

# **PENGANTAR EKONOMETRIKA**

**Edisi Pertama**

**Reza Mubarak**



# PENGANTAR EKONOMETRIKA

© xvi+165; 16x24 cm

Juli 2021

Penulis : Reza Mubarak, M.Si.

Editor : Dr. Farid Firmansyah, M.M.

Fatati Nuryana, S.Si., M.Si

Layout &

Desain Cover : Duta Creative

## Duta Media Publishing

Jl. Masjid Nurul Falah Lekoh Barat Bangkes Kadur Pamekasan, Call/WA:  
082 333 061 120, E-mail: [redaksi.dutamedia@gmail.com](mailto:redaksi.dutamedia@gmail.com)

*All Rights Reserved.*

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk  
apa pun tanpa ijin tertulis dari penerbit

ISBN: 978-623-6705-88-9

IKAPI: 180/JTI/2017

### Undang-Undang Republik Indonesia

Nomor 19 tahun 2002

Tentang Hak Cipta

#### Lingkup Hak Cipta

#### Pasal 2

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

#### Ketentuan Pidana

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah ﷻ, atas rahmat-Nya karena masih diberi taufik dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad ﷺ, yang telah membawa kita dari dunia kegelapan menuju dunia yang terang benderang dengan syari'at Islam.

Pertama, seorang dosen mempunyai amanat tri dharma perguruan tinggi, yang salah satunya pengajaran. Pengajaran yang baik adalah pengajaran yang didukung dengan media pembelajaran, salah satunya Buku Ajar. Alhamdulillah, LPM (Lembaga Penjaminan Mutu) memiliki inisiasi memberikan pelatihan dan bimbingan serta memberikan petunjuk teknis membuat Buku Ajar. Oleh karena itu, saya berterima kasih kepada semua pihak, khususnya kepada LPM.

Kedua, seorang dosen dipersyaratkan membuat Buku Ajar sesuai dengan kompetensinya, yang dalam hal ini adalah Buku Ajar Ekonometrika. Buku tentang ini masih belum ada yang membuat dari kampus ini, sehingga perlu diperbanyak kuantitas dan kualitas yang sebanding dengan buku ini. Dikarenakan berada di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam (FEBI), maka substansi Buku Ajar ini cenderung membahas topik-topik tentang Ekonomi dan Bisnis Islam.

Ketiga, harapan kami, penulis dapat menggunakan Buku Ajar yang dibuat di dalam kerangka mengajar. Saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan demi sempurnanya Buku Ajar Ekonometrika ini menjadi lebih baik

Akhirnya, atas nama pribadi dan pimpinan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, kami berterima kasih kepada semua pihak, khususnya kepada LPM dan penulis Buku Ajar ini, yang telah sudi memberikan waktunya menulis Buku Ajar ini. Semoga dengan adanya Buku Ajar ini memberikan daya dorong dan dukungan positif kepada perkuliahan, terutama di FEBI. Demikian yang kami bisa sampaikan, semoga semua yang kita lakukan terhitung ibadah dan diterima oleh Allah ﷻ dan menjadi amal jariyah bagi perkembangan keilmuan.

Pamekasan, Juli 2021

Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam

Dr. Zainal Abidin M.E.I.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
<b>BAB I RUANG LINGKUP EKONOMETRIKA.....</b>	<b>11</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	11
1. PENGERTIAN EKONOMETRIKA.....	11
Definisi dan Ruang Lingkup Ekonometrika.....	11
2. METODOLOGI EKONOMETRIKA .....	13
2.1 Spesifikasi Model Matematis dari Teori.....	13
2.2 Estimasi Model Ekonometrika .....	15
2.3 Evaluasi dari Hasil Estimasi .....	15
2.4 Evaluasi Daya Prediksi atau Ramalan .....	15
B. RANGKUMAN .....	16
C. LATIHAN .....	16
D. RUJUKAN .....	18
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	18
<b>BAB II MODEL REGRESI LINEAR .....</b>	<b>19</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	19
1. KORELASI DAN REGRESI.....	19
1.1. Analisis Korelasi.....	19
1.2. Analisis Regresi.....	20
1.3. Perbedaan Korelasi dan Regresi .....	20
2. ESTIMASI PARAMETER REGRESI.....	21
3. PENGUJIAN PARAMETER MODEL REGRESI.....	21
3.1 Uji Serentak (Uji F).....	21
3.2 Uji Individu (Uji T) .....	22
4. UKURAN KEBAIKAN MODEL.....	23
Koefisien Determinasi ( $R^2$ ).....	23
B. RANGKUMAN .....	24
C. LATIHAN .....	24

D. RUJUKAN .....	29
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	29
<b>BAB III MULTIKOLINEARITAS.....</b>	<b>23</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	23
1. KONSEKUENSI TERJADI MULTIKOLINEARITAS.....	24
2. CARA MENDETEKSI MULTIKOLINEARITAS .....	28
3. CARA MENGATASI MULTIKOLINEARITAS .....	29
3.1 Adanya Informasi Sebelumnya Secara Apriori .....	29
3.2 Menggabungkan Data <i>Cross Section</i> dan <i>Time Series</i> .....	30
3.3 Mengeluarkan satu variabel atau lebih dan kesalahan spesifikasi.....	31
3.4 Transformasi Variabel-Variabel.....	31
3.5 Penambahan Data Baru .....	32
3.6 Metode Lainnya.....	32
B. RANGKUMAN .....	32
C. LATIHAN .....	34
D. RUJUKAN .....	37
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	37
<b>BAB IV HETEROSKEDASTISITAS.....</b>	<b>39</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	39
1. KONSEKUENSI TERJADI HETEROSKEDASTISITAS .....	41
2. CARA MENDETEKSI HETEROSKEDASTISITAS .....	42
2.1 Metode Informal .....	42
2.2 Metode Formal .....	47
3. CARA MENGATASI HETEROSKEDASTISITAS .....	49
B. RANGKUMAN .....	52
C. LATIHAN .....	52
D. RUJUKAN .....	55
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	56
<b>BAB V AUTOKORELASI .....</b>	<b>59</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	59

1. KONSEKUENSI TERJADI AUTOKORELASI.....	64
2. CARA MENDETEKSI AUTOKORELASI .....	65
2.1 Metode Grafik.....	65
2.2 Pengujian Hipotesis Secara Statistika.....	65
3. CARA MENGATASI AUTOKORELASI .....	67
C. RANGKUMAN .....	69
D. LATIHAN .....	70
E. RUJUKAN .....	73
F. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	73
<b>BAB VI NORMALITAS .....</b>	<b>85</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	85
1. KONSEKUENSI JIKA TIDAK NORMAL .....	85
2. CARA MENDETEKSI NORMALITAS .....	85
a. Uji Kolmogorov-Smirnov.....	86
b. Normal Probability Plot (NPP).....	87
3. CARA MENGATASI JIKA TIDAK NORMAL.....	87
Deteksi dan Menghilangkan Outlier.....	87
B. RANGKUMAN .....	89
C. LATIHAN .....	89
D. RUJUKAN .....	92
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	92
<b>BAB VII MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL DUMMY .....</b>	<b>93</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	93
1. Metode Analisis untuk Variabel <i>Dummy</i> .....	93
2. Beberapa Hal yang Harus Diperhatikan dalam Pembuatan Variabel <i>Dummy</i> ....	95
B. RANGKUMAN .....	99
C. LATIHAN .....	100
D. RUJUKAN .....	103
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	103

<b>BAB VIII MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL MODERATOR.....</b>	<b>97</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	97
1. Jenis-Jenis Model Regresi dengan Variabel Moderator.....	98
2. Tahapan-Tahapan untuk Analisis Regresi dengan Variabel Moderator .....	99
B. RANGKUMAN .....	103
C. LATIHAN .....	103
D. RUJUKAN.....	106
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	106
<b>BAB IX MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL INTERVENING .....</b>	<b>107</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	107
1. Bentuk Model Regresi dengan Variabel Intervening.....	108
2. Uji Sobel.....	111
B. RANGKUMAN .....	112
C. LATIHAN .....	113
D. RUJUKAN.....	115
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	116
<b>BAB X REGRESI LOGISTIK .....</b>	<b>117</b>
A. PENYAJIAN MATERI .....	117
1. Regresi Logisitik Biner .....	118
2. Regresi Logistik Multinomial .....	125
B. RANGKUMAN .....	133
C. LATIHAN .....	134
D. RUJUKAN.....	137
E. BACAAN YANG DIANJURKAN .....	137
DAFTAR PUSTAKA.....	139
GLOSARI.....	141
INDEKS.....	143
LAMPIRAN .....	145
Tabel Distribusi Normal Standar .....	145

Tabel Distribusi F.....	146
Tabel Distribusi T .....	152
Tabel Durbin Watson .....	153

# BAB I

## RUANG LINGKUP EKONOMETRIKA

### A. PENYAJIAN MATERI

#### 1. PENGERTIAN EKONOMETRIKA

Hadiah Nobel ekonomi pertama kali diberikan pada tahun 1969 kepada Ragnar Frisch dari Norwegia dan Jan Tinbergen dari Belanda karena kajian awal mereka berkaitan dengan ilmu ekonometrika. Pada saat itu tidak banyak orang yang tahu apa itu ekonometrika tetapi saat ini ekonometrika telah secara luas diakui sebagai alat utama untuk analisis ekonomi secara empiris.<sup>1</sup>

