KORESKSI *STANDARD ERROR* PARAMETER REGRESI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NEWEY-WEST*

SKRIPSI

Oleh:
LAILIN NURUL HIDAYAH
NIM. 08610036

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

KOREKSI *STANDARD ERROR* PARAMETER REGRESI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NEWEY-WEST*

SKRIPSI

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

Oleh:
LAILIN NURUL HIDAYAH
NIM. 08610036

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

KOREKSI *STANDADR ERROR* PARAMETER REGRESI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NEWEY-WEST*

SKRIPSI

Oleh:
LAILIN NURUL HIDAYAH
NIM. 08610036

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 10 Mei 2012

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Abdul Aziz, M.Si	Abdussakir, M.Pd
NIP. 19760318 200604 1 002	NIP. 19751006 200312 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

KOREKSI *STANDARD ERROR* PARAMETER REGRESI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *NEWEY-WEST*

SKRIPSI

Oleh:
LAILIN NURUL HIDAYAH
NIM. 08610036

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:	Sri Harini, M.Si NIP. 19731014 200112 2 002	....
Ketua Penguji:	Drs. H. Turmudi, M.Si NIP. 19571005 198203 1 006	....
Sekretaris Penguji:	Abdul Aziz, M.Si NIP. 19760318 200604 1 002	....
Anggota Penguji:	Abdussakir, M.Pd NIP. 19751006 200312 1 001	....

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

Abdussakir, M.Pd
NIP.19751006 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LAILIN NURUL HIDAYAH

NIM : 08610036

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

Malang, 31 Mei 2012
Yang membuat pernyataan,

LAILIN NURUL HIDAYAH
NIM. 08610036

MOTTO

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ ١

.....سَيَجۡعَلُ ٱللَّهُ بَعۡدَ عُسۡرٖ يُسۡرٗا ٧

"...kelak Allah akan memberikan kelapangan sesudah kesempitan"
(QS. At-thalaaq:7)

-Ketika dihadapkan pada ribuan kesempatan emas yang tersamarkan dengan baik oleh kesulitan, selalu yakin kesulitan yang menghadang, sebenarnya kesempatan emas untuk kehidupan sukses mendatang-

PERSEMBAHAN

Karya terbaik ini penulis persembahkan kepada:

Bapak Sujoko dan Ibu Pangerti tercinta,

Adik Irfan Fikri Mahira dan Adik Drastia Shidqi Syahida,

Serta Febrian Nur Subhan Fahmy

Terimakasih atas do'a, motivasi, kebersamaan serta dukungan yang selalu diberikan kepada penulis sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini.

:: Semoga terbayarkan dengan "emas" di kehidupan kekal nanti ::

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Tiada ucapan yang lebih utama selain syukur *Alhamdulillah* penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Sempurna, Allah Swt. yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat, karunia serta hidayah-Nya dari segala arah, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus penulisan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah meringankan, menuntun, dan memapah langkah penulis. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman B. Sumitro, SU., DSc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Abdussakir, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim serta sebagai pembimbing dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Atas bimbingan dan saran-saran yang dapat membangun motivasi penulis.

4. Abdul Aziz, M.Si, sebagai pembimbing dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Atas bimbingan, saran, dan kesabarannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah mendidik, membimbing, mengajarkan, dan mencurahkan ilmu-ilmunya kepada penulis.
6. Kepada ibunda dan ayahanda tersayang yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dukungan dan pelajaran hidup yang tidak akan pernah tergantikan dengan apapun, sampai saat ini coretan inilah yang dapat penulis berikan.
7. Adik-adik tersayang Irfan Fikri Mahira dan Drastia Syidqi Syahida yang telah memberikan semangat untuk bisa lebih baik kepada penulis.
8. Febrian Nur Subhan Fahmy yang selalu memberikan motivasi dan dukungan sepanjang perjalanan penulis.
9. Kepada Bu Endah selaku Ibu kos Najma, terimakasih atas doa yang diberikan.
10. Sahabat-sahabat terbaik di kos Najma Dyah Retno Zulianti, Nur Aini Lutfiah, Atik Anjarwati, Indah Ayu Ratna Siwi, Widiawati, Yayuk Nur Khotimah, Diana Nur Septiani, Bentik Setiana, Herdayanti M, Dwi Lestari dan semuanya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas do’a, semangat, kebersamaan, dan kenangan indah selama ini. Persahabatan ini, lukisan terbaik dalam perjalanan hidup penulis.

11. Sahabat-sahabat terbaik sepanjang perjuangan Emilda Fahrunnisa', Saropah, Ida Putri, Yeni Rahmawati, Lailil Wakhidatus, Dewi Kurniasih, Aslihatut Dian Novi, Rosi Alivia serta semua teman-teman Jurusan Matematika khususnya angkatan 2008 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Kebersamaan ini menjadi permata terindah penulis.
12. Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas keikhlasan bantuan moral dan spiritual yang sedah diberikan pada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik dari semua pihak guna kesempurnaan dan kebaikan skripsi ini. Akhirnya semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis juga bagi pembaca. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 31 Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

BAB III PEMBAHASAN

BAB IV PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

DAFTAR SIMBOL

α_0	:	parameter konstanta/intersept regresi *auxiliary* yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$	:	parameter koefisien regresi *auxiliary* yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
ε_i	:	variabel *error* dari model regresi
$\bar{\varepsilon}_i$	:	nilai tengah dari variabel *error*
Y	:	variabel terikat
$\hat{Y}$	:	penaksir dari variabel terikat
X	:	variabel bebas
β_0	:	parameter konstanta/intersept regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$	:	parameter koefisien regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi
$\hat{\beta}$	:	penaksir dari β
$\hat{\beta}^*$	:	penaksir dari β yang memuat autokorelasi
k	:	banyaknya variabel bebas
n	:	banyaknya data observasi
g	:	bilangan bulat mendekati $n^{\frac{1}{4}}$
i	:	indeks observasi
E	:	nilai harapan / *Ekspektasi*
σ^2	:	variansi
D	:	faktor autokorelasi
se_{ols}	:	*standard error* dari estimasi OLS
se_{NW}	:	*standard error* dengan koreksi *Newey-West*

$\hat{\sigma}^2$	:	penaksir dari variansi
$\vec{a}$	:	vector a

ABSTRAK

Hidayah, Lailin Nurul. 2012. **Koreksi Standar Error Parameter Regresi Dengan Menggunakan Metode *Newey-West*.** Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si
(II) Abdussakir, M.Pd

Kata Kunci: model regresi linier berganda, *Ordinary Least Square*, autokorelasi, koreksi, *Newey-West*

Koreksi merupakan hal yang harus dilakukan ketika terdapat suatu kesalahan. Seperti halnya dalam model regresi linier berganda, ketika dilakukan estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) pada model regresi linier berganda dan terjadi kesalahan asumsi dalam model, seperti dilanggarnya asumsi yang mendasari OLS yaitu adanya autokorelasi maka harus dilakukan koreksi pada model. Autokorelasi merupakan hubungan antara *error* satu observasi dengan *error* observasi lainnya. Dengan dilakukan estimasi menggunakan OLS terhadap model yang memuat autokorelasi, akan menjadikan variansi tidak minimum sehingga *standard error* model yang diperoleh tidak lagi sesuai. Koreksi *Newey-West* merupakan suatu metode yang diterapkan dalam situasi dimana asumsi standar analisis regresi tidak berlaku, yaitu autokorelasi dan heteroskedastisitas. *Newey-West* mengoreksi *standard error* dari parameter regresi yang memuat autokorelasi dan memberikan nilai *standard error* yang sesuai dari model regresi yang memuat autokorelasi. Dengan diaplikasikannya metode koreksi *Newey-West* dan estimasi OLS dalam kasus model regresi linier berganda yang memuat autokorelasi, menghasilkan nilai *standard error* yang lebih besar dari nilai *standard error* sebelum dikoreksi karena itulah nilai *standard error* yang sebenarnya dari model. Dengan metode *Newey-West* membuktikan dan menguatkan bahwa metode OLS tidak sesuai jika digunakan pada data yang memuat autokorelasi.

.

ABSTRACT

Hidayah, Lailin Nurul. 2012. **The Standard Error Correction Of The Parameters Regression By Using *Newey-West* Methods.** Thesis. Mathematics Department Faculty of Science and Technology the State of Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.
Advisors: (I) Abdul Aziz, M.Si
(II) Abdussakir, M.Pd

The correction is something to be done when there is a fault. Such as in linear regression models, when Ordinary Least Square estimation (OLS) on multivariate linear regression models and error assumptions occurred in the models, such as the infraction of assumption underlying of OLS that is autocorellation model then it should be done the correction on the model. Autocorrelation is the relationship between error in one observation with other. By doing OLS estimation against a model containing OLS autocorrelation, variance will build no minimum so the standard error of the model is no longer appropriate. Correction of *Newey-West* is a method that is applied in a situation where the standard assumptions of regression analysis does not apply, namely the autocorrelation and heteroscedasticity. *Newey-West* corrects standard error of regression parameter containing autocorrelation and provides standard error value within regression model fits containing autocorrelation. By Applying *Newey-West* correction methods and OLS estimation on the multivariate linier regression case containing autocorellation, yielding the standard error value that greater than the standard error value before correction. Therefor the actual standard error value of the model. By *Newey-West* method, it's proven and streght then methods that OLS OLS is not appropriate if the method use on the data containing autocorrelation.

Keyword: linear regression models, *Ordinary Least Square*, autocorellation, correction, *Newey-West*

الملخص

الهديه. ليل نور.2012 **.معيار معلمات الانحدار خطأ عن طريق تصحيح يو ويس- ويس أسلوب.**
أطروحة. قسمر الرياضيات بكلية العلوم والتكنو لوجيا الد ولة الإسلامية جامعة مولانا الملك ابراهيم مالانغ مشريف: 1. عبد العزيزالماجستير
2. عبد الشكير الماجستير

الكلمات الرئيسية :نموذج الانحدار الخطي متعددة، وأقل العادية سكوير، الارتباط الذاتي، والتصحيح، يو ويس- ويس

التصحيح هو الذي ينبغي القيام به عندما يكون هناك خطأ. فقط كما هو الحال في نماذج الانحدار الخطي متعددة، كما لا المقدرة العادية أقل من ميدان (شريان الحياة) في عدة نماذج الانحدار الخطي والافتراضات في الأخطاء نموذج، مثل انتهاك الافتراضات التي تقوم عليها عملية شريان الحياة وينبغي أن يقوم على تصحيح الارتباط الذاتي على النموذج. الارتباط الذاتي هي العلاقة بين الخطأ من الملاحظة مع خطأ آخر للمراقبة. يقوم باستخدام تقدير عملية شريان الحياة للنموذج يحتوي على الارتباط الذاتي، فإن الفرق لا تجعل الحد الأدنى لذلك أن الخطأ المعياري للنموذج التي تم الحصول عليها لم تعد مناسبة. يو ويس- ويس تصحيح طريقة التي يتم تطبيقها في الحالات التي يكون فيها افتراضات مستوى تحليل الانحدار لا يطبق، وهما الارتباط الذاتي ومتغاير التفاوت. تصحيح يو ويس- ويس الخطأ المعياري للمعلمة الانحدار يحتوي على الارتباط الذاتي وتوفير خطأ المناسبة القياسية لنموذج الانحدار التي تحتوي على الارتباط الذاتي. مع تنفيذ طريقة تصحيح يو ويس- ويس وتقديرات عملية شريان الحياة في حالة تعدد نماذج الانحدار الخطي التي تحتوي على الارتباط الذاتي، قيمة الخطأ هو معيار أكبر من قيمة قبل أن يتم تصحيح الخطأ المعياري للقيمة الفعلية للالخطأ المعياري للنموذج .مع يو ويس- ويس طريقة لإثبات وتأكيد أن أسلوب عملية شريان الحياة ليست مناسبة عند استخدامها في البيانات التي تحتوي على الارتباط الذاتي.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia merupakan makhluk sempurna yang diciptakan oleh Allah. Banyak hal yang dimiliki manusia yang tidak dimiliki makhluk lain. Dengan kesempurnaannya manusia dilahirkan ke bumi dalam keadaan suci tanpa balutan kain dan tanpa balutan dosa. Dalam perjalanan hidup di dunia, tentunya seorang manusia tidak akan lepas dari kesalahan dan dosa sebagai akibat hawa nafsu yang diperturutkan. Selain itu, buah pemikiran yang dihasilkan manusia, yang dibangga-banggakan oleh pemiliknya, tidak jarang yang menyelisihi kebenaran, tidak sedikit yang bertentangan dengan ajaran yang ditetapkan oleh Allah dan Rasul-Nya. Oleh karenanya, seiring waktu yang diberikan Allah kepada manusia di dunia, sepatutnya dipergunakan untuk mengintrospeksi segala perilaku dan pemikiran yang dimiliki, sehingga mendorong manusia untuk mengoreksi diri ke arah yang lebih baik. Sesuai dengan firman Allah dalam Surat Al-Hasyr ayat 18:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ

إِنَّ ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ ١٨

Artinya: *Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah Setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.*

Ayat di atas menjelaskan bahwa umat manusia yang beragama Islam diperintahkan untuk memperhatikan apa yang akan diperbuat untuk kehidupan akhirat kelak. Dengan cara berbuat baik kepada sesama dan menjalankan semua perintahnya. Dalam islam manusia diperintahkan untuk mempersiapkan untuk kehidupan kelak serta memeriksa kembali perbuatan yang telah dilakukan (introspeksi diri). Islam memerintahkan hal yang demikian dengan tujuan agar kehidupan manusia lebih baik lagi dalam kehidupan dunia serta sukses dalam kehidupan akhiratnya.

