TRANSFORMASI KOYCK SEBAGAI PENAKSIR MODEL DINAMIS DENGAN *INFINITE LAG*

(Skripsi)

Oleh

BADZLAN HASBI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018

ABSTRACT

KOYCK TRANSFORMATION FOR ESTIMATING DYNAMIC MODEL WITH *INFINITE LAG*

By

Badzlan Hasbi

The purpose of this research is to study and apply Koyck transformation method in estimating dynamic model with infinite time period. The data used in this study is the time series data that is the value of the rupiah exchange rate and Indonesia composite index (IDX Composite) from the period 2 January to 15 February 2018. The result of this research shows that Koyck transformation the lag distribution model into dynamic autoregressive model. Koyck dynamic equation model of transformation is obtained as follows:

$$\hat{Y}_t = 1842 - 0{,}0890X_t + 0.9018Y_{t-1}$$

Finally, Durbin h-test statistic shows that the Koyck transformation is very effective in modeling the data without autocorrelation.

Keywords: lag distribution model, Koyck transformation, Durbin h-test statistic

ABSTRAK

TRANSFORMASI KOYCK SEBAGAI PENAKSIR MODEL DINAMIS DENGAN *INFINITE LAG*

Oleh

Badzlan Hasbi

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengkaji dan mengaplikasikan metode transformasi Koyck dalam menduga model dinamis dengan lag tak terbatas. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data deret waktu yaitu data nilai kurs rupiah dan indeks harga saham gabungan (IHSG) dari periode 2 Januari s.d 15 Februari 2018. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa transformasi Koyck mengubah model distribusi lag menjadi model dinamis autoregresif. Model persamaan dinamis transformasi Koyck didapat sebagai berikut:

$$\hat{Y}_t = 1842 - 0{,}0890X_t + 0.9018Y_{t-1}$$

Terakhir, dilakukan pengujian statistik Durbin h yang memperlihatkan bahwa transformasi Koyck efektif dalam pemodelan data tanpa masalah autokorelasi.

Kata kunci: model distribusi lag, transformasi Koyck, statistik Durbin h

TRANSFORMASI KOYCK SEBAGAI PENAKSIR MODEL DINAMIS DENGAN *INFINITE LAG*

Oleh

BADZLAN HASBI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018

Judul Skripsi	:	**TRANSFORMASI KOYCK SEBAGAI PENAKSIR MODEL DINAMIS DENGAN *INFINITE LAG***
Nama Mahasiswa	:	Badzlan Hasbi
No. Pokok Mahasiswa	:	1417031029
Jurusan	:	Matematika
Fakultas	:	Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Drs. Nusyirwan, M.Si.
NIP 19661010 199205 1 001

Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.
NIP 19570101 198403 1 020

2. Ketua Jurusan Matematika

Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D.
NIP 19631108 198902 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

   Ketua : **Drs. Nusyirwan, M.Si.** .....

   Sekretaris : **Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.** .....

   Penguji
   Bukan Pembimbing : **Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.
NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **17 April 2018**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Nama	: Badzlan Hasbi
Nomor Induk Mahasiswa	: 1417031029
Jurusan	: Matematika
Judul	: Transformasi Koyck Sebagai Penaksir Model Dinamis Dengan *Infinite Lag*

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah orang lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Serta semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah karya penulisan ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 17 April 2018
Penulis,

Badzlan Hasbi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 17 Mei 1996, sebagai anak kedua dari empat bersaudara pasangan Bapak Ir. Budi Yunarto dan Ibu Ir. Harniwati.

Pendidikan di TK Kartini selesai pada tahun 2002, Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 2 Rawa Laut (Teladan) pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 25 Bandar Lampung pada tahun 2011, Sekolah Menengah Atas di SMAN 5 Bandar Lampung pada tahun 2014, dan pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika (HIMATIKA), ROIS FMIPA, BEM FMIPA, dan menjadi Anggota Komisi 1 Dewan Perwakilan Mahasiswa Universitas (DPM-U) KBM Unila pada tahun 2016-2017. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di KPP Pratama Tanjung Karang, Bandar Lampung, serta penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Gunungtiga Kecamatan Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus. Penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Matematika Komputasi, Analisis Numerik, Algoritma Pemrograman, Analisis Deret Waktu dan Pengantar Teknologi Informasi. Penulis menyelesaikan pendidikan di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2018.

KATA INSPIRASI

Seseorang dapat melebihi batas kemampuannya jika ia mau Berusaha

Lakukan yang terbaik sekarang
Karena akan lebih buruk jika menyesali hal yang sudah berlalu
Serta menghawatirkan hal yang akan datang

(~Hamba Allah~)

Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan. (QS: Al-Insyirah: 5-6)

Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan),
Tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).
(QS: Al-Insyirah: 7)

Lewati hari ini dengan bahagia, tersenyum serta keseriusan
Karena kemarin adalah waktu yang tak dapat diputar
Dan hari esok adalah misteri yang akan kita lalui.

Kitalah pemimpin, kitalah pemuda penerus Bangsa.
Kenali sejarahMu . . .
Genggamlah MimpiMu, Gapailah CitaMu.

(~Badzlan Hasbi~)

PERSEMBAHAN

Puji Syukur Kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan anugrah, iman, kesehatan jiwa raga, serta ketenangan hati dalam menjalankan kehidupan ini.
Tidak lupa Sholawat beriring salam tercurahkan kepada baginda Nabiyallah Rasolullah Muhammad SAW sebagai Suri tauladan baik bagi sleuruh umat..
Dengan penuh rasa syukur dan bangga kupersembahkan karya kecilku ini sebagai tanda bakti dan cinta Kepada :

Ayah dan Mama tercinta*…*
Terimakasih atas kesungguhan serta kesabaran dan keikhlasannya dalam mendidik anak tercinta ini. Sungguh besar atas pengalaman dan pengorbanan yang kalian berikan…
Jeripayah dalam membiayai sekolahku serta tak pernah Lelah dalam menasihati…
Dalam kebaikan maupun kesalahan-kesalahan yang diriku lakukan.

