variansi
$\hat{\sigma}^2$: <i>estimator</i> dari variansi
χ^2	: <i>chi square</i>
d_L	: <i>lower bound</i>
d_U	: <i>upper bound</i>
ρ	: koefisien autokorelasi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Durbin-Watson.....	60
Lampiran 2. Hasil Program <i>Excel</i>	61
Lampiran 3. Hasil Program <i>Eviews 4.0</i>	63



ABSTRAK

Novia, Aslihatut Dian. 2012. **Analisis Perbandingan Uji Autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Abduk Aziz, M.Si

(II) Achmad Nashichuddin, MA

Kata Kunci: Regresi Linier Berganda, Autokorelasi, Durbin-Watson, Breusch-Godfrey.

Metode Durbin-Watson dan metode Breusch-Godfrey merupakan dua metode yang digunakan untuk menguji autokorelasi yang merupakan gangguan pada fungsi yang berupa korelasi di antara variabel *error*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan uji autokorelasi dengan metode Durbin-Watson dan metode Breusch-Godfrey. Metode penelitian dalam skripsi ini adalah metode penelitian pustaka (*library research*), langkah langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: menganalisis metode Durbin-Watson dan metode Breusch-Godfrey. Metode Durbin-Watson dilakukan dengan menentukan *error* dari model regresi, menghitung nilai d Durbin-Watson, setelah nilai hitung statistik d diketahui, kemudian dibandingkan dengan batas atas atau *upper bound* (d_U) dan batas bawah atau *lower bound* (d_L) yang tertera dalam tabel Durbin-Watson, kemudian mengambil keputusan. Metode Breusch-Godfrey dilakukan dengan menentukan *error* dari model regresi, kemudian meregresikan variabel *error* menggunakan *autoregressive* model orde p , kemudian mengambil keputusan.

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, diperoleh hasil perbandingan uji autokorelasi dengan metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada data model regresi linier berganda menunjukkan bahwa ketelitian menguji autokorelasi dengan metode Breusch-Godfrey lebih mendekati dalam menguji adanya autokorelasi dari pada metode Durbin-Watson.

ABSTRACT

Novia, Aslihatut Dian. 2012. **Comparative Analysis of Autocorrelation test Durbin-Watson and Breusch-Godfrey**. Thesis. Department of Mathematics Faculty of Science and Technology The State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Promotor: (I) Abdul Aziz, M. Si

(II) Achmad Nashichuddin, MA

Key words: Multiple Linear Regression, *Autocorrelation*, Durbin-Watson, Breusch-Godfrey.

Durbin-Watson and Breusch-Godfrey methods are two methods used to test the autocorrelation of the disturbances in the form of the correlation function between the error variables.

The purpose of this study was to compare the test of autocorrelation with the Durbin-Watson and Breusch-Godfrey methods. The methods of research that used in this thesis is the library research, the undertaken steps in this study are as follows: analyze Durbin-Watson and Breusch-Godfrey methods. Durbin-Watson method is done by determining the error of the regression model, calculate the value of Durbin-Watson d , after statistically calculated value d is known, then compare it with the upper bound (d_U) and the lower bound (d_L) listed in the table Durbin-Watson, then take a decision. Breusch-Godfrey's method is done by determining the error of the regression model, then regress error variables using autoregressive model of order ρ , then make a decision.

Based on the discussion in this study, the comparison of test results obtained with the autocorrelation of Durbin-Watson and Breusch-Godfrey methods on the data model of multiple linear regression showed that the accuracy of autocorrelation using Breusch-Godfrey's method is closer to the test for autocorrelation than Durbin-Watson's method.

مستخلص البحث

نوفي، أصلحة ديان. 2012. تحليل مقارنة إرتباط دورين واطسون بريوس كودفري. البحث العلمي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية بمالانج.

المشرف الأول: عبد العزيز الماجستير

المشرف الثاني: أحمد ناصح الدين الماجستير

الكلمات الأساسية : نموذج الانحدار الخطي متعددة ، الارتباط الذاتي ، دورين واطسون ، بريوس كودفري.

طريقة دورين واطسون و طريقة بريوس كودفري هما الطريقتان المستخدمتان لاختبار الإرتباط الذي هو أحد عوائق الإستعمال يعني الإرتباط بين المتغيرات الخاطئة. فهدف هذا البحث هو لمقارنة إختبار الإرتباط باستخدام طريقة دورين واطسون و طريقة بريوس كودفري. و أما المنهاج المستخدم في هذا البحث هي إطار النظارى . و الخطوات التي عملها الباحث في هذا البحث كما يلي : تحليل طريقة دورين واطسون و طريقة بريوس كودفري . أما طريقة دورين واطسون معمولة بتقرير الخطيئة من شكل الانحدار . فحساب قيمة د إذا كانت القيمة الإحصائية من د معروفة ثم كان ذلك مقارنا بالحد الأعلى و بالحد الأدنى الظاهرين في جدول الدرجة، ثم قرّر الباحث القرر منه. و أما طريقة بريوس كودفري معمولة بتقرير الخطيئة من شكل الانحدار ثم انحدر المتغيرات الخطيئة باستخدام اوطار كرسيفي شكل ر فبعد، قرّر الباحث القرر منه.

إستنادا على البحوث في هذا البحث ، ينال حصول مقارنة إرتباط دورين واطسون بريوس كودفري في بيانات شكل انحدار يدل أن دقة إختبار إرتباط طريقة بريوس كودفري في هذا البحث أقرب إلى إختبار وجود الإرتباط من دورين واطسون.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alam semesta yang diciptakan oleh Allah ini penuh dengan keindahan dan keajaiban, karena memiliki kekayaan yang berlimpah. Semua yang ada di alam ini sudah tersusun dan terpola dengan rapi, sehingga tidak sulit bagi para ilmuwan terdahulu mempelajari pola dan susunan tersebut sehingga melahirkan rumusan matematis. Alam semesta memuat bentuk-bentuk dan konsep matematika, meskipun alam semesta tercipta sebelum matematika itu ada. Alam semesta serta segala isinya diciptakan Allah dengan ukuran-ukuran yang cermat dan teliti, dengan perhitungan-perhitungan yang mapan, dan dengan rumus-rumus serta persamaan yang setimbang dan rapi (Abdussyakir,2007). Dalam Al-Qur'an surat Al-Qomar ayat 49 berikut, yang berbunyi:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾

Artinya: Sesungguhnya kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran.

Kata “*biqodarin*” yang berarti “dengan ukuran” ini dapat ditafsirkan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu di alam itu berdasarkan ukuran. Seandainya Allah menciptakan segala sesuatu tanpa ukuran, maka akan terjadi ketidakseimbangan dalam alam ini. Ukuran yang diciptakan oleh Allah SWT sangat tepat sehingga alam ini benar-benar seimbang.

Matematika termasuk salah satu ilmu pengetahuan yang banyak dikaji dan diterapkan pada berbagai bidang keilmuan. Matematika dapat dikatakan “*The Queen of Sciences*” karena matematika menempati posisi yang cukup penting dalam kajian-kajian ilmu yang lain, khususnya ilmu-ilmu sains. Matematika banyak membantu dalam mempermudah dalam menyelesaikan permasalahan dalam kajian ilmu-ilmu lain. Oleh sebab itu, matematika menduduki posisi yang cukup penting dalam ilmu pengetahuan.

Matematika juga sangat berperan dalam bidang ekonomi. Ilmu yang mempelajari tentang matematika, statistik dan ekonomi disebut sebagai ekonometrika. Ekonometri dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu yang memanfaatkan matematika dan teori statistik dalam mencari nilai parameter daripada hubungan ekonomi sebagaimana didalilkan oleh teori ekonomi. Karenanya, dalam praktik ekonometri mencampurkan teori ekonomi dengan matematika dan teori statistik. Perlu diingat bahwa matematika dan teori statistik hanya merupakan alat bantu dalam melakukan analisis ekonometri yang pada hakikatnya lebih merupakan analisis ekonomi (Aziz, 2007:5)

Statistika merupakan cabang ilmu matematika yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis, menginterpretasi, dan mempresentasikan data. Statistika dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan yang dapat diterima berdasarkan analisis. Dapat pula dinyatakan bahwa statistika merupakan studi tentang informasi (keterangan) dengan mempergunakan metodologi dan teknik-teknik perhitungan untuk

menyelesaikan permasalahan-permasalahan praktis yang muncul di berbagai bidang (Turmudi dan Harini, 2008:5).

Di dalam ilmu statistik sering seorang peneliti menghadapi suatu masalah karena gangguan pada fungsi yang berupa korelasi di antara variabel *error* yang disebut dengan autokorelasi. Masalah autokorelasi yang sering dihadapi para peneliti ini dapat diuji dengan berbagai metode untuk mengetahui ada tidaknya autokorelasi, di antaranya metode Durbin-Watson. Metode Durbin-Watson merupakan suatu metode untuk menguji autokorelasi, yang hanya digunakan untuk autokorelasi tingkat satu (*first order autocorrelation*). Selain metode Durbin-Watson, terdapat metode Breusch-Godfrey yang merupakan modifikasi dari metode Durbin-Watson yang diperkenalkan oleh Breusch dan Godfrey (1978) untuk mengatasi kelemahan uji autokorelasi pada metode Durbin-Watson.

Uji yang paling terkenal untuk pendeteksian autokorelasi adalah uji yang dikembangkan oleh Durbin dan Watson, yang populer dikenal sebagai statistik *d* Durbin-Watson. Kelemahan uji Durbin-Watson adalah penguraian adanya autokorelasi hanya pada *lag*-1. Apabila koefisien autokorelasi pada *lag*-1 signifikan, koefisien autokorelasi pada *lag*-2 dan juga pada *lag* yang lain juga perlu diuji. Untuk menguji fenomena tersebut, uji Breusch-Godfrey akan digunakan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis mengambil judul “*Analisis Perbandingan Uji Autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey*”.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana perbandingan uji autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada data model regresi linier berganda.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasar rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan uji autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada data model regresi linier berganda.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis akan membatasi permasalahan yang akan diteliti yaitu:

1. Model regresi yang digunakan adalah model regresi linier berganda dengan empat variabel bebas.
2. Perbandingan dilakukan pada selisih dari hasil uji Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada data dengan nilai kritisnya.
3. Data yang digunakan adalah data permintaan ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini digunakan sebagai tambahan informasi dan wawasan pengetahuan tentang penerapan ilmu statistik khususnya metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey dalam menguji autokorelasi.

2. Bagi Pembaca

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk bahan pembandingan bagi pihak yang ingin mengetahui lebih banyak tentang metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey dalam menguji autokorelasi.

3. Bagi Lembaga

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk bahan kepustakaan yang dijadikan sarana pengembangan wawasan keilmuan khususnya di Jurusan Matematika untuk mata kuliah statistik.

1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian sebagai berikut:

a. Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kajian kepustakaan

Penelitian ini menggunakan pendekatan kepustakaan yang merujuk pada pustaka atau buku-buku yang berkaitan dan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini.

b. Sifat penelitian ini adalah penelitian perpustakaan (*library research*)

Sifat penelitian ini adalah penelitian perpustakaan yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi dengan bermacam-macam materi yang terdapat dalam perpustakaan. Seperti buku, majalah, dokumen catatan dan kisah-kisah sejarah lainnya.

c. Data dan Analisis Data

Dalam penelitian ini data penelitian yang digunakan adalah data yang diambil dari buku karangan Gujarati dengan judul “*Basic Econometrics*” edisi keempat tahun 2004, yaitu data Permintaan Ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.

Dalam menganalisis pada penelitian ini, penulis menyusun langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan menyusun hasil langkah pertama yang mencakup tentang:
 - a. Membuat model regresi linier berganda
 - b. Mengasumsikan *error* berdistribusi normal
 - c. Menganalisis langkah-langkah metode *Durbin-Watson* yaitu sebagai berikut:
 - 1) Menentukan *error* dari model regresi
 - 2) Menghitung nilai *d* *Durbin-Watson*
 - 3) Dapatkan nilai kritis batas atas dan batas bawah.
 - 4) Pengambilan keputusan

- d. Menganalisis langkah-langkah metode *Breusch-Godfrey* yaitu sebagai berikut:
- 1) Menentukan *error* dari model regresi
 - 2) Meregresikan *error* yang diperoleh dari regresi
 - 3) Pengambilan keputusan
2. Mengaplikasikan metode *Durbin-Watson* dan metode *Breusch-Godfrey* pada data Permintaan Ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982, yang diambil dari buku karangan Gujarati dengan judul “*Basic Econometrics*” edisi keempat tahun 2004.
3. Membandingkan hasil dari metode Durbin-Watson dengan metode Breusch-Godfrey pada data.
 4. Membuat kesimpulan. Kesimpulan merupakan jawaban singkat dari permasalahan yang telah dikemukakan dalam pembahasan.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami skripsi ini secara keseluruhan maka penulis menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari empat bab dan masing-masing akan dijelaskan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan.