#### Definisi dan Ruang Lingkup Ekonometrika

Beberapa ahli ekonometrika memberikan definisi ekonometrika, sebagai berikut:

1. Ekonometrika adalah suatu ilmu yang menerapkan teori ekonomi, matematika ekonomi dan statistika ekonomi untuk memberikan dukungan empiris dari model yang dibangun oleh teori ekonomi dan untuk memberikan hasil dalam angka.<sup>2</sup>
2. Ekonometrika adalah cara kita menggunakan data dan teori dari ilmu ekonomi, bisnis dan ilmu sosial, bersama-sama dengan alat statistika untuk menjawab pertanyaan “seberapa besar”. Artinya, peneliti harus mampu menyatakan seberapa besar suatu perubahan pada suatu variabel menyebabkan perubahan pada variabel lain (Hill, Griffith dan Judge, 2001).<sup>3</sup>

Dari beberapa definisi yang dibuat oleh Para ahli ekonometrika, dapat disimpulkan bahwa ekonometrika adalah ilmu sosial yang merupakan integrasi dari teori ekonomi, matematika dan statistika yang bertujuan untuk menguji kebenaran teorema-teorema ekonomi yang berupa hubungan antarvariabel ekonomi secara kuantitatif dengan menggunakan data empiris.

---

<sup>1</sup> Dawn C. Porter Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*, 5th Editio (New York: McGraw-Hill, 2009).

<sup>2</sup> Damodar N. Gujarati.

<sup>3</sup> Damodar N. Gujarati.

Ekonometrika sudah menjadi ilmu yang berdiri sendiri dan menjadi cabang dari ilmu ekonomi. Bentuk integrasi dan keterkaitan antar ilmu ekonomi, matematika dan statistika.

Peran dari masing masing bidang ilmu dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Teori (ilmu) ekonomi berperan membuat hipotesis (pernyataan) yang umumnya bersifat kualitatif mengenai hubungan antar variabel ekonomi berkaitan dengan fenomena ekonomi yang dimodelkan. Berikut adalah beberapa contoh:
  - a. Pengeluaran untuk konsumsi dipengaruhi oleh pendapatan secara positif. artinya, apajika pendapatan naik, konsumsi akan ikut naik, sebaliknya apajika pendapatan turun, konsumsi juga akan turun. Teori ini hanya bersifat kuantitatif. Belum mampu menjawab pertanyaan jika pendapatan naik sebesar 5%, berapa persen kenaikan konsumsi?
  - b. Hukum permintaan berbunyi, “jumlah barang yang diminta berbanding terbalik dengan harganya *ceteris paribus*. Artinya jika Harga suatu barang naik, maka jumlah permintaan terhadap barang tersebut akan turun. Sebaliknya, jika harga barang turun, permintaan terhadap barang tersebut akan meningkat apajika faktor-faktor lain tetap. Teori ini pun bersifat kualitatif, tidak mampu menjawab secara kuantitatif. Jika harga minyak goreng naik dari Rp 10.000 menjadi Rp 12.500 per kg, berapakah penurunan jumlah permintaan terhadap minyak goreng?
  - c. Fungsi investasi yang menggambarkan hubungan antara besarnya investasi dengan tingkat suku bunga dan pendapatan nasional. Jika tingkat suku bunga turun maka investasi akan naik. Tetapi berapa besarnya kenaikan investasi apajika tingkat suku bunga pinjaman turun 2% tidak dapat dijawab secara kuantitatif.
2. Matematika khususnya matematika ekonomi berperan merumuskan teori ekonomi dalam bentuk persamaan matematis tanpa verifikasi teori secara empiris. Berikut beberapa contoh:
  - a. Untuk memodelkan fungsi konsumsi, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:
$$C = \beta_0 + \beta_1 Y$$

C = konsumsi, Y = pendapatan, serta  $\beta_0$  dan  $\beta_1$  merupakan koefisien.

b. Untuk membuat fungsi produksi, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2$$

Y = output suatu proses produksi,  $X_1$  = input modal,  $X_2$  = input tenaga kerja

Model yang digunakan adalah linear karena hubungan antara input dengan output pada suatu proses produksi yang paling sederhana adalah linear.

3. Statistika berperan untuk mengumpulkan data empiris, mengubah model matematika menjadi model ekonometrika, pengolahan data, melakukan estimasi terhadap parameter regresi dan melakukan pengujian hipotesis dan ketepatan model. Matematika statistika berguna untuk mengembangkan metode estimasi apabila ternyata model ekonometrika yang terbentuk belum mempunyai metode estimasi yang sesuai

## 2. METODOLOGI EKONOMETRIKA

Metodologi yang digunakan ahli ekonometrika untuk menganalisis masalah ekonomi dilakukan secara bertahap yaitu: (1) Spesifikasi model matematis dari teori, (2) Estimasi model ekonometrika, (3) Evaluasi dari hasil estimasi, dan (4) Evaluasi daya prediksi atau ramalan.<sup>4,5</sup>

### 2.1 Spesifikasi Model Matematis dari Teori

Tahapan penting dalam ekonometrika adalah pembuatan spesifikasi model atau pembuatan formulasi model secara spesifik tentang fenomena ekonomi yang dimodelkan. Urutan pemodelannya adalah:

Teori Ekonomi → Model Ekonomi/Matematika → Model Ekonometrika

Oleh karena itu, untuk dapat menghasilkan model yang baik, membuat model harus mengetahui fenomena yang dimodelkan. Ada tiga hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan formulasi model, yaitu:

1. Variabel variabel yang digunakan dalam model.

---

<sup>4</sup> Dwi Endah Kusriani Setiawan, *Ekonometrika*, Edisi ke-1 (Yogyakarta: Andi Offset, 2010).

<sup>5</sup> Imam Ghozali, *Ekonometrika* (Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014).

2. Tanda dan ukuran dari parameter model.
3. Bentuk matematika dari model.<sup>6</sup>

### 1. Variabel-Variabel yang digunakan dalam Model.

Dalam membuat formulasi model, hal penting yang harus dilakukan adalah menentukan variabel-variabel yang dilibatkan dalam model. Kita harus bisa menjawab:

- a. Variabel apa saja yang dilibatkan dalam model.
- b. Alasan mengapa variabel tersebut dilibatkan dalam model
- c. Manakah variabel prediktor dan manakah variabel respon<sup>7</sup>

#### Contoh 1.1.:

Model yang ingin dibuat adalah model fenomena permintaan mobil merek Toyota. Secara teori ekonomi, besarnya jumlah barang yang diminta (Q) satuan unit/Tahun dipengaruhi oleh harga barang (P<sub>1</sub>) satuan juta rupiah/unit, harga barang substitusi/competitor (P<sub>2</sub>) satuan juta rupiah/unit, harga barang komplemen (P<sub>3</sub>) satuan juta rupiah/unit/tahun, selera masyarakat (T) satuan juta rupiah/tahun, serta pendapatan masyarakat (Y) satuan juta rupiah/tahun. Dari teori ekonomi tersebut, selanjutnya dibuat variabel-variabelnya adalah variabel prediktor/indpenden adalah Q, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, dan T serta variabel respon/dependen adalah Y.

### 2. Tanda dan Ukuran dari Parameter Model

Pembuatan suatu model tentang fungsi konsumsi (C), secara teori ekonomi dipengaruhi oleh pendapatan (Y), menggunakan model berikut:

$$C = \beta_0 + \beta_1 Y + e$$

- Tanda yang diharapkan untuk  $\beta_0$  adalah positif karena tidak mungkin konsumsi bernilai negatif.
- Tanda yang diharapkan untuk  $\beta_1$  adalah positif karena secara teori ekonomi merupakan besaran MPC (*Marginal Propensity to Consume*) yang berkisar  $0 \leq \text{MPC} \leq 1$

---

<sup>6</sup> Setiawan, *Ekonometrika*.

<sup>7</sup> Setiawan.

### **3. Bentuk Matematika dari Model**

Kita harus menentukan model secara matematis yang benar-benar mampu menggambarkan fenomena ekonomi. Meskipun model yang digunakan linear atau non linear, persamaan tunggal atau simultan, model statis atau dinamis.

#### **2.2 Estimasi Model Ekonometrika**

Setelah spesifikasi model terbentuk dan data-data yang dibutuhkan telah dikumpulkan, langkah selanjutnya mengestimasi parameter fungsi/ model yang sudah dibentuk sebelumnya. Dalam hal ini, teknik statistiknya yang sering digunakan adalah menggunakan analisis regresi. Dikarenakan menggunakan regresi linear berganda, maka beberapa asumsi klasik harus terpenuhi, yaitu tidak terjadi heteroskedastisitas, tidak terjadi multikolinearitas, tidak terjadi autokorelasi dan berdistribusi normal. Pembahasan tentang asumsi klasik bisa dilihat di Bab-Bab selanjutnya.