Manusia tempatnya salah dan lupa, maka hendaklah manusia memperbaiki atau mengkoreksi segala sesuatunya jika ada yang salah ataupun tidak sesuai dengan ajaran islam. Tidak hanya di dalam kehidupan kita, dalam segala ilmu pun juga berlaku hal yang sama. Tidak terkecuali di dalam matematika, statistika dan ekonomi. Koreksi juga akan digunakan jika asumsi-asumsi dalam penaksiran model regresi linier berganda dilanggar. Model regresi merupakan ketergantungan dari satu variabel yang disebut variabel tak bebas, pada satu atau lebih variabel, yaitu variabel yang menerangkan dengan tujuan untuk memperkirakan atau meramalkan nilai rata-rata dari variabel tidak bebas apabila nilai variabel yang menerangkan sudah diketahui. Variabel yang menerangkan sering disebut variabel bebas (Supranto, 2005:36).

Koreksi akan dilakukan jika model regresi dengan estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) melanggar asumsi-asumsi yang sudah ada sehingga taksiran parameter (penaksir) bersifat *Best Linear Unbiased Estimator*

(BLUE). OLS merupakan suatu metode yang sering digunakan oleh para ilmuwan atau peneliti dalam proses penghitungan suatu persamaan regresi sederhana.

Kriteria suatu penaksir agar bersifat BLUE salah satunya adalah tidak adanya autokorelasi atau korelasi serial. Autokorelasi diartikan sebagai korelasi antara anggota seri observasi yang disusun menurut urutan waktu atau korelasi dengan dirinya sendiri (Supranto, 2004:82). Autokorelasi terjadi pada data yang bersifat seri waktu atau lintas sektoral. Sehingga para peneliti harus pandai-pandai mengetahui jenis data yang diteliti dan perlakuan apa yang harus dilakukan terhadap data yang ada. Statistika merupakan senjata yang ampuh yang dapat digunakan dalam analisis suatu penelitian. Statistika merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana merencanakan, mengumpulkan, menganalisis, menginterpretasikan, dan mempresentasikan data (Turmudi & Harini, 2008:5).

Dalam dunia statistika apabila peneliti tetap melakukan penaksiran atau estimasi yang sering digunakan dalam model regresi yaitu OLS, maka OLS yang terkenal sebagai penaksir parameter regresi (β) dengan meminimumkan jumlah kuadrat dari *error* (Dajan, 1986:325-326) tidak lagi bersifat efisien. Dan nilai dari *standard error* model tidak dapat digunakan karena tidak sesuai. Sehingga metode OLS tidak dapat digunakan lagi sebelum adanya koreksi. Dengan adanya koreksi yang dilakukan, diharapkan dari model yang ada dapat diketai nilai *standard error*. Seperti di dalam Al-Qur'an surat Ali-Imran 190-191:

إِنَّ فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ وَٱخۡتِلَٰفِ ٱلَّيۡلِ وَٱلنَّهَارِ لَأٓيَٰتٖ لِّأُوْلِي
ٱلۡأَلۡبَٰبِ ١٩٠ ٱلَّذِينَ يَذۡكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمٗا وَقُعُودٗا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمۡ وَيَتَفَكَّرُونَ
فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ رَبَّنَا مَا خَلَقۡتَ هَٰذَا بَٰطِلٗا سُبۡحَٰنَكَ فَقِنَا
عَذَابَ ٱلنَّارِ ١٩١

Artinya :*Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal,(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka*.

Ayat di atas menjelaskan bahwasanya segala sesuatu yang diciptakan olehNya tidak ada yang sia-sia. Sebagaimana dalam penelitian ini, nilai dari *standard error* model yang awalnya tidak dapat digunakan karena tidak sesuai, dengan adanya koreksi yang dilakukan akan diperoleh nilai *standard error* baru yang dapat digunakan patokan. Sehingga *standard error* yang awalnya tidak dapat digunakan, dengan koreksi *Newey-West* yang melibatkan *standard error* lama, akan menghasilkan *standard error* baru yang dapat digunakan.

Banyak sekali metode yang dapat digunakan untuk koreksi adanya autokorelasi yang sudah ada sampai saat ini, salah satunya yang belum banyak digunakan adalam metode koreksi *Newey-West.* Metode ini merupakan perpanjangan dari metode *White*, yang mana metode tersebut hanya dapat digunakan dalam kasus pelanggaran heteroskedastisitas, tidak berlaku pada autokorelasi. Namun metode *Newey-West* dapat digunakan dalam mengoreksi pelanggaran autokorelasi dan heteroskedastisitas.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti mengangkat judul "**Koreksi *Standard Error* Parameter Regresi dengan Menggunakan Metode *Newey-West*** "

1.2 Rumusan Masalah

Sebagaimana uraian pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana metode *Newey-West* dalam mengoreksi *standard error* parameter model regresi hasil OLS yang memuat autokorelasi?
2. Bagaimana hasil *standard error* metode *Newey-West* ketika diaplikasikan ke dalam data?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui langkah-langkah metode *Newey-West* dalam mengkoreksi *standard error* parameter model regresi hasil OLS yang memuat autokorelasi.
2. Mengetahui hasil *standard error* metode *Newey-West* ketika diaplikasikan ke dalam data.

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. Penelitian dilakukan pada data yang berautokorelasi dengan asumsi data berdistribusi normal.
3. Koreksi dilakukan pada *standard error* model regresi linier.
4. Data yang digunakan adalah data permintaan ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

a. Mengetahui lebih dalam dan mengembangkan tentang disiplin ilmu matematika yang telah dipelajari yaitu statistika dan ekonomi.

b. Mengetahui metode koreksi dari *standard error* dengan parameter regresi dengan menggunakan metode *Newey-West*.

c. Mengetahui aplikasi dari metode *Newey-West* dalam pengolahan data.

2. Bagi Instansi

a. Sebagai sumbangan pemikiran keilmuan sebagai kontribusi nyata terhadap Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

b. kualitas keilmuan fakultas dengan adanya penelitian dan pengembangan penelitian.

c. Sebagai sumbangan pemikiran keilmuan Matematika, khususnya bidang Statistika

3. **Bagi Pembaca**

a. Memberikan pengetahuan tentang metode koreksi *standard error* dalam parameter regresi dengan menggunakan metode *Newey-West* dan estimasi OLS.

b. Sebagai referensi apabila ingin mengembangkan model koreksi regresi yang lain.

1.6 Metode Penelitian

1. **Pendekatan Penelitian**

Adapun metode yang digunakan dalam penulisan penelitian ini ialah menggunakan studi literatur yaitu penelitian yang dilakukan diperpustakaan dengan cara mengumpulkan data dan informasi dengan bantuan bermacam-macam material yang terdapat di ruang perpustakaan seperti buku-buku, majalah, artikel, jurnal dan lain-lain (Mardalis, 1999:28).

2. **Data dan Variabel Penelitian**

Dalam penelitian ini data penelitian yang digunakan adalah data yang diambil dari buku karangan Gujarati dengan judul "*Basic*

Econometrics” edisi ke empat tahun 2004, yaitu data Permintaan Ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.

a. Analisis

Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini sesuai dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan sebagai berikut:

1. Membuat model regresi linier berganda
2. Mengasumsikan *error* berdistribusi normal
3. Di dalam model regresi memuat autokorelasi.
4. Mengestimasi dengan menggunakan *Ordinary Least Square* (OLS).
5. Koreksi *Standard Error* dari model regresi yang ada.
6. Koreksi *Newey-West.*
7. Mengetahui analisa nilai *Standard Error* sebelum dikoreksi dan sesudah dikoreksi.

b. Aplikasi

Aplikasi pada data dalam penelitian ini, dengan langkah-langkah:

1. Pengambilan data yaitu dari data permintaan ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.
2. Pembentukan model regresi dari data.
3. Menguji autokorelasi.
4. Estimasi menggunakan OLS dan diperoleh *standard error* dari model.
5. Melakukan koreksi *standad error* dengan metode *Newey-West*.
6. Diperoleh nilai *standard error* dengan metode *Newey-West.*

7. Membandingkan *standard error* model regresi sebelum dikoreksi dan sesudah dikoreksi dengan metode *Newey-West.*

1.7 Sistematika Penulisan

Agar dalam pembahasan penelitian ini sistematis, maka penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang estimasi parameter, regresi, otokerelasi, metode *Newey-West*, metode OLS (*ordinary least square*), prosedur koreksi *standard error*, kajian dari Al-Qur'an tentang koreksi dan estimasi.

BAB III : PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi langkah-langkah estimasi dari model regresi, uji autokorelasi serta koreksi *standard error* parameter regresi dengan menggunakan metode *Newey-West* kemudian mengestimasi kembali model dengan OLS, serta aplikasinya pada data Permintaan Ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982.

BAB IV : PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil pembahasan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Model Regresi

Istilah regresi diperkenalkan oleh Francis Galton. Menurut penemuan Francis Galton, meskipun ada kecenderungan bagi orang tua yang tinggi mempunyai anak yang tinggi, dan bagi orang tua yang pendek akan mempunyai anak yang pendek, distribusi dari suatu populasi tidak akan berubah dari generasi ke generasi. Penemuan ini ditulis dalam artikel berjudul *Family likeness in Stature (Procceding of Royal Society* ,London, vol.40, 1886). Menurut Firdaus (2004:22), analisis regresi merupakan teknik analisis yang mencoba menjelaskan bentuk hubungan antara variabel-variabel yang mendukung sebab akibat. Prosedur analisisnya didasarkan atas distribusi probabilitas bersama variabel-variabelnya. Bila hubungan ini dapat dinyatakan dalam persamaan matematika, maka dapat dimanfaatkan untuk keperluan-keperluan lain misalnya peramalan). Secara umum, dapat dikatakan bahwa analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan suatu variabel, yaitu variabel terikat (*dependent variabel*), pada satu atau lebih variabel yang lain, yaitu variabel bebas (*independent variabel*). Tujuan dari analisis regresi adalah menduga atau meramalkan nilai rata-rata hitung (*mean*) atau rata-rata (populasi) dari variabel terikat, dipandang dari segi nilai yang diketahui atau tetap (dalam pengambilan sampel berulang) dari variabel bebas.

2.1.1 Pembagian Model Regresi Linier

Menurut Firdaus (2004:25), pembagian model regresi linier dapat dibedakan menjadi dua, yakni:

1. Analisis Regresi Sederhana

   Analisis regresi sederhana (*simple regression analysis*) atau regresi dua variabel, yang mempelajari ketergantungan satu varibel tak bebas hanya pada satu variabel bebas.

   Model regresi sederhana:

   $$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i,\ \ i = 1,2,3 \ldots n \tag{2.1}$$

   dimana:

   Y_i : variabel terikat (*dependent variable*)

   X_i : variabel bebas (*independent variable*)

   β_0 : parameter kontanta/intersept regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi

   β_1 : parameter koefisien regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi

   ε_i : variabel galat/kesalahan regresi, dengan $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma^2)$

   n : banyaknya data observasi

   i : indeks observasi

Dapat juga dinyatakan dalam bentuk pengamatan:

Pengamatan 1: $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_1$

Pengamatan 2: $Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \varepsilon_2$

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

Pengamatan i: $Y_n = \beta_0 + \beta_2 X_n + \varepsilon_n$

Bentuk di atas apabila dibentuk dalam matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_0 \\ \beta_0 \\ \beta_0 \end{bmatrix} + \beta_1 \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$= \beta_0 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \beta_1 \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

atau:

$$\vec{Y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon} \qquad (2.\ 2)$$

2. Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi berganda (*multiple regression analysis)* atau regresi lebih dari dua variabel, yang 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 :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i, \quad i = 1,2,3 \ldots n \qquad (2.3)$$

dimana:

Y_i : variabel terikat (*dependent variable*)

X_i : variabel bebas (*independent variable*)

β_0 : parameter kontanta/intersept regresi yang tidak diketahui nilainya dan akan diestimasi

$\beta_1, \ldots, \beta_k$: 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 dijabarkan menjadi:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{21} + \beta_3 X_{31} + \cdots + \beta_k X \beta_{k1} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{12} + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{32} + \cdots + \beta_k X \beta_{k2} + \varepsilon_2$$

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_{13} + \beta_2 X_{23} + \beta_3 X_{33} + \cdots + \beta_k X \beta_{k3} + \varepsilon_3$$

$$\vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots$$

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{1n} + \beta_2 X_{2n} + \beta_3 X_{3n} + \cdots + \beta_k X \beta_{kn} + \varepsilon_n$$

sehingga dapat dijadikan dalam bentuk matriks berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

dengan $k < n$ yang berarti banyak observasi harus lebih banyak dari banyak variabel bebas. Bentuk matriks tersebut, secara sederhana dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\vec{Y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon}$$

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.