Kakakku *tercinta* ***Alifia Tiara Putri***
Adikku *tercinta* ***Tasya Aulia***
Adikku *tercinta* ***Sahhawa Hatamia***

Saudara dekat maupun jauh

Terimakasih atas motivasi, serta selalu mengajarkan kebaikan dalam menjalani kehidupan,
Tiada satu hal yang selalu diingatkan melainkan jalan hidup ini adalah .saling mengingatkan
Semoga dengan ilmu ini dapat ku wujudkan kebaikan-kebaikan

Sahabat *serta* ***kawan-kawan*** *terbaik yang selalu mengingatkan dalam kebaikan ,*
hadir dalam suka maupun duka,
belajar bersama guna mencapai rido Allah SWT.

Almamater tercinta

BANGSAKU INDONESIAKU ☺

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam atas segala berkat dan anugerah yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat membuat sebuah karya akademik berupa skripsi yang berjudul **"Transformasi Koyck Sebagai Penaksir Model Dinamis dengan *Infinite Lag*"**. Terselesaikannya penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama pihak yang telah mendukung. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih setulusnya dan yang tak akan dilupakan kepada:

1. Drs. Nusyirwan, M.Si., selaku dosen pembimbing utama, yang telah meluangkan waktu dari padatnya kesibukan beliau, membimbing dan memotivasi penulis selama penelitian dan penyelesaian skripsi.
2. Prof. Drs. Mustofa Usman, M.A., Ph. D., selaku dosen pembimbing kedua yang juga dengan padatnya kesibukan beliau dapat meluangkan waktunya untuk membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Khoirin Nisa, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan nasehat, motivasi, saran serta kritik yang membangun guna penyempurnaan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc. Ph.D., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan nasehat selama penulis menjalankan studi di jurusan matematika FMIPA Universitas Lampung.

5. Ibu Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D, selaku dekan FMIPA Universitas Lampung.
7. Dosen, staf dan karyawan Jurusan Matematika FMIPA Unila.
8. Ayah dan mamah serta kakak dan Adik-adikku tercinta dan tersayang.
9. Tim Sukses Skripsi yakni kawan Redi, Restika, Citra, Indah dan Rose.
10. Sahabat ku Sandy, Ilhan, Ghilman dan Dede yang sangat memotivasi.
11. Guru ngaji ku, kawan Yogi, Abdurrois, Ardiansyah, Kodir, Zhofar, Fanisha yang turut menyemangati serta memberikan saran penulis.
12. Keluarga Forum Kerja Sama Alumni Rohis(FKAR) Bandar Lampung.
13. Yayasan Rabiah dan Tunas Lampung atas Motivasi serta dukungannya.
14. Keluarga besar HIMATIKA, ROIS FMIPA, BEM FMIPA, DPM Unila dan Matematika 2014 atas nasihat, dukungan dan kebersamaannya.
15. Seluruh pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas peran dan dukungannya dalam menyusun laporan ini.

Bandar Lampung, April 2018
Penulis

Badzlan Hasbi

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR GAMBAR xvi

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah 1

1.2 Tujuan Penelitian 2

1.3 Manfaat Penelitian 3

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekonometrika Runtun Waktu 4

2.2 Definisi Aljabar Matriks 4

2.2.1 Operasi pada Matriks 5
A. Penjumlahan Matriks 5
B. Pengurangan Matriks 5
C. Perkalian Matriks dengan Skalar 6
D. Perkalian Matriks dengan Matriks 6

2.2.2 Transpose Matriks 7

2.2.3 Jenis-jenis Matriks Khusus 7
A. Matriks Nol 7
B. Matriks Bujursangkar 7
C. Matriks Diagonal 7
D. Matriks Satuan/Identitas 8
E. Matriks Skalar 8
F. Matriks Segitiga Atas (*Upper Triangular*) 8
G. Matriks Segitiga Bawah (*Lower Triangular*) 9
H. Matriks Simetris 9
I. Matriks Antisimetris 9

2.3 Regresi Linear 10

2.3.1 Regresi Linear Sederhana 10

2.3.2 Regresi Linear Berganda 10

2.3.3 Asumsi Klasik Model Regresi 13
A. Uji Normalitas Residual 13
B. Uji Heteroskedatisitas 13
C. Uji Multikolinearitas 14
D. Uji Autokorelasi 15

2.4 Model Terdistribusi *Lag* 16

2.5 Geometri *Lag* Koyck..... 17

2.6 Transformasi Koyck 19

2.7 Menentukan Model Dinamis Autoregresif 20

2.8 Mendeteksi Autokorelasi pada Model Autoregresif Menggunakan Statistik *h* Durbin-Watson 21

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... 33

3.2 Data Penelitian..... 33

3.3 Metode Penelitian 33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data Regresi Linear Dinamis 25

4.2 Model Distribusi *Lag* Koyck 28

4.3 Uji Asumsi Klasik 32

4.3.1 Normalitas 32

4.3.2 Homoskedatisitas 33

4.3.3 Multikolinearitas 34

4.4 Persamaan Autoregresif Transformasi Koyck..... 35

4.5 Mendeteksi Autokorelasi Dalam Model Dinamis Autoregresif 37

V. KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Data pergerakan IHSG dan kurs rupiah periode 2 Januari - 15 Februari 2018 25
2. Pergerakan IHSG dan kurs rupiah setelah dimasukkan *Lag*-1 26
3. Koefisien Determinasi Uji Multikolinearitas 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. *Scatterplot* dari *residual* yang bersifat heteroskedastisitas 14
2. *Scatterplot* dari *residual* yang bersifat homoskedastisitas 14
3. Penurunan Koefisien β dalam model Koyck 18
4. Skema Geometri Koyck Data Penelitian 31
5. Histogram Sebaran Normal Data Penelitian 32
6. Normal *Probability* Plot Data Penelitian 32
7. Scatterplot Data Penelitian 34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ekonometrika merupakan suatu ilmu yang menganalisis fenomena ekonomi dengan menggunakan teori ekonomi, matematika, dan statistika, yang berarti teori ekonomi tersebut dirumuskan melalui hubungan matematika kemudian diterapkan pada suatu data untuk dianalisis menggunakan metode statistika. Hal yang banyak mendapat perhatian dalam ekonometrika adalah variabel gangguan terutama dalam membuat perkiraan atau estimasi. Model ekonometrika yang digunakan untuk mengukur hubungan antara variabel-variabel dapat dinyatakan dalam bentuk model regresi linear. Model regresi linear merupakan salah satu model ekonometrika yang hubungan antar variabelnya satu arah, yang berarti variabel tak bebas ditentukan oleh variabel bebas.