#### **2.3 Evaluasi dari Hasil Estimasi**

Anggaph model estimasi merupakan pendekatan terbaik untuk menggambarkan realitas, maka kita harus mengembangkan kriteria untuk menentukan apakah estimasi model sesuai dengan teori yang akan diuji. Misal seperti yang dinyatakan oleh Keynes, bahwa MPC harus positif dan nilainya antara nol dan satu. Misal, didapatkan MPC adalah 0,72. Sebelum memutuskan apakah MPC memang sebesar 0,72, kita harus menguji apakah 0,72 secara statistik memang kurang dari 1. Pengujian ini yang dikenal dengan statistik inferensi atau pengujian hipotesis, yang dalam hal ini bisa menggunakan uji F dan/atau T.

#### **2.4 Evaluasi Daya Prediksi atau Ramalan**

Salah satu tujuan pembuatan model (regresi) adalah untuk peramalan. Artinya apajika nilai variabel independen diketahui atau ditentukan, maka nilai tersebut dapat digunakan untuk meramalkan nilai variabel respon. Misal, untuk koefisien  $\beta_1$  atau MPC didapatkan 0,7. Kemudian kita ingin mengetahui berapa besarnya pendapatan untuk mencapai target pengeluaran konsumsi sebesar 4000 miliar rupiah. Berdasarkan pada fungsi konsumsi yang terbentuk dapat dihitung sebagai berikut.

$$C = \beta_0 + \beta_1 Y$$

$$4000 = -231,8 + 0,7194 X$$

$$X = 5882$$

Dengan tingkat pendapatan 5882 Miliar Rupiah dan MPC sebesar 0,7 akan menghasilkan pengeluaran konsumsi sebesar 4000 Miliar Rupiah. Berdasarkan perhitungan ini, model estimasi dapat digunakan sebagai dasar kebijakan. Dengan kebijakan fiskal dan moneter, pemerintah dapat memanipulasi dengan mengontrol variabel X untuk menghasilkan target variabel Y.

## B. RANGKUMAN

1. Ekonometrika adalah ilmu sosial yang merupakan integrasi dari teori ekonomi, matematika dan statistika yang bertujuan untuk menguji kebenaran teorema-teorema ekonomi yang berupa hubungan antarvariable ekonomi secara kuantitatif dengan menggunakan data empiris
2. Ada 4 tahapan Dalam penelitian ekonometrika, yaitu Spesifikasi Model Matematis dari Teori, Estimasi Model Ekonometrika, Evaluasi dari Hasil Estimasi dan Evaluasi daya Peramalan.

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Pernyataan yang benar adalah ...
  - a. Model merupakan keabsurdan dari dunia nyata.
  - b. Model merupakan ketidakjelasan dari dunia nyata.
  - c. Model merupakan representasi dari dunia nyata.
  - d. Model merupakan kebingungan dari dunia nyata
2. Teori (hukum) ekonomi merupakan...
  - a. Model Verbal
  - b. Model Grafis
  - c. Model Matematis
  - d. Model Fisik
3. Ekonometrika merupakan cabang dari...
  - a. Statistika

- b. Matematika
  - c. Ekonomi
  - d. Sains
4. Pernyataan yang benar adalah ...
    - a. Model ekonomi bersifat kualitatif.
    - b. Model ekonometrika bersifat kuantitatif.
    - c. Model ekonometrika berbentuk verbal
    - d. Model ekonometrika berbentuk fisik
  5. Untuk dapat mempelajari ekonometrika dengan baik diperlukan prasyarat:
    - a. ilmu ekonomi.
    - b. ilmu filsafat
    - c. ilmu hadits.
    - d. ilmu fiqh.
  6. Berikut ini yang bukan merupakan tahapan metodologi ekonometrika adalah ...
    - a. Spesifikasi Model Matematis dari Teori
    - b. Estimasi Model Ekonometrika
    - c. Evaluasi dari Hasil Estimasi
    - d. Evaluasi dari Model Matematis
  7. Berikut yang bukan yang harus diperhatikan dalam Spesifikasi Model Matematis dari Teori adalah...
    - a. Variabel variabel yang digunakan dalam model.
    - b. Tanda dan ukuran dari parameter model.
    - c. Bentuk matematika dari model
    - d. Bentuk Teorinya
  8. Model matematis yang paling sederhana adalah persamaan ...
    - a. linear
    - b. non linear
    - c. simultan
    - d. dinamis
  9. Ilmu yang pertama kali dipertimbangkan dalam membentuk tahapan metodologi ekonometrika adalah ...
    - a. Matematika

- b. Statistika
  - c. Ekonomi
  - d. Bahasa
10. Di dalam ilmu ekonometrika, peran matematika adalah ...
- a. merumuskan teori ekonomi
  - b. mengumpulkan data empiris
  - c. melakukan pengujian hipotesis
  - d. membuat hipotesis (pernyataan) mengenai hubungan antar variabel ekonomi

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Mengapa untuk dapat mempelajari ekonometrika dengan baik diperlukan prasyarat ilmu ekonomi, matematika dan statistika?
2. Jelaskan perbedaan model ekonomi dan model ekonometrika, berikan contoh kasus.
3. Mengapa tanda dan ukuran parameter dalam model harus diperhatikan?
4. Sebutkan dan jelaskan apa saja yang harus diperhatikan dalam menentukan variabel-variabel yang digunakan dalam model?
5. Sebutkan dan jelaskan apa saja bentuk-bentuk model ekonometrika?

III. Tugas

1. Uraikan dengan melakukan tahapan-tahapan metodologi ekonometrika dengan menggunakan satu teori ekonomi yang populer yang pernah Anda pelajari!

**D. RUJUKAN**

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

Setiawan, Dwi Endah Kusri. *Ekonometrika*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

**E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Editio. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.

## BAB II

### MODEL REGRESI LINEAR

#### A. PENYAJIAN MATERI

##### 1. KORELASI DAN REGRESI

Pada pemodelan ekonometrika analisis statistika yang sering digunakan adalah analisis korelasi dan regresi. Analisis korelasi berkenaan dengan mengukur tingkat keeratan hubungan diantara variabel-variabel, baik antara variabel respon dengan variabel independen maupun sesama variabel independen. Analisis regresi digunakan untuk memodelkan hubungan matematis antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel independen.<sup>8</sup>

Jenis data yang bisa digunakan di dalam analisis korelasi dan regresi adalah jenis data metrik (interval/rasio), yaitu jenis data yang merupakan data numerik.

##### 1.1. Analisis Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk melihat tingkat keeratan hubungan linear antara dua buah variabel. Tingkat keeratan hubungan tersebut ditunjukkan dengan suatu besaran yang disebut koefisien korelasi, yang dilambangkan  $\rho$  (rho) untuk parameter dan  $r$  untuk statistik. Besarnya koefisien korelasi antara variabel X dengan Y dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad ; -1 \leq r_{xy} \leq 1$$
$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2}}$$

Nilai korelasi berada di antara  $-1 \leq r \leq 1$ , rinciannya sebagai berikut:

---

<sup>8</sup> Setiawan.

- Jika nilai  $r$  semakin mendekati  $-1$ , maka kedua variabel cenderung semakin berhubungan negatif. Hal ini berarti jika nilai  $X$  semakin naik, maka nilai  $Y$  semakin turun. Begitu juga sebaliknya, jika nilai  $X$  semakin turun, maka nilai  $Y$  semakin naik.
- Jika nilai  $r$  semakin mendekati  $1$ , maka kedua variabel cenderung semakin berhubungan positif. Hal ini berarti jika nilai  $X$  semakin naik, maka nilai  $Y$  juga semakin naik. Begitu juga sebaliknya, jika nilai  $X$  semakin turun, maka nilai  $Y$  juga semakin turun.
- Jika nilai  $r$  semakin mendekati  $0$ , maka kedua variabel cenderung semakin tidak memiliki hubungan.

## 1.2. Analisis Regresi

Analisis regresi yaitu suatu analisis yang bertujuan untuk menunjukkan hubungan matematis antara variabel respon dengan variabel independen. Tujuan regresi adalah mendapatkan koefisien dari variabel independen/penjelas. Secara umum model regresi dengan  $p$  buah variabel independen adalah sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

dengan:

$Y$  = variabel respon (terikat/respon/dependen) yang bersifat random

$X_1, X_2, \dots, X_p$  = variabel independen (bebas/penjelas/independen) yang bersifat tetap  
(*fixed variable*)

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$  = parameter (koefisien) regresi

$\varepsilon$  = variabel random error/residual/variabel pengganggu (*disturbance term*)

## 1.3. Perbedaan Korelasi dan Regresi

- Korelasi:
  - Hanya dua variabel yang dibandingkan
  - Variabel dianggap variabel random (acak)
- Regresi:

- i. Variabel independen/penjelas bisa lebih dari satu.
- ii. Variabel dependen dianggap variabel random, sedangkan variabel independen dianggap variabel fixed (non-stokastik).

## 2. ESTIMASI PARAMETER REGRESI

Estimasi parameter regresi yang paling umum digunakan adalah *Ordinary Least Square* (OLS). Di dalam *software* statistika, seperti SPSS, secara *default* sudah menggunakan OLS.