Bab pendahuluan ini merupakan bagian awal dari penulisan yang menyajikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Dalam bagian ini terdiri atas konsep-konsep (teori-teori) yang mendukung bagian pembahasan.

BAB III Pembahasan

Bab pembahasan ini menjelaskan analisis perbandingan uji autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey secara teori dan aplikasi pada data.

BAB IV Penutup

Dalam bab penutup ini diuraikan kesimpulan dari pembahasan dan saran.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Regresi Linier Berganda

Analisis regresi berganda (*multiple regression analysis*) atau regresi lebih dari dua variabel, mempelajari ketergantungan suatu variabel tak bebas pada lebih dari satu variabel bebas (Firdaus, 2004:25). Menurut Supranto (2009), pengukuran pengaruh antara variabel melibatkan lebih dari satu variabel bebas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) dinamakan analisis regresi linier berganda.

Model regresi berganda sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (2.1)$$

dengan:

- Y_i : variabel terikat (*dependent variable*)
- X_i : variabel bebas (*independent variable*)
- β_0 : parameter konstanta/intersept regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
- β_1, \dots, β_k : parameter koefisien regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
- k : banyaknya variabel bebas/faktor
- ε : variabel galat/kesalahan regresi, dengan $\varepsilon \sim N(0; \sigma^2)$
- n : banyaknya data observasi

Model regresi linier berganda dapat diuraikan menjadi:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 1} + \beta_2 X_{2\ 1} + \beta_3 X_{3\ 1} + \dots + \beta_k X_{k\ 1} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 2} + \beta_2 X_{2\ 2} + \beta_3 X_{3\ 2} + \dots + \beta_k X_{k\ 2} + \varepsilon_2$$

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 3} + \beta_2 X_{2\ 3} + \beta_3 X_{3\ 3} + \dots + \beta_k X_{k\ 3} + \varepsilon_3$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ n} + \beta_2 X_{2\ n} + \beta_3 X_{3\ n} + \dots + \beta_k X_{k\ n} + \varepsilon_n$$

Dari uraian model regresi linier berganda, jika dinyatakan dalam bentuk matriks akan menjadi:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1\ 1} & X_{2\ 1} & X_{3\ 1} & \dots & X_{k\ 1} \\ 1 & X_{1\ 2} & X_{2\ 2} & X_{3\ 2} & \dots & X_{k\ 2} \\ 1 & X_{1\ 3} & X_{2\ 3} & X_{3\ 3} & \dots & X_{k\ 3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1\ n} & X_{2\ n} & X_{3\ n} & \dots & X_{k\ n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

dengan $k < n$ yang berarti banyak observasi harus lebih banyak dari banyak variabel bebas, akan diperoleh:

$$Y = X \beta + \varepsilon \quad (2.2)$$

Menurut Iriawan (2006:199), analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain:

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas.
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel terikat terhadap variabel bebas.
3. Model regresi berguna untuk memprediksi pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel terikat terhadap variabel bebas.

2.2 Asumsi Variabel *Error*

Error sangat memegang peran dalam model ekonometrika, tetapi variabel ini tidak dapat diteliti dan tidak pula tersedia informasi tentang bentuk distribusi kemungkinannya. Sering orang menganggap bahwa variabel *error* sebagai ε mempunyai distribusi normal walaupun kadang-kadang asumsi tersebut dirasakan terlalu kuat dan sangat membatasi. Di samping asumsi mengenai distribusi probabilitasnya, beberapa asumsi lainnya khususnya tentang sifat statistiknya perlu dibuat dengan menerapkan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Asumsi yang dimaksud telah dibuat untuk pertama kalinya oleh Carl Friderich Gauss seorang ahli matematika Jerman yang memperkenalkan metode OLS pada tahun 1821 (Lains, 2003:23-24).

Berkaitan dengan model regresi yang telah dikemukakan sebelumnya, Gauss telah membuat asumsi mengenai variabel ε sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata harapan variabel *error* sama dengan nol atau:

$$\bar{\varepsilon} = E(\varepsilon_i) = 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

yang berarti nilai bersyarat ε yang diharapkan adalah sama dengan nol, dimana syaratnya yang dimaksud tergantung pada nilai x . Dengan demikian untuk nilai x tertentu mungkin saja nilai ε sama dengan nol, mungkin positif atau negatif, tetapi untuk banyak nilai x secara keseluruhan untuk nilai rata-rata ε diharapkan sama dengan nol.

2. Tidak terdapat korelasi serial atau autokorelasi antar variabel ε antar observasi. Dengan demikian dianggap bahwa tidak terdapat hubungan yang positif atau negatif antar ε_i dan ε_j , dan tidak terdapat

heteroskedastisitas antar variabel ε untuk setiap observasi, atau dikatakan bahwa setiap variabel ε memenuhi syarat homoskedastisitas. Artinya variabel ε mempunyai varian yang positif dan konstan yang nilainya σ^2 , yaitu:

$$\text{var}(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \sigma^2, \quad i = j \quad (2.4)$$

$$\text{var}(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0, \quad i \neq j \quad (2.5)$$

dimana

$$\text{var}(\varepsilon_i, \varepsilon_i) = \text{var}(\varepsilon_i)$$

$$\text{var}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = \text{cov}$$

jika dalam bentuk matriks:

$$\begin{bmatrix} \text{var}(\varepsilon_1) & \text{cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) & \cdots & \text{cov}(\varepsilon_1, \varepsilon_n) \\ \text{cov}(\varepsilon_2, \varepsilon_1) & \text{var}(\varepsilon_2) & \cdots & \text{cov}(\varepsilon_2, \varepsilon_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{cov}(\varepsilon_n, \varepsilon_1) & \text{cov}(\varepsilon_n, \varepsilon_2) & \cdots & \text{var}(\varepsilon_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma^2 \end{bmatrix}$$

Sehingga asumsi kedua ini dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(\varepsilon) &= E \left[(\varepsilon - E(\varepsilon)) (\varepsilon - E(\varepsilon))^T \right] \\ &= E(\varepsilon \varepsilon^T) \\ &= \sigma^2 I_n \end{aligned} \quad (2.6)$$

3. Variabel X dan variabel ε tidak saling bergantung untuk setiap observasi, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Cov}(X, \varepsilon) &= E\{[X_i - E(X_i)][\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)]\} \\ &= E\{[X_i - \bar{X}](\varepsilon_i - 0)\} \\ &= E[(X_i - \bar{X})(\varepsilon_i)] \\ &= (X_i - \bar{X})E(\varepsilon_i) \end{aligned}$$

$$= 0 \quad (2.7)$$

Asumsi di atas disebut asumsi klasik. Dengan menerapkan metode OLS maka akan diperoleh $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_1$ tidak sama dengan β_0 dan β_1 maka untuk membuat inferensi mengenai β_0 dan β_1 berdasarkan $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_1$ dibutuhkan asumsi kelima yakni asumsi normalitas.

4. Variabel *error* berdistribusi normal atau dapat ditulis:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (2.8)$$

Sebuah model regresi dianggap memenuhi asumsi-asumsi yang disebutkan di atas dan disebut model klasik atau model *standard*. Model tersebut adalah klasik dalam artian bahwa model ini dikembangkan oleh Gauss pada tahun 1821 dan sejak saat itu telah dijadikan *standard* untuk menguji apakah model regresi yang digunakan memenuhi asumsi-asumsi yang dibuat oleh Gauss. Khusus untuk model regresi linier yang memenuhi asumsi-asumsi yang dibuat oleh Gauss itu disebut juga dengan model linier umum (Lains, 2003:25).

Ada beberapa penyimpangan asumsi dalam regresi linier berganda, yakni:

1. Multikolinieritas

Istilah ini diciptakan oleh Ragner Frish, yang berarti ada hubungan linier yang sempurna atau eksak di antara variabel-variabel bebas dalam model regresi (Firdaus, 2004:111).

2. Heteroskedastisitas

Salah satu asumsi dasar yang harus dipenuhi adalah variansi *error* harus konstan ($Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$), jika tidak konstan, maka terdapat unsur

heteroskedastisitas. Data *cross-sectional* cenderung memuat unsur heteroskedastisitas karena pengamatan dilakukan pada individu yang berbeda pada saat yang sama (Supranto, 2004:45-47).

3. Autokorelasi

Autokorelasi merupakan gangguan pada fungsi yang berupa korelasi di antara variabel *error*, ini berarti tidak terpenuhinya asumsi yang menyatakan bahwa nilai-nilai variabel ε tidak berkorelasi (Firdaus, 2004:98).

2.3 Estimasi Parameter

2.3.1 Pengertian Parameter

Parameter didefinisikan sebagai hasil pengukuran yang menggambarkan karakteristik dari suatu populasi. Di sisi lain karakteristik sampel didefinisikan sebagai statistik. Sebagai contoh adalah rata-rata populasi (μ), variansi populasi (σ^2), dan koefisien korelasi populasi (ρ). Parameter biasanya tidak diketahui, dan dengan statistiklah harga-harga parameter itu ditaksir atau diestimasi. Sebagai contoh adalah rata-rata sampel (\bar{X}) digunakan untuk menaksir rata-rata populasi μ yang tidak diketahui dari pengambilan sampel suatu populasi (Hasan, 2002:111).

2.3.2 Pengertian *Estimate*, *Estimator* dan Estimasi

Estimate (hasil estimasi) merupakan sebuah nilai spesifik atau kuantitas dari suatu statistik seperti nilai rata-rata sampel, persentase

sampel, atau variansi sampel. *Estimator* atau penaksir adalah setiap statistik (rata-rata sampel, persentase sampel, variansi sampel, dan lain-lain) yang digunakan untuk mengestimasi suatu parameter. Jadi rata-rata sampel (\bar{x}) adalah penaksir bagi rata-rata populasi (μ_x), persentase sampel (p) adalah penaksir bagi rata-rata populasi (π) dan variansi sampel (s^2) adalah penaksir bagi variansi populasi (σ_x^2).

Terdapat beberapa jenis penaksir, meliputi penaksir tak bias, penaksir konsisten, penaksir terbaik, dan penaksir mencukupi. Di antara penaksir-penaksir tersebut, penaksir tak bias dan penaksir terbaik merupakan jenis penaksir yang penting untuk dikaji pada tahap dasar.

Penaksir tak bias adalah suatu penaksir yang menghasilkan suatu distribusi sampling yang memiliki *mean* yang sama dengan parameter populasi yang akan diestimasi. Secara matematik dinyatakan bahwa jika suatu penaksir ($\hat{\beta}$) adalah penaksir tak bias dari parameter β maka $E(\hat{\beta}) = \beta$ untuk seluruh nilai β yang mungkin. Jika $\hat{\beta}$ bukan penaksir tak bias, maka perbedaan $E(\hat{\beta}) - \beta$ disebut sebagai bias dari $\hat{\beta}$. Prinsip dasar yang harus diikuti dalam melakukan estimasi adalah di antara beberapa penaksir dari parameter populasi yang dikaji, harus dapat memilih penaksir yang tidak bias. Sedangkan penaksir terbaik (*best estimator*) adalah penaksir yang memenuhi syarat-syarat sebagai suatu penaksir tak bias dan juga memiliki variansi yang terkecil (Harinaldi, 2005:127).

Estimasi adalah keseluruhan proses yang menggunakan suatu penaksir untuk menghasilkan suatu *estimate* dari suatu parameter. Terdapat dua jenis estimasi, yaitu:

1. Estimasi Titik

Suatu penaksir titik (*point estimator*) dari suatu parameter β adalah suatu angka tunggal yang dapat dianggap sebagai nilai yang masuk akal bagi β . Estimasi titik diperoleh dengan memilih statistik yang tepat dan menghitung nilainya dari data sampel. Statistik yang dipilih disebut sebagai penaksir titik (*point estimator*) dan proses menyetimasi dengan suatu angka tunggal disebut sebagai estimasi titik (*point estimation*).

2. Estimasi Interval

Suatu estimasi interval (*interval estimate*) dari suatu parameter β adalah suatu sebaran nilai-nilai yang digunakan untuk mengestimasi β . Proses mengestimasi dengan suatu sebaran nilai-nilai ini disebut estimasi interval (*interval estimation*) (Harinaldi, 2005:127-128).