2.1.2 Asumsi Variabel *Error*

Mengingat *error* sangat memegang peran dalam model ekonometrika, tetapi variabel ini tidak dapat diteliti dan tidak pula tersedia informasi tentang bentuk distribusi kemungkinanya. 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 lainya khususnya tentang sifat statistiknya perlu dibuat dengan menerapkan metode 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:

$$\bar{\varepsilon} = E(\varepsilon_i) = 0, \; i = 1,2,3, \dots, n \qquad (2.4)$$

   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. 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:

$$var\,(\varepsilon_i\,\varepsilon_j) = \begin{cases} \sigma^2, & i = j \qquad (2.5) \\ 0, & i \neq j \qquad (2.6) \end{cases}$$

dalam penulisannya, $var\left(\varepsilon_i\ \varepsilon_j\right) = cov\ \left(\varepsilon_i\ \varepsilon_j\right)$ ketika $i \neq j$ dan ketika $i = j$, $var\left(\varepsilon_i\ \varepsilon_j\right)$ atau $var\ (\varepsilon_i\ \varepsilon_i) = var(\varepsilon_i)$. Persamaan (2.5) dan (2.6) jika dalam bentuk matriks adalah:

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

Sehingga asumsi kedua ini dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\begin{aligned} var(\varepsilon) &= E\left[\left(\varepsilon - E(\varepsilon)\right)\left(\varepsilon - E(\varepsilon)\right)^T\right] \\ &= E[(\varepsilon - 0)(\varepsilon - 0)^T] \text{ (terpenuhinya asumsi } E(\varepsilon) = 0\text{)} \\ &= E(\varepsilon\varepsilon^T) \\ &= \sigma^2 I_n \end{aligned} \tag{2.7}$$

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

$$\begin{aligned} Cov\left(X_{i,}\varepsilon_i\right) &= E\{[X_i - E(X_i)][\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)]\} \\ &= E\left[(X_i - \bar{X})(\varepsilon_i - 0)\right)] \\ &= E[(X_i - \bar{X})(\varepsilon_i)] \\ &= E(X_i - \bar{X})E(\varepsilon_i) \\ &= (X_i - \bar{X}) \cdot 0 \\ &= 0 \end{aligned} \tag{2.8}$$

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 (Aziz, 2010:16-17).

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

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{2.9}$$

Suatu 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).

2.2 Estimasi Parameter

2.2.1 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 koefisian korelasi populasi (ρ). Parameter biasanya tidak diketahui, dan dengan statistikalah 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).

2.2.2 Pengertian Estimate, Estimator dan Estimasi

Estimate (Hasil estimasi) merupakan suatu 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 (${\sigma_x}^2$).

Terdapat beberapa jenis penaksir, meliputi penaksir tak bias, penaksir konsisten, penaksir terbaik, dan penaksir mencukupi. Diantara 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 (Harinaldi, 2005:127-128):

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 mengetimasi 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)*.

2.2.3 Sifat-sifat untuk Penaksir

Menurut Supranto (1995:370-373), penaksir parameter mempunyai sifat-sifat antara lain:

1. Ketidakbiasan (*unbiasedness*)

   Penaksiran parameter $\hat{\beta}$ dikatakan penaksiran tidak bias dari parameter β, kalau nilai harapan $\hat{\beta}$ sama dengan nilai parameter β, yaitu :

   $$E(\hat{\beta}) = \beta \tag{2.10}$$

   Apabila $E(\hat{\beta}) \neq \beta$, $\hat{\beta}$ dikatakan bias.

2. Variansi Minimum

   Jika $\hat{\beta}_k$ penaksir β dengan variansi minimum, maka $var(\hat{\beta}_k) \leq var\,(\hat{\beta}_m)$ 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. Linieritasas

   Penaksir $\hat{\beta}$ disebut penaksir linier dari β, kalau merupakan fungsi linier dari observasi sampel.

2.3 Estimasi Kuadrat Terkecil Biasa

Metoda Kuadrat Terkecil *Ordinary Least Square* (OLS) adalah salah satu metode yang paling popular 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 diantara mereka. Selalu ada jumlah minimum variabel bebas yang secara unik menentukan model tersebut. Suatu model fisis, dapat 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).

Kuadrat Terkecil Biasa 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 linear tidak bias yang terbaik dari model regresi yang diperoleh dari metode OLS agar penaksir koefisien regresi itu bersifat BLUE yakni *Best*, *Linear*, *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 penaksir parameter regresi ($\hat{\beta}$) dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

apabila dinyatakan dalam bentuk matriks:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{23} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

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

$$\vec{Y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon}$$

atau:

$$\vec{\varepsilon} = \vec{Y} - X\vec{\beta}$$

di dalam penulisan selanjutnya $\vec{Y} = Y$, $\vec{\beta} = \beta$ dan $\vec{\varepsilon} = \varepsilon$.

Tujuan OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat *error*,yaitu:

$$\begin{aligned} S &= \varepsilon^T \varepsilon \\ &= (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \\ &= (Y^T - \beta^T X^T)(Y - X\beta) \\ &= Y^T Y - Y^T X\beta - \beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta \end{aligned}$$

Menurut Lains (2003:182-184), 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:

$$S = Y^T Y - 2\beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta \tag{2.11}$$

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 $\hat{\beta}$, yaitu :

$$\frac{\partial S}{\partial \beta} = 0 - 2X^T Y + X^T X\beta + (\beta^T X^T X)^T$$

$$= -2X^T \hat{Y} + X^T X\beta + X^T X\beta$$

$$= -2X^T \hat{Y} + 2X^T X\beta$$

dan menyamakannya dengan nol diperoleh:

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

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

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

yang dinamakan sebagai penaksir parameter β secara kuadarat terkecil.

Dalam model regresi linier dua dan tiga variabel, penaksir tidak bias dari σ^2 dinyatakan dengan $\hat{\sigma}^2 = \sum \frac{\varepsilon_i^2}{n-2}$ dan $\hat{\sigma}^2 = \sum \frac{\varepsilon_i^2}{n-3}$, secara berturut-turut. Dalam kasus variabel k yang cocok adalah :

$$\hat{\sigma}^2{}_{ols} = \sum \frac{\varepsilon_i^2}{n-k}$$

$$= \frac{\varepsilon^T \varepsilon}{n-k} \tag{2.13}$$

Menurut Aziz (2010 :19-22), untuk dapat menunjukkan bahwa $\hat{\beta}$ adalah penaksir OLS yang paling baik *(best estimator)* dalam arti penaksir variansi parameter adalah yang terendah, dapat memperhatikan kajian dari Gauss Markov. Misalkan A dan c adalah sebarang matriks-matriks $k \times n$ yang bukan nol dan tidak memuat variabel Y, maka didefinisikan $\hat{\beta}$, sebarang penaksir linier untuk β, sebagai

$$\begin{aligned}\hat{\beta} &= AY \\ &= ((X^TX)^{-1}X^T + c)Y \\ &= (X^TX)^{-1}X^TY + cY\end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned}E(\hat{\beta}) &= E(((X^TX)^{-1}X^T + c)Y) \\ &= E(((X^TX)^{-1}X^T + c)(X\beta + \varepsilon)) \\ &= E((X^TX)^{-1}X^TX\beta + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon + cX\beta + c\varepsilon) \\ &= \beta + cX\beta\end{aligned}$$

Sehingga agar β adalah penaksir linier yang tidak bias maka $cX = 0$ ($c \neq 0, X \neq 0$), sehingga diperoleh:

$$\hat{\beta} = \beta + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon + c\varepsilon$$

dan

$$\begin{aligned}Cov\,(\hat{\beta}) &= E\left[\left(\hat{\beta} - E(\hat{\beta})\right)\left(\hat{\beta} - E(\hat{\beta})\right)^T\right] \\ &= E\left[(\hat{\beta} - \beta)(\hat{\beta} - \beta)^T\right] \\ &= E[((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon + c\varepsilon)((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon + c\varepsilon)^T] \\ &= E[((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon + c\varepsilon)(\varepsilon^TX(X^TX)^{-1} + \varepsilon^Tc^T)]\end{aligned}$$

$$= E[(X^TX)^{-1}X^T\varepsilon\varepsilon^TX(X^TX)^{-1} + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon\varepsilon^Tc^T + c\varepsilon\varepsilon^TX(X^TX)^{-1} + c\varepsilon\varepsilon^Tc^T$$

$$= X^T\sigma^2IX(X^TX)^{-1} + (X^TX)^{-1}X^T\sigma^2Ic^T + c\sigma^2IX(X^TX)^{-1} + c\sigma^2Ic^T$$

$$= \sigma^2[(X^TX)^{-1} + (X^TX)^{-1}X^Tc^T + cX(X^TX)^{-1} + cc^T)$$

$$= \sigma^2[(X^TX)^{-1} + cc^T]$$

$$= \sigma^2(X^TX)^{-1} + \sigma^2cc^T$$

$$= cov(\hat{\beta}_{ols}) + \sigma^2cc^T \quad (2.14)$$

Sehingga berlaku:

$$cov(\hat{\beta}) - cov(\hat{\beta}_{ols}) = \sigma^2cc^T$$

$$a^T[cov(\hat{\beta}) - cov(\hat{\beta}_{ols})]a = a^T\sigma^2cc^Ta \geq 0$$

$$a^Tcov(\hat{\beta})a - a^Tcov(\hat{\beta}_{ols})a \geq 0$$

$$var(a^T\hat{\beta}) - var(a^T\hat{\beta}_{ols}) \geq 0$$

$$var(a^T\hat{\beta}_{ols}) \leq var(a^T\hat{\beta}) \quad (2.\ 15)$$

Jadi $\hat{\beta}_{ols}$ yang juga penaksir untuk $\hat{a}$, adalah lebih baik daripada sebarang penaksir linier tidak bias untuk $\hat{a}$ lainya karena memenuhi

$$var(a^T\hat{\beta}_{ols}) \leq var(a^T\hat{\beta})$$

untuk setiap vektor vektor a berukuran $k \times 1$.

Sifat-sifat penaksir kuadrat terkecil dari β ini adalah sebagai berikut :

$$E(\hat{\beta}_{ols}) = E((X^TX)^{-1}X^T\hat{Y})$$

$$= E((X^TX)^{-1}X^T(X\beta + \varepsilon))$$

$$= E((X^TX)^{-1}X^TX\beta + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon$$

$$= \beta + 0$$

$$= \beta$$

yang dinamakan penaksir tak bias (*unbiased estimator*). Karena :

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

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

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

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

maka diperoleh matriks variansi kovariansi yaitu,

$$Cov(\hat{\beta}_{ols}) = E[(\hat{\beta}_{ols} - E(\hat{\beta}_{ols})\left(\hat{\beta}_{ols} - E(\hat{\beta}_{ols})^T\right)]$$

$$= E\left[(\hat{\beta}_{ols} - \beta)(\hat{\beta}_{ols} - \beta)^T\right]$$

$$= E[(\beta + (X^T X)^{-1} X^T \varepsilon - \beta)(\beta + (X^T X)^{-1} X^T \varepsilon - \beta)^T]$$

$$= E[((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon)((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon)^T]$$

$$= E((X^T X)^{-1} X^T \varepsilon \varepsilon^T X (X^T X)^{-1})$$

$$= (X^T X)^{-1} X^T E(\varepsilon \varepsilon^T) X (X^T X)^{-1}$$

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

dengan Φ adalah matriks diagonal. Pada saat variansi *error* bersifat homoskedastisitas, menurut Long dan Ervin (1998:8-9), maka dapat ditulis $\Phi = \sigma^2 I$, sehingga menjadi:

$$Cov(\hat{\beta}_{ols}) = (X^T X)^{-1} X^T \sigma^2 I_n X (X^T X)^{-1}$$

$$= \sigma^2 (X^T X)^{-1} X^T X (X^T X)^{-1}$$

$$= \sigma^2 (X^T X)^{-1} \qquad (2.16)$$

atau jika dibentuk dalam matriks menjadi:

$$Cov(\hat{\beta}) = E\left[(\hat{\beta} - E(\hat{\beta}))(\hat{\beta} - E(\hat{\beta}))^T\right]$$

$$= \begin{bmatrix} E(\hat{\beta}_1 - \beta_1) \\ E(\hat{\beta}_2 - \beta_2) \\ \vdots \\ E(\hat{\beta}_k - \beta_k) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E(\hat{\beta}_1 - \beta_1) & E(\hat{\beta}_2 - \beta_2) & \cdots & E(\hat{\beta}_k - \beta_k) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} E(\hat{\beta}_1 - \beta_1)^2 & E(\hat{\beta}_1 - \beta_1)E(\hat{\beta}_2 - \beta_2) & \cdots & E(\hat{\beta}_1 - \beta_1)E(\hat{\beta}_k - \beta_k) \\ E(\hat{\beta}_1 - \beta_1)E(\hat{\beta}_2 - \beta_2) & E(\hat{\beta}_2 - \beta_2)^2 & \cdots & E(\hat{\beta}_2 - \beta_2)E(\hat{\beta}_k - \beta_k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(\hat{\beta}_1 - \beta_1)E(\hat{\beta}_k - \beta_k) & E(\hat{\beta}_2 - \beta_2)E(\hat{\beta}_k - \beta_k) & \cdots & E(\hat{\beta}_k - \beta_k)^2 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} Var(\hat{\beta}_1) & Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) & \cdots & Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_k) \\ Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) & Var(\hat{\beta}_2) & \cdots & Cov(\hat{\beta}_2, \hat{\beta}_k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_k) & Cov(\hat{\beta}_2, \hat{\beta}_k) & \cdots & Var(\hat{\beta}_k) \end{bmatrix}$$

Terlihat bahwa variansi adalah anggota dari diagonal utama, sedangkan kovarian adalah unsur-unsur di luar diagonal utama.