Perhitungan metode estimasi OLS yang menggunakan  $n$  pasangan  $(X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{pi}, Y_i)$  melalui metode kuadrat terkecil dengan meminimumkan jumlah kuadrat simpangan ( $\sum \varepsilon_i^2$ ) sebagai berikut :

Dalam notasi matriks, hal ini sama dengan membuat minimum  $S = \sum \varepsilon_i^2 = \boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})$  yaitu dengan mengusahakan turunan pertamanya terhadap vektor  $\boldsymbol{\beta}$  sama dengan nol.

$$\frac{\partial S}{\partial \boldsymbol{\beta}} = 0$$

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

$$Var(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \sigma^2$$

## 3. PENGUJIAN PARAMETER MODEL REGRESI

Dalam pengujian parameter regresi terdapat dua uji yang harus dilakukan untuk mengetahui signifikansi dari variabel bebas yaitu: pengujian secara serentak, serta pengujian secara individu.

### 3.1 Uji Serentak (Uji F)

Koefisien regresi diuji secara serentak dengan menggunakan ANOVA, untuk mengetahui apakah secara bersama-sama mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap model.

Hipotesis dari pengujian ini adalah :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1: \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, 3, \dots, p$$

$p$  merupakan jumlah parameter yang terdapat di dalam model regresi.

Secara matrik dekomposisi jumlah kuadrat total dari residual dapat dinyatakan sebagai berikut :

**Tabel 2.1**  
**Analisis Varians**

Sumber	Derajat bebas ( <i>Degree of Freedom</i> )	Jumlah Kuadrat ( <i>Sum of Square</i> )	Rata-rata kuadrat ( <i>Mean of Square</i> )
Regresi	$p$	SSR	$MSR = SSR/p$
Residual	$n - (p + 1)$	SSE	$MSE = SSE/(n - p - 1)$
Total	$n - 1$	SST	

dengan,  $SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = SSE + SSR$$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$F_{Hitung} = \frac{MSR}{MSE}$$

dimana nilai  $F_{Hitung}$  yang didapat dibandingkan dengan  $F_{\alpha}(v_1, v_2)$  dengan derajat bebas  $v_1 = p$  dan  $v_2 = n-p-1$  dengan tingkat signifikansi  $\alpha$ .

Apajika  $F_{Hitung} > F_{\alpha}(v_1, v_2)$  maka  $H_0$  ditolak artinya paling sedikit ada satu  $\beta_p$  yang tidak sama dengan nol atau paling sedikit ada satu dari variabel bebas yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.<sup>9</sup>

### 3.2 Uji Individu (Uji T)

Uji individu digunakan untuk menguji apakah nilai koefisien regresi mempunyai pengaruh yang signifikan. Hipotesis dari pengujian secara individu adalah :

$$H_0 : \beta_i = 0$$

<sup>9</sup> Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*.

$$H_0 : \beta_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$t_{\text{Hitung}} = \frac{\hat{\beta}_i}{\sqrt{\text{stdev}(\hat{\beta}_i)}}$$

dengan  $\text{stdev}(\hat{\beta}_i) = \sqrt{(\mathbf{x}^T \mathbf{x})^{-1} \sigma^2}$

Selanjutnya nilai  $t_{\text{hitung}}$  dibandingkan dengan nilai  $t_{(\alpha/2, n-p)}$ , dengan keputusannya adalah:

- Apajika nilai  $t_{\text{hitung}} > t_{(\alpha/2, n-p)}$ , maka  $H_0$  ditolak artinya variabel independen ke-i memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.
- Apajika nilai  $t_{\text{hitung}} < t_{(\alpha/2, n-p)}$ , maka  $H_0$  ditolak artinya variabel independen ke-i tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.

Sedangkan untuk melihat besaran pengaruh secara parsial variabel X terhadap variabel Y menggunakan koefisien regresi masing-masing variabel X jika setelah dilakukan uji individu diputuskan berpengaruh signifikan.

#### 4. UKURAN KEBAIKAN MODEL

Ukuran kebaikan model regresi dapat dilihat dari nilai  $R^2$  (Koefisien Determinasi).

##### Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengetahui sampai sejauh mana ketepatan atau kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi. Koefisien determinasi menggambarkan bagian dari variasi total yang dapat diterangkan oleh model. Semakin besar nilai  $R^2$  (mendekati 1), maka model dikatakan semakin baik. Sifat yang dimiliki koefisien determinasi adalah :

- (a). Nilai  $R^2$  selalu positif, karena berasal dari Jumlah Kuadrat yang memiliki rumus:

$$R^2 = \frac{MSR}{MST}$$

- (b). Nilai  $0 \leq R^2 \leq 1$

$R^2 = 0$ , berarti tidak ada hubungan antara X dan Y, atau model regresi yang terbentuk tidak tepat untuk meramalkan Y.

$R^2 = 1$ , garis regresi yang terbentuk dapat meramalkan Y secara sempurna.

## B. RANGKUMAN

1. Analisis korelasi berkenaan dengan mengukur tingkat keeratan hubungan diantara variabel-variabel, baik antara variabel respon dengan variabel independen maupun sesama variabel independen.
2. Analisis regresi digunakan untuk memodelkan hubungan matematis antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel independen.
3. Estimasi parameter regresi yang paling umum digunakan adalah *Ordinary Least Square* (OLS).
4. Dalam pengujian parameter regresi terdapat dua uji yang harus dilakukan untuk mengetahui signifikansi dari variabel bebas yaitu: pengujian secara serentak, serta pengujian secara individu.
5. Ukuran kebaikan model regresi dapat dilihat dari nilai  $R^2$  (Koefisien Determinasi).

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Analisis korelasi hanya bisa digunakan pada data ...
  - a. Nominal
  - b. Ordinal
  - c. Non Metrik
  - d. Interval/Rasio
2. Jumlah variabel independent pada analisis regresi minimal ...
  - a. Satu
  - b. Dua
  - c. Tiga
  - d. Empat
3. Jika nilai  $r$  mendekati  $-1$ , maka hubungan X dengan Y adalah ...
  - a. Jika nilai X naik, maka nilai Y naik. Jika nilai X turun, maka nilai Y naik
  - b. Jika nilai X naik, maka nilai Y turun. Jika nilai X turun, maka nilai Y turun
  - c. Jika nilai X naik, maka nilai Y turun. Jika nilai X turun, maka nilai Y naik
  - d. Jika nilai X naik, maka nilai Y naik. Jika nilai X turun, maka nilai Y turun

4. Nama simbol dari  $\varepsilon$  adalah ...
  - a. Residual
  - b. Error
  - c. Galat
  - d. Ekuivalen
5. Estimasi parameter dalam model regresi yang paling populer adalah ...
  - a. Bayesian
  - b. WLS
  - c. PLS
  - d. OLS
6. Pada Uji Serentak, yang dimaksud dari  $v_1$  adalah ...
  - a. Banyaknya variabel independen
  - b. Banyaknya variabel dependen
  - c. Banyaknya variabel error
  - d. Banyaknya data
7. Pada Uji Individu/Parsial, menggunakan uji dan Tabel ...
  - a. F
  - b. T
  - c. Normal
  - d. Chi-Square
8. Jika  $R^2$  mendekati 1, maka model regresi ...
  - a. Semakin Baik
  - b. Semakin Kurang Baik
  - c. Semakin tidak bisa diputuskan
  - d. Semakin tidak bisa digunakan
9. Rumus dari  $F_{hitung}$  adalah ...
  - a. MSR/MSE
  - b. MSE/MSR
  - c. SSE/SSR
  - d. SSR/SSE
10. Pada Uji Serentak, menggunakan uji dan Tabel ...
  - a. F

- b. T
- c. Normal
- d. Chi-Square

## II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Apa persamaan dan perbedaan analisis korelasi dan regresi, serta apakah hubungan antara kedua analisis?
2. Mengapa ada istilah variabel independen dan dependen di analisis regresi, sedangkan di analisis korelasi variabel tidak ada istilah kedua variabel tersebut?
3. Apa yang dimaksud dengan koefisien determinasi? Jika dalam suatu pendugaan model regresi diperoleh koefisien determinasi yang rendah (<50%), apa yang dapat disimpulkan tentang modelnya?
4. Jelaskan proses matematis dari metode OLS pada analisis regresi?
5. Sebutkan dan jelaskan tahapan-tahapan pengujian individu/parsial?