2.3.3 Sifat-sifat *Estimator*

Estimator parameter mempunyai sifat-sifat antara lain:

1. Ketidakbiasan (*unbiasedness*)

Penaksiran $\hat{\beta}$ dikatakan penaksiran tidak bias dari parameter β , kalau nilai harapan sama dengan nilai parameter β , yaitu $E(\hat{\beta}) = \beta$. Apabila $E(\hat{\beta}) \neq \beta$, $\hat{\beta}$ dikatakan bias.

2. Variansi Minimum

Jika $\hat{\beta}_k$ penaksiran β dengan variansi minimum, maka $\text{var}(\hat{\beta}_k) \leq \text{var}(\hat{\beta}_m)$ dimana $\hat{\beta}_m$ penaksir β dengan metode yang berbeda dari metode yang digunakan oleh $\hat{\beta}_k$. Sifatnya adalah membandingkan dua metode penaksir, metode yang memiliki variansi lebih kecil, itulah yang dikatakan variansi minimum (Aziz, 2010:22).

3. Efisiensi

Suatu penaksir dikatakan efisien jika memiliki sifat tak bias dan memiliki variansi minimum.

4. Linieritas

Penaksir $\hat{\beta}$ disebut penaksir linier dari β , kalau merupakan fungsi linier dari observasi sampel (Supranto, 1995:370-373).

2.4 Estimasi Kuadrat Terkecil Biasa

Metode Kuadrat Terkecil Biasa (*Ordinary Least Square*, OLS) adalah salah satu metode yang paling populer dalam mengestimasi nilai rata-rata dari variabel random. Aplikasi pertama perataan kuadrat terkecil adalah dalam hitungan masalah astronomi oleh Carl F. Gauss. Keunggulan dari sisi praktis makin nyata setelah berkembangnya komputer elektronik, formulasi teknik hitungan dalam notasi matriks, dan hubungannya dengan konsep kuadrat terkecil itu ke statistik. Model fungsional umum tentang sistem yang akan diamati harus ditentukan terlebih dahulu sebelum merencanakan pengukuran. Model fungsional ini ditentukan menggunakan sejumlah variabel

(baik parameter maupun pengamatan) dan hubungan di antara mereka. Selalu ada jumlah minimum variabel bebas yang secara unik menentukan model tersebut. Sebuah model fisis, dapat saja memiliki beberapa model fungsional yang berlainan, tergantung dari tujuan pengukuran atau informasi yang diinginkan. Jumlah minimum variabel dapat ditentukan setelah tujuan pengukuran berhasil ditetapkan, tidak terikat pada jenis pengukuran yang perlu dilakukan (Firdaus, 2004:30).

OLS merupakan salah satu metode bagian dari kuadrat terkecil dan sering hanya disebut kuadrat terkecil saja. Metode ini sering digunakan oleh para ilmuwan atau peneliti dalam proses penghitungan suatu persamaan regresi sederhana.

Dalam penggunaan regresi, terdapat beberapa asumsi dasar yang dapat menghasilkan penaksir linier tidak bias yang terbaik dari model regresi yang diperoleh dari metode OLS agar taksiran koefisien regresi itu bersifat BLUE yakni *Best, Linier, and Unbiased Estimator*. OLS merupakan salah satu metode estimasi parameter untuk regresi linier berganda. Konsep dari metode OLS adalah menaksir parameter regresi (β) dengan meminimumkan jumlah kuadrat dari *error*. Sehingga taksiran parameter regresi ($\hat{\beta}$) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1i} + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \hat{\beta}_3 X_{3i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki} \quad (2.9)$$

apabila dinyatakan dalam bentuk matriks:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \hat{Y}_1 \\ \hat{Y}_2 \\ \hat{Y}_3 \\ \vdots \\ \hat{Y}_n \end{bmatrix}}_{\hat{Y}} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix}}_X \underbrace{\begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix}}_{\hat{\beta}}$$

dengan $k < n$ yang berarti banyak observasi harus lebih banyak dari banyak variabel bebas, akan diperoleh:

$$Y = X \beta + \varepsilon$$

atau:

$$\varepsilon = Y - X \beta \quad (2.10)$$

Tujuan OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat *error* (Lains, 2003:182-184), yaitu:

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i=1}^n \xi_i^2 \\ &= \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \cdots + \varepsilon_n^2 \\ &= [\varepsilon_1 \varepsilon_2 \cdots \varepsilon_n] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \\ &= \varepsilon^T \varepsilon \\ &= (Y - X \beta)^T (Y - X \beta) \\ &= (Y^T - \beta^T X^T)(Y - X \beta) \\ &= Y^T Y - Y^T X \beta - \beta^T X^T Y + \beta^T X^T X \beta \end{aligned}$$

Karena $Y^T X \beta$ adalah skalar, maka:

$$Y^T X \beta = (Y^T X \beta)^T$$

$$= \beta^T X^T Y$$

Jadi diperoleh dari jumlah kuadrat error:

$$S = Y^T Y - 2\beta^T X^T Y + \beta^T X^T X \beta \quad (2.11)$$

Untuk mengestimasi parameter regresi ($\hat{\beta}$) maka jumlah kuadrat *error* harus diminimumkan (Supranto, 2009:241-242). Hal tersebut dapat diperoleh dengan melakukan turunan pertama terhadap $\hat{\beta}$. Jika parameter regresi (β) berbeda maka dapat langsung diturunkan, akan tetapi jika parameter regresi (β) sama maka harus ditranposkan, yaitu:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial \beta} &= 0 - 2X^T Y + X^T X \beta + (\beta^T X^T X)^T \\ &= -2X^T \hat{Y} + X^T X \beta + X^T X \beta \\ &= -2X^T \hat{Y} + 2X^T X \beta \end{aligned}$$

dan menyamakannya dengan nol diperoleh:

$$X^T X \beta = X^T Y = \beta (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Sehingga diperoleh bentuk estimasi parameter $\hat{\beta}$ secara OLS, yaitu:

$$\hat{\beta}_{OLS} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2.12)$$

yang dinamakan sebagai penaksir parameter β secara kuadrat terkecil.

2.5 Autokorelasi

Salah satu asumsi penting dari beberapa asumsi model regresi linier berganda adalah bentuk gangguan dari pengamatan yang berbeda ($\varepsilon_i, \varepsilon_j$) bersifat bebas. Dengan kata lain asumsi ini mengharuskan tidak terdapatnya

korelasi diri atau korelasi serial (autokorelasi) di antara bentuk ε_i yang ada dalam fungsi regresi populasi.

Pada dasarnya autokorelasi dapat didefinisikan sebagai korelasi di antara nilai-nilai pengamatan yang terurut dalam waktu (*time series data*) atau nilai-nilai pengamatan yang terurut dalam ruang (*cross-sectional data*). Autokorelasi dalam konsep regresi linier berarti komponen *error* berkorelasi berdasarkan urutan waktu (pada data berkala) atau urutan ruang (pada tampang lintang), atau korelasi pada dirinya sendiri. Model regresi linier klasik mengasumsikan bahwa autokorelasi tidak terjadi, artinya kovariansi antara ε_i dengan ε_j sama dengan nol, dan secara matematis dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) &= E\left\{[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)][\varepsilon_j - E(\varepsilon_j)]\right\} \\ &= E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0; i \neq j \end{aligned} \quad (2.13)$$

dengan asumsi bahwa $E(\varepsilon_i) = E(\varepsilon_j) = 0$.

Artinya, komponen *error* ε_i yang berkaitan dengan data pengamatan ke- i tidak dipengaruhi oleh ε_j yang berhubungan dengan data ke- j . Dengan kata lain, regresi klasik mensyaratkan bahwa pengamatan yang satu (Y_i) dengan pengamatan yang lain (Y_j) saling bebas (Setiawan, 2010:136).

Apabila terjadi keterkaitan antara pengamatan yang satu dengan yang lain, atau dengan kata lain terjadi ketergantungan antara *error* ke- i dengan *error* ke- j , autokorelasi akan terjadi atau disebut juga korelasi serial, dengan notasi matematis berikut:

$$E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0 ; i \neq j \quad (\text{Setiawan, 2010:136})$$

2.5.1 Pengaruh Autokorelasi

Autokorelasi merupakan kasus khusus dari korelasi. Dimana autokorelasi berkaitan dengan hubungan antara nilai-nilai yang berurutan dari variabel yang sama atau variabel itu sendiri.

Timbulnya masalah kesalahan yang berkorelasi serial biasanya disebabkan oleh salah satu asumsi yang tidak terpenuhi. Meskipun ada autokorelasi, koefisien penduga parameter masih bersifat tak bias, dalam pengertian bahwa nilai harapan sama dengan parameter yang sesungguhnya, hanya saja varians dari koefisien penduga itu akan menjadi lebih besar. Dengan demikian apabila bentuk gangguan mempunyai autokorelasi, maka varians dari penduga metode OLS akan menjadi lebih besar daripada penduga lainnya. Sehingga penaksiran dengan menggunakan metode OLS tidak akan menghasilkan parameter seperti yang diinginkan (Gespers, 1991)

2.5.2 Alasan Terjadinya Autokorelasi

Terjadinya autokorelasi di antara nilai-nilai dari variabel gangguan ε dapat diakibatkan karena beberapa hal berikut:

1. Adanya variabel-variabel penjelas yang dihilangkan dari model. Seperti diketahui bahwa kebanyakan variabel-variabel ekonomi cenderung mengandung autokorelasi, dimana nilai-nilai dari periode sekarang akan tergantung pada periode sebelumnya. Jika variabel yang memiliki sifat autokorelasi ini dihilangkan atau

dikeluarkan dari model atau dipisahkan dari sekumpulan variabel penjelas yang lain, maka jelas hal ini akan berpengaruh yang direfleksikan dalam variabel pengganggu ε , sehingga nilai-nilai dari gangguan akan mengandung autokorelasi. Kasus ini sering disebut “*quasi autocorrelation*”, karena merupakan pola autokorelasi dari variabel penjelas (X) yang dihilangkan yang muncul dalam model regresi itu, bukan menunjukkan pola perilaku dari nilai-nilai ε yang sesungguhnya.

2. Adanya kesalahan spesifikasi bentuk matematik dari model. Jika kita merumuskan atau menetapkan bentuk matematik yang berbeda dari bentuk hubungan yang sesungguhnya, maka nilai-nilai gangguan ε akan menunjukkan autokorelasi.
3. Adanya fenomenal Cobweb, dimana nilai variabel yang sekarang bereaksi atau ditentukan oleh variabel sebelumnya.
4. Di dalam analisis regresi yang melibatkan data deret waktu, jika model regresi mengikutsertakan tidak hanya nilai-nilai sekarang, tetapi juga nilai-nilai pada waktu yang lalu sebagai variabel penjelas, maka variabel itu disebut sebagai model distribusi “*lags*”.
5. Adanya manipulasi data. Di dalam analisis empirik, data mentah sering dimanipulasi. Sebelum membahas manipulasi data, maka perlu dikemukakan di sini bahwa kata “manipulasi” tidak berkaitan dengan hal-hal negatif seperti memalsukan data, mengarang data, dan sebagainya, tetapi “manipulasi data” yang dimaksudkan disini

adalah suatu teknik mengubah data yang berkonotasi positif, di mana teknik mengubah data atau memperkirakan data itu dapat dibenarkan tetapi sering menimbulkan masalah yang berkaitan dengan bentuk gangguan (Firdaus, 2004).

2.5.3 Konsekuensi Autokorelasi

Sama dengan heteroskedastisitas, apabila pada model regresi semua asumsi klasik dipenuhi, kecuali satu, yaitu terjadi autokorelasi, maka *estimator* kuadrat terkecil masih tetap tak bias dan konsisten, tetapi tidak efisien (variansi membesar). Dampak dari membesarnya variansi adalah:

1. Pengujian parameter regresi dengan statistik uji t menjadi tidak valid.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{s(\hat{\beta}_j)}$ akan mengecil apabila $s(\hat{\beta}_j)$ besar sehingga cenderung untuk tidak menolak H_0 .

2. Selang kepercayaan (perkiraan selang) untuk parameter regresi cenderung melebar.

$$P \left[\hat{\beta}_j - t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot s(\hat{\beta}_j) \leq \beta_j \leq \hat{\beta}_j + t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot s(\hat{\beta}_j) \right] = 1 - \alpha$$

akan melebar jika $s(\hat{\beta}_j)$ besar. Dengan melebarnya selang kepercayaan, maka hasil dugaan yang diperoleh menjadi tidak dapat dipercaya (Kusrini, 2010:142).