Dari teorema Gauss Markov yaitu penaksir kuadrat terkecil dalam kelas penaksir linier tak bias adalah minimum. Jadi $\hat{\beta}_{ols}$ linier, tidak bias dan mempunyai variansi minimum dalam semua kelas penaksir tak bias linier dari β, maka $\hat{\beta}_{ols}$ biasanya disebut sebagai penaksir tak bias, linier terbaik (*Best Linear Unbiased Estimator*, BLUE) (Aziz, 2010 :22).

2.3.1 Keakuratan atau *Standard error* dari Estimasi Kuadrat terkecil

Standard error merupakan besarnya maksimum *error* (kesalahan) yang terjadi dalam menaksir mean populasi yang diperoleh berdasarkan pengamatan sejumlah n sampel yang dipilih secara random. *Standard error* akan semakin kecil apabila jumlah sampel yang dipilih semakin besar atau sebaliknya. Jadi bila jumlah sampel (n) semakin mendekati jumlah populasi (N) maka akan menjadikan kesalahan dalam estimasi (*standard error*) semakin kecil, sehingga nilai statistik rata-rata sampel $(\bar{X})$ akan cenderung mendekati nilai rata-rata populasinya (μ), tetapi akibat sampingan lainnya adalah terjadi kenaikan biaya dan waktu penelitian. Kesimpulan yang dapat diambil adalah terjadinya *Trade off* antara resiko kesalahan yang terjadi dengan struktur biaya, sehingga apabila estimasi yang akan dilaksanakan dapat memberikan hasil yang baik dengan cara memperbanyak jumlah sampel (n) maka resiko lain yang harus dipertimbangkan adalah bertambahnya biaya. Jadi suatu penelitian terhadap masalah tertentu akan semakin baik hasilnya jika jumlah sampel yang dipilih untuk penelitian tersebut cenderung semakin banyak (Saleh, 2001:150).

Dalam statistika, keakuratan dalam suatu penaksir diukur berdasarkan *standard error*-nya. *Standard error* tak lain adalah standard deviasi suatu distribusi sampling dari suatu penaksir. Distribusi sampling dari suatu penaksir adalah probabilitas atau distribusi frekuensi dari penaksir, yaitu distribusi dari suatu set nilai dari penaksir yang didapatkan dari semua sampel dengan ukuran sama yang mungkin didapatkan dari suatu populasi.

Mengacu pada asumsi Gaussian, bahwa *standard error* estimasi OLS dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$var\left(\hat{\beta}_1\right) = \frac{\sigma^2}{\sum x_i^2} \quad (2.17)$$

$$se\left(\hat{\beta}_1\right) = \frac{\sigma}{\sqrt{\sum x_i^2}} \quad (2.18)$$

$$var\left(\hat{\beta}_2\right) = \frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2} \sigma^2 \tag{2.19}$$

$$se\left(\hat{\beta}_2\right) = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2} \sigma^2} \tag{2.20}$$

dimana:

var : variansi

se : *standard error*

σ^2 : variansi konstant atau variansi yang homoskedastik dari *error*, ε_i

Semua nilai yang ada dalam persamaan tersebut, kecuali nilai σ^2 dapat diestimasi menggunakan data. σ^2 sendiri diestimasi menggunakan

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum \hat{\varepsilon}_i^2}{n-k}$$

dimana $\hat{\sigma}^2$ merupakan penaksir OLS dari nilai $\hat{\sigma}^2$ yang sebenarnya namun tidak diketahui, dan simbol $n-k$ dikenal sebagai jumlah kuadrat bebas (*degree of freedom*), dan $\sum \hat{\varepsilon}_i^2$ adalah jumlah residual yang dikuadratkan (Gujarati, 2010:89-90).

2.4 Autokorelasi

Autokorelasi *(autocorrelation)* adalah hubungan antara residual satu observasi dengan residual observasi lainnya. Autokorelasi biasanya muncul pada data yang bersifat runtut waktu *(time series)*, karena berdasarkan sifatnya data masa sekarang dipengaruhi oleh data pada masa-masa sebelumnya (Firdaus, 2004:98).

Misalkan suatu fungsi regresi ditunjukan menurut pengamatan berikut:

Pengamatan 1: $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{21} + \beta_3 X_{31} + \cdots + \beta_k X \beta_{k1} + \varepsilon_1$

Pengamatan 2: $Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{12} + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{32} + \cdots + \beta_k X \beta_{k2} + \varepsilon_2$

Pengamatan 3: $Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_{13} + \beta_2 X_{23} + \beta_3 X_{33} + \cdots + \beta_k X \beta_{k3} + \varepsilon_3$

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

Pengamatan n: $Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{1n} + \beta_2 X_{2n} + \beta_3 X_{3n} + \cdots + \beta_k X \beta_{kn} + \varepsilon_n$

Maka autokorelasi terjadi jika ada korelasi nyata antara ε_i dan ε_j, sehingga mengakibatkan $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ untuk $i \neq j$ tidak berlaku lagi. Terjadinya autokorelasi dilambangkan dengan $E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0$ untuk $i \neq j$.

2.4.1 Penyebab dan Pengaruh Terjadinya Autokorelasi

Selain karena sifat datanya yang menyebabkan kemungkinan terjadinya autokorelasi, hal lain yang sering menjadi penyebab autokorelasi adalah sebagai berikut (Firdaus, 2004:99):

a. Data yang memuat pergerakan naik turun secara musiman, misalnya kondisi perekonomian suatu negara yang kadang naik dan kadang menurun,
b. Kekeliruan memanipulasi data, misalnya data tahunan dijadikan data kuartalan dengan membaginya menjadi empat,
c. Kesalahan menduga model yang digunakan,
d. Tidak diikutsertakan seluruh variabel bebas yang relevan dalam model regresi yang diduga.

Dalam penelitian ekonometrik, pada umumnya hanya digunakan model persamaan regresi yang terdiri dari beberapa variabel bebas yang dipandang benar-benar relevan sesuai dengan tujuan penelitian, atau karena kendala waktu, tenaga, dan dana yang tersedia. Apabila kendala itu terjadi, maka sesuai sifat variabel error yang mencakup variabel bebas yang tidak diikutsertakan dalam model persamaan regresi, nilai-nilai variabel gangguan yang berurutan akan saling berkorelasi. Kasus seperti ini disebut autokorelasi kuasi karena autokorelasi timbul karena tidak diikutsertakannya variabel yang memuat autokorelasi tersebut dan bukan disebabkan oleh pola perilaku variabel *error* itu sendiri.

2.4.2 Konsekuensi Autokorelasi

Mengutip dari Supranto (2006:89), jika semua asumsi tentang model regresi linier klasik dipenuhi, teori Gauss Markov mengatakan bahwa dalam kelas seluruh penaksiran tak bias linier (*linear unbiased estimator*), penaksiran OLS adalah terbaik, yaitu mempunyai variansi yang minimum, dengan kata lain efisien. Sekarang jika semua asumsi berlaku kecuali "*nonautocorrelation*" saja yang tidak dipenuhi, maka penaksiran OLS akan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Masih tetap *tak bias*, dalam sampling yang terulang (*repeat sampling*), dengan syarat bahwa variabel bebas X tetap, rata-rata atau nilai harapan dari perkiraan akan sama dengan nilai sebenarnya (parameter), dengan perkataan lain $E(\hat{\beta}_i) = \beta_i$ untuk semua i.
2. Masih tetap *konsisten*, artinya kalau sampel makin besar (n menuju tak hingga) penaksir akan mendekati parameter ($n \to \sim, \hat{\beta} \to \beta$).

3. Sebagaimana halnya heteroskedastisitas, dalam hal terjadi autokorelasi penaksir tidak lagi efisien (variansi tidak lagi minimum), baik dalam sampel kecil maupun sampel besar, artinya tidak *efisien* walaupun secara asimtotik.

Sebagai akibat jika tetap menggunakan OLS dalam keadaan terjadi autokorelasi, akan timbul konsekuensi berikut:

1. Meskipun membiarkan terjadinya korelasi serial di dalam perhitungan penaksir dan variansi masing-masing dengan menggunakan OLS yang tradisional, penaksir masih tidak efisien (apabila dibandingkan dengan BLUE). Oleh karena itu, interval keyakinan menjadi lebar (panjang), dan uji signifikan kurang kuat (*less powerfull).*
2. Kalau sama sekali tidak memperdulikan persoalan autokorelasi dan melanjutkan menggunakan rumus-rumus OLS yang klasik (berdasarkan asumsi bahwa tidak terjadi autokorelasi), konsekuensinya menjadi lebih serius, yakni:
   a. Variansi kesalahan pengganggu $S_\varepsilon^2 = \frac{1}{n-k}\sum \varepsilon_i^2$ akan *"under-estimate"* σ^2
   b. Bahkan kalau σ^2 tidak di *"under-estimate"*-kan (diperkirakan rendah) variansi dan *standard error* dari penaksir OLS akan *"under-estimate"* variansi dan *standard error* dari penaksir-penaksir tersebut.

c. Penggunaan uji t dan uji F tidak lagi sah (valid). Apabila terpaksa dipergunakan akan menyesatkan di dalam pengambilan kesimpulan, terutama secara signifikannya tidaknya secara statistik bagi setiap koefisien regresi yang diuji.

3. Meskipun penaksir OLS tetap tak bias, yang merupakan sifat *sampling* terulang, di dalam sampel yang khusus penaksiran-penaksiran akan memberikan gambaran yang *distorsi* mengenai parameter yang sebenarnya. Dengan kata lain, penaksiran-penaksiran OLS sangat sensitif terhadap fluktuasi sampling.

2.5 Metode *Newey-West*

Newey-West digunakan dalam ekonometri dan statistik untuk memberikan perkiraan matriks kovariansi parameter model regresi. *Newey-West* diterapkan dalam situasi dimana asumsi standar analisis regresi tidak berlaku. Hal ini dirancang oleh Whitney K. Newey dan Kenneth D. Wesr pada tahun 1987, walaupun terdapat sejumlah variansi akhir. Pengukur digunakan untuk mencoba mengatasi autokorelasi dan heteroskedastisitas dalam model. Permasalahan dalam autokorelasi sering ditemukan pada data *time series* (kesalahan berkorelasi dari waktu ke waktu) (Hartono, 2008:15).

Newey-West telah menyusun alat ukur yang mengatasi kesulitan tersebut, yakni

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{g}\left[1 - \frac{h}{g+1}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{N} \hat{a}_i \hat{a}_{i-h}\right) \qquad (2.21)$$

Menurut Wooldridge (2005:396) nilai v secara umum dapat dinyatakan seperti persamaan (2.21), ketika nilai $g = 1$, nilai v dapat dicari nilainya dengan:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + \sum_{i=2}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-1} \quad (2.22)$$

dan ketika $g = 2$, maka:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + \frac{4}{3}\left(\sum_{i=2}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-1}\right) + \frac{2}{3}\left(\sum_{i=3}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-2}\right) \quad (2.23)$$

$$\hat{a}_i = r_i \varepsilon_i$$

$$i = 1,2, \dots, n$$

dimana:

r_i : residual yang diperoleh dari regresi auxiliary

ε_i : residual atau *error* dari model regresi

g : bilangan bulat positif $g > 0$

N : banyaknya data observasi

i : indeks observasi

Serial Correlation Robust *standard error* dengan formulasi:

$$se_{NW}(\hat{\beta}_k) = \left[\frac{se_{OLS}(\hat{\beta}_k)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v} \quad (2.24)$$

dimana:

$se_{OLS}(\hat{\beta}_k)$: *standard error* parameter k dari model regresi

$\hat{\sigma}^2$: penaksir variansi model regresi

Bilangan bulat positif atau g dalam persamaan (2.21) mengontrol berapa banyak autokorelasi yang diizinkan dihitung *standard error* dan nilainya disesuaikan atau dipengaruhi dengan jumlah sampel n. seperti contoh data tahunan, maka g yang dipilih adalah $g = 1$ atau $g = 2$. Dan jika data yang digunakan adalah data bulanan atau data per-tiga bulan, makan $g = 8$ $g = 4$ untuk data per-tiga bulan, dan $g = 12$ atau $g = 24$ untuk data bulanan. Newey West (1987) merekomendasikan untuk nilai dari g adalah $g = 4\left(\frac{N}{100}\right)^{\frac{2}{9}}$, dan yang lain menyarankan untuk nilai dari $g = N^{\frac{1}{4}}$ (Wooldridge, 2005:396-397).