Pada skripsi ini akan dibahas tentang model regresi linear yang memperhitungkan pengaruh waktu, karena kebanyakan dari model regresi linear kurang memperhatikan waktu. Data yang digunakan adalah data runtun waktu. Model regresi dengan menggunakan data runtun waktu tidak hanya menggunakan pengaruh perubahan variabel bebas terhadap variabel tak bebas dalam kurun waktu yang sama dan selama periode pengamatan yang sama, tetapi juga menggunakan periode waktu

sebelumnya. Waktu yang diperlukan bagi variabel bebas X dalam mempengaruhi variabel tak bebas Y disebut beda kala atau *lag*.

Model regresi yang memuat variabel tak bebas yang dipengaruhi oleh variabel bebas pada waktu *t* , serta dipengaruhi juga oleh variabel bebas pada waktu (*t*-1), (*t*-2) dan seterusnya disebut model distribusi *lag*, sebab pengaruh dari suatu atau beberapa variabel bebas X terhadap variabel tak bebas Y menyebar (*spread or distributed)* ke beberapa periode waktu. Model regresi yang memuat variabel tak bebas yang dipengaruhi oleh variabel bebas pada waktu *t* , serta dipengaruhi juga oleh variabel tak bebas itu sendiri pada waktu (*t*-1) disebut model autoregresif.

Metode Koyck digunakan untuk menentukan estimasi model dinamis terdistribusi *lag* yang panjang beda kala (*lag*) tidak diketahui. Pada persamaan Koyck diakhiri dengan model autoregresif karena muncul variabel bebas Y_{t-1}. Keistimewaan dari model autoregresif dan model distribusi *lag* adalah model tersebut telah membuat teori statistika menjadi dinamis karena model regresi yang biasanya mengabaikan pengaruh waktu, melalui model autoregresif dan model distribusi *lag* waktu ikut diperhitungkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengkaji metode transformasi Koyck dalam memperkirakan model dinamis dengan *infinite lag*.

2. Mengaplikasikan metode transformasi Koyck dalam model dinamis dengan *infinite lag* pada studi kasus.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai model dinamis distribusi *lag* dan autoregresif dengan *infinite lag*.
2. Memberikan informasi mengenai metode transformasi Koyck.
3. Di harapkan bermanfaat bagi pemodelan dalam model regresi dinamis dengan *lag* tak terhingga untuk aplikasi di bidang ekonometrika.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekonometrika Runtun waktu

Ekonometrika runtun waktu adalah salah satu teknik ekonometrika yang berkembang relatif pesat. Dalam pengertian sederhana, ekonometrika deret waktu adalah teknik ekonometrika untuk menganalisis perilaku deret waktu. Data deret waktu adalah data yang dicatat/dikumpulkan berdasarkan periode waktu tertentu. Misalnya, data konsumsi, ekspor, investasi, indeks harga saham, jumlah uang yang beredar, tingkat suku bunga, jumlah pengangguran dan data lainnya yang dicatat dari waktu ke waktu (Juanda, 2012).

2.2 Definisi Aljabar Matriks

Beberapa pengertian tentang matriks :

1. Matriks adalah himpunan skalar (bilangan riil atau kompleks) yang disusun atau dijajarkan secara empat persegi panjang menurut baris-baris dan kolom-kolom.
2. Matriks adalah jajaran elemen (berupa bilangan) berbentuk empat persegi panjang.
3. Matriks adalah suatu himpunan kuantitas-kuantitas (yang disebut elemen), disusun dalam bentuk persegi panjang yang memuat baris-baris dan kolom-kolom.

Notasi yang digunakan

Matriks kita beri nama dengan huruf besar seperti **A**, **B**, **C**, dll. Matriks yang mempunyai I baris dan j kolom ditulis **A**=(a_{ij}), artinya suatu matriks **A** yang elemen-elemennya a_{ij} dimana indeks I menyatakan baris ke I dan indeks j menyatakan kolom ke j dari elemen tersebut. Secara umum, matriks **A**=(a_{ij}), i=1, 2, 3,…..m dan j=1, 2, 3,……., n yang berarti bahwa banyaknya baris m dan banyaknya kolom n. Matriks yang hanya mempunyai satu baris disebut matriks baris, sedangkan matriks yang hanya mempunyai satu kolom disebut matriks kolom. Dua buah matriks **A** dan **B** dikatakan sama jika ukurannya sama (mxn) dan berlaku $a_{ij} = b_{ij}$ untuk setiap i dan j

2.2.1 Operasi Pada Matriks

A. Penjumlahan Matriks

Penjumlahan matriks hanya dapat dilakukan terhadap matriks-matriks yang mempunyai ukuran (orde) yang sama. Jika **A**=(a_{ij}) dan **B**=(b_{ij}) adalah matriks-matriks berukuran sama, maka **A**+**B** adalah suatu matriks **C**=(c_{ij}) dimana (c_{ij}) = (a_{ij}) +(b_{ij}) atau [**A**]+[**B**] = [**C**] mempunyai ukuran yang sama dan elemennya (c_{ij}) = (a_{ij}) +(b_{ij})

B. Pengurangan Matriks

Sama seperti pada penjumlahan matriks, pengurangan matriks hanya dapat dilakukan pada matriks-matriks yang mempunyai ukuran yang sama. Jika ukurannya berlainan maka matriks hasil tidak terdefinisikan.