2.5.4 Cara Mendeteksi Autokorelasi

Pada dasarnya, ada dua metode untuk mendeteksi adanya autokorelasi, yaitu metode grafik dan pengujian secara statistika:

1. Metode Grafik

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi pada model regresi klasik adalah tidak adanya autokorelasi yang berkaitan dengan ε_i , yang secara riil datanya tidak diperoleh secara langsung. Oleh karena itu, nilai variabel sisaan (residual) ε_i yang merupakan perkiraan (atau proksi) dari e_t akan digunakan. Besaran sisaan tersebut diperoleh dari $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$, yang diperoleh dengan metode kuadrat terkecil. Grafik yang berupa diagram pencar dapat berupa hubungan antara sisaan dengan waktu atau antara sisaan waktu ke- i (e_t) dengan sisaan waktu sebelumnya (ε_{i-1}).

2. Pengujian Hipotesis secara Statistika

a. Uji tanda

Uji ini merupakan teknik statistika nonparametrika yang biasa, yang diuji pada masalah ini adalah tanda dari residual. Jadi langkah pertama pada uji ini adalah melakukan regresi antara Y dengan X dengan metode OLS. Selanjutnya dengan uji tanda lakukan pengujian terhadap residualnya.

b. Uji Durbin-Watson

Untuk menguji adanya autokorelasi pada *lag*-1 atau disebut juga variabel ke ($i-1$).

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + e_t \quad (2.14)$$

Misalnya, ada autokorelasi pada $lag-1$, $E(e_t e_{t-1}) \neq 0$

$$e_t = \rho e_{t-1} + v_t; \quad -1 < \rho < 1 \quad (2.15)$$

Dengan ρ adalah koefisien autokorelasi atau autokovariansi

Maka dengan hipotesis:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

kemudian statistik d Durbin-Watson digunakan setelah mendapatkan *error* dari model regresi dan diperoleh dengan persamaan berikut:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}$$

Banyaknya pengamatan tinggal $(n-1)$, nilai d dibandingkan dengan nilai pada nilai yang diperoleh dari tabel Durbin-Watson yang bersesuaian.

- c. Pengujian Autokorelasi secara umum yaitu Uji Breusch-Godfrey
- Salah satu kelemahan pada uji Durbin-Watson adalah penguraian adanya autokorelasi hanya pada $lag-1$, tidak melihat (menguji) autokorelasi pada $lag-2$, pada $lag-3$, dan seterusnya. Secara logika, koefisien autokorelasi pada $lag-1$ memang yang paling besar jika dibandingkan dengan koefisien korelasi pada $lag-2$, $lag-3$, dan seterusnya. Tetapi, apabila koefisien autokorelasi pada $lag-1$

signifikan, koefisien autokorelasi pada *lag-2* dan juga pada *lag* yang lain juga perlu diuji. Untuk menguji fenomena tersebut, uji Breusch-Godfrey akan digunakan.

d. Uji Fungsi Autokorelasi (*Autocorrelation Function, ACF*)

Uji ini sering digunakan dalam analisis time series. Langkah pertama dalam uji ini adalah regresikan antara Y dengan X sehingga diperoleh residual. Dari residual yang diperoleh dapat dicari koefisien ACF (biasanya langsung keluar gambar). Dari gambar ACF tersebut dapat dilihat pada lag berapa terdapat koefisien ACF yang keluar dari batas-batas signifikansi. Uji ini lebih lengkap dari pada uji Durbin-Watson karena dapat melihat pada lag berapa saja terjadi autokorelasi (Kusrini, 2010:143).

2.6 Uji Durbin Watson

Uji ini dikemukakan oleh statistikawan J. Durbin dan G.S. Watson, sehingga uji ini dikenal dengan nama Uji Durbin-Watson. Uji ini hanya digunakan untuk autokorelasi tingkat satu (*first order autoregressive*) yang mengambil bentuk:

$$\varepsilon_i = \rho\varepsilon_{i-1} + v_i \quad (2.16)$$

Adapun beberapa asumsi yang melandasi Uji Durbin-Watson ini antara lain :

1. Uji Durbin-Watson diterapkan untuk model regresi yang mencakup parameter β_0 , dengan kata lain dipergunakan untuk model regresi yang mengandung intersep.

2. Variabel-variabel penjelas X , adalah nonstokastik, atau bersifat tetap dalam penarikan contoh yang berulang (*Repeated Sampling*)
3. Bentuk gangguan ε_i dibangkitkan melalui pola regresi diri order pertama dengan mengambil bentuk: $\varepsilon_i = \rho\varepsilon_{i-1} + v_i$
4. Model regresi tidak mencakup nilai-nilai *lag* dari variabel tak bebas sebagai suatu variabel penjelas.
5. Tidak ada parameter yang hilang dalam data, dengan demikian uji Durbin-Watson dapat digunakan untuk model regresi yang dibangun berdasarkan data yang lengkap, terutama untuk data deret waktu (Supranto, 1995).

Uji Durbin-Watson ini dirumuskan sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (2.17)$$

Kebaikan dari statistik uji d Durbin-Watson ini sendiri adalah bahwa perhitungannya didasarkan atas ε_i , perkiraan residual pengganggu ε_i yang secara rutin dihitung di dalam analisis regresi. Karena $\sum \varepsilon_i^2$ dan $\sum \varepsilon_{i-1}^2$ hanya berbeda satu pengamatan, maka keduanya dapat dianggap sama. Sehingga $\sum \varepsilon_i^2 = \sum \varepsilon_{i-1}^2$, maka persamaan (2.17) dapat ditulis kembali sebagai berikut:

$$d \sim 2 \left[1 - \frac{\sum \varepsilon_i \varepsilon_{i-1}}{\sum \varepsilon_i^2} \right] \quad (2.18)$$

Koefisien korelasi dapat ditentukan dengan formula:

$$\hat{\rho} = \frac{\sum \varepsilon_i \varepsilon_{i-1}}{\sum \varepsilon_i^2} \quad (2.19)$$

Sebagai penduga dari koefisien autokorelasi tingkat satu (ρ), yang nilainya berada pada $-1 < \rho < 1$, maka dengan menggunakan persamaan (2.19) bentuk persamaan (2.18) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$d \sim 2(1 - \rho) \quad (2.20)$$

Ini berarti bila ρ mendekati 0 yang menunjukkan tidak adanya autokorelasi, d akan mendekati 2. Demikian pula bila ρ mendekati 1, yang menunjukkan ada autokorelasi positif, d akan mendekati 0, dan bila ρ mendekati -1, ini menunjukkan ada autokorelasi negatif, d akan mendekati 4 (Gujarati, 1997).

Dari uraian yang dikemukakan, maka dapat ditarik kesimpulan tentang beberapa sifat dari Uji Durbin-Watson antar lain:

1. $H_0 : \rho = 0$ (Tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (Ada autokorelasi)

2. $H_0 : \rho = 0$ (Tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho > 0$ (Ada autokorelasi positif)

3. $H_0 : \rho = 0$ (Tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho < 0$ (Ada autokorelasi negatif) (Supranto, 2005).

Dengan demikian uji Durbin-Watson yang dihitung berdasarkan persamaan (2.17) hasilnya akan dibandingkan dengan tabel Durbin-Watson. Kemudian untuk pengambilan keputusan ada tidaknya autokorelasi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Masalah yang mendasar dari Uji Durbin-Watson ini adalah tidak diketahui secara tepat mengenai distribusi dari statistik d ini sendiri. Meski demikian Durbin-Watson telah berhasil menghitung batas atas d_U dan batas bawah d_L dari nilai-nilai kritis tersebut.

Tabel 2.1 Pengambilan Keputusan Uji Durbin-Watson

Keberadaan Autokorelasi	Keputusan Hipotesis	Keterangan
Tidak ada autokorelasi positif	Tolak	$0 < d < d_L$
Tidak ada autokorelasi positif	Tidak ada keputusan	$d_L \leq d \leq d_U$
Tidak ada autokorelasi negatif	Tolak	$4 - d_L < d < 4$
Tidak ada autokorelasi negatif	Tidak ada keputusan	$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$
Tidak ada autokorelasi positif atau negatif	Jangan ditolak	$d_U < d < 4 - d_U$

Sumber: Gujarati (1995: 228)

2.7 Uji Breusch Godfrey

Breusch-Godfrey mengembangkan suatu uji autokorelasi berupa uji Breusch-Godfrey yang juga direkomendasikan oleh Gujarati (1995:425) untuk menguji autokorelasi dalam model. Uji Breusch-Godfrey dilakukan dengan meregresikan variabel pengganggu ε_i menggunakan *autoregressive model* orde ρ atau $AR(\rho)$:

$$\varepsilon_i = \rho_1 \varepsilon_{i-1} + \rho_2 \varepsilon_{i-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{i-p} + v_i \quad (2.21)$$

dengan hipotesa nol, H_0 adalah $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$, dimana koefisien autoregressive secara simultan sama dengan nol, menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada setiap orde (Ghozali, 2009:82).

2.8 Perbandingan dalam Al-Qur'an

Dalam Al-Qur'an surat Huud ayat 24 telah disinggung mengenai perbandingan antara dua hal yang di antaranya ada satu yang paling baik di mata Allah SWT, yang berbunyi:

مَثَلُ الْفَرِيقَيْنِ كَالْأَعْمَىٰ وَالْأَصْمَرَ وَالْبَصِيرِ وَالسَّمِيعِ ۚ هَلْ يَسْتَوِيَانِ مَثَلًا ۚ أَفَلَا تَذَكَّرُونَ ﴿٢٤﴾

Artinya:

“Perbandingan kedua golongan itu (orang-orang kafir dan orang-orang mukmin), seperti orang buta dan tuli dengan orang yang dapat melihat dan dapat mendengar. Adakah kedua golongan itu sama Keadaan dan sifatnya?. Maka tidakkah kamu mengambil pelajaran (daripada perbandingan itu)?”

Pada surat Huud ayat 24, Allah telah menyebutkan orang-orang kafir dan mensifati mereka sebagai orang-orang yang tidak dapat mendengar dan melihat. Kemudian Allah menyebutkan orang-orang mukmin dan mensifati mereka sebagai orang-orang yang beriman dan beramal shalih serta tunduk kepada Tuhan mereka. Allah mensifati mereka dengan ibadah *zhahir* dan *bathin*. Kemudian Allah menjadikan salah satu pihak seperti orang buta dan tuli, buta hatinya sehingga tidak dapat melihat kebenaran, buta dan juga tuli, tidak dapat mendengarnya. Allah mengumpamakan orang kafir seperti orang buta yang tidak dapat melihat, seperti orang tuli yang tidak dapat mendengar suara. Sementara pihak lain dapat melihat dengan hati dan matanya serta

dapat mendengar dengan telinganya (Al-Fiqqy, 2004:362). Pada ayat tersebut dapat ditafsirkan bahwa kita juga perlu mempelajari perbandingan uji Durbin-Watson dengan uji Breush-Godfrey, sehingga kita tahu keadaan dan sifatnya.

Allah SWT menyebutkan perbandingan antara ahli syirik dan ahli tauhid untuk menjelaskan suatu makna. Allah berfirman “*Perbandingan kedua golongan itu (orang-orang kafir dan orang-orang mukmin).*” Ayat ini juga mengandung dua qiyas dan dua perumpamaan tentang dua golongan ini, kemudian menafikan persamaan di antara keduanya, dengan firman-Nya, “*Adakah kedua golongan itu sama keadaan dan sifatnya.*” Penulis menangkap kesan bahwa Allah mengajarkan suatu konsep dalam matematika tentang berbagai macam uji sehingga dapat dibandingkan. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui keadaan dan sifat dari yang dibandingkan tersebut.

Menurut Ahmad Musthafa Al-Maraghi dalam tafsir *Al-Maraghi* menjelaskan bahwasanya

مَثَلُ الْفَرِيقَيْنِ كَالْأَعْمَى وَالْأَصْمِ وَالْبَصِيرِ وَالسَّمِيعِ^ع

Pemisalan antara dua golongan, yakni golongan kafir dan mu'min dengan sifat-sifat Inderawi masing-masing yang sesuai dengan keadaan mereka, adalah semisal orang buta yang tidak mempunyai Indera penglihatan pada tubuhnya, dan orang tuli yang tidak mempunyai Indera pendengaran. Sehingga, dia tidak memiliki lagi sarana-sarana ilmu dan pengetahuan yang

layaknya dimiliki oleh manusia atau binatang. Orang seperti itu berbeda dengan orang yang mempunyai Indera penglihatan dan Indera pendengaran sempurna. Karena orang yang terakhir ini, dapat memperoleh ilmu dari ayat-ayat Allah pada makhluk-Nya baik dia dengar dalam Al-Qur'an atau yang dia lihat dalam alam semesta dengan pendengaran dan penglihatan, ilmu dan petunjuk, bagi akal manusia.