Menurut Gujarati (2004:475), ada 4 pilihan yang dapat dilakukan dalam melaksanakan uji autokorelasi, di antaranya:

1. Penentuan apakah autokorelasi murni atau disebabkan kesalahan spesifik model.
2. Jika autokorelasi murni terjadi maka model awal ditransformasikan dan digunakan penaksiran GLS *(Generalized Least Square)*.
3. Bila observasi besar digunakan, dapat menggunakan metode *Newey-West* untuk mendapatkan penaksir OLS kesalahan *standard* autokorelasi. Metode ini sebenarnya merupakan perpanjangan dari *White-konsisten heteroscedasticity standard error*.
4. Dalam situasi di atas penggunaan OLS penaksir dapat dilanjutkan.

Selain menggunakan metode FGLS *(Feasible Generalized Least Squares)*, masih dapat menggunakan OLS dengan *standard error* yang benar untuk autokorelasi dengan prosedur yang dikembangkan oleh *Newey-West*, Metode *Newey-West* merupakan perpanjangan dari metode *White heteroscedasticity*. Metode koreksi *standard error* ini dikenal sebagai HAC (*Heteroscedasticity-and Autocorrelation-Consistent*), atau lebih dikenal dengan *Newey-West standard error*. Perkembangan dunia komputer sekarang menghitung *standard error Newey-West* dengan cepat, yakni menggunakan suatu program. Penting untuk menunjukkan bahwa metode *Newey-West* berlaku dalam sampel yang besar dan mungkin tidak sesuai dalam sampel kecil. Namun dalam sampel besar sekarang memiliki metode yang menghasilkan kesalahan standar koreksi. Metode ini dapat menangani kasus autokorelasi dan heteroskedastisitas, tidak seperti metode *White*, yang dirancang khusus untuk heteroskedastisitas (Gujarati, 2004:488).

2.6 Kajian dalam Al-Qur'an tentang Pengoreksian dan Estimasi

Segala sesuatu yang ada di dalam dunia ini terdapat dalam ayat suci Al-Qur'an, baik yang sudah terjadi maupun yang akan terjadi. ilmu yang sudah ada maupun ilmu yang belum ada semuanya terdapat dalam Al-Qur'an, dan penelitian yang sudah dilakukan maupun yang belum dilakukan juga terdapat dalam Al-Qur'an. Hal yang sudah diteliti dan hal yang belum diteliti. Segala ilmu pun juga terdapat dalam Al-Quran, tak terkecuali matematika, statistika, dan ekonomi.

OLS merupakan suatu asumsi yang menarik dan membuat metode ini menjadi salah satu metode yang paling kuat dan dikenal dalam analisis regresi. Jika asumsi dari model regresi terjadi, yakni adanya autokorelasi antara kesalahan pengganggu, maka estimasi dari model OLS tidak efisien lagi, sehingga tidak dapat digunakan. Pernyataan tersebut tidak lagi berlaku jika dalam autokorelasi dilakukan koreksi *Newey-West*, sehingga metode OLS akan dapat digunakan. Hal tersebut sesuai dengan ayat Al-Qur'an surat Ali-

Imran ayat 190-191 yang berisi bahwa segala sesuatu yang telah diciptakan oleh Allah tidak ada yang sia-sia.

2.6.1 Pengoreksian

Koreksi menurut kamus Ilmiah berarti pembetulan, pemeriksaan, perbaikan. Dalam segala aspek kehidupan pastilah tetap adanya koreksi, baik koreksi pada diri sendiri maupun dalam aspek kehidupan. Dalam ilmu pengetahuan, penelitian pun juga terdapat koreksi. Suatu hasil dari penelian pastilah akan diteliti kembali ke *valid*-an dari penelitian tersebut. Hal tersebut juga terdapat di dalam Al-Qur'an Surat Al-Hasyr ayat 18

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ

إِنَّ ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ ١٨

Artinya : *Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah Setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.*

Surat Al-Hasyr ayat 18 ini menjelaskan tentang manusia yang diperintahkan untuk memperbaiki dirinya, meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah Swt., dimana dalam menjalani kehidupan manusia tidak boleh sama dengan kehidupan yang sebelumnya (kemarin), harus lebih baik dari hari yang kemarin. Juga manusia diperintahkan untuk selalu introspeksi diri atas segala sesuatu yang diperbuat dan (merencanakan) segala sesuatu menuju yang terbaik untuk hari esok

Sedangkan kandungan dari surat Al-Hasyr ayat 18 dijelaskan dalam beberapa tafsir Al- Qur'an sebagai berikut: dalam awal ayat 18 " يا ا يها ا لد ين ء ا منو ا تقوا " *"Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah."* Merupakan perintah untuk senantiasa bertakwa kepada-Nya, dan itu mencakup pelaksanaan semua perintah-Nya dan peninggalan semua larangan-Nya.

Ayat selanjutnya " و لتنظر نفس ما قد مت لغد " *"dan hendaklah Setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat)."* Maksudnya hisablah diri kalian sebelum dihisab oleh Allah. Dan lihatlah apa yang telah kalian tabung untuk diri kalian sendiri berupa amal sholeh untuk hari kemudian dan pada saat bertemu dengan Rabb kalian (Abdullah. 1994:123).

Dari potongan ayat kedua telah dijelaskan bahwasanya dalam segala hal manusia diperintahkan untuk merencanakan segala sesuatu yang akan diperbuat dan selalu introspeksi dirinya terhadap segala sesuatu yang telah diperbuatnya. Sehingga manusia akan senantiasa berbuat baik dan menabung amal kebaikan untuk kehidupan di akhirat kelak. Janganlah manusia menjadi manusia yang merugi.

Dalam persoalan pengoreksian dan evaluasi sudah sepatutnya kalau manusia memiliki suatu patokan atau barometer. Barometer tersebut secara jujur hanya diri masing-masing individu yang mengetahuinya. Untuk itu hendaknya selalu mendasari pengoreksian dan evaluasi tersebut pada 3 hal yakni lebih baik, lebih jelek, dan sama saja.

Hal ini telah disinggung jauh-jauh hari oleh Nabi Allah :

قا النبى : من كا ن يو مه خير ا من ا مسه فهو را بح. و من كا ن يو مه مثل ا مسه

فهو مغلبون. و من كا ن يو مه شر ا من ا مسه فهو ملعو ن. روه الحا كم

Artinya *: barangsiapa yang keadaan hari ini lebih baik dari kemarin maka dia adalah orang yang beruntung, dan barangsiapa yang keadaannya hari sama seperti hari kemarin dia adalah orang yang tertipu, dan barang siapa yang hari ini lebih jelek dari hari kemarin maka dia adalah orang yang terkutuk.*

Dengan memperhatikan sabda Nabi tersebut maka secara hakikat pengoreksian dan evaluasi tidak hanya dilakukan setahun sekali namun harus dilakukan setiap waktu. Hal ini didasari pada suatu pemikiran untuk selalu berupaya lebih baik dalam setiap hitungan waktu.

Dalam ilmu pengetahuan, introspeksi atau koreksi seringkali digunakan agar apa yang telah dipelajari atau pun sedang dipelajari tidak terjadi kesalahan yang fatal. Dalam statistika, membenarkan dapat diartikan sebagai mengkoreksi. Dalam statistik pastilah dilakukan koreksi dari suatu hasil penelitian untuk memastikan ke *valid*-an dari penelitian sehingga dapat diperoleh hasil yang sesuai dengan aturan. Dalam penelitian ini adanya autokorelasi pun dikoreksi dengan metode *Newey-West* sehingga nilai dari *error* yang diperoleh akan sesuai.

2.6.2 Estimasi

Statistika adalah ilmu yang mempelajari suatu proses dalam merencanakan, mengumpulkan menganalisis, menginterpretasi, dan mempresentasikan data. Sebagian besar konsep dasar statistika mengasumsikan teori probabilitas. Karena statistika bertolak pada cara berfikir probabilistik, hasil pengolahan data yang menggunakan metode statistika bukanlah hasil pasti, tetapi merupakan hasil penaksir adanya ketidakpastian dari variasi yang terjadi dalam fenomena tertentu. Teknik pengambilan kesimpulan tentang suatu parameter meliputi pendugaan (*estimation*) parameter dan pengujian hipotesis. Pendugaan atau estimasi telah disinggung di dalam Al-Qur'an yaitu di dalam surat As-Shaffat ayat 147-148 :

وَأَرْسَلْنَـٰهُ إِلَىٰ مِائَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ ﴿١٤٧﴾ فَـَٔامَنُوا۟ فَمَتَّعْنَـٰهُمْ إِلَىٰ حِينٍ ﴿١٤٨﴾

Artinya : *Dan Kami utus dia kepada seratus ribu orang atau lebih. Lalu mereka beriman, karena itu Kami anugerahkan kenikmatan hidup kepada mereka hingga waktu yang tertentu.*

Kandungan dari surat As-Shaffat ayat 147-148 yang menjelaskan tentang perkiraan dijelaskan dalam beberapa tafsir Al-Qur'an sebagai berikut:

Firman Allah yang berbunyi "وارسلنه ا لى ما ءة الف اويزيدون" *"yakni Kami mengutus Yunus kepada seratus ribu orang atau lebih"* Kami mengutus dia kepada kaumnya, yaitu penduduk Ninawe dan jumlah mereka seratus ribu orang dan bahkan lebih.

Dari arti ayat di atas terdapat kata-kata seratus ribu orang atau lebih yang memberikan gambaran adanya perkiraan ataupun pendugaan, yaitu pendugaan untuk jumlah kaum yang diutus untuk mempercayai dan mengikuti Yunus AS sehingga Allah SWT memberikan kenikmatan kepada mereka sampai akhir hayat mereka.

Dari ayat tersebut memberikan gambaran bahwasanya Al-Qur'an menyinggung masalah estimasi atau perkiraan. Dalam statistika pendugaan atau estimasi sering digunakan dalam rangka untuk menduga suatu populasi atau pun sampel. Dari beberapa ayat yang sudah ada, ini sebagai gambaran bahwasanya Al-Qur'an sangatlah luas dan di dalamnya terdapat ribuan ilmu dan manfaat yang dapat diambil.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Model Regresi Linier Berganda

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

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

dimana:

Y_i	:	variabel terikat
$X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, X_{4i}$	:	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
ε_i	:	variabel galat/kesalahan regresi, dengan $\varepsilon_i \sim N(0; \sigma^2)$
n	:	banyaknya data observasi

3.2 Identifikasi Model Regresi dengan Adanya Autokorelasi

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

Pengamatan 1: $Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{21} + \beta_3 X_{31} + \beta_4 X_{41} + \varepsilon_1$

Pengamatan 2: $Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{12} + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{32} + \beta_4 X_{42} + \varepsilon_2$

Pengamatan 3: $Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_{13} + \beta_2 X_{23} + \beta_3 X_{33} + +\beta_4 X_{44} + \varepsilon_3$

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

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

dengan asumsi:

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

$$var\left(\varepsilon_i\, \varepsilon_j\right) = \sigma^2, \qquad i = j$$

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

$$E\left(\varepsilon_i\, \varepsilon_j\right) \neq 0, \qquad i \neq j$$

4. Variabel *error* berdistribusi normal, yaitu:

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

3.3 Estimasi OLS pada Regresi Linier Berganda yang Memuat Autokorelasi

Autokorelasi merupakan hubungan antara residual satu observasi dengan residual observasi lainnya. Adanya autokorelasi dapat dinyatakan dalam bentuk:

$$E\left(\varepsilon_i, \varepsilon_j\right) \neq 0 \text{ untuk } i \neq j$$

Estimasi dilakukan pada model regresi berganda yang memuat autokorelasi dengan *error* berdistribusi normal. Model yang ada dibentuk dalam suatu matriks dan dilakukan estimasi OLS pada model, sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ 1 & X_{13} & X_{13} & X_{33} & \cdots & X_{k3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

akan diperoleh

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

atau

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

Tujuan dari OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat *error*,

$$\begin{aligned} S &= \varepsilon^T \varepsilon \\ &= [\varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 \quad \dots \quad \varepsilon_n] \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \end{bmatrix} \\ &= (Y - X\beta)^T (Y - X\beta) \\ &= (Y^T - \beta^T X^T)(Y - X\beta) \\ &= Y^T Y - Y^T X\beta - \beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta \end{aligned}$$

karena $Y^T X\beta$ skalar, maka:

$$\begin{aligned} Y^T X\beta &= (Y^T X\beta)^T \\ &= \beta^T X^T Y \end{aligned}$$