C. Perkalian Matriks dengan Skalar

Jika k adalah suatu bilangan skalar dan $\mathbf{A}=(a_{ij})$ maka matriks $k\mathbf{A}=(ka_{ij})$ yaitu suatu matriks k**A** yang diperoleh dengan mengalikan semua elemen matriks **A** dengan k. Mengalikan matriks dengan skalar dapat dituliskan di depan atau dibelakang matriks. Misalnya $[\mathbf{C}]=k[\mathbf{A}]=[\mathbf{A}]k$ dan $(c_{ij}) = (ka_{ij})$

D. Perkalian Matriks dengan Matriks

Beberapa hal yang perlu diperhatikan :

1. Perkalian matriks dengan matriks umumnya tidak komutatif.
2. Syarat perkalian adalah jumlah banyaknya kolom pertama matriks sama dengan jumlah banyaknya baris matriks kedua.
3. Jika matriks **A** berukuran mxp dan matriks pxn maka perkalian **A*B** adalah suatu matriks $\mathbf{C}=(c_{ij})$ berukuran mxn dimana

   $c_{ij} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + a_{i3}b_{3j} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + a_{ip}b_{pj}$

Beberapa Hukum Perkalian Matriks :

1. Hukum Distributif, **A***(**B**+**C**) = **AB** + **AC**
2. Hukum Assosiatif, **A***(**B***C**) = (**A***B)***C**
3. Tidak Komutatif, **A***B ≠ **B***A
4. Jika **A***B = 0, maka beberapa kemungkinan
   (i) **A**=0 dan **B**=0
   (ii) **A**=0 atau **B**=0
   (iii) **A**≠0 dan **B**≠0
5. Bila **A***B = **A***C, belum tentu **B** = **C**

2.2.2 Transpose Matriks

Jika diketahui suatu matriks $\mathbf{A}=a_{ij}$ berukuran mxn maka transpose dari **A** adalah matriks $\mathbf{A}^T$ =nxm yang didapat dari **A** dengan menuliskan baris ke-i dari **A** sebagai kolom ke-i dari $\mathbf{A}^T$. Beberapa Sifat Matriks Transpose :

(i) $(\mathbf{A}+\mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$

(ii) $(\mathbf{A}^T) = \mathbf{A}$

(iii) $k(\mathbf{A}^T) = (k\mathbf{A})^T$

(iv) $(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T\,\mathbf{A}^T$

2.2.3 Jenis-jenis Matriks Khusus

Berikut ini diberikan beberapa jenis matriks selain matriks kolom dan matriks baris

A. Matriks Nol

Matriks ini adalah matriks yang semua elemennya nol. Memiliki Sifat-sifat :

1. $\mathbf{A}+\mathbf{0}=\mathbf{A}$, jika ukuran matriks **A** = ukuran matriks **0**
2. $\mathbf{A}*\mathbf{0}=\mathbf{0}$, begitu juga $\mathbf{0}*\mathbf{A}=\mathbf{0}$.

B. Matriks Bujursangkar

Matriks ini adalah matriks yang jumlah baris dan jumlah kolomnya sama. Barisan elemen a_{11}, a_{22}, a_{33}, ….a_{nn} disebut diagonal utama dari matriks bujursangkar **A** tersebut. Contoh : Matriks berukuran 2x2

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$$

C. Matriks Diagonal

Matriks ini adalah matriks bujursangkar yang semua elemen diluar diagonal utamanya nol.

Contoh : $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$

D. Matriks Satuan/Identitas

Matriks ini adalah matriks diagonal yang semua elemen diagonalnya adalah 1.

Contoh : $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Sifat-sifat matriks identitas :

1. **A*I=A**
2. **I*A=A**

E. Matriks Skalar

Matriks ini adalah matriks diagonal yang semua elemennya sama tetapi bukan nol atau satu.

Contoh : $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}$

F. Matriks Segitiga Atas (*Upper Triangular*)

Matriks ini adalah matriks bujursangkar yang semua elemen dibawah diagonal elemennya = 0.’

$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

G. Matriks Segitiga Bawah (*Lower Triangular*)

Matriks ini adalah matriks bujursangkar yang semua elemen diatas diagonal elemennya = 0.

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

H. Matriks Simetris

Matriks ini adalah matriks bujursangkar yang elemennya simetris secara diagonal. Dapat juga dikatakan bahwa matriks simetris adalah matriks yang transposenya sama dengan dirinya sendiri.

Contoh :

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{dan } \mathbf{A}^T=\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

I. Matriks Antisimetris

Matriks ini adalah matriks yang trnsposenya adalah negatif dari matriks tersebut. Maka A^T= -A dan a_{ij}=-a_{ij}, elemen diagonal utamanya = 0

Contoh :

$$\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 0 & 1 & -3 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & 2 \\ 3 & -4 & 0 & -1 \\ 0 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{maka } \mathbf{A}^T=\begin{pmatrix} 0 & -1 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & -4 & -2 \\ -3 & 4 & 0 & 1 \\ 0 & -2 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

2.3 Regresi Linear

Regresi linear adalah regresi yang variabel bebasnya (variabel X) berpangkat paling tinggi 1. Regresi linear dibedakan menjadi 2 yaitu :

2.3.1 Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana adalah regresi linear yang hanya melibatkan dua variabel yaitu variabel bebas X dan variabel tak bebas Y (Gujarati, 2003). Model regresi linear sederhana dari Y terhadap X ditulis dalam bentuk :

$$\mathrm{Y} = \alpha + \beta \mathrm{X} + \varepsilon$$

Dengan,

Y : variabel tak bebas

X : vairabel bebas

α : intersep

β : koefisien regresi / slope

ε : galat / error yang berarti nilai-nilai variabel lain tidak di masukkan dalam persamaan, dengan $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$

2.3.2 Regresi Linear Berganda

Menurut Gujarati (2003) bahwa Regresi linear berganda adalah regresi yang variabel tak bebasnya (Y) dihubungkan lebih dari satu variabel bebas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) . Bentuk umum model regresi linear berganda :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \cdots + \beta_n X_{in} + \varepsilon_i \qquad (2.1)$$

Dengan,

Y_i	: variabel tak bebas
β_0	: intersep
$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$	: koefisien regresi
$X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{in}$	: variabel bebas
ε_i	: galat / error yang berarti nilai-nilai variabel lain tidak di masukkan dalam persamaan, dengan $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$
i	: pengamatan ke-i $(i = 1,2, \dots, n)$
n	: ukuran sampel

Persamaan 2.1 dapat diuraikan menjadi :

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \beta_3 X_{13} + \cdots + \beta_n X_{1n} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \beta_2 X_{22} + \beta_3 X_{23} + \cdots + \beta_n X_{2n} + \varepsilon_2$$

$$\vdots$$

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{n1} + \beta_2 X_{n2} + \beta_3 X_{n3} + \cdots + \beta_n X_{nn} + \varepsilon_n$$

Apabila dituliskan dalam bentuk matriks menjadi :

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_0 \\ \vdots \\ \beta_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Secara ringkas dapat dituliskan :

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{XB} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

Jika kita ingin menaksir koefisien regresi $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ kita dapat memisalkan variabel koefisien β menjadi $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3, \dots, \hat{\beta}_n$. Menurut metode kuadrat terkecil penaksir tersebut dapat diperoleh dengan meminimumkan bentuk kuadrat

$$J = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2})^2$$

Cara minimum diperoleh dengan mencari turunan J terhadap β_0, β_1 dan β_2 lalu kemudian menyamakan tiap turunan tersebut dengan nol. Dalam perhitungan berikut β_0, β_1 dan β_2 langsung diganti dengan penaksirnya $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ dan $\hat{\beta}_2$.