هَلْ يَسْتَوِيَانِ مَثَلًا أَفَلَا تَذَكَّرُونَ ﴿٢٤﴾

Apakah kedua golongan itu sama sifat dan keadaan, atau nasibnya. Tentu tidak. Keduanya tidak sama, apakah kamu lupa terhadap permissalan yang begitu jelas itu, dan apakah kamu tidak ingat lagi tentang perbedaan dan ketidaksamaan antara keduanya, sehingga kamu dapat mengerti.

Kesimpulannya bahwa Allah memisahkan orang-orang kafir itu dengan orang buta yang tidak mempergunakan penglihatannya untuk melihat sesuatu. Dengan itu, mereka lebih rendah dari derajat binatang yang tidak dapat berbicara, seperti memahami ayat-ayat Allah yang dapat menambah ilmu dan petunjuk kepada mereka. Dimisalkan pula dengan orang tuli yang tidak dapat mendengarkan juru dakwah yang mengajak kepada petunjuk dan pelajaran yang benar. Oleh karenanya, mereka tidak memenuhi seruan tersebut dan tidak mengambilnya sebagai petunjuk.

Sedang orang-orang beriman dan menggunakan penglihatan dan pendengaran, mereka menempuh jalan ke surga dan meninggalkan hal-hal yang menyebabkan kebinasaan, seperti kekafiran dan kesesatan. Dimisalkan

oleh Allah dengan keadaan orang yang lengkap pendengaran dan penglihatannya. Dengan pandangan arahnya dia dapat membimbing ke arah yang menghindari dari tempat-tempat kerusakan, dan dengan penglihatannya dia terbimbing ke jalan yang benar, dengan menggunakan cahaya ketika berjalan dalam kegelapan.

Menurut Syaikh Imam Al Qurthubi (2008) dalam tafsir *Al Qurthubi* menjelaskan bahwasannya perumpamaan golongan yang kafir seperti orang buta dan tuli, dan perumpamaan golongan orang mukmin seperti orang yang mendengar dan melihat. Karena itu, Allah berfirman, “*Adakah kedua golongan itu sama?*” Dikembalikan kepada dua golongan itu dan mereka ada dua golongan. Maknanya diriwayatkan dari Qatadah dan lainnya. Adh-Dhahhak berkata, “Orang yang buta dan tuli seperti orang kafir, sedangkan orang yang mendengar dan melihat, seperti orang mukmin.”

Menurut Abu Ja'far (2009) dalam tafsir *Ath-Thabari* menjelaskan bahwa perbandingan kedua golongan, yaitu orang-orang kafir dan orang-orang beriman, sama seperti orang buta yang tidak dapat melihat apa-apa, dan orang tuli yang tidak dapat mendengar apa-apa. Jadi seperti itulah golongan orang-orang kafir yang tidak dapat melihat kebenaran lalu mengikutinya dan beramal dengannya, lantaran kelalaiannya yang disebabkan kekafirannya kepada Allah dan mengalahkan kehinaan Allah atasnya, tidak mendengar seruan Allah yang mengajak kepada jalan petunjuk. Dia terus menerus berada dalam kesesatannya dan bimbang dalam keragu-raguannya. Berbeda dengan kondisi orang-orang mukmin, mereka mendengar dan melihat, dapat melihat

bukti dan keterangan-keterangan Allah, mengakui dengan apa yang telah ditunjukkan kepadanya dengan menuhankan Allah Yang Maha Esa, meninggalkan penyembahan berhala dan patung, mengakui kenabian para nabi AS, serta melaksanakan seruan dan panggilan Allah, lalu menjawab panggilan tersebut dan melaksanakannya semata-mata karena taat kepada Allah. Sebagaimana dijelaskan dalam riwayat-riwayat berikut ini:

Al Qasim menceritakan kepada kami, ia berkata: Al Husain menceritakan kepada kami, ia berkata: Hajjaj menceritakan kepadaku dari Ibnu Juraij, ia berkata: Ibnu Abbas berkata tentang firman Allah,

مَثَلُ الْفَرِيقَيْنِ كَالْأَعْمَى وَالْأَصْمَرَ وَالْبَصِيرِ وَالسَّمِيعِ^ع

“Perbandingan kedua golongan itu (orang-orang kafir dan orang-orang mukmin), seperti orang buta dan tuli dengan orang yang dapat melihat dan dapat mendengar.”

Ia berkata, “Buta dan tuli adalah kondisi orang-orang kafir, sedangkan melihat dan mendengar merupakan kondisi orang-orang mukmin.”

Bisyar menceritakan kepada kami, ia berkata: Yazid menceritakan kepada kami, ia berkata: Sa'id menceritakan kepada kami, tentang firman Allah,

مَثَلُ الْفَرِيقَيْنِ كَالْأَعْمَى وَالْأَصْمَرَ وَالْبَصِيرِ وَالسَّمِيعِ^ع

“Perbandingan kedua golongan itu (orang-orang kafir dan orang-orang mukmin), seperti orang buta dan tuli dengan orang yang dapat melihat dan dapat mendengar.”

ini merupakan perumpamaan yang dibuat oleh Allah untuk orang-orang kafir dan orang-orang mukmin. Orang-orang kafir di umpamakan dengan tuli terhadap kebenaran, sehingga ia tidak dapat mendengar. Lalu diumpamakan

dengan orang buta, sehingga tidak dapat melihat apa-apa. Sedangkan kondisi orang mukmin, diumpamakan dengan mendengar, sehingga dapat mendengar kebenaran dan mengambil manfaat dari kebenaran itu, serta dapat melihat, membuatnya sadar dan memelihara dirinya, serta beramal dengan kebenaran itu.

Allah SWT berfirman *هل يستويان مثلا* "Adakah kedua golongan itu sama keadaan dan sifatnya." Ia berkata, "Wahai manusia, apakah kedua golongan itu sama di sisi kalian, kendati berbeda kondisi? Sesungguhnya kedua golongan itu tidaklah sama dalam pandangan kalian, seperti itulah gambaran orang-orang kafir dan orang-orang mukmin yang tidak akan pernah sama dalam pandangan Allah *افلا تذكرون* 'Maka tidakkah kamu mengambil pelajaran (dari pada perbandingan itu)'"

Allah SWT berfirman, "Wahai manusia, apakah kalian tidak berpikir dan mengambil pelajaran dari kedua golongan tersebut? Ketahuilah, hakikat dan kebenaran perkara kedua golongan itu dapat mencegah kalian dari keterjerumusan ke dalam kesesatan dan berjalan menuju jalan petunjuk, serta menghalangi kalian dari kekafiran dan masuk ke dalam golongan orang beriman."

Jadi, buta, tuli, mendengar dan melihat, masuk ke dalam empat lafadz, namun dalam maknanya hanya berarti dua. Oleh karena itu, *هل يستويان مثلا* "Adakah kedua golongan itu sama keadaan dan sifatnya." Seperti buta dan tuli, maknanya seperti buta tuli. Begitu juga bila dikatakan melihat dan mendengar, maknanya adalah melihat mendengar, seperti perkataan berikut

ini, قام الظريف والعا ق “Seseorang yang cerdas itu telah berdiri.” Hal itu menerangkan satu sifat yang dimiliki oleh satu orang.

Menurut Hamka (1965) dalam tafsir *Al-Azhar* menjelaskan bahwa dalam ayat ini dapat mengumpamakan dan membandingkan. Menegakkan dalam ingatan seorang buta dan tuli, bercakap dengan seorang yang terang pendengaran dan jelas penglihatan. Orang buta tidak dapat membedakan warna dan menunjukkan ukuran. Karena alat penglihat untuk pembanding tidak ada. Orang tuli pun demikian pula, suara nyaring atau badak, suara yang jauh atau dekat, tak dapat diperbedakannya. Ini adalah perumpamaan, sebab yang dimaksud dari semua ini ialah orang buta hati dan orang tuli jiwa. Seperti “*Suaramu bisa didengar, kalau yang engkau panggil itu orang hidup. Padahal yang engkau panggil ini sama dengan mati.*”

Lalu datanglah lanjutan ayat, untuk mengajak berpikir, “*Adakah sama keduanya (dalam) perumpamaan?*” Adakah sama orang yang hatinya tertutup dari kebenaran dengan orang yang hatinya terbuka lantaran iman? Adakah sama di antara orang yang datang ke dunia tetapi tidak berbuat jasa yang baik, dengan orang yang hanya sebentar singgah di dunia tetapi memberi nilai hidup yang sebentar itu dengan bekas yang beratus tahun? Jelas tidak sama.

Maka datanglah penutup ayat, berupa pertanyaan juga, “*Adakah kamu tidak hendak ingat?*” Apakah kamu tidak hendak sadar? Apa artinya kamu menjadi manusia yang diberi Allah alat hidup, yaitu akal untuk berpikir, kalau tidak engkau pergunakan dengan baik dalam hidup ini? Sehingga kedatanganmu ke dunia ini hilang percuma.

Ayat-ayat ini memberi tuntunan, supaya beragama hendaklah dengan peringatan dan kesadaran. Dengan berpikir dan menilai, bahwa hidup di dunia ini bukanlah semata-mata untuk makan, minum, dan berkelamin. Karena hidup ini jauh lebih tinggi dari pada itu (Hamka, 1965:36-37).



BAB III PEMBAHASAN

1.1 Model Regresi Linier Berganda

Model regresi dalam pengamatan yang dilakukan merupakan model regresi linier berganda dengan empat variabel bebas, yaitu:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3 \dots n \quad (3.1)$$

dengan:

- Y_i : variabel terikat
- X_i : variabel bebas
- β_0 : parameter konstanta/intersept regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: parameter koefisien regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
- k : banyaknya variabel bebas
- ε_i : variabel *error*/kesalahan regresi, dengan $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma^2)$
- n : banyaknya data observasi

1.2 Identifikasi Model Regresi dengan Adanya Autokorelasi

Dari model regresi linier berganda pada persamaan (3.1) dapat dijabarkan untuk setiap pengamatan sebagai berikut:

$$\text{Pengamatan 1} : Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 1} + \beta_2 X_{2\ 1} + \beta_3 X_{3\ 1} + \beta_4 X_{4\ 1} + \varepsilon_1$$

$$\text{Pengamatan 2} : Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 2} + \beta_2 X_{2\ 2} + \beta_3 X_{3\ 2} + \beta_4 X_{4\ 2} + \varepsilon_2$$

$$\text{Pengamatan 3} : Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ 3} + \beta_2 X_{2\ 3} + \beta_3 X_{3\ 3} + \beta_4 X_{4\ 3} + \varepsilon_3$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$\text{Pengamatan } n : Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{1\ n} + \beta_2 X_{2\ n} + \beta_3 X_{3\ n} + \beta_4 X_{4\ n} + \varepsilon_n$$

dengan asumsi:

1. Nilai rata-rata harapan variabel *error* sama dengan nol atau $E(\varepsilon) = 0$
2. Memiliki *error* yang bersifat homoskedastisitas, yaitu:

$$\text{var}(\varepsilon_j) = \sigma^2, \quad i = j$$

3. Terdapat autokorelasi atau korelasi nyata antar variabel *error* yaitu:

$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j) \neq 0, \quad i \neq j$$

4. Variabel *error* berdistribusi normal, yaitu:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

1.3 Uji Durbin-Watson

Uji ini dikemukakan oleh statistikawan J. Durbin dan G.S. Watson, sehingga uji ini dikenal dengan nama uji Durbin-Watson. Uji ini hanya digunakan untuk autokorelasi tingkat satu (*first order autoregressive*) yang mengambil bentuk:

$$\varepsilon_i = \rho \varepsilon_{i-1} + v_i \quad (3.2)$$

1.3.1 Menentukan *Error* dari Model Regresi

Model regresi secara umum:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad (3.2)$$

bila pengamatan mengenai Y, X_1, X_2, \dots, X_k dinyatakan masing-masing

dengan $Y_i, X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$ dan *error* nya ε_i .