Jadi diperoleh persamaan jumlah kuadrat *error* sebagai berikut:

$$S = Y^T Y - 2\beta^T X^T Y + \beta^T X^T X\beta \tag{3.2}$$

Untuk mengestimasi parameter regresi (β) maka jumlah kuadrat *error* harus diminimumkan, hal tersebut dapat diperoleh dengan melakukan turunan pertama terhadap β, yaitu :

$$\frac{\partial S}{\partial \beta} = 0 - 2X^T Y + X^T X\beta + (\beta^T X^T X)^T$$

$$= -2X^TY + X^TX\beta + X^TX\beta$$

$$= -2X^TY + 2X^TX\beta$$

dan menyamakannya dengan nol sehingga diperoleh

$$X^TX\beta = X^TY$$

Sehingga diperoleh β dari metode OLS yang memuat autokorelasi sebagai berikut:

$$\hat{\beta}^*_{ols} = (X^TX)^{-1}X^TY \quad (3.3)$$

Akan ditunjukkan bahwa $\hat{\beta}^*_{ols}$ adalah estimasi linier tak bias dari β. Perhatikan bahwa :

$$\hat{\beta}^*_{ols} = (X^TX)^{-1}X^TY$$

$$= (X^TX)^{-1}X^T(X\beta + \varepsilon)$$

$$= (X^TX)^{-1}X^T(X\beta) + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon$$

karena $(X^TX)^{-1}X^TX = I$, dengan demikian

$$\hat{\beta}^*_{ols} = \beta + (X^TX)^{-1}X^T$$

sehingga diperoleh nilai harapan dari $\hat{\beta}^*_{ols}$ adalah:

$$E(\hat{\beta}^*_{ols}) = E(\beta) + E[(X^TX)^{-1}X^T\varepsilon]$$

$$= \beta + (X^TX)^{-1}X^TE(\varepsilon)$$

$$= \beta + E[(X^TX)^{-1}X^T]E(\varepsilon)$$

dan sesuai dengan terpenuhinya asumsi pertama, maka:

$$E(\hat{\beta}^*_{ols}) = \beta + (X^TX)^{-1}X^T \cdot 0$$

$$= \beta \quad (3.4)$$

Telah terbukti $\hat{\beta}^*_{ols}$ yang memuat autokorelasi adalah estimasi linier dan tak bias dari β. Untuk dapat menunjukkan bahwa $\hat{\beta}^*_{ols}$ adalah penaksir OLS yang lebih baik dalam arti estimasi variansi lebih rendah dari β_{ols} maka akan ditunjukkan di bawah ini:

$$cov(\hat{\beta}^*_{ols}) = E[(\hat{\beta}^*_{ols} - E(\hat{\beta}^*_{ols})\left(\hat{\beta}^*_{ols} - E(\hat{\beta}^*_{ols})^T\right)]$$

$$= E\left[(\hat{\beta}^*_{ols} - \beta)(\hat{\beta}^*_{ols} - \beta)^T\right]$$

$$= E(\hat{\beta}^*_{ols} - \beta) \cdot E(\hat{\beta}^*_{ols} - \beta)^T$$

$$= E(\beta + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon - \beta)E(\beta + (X^TX)^{-1}X^T\varepsilon - \beta)^T$$

$$= E[((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon)((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon)^T]$$

$$= E((X^TX)^{-1}X^T\varepsilon\varepsilon^TX(X^TX)^{-1})$$

$$= E((X^TX)^{-1}X^TE(\varepsilon\varepsilon^T)E(X(X^TX)^{-1})$$

Karena memuat autokorelasi maka $E(\varepsilon\varepsilon^T) \neq \sigma^2I$, dimisalkan $E(\varepsilon\varepsilon^T) = \sigma^2D$, sehingga matriks variansi kovariansinya adalah:

$$cov(\hat{\beta}^*_{ols}) = (X^TX)^{-1}X^T\sigma^2DX(X^TX)^{-1}$$

$$= \sigma^2(X^TX)^{-1}X^TDX(X^TX)^{-1}$$

$$= cov(\hat{\beta}_{ols})\, X^TDX(X^TX)^{-1} \qquad (3.5)$$

Dari pesamaan (3.5) dan persamaan (2.16) dapat diketahui bahwasanya $cov(\hat{\beta}^*_{ols})$ memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai $cov(\hat{\beta}_{ols})$ tanpa memuat autokorelasi. Jadi dapat disimpulkan bahwa $\hat{\beta}^*_{ols}$ bersifat tidak minimum dan $\hat{\beta}_{ols}$ yang tidak memuat autokorelasi bersifat minimum jika dibandingkan dengan penaksir yang lain. Sehingga sifat yang dimiliki $\hat{\beta}^*_{ols}$ yang memuat autokorelasi adalah linier tak bias tapi tidak lebih baik, sehingga tidak bersifat BLUE.

3.4 *Standard Error* dari Model Regresi yang Memuat Autokorelasi

Standard error merupakan ukuran keakuratan suatu model. Suatu model dikatakan baik jika memiliki nilai *standard error* yang kecil. Adapun *standard error* dari model regresi yang memuat autokorelasi adalah:

$$cov(\hat{\beta}^*{}_{ols}) = \sigma^2(X^TX)^{-1}X^TDX(X^TX)^{-1}$$

$$se\ (\beta_{ols}) = \sqrt{var\ \hat{\beta}_{ols}}$$

Nilai dari *standard error* diperoleh dari akar kuadrat diagonal utama dari suatu matriks kovariansi.

Karena dilihat dari variansi model regresi berganda yang memuat autokorelasi tidak minimum dibandingkan dengan nilai variansi model regresi berganda yang tidak memuat autokorelasi, maka untuk nilai *standard error* dari model regresi berganda yang memuat autokorelasi adalah tidak minimum, atau nilai *standard error*-nya lebih besar jika dibandingkan dari *standard error* yang tidak memuat autokorelasi. Sehingga nilai *standard error* yang diperoleh dari metode OLS akan dikoreksi dengan metode *Newey-West.*

3.5 Koreksi *Standard Error* dengan Metode *Newey-West*

Newey-West merupakan suatu metode koreksi *standard error* yang dikembangkan dari metode *White Heteroskedasticity*. Menurut Wooldridge, (2005:397), tujuan dari *Newey-West* adalah mengoreksi nilai *standard error* pada kasus autokorelasi maupun heteroskedastisitas. Adapun *standard error* dari model regresi yang memuat autokorelasi dapat dikoreksi menggunakan metode *Newey-West* dengan langkah-langkah:

1. Dari model rgresi linier berganda yang menggandung autokorelasi dan parameternya diestimasi menggunakan metode OLS, diperoleh *error* dari regresi (ε_i).
2. Melakukan regresi *auxiliary* dengan meregresikan X_1 terhadap variabel bebas lainnya (X_2 sampai dengan X_4) dan diperoleh *error* r_i.

   Misalkan regresi linier berganda menggunakan tiga variabel bebas:

   $$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i \qquad (3.6)$$

   sehingga

   $$\varepsilon_i = Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i})$$

   atau:

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

   Regresi *auxiliary* dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua (atau lebih) variabel bebas yang secara bersama-sama. Karena mengalami autokorelasi, maka regresi *auxiliary* dari model (3.6) adalah:

   $$X_{1i} = \alpha_0 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{4i} + r_i \qquad (3.7)$$

   atau:

   $$r_i = X_{1i} - \alpha_0 - \alpha_2 X_{2i} - \alpha_3 X_{3i} - \alpha_4 X_{4i}$$

   dimana antara X_{2i} , X_{3i}, X_{4i} tidak saling berkorelasi (Wooldridge. 2005:395)

Persamaan (3.7) akan diestimasi menggunakan metode OLS sehingga akan diperoleh nilai dari $\alpha_0, \alpha_{2,} \dots, \alpha_4$. Jika dirubah ke dalam bentuk matriks akan menjadi:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} \\ X_{12} \\ X_{13} \\ X_{14} \\ X_{15} \\ \vdots \\ X_{1n} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & X_{41} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & X_{42} \\ 1 & X_{23} & X_{33} & X_{43} \\ 1 & X_{24} & X_{34} & X_{44} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & X_{4n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \\ \alpha_4 \end{bmatrix}$$

atau secara sederhana dapat dituliskan sebagai:

$$\vec{r} = \vec{x} - X\vec{\alpha} \tag{3.8}$$

dengan metode OLS akan diperoleh nilai $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_4$, dalam matriks α:

$$\alpha_i = (X^T X)^{-1} X^T r$$

3. Melakukan koreksi *standard error*, dengan langkah:

a. Mencari nilai v yang akan digunakan koreksi *standard error Newey-West:*

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{g} \left[1 - \frac{h}{g+1}\right] \left(\sum_{i=h+1}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-h}\right); \quad i = 1,2, \dots, N \tag{3.9}$$

$$\hat{a}_i = r_i \varepsilon_i$$

dimana:

r_i : residual yang diperoleh dari regresi auxiliary

ε_i : residual atau *error* dari model regresi

g : bilangan bulat mendekati $n^{1/4}$

i : indeks observasi

n : banyaknya data observasi

Ketika $g = 1$, dari persamaan (3.9) akan diperoleh:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{g}\left[1 - \frac{h}{g+1}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-h}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{1}\left[1 - \frac{1}{1+1}\right]\left(\sum_{i=1+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\cdot\frac{1}{2}\left(\sum_{i=1+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + \sum_{i=2}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}$$

dan ketika $g = 2$, maka:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{g}\left[1 - \frac{h}{g+1}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-h}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{2}\left[1 - \frac{h}{2+1}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-h}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\cdot\left[1 - \frac{1}{3}\right]\left(\sum_{i=1+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}\right) + 2\cdot\left[1 - \frac{2}{3}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-h}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\cdot\left[\frac{2}{3}\right]\left(\sum_{i=1+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}\right) + 2\cdot\left[\frac{1}{3}\right]\left(\sum_{i=2+1}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-2}\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + \frac{4}{3}\left(\sum_{i=2}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-1}\right) + \frac{2}{3}\left(\sum_{i=3}^{n} \hat{a}_i\hat{a}_{i-2}\right)$$

Cara yang sama berlaku untuk nilai g selanjutnya dan nilai g disesuaikan atau dipengaruhi banyaknya data dalam pengamatan yang dilakukan (n).

b. Memasukkan nilai v ke dalam rumus *standard error Newey-West:*

$$se_{NW}(\hat{\beta}_k) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_k)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

dimana:

$se_{NW}(\hat{\beta}_k)$: *standard error Newey-West*

$se_{ols}(\hat{\beta}_k)$: *standard error* metode OLS

$\hat{\sigma}^2$: penaksir variansi model regresi awal

Sehingga akan diperoleh nilai dari *standard error* model regresi linier berganda yang telah dikoreksi dengan metode *Newey-West.*

3.6 Aplikasi Koreksi *Standard Error* dengan Metode *Newey-West*

3.6.1 Deskripsi Data

Aplikasi metode *Newey-West* dalam koreksi *standard error* pada model regresi linier berganda dilakukan pada data permintaan ayam di Amerika Serikat pada tahun 1960-1982 yang yang diambil dari Gujarati (2004:239). Menurut Andryan Setyadharma (2010) data ini merupakan suatu data yang telah lolos uji normalitas, tidak mengalami masalah heteroskedastisitas dan memuat autokorelasi. Sehingga tidak perlu diadakan uji kembali tentang adanya heteroskedastisitas dan autokorelasi.

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	37.3	54.7	77.4
1965	33.3	528.6	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

(Gujarati: 2004: 239)

dimana:

Y : konsumsi ayam per kapita

X_1 : pendapatan bersih riil per kapita

X_2 : harga ayam eceran riil per unit

X_3 : harga babi eceran riil per unit

X_4 : harga sapi eceran riil per unit

3.6.2 Estimasi Parameter Regresi Linier Berganda dengan Metode OLS

Dari data di atas, 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. Berikut merupakan data yang sudah diberikan nilai yang akan digunakan dalam perhitungan mencari koefisien-koefisien dari model regresi akan diberikan pada lampiran 1.