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_0} = -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2}) = 0$$

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_1} = -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2}) x_{i1} = 0$$

$$\frac{\partial J}{\partial \beta_0} = -2 \sum (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{i1} - \beta_2 x_{i2}) x_{i2} = 0$$

Atau sesudah disederhanakan dan mengganti koefisien regresi dengan penaksirnya,

$$n\beta_0 + \beta_1 \sum x_{i1} + \beta_2 \sum x_{i2} = \sum y_i$$

$$\beta_0 \sum x_{i1} + \beta_1 \sum {x_{i1}}^2 + \beta_2 \sum x_{i1} x_{i2} = \sum y_i x_{i1}$$

$$\beta_0 \sum x_{i2} + \beta_1 \sum x_{i1} x_{i2} + \beta_2 \sum x_{i2} = \sum y_i x_{i2} \qquad (2.2)$$

Persamaan-persamaan pada 2.2 disebut persamaan normal dan jawabnya paling mudah dicari dengan menggunakan bentuk matriks maka persamaan 2.2 berbentuk

$$\mathbf{X'Yb} = \mathbf{X'Y} \qquad (2.3)$$

2.3.3 Asumsi Klasik Model Regresi

Dalam pemodelan menggunakan analisis rergresi, model yang dihasilkan haruslah merupakan estimator yang bersifat tak bias (BLUE = *Best Linear Unbiased Estimator*). Menurut Gujarati (2003), Estimator regresi bersifat tak bias jika memenuhi asumsi-asumsi sederhana yang sering disebut uji asumsi klasik, yaitu:

A. Uji Normalitas Residual

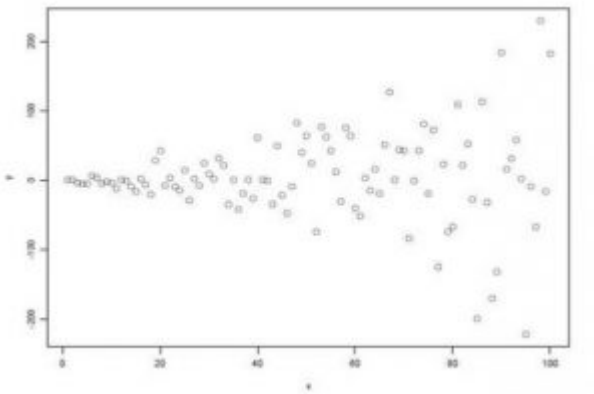
Uji normalitas mempunyai tujuan untuk menguji apakah dalam model regresi variabel pengganggu atau residual memiliki distribusi normal atau tidak. Selain itu, dengan uji normalitas kita dapat mampu menggunakan hasil pengujian statistik t dan F karena mengasumsikan nilai residual mengikuti distribusi normal. Apabila asumsi ini dilanggar maka uji statistik menjadi tidak berlaku.

Terdapat beberapa metode untuk mengetahui normal atau tidaknya distribusi residual antara lain *Jarque-Bera* (J-B) *Test* dan metode grafik. Dalam penelitian ini cukup menggunakan metode grafik histogram dan normal *probability* plot.

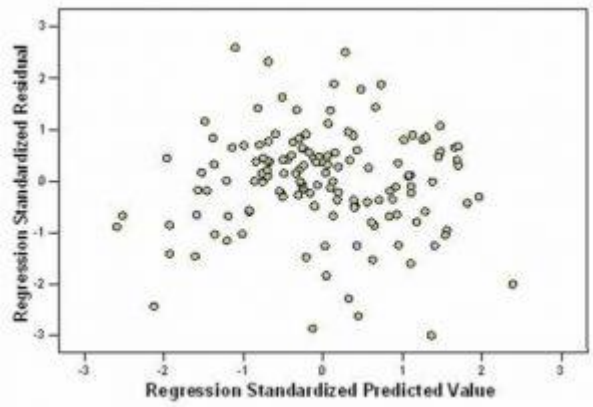
B. Uji Heteroskedatisitas

Heteroskedastisitas adalah sifat *residual* yang mempunyai variansi yang tidak homogen. Uji heteroskedastisitas digunakan untuk menguji apakah *residual* mempunyai variansi yang homogen atau tidak. Hetero-skedastisitas dapat dideteksi dengan melihat grafik *scatterplot.* Jika ada pola tertentu, seperti titik-titik yang ada membentuk pola tertentu yang teratur, maka pada model telah terjadi heteroskedastisitas. Jika tidak ada pola yang jelas, maka pada model tidak terjadi heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas dapat diatasi dengan cara

melakukan transformasi *weighted least squares.* Gambar berikut ini mengilustrasikan model yang *residual*nya bersifat heteroskedastisitas dan homokedastisitas.



Gambar 1. *Scatterplot* dari *residual* yang bersifat heteroskedastisitas



Gambar 2. *Scatterplot* dari *residual* yang bersifat homoskedastisitas

C. Uji Multikolinearitas

Uji Multikolinearitas bertujuan untuk menguji apakah model regresi ditemukan adanya hubungan antar variabel bebas atau independen. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi diantara variabel independen. Jika terjadi multikolinearitas dalam model, estimator masih bersifat *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE) namun estimator mempunyai varian dan kovarian yang besar sehingga sulit didapatkan estimasi yang tepat.