Maka persamaan dapat dituliskan sebagai:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

apabila dinyatakan dalam bentuk matriks

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

misalkan:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix}, \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Persamaan dapat dinyatakan sebagai:

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

sehingga

$$\varepsilon = X\beta - Y \quad (3.3)$$

dari ε yang diperoleh akan dilanjutkan untuk menghitung nilai d (Durbin-Watson).

1.3.2 Menghitung Nilai d Durbin-Watson

Uji Durbin-Watson merupakan suatu proses metode Durbin-Watson dalam menguji autokorelasi. Metode ini digunakan untuk *error* pada model autokorelasi tingkat satu (*first order autoregressive*), yaitu kesalahan *error* (ε) pada satu periode sebelumnya. Adapun statistik d Durbin-Watson didefinisikan sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (3.4)$$

$$= \frac{\sum_{i=2}^n \varepsilon_i^2 + \sum_{i=2}^n \varepsilon_{i-1}^2 - 2 \sum_{i=2}^n \varepsilon_i \varepsilon_{i-1}}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}$$

dengan:

ε_i : residual atau *error* dari model regresi

ε_{i-1} : residual atau *error* sebelumnya

jika dijabarkan dalam bentuk aljabar sebagai berikut:

$$\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2 = (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_2)^2 + \dots + (\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1})^2$$

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2$$

dan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2 = [(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad (\varepsilon_3 - \varepsilon_2) \quad \dots \quad (\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1})] \begin{bmatrix} \varepsilon_2 - \varepsilon_1 \\ \varepsilon_3 - \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n - \varepsilon_{n-1} \end{bmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = [\varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 \quad \dots \quad \varepsilon_n] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Nilai statistik d (Durbin-Watson) diperoleh dari hubungan *error* satu dengan *error* yang lainnya (tiap pengukuran observasi). Artinya kesalahan pengukuran salah satu observasi bergantung pada kesalahan observasi berikutnya atau sebelumnya. Kesalahan pada periode i ditulis (ε_i) bergantung pada kesalahan pada periode sebelumnya $i-1$ ditulis (ε_{i-1}) .

1.3.3 Mendapatkan Nilai Kritis

Setelah nilai statistik d Durbin-Watson diketahui, maka selanjutnya akan dibandingkan dengan batas atas atau *upper bound* (d_U) dan batas bawah atau *lower bound* (d_L), untuk dapat mengambil keputusan tentang ada tidaknya autokorelasi. Sehingga jika ukuran sampel tertentu (n) dan banyaknya variabel (k) diketahui maka nilai kritis d_L dan d_U dapat dicari dalam tabel Durbin-Watson yang terdapat pada lampiran 1.

1.3.4 Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan digunakan untuk menentukan ada tidaknya autokorelasi, setelah nilai d Durbin-Watson diketahui, kemudian dibandingkan dengan nilai-nilai kritis d_L dan d_U . Maka dapat diambil keputusan bahwa terdapat autokorelasi atau tidak dengan hipotesa dibawah ini:

a. Jika hipotesa H_0 adalah bahwa tidak ada autokorelasi positif, maka

$$d < d_L \quad : \text{menolak } H_0$$

$$d < d_U \quad : \text{tidak menolak } H_0$$

$$d_L \leq d \leq d_U \quad : \text{pengujian tidak meyakinkan}$$

b. Jika hipotesa H_0 adalah bahwa tidak ada autokorelasi negatif, maka

$$d > 4 - d_L \quad : \text{menolak } H_0$$

$$d > 4 - d_U \quad : \text{tidak menolak } H_0$$

$$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L \quad : \text{pengujian tidak meyakinkan}$$

c. Jika hipotesa H_0 adalah dua-ujung, bahwa tidak ada autokorelasi positif maupun negatif, maka

$$d < d_L \quad : \text{menolak } H_0$$

$$d > 4 - d_L \quad : \text{menolak } H_0$$

$$d_U < d < 4 - d_U \quad : \text{tidak menolak } H_0$$

atau jika $d_L \leq d \leq d_U$ dan $4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$, maka pengujian tidak meyakinkan.

Meskipun uji Durbin-Watson ini relatif mudah, tetapi ada beberapa kelemahannya, yaitu jika jatuh ke dalam daerah meragukan atau daerah tidak meyakinkan. Maka tidak dapat menyimpulkan apakah autokorelasi ada atau tidak.

1.4 Uji Breusch-Godfrey

Nama lain uji Breusch-Godfrey adalah *Lagrange-Multiplier* (Pengganda Lagrange) ditemukan oleh Breusch (1978) dan Godfrey (1978), sehingga uji ini dikenal dengan nama Uji Breusch-Godfrey. Uji ini biasanya lebih tepat bila sampel yang digunakan relatif besar dan derajat autokorelasinya lebih dari satu. Seperti dalam bentuk di bawah ini:

$$\varepsilon_i = \rho_1 \varepsilon_{i-1} + \rho_2 \varepsilon_{i-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{i-p} + v_i \quad (3.5)$$

1.4.1 Meregresikan *Error* yang diperoleh dari regresi

Setelah mendapatkan *error* seperti pada persamaan (3.3), kemudian uji Breusch-Godfrey dilakukan dengan meregresikan variabel *error* ε_i menggunakan *autoregressive model* orde ρ atau AR(ρ):

$$\varepsilon_i = \rho_1 \varepsilon_{i-1} + \rho_2 \varepsilon_{i-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{i-p} + v_i$$

dimana:

ε_i : residual atau *error* dari model regresi

ε_{i-1} : residual atau *error* sebelumnya

ρ : koefisien autokorelasi

v_i : *error* dari residual (ε_i)

dalam notasi matriks dapat diperoleh dengan cara:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \varepsilon_{2-1} & 0 & \cdots & \varepsilon_{2-p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \varepsilon_{n-1} & \varepsilon_{n-2} & \cdots & \varepsilon_{n-p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

sehingga

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \rho_1 \varepsilon_1 \\ \rho_1 \varepsilon_2 + \rho_2 \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \rho_n \varepsilon_{n-1} + \rho_2 \varepsilon_{n-2} + \cdots + \rho_p \varepsilon_{n-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

maka

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \rho_1 \varepsilon_1 \\ \rho_1 \varepsilon_2 + \rho_2 \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \rho_n \varepsilon_{n-1} + \rho_2 \varepsilon_{n-2} + \cdots + \rho_p \varepsilon_{n-p} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

dan untuk mencari nilai ρ , dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\sum \varepsilon_i \varepsilon_{i-1}}{\sum \varepsilon_i^2} \quad (3.6)$$

dimana:

ε_i : residual atau *error* dari model regresi

ε_{i-1} : residual atau *error* sebelumnya

1.4.2 Pengambilan Keputusan

Dalam mengambil keputusan pada uji Breusch-Godfrey ini dengan hipotesa nol H_0 adalah $\rho_1 = \rho_2 = \cdots = \rho_p = 0$, dimana koefisien *autoregressive* secara simultan sama dengan nol,

menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada setiap orde. Hasil dari uji Breusch-Godfrey disebut dengan χ^2 hitung. Maka untuk menentukan ada tidaknya autokorelasi secara manual, jika χ^2 hitung lebih besar dari χ^2 tabel, maka dapat menolak hipotesis nol yang menyatakan bahwa tidak ada autokorelasi dalam model. Selain itu, dapat juga dilihat dari nilai probabilitasnya, dimana bila nilai probabilitasnya lebih besar daripada $\alpha = 0.05$ maka menunjukkan bahwa tidak mengandung masalah autokorelasi dan sebaliknya.

Untuk mendeteksi adanya autokorelasi dengan membandingkan nilai χ^2 hitung dengan χ^2 tabel, yaitu:

- a. Jika nilai χ^2 hitung $>$ χ^2 tabel, berarti ada autokorelasi
- b. Jika nilai χ^2 hitung $<$ χ^2 tabel, berarti tidak ada autokorelasi.

1.5 Aplikasi Uji Durbin-Watson dan Uji Breusch-Godfrey pada Data

Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang teori yang telah diuraikan, maka akan disajikan contoh data yang mengandung autokorelasi yang akan diuji dengan metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey.

Data yang digunakan dalam aplikasi ini adalah kasus permintaan ayam di AS selama periode 1960-1982 (Gujarati, 1995:228).

Tabel 3.1: Permintaan Ayam di AS

Tahun	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1960	27.8	397.5	42.2	50.7	78.3
1961	29.9	413.3	38.1	52	79.2
1962	29.8	439.2	40.3	54	79.2
1963	30.8	459.7	39.5	55.3	79.2
1964	31.2	492.9	37.7	54.7	77.4
1965	33.3	529.6	38.1	63.7	80.2
1966	35.6	560.3	39.3	69.8	80.4
1967	36.4	624.6	37.8	65.9	83.9
1968	36.7	666.4	38.4	64.5	85.5
1969	38.4	717.8	40.1	70	93.7
1970	40.4	768.2	38.6	73.2	106.1
1971	40.3	843.3	39.8	67.8	104.8
1972	41.8	911.6	39.7	79.1	114
1973	40.4	931.1	52.1	95.4	124.1
1974	40.7	1021.5	48.9	94.2	127.6
1975	40.1	1165.9	58.3	123.5	142.9
1976	42.7	1349.6	57.9	129.9	143.6
1977	44.1	1449.4	56.5	117.6	139.2
1978	46.7	1575.5	63.7	130.9	165.5
1979	50.6	1759.1	61.6	129.8	203.3
1980	50.1	1994.2	58.9	128	219.6
1981	51.7	2258.1	66.4	141	221.6
1982	52.9	2478.7	70.4	168.2	232.6

Sumber: Gujarati (1995:228)

dengan:

 Y = konsumsi ayam perkapita X_1 = pendapatan riil perkapita

X_2 = harga ayam eceran per unit

X_3 = harga babi eceran per unit

X_4 = harga sapi eceran per unit

1.5.1 Estimasi Parameter Regresi Linier Berganda dengan OLS

Dari data pada tabel (3.1), akan dibentuk ke model persamaan linier berganda $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i$, dan nilai dari koefisien $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, dan β_4 akan diestimasi dengan menggunakan metode OLS. Perhitungan dilakukan dengan perhitungan manual dan dibantu dengan program *Eviews 4.1*. Berikut merupakan data yang sudah diberikan nilai yang akan digunakan dalam perhitungan mencari koefisien-koefisien dari model regresi akan diberikan pada lampiran 2.

Sesuai persamaan (3.1), persamaan regresi linier berganda, dapat disederhanakan menjadi $Y = X\beta + \varepsilon$ yang diestimasi menggunakan OLS diperoleh $\hat{\beta}_{OLS} = (X^T X)^{-1} X^T Y$, inilah yang akan digunakan untuk mengetahui koefisien regresi linier berganda $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$.