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:

$$Y = \begin{bmatrix} 27.8 \\ 29.9 \\ 29.8 \\ \vdots \\ 52.9 \end{bmatrix} \text{ dan transposnya } Y^T = [27.8 \quad 29.9 \quad 29.8 \quad \dots \quad 52.9]$$

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 397.5 & 42.2 & 50.7 & 78.3 \\ 1 & 413.3 & 38.1 & 52 & 79.2 \\ 1 & 439.2 & 40.3 & 54 & 79.2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 2475.7 & 70.4 & 168.2 & 232.6 \end{bmatrix} \text{ dan transposnya,}$$

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

Sehingga diperoleh:

$$X^T X = \begin{bmatrix} 23 & 23807 & 1104 & 2079 & 2862 \\ 23807 & 33039449 & 1283397 & 2610366 & 3652384 \\ 1104 & 1283397 & 55701 & 108150 & 149054 \\ 2079 & 2610366 & 108150 & 215255 & 296252 \\ 2862 & 3652384 & 149054 & 296318 & 414456 \end{bmatrix}$$

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

$(X^T X)^{-1} =$

$$\begin{bmatrix} 3.764404 & 0.001890 & -0.123424 & 0.021368 & -0.013534 \\ 0.0020034 & 6.08027 \cdot 10^{-6} & 4.53176 \cdot 10^{-5} & -3.82208 \cdot 10^{-5} & -5.63943 \cdot 10^{-5} \\ -0.120580 & 5.14941 \cdot 10^{-5} & 0.007140 & -0.002117 & -0.000676 \\ 0.020088 & -4.16053 \cdot 10^{-5} & -0.002132 & 0.001067 & 0.000232 \\ -0.014646 & -5.54048 \cdot 10^{-5} & -0.000590 & 0.000188 & 0.000670 \end{bmatrix}$$

$$X^T Y = \begin{bmatrix} 919 \\ 1054933 \\ 45749 \\ 88754 \\ 122809 \end{bmatrix}$$

Nilai dari koefisien-koefisien $(\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k)$ dalam model regresi $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \varepsilon_i$ dengan metode OLS diperoleh:

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

$$\begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 37.232 \\ 0.005 \\ -0.611 \\ 0.198 \\ 0.069 \end{bmatrix}$$

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

$$Y = 37.232 + 0.005X_1 - 0.611X_2 + 0.198X_3 + 0.069X_4 + \varepsilon \qquad (3.10)$$

atau

$$\varepsilon = Y - 37.232 - 0.005X_1 + 0.611X_2 - 0.198X_3 - 0.069X_4$$

Sehingga diperoleh data *error* sebagai berikut:

$$\varepsilon = \begin{bmatrix} 27.8 \\ 29.9 \\ 29.8 \\ 30.8 \\ 31.2 \\ 33.3 \\ 35.6 \\ 36.4 \\ 36.7 \\ 38.4 \\ 40.4 \\ 40.3 \\ 41.8 \\ 40.4 \\ 40.7 \\ 40.1 \\ 42.7 \\ 44.1 \\ 46.7 \\ 50.6 \\ 50.1 \\ 51.7 \\ 52.9 \end{bmatrix} - 37.2 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - 0.005 \begin{bmatrix} 397.5 \\ 413.3 \\ 439.2 \\ 459.7 \\ 492.9 \\ 528.6 \\ 560.3 \\ 624.6 \\ 666.4 \\ 717.8 \\ 768.2 \\ 843.3 \\ 911.6 \\ 931.1 \\ 1021.5 \\ 1165.9 \\ 1349.6 \\ 1449.4 \\ 1575.5 \\ 1759.1 \\ 1994.2 \\ 2258.1 \\ 2478.7 \end{bmatrix} + 0.611 \begin{bmatrix} 42.2 \\ 38.1 \\ 40.3 \\ 39.5 \\ 37.3 \\ 38.1 \\ 39.3 \\ 37.8 \\ 38.4 \\ 40.1 \\ 38.6 \\ 39.8 \\ 39.7 \\ 52.1 \\ 48.9 \\ 58.3 \\ 57.9 \\ 56.5 \\ 63.7 \\ 61.6 \\ 58.9 \\ 66.4 \\ 70.4 \end{bmatrix} - 0.198 \begin{bmatrix} 50.7 \\ 52 \\ 54 \\ 55.3 \\ 54.7 \\ 63.7 \\ 69.8 \\ 65.9 \\ 64.5 \\ 70 \\ 73.2 \\ 67.8 \\ 79.1 \\ 95.4 \\ 94.2 \\ 123.5 \\ 129.9 \\ 117.6 \\ 130.9 \\ 129.8 \\ 128 \\ 141 \\ 168.2 \end{bmatrix} - 0.069 \begin{bmatrix} 78.3 \\ 79.2 \\ 79.2 \\ 79.2 \\ 77.4 \\ 80.2 \\ 80.4 \\ 83.9 \\ 85.5 \\ 93.7 \\ 106.1 \\ 104.8 \\ 114 \\ 124.1 \\ 127.6 \\ 142.9 \\ 143.6 \\ 139.2 \\ 165.5 \\ 203.3 \\ 219.6 \\ 221.6 \\ 232.6 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -1.077 \\ -1.880 \\ -1.162 \\ -1.010 \\ -1.877 \\ -1.442 \\ 0.211 \\ 0.304 \\ 0.928 \\ 1.755 \\ 1.097 \\ 2.514 \\ 0.739 \\ 2.894 \\ 0.782 \\ -1.653 \\ -1.532 \\ 1.253 \\ 3.174 \\ 2.482 \\ -1.612 \\ 0.540 \\ -3.064 \end{bmatrix} \qquad (3.11)$$

3.6.3 *Standard Error* Data yang Memuat Autokorelasi

Standard error adalah akar kuadrat dari variansi.

$$var\ (\varepsilon_i) = \frac{\sum(\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-k}$$

$$se\ (\varepsilon_i) = \sqrt{\frac{\sum(\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{n-k}}$$

Sehingga nilai variansi error dari data yang memuat autokorelasi adalah:

$$var\ (\varepsilon_{23}) = 3.616 \tag{3.12}$$

Sedangkan untuk *standard error* estimasi OLS dari β_i sesuai persamaan (3.5), maka:

$$cov(\hat{\beta}^*{}_{ols}) \ = \ \sigma^2(X^TX)^{-1}X^TDX(X^TX)^{-1}$$

Sehingga nilai variansi dari $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ adalah:

$$\begin{bmatrix} var\ (\beta_0) \\ var\ (\beta_1) \\ var\ (\beta_2) \\ var\ (\beta_3) \\ var\ (\beta_4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13.824 \\ 2.5 \cdot 10^{-5} \\ 0.0266 \\ 0.004 \\ 0.003 \end{bmatrix} \tag{3.13}$$

Sehingga *standard error* yang diperoleh adalah:

$$\begin{bmatrix} se\ (\beta_0) \\ se\ (\beta_1) \\ se\ (\beta_2) \\ se\ (\beta_3) \\ se\ (\beta_4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.718 \\ 0.005 \\ 0.163 \\ 0.064 \\ 0.051 \end{bmatrix} \tag{3.14}$$

3.6.4 Koreksi *Standard Error* dengan Metode *Newey-West*

Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam metode *Newey-West* adalah:

1. Dari model regresi linier berganda yang memuat autokorelasi dan parameternya diestimasi menggunakan metode OLS, telah diperoleh *error* dari regresi (ε_i) sesuai persamaan (3.11).
2. Melakukan regresi *auxiliary* dengan meregresikan X_1 terhadap variabel bebas lainnya (X_2 sampai dengan X_4) dan diperoleh *error* r_i.

   Dari persamaan (3.10) adalah:

   $$Y = 37.232 + 0.005X_1 - 0.611X_2 + 0.198X_3 + 0.069X_4 + \varepsilon$$

   sehingga

   $$\varepsilon = Y - 37.232 - 0.005X_1 + 0.611X_2 - 0.198X_3 - 0.069X_4$$

   sedangkan model regresi *auxiliary*-nya adalah:

   $$X_{1i} = \alpha_0 + \alpha_4 X_{4i} + r_i$$

   atau:

   $$r_i = X_{1i} - \alpha_0 - \alpha_4 X_{4i} \qquad (3.\ 15)$$

   Persamaan (3.15) diestimasi menggunakan metode OLS sehingga diperoleh nilai dari α_0 dan α_4 sebagai berikut:

   $$\begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -436.660 \\ 11.828 \end{bmatrix}$$

   Sehingga model regresi linier yang terbentuk dari regresi *auxiliary* adalah:

   $$X_{1i} = -436.660 + 11.828X_{4i} + r_i$$

   atau

   $$r_i = X_{1i} + 436.660 - 11.828X_{4i}$$

   Dengan metode yang sama, maka diperoleh nilai r, yaitu:

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \\ r_5 \\ r_6 \\ r_7 \\ r_8 \\ r_9 \\ r_{10} \\ r_{11} \\ r_{12} \\ r_{13} \\ r_{14} \\ r_{15} \\ r_{16} \\ r_{17} \\ r_{18} \\ r_{19} \\ r_{20} \\ r_{21} \\ r_{22} \\ r_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -91.972 \\ -86.818 \\ -60.918 \\ -40.418 \\ 14.073 \\ 16.654 \\ 45.989 \\ 68.891 \\ 91.766 \\ 46.176 \\ -50.091 \\ 40.386 \\ -0.132 \\ -100.095 \\ -51.093 \\ -87.661 \\ 87.759 \\ 239.602 \\ 54.626 \\ -208.87 \\ -166.569 \\ 73.675 \\ 164.167 \end{bmatrix}$$

3. Melakukan koreksi *standard error* dengan langkah:

   a. Mencari nilai v yang akan digunakan untuk koreksi *standard error Newey-West:*

   $$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + 2\sum_{h=1}^{g}\left[1 - \frac{h}{g+1}\right]\left(\sum_{i=h+1}^{N} \hat{a}_i\hat{a}_{i-h}\right) \; i = 1,2,\dots,N$$

   $\hat{a}_i = r_i\varepsilon_i$

   dimana:

   r_i : residual yang diperoleh dari regresi auxiliary

   ε_i : residual atau *error* dari model regresi

   g : bilangan bulat mendekati $g = n^{\frac{1}{4}}$

   n : banyaknya data observasi

   i : indeks observasi

Dengan nilai-nilai yang telah diperoleh, yaitu ε_i dan r_i dapat diketahui nilai dari $\hat{a}_i$.

$$\hat{a}_i = r_i \varepsilon_i$$

dan nilai,

$$\sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 = 912223.317$$

$$\sum_{1=2}^{n} (\hat{a}_i \hat{a}_{i-1}) = -211568.845$$

$$\sum_{1=3}^{n} (\hat{a}_i \hat{a}_{i-2}) = -\ 294387.298$$

Dapat ditentukan nilai g, yaitu $g = n^{\frac{1}{4}}$

$$g = 23^{\frac{1}{4}}$$

$$= 2.19$$

$$\approx 2$$

Karena g telah diperoleh, yakni bernilai 2, maka v adalah:

$$v = \sum_{i=1}^{n} \hat{a}_i^2 + \frac{4}{3}(\sum_{i=2}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-1}) + \frac{2}{3}(\sum_{i=3}^{n} \hat{a}_i \hat{a}_{i-2})$$

$$= 912223.317 + \frac{4}{3}(-211568.845) + \frac{2}{3}(-294387.298)$$

$$= 433873.325$$

a. Memasukan nilai v ke dalam persamaan *Newey-West:*

i. *Standard error* untuk β_0

$$se_{NW}(\hat{\beta}_0) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_0)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

$$= \left[\frac{3.718}{3.616}\right]^2 \sqrt{433873.325}$$

$$= 696.375$$

ii. *Standard error* untuk β_1

$$se_{NW}(\hat{\beta}_1) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_1)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

$$= \left[\frac{0.005}{3.616}\right]^2 \sqrt{433873.325}$$

$$= 0.001$$

iii. *Standard error* untuk β_2

$$se_{NW}(\hat{\beta}_2) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_2)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

$$= \left[\frac{0.163}{3.616}\right]^2 \sqrt{433873.325}$$

$$= 1.338$$

iv. *Standard error* untuk β_3

$$se_{NW}(\hat{\beta}_3) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_3)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

$$= \left[\frac{0.064}{3.616}\right]^2 \sqrt{433873.325}$$

$$= 0.206$$

v. *Standard error* untuk β_4

$$se_{NW}(\hat{\beta}_4) = \left[\frac{se_{ols}(\hat{\beta}_4)}{\hat{\sigma}^2}\right]^2 \sqrt{v}$$

$$= \left[\frac{0.051}{3.616}\right]^2 \sqrt{433873.325}$$

$$= 0.131$$

3.7 Analisis Hasil

Dari analisis yang dilakukan, diperoleh nilai dari $se\ (\hat{\beta}_{ols})$ dari model regresi linier berganda yang memuat autokorelasi yang belum dikoreksi dan setelah dikoreksi dengan metode *Newey-West*, sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Analisis *Standard Error*

	$se\ (\hat{\beta}_{ols})$	$se(\hat{\beta}^*_{ols})$
(β_0)	3.718	696.375
(β_1)	0.005	0.001
(β_2)	0.163	1.338
(β_3)	0.064	0.206
(β_4)	0.051	0.131

(sumber: olahan data)

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwasanya nilai *standard error* β_0 dari model regresi berganda yang belum dikoreksi dengan *Newey-West* sebesar 3.718 sedangkan sesudah dikoreksi bernilai 696.375. *standard error* β_1 yang belum dikoreksi sebesar 0.005 sedangkan sesudah dikoreksi bernilai 0.001. *Standard error* β_2 yang belum dikoreksi sebesar 0.163 sedangkan sesudah dikoreksi bernilai 1.338. *Standard error* β_3 yang belum dikoreksi sebesar 0.064 sedangkan sesudah dikoreksi bernilai 0.206.

Standard error β_4 yang belum dikoreksi sebesar 0.051 sedangkan sesudah dikoreksi bernilai 0.131.