Hanke (2001) menyatakan bahwa kekuatan multikolinearitas dapat diukur dengan *variance inflation factor* (VIF), formula VIF dapat dituliskan sebagai berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1-R_j^2}, \qquad j = 1, 2, \dots, k \qquad (2.4)$$

R_j^2 ini adalah koefisien determinasi dari regresi variabel independen ke-j terhadap sisa variabel-variabel independen $k - 1$. Untuk variabel independen dimana $k = 2$, maka akar dari koefisien korelasi (r) mereka.

Jika variabel independen X_j ke-j adalah tidak berhubungan dengan variabel lainnya ke X, maka $R_j^2 = 0$ dan nilai VIF = 1. Jika ada hubungan, maka $VIF_j > 1$. Nilai VIF lebih besar dari 10 diyakini terdapat masalah multikolinearitas sedangkan nilai VIF lebih kecil sama dengan 10 tidak terdapat masalah multikolinearitas yang serius, apalagi jika nilai VIF=1, maka dipastikan tidak terdapat masalah multikolinearitas pada variabel independen.

D. Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah terjadinya korelasi antara satu variabel error dengan variabel error yang lain. Autokorelasi seringkali terjadi pada data time series dan dapat juga terjadi pada data *cross section* tetapi jarang. Uji autokorelasi bertujuan menguji apakah dalam metode regresi linear memiliki korelasi antara galat pada periode t dengan kesalahan pada periode t-1 (sebelumnya). Model regresi yang baik adalah regresi yang bebas dari autokorelasi. Selanjutnya untuk mendeteksi adanya autokorelasi dalam model regresi linier berganda dapat digunakan metode Durbin-Watson.

2.4 Model Terdistribusi *Lag*

Dalam analisis regresi yang menggunakan data deret waktu, model regresi melibatkan data pada waktu sekarang dan waktu lampau/selang waktu (*lagged/past*) dari variable bebas *X*, maka dinamakan model terdistribusi-*lag*. Menurut Gujarati (2003), model terdistribusi-*lag* adalah sebagai berikut,

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \varepsilon_t$$

Persamaan 2.4 menggambarkan bahwa nilai *Yt* tergantung atau dipengaruhi oleh nilai *X* pada saat *t* (X_t), nilai *X* pada satu unit ukuran sebelumnya (X_{t-1}), dan nilai *X* pada dua unit ukuran waktu sebelumnya (X_{t-2}). Model terdistribusi-*lag* telah menunjukkan kegunaan yang sangat besar dalam ilmu ekonomi empiris karena model ini telah membuat teori ekonomi yang bersifat statis menjadi yang bersifat dinamis dengan memperhitungkan peranan dari waktu. Menurut Pratami (2016), Ada 2 jenis model terdistribusi-*lag*, yaitu:

a. Model *Lag Infinite*

   Model : $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \cdots + \varepsilon_t$ (2.5)

   Model ini disebut model *lag infinite* sebab panjang *lag* tidak diketahui.

b. Model *Lag Finite*

   Model : $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \cdots + \beta_n X_{t-n} + \varepsilon_t$

   Model ini disebut model *lag finite* sebab panjang *lag* diketahui sebesar *n*.

2.5 Geometri *Lag* Koyck

Metode Koyck didasarkan asumsi bahwa semakin jauh jarak *lag* variabel bebas dari periode sekarang maka semakin kecil pengaruh variabel *lag* terhadap variabel tak bebas. Koyck mengusulkan suatu metode untuk memperkirakan model dinamis distribusi *lag* dengan mengasumsikan bahwa semua koefisien *ß* mempunyai tanda sama. Dikatakan oleh Sitepu dan Sinaga (2006) bahwa Koyck menganggap koefisien menurun secara geometris sebagai berikut :

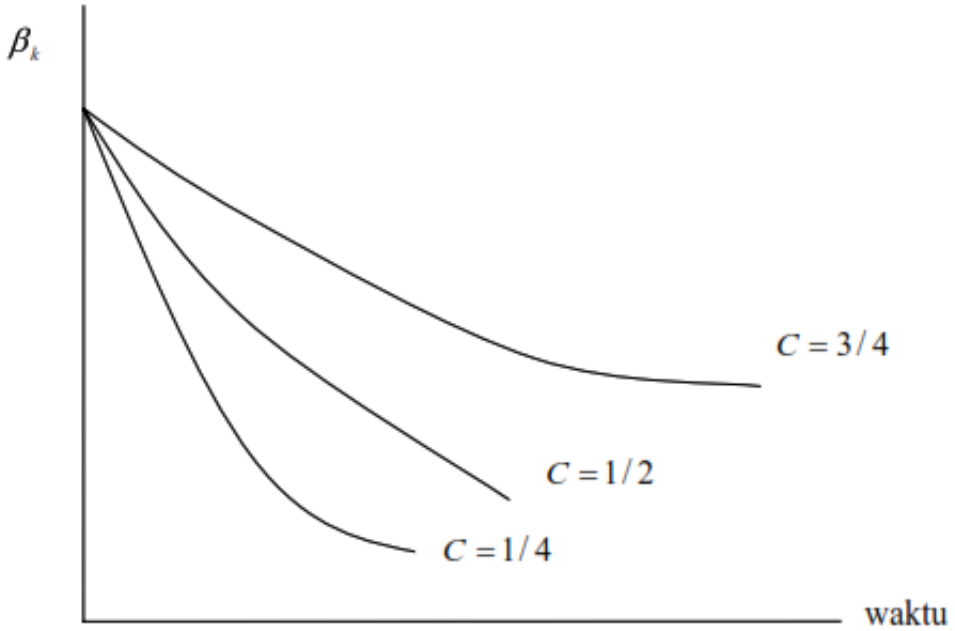
$$\beta_k = \beta_0 C^k \qquad ,k = 0,1, \ldots \tag{2.6}$$

dengan,

C : rata-rata tingkat penurunan dari distribusi *lag* dengan nilai $0 < C < 1$

$1 - C$: kecepatan penyesuaian

Persamaan 2.6 mempunyai arti bahwa nilai setiap koefisien β lebih kecil dengan nilai sebelumnya atau yang mendahuluinya ($0 < C < 1$). Menjelaskan juga bahwa jika orang kembali ke periode lalu yang jauh, pengaruh dari *lag* tadi terhadap Y_t secara progresif menjadi semakin kecil, suatu asumsi yang sangat masuk akal. Betapapun juga, pendapatan saat ini dan periode lalu yang baru saja diharapkan mempengaruhi belanja konsumsi saat ini lebih besar dibandingkan dengan pendapatan masa lalu yang jauh. Secara grafis, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 3. Penurunan Koefisien β dalam model Koyck