Jika semua variabel diukur dengan nominalnya dan berdasarkan data pada tabel (3.1), maka:

$$Y = \begin{bmatrix} 278 \\ 299 \\ 298 \\ \vdots \\ 529 \end{bmatrix} \text{ dan transposnya } Y^T = [278 \quad 299 \quad 298 \quad \dots \quad 529]$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 39.5 & 42.2 & 50.7 & 78.3 \\ 1 & 41.3 & 38.1 & 52 & 79.2 \\ 1 & 43.2 & 40.3 & 54 & 79.2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 247.3 & 70.4 & 168.2 & 232.6 \end{bmatrix}$$

dan transposnya,

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 397.5 & 413.3 & 439.2 & \dots & 2475.7 \\ 42.2 & 38.1 & 40.3 & \dots & 70.4 \\ 50.7 & 52 & 54 & \dots & 168.2 \\ 78.3 & 79.2 & 79.2 & \dots & 232.6 \end{bmatrix}$$

sehingga diperoleh:

$$X^T X = \begin{bmatrix} 23 & 23807 & 1104 & 2079 & 2862 \\ 23807 & 3039449 & 12823619073 & 66 & 3652384 \\ 1104 & 1283395701 & 108150 & 149054 \\ 2079 & 2610361608150 & 21525396252 \\ 2862 & 3652381449054 & 29631414456 \end{bmatrix}$$

dan nilai dari $(X^T X)^{-1}$ adalah:

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 3.764404 & 0.001890 & -0.123424 & 0.021368 & -0.013534 \\ 0.002003 & 4.080270^6 & 4.531750^5 & -3.822080^5 & -5.639480^5 \\ -0.12058 & 6.149410^5 & 0.007140 & -0.002117 & -0.000676 \\ 0.020088 & 4.160580^5 & -0.002132 & 0.001067 & 0.000232 \\ -0.01464 & 6.540480^5 & -0.000590 & 0.000188 & 0.000670 \end{bmatrix}$$

$$X^T Y = \begin{bmatrix} 919 \\ 10549 \\ 45749 \\ 88754 \\ 122809 \end{bmatrix} \begin{matrix} 33 \\ 3 \\ 9 \\ 4 \\ 9 \end{matrix}$$

Nilai dari koefisien-koefisien $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$ dalam model regresi

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i \text{ dengan metode OLS.}$$

diperoleh dengan $\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y$, yaitu:

$$\begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 368.5581 \\ 0.016093 \\ -0.318131 \\ 0.024713 \\ -0.003111 \end{bmatrix}$$

Sehingga persamaan yang terbentuk dari data yang ada dan diestimasi menggunakan metode OLS adalah:

$$Y = 368.5581 + 0.016093X_1 - 0.318131X_2 + 0.024713X_3 - 0.003111X_4$$

dan untuk mendapatkan nilai *error*, seperti pada persamaan (3.3) yaitu:

$$\varepsilon = X\beta - Y$$

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30.370 \\ -13.683 \\ -11.902 \\ \vdots \\ -48.822 \end{bmatrix}$$

1.5.2 Uji Durbin-Watson

Model regresi di atas yang diperoleh berdasarkan metode OLS akan dipastikan apakah terdapat autokorelasi atau tidak, dengan menggunakan uji Durbin-Watson, yaitu:

$$\begin{aligned} \sum_{i=2}^n \varepsilon_i^2 &= 7711.35 \\ \sum_{i=2}^n \varepsilon_i \varepsilon_{i-1} &= 3687.97 \\ \sum_{i=2}^n \varepsilon_{i-1}^2 &= 6250.09 \\ \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= 8633.69 \end{aligned}$$

dengan menggunakan rumus pada persamaan (3.4), sebagai berikut:

$$\begin{aligned} d &= \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} = \frac{\sum_{i=2}^n \varepsilon_i^2 + \sum_{i=2}^n \varepsilon_{i-1}^2 - 2 \sum_{i=2}^n \varepsilon_i \varepsilon_{i-1}}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \\ &= \frac{7711.35 + 6250.09 - 2(3687.97)}{8633.69} \\ &= 0.763 \end{aligned}$$

dari tabel Durbin-Watson dapat diketahui bahwa untuk $n = 23$ dan $k = 4$ didapatkan batas bawah dan batas atas pada tingkat signifikansi 5% sebagai berikut:

$$d_L = 0,986 \text{ dan } d_U = 1,785$$

Sehingga didapatkan perbandingan berikut:

$$0 < d = 0,763 < d_L = 0,986$$

dan dapat disimpulkan bahwa ada autokorelasi positif pada model regresi.

1.5.3 Uji Breusch-Godfrey

Uji Breusch-Godfrey dilakukan dengan meregresikan variabel pengganggu (*error*) dengan menggunakan *autoregressive model* orde ρ atau $AR(\rho)$:

$$\varepsilon_i = \rho_1 \varepsilon_{i-1} + \rho_2 \varepsilon_{i-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{i-p} + v_i$$

dalam notasi matriks dapat diperoleh dengan cara:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \rho_1 \varepsilon_1 \\ \rho_1 \varepsilon_2 + \rho_2 \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \rho_n \varepsilon_{n-1} + \rho_2 \varepsilon_{n-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{n-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

sehingga

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \rho_1 \varepsilon_1 \\ \rho_1 \varepsilon_2 + \rho_2 \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \rho_n \varepsilon_{n-1} + \rho_2 \varepsilon_{n-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{n-p} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

dimana

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30.370 \\ -13.683 \\ -11.902 \\ \vdots \\ -48.822 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \rho_1 \varepsilon_{i-1} \\ \rho_2 \varepsilon_{i-2} \\ \rho_3 \varepsilon_{i-3} \\ \vdots \\ \rho_{23} \varepsilon_{i-23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -67.404 \\ -15.731 \\ \vdots \\ -0.001 \end{bmatrix}$$

maka

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \rho_1 \varepsilon_{i-1} \\ \rho_2 \varepsilon_{i-2} \\ \rho_3 \varepsilon_{i-3} \\ \vdots \\ \rho_{23} \varepsilon_{i-23} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 \\ -67.684 \\ -15.731 \\ \vdots \\ -0.001 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -30.370 \\ -13.683 \\ -11.902 \\ \vdots \\ -48.822 \end{bmatrix} \\ &= 7.862 \end{aligned}$$

Nilai χ^2 hitung sebesar 7.862 dan χ^2 tabel sebesar 7.815.

Karena $7.862 > 7.815$, maka χ^2 hitung lebih besar dari χ^2 tabel, yang menyatakan bahwa model mengandung masalah autokorelasi. Selain itu, dengan menggunakan program *Eviews 4.1*, nilai *probability* adalah 0.01. Dimana jika nilai *probability* lebih kecil dari $\alpha = 0.05$, maka model mengandung masalah autokorelasi.

Bila nilai probability $\chi^2 > \alpha = 0.05$, berarti tidak ada autokorelasi

Bila nilai probability $\chi^2 < \alpha = 0.05$, berarti ada autokorelasi.

Sehingga dapat dibandingkan uji autokorelasi metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Uji Autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey

Durbin-Watson	Breusch-Godfrey
0.763	0.01

Dari kedua metode tersebut, metode Durbin-Watson menghasilkan nilai $d = 0.763$ dan nilai kritis 0.986 sehingga terdapat selisih 0.223. Sedangkan metode Breusch-Godfrey menghasilkan nilai probability χ^2 0.01 dan nilai kritis 0.05 sehingga terdapat selisih 0.04. Oleh karena itu, dapat dibandingkan dari kedua metode tersebut bahwa dalam ketelitian menguji autokorelasi, metode Breusch-Godfrey lebih mendekati dalam menguji adanya autokorelasi.

1.6 Analogi Dua Perbandingan

Allah SWT telah memberikan gambaran jelas dalam kitab Nya, bagaimana membandingkan suatu hal yang baik dan yang buruk, seperti dalam salah satu firman Nya surat Huud ayat 24. Surat Huud membandingkan orang-orang kafir seperti orang buta dan tuli dan orang-orang mukmin seperti orang yang dapat melihat dan dapat mendengar. Allah menyebutkan orang-orang mukmin dan mensifati mereka sebagai orang-

orang yang beriman dan beramal shalih serta tunduk kepada Tuhan mereka. Allah mensifati mereka dengan ibadah *zhahir* dan *bathin*. Kemudian Allah menjadikan salah satu pihak seperti orang buta dan tuli, buta hatinya sehingga tidak dapat melihat kebenaran, dan juga tuli yang tidak dapat mendengar kebenaran Nya. Allah mengumpamakan orang kafir seperti orang buta yang tidak dapat melihat, seperti orang tuli yang tidak dapat mendengar suara. Sementara pihak lain dapat melihat dengan hati dan matanya serta dapat mendengar dengan telinganya. Pada hakikatnya kedua golongan tersebut merupakan insan ciptaan Allah SWT, namun berbeda dari segi keadaan dan sifatnya.

Penjelasan dari surat Huud tersebut menginspirasi penulis untuk menganalogikan ayat tersebut dengan dua metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey dalam menguji autokorelasi. Dua metode tersebut merupakan metode yang mempunyai tujuan dan misi yang sama yaitu melakukan uji ada tidaknya autokorelasi. Dari kedua metode tersebut, dapat dibandingkan bahwa metode Breusch-Godfrey lebih mendekati dalam menguji adanya autokorelasi. Seperti halnya Allah membandingkan orang-orang kafir dan orang-orang mukmin. Dimana orang buta dan tuli dengan orang yang dapat melihat dan dapat mendengar itu berbeda. Demikian juga pada metode Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey, tingkat ketelitian dalam menguji autokorelasi yang dihasilkan juga berbeda. Metode Breusch-Godfrey lebih mendekati dibandingkan dengan metode Durbin-Watson.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Perbandingan dari uji autokorelasi Durbin-Watson dan Breusch-Godfrey pada data model regresi linier berganda yaitu metode Durbin-Watson menghasilkan nilai $d = 0.763$ dan nilai kritis 0.986 sehingga terdapat selisih 0.223. Sedangkan metode Breusch-Godfrey menghasilkan nilai probability χ^2 0.019 dan nilai kritis 0.05 sehingga terdapat selisih 0.04. Oleh karena itu, dapat dibandingkan dari kedua metode tersebut bahwa dalam penelitian ini ketelitian menguji autokorelasi, metode Breusch-Godfrey lebih mendekati dalam menguji adanya autokorelasi dari pada metode Durbin-Watson.

4.2 Saran

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan uji autokorelasi menggunakan metode Durbin-Watson dan metode Breusch-Godfrey pada kasus autokorelasi. Untuk penelitian selanjutnya dapat menguji autokorelasi dengan menggunakan metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusysykir. 2007. *Ketika Kyai Mengajar Matematika*. Malang: UIN PRESS.
- Al-Fiqqy, Muhammad Hamid. 2004. *Tafsir Ibnu Qayyim*. Jakarta: Darul Fikr
- Al Qurtubi, Syaikh Imam. 2008. *Al Jami' li Ahkaam Al Qur'an*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Al-Maraghi, Ahmad Musthafa. 1992. *Tafsir Al-Maraghi*. Semarang: CV. Toha Putra Semarang
- Aziz, Abdul. 2007. *Ekonometrika Teori dan Analisis Matematis*. Malang: UIN-Malang Press
- Firdaus, Muhammad. 2004. *Ekonometrika Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Gespers, Vincent. 1991. *Ekonometrika Terapan Dua*. Bandung: Tarsito
- Ghozali, Imam. 2009. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Gujarati, Damodar N. 2004. *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill.
- Gujarati, Damodar N. 2010. *Dasar-dasar Ekonometrika*. (terj. Eugenia Mardanugraha, Sita Wardhani, dan Carlos Mangunsong). Jakarta: Salemba Empat.
- Hamka. 1965. *Tafsir Al-Azhar*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Statistik*. Jakarta: Erlangga
- Hasan, Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: Bumi Aksara
- Iriawan, Nur, dkk. *Mengolah Data Statistik Dengan Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi Offset
- Ja'far Muhammad, Abu. 2009. *Jami' Al Bayan an Ta'wil Ayi Al Qur'an*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Kusrini, Dwi Endah. 2010. *Ekonometrika*. Yogyakarta: ANDI

Lains, Alfian. 2003. *Ekonometrika Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Pustaka LP3ES Indonesia.

Nachrowi, Nachrowi J. 2002. *Penggunaan Tehnik Ekonometrika*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Husada

Supranto, J. 2004. *Ekonometri Buku Kedua*. Jakarta: Ghalia Indonesia

Supranto, J. 2005. *Ekonometrika Buku Satu*. Bogor: Galia Indonesia

Turmudi dan Harini, Sri. 2008. *Metode Statistik Pendekatan Teoritis dan Aplikatif*. Jakarta: UIN-Malang Press