Dari uraian di atas telah diperoleh nilai dari *Standard error* dari model regresi yang memuat autokorelasi dan juga telah dikoreksi dengan metode *Newey-West* dan sebelum dikoreksi. Metode *Newey-West* memberikan *standard error* yang sebenarnya dari model yang memuat autokorelasi. Kata koreksi disini tidak memberikan arti memperkecil *standard error* dari model yang yang diestimasi dengan OLS, namun memberikan nilai *standard error* yang sebenarnya dari model yang memuat autokorelasi. Dari table 3.2 nilai *standard error* menunjukan lebih besar dan lebih kecil dari sebelum dan sesudah dikoreksi. Sehingga metode *Newey-West* mengkoreksi atau membenarkan nilai dari *standar error* model regresi yang memuat autokorelasi dan bukan berarti meminimumkan *standard error*. Metode *Newey-West* juga memperkuat bahwa metode estimasi OLS tidak cocok digunakan ketika terjadi autokorelasi pada model.

3.8 Kajian Koreksi Standar Error dalam Tafsir Al-Qur'an Surat Al-Hasyr Ayat 18 dan Hadits Nabi

Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah yang sempurna jika dibandingkan dengan makhluk ciptaan Allah yang lainya. Karena manusia telah diberikan kelebihan akal, fikiran dan nasfu yang dapat digunakan manusia tanpa batasan umur dan tanpa batasan waktu. Allah menciptakan manusia disertai dengan akal, fikiran dan nafsu dengan tujuan agar manusia dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dan juga kebutuhan kehidupan kekal nantinya, yaitu beribadah kepada Allah semasa hidupnya dan berbuat baik kepada sesamanya.

Islam merupakan suatu agama yang kompleks yang didalamnya mengatur berbagai aspek kehidupan yang ada di dunia maupun diakhirat dengan berpedoman pada Al-Qur'an dan hadits menjadi pedoman hidup umat manusia. Dengan tetap berpegang teguh pada Al-Qur'an dan Hadits, dijanjikan surga oleh-Nya. Namun tidak sedikit manusia yang melakukan kesalahan-kesalahan yang menggunakan segala sesuatu tidak pada tempatnya dan melenceng dari ajaran agama Islam yang telah diberikan.

Oleh karena itu, Islam memerintahkan kepada manusia untuk selalu introspeksi diri terhadap perbuatan yang telah dilakukan. Agar hidup manusia lebih teratur. Baik dalam urusan dunia maupun urusan akhiratnya.

Kesuksesan dalam dunia maupun di akhirat siapapun dapat memilikinya. Islam memerintahkan kepada umatnya untuk selalu berusaha dalam hidupnya dan menyempurnakan hidupnya namun dengan tetap berpegang teguh pada agama Islam. Banyak hal di dalam Al-Qur'an jika dipelajari dan dilaksanakan dapat memetik buah yang telah ditanamnya. Seperti dalam Al-Qur'an surat Al-Hasyr ayat 18 telah disebutkan:

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ ٱتَّقُواْ ٱللَّهَ وَلۡتَنظُرۡ نَفۡسٞ مَّا قَدَّمَتۡ لِغَدٖۖ وَٱتَّقُواْ ٱللَّهَۚ إِنَّ ٱللَّهَ خَبِيرُۢ بِمَا تَعۡمَلُونَ ١٨

Artinya*: Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari* *esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.*

Dari ayat di atas telah disebutkan bahwasanya setiap manusia diperintahkan untuk beriman dan bertakwa kepada Allah, serta setiap manusia diperintahkan untuk selalu memperhatikan apa yang telah diperbuatanya dalam artian hendaklah manusia introspeksi diri dari apa yang telah diperbuatanya. Dengan manusia mau introspeksi diri, berarti manusia telah berbuat suatu kebaikan untuk kehidupan di akhirat kelak.

Tidak hanya dalam kehidupan, dalam segala hal diperintahkan untuk selalu introspeksi diri. Introspeksi merupakan suatu koreksi diri terhadap apa yang telah diperbuatnya. Dalam ilmu pengetahuan pun juga berlaku kata introspeksi tak terkecuali matematika, statistika ataupun ekonomi (ekonometrika).

Suatu model dalam statistika mempunyai asumsi-asums yang harus dipenuhi dari model tersebut. Namun tidak sedikit model yang melanggar asumsi yang ada, dengan adanya pelanggaran tersebut harus diadakan metode koreksi. Dicontohkan suatu model regresi linier berganda, memiliki beberapa asumsi yang harus dipenuhi, salah satunya adalah model tersebut tidak memuat autokorelasi. Namun jika pada kenyataanya model tersebut memuat autokorelasi maka harus didakan koreksi. Banyak sekali metode koreksi yang dapat dilakukan, seperti metode *Newey-West.*

Seperti halnya manusia, jika mereka mau introspeksi diri dan mengetahui kesalahan yang telah diperbuat, maka hendaklah segera memperbaiki kesalahannya dan segera bertaubat. Karena tak akan merugi orang yang selalu introspeksi diri. Sebagaimana sabda nabi Muhammad SAW:

حا سبوانفسكم قبل ان تحا سبو ا

artinya: “*periksalah dirimu sebelum dirimu diperiksa*”

(Imam Al-Ghazali, 2007)

Dari sabda Nabi di atas, memiliki arti segeralah manusia memeriksa dirinya sendiri atau introspeksi diri masing-masing sebelum diri itu dihisab oleh Allah di akhirat kelak. Janganlah manusia meremehkan kesalahan yang kecil, karena dari hal kecillah semua akan menjadi besar.

Metode *Newey-West* digunakan ketika suatu model regresi baik sederhana maupun berganda mengalami autokorelasi, metode ini bekerja dengan sistem mengkoreksi. Diharapkan dengan metode ini dapat diketahui nilai dari *standard error* yang sebenarnya. Sebagaimana dalam Islam, koreksi ataupun intropeksi diri digunakan dengan tujuan untuk mencari suatu kebaikan maupun kebenaran.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa pada model regresi linier berganda yang memuat autokorelasi ketika dilakukan estimasi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) maka model tersebut memiliki sifat linier dan tidak bias akan tetapi memiliki variansi yang tidak minimum sehingga tidak bersifat *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE).

Metode koreksi *Newey-West* dilakukan untuk mengoreksi nilai *standard error* model regresi yang memuat autokorelasi. Dari estimasi OLS yang dilakukan menghasilkan *standard error* yang kecil, namun hasil tersebut tidak sesuai, sehingga dilakukan koreksi *Newey-West*. Hasil dari koreksi tersebut menghasilkan nilai *standard error* yang berbeda dari nilai *standard error* sebelum dikoreksi. Hasil koreksi yang telah diperoleh memberikan arti memperbaiki *standard error* dari model regresi linier berganda yang memuat autokorelasi. Sehingga metode *Newey-West* telah membuktikan dan menguatkan bahwa OLS tidak sesuai jika digunakan pada data yang memuat autokorelasi.

1.2 Saran

Dalam penelitian ini penulis menggunaka metode *Newey-West* pada model regresi linier berganda, diharapkan penelitian selanjutnya melakukan koreksi pada model regresi yang memuat autokorelasi dengan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah. 1994. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8*. Bogor: Penerbit Pustaka

Aziz, Abdul. 2007. *Ekonometrika: Teori dan Analisis Matematis*. Malang: UIN-Malang Press

Dajan, Anton. 1986. *Pengantar Metode Statistik*. Jakarta : LP3ES

Firdaus, Muhammad. 2004. *Ekonometrika: Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: PT. Bumi Aksara

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. 1981. *Tafsir Al-Azhar Juzu' ke-28*. Surabaya: Yayasan Latimojong

Harinaldi. 2005. *Prinsip-Prinsip Statistik*. Jakarta: Erlangga

Hartono, Djoni. 2008. *Ekonometrika:Multikolininearitas dan Autokorelasi*. Jakarta: UI Press

Hasan, Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Bumi Aksara: Jakarta

Iriawan, Nur,dkk. *Mengolah Data Statistik Dengan Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta: Andi Ofset

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

Saleh, Samsubar.2001. *Statistik Induktif*. Yogyakarta: AMP YKPN

Setyadharma, Adryan.2010. *Uji Asumsi Klasik Dengan SPSS 16*. Semarang: Unnes Press

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

Supranto, J. 2005. *Ekonometri Buku Kesatu Edisi Revisi*. Jakarta: Ghalia Indonesia

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

Wooldridge, Jeffrey M. 2005. *Introductory Econometrics*. Mason: South-Western Collage Publishing

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Data

Tahun	Y	X_1	X_2	X_3	X_4	X_1X_2	X_1X_3	X_1X_4	X_1Y	X_2Y	X_3Y	X_4Y	X_1^2	X_2^2	X_3^2	X_4^2
1960	27.8	397.5	42.2	50.7	78.3	16774.5	20153.25	31124.25	11050.5	1173.16	1409.46	2176.74	158006.3	1780.84	2570.49	6130.89
1961	29.9	413.3	38.1	52	79.2	15746.73	21491.6	32733.36	12357.67	1139.19	1554.8	2368.08	170816.9	1451.61	2704	6272.64
1962	29.8	439.2	40.3	54	79.2	17699.76	23716.8	34784.64	13088.16	1200.94	1609.2	2360.16	192896.6	1624.09	2916	6272.64
1963	30.8	459.7	39.5	55.3	79.2	18158.15	25421.41	36408.24	14158.76	1216.6	1703.24	2439.36	211324.1	1560.25	3058.09	6272.64
1964	31.2	492.9	37.3	54.7	77.4	18385.17	26961.63	38150.46	15378.48	1163.76	1706.64	2414.88	242950.4	1391.29	2992.09	5990.76
1965	33.3	528.6	38.1	63.7	80.2	20139.66	33671.82	42393.72	17602.38	1268.73	2121.21	2670.66	279418	1451.61	4057.69	6432.04
1966	35.6	560.3	39.3	69.8	80.4	22019.79	39108.94	45048.12	19946.68	1399.08	2484.88	2862.24	313936.1	1544.49	4872.04	6464.16
1967	36.4	624.6	37.8	65.9	83.9	23609.88	41161.14	52403.94	22735.44	1375.92	2398.76	3053.96	390125.2	1428.84	4342.81	7208.01
1968	36.7	666.4	38.4	64.5	85.5	25589.76	42982.8	56977.2	24456.88	1409.28	2367.15	3137.85	444089	1474.56	4160.25	7310.25
1969	38.4	717.8	40.1	70	93.7	28783.78	50246	67257.86	27563.52	1539.84	2688	3598.08	515236.8	1608.01	4900	8779.69
1970	40.4	768.2	38.6	73.2	106.1	29652.52	56232.24	81506.02	31035.28	1559.44	2957.28	4286.44	590131.2	1489.96	5358.24	11257.21
1971	40.3	843.3	39.8	67.8	104.8	33563.34	57175.74	88377.84	33984.99	1603.94	2732.34	4223.44	711154.9	1584.04	4596.84	10983.04
1972	41.8	911.6	39.7	79.1	114	36190.52	72107.56	103922.4	38104.88	1659.46	3306.38	4765.2	831014.6	1576.09	6256.81	12996
1973	40.4	931.1	52.1	95.4	124.1	48510.31	88826.94	115549.5	37616.44	2104.84	3854.16	5013.64	866947.2	2714.41	9101.16	15400.81
1974	40.7	1021.5	48.9	94.2	127.6	49951.35	96225.3	130343.4	41575.05	1990.23	3833.94	5193.32	1043462	2391.21	8873.64	16281.76
1975	40.1	1165.9	58.3	123.5	142.9	67971.97	143988.7	166607.1	46752.59	2337.83	4952.35	5730.29	1359323	3398.89	15252.25	20420.41
1976	42.7	1349.6	57.9	129.9	143.6	78141.84	175313	193802.6	57627.92	2472.33	5546.73	6131.72	1821420	3352.41	16874.01	20620.96
1977	44.1	1449.4	56.5	117.6	139.2	81891.1	170449.4	201756.5	63918.54	2491.65	5186.16	6138.72	2100760	3192.25	13829.76	19376.64
1978	46.7	1575.5	63.7	130.9	165.5	100359.4	206233	260745.3	73575.85	2974.79	6113.03	7728.85	2482200	4057.69	17134.81	27390.25
1979	50.6	1759.1	61.6	129.8	203.3	108360.6	228331.2	357625	89010.46	3116.96	6567.88	10286.98	3094433	3794.56	16848.04	41330.89
1980	50.1	1994.2	58.9	128	219.6	117458.4	255257.6	437926.3	99909.42	2950.89	6412.8	11001.96	3976834	3469.21	16384	48224.16
1981	51.7	2258.1	66.4	141	221.6	149937.8	318392.1	500395	116743.8	3432.88	7289.7	11456.72	5099016	4408.96	19881	49106.56
1982	59.2	2478.7	70.4	168.2	232.6	174500.5	416917.3	576545.6	146739	4167.68	9957.44	13769.92	6143954	4956.16	28291.24	54102.76
Jumlah	918.7	23806.5	1103.9	2079.2	2861.9	1283397	2610365	3652384	1054933	45749.42	88753.53	122809.2	33039449	55701.43	215255.3	414625.2