Persamaan 2.6 apabila diuraikan akan menjadi,

$$\beta_0 = \beta_0$$
$$\beta_1 = \beta_0 C$$
$$\beta_2 = \beta_0 C^2$$
$$\beta_3 = \beta_0 C^3 \qquad (2.7)$$
$$\vdots$$

Dalam prakteknya Koyck menggunakan model persamaan 2.5. Sebagai akibat dari persamaan 2.7 dengan model persamaan 2.5 dapat dituliskan menjadi :

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 C X_{t-1} + \beta_0 C^2 X_{t-2} + \cdots + \varepsilon_t \qquad (2.8)$$

2.6 Transformasi Koyck

Model 2.8 sukar digunakan untuk memperkirakan koefisien-koefisien yang banyak sekali dan juga parameter C yang masuk ke dalam model dalam bentuk yang tidak linear. Akhirnya Sitepu dan Sinaga (2006) dari Koyck mencari jalan keluar dengan mengambil beda kala 1 periode berdasarkan model 2.8 yaitu:

$$Y_{t-1} = \alpha + \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 C X_{t-2} + \beta_0 C^2 X_{t-3} + \cdots + \varepsilon_{t-1} \quad (2.9)$$

Lalu persamaan 2.9 dikalikan dengan C diperoleh:

$$CY_{t-1} = \alpha C + \beta_0 C X_{t-1} + \beta_0 C^2 X_{t-2} + \beta_0 C^3 X_{t-3} + \cdots + \varepsilon_{t-1} \quad (2.10)$$

Persamaan 2.8 dikurangi persamaan model 2.10 menjadi:

$$Y_t - CY_{t-1} = \alpha(1 - C) + \beta_0 X_t + (\varepsilon_t - C\varepsilon_{t-1}) \quad (2.11)$$

Persamaan 2.11 dapat dituliskan kembali dalam bentuk:

$$Y_t = \alpha(1 - C) + \beta_0 X_t + CY_{t-1} + (\varepsilon_t - C\varepsilon_{t-1}) \quad (2.12)$$

Penyederhanaan bentuk terakhir diperoleh:

$$Y_t = \alpha(1 - C) + \beta_0 X_t + CY_{t-1} + V_t \quad (2.13)$$

Prosedur sampai ditemukannya persamaan 2.13 dikenal dengan nama Transformasi Koyck. Persamaan 2.13 inilah yang disebut dengan model Koyck. Pada persamaan 2.4 parameter α dan β yang diperkirakan banyaknya tak terhingga, sedangkan pada persamaan 2.13 lebih sederhana karena hanya memperkirakan tiga parameter yaitu , β dan C . Nilai , β dan C selanjutnya

digunakan untuk menetukan koefisien distribusi *lag* dugaan yaitu dengan rumus $\hat{\beta}_k = \beta_0 C^k$.

Adapun asumsi-asumsi dari Rangkuti (2007) berdasarkan dalam aturan Koyck, yaitu:

1. Nilai C non-negatif sehingga β_k selalu mempunyai tanda yang sama
2. $|C| < 1$ maka bobot β_k semakin jauh periodenya semakin kecil
3. $\lim_{k\to\infty} C^k = 0$, maka deretnya konvergen ke $\frac{\beta_0}{1-C}$. Aturan Koyck menjamin bahwa jumlah β adalah penjumlahan jangka panjang, yaitu,

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0(1 + C + C^2 + C^3 + \cdots) = \beta_0 \left(\frac{1}{1-C}\right); \beta_0 \neq 0, C \neq 1$$

Namun, ada hal yang harus diperhatikan dalam transformasi Koyck yaitu adanya Y_{t-1} yang diikutsertakan sebagai salah satu variabel bebas sehingga persamaan 2.13 bersifat autoregresif.

2.7 Menentukan Model Dinamis Autoregresif

Pada pembahasan model dinamis distribusi *lag* dikenal dengan model Koyck yaitu Persamaan 2.13 mempunyai bentuk sama dengan model dinamis autoregresi:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 Y_{t-1} + V_t$$

Jadi, model persamaan 2.12 bersifat autoregresif. Namun, metode kuadrat terkecil tidak dapat digunakan dalam persamaan dinamis autoregresif karena,

1. Adanya variabel-variabel bebas yang stokastik.
2. Adanya autokorelasi.

Implikasi yang terjadi dalam model Koyck adalah variabel bebas Y_{t-1} jelas berkorelasi dengan variabel gangguan V_t. Jika model regresi yang berkorelasi dengan kesalahan penggangu maka pemerkira (*estimator*) dengan metode kuadrat terkecil selain bias juga tak konsisten, walaupun sampel diperbesar sampai tak terhingga, pemerkira tidak akan mendekati nilai populasi yang sebenarnya. Oleh karena itu, perkiraan dengan model Koyck dengan metode kuadrat terkecil belum tentu benar (Gujarati, 2003).

2.8 Mendeteksi Autokorelasi pada Model Autoregresif Menggunakan Statistik *h* Durbin-Watson

Metode Koyck tetap dapat digunakan dalam menentukan persamaan dinamis autoregresif dugaan karena dalam model Koyck terdapat variabel Y_{t-1} yang diikutsertakan sebagai salah satu variabel bebas sehingga model Koyck bersifat autoregresif sedangakan untuk model lainnya seperti metode Almon tidak dapat digunakan untuk menentukan persamaan dinamis autoregresif dugaan karena model Almon tidak bersifat autoregresif (Pesaran, 1995). Namun menurut Sitepu dan Sinaga (2006), setelah menggunakan metode Koyck pada persamaan dinamis autoregresif perlu dilakukan uji lanjutan yaitu dengan statistik *h* uji Durbin-Watson. Dimana uji statistik Durbin *h* didefinisikan sebagai berikut:

$$h = \hat{\rho}\sqrt{\frac{n}{1-n[Var(a_2)]}} \qquad (2.14)$$

dengan,

$\hat{\rho}$: Estimasi koefisien korelasi order pertama

n : Jumlah pengamatan

a_2 : Koefisien regresi Y_{t-1}

$Var(a_2)$: Varian *Lag* variable *independent*

Nilai $\hat{\rho}$ didekati dengan nilai statistik *d* , dengan rumus :

$$\hat{\rho} = 1 - 1/2d$$

Dengan *d* adalah statistik Durbin-Watson. Formula 2.14 dapat dituliskan :

$$h = (1 - \frac{1}{2d})\sqrt{\frac{n}{1-n[Var(a_2)]}}$$

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengujian autokorelasi adalah :

1. Hipotesis :

   H_0 : tidak terdapat autokorelasi dalam *autoregressive*.