## III. Tugas

1. Harga saham dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :
  - a. Return On Equity (ROE)

ROE atau rentabilitas modal saham adalah kemampuan dari modal sendiri untuk menghasilkan keuntungan bagi pemegang saham. ROE merupakan tingkat hasil pengembalian tingkat investasi bagi pemegang saham. Return on equity merupakan tingkat hasil pengembalian tingkat investasi bagi pemegang saham. ROE yang tinggi, mencerminkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan keuntungan yang tinggi bagi pemegang saham. Semakin mampu perusahaan memberikan keuntungan bagi pemegang saham, maka semakin saham tersebut diinginkan oleh pembeli. Semakin tinggi ROE tersebut diinginkan pembeli, maka akan menyebabkan kenaikan harga saham. ROE dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ROE = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Modal Sendiri}} \times 100\%$$

- b. Prince Earning Ratio (PER)

PER merupakan penilaian saham dengan pendekatan laba artinya hasil yang diharapkan pada perkiraan laba atau lembar saham dimasa yang akan datang, sehingga dapat diketahui berapa lama investasi saham akan kembali. PER yang tinggi akan menyebabkan harga saham yang tinggi begitu pula sebaliknya PER yang rendah akan menyebabkan harga saham yang rendah. PER dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PER = \frac{H \text{ arg a Saham}}{L \text{ ab a Netto per Saham}} \times 1 \text{ kali}$$

c. Return On Investment (ROI)

ROI adalah salah satu rasio keuangan yang merupakan dasar untuk menilai dan menganalisis prestasi operasi perusahaan. Para investor menggunakan alat sebagai alat untuk mengevaluasi nilai saham dan obligasi perusahaan. Selain itu juga untuk mengukur adanya jaminan atas keamanan dana yang akan ditanamkan dalam perusahaan. Rasio ini mengukur tingkat keuntungan yang dihasilkan dari investasi total. Semakin tinggi rasio ini maka akan semakin baik keadaan perusahaan.

$$ROI = \frac{L \text{ ab a Setelah Pajak}}{T \text{ o t a l A s s e t s}} \times 100\%$$

d. Earning Per Share (EPS)

EPS merupakan ukuran kemampuan perusahaan dalam menghasilkan keuntungan per lembar saham bagi pemiliknya. Semakin besar tingkat kemampuan perusahaan dalam menghasilkan per lembar saham bagi pemiliknya, maka hal ini akan mempengaruhi harga saham perusahaan tersebut di pasar modal, demikian pula sebaliknya.

$$EPS = \frac{L \text{ ab a Bersih Setelah Pajak}}{\sum L \text{ e m b a r S a h a m}} \times 100\%$$

e. Leverage (LVR)

LVR menunjukkan proporsi pengguna hutang untuk membiayai investasi perusahaan. Pemegang saham menaruh perhatian pada faktor ini karena pembayaran bunga dan modal pinjaman kepada kreditur harus dilakukan terlebih dahulu sebelum membagikan laba kepada pemegang saham. Semakin besar aktiva perusahaan yang dibiayai dana pinjaman, maka semakin besar resiko yang ditanggung perusahaan dalam menghasilkan keuntungan.

$$Debt\ Ratio = \frac{Total\ Liabilities}{Total\ Assests} \times 100\%$$

f. Nilai Tukar US Dolar Terhadap Rupiah (ER)

Turun naiknya nilai tukar mata uang suatu negara juga dapat berpengaruh terhadap harga saham, yang mana dalam hal ini akan mempengaruhi psikologis investor. Sehubungan dengan hal itu jika nilai tukar dollar meningkat maka investor cenderung untuk menjual sahamnya atau menyimpan uangnya terlebih dahulu, akibatnya harga saham cenderung akan turun.

Variabel teknikal ini meliputi tentang perkembangan kurs saham, keadaan pasar modal, volume transaksi, perkembangan harga saham dari waktu ke waktu dan capital gain/loss.

Jika dimodelkan, maka:

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian yaitu

- Harga = Harga saham perusahaan kelompok telekomunikasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham meliputi:

- ROE = Return On Equity
- PER = Prince Earning Ratio
- ROI = Return On Investment
- EPS = Earning Per Share
- LVR = Leverage
- ER = Nilai Tukar US Dolar Terhadap Rupiah

Pertanyaan:

- a) Secara teoritis, bagaimanakah hubungan yang diharapkan antara harga saham dengan masing-masing variabel lainnya?

- b) Buat model regresi antara harga saham dengan faktor-faktor yang mempengaruhi? Manakah koefisien regresi yang sesuai dengan yang Anda harapkan?
2. Berikut ini disajikan data hasil olahan komputer tetapi beberapa kolom dihilangkan. Lengkapi tabel tersebut dengan mengisi titik-titik yang ada. Lakukan pengujian hipotesis dengan  $\alpha = 5\%$ . Dapatkan koefisien determinasi!

Sumber	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F
regresi	4	140043584	.....	.....
error	31	.....	.....	
total	35	152914080	.....	
Prediktor	Koefisien	Standar Deviasi	t-hitung	
konstanta	104153	12507	.....	
Y	4.994	1.836	.....	
X1	850.5	206.4	.....	
X2	-14799	1573	.....	
X3	511.91	57.95	.....	

#### D. RUJUKAN

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

Setiawan, Dwi Endah Kusri. *Ekonometrika. Andi*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

#### E. BACAAN YANG DIANJURKAN

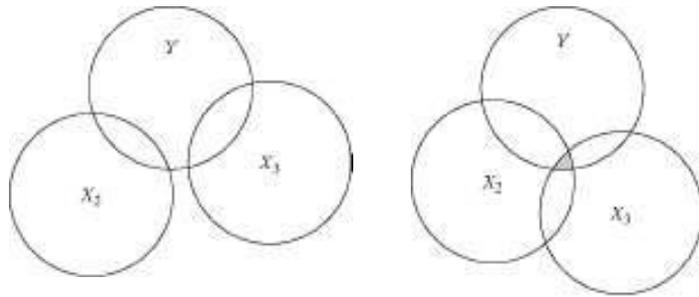
Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Edition. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.



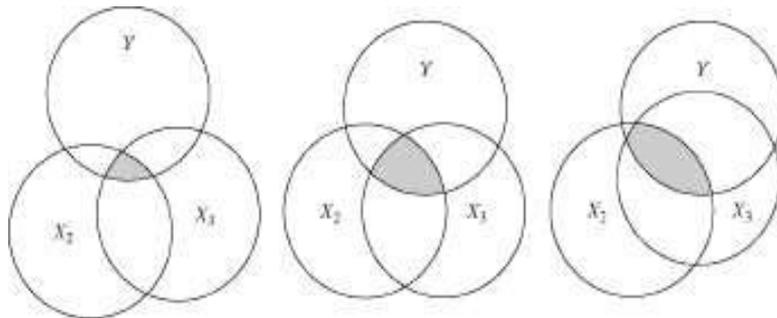
### BAB III MULTIKOLINEARITAS

#### A. PENYAJIAN MATERI

Istilah Multikolinearitas (kolinearitas ganda) pertama kali ditemukan oleh Ragnar Frisch yang berarti adanya hubungan linear yang sempurna atau pasti diantara beberapa atau semua variabel independen (bebas) dari model regresi ganda. Selanjutnya istilah multikolinearitas digunakan dalam arti yang lebih luas, yaitu terjadinya korelasi linear yang tinggi diantara variabel-variabel independen ( $X_1, X_2, \dots, X_p$ ).



(i) tidak ada multikolinearitas      (ii) multikolinearitas rendah



(iii) multikolinearitas sedang      (iv) multikolinearitas tinggi      (v) multikolinearitas sangat tinggi

**Gambar 3.1 Beberapa Keadaan Multikolinearitas<sup>10</sup>**

---

<sup>10</sup> Setiawan, *Ekonometrika*.

## 1. KONSEKUENSI TERJADI MULTIKOLINEARITAS

- a. Jika terjadi multikolinearitas yang sempurna, yaitu jika

$$\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p = 0$$

Maka dengan menggunakan metode estimasi OLS tidak dapat diperoleh koefisien regresi yang unik. Pada model regresi berganda dengan metode estimasi OLS, jika terjadi multikolinearitas sempurna diantara variabel independen, maka  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$  merupakan matriks singular, akibatnya invers dari  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$  yaitu  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1}$  tidak dapat ditentukan secara unik. Dengan demikian nilai  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  tidak dapat diperoleh secara unik antara yang satu dengan yang lain.

- b. Jika terjadi multikolinearitas yang mendekati sempurna (korelasi yang tinggi diantara variabel independen), yaitu jika

$$\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p = 0$$

Jika  $(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$  merupakan matriks singular maka  $\det(\mathbf{X}^T \mathbf{X}) = 0$ , tetapi jika terjadi multikolinearitas yang mendekati sempurna  $\det(\mathbf{X}^T \mathbf{X})$  mendekati 0, sehingga  $\text{var}(\beta_i)$  membesar (*over estimated*), artinya varians dari koefisien regresi membesar, sehingga *standard error* dari koefisien regresi membesar. Dengan kata lain, jika terjadi masalah multikolinearitas yang mendekati sempurna, maka hasil pendugaan dengan metode estimasi OLS masih tak bias, tetapi tidak efisien (variannya tidak minimum).

Dampak dari membesarnya varians adalah :

- a. Pengujian parameter regresi dengan statistik uji t menjadi tidak valid

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Nilai  $t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{s(\hat{\beta}_j)}$  akan mengecil jika  $s(\hat{\beta}_j)$  membesar, sehingga cenderung

untuk Terima  $H_0$  (tidak signifikan).