Lampiran 1. Tabel Durbin-Watson, $\alpha = 5\%$

n	k=1		k=2		k=3		k=4		k=5	
	d _L	d _U								
6	0.6102	1.4002								
7	0.6996	1.3564	0.4672	1.8964						
8	0.7629	1.3324	0.5591	1.7771	0.3674	2.2866				
9	0.8243	1.3199	0.6291	1.6993	0.4548	2.1282	0.2957	2.5881		
10	0.8791	1.3197	0.6972	1.6413	0.5253	2.0163	0.3760	2.4137	0.2427	2.8217
11	0.9273	1.3241	0.7580	1.6044	0.5948	1.9280	0.4441	2.2833	0.3155	2.6446
12	0.9708	1.3314	0.8122	1.5794	0.6577	1.8640	0.5120	2.1766	0.3796	2.5061
13	1.0097	1.3404	0.8612	1.5621	0.7147	1.8159	0.5745	2.0943	0.4445	2.3897
14	1.0450	1.3503	0.9054	1.5507	0.7667	1.7788	0.6321	2.0296	0.5052	2.2959
15	1.0770	1.3605	0.9455	1.5432	0.8140	1.7501	0.6852	1.9774	0.5620	2.2198
16	1.1062	1.3709	0.9820	1.5386	0.8572	1.7277	0.7340	1.9351	0.6150	2.1567
17	1.1330	1.3812	1.0154	1.5361	0.8968	1.7101	0.7790	1.9005	0.6641	2.1041
18	1.1576	1.3913	1.0461	1.5353	0.9331	1.6961	0.8204	1.8719	0.7098	2.0600
19	1.1804	1.4012	1.0743	1.5355	0.9666	1.6851	0.8588	1.8482	0.7523	2.0226
20	1.2015	1.4107	1.1004	1.5367	0.9976	1.6763	0.8943	1.8283	0.7918	1.9908
21	1.2212	1.4200	1.1246	1.5385	1.0262	1.6694	0.9272	1.8116	0.8286	1.9635
22	1.2395	1.4289	1.1471	1.5408	1.0529	1.6640	0.9578	1.7974	0.8629	1.9400
23	1.2567	1.4375	1.1682	1.5435	1.0778	1.6597	0.9864	1.7855	0.8949	1.9196
24	1.2728	1.4458	1.1878	1.5464	1.1010	1.6565	1.0131	1.7753	0.9249	1.9018
25	1.2879	1.4537	1.2063	1.5495	1.1228	1.6540	1.0381	1.7666	0.9530	1.8863
26	1.3022	1.4614	1.2236	1.5528	1.1432	1.6523	1.0616	1.7591	0.9794	1.8727
27	1.3157	1.4688	1.2399	1.5562	1.1624	1.6510	1.0836	1.7527	1.0042	1.8608
28	1.3284	1.4759	1.2553	1.5596	1.1805	1.6503	1.1044	1.7473	1.0276	1.8502
29	1.3405	1.4828	1.2699	1.5631	1.1976	1.6499	1.1241	1.7426	1.0497	1.8409
30	1.3520	1.4894	1.2837	1.5666	1.2138	1.6498	1.1426	1.7386	1.0706	1.8326
31	1.3630	1.4957	1.2969	1.5701	1.2292	1.6500	1.1602	1.7352	1.0904	1.8252
32	1.3734	1.5019	1.3093	1.5736	1.2437	1.6505	1.1769	1.7323	1.1092	1.8187
33	1.3834	1.5078	1.3212	1.5770	1.2576	1.6511	1.1927	1.7298	1.1270	1.8128
34	1.3929	1.5136	1.3325	1.5805	1.2707	1.6519	1.2078	1.7277	1.1439	1.8076
35	1.4019	1.5191	1.3433	1.5838	1.2833	1.6528	1.2221	1.7259	1.1601	1.8029
36	1.4107	1.5245	1.3537	1.5872	1.2953	1.6539	1.2358	1.7245	1.1755	1.7987
37	1.4190	1.5297	1.3635	1.5904	1.3068	1.6550	1.2489	1.7233	1.1901	1.7950
38	1.4270	1.5348	1.3730	1.5937	1.3177	1.6563	1.2614	1.7223	1.2042	1.7916
39	1.4347	1.5396	1.3821	1.5969	1.3283	1.6575	1.2734	1.7215	1.2176	1.7886
40	1.4421	1.5444	1.3908	1.6000	1.3384	1.6589	1.2848	1.7209	1.2305	1.7859
41	1.4493	1.5490	1.3992	1.6031	1.3480	1.6603	1.2958	1.7205	1.2428	1.7835
42	1.4562	1.5534	1.4073	1.6061	1.3573	1.6617	1.3064	1.7202	1.2546	1.7814
43	1.4628	1.5577	1.4151	1.6091	1.3663	1.6632	1.3166	1.7200	1.2660	1.7794
44	1.4692	1.5619	1.4226	1.6120	1.3749	1.6647	1.3263	1.7200	1.2769	1.7777
45	1.4754	1.5660	1.4298	1.6148	1.3832	1.6662	1.3357	1.7200	1.2874	1.7762
46	1.4814	1.5700	1.4368	1.6176	1.3912	1.6677	1.3448	1.7201	1.2976	1.7748
47	1.4872	1.5739	1.4435	1.6204	1.3989	1.6692	1.3535	1.7203	1.3073	1.7736
48	1.4928	1.5776	1.4500	1.6231	1.4064	1.6708	1.3619	1.7206	1.3167	1.7725
49	1.4982	1.5813	1.4564	1.6257	1.4136	1.6723	1.3701	1.7210	1.3258	1.7716
50	1.5035	1.5849	1.4625	1.6283	1.4206	1.6739	1.3779	1.7214	1.3346	1.7708
51	1.5086	1.5884	1.4684	1.6309	1.4273	1.6754	1.3855	1.7218	1.3431	1.7701
52	1.5135	1.5917	1.4741	1.6334	1.4339	1.6769	1.3929	1.7223	1.3512	1.7694
53	1.5183	1.5951	1.4797	1.6359	1.4402	1.6785	1.4000	1.7228	1.3592	1.7689
54	1.5230	1.5983	1.4851	1.6383	1.4464	1.6800	1.4069	1.7234	1.3669	1.7684
55	1.5276	1.6014	1.4903	1.6406	1.4523	1.6815	1.4136	1.7240	1.3743	1.7681
56	1.5320	1.6045	1.4954	1.6430	1.4581	1.6830	1.4201	1.7246	1.3815	1.7678
57	1.5363	1.6075	1.5004	1.6452	1.4637	1.6845	1.4264	1.7253	1.3885	1.7675
58	1.5405	1.6105	1.5052	1.6475	1.4692	1.6860	1.4325	1.7259	1.3953	1.7673
59	1.5446	1.6134	1.5099	1.6497	1.4745	1.6875	1.4385	1.7266	1.4019	1.7672
60	1.5485	1.6162	1.5144	1.6518	1.4797	1.6889	1.4443	1.7274	1.4083	1.7671
61	1.5524	1.6189	1.5189	1.6540	1.4847	1.6904	1.4499	1.7281	1.4146	1.7671
62	1.5562	1.6216	1.5232	1.6561	1.4896	1.6918	1.4554	1.7288	1.4206	1.7671

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Lampiran 3. Hasil Program *Eviews 4.0*

Durbin-Watson

Dependent Variable: Y
 Method: Least Squares
 Date: 03/31/12 Time: 18:59
 Sample: 1 23
 Included observations: 23

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	368.5581	40.29722	9.145991	0.0000
X1	0.016093	0.002333	6.898939	0.0000
X2	-0.318131	0.145779	-2.182285	0.0426
X3	0.024713	0.013291	1.859298	0.0794
X4	-0.003111	0.023226	-0.133927	0.8949
R-squared	0.927808	Mean dependent var		396.6957
Adjusted R-squared	0.911765	S.D. dependent var		73.72950
S.E. of regression	21.90091	Akaike info criterion		9.200594
Sum squared resid	8633.698	Schwarz criterion		9.447440
Log likelihood	-100.8068	F-statistic		57.83342
Durbin-Watson stat	0.762747	Prob(F-statistic)		0.000000

Breusch-Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	4.154675	Probability	0.035219
Obs*R-squared	7.861791	Probability	0.019626

Test Equation:

Dependent Variable: RESID
 Method: Least Squares
 Date: 03/31/12 Time: 19:14

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-26.99414	37.45278	-0.720751	0.4815
X1	-0.001705	0.002125	-0.802421	0.4341
X2	0.134285	0.139972	0.959375	0.3516
X3	-0.010385	0.012568	-0.826304	0.4208
X4	-0.011550	0.021971	-0.525677	0.6063
RESID(-1)	0.842817	0.340168	2.477648	0.0248
RESID(-2)	-0.084337	0.344499	-0.244811	0.8097
R-squared	0.341817	Mean dependent var		-1.67E-14
Adjusted R-squared	0.094998	S.D. dependent var		19.81012
S.E. of regression	18.84568	Akaike info criterion		8.956234
Sum squared resid	5682.553	Schwarz criterion		9.301820
Log likelihood	-95.99670	F-statistic		1.384892
Durbin-Watson stat	1.462425	Prob(F-statistic)		0.279662

Lampiran 2. Hasil Program Excel

Y	X1	X2	X3	X4	b0	b1	b2	b3	b4	Y topi	ei	ei-1	(ei-ei-1)^2
27,8	397,5	42,2	50,7	78,3	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,00311	308,370071	-30,37007	0	922,341212
29,9	413,3	38,1	52	79,2	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,00311	312,683722	-13,68372	-30,3700	278,434242
29,8	439,2	40,3	54	79,2	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,00311	309,902353	-11,90235	-13,68372	3,17327551
30,8	459,7	39,5	55,3	79,2	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	328,078253	-20,07825	-11,90235	66,8453408
31,2	492,9	37,7	54,7	77,4	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	339,055207	-27,05520	-20,07825	48,6778173
33,3	529,6	38,1	63,7	80,2	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	345,825876	-12,82587	-27,05520	202,473860
35,6	560,3	39,3	69,8	80,4	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	348,450126	7,549874	-12,82587	415,171188
36,4	624,6	37,8	65,9	83,9	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	362,497198	1,502802	7,549874	36,5670797
36,7	666,4	38,4	64,5	85,5	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	366,919528	0,080472	1,502802	2,02302262
38,4	717,8	40,1	70	93,7	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	355,318026	28,68197	0,080472	818,045916
40,4	768,2	38,6	73,2	106,1	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	384,175105	19,82489	28,68197	78,4478484
40,3	843,3	39,8	67,8	104,8	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	391,149317	11,85068	19,82489	63,5880570
41,8	911,6	39,7	79,1	114	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	408,15721	9,84279	11,85068	4,03163429
40,4	931,1	52,1	95,4	1241	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	372,369223	31,63077	9,84279	474,716377
40,7	1021,5	48,9	94,2	1276	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	396,692046	10,30795	31,63077	454,662780
40,1	1165,9	58,3	123,5	1429	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	396,79095	4,20905	10,30795	37,19663
42,7	1349,6	57,9	129,9	1436	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	429,18617	-2,18617	4,20905	40,8988388
44,1	1449,4	56,5	117,6	1392	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	446,798003	-5,798003	-2,18617	13,0453376
46,7	1575,5	63,7	130,9	1655	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	446,65448	20,34552	-5,798003	683,483794
50,6	1759,1	61,6	129,8	2033	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	481,434178	24,56582	20,34552	17,8109489
50,1	1994,2	58,9	128	2196	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	498,437055	2,562945	24,56582	484,126596
51,7	2258,1	66,4	141	2216	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	517,305706	-0,305706	2,562945	8,22915856
52,9	2478,7	70,4	168,2	2326	368,558	0,01609	-0,318131	0,024713	-0,003111	577,822147	-48,82214	-0,305706	2353,84504

ei^2	$ei*ei-1$	$(ei-1)^2$	ρ	$\rho*ei-1$	Vi
922,3412125	0	0	0	0	30,370071
187,2442478	415,5756087	922,3412125	2,219430576	-67,40426417	-53,72054217
141,6660069	162,8684896	187,2442478	1,14966528	-15,73170009	-3,829347091
403,1362435	238,9784548	141,6660069	0,592798238	-7,055693886	13,02255911
731,9842258	543,2214264	403,1364443	0,742121766	-14,90051229	12,15469471
164,5030952	347,0067301	731,9842258	2,109423715	-57,07089526	-44,24501926
57,00059742	-96,8337477	164,5030952	-1,69881987	21,78885305	14,23897905
2,258413851	11,34596575	57,00059742	5,023864754	37,92954589	36,42674389
0,006475743	0,120933483	2,258413851	18,67484342	28,06459205	27,98412005
822,6556325	2,308095812	0,006475743	0,002805665	0,000225777	-28,68174822
393,0264618	568,6171229	822,6556325	1,446765494	41,49609027	21,67119527
140,4386876	234,9385462	393,0264618	1,672890499	33,16487849	21,31419549
96,88051498	116,6437841	140,4386876	1,203996326	14,2681788	4,425388795
1000,506054	311,3350955	96,88051498	0,311177623	3,062855996	-28,567921
106,2539157	326,0485943	1000,506054	3,068579565	97,06155592	86,75360192
17,7161019	43,38669378	106,2539157	2,448997755	25,2441562	21,0351062
4,779339269	-9,20169884	17,7161019	-1,92530773	-8,103716501	-5,917546501
33,61683879	12,67542022	4,779339269	0,377055686	-0,82430783	4,97369517
413,9401841	-117,963386	33,61683879	-0,28497689	1,652296859	-18,69322314
603,4796105	499,8044228	413,9401841	0,828204324	16,85024764	-7,715574364
6,568687073	62,96085067	603,4796105	9,584997727	235,463348	232,900403
0,093456158	-0,78350766	6,568687073	-8,38369217	-21,48694194	-21,18123594
2383,602038	14,92522327	0,093456158	0,006261625	-0,001914216	48,82023278