   H_1 : terdapat autokorelasi dalam *autoregressive*.

2. Selang kepercayaan α = 0.05

3. Statistik Uji : $h = (1 - \frac{1}{2d})\sqrt{\frac{n}{1-n[Var(a_2)]}}$

4. Kriteria Keputusan :

   H_0 ditolak jika $h_{hit} > h_{table} = t_{(a,n)}$

   H_0 diterima jika $h_{hit} < h_{table} = t_{(a,n)}$

5. Perhitungan.

   Perhitungan dilakukan dengan mensubstitusikan suatu nilai pada statistik uji.

6. Kesimpulan.

   Penarikan kesimpulan berdasarkan kriteria keputusan yang diambil.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun akademik 2017/2018 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *time series* yaitu data nilai kurs rupiah dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dari periode 2 Januari sampai 15 Februari 2018. Data ini merupakan data sekunder tahunan yang diperoleh dari website Bank Indonesia(www.bi.go.id/) dan Bursa Efek Indonesia(https://finance.yahoo.com/).

3.3 Metode Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dalam pemodelan persamaan Koyck menggunakan aplikasi SAS 9.4 *for windows* dengan langkah-langkah berikut,

1. Dalam contoh kasus diketahui nilai-nilai X_t dan Y_t, kemudian dengan nilai-nilai dari Y_t dapat dihitung nilai-nilai Y_{t-1}
2. Nilai-nilai dari X_t, Y_t dan Y_{t-1} diolah secara manual atau dengan menggunakan

program SAS sebagai klarifikasi diperoleh nilai $\hat{\alpha}$ (1 - C), $\hat{\beta}_0$ dan C. Didapat persamaan regresi linear dinamis dengan mengasumsikan data normal dan apabila dituliskan dalam transformasi Koyck menjadi :

$$\hat{Y}_t = \hat{\alpha}(1 - C) + \beta_0 X_t + C Y_{t-1} + V_t$$

3. Uji asumsi klasik regresi untuk melihat data sebaran normal
4. Menghitung nilai $\hat{\alpha}$ dengan mensubtitusikan nilai $\hat{\alpha}$ (1 - C) dan nilai-nilai $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$, ... dengan rumus $\hat{\beta}_k = \beta_0 C^k, \quad k = 0,1,$ ...
5. Menghitung nilai $\hat{\alpha}, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$, ... sehingga diperoleh persamaan dinamis distribusi *lag* dugaan $\hat{Y}_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_0 X_t + \hat{\beta}_1 X_{t-1} + \hat{\beta}_2 X_{t-2} + \cdots$
6. Menentukan persamaan dinamis autoregresif dugaan dengan metode Koyck
7. Uji autokorelasi lanjutan dengan statistik *h* Durbin-Watson :

$$h = (1 - \frac{1}{2d}) \sqrt{\frac{n}{1 - n[Var(a_2)]}}$$

dengan *d* adalah statistik Durbin-Watson, *n* adalah jumlah pengamatan sampel, a_2 adalah koefisien regresi Y_{t-1} dan $Var(a_2)$ adalah varian *lag* variabel independen. Nilai *h* tersebut dibandingkan dengan nilai pada table nilai kritik sebaran *t*. Apabila $H_{hit} < H_{tabel} = t_{(a,n)}$ berarti tidak ada autokorelasi dalam persamaan dinamis autoregresif.

8. Didapat model dinamis *infinite lag* menggunakan transformasi Koyck.

V. KESIMPULAN

Berikut ini kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan yaitu,

1. Metode Koyck digunakan jika panjang beda kala (*lag*) tidak diketahui. Dimulai dengan model *lag infinite*, tetapi diakhiri dengan model autoregresif sebab Y_{t-1} muncul sebagai variabel bebas. Hal ini menunjukkan cara transformasi Koyck mengubah model distribusi *lag* menjadi model dinamis autoregresif.

2. Uji Durbin *h* menyatakan model baik digunakan karena tidak mengandung masalah autokorelasi. Sehingga model dinamis transformasi Koyck didapat,

$$\hat{Y}_t = 1842 - 0{,}0890X_t + 0.9018Y_{t-1}$$

DAFTAR PUSTAKA

Gujarati, D. 2003. *Basic Econometrics 4 ed*. Mc Graw-Hill International Editions, Singapore.

Hanke, J. E., A. G. Reitsch, & D. W. Wichern. 2001. *Business Forecasting Seventh Edition*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

Juanda, B. & Junaidi. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu: Teori dan Aplikasi*. IPB Press, Bogor.

Pesaran, M. H. & Shin, Y. 1995. *An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis*. *In S. Strom, A. Holly, & P. Diamond (Eds.), Centennial volume of Ragnar Frisch*. Cambridge University Press, Cambridge.

Pratami, F.R., Sudarno & Ispriyanti, D. 2016. Peramalan Dinamis Produksi Padi di Jawa Tengah Menggunakan Metode Koyck Dan Almon. *JURNAL GAUSSIAN*, **5**: 91-97.

Rangkuti, A. 2007. Kombinasi Penaksiran Model Lag Terdistribusi dengan Ekspektasi Adaptif dan Penyesuaian Persial. *Jurnal Matematika*, **2**: 96-102.

Sitepu, R.K. & Sinaga, B.M. 2006. *APLIKASI MODEL EKONOMETRIKA: estimasi, simulasi dan peramalan menggunakan SAS*. Sekolah PascasarjanaIPB, Bogor.