- b. Terjadinya kontradiksi antara hasil pengujian hipotesis parameter regresi secara serentak melalui statistik uji F dengan hasil pengujian parameter regresi secara individu melalui statistik uji t. Pada pengujian secara serentak diputuskan untuk menolak  $H_0$  yang berarti minimal ada satu parameter regresi yang signifikan, tetapi pada uji secara individu ternyata tidak satupun parameter regresi yang signifikan. Bukan itu saja, dampak yang sangat serius dari adanya multikolinearitas adalah dapat merubah tanda dari koefisien regresi.

### Contoh 3.1

Pada Tabel 3.1 disajikan data sample dari 15 perusahaan dan akan dibuat fungsi produksinya. Ada dua input yang mempengaruhi output (Q), yaitu tenaga kerja (L) serta Modal (K).

**Tabel 3.1 Output (Q), Tenaga Kerja (L), dan Modal (K)**

No	Q (ton)	L (jam orang)	K (juta rupiah)
1	2350	2334	1570
2	2470	2425	1850
3	2110	2230	1150
4	2560	2463	1940
5	2650	2565	2450
6	2240	2278	1340
7	2430	2380	1700
8	2530	2437	1860
9	2550	2446	1880
10	2450	2403	1790
11	2290	2301	1480
12	2160	2253	1240
13	2400	2367	1660
14	2490	2430	1850
15	2590	2470	2000

Andaikan model yang digunakan adalah Cobb-Douglas

$$Q = \beta_0 L^{\beta_1} K^{\beta_2} e^{\epsilon}$$

Kemudian diubah menjadi model linear sebagai berikut:

$$\ln Q = \beta_0 + \beta_1 \ln L + \beta_2 \ln K + \epsilon$$

Maka dengan menggunakan program SPSS diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 3.2, Tabel 3.3 dan Tabel 3.4

**Tabel 3.2 Hasil Regresi Ln L dengan Ln Q**

Model	Coefficients <sup>a</sup>							
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	-5,501	,711			-7,736	,000		
lnL	1,709	,091	,982		18,689	,000	1,000	1,000

a. Dependent Variable: lnQ

**Tabel 3.3 Hasil Regresi Ln K dengan Ln Q**

Model	Coefficients <sup>a</sup>							
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	5,297	,130			40,778	,000		
lnK	,335	,017	,983		19,192	,000	1,000	1,000

a. Dependent Variable: lnQ

**Tabel 3.4 Hasil Regresi Ln L dan Ln K dengan Ln Q**

Model	Coefficients <sup>a</sup>							
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	,501	4,480			,112	,913		
lnL	,758	,707	,435		1,071	,305	,016	63,691
lnK	,188	,139	,551		1,356	,200	,016	63,691

a. Dependent Variable: lnQ

Terdapat tiga buah model fungsi produksi, yaitu :

- i. Hubungan antara  $\ln Q$  dengan  $\ln L$  (Tabel 3.2)
- ii. Hubungan antara  $\ln Q$  dengan  $\ln K$  (Tabel 3.3)
- iii. Hubungan antara  $\ln Q$  dengan  $\ln L$  dan  $\ln K$  (Tabel 3.4)

Pada model (iii) semua koefisien regresi, baik untuk variabel  $\ln L$  maupun  $\ln K$ , tidak signifikan ( $p > 0.05$ ) padahal koefisien determinasinya besar yaitu 96,9%. Hal ini

bertentangan dengan model (i) maupun model (ii), artinya pada model dengan hanya satu variabel independen koefisien regresinya signifikan, tetapi jika kedua variabel independen dimasukkan model, menjadi tidak signifikan. Hal ini merupakan dampak dari adanya kasus multikolinearitas dalam model.

**Contoh 3.2**

Tabel 3.5 berikut menyajikan data tentang hubungan antara besarnya tingkat konsumsi rumah tangga (C) yang dipengaruhi oleh pendapatan (Y) serta kekayaan (W).

**Tabel 3.5 Besarnya Konsumsi (C), Pendapatan (Y), serta Kekayaan (W)  
Dalam jutaan rupiah per tahun**

No	Konsumsi (C) (dalam juta rupiah/tahun)	Pendapatan (Y) (dalam juta rupiah/tahun)	Kekayaan (W) (dalam juta rupiah/th)
1	70	80	810
2	65	100	1009
3	90	120	1273
4	95	140	1452
5	110	160	1633
6	115	180	1876
7	120	200	2052
8	140	220	2201
9	155	240	2435
10	150	260	2686

Dengan menggunakan program SPSS diperoleh hasil seperti yang disajikan pada Tabel 3.4, 3.5, dan 3.6. Terdapat tiga buah model hubungan fungsi konsumsi:

- i. Hubungan antara C dengan Y dan W:  $C = 25,1 + 0,960 Y - 0,0443 W$  (Tabel 3.4)
- ii. Hubungan antara C dengan Y :  $C = 24,5 + 0,509 Y$  (Tabel 3.5)
- iii. Hubungan antara C dengan W :  $C = 24,1 + 0,0499 W$  (Tabel 3.6)

Perhatikan tanda dari koefisien untuk variable W, pada model (i) bertanda negatif (-0,0443) sedangkan pada model (iii) bertanda positif (+0,0499). Ternyata ada korelasi yang sangat tinggi antara Y dengan W sebesar 0,999. Ini merupakan salah satu konsekuensi (dampak) yang paling serius dari adanya multikolinearitas, yaitu dapat merubah tanda dari koefisien regresi.

**Tabel 3.4 Hasil Regresi Y dan W dengan C**

Coefficients <sup>a</sup>								
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	25,094	6,808			3,686	,008		
Y	,960	,811	1,849	1,183	,275		,002	470,875
W	-,044	,080	-,870	-,556	,595		,002	470,875

a. Dependent Variable: C

**Tabel 3.5 Hasil Regresi Y dengan C**

Coefficients <sup>a</sup>								
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	24,455	6,414			3,813	,005		
Y	,509	,036	,981	14,243	,000		1,000	1,000

a. Dependent Variable: C

**Tabel 3.6 Hasil Regresi W dengan C**

Coefficients <sup>a</sup>								
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta				Tolerance	VIF
1 (Constant)	24,082	6,920			3,480	,008		
W	,050	,004	,978	13,248	,000		1,000	1,000

a. Dependent Variable: C

## 2. CARA MENDETEKSI MULTIKOLINEARITAS

Terdapat beberapa cara untuk mendeteksi multikolinearitas, antara lain:

- a. Jika dalam model diperoleh  $R^2$  yang tinggi ( $>0,7$ ) tetapi sedikit sekali atau bahkan tidak satupun parameter regresi yang signifikan jika diuji secara individual dengan menggunakan statistik uji  $t$ .
- b. Jika diperoleh koefisien korelasi sederhana yang tinggi diantara sepasang-sepasang variabel independen. Tingginya koefisien korelasi merupakan syarat yang cukup untuk terjadinya multikolinearitas. Akan tetapi jika diperoleh koefisien yang rendah, maka belum dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinearitas, sehingga perlu

dilihat lagi koefisien korelasi parsial maupun korelasi serentak diantara semua variabel independen.

- c. Jika dalam model regresi diperoleh koefisien regresi ( $\hat{\beta}_j$ ) dengan tanda yang berbeda dengan koefisien korelasi antara  $Y$  dengan  $X_j$ . Misal korelasi antara  $Y$  dengan  $X_j$  bertanda positif ( $r_{YX_j} > 0$ ), tetapi koefisien regresi untuk koefisien regresi yang berhubungan dengan  $X_j$  bertanda negative ( $\hat{\beta}_j < 0$ ), atau sebaliknya.

- d. Tolerance (TOL) dan Variance Inflation Factor (VIF)

Misalkan terdapat satu variabel respon  $Y$  dan  $p$  buah variabel independen, maka kita regresikan setiap variabel independen dengan variabel independen lainnya dan akan diperoleh koefisien determinasi.

$$X_j = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_{p-1}X_p + \varepsilon \quad \Longleftrightarrow \quad R_j^2$$

$$TOL_j = 1 - R_j^2$$

$$VIF_j = \frac{1}{TOL} = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Dikatakan tidak terjadi multikolinearitas jika masing-masing nilai VIF dari variabel independen bernilai kurang dari 10

### 3. CARA MENGATASI MULTIKOLINEARITAS

Terdapat beberapa cara untuk mengatasi jika dalam model terdapat masalah multikolinearitas, antara lain:

#### 3.1 Adanya Informasi Sebelumnya Secara Apriori

Misalkan kita mempunyai model berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1X_{1i} + \beta_2X_{2i} + \varepsilon_i$$

dengan:  $Y$  = Konsumsi

$X_1$  = pendapatan

$X_2$  = kekayaan

Telah disebutkan sebelumnya bahwa antara pendapatan dan kekayaan mempunyai kolinearitas yang tinggi. Andaikan kita sudah memperoleh informasi sebelumnya (*apriori information*) bahwa  $\beta_2 = 0,10\beta_1$  yang berarti tingkat perubahan konsumsi terhadap perubahan kekayaan sepersepuluh (1/10) dari tingkat perubahannya (*rate of*

change) terhadap pendapatan. Dengan demikian model regresi di atas kemudian menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + (0,10)\beta_1 X_{2i} + \varepsilon_i$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i^* + \varepsilon_i$$

dengan:  $X_i^* = X_{1i} + 0,10X_{2i}$ .

Sehingga jika dari hasil perhitungan diperoleh  $\hat{\beta}_1$  maka  $\hat{\beta}_2$  bisa dicari melalui rumus  $\hat{\beta}_2 = 0,10\hat{\beta}_1$ . Persoalannya adalah darimana kita tahu bahwa  $\beta_2 = 0,10\beta_1$ ? Hal ini bisa diperoleh, baik berdasarkan teori ekonomi maupun berdasarkan hasil penelitian empiris sebelumnya, sebagai suatu pengalaman praktek (misal: pada fungsi produksi telah diinformasikan bahwa perusahaan dalam keadaan *constant returns to scale*  $\beta_1 + \beta_2 = 1$ ).

### 3.2 Menggabungkan Data *Cross Section* dan *Time Series*

Data *cross section* adalah data yang menggambarkan keadaan pada suatu waktu tertentu (*at a point of time*), sedangkan data *time series* adalah data yang menggambarkan perkembangan suatu kegiatan dari waktu ke waktu (misal: data harga, produksi padi, pendapatan nasional, konsumsi nasional/regional, investasi nasional/regional, dan lain sebagainya). Analisis data *cross sectional* sifatnya statis, artinya tidak memperhitungkan perubahan-perubahan yang terjadi karena perubahan waktu, sedangkan analisis data *time series* sifatnya dinamis, karena telah memperhitungkan adanya perubahan-perubahan yang disebabkan oleh adanya perubahan waktu.

Istilah-istilah rata-rata tingkat kenaikan (*rate increase*) dan rata-rata tingkat pertumbuhan (*rate of growth*), selalu dihubungkan dengan data berkala selama jangka waktu tertentu (misal: sepuluh tahun yang lalu, selama tiga pelita, selama sepuluh bulan yang lalu).

Analisis tren (*trend analysis*) juga termasuk yang dinamis, sangat berguna untuk peramalan (*forecasting*) dimana data peramalan sangat berguna untuk perencanaan (*planning*).

Teknik lainnya selain yang disebutkan di atas adalah dengan penggabungan data (data panel), yaitu data *cross section* dan *time series* secara bersama-sama dipergunakan dalam suatu analisis. Misalkan kita ingin mempelajari/meneliti permintaan mobil di Jakarta untuk golongan pendapatan menengah ke atas. Misalkan kita sudah mempunyai data berkala, selama kuartal I, II & III ( 15 tahun ) tentang jumlah mobil yang terjual ( $Q$ ), rata-rata harga mobil ( $P$ ), pendapatan masyarakat ( $Y$ ) dan  $t$  menunjukkan waktu dengan model regresi sebagai berikut :

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 Y + \varepsilon_t$$

Tujuan kita ingin memperkirakan elastisitas harga (*price elasticity*,  $\beta_1$ ) dan elastisitas pendapatan (*income elasticity*,  $\beta_2$ ).

### 3.3 Mengeluarkan satu variabel atau lebih dan kesalahan spesifikasi

Jika dalam model terdapat kasus kolinearitas ganda yang serius, maka salah satu hal yang paling mudah adalah dengan mengeluarkan salah satu variabel yang berkorelasi dengan variabel lainnya. Misalkan dalam fungsi konsumsi, terdapat 2 faktor yang mempengaruhi besarnya konsumsi ( $Y$ ), yaitu pendapatan ( $X_1$ ), dan kekayaan ( $X_2$ ). Tetapi jika  $X_2$  dikeluarkan dari model, maka seolah-olah hanya variabel pendapatan ( $X_1$ ) yang signifikan pengaruhnya terhadap  $Y$ .

Akan tetapi dengan mengeluarkan satu variabel dari model regresi kita melakukan kesalahan spesifikasi (*specification error*). Kesalahan spesifikasi terjadi kalau kita melakukan kesalahan dalam menentukan spesifikasi model yang digunakan dalam analisis, maksudnya salah dalam menentukan variabel yang tepat/benar dalam suatu model regresi. Jadi kalau teori ekonomi mengatakan bahwa pendapatan dan kekayaan keduanya harus dimasukkan di dalam model regresi untuk menerangkan tingkah laku variabel konsumsi, keputusan untuk mengeluarkan variabel kekayaan dari model berarti melakukan kesalahan spesifik.

Terdapat beberapa cara untuk mengeluarkan variabel dari model, antara lain : (i) Regresi *stepwise*, (ii) eliminasi langkah mundur (*backward elimination*).

### 3.4 Transformasi Variabel-Variabel

Misalkan, kita mempunyai data berkala (*time series data*) mengenai konsumsi ( $Y$ ), pendapatan ( $X_1$ ), dan kekayaan ( $X_2$ ). Salah satu alasan mengapa multikolinearitas

terjadi antara pendapatan dan kekayaan ialah bahwa melalui perkembangan waktu, kedua variabel independen cenderung untuk bergerak dengan arah yang sama. Salah satu cara untuk membuat ketergantungan (dependency) antara kedua variabel tersebut caranya seperti berikut :

$$\text{Model awal: } Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \varepsilon_t$$

$$\text{Kemudian dibuat lag-1 : } Y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t-1} + \beta_2 X_{2,t-1} + \varepsilon_{t-1}$$

Selanjutnya dikurangkan, sehingga persamaannya menjadi

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta_1 (X_{1t} - X_{1,t-1}) + \beta_2 (X_{2t} - X_{2,t-1}) + v_t$$

dengan,  $v_t = \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$

inilah yang dimaksud dengan perbedaan pertama (*first difference*)

### 3.5 Penambahan Data Baru

Oleh karena adanya kolinearitas ganda merupakan gambaran sample (*sample feature*), ada kemungkinan bahwa untuk sampel lainnya yang mencakup variabel-variabel yang sama persoalan kolinearitas ganda mungkin tidak begitu serius seperti sampel pertama. Kadang-kadang hanya dengan menambah observasi (menambah nilai n), sudah dapat mengurangi persoalan kolinearitas ganda tersebut.

### 3.6 Metode Lainnya

Untuk metode lainnya yang dianjurkan untuk mengatasi multikolinieritas adalah sebagai berikut:

1. Regresi Komponen Utama (*Principal Component Regression*)
2. Regresi Ridge
3. Regresi Kuadrat Terkecil Parsial (*Partial Least Squares Regression*)
4. Regresi dengan Pendekatan Bayes
5. Regresi Kontinum (*Continuum Regression*)

## B. RANGKUMAN

1. Multikolinieritas berarti terjadinya korelasi linear yang tinggi diantara variabel-variabel independen ( $X_1, X_2, \dots, X_p$ ).

2. Pada model ekonometrika sering terjadi masalah multikolinearitas, karena pada dasarnya variabel-variabel ekonomi saling terkait, selain itu pada beberapa kasus digunakan model distribusi lag.
3. Konsekuensi jika terjadi Multikolinearitas :
  - Jika terjadi multikolinearitas yang sempurna, maka dengan menggunakan metode kuadrat terkecil tidak dapat diperoleh koefisien regresi yang unik
  - Jika terjadi masalah multikolinearitas yang mendekati sempurna, maka hasil pendugaan dengan metode kuadrat terkecil masih tetap tak bias, tetapi tidak efisien (variannya tidak minimum).
  - Terjadinya kontradiksi antara hasil pengujian hipotesis parameter regresi secara serentak melalui statistik uji F dengan hasil pengujian parameter regresi secara individu melalui statistik uji t. Pada pengujian secara serentak diputuskan untuk menolak  $H_0$  yang berarti minimal ada satu parameter regresi yang signifikan, tetapi pada uji secara individu ternyata tidak satupun parameter regresi yang signifikan. Bukan itu saja, dampak yang sangat serius dari adanya multikolinearitas adalah dapat merubah tanda dari koefisien regresi.
4. Terdapat beberapa cara untuk mendeteksi multikolinearitas, antara lain:
  - Jika dalam model diperoleh  $R^2$  yang tinggi ( $>0,7$ ) tetapi sedikit sekali atau bahkan tidak satupun parameter regresi yang signifikan jika diuji secara individual dengan menggunakan statistik uji t.
  - Jika diperoleh koefisien korelasi sederhana yang tinggi diantara sepasang-sepasang variabel independen. Tingginya koefisien korelasi merupakan syarat yang cukup untuk terjadinya multikolinearitas. Akan tetapi jika diperoleh koefisien yang rendah, maka belum dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinearitas, sehingga perlu dilihat lagi koefisien korelasi parsial maupun korelasi serentak diantara semua variabel independen.
  - Jika dalam model regresi diperoleh koefisien regresi ( $\hat{\beta}_j$ ) dengan tanda yang berbeda dengan koefisien korelasi antara  $Y$  dengan  $X_j$ . Misal korelasi antara  $Y$  dengan  $X_j$  bertanda positif ( $r_{YX_j} > 0$ ), tetapi koefisien regresi untuk koefisien

regresi yang berhubungan dengan  $X_j$  bertanda negative ( $\hat{\beta}_j < 0$ ), atau sebaliknya.

- Tolerance (TOL) dan *Variance Inflation Factor* (VIF)

5. Terdapat beberapa cara untuk mengatasi jika dalam model terdapat masalah multikolinearitas, antara lain:

- Adanya informasi sebelumnya secara apriori
- Menggabungkan data *cross section* dan *time series*
- Mengeluarkan satu variabel atau lebih dan kesalahan spesifikasi
- Transformasi Variabel-variabel
- Penambahan Data Baru
- Metode lain yang dianjurkan untuk mengatasi adanya multikolinearitas adalah: Regresi Komponen Utama (*Principal Component Regression*), Regresi Ridge, Regresi Kuadrat Terkecil Parsial (*Partial Least Squares Regression*), Regresi dengan Pendekatan Bayes, Regresi Kontinum (*Continuum Regression*) dan lain-lain.

### C. LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar

3.6.1.1.1.1 Apa yang dimaksud dengan multikolinearitas?

- Terjadinya korelasi linear yang tinggi antar variabel independen
- Terjadinya korelasi linear yang tinggi antar variabel dependen
- Terjadinya korelasi linear yang tinggi antar variabel dependen dengan variabel independent
- Terjadinya korelasi linear yang tinggi antar variabel independent dengan variabel error

3.6.1.1.1.2 Konsekuensi jika terjadi multikolinearitas bahwa hasil dari metode estimasi OLS adalah ...

- Koefisien-koefisien regresi yang sama
- Koefisien-koefisien regresi yang unik
- Koefisien-koefisien regresi yang tidak bias
- Koefisien-koefisien regresi yang efisien

3.6.1.1.1.3 Cara untuk mendeteksi multikolinearitas adalah ...

- a. VIF
  - b. Mengeluarkan satu variabel atau lebih
  - c. Transformasi Variabel
  - d. Regresi Ridge
- 3.6.1.1.1.4 Cara untuk mengatasi multikolinearitas adalah ...
- a. VIF
  - b. TOL
  - c. Transformasi Variabel
  - d. Korelasi Rank Spearman
- 3.6.1.1.1.5 Apabila dalam suatu model diperoleh korelasi tinggi ( $r > 0,90$ ) tetapi setelah dilakukan pengujian individual dengan statistik uji ternyata tidak ada parameter yang signifikan, maka terdapat indikasi pelanggaran asumsi ...
- a. Heteroskedastisitas
  - b. Autokorelasi
  - c. Korelasi Ganda
  - d. Multikolinearitas
- 3.6.1.1.1.6 Cara menghitung  $VIF_j$  adalah ...
- a.  $1/(1-R_j^2)$
  - b.  $1/(1-R_j^2)^2$
  - c.  $1/\sqrt{(1-R_j^2)}$
  - d.  $\text{Ln} [1/(1-R_j^2)]$
- 3.6.1.1.1.7 Multikolinearitas terjadi jika nilai VIF sebesar...
- a. Lebih dari 10
  - b. Kurang dari 10
  - c. Di antara 1 dan 10
  - d. Kurang dari 1
- 3.6.1.1.1.8 Jika dilakukan analisis korelasi antar variabel independen dan ternyata ada korelasi yang tinggi, maka ini mengindikasikan ...
- a. Terjadi multikolinearitas
  - b. Tidak terjadi multikolinearitas
  - c. Belum dapat dikatakan terjadi multikolinearitas
  - d. Terjadi autokorelasi

- 3.6.1.1.1.1.9 Jika dilakukan analisis korelasi antar variabel independen dan ternyata ada korelasi yang rendah, maka ini mengindikasikan ...
- Terjadi multikolinearitas
  - Tidak terjadi multikolinearitas
  - Belum dapat dikatakan terjadi multikolinearitas
  - Terjadi autokorelasi
- 3.6.1.1.1.1.10 Jika nilai korelasi dan koefisien regresi antara variabel independen dengan variabel dependen memiliki tanda yang berbeda, maka ini mengindikasikan ...
- Terjadi multikolinearitas
  - Tidak terjadi multikolinearitas
  - Belum dapat dikatakan terjadi multikolinearitas
  - Terjadi autokorelasi

## II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

- Apa yang dimaksud dengan multikolinearitas, serta mengapa dalam model ekonometrika sering terjadi kasus multikolinearitas?
- Jelaskan apa yang dimaksud dengan pernyataan "*koefisien korelasi sederhana merupakan syarat perlu terjadinya multikolinearitas, tetapi bukan merupakan syarat cukup*"?
- Jelaskan apa dampak dari terjadinya multikolinearitas pada estimasi OLS pada regresi?
- Jelaskan apa dampak dari terjadinya multikolinearitas pada pengujian serentak dan individu?
- Mengeluarkan satu variabel independen dapat digunakan untuk mengatasi kasus multikolinearitas. Jelaskan kelemahan dari metode ini dalam menyelesaikan multikolinearitas?

## III. Tugas

- Tabel 3.7 berisi tentang Konsumsi ( $Y$ ), Pendapatan Upah ( $X_1$ ), Pendapatan Non Upah Non Pertanian ( $X_2$ ), Pendapatan Pertanian ( $X_3$ )

**Tabel 3.7 Konsumsi (Y), Pendapatan Upah (X<sub>1</sub>), Pendapatan Non Upah Non Pertanian (X<sub>2</sub>), Pendapatan Pertanian (X<sub>3</sub>)**

Tahun ke-	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	62.8	43.41	17.1	3.96
2	65	46.44	18.65	5.48
3	63.9	44.35	17.09	4.37
4	67.5	47.82	19.28	4.51
5	71.3	51.02	23.24	4.88
6	76.6	58.71	28.11	6.37
7	86.3	87.69	30.29	8.96
8	95.7	76.73	28.26	9.76
9	98.3	75.91	27.91	9.31
10	100.3	77.62	32.3	9.85
11	103.2	78.01	31.39	7.21
12	108.9	83.57	35.61	7.39
13	108.5	90.59	37.58	7.98
14	111.4	95.47	35.17	7.42

- b. Selidiki apakah terjadi masalah multikolinearitas?
- c. Jika terjadi multikolinearitas, maka cari penyelesaiannya.

#### **D. RUJUKAN**

Setiawan, Dwi Endah Kusriani. *Ekonometrika. Andi*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Edition. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.



## BAB IV HETEROSKEDASTISITAS

### A. PENYAJIAN MATERI

Salah satu asumsi regresi linier yang harus dipenuhi adalah homogenitas varians dari error (homoskedastisitas). Homoskedastisitas berarti varians dari error bersifat konstan (tetap) atau disebut juga identik. Kebalikannya, bila ternyata diperoleh kondisi varians error (atau Y) tidak identik, maka disebut terjadi kasus heteroskedastisitas.

#### Contoh 4.1.

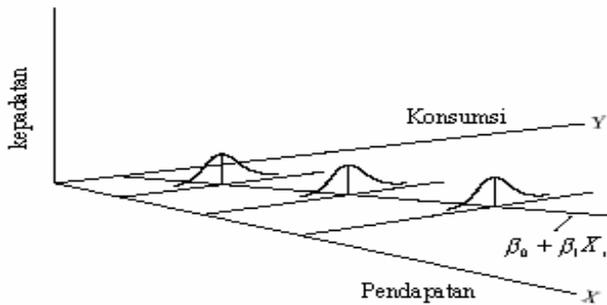
Misalkan ingin dibuat suatu fungsi konsumsi dengan variabel respon (Y) adalah besarnya pengeluaran untuk konsumsi, sedangkan variabel independen (X) adalah pendapatan. Misalkan ada 4 kelompok rumah tangga yang diamati, yaitu : (1) kelompok rumah tangga dengan pendapatan Rp 500.000,- per bulan, (2) kelompok rumahtangga dengan pendapatan Rp. 1.000.000,-, (3) kelompok rumahtangga dengan pendapatan Rp,5.000.000,- serta (4) kelompok rumahtangga dengan pendapatan 10.000.000,-. Masing-masing kelompok diamati 5 rumah tangga, dan hasil pengamatan sebagai berikut.

**Tabel 4.1. Besarnya Pengeluaran Konsumsi (dalam ribuan)**

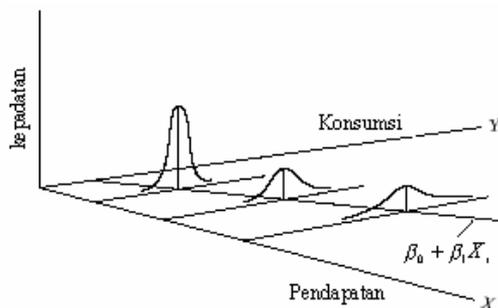
Rumah Tangga	Pendapatan (dalam ribuan)			
	500	1000	5000	10000
1	495	900	2500	5000
2	490	950	3500	6000
3	487	875	4500	7000
4	485	850	4000	8000
5	480	800	3000	9000
<b>Rat-rata</b>	487,4	875	3500	7000
<b>Varians</b>	31,3	3125	625000	2500000

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa semakin besar pendapatan, maka semakin besar variasi dari pengeluaran konsumsi. Dapat dipahami bahwa untuk rumah tangga dengan pendapatan rendah, maka besarnya pengeluaran untuk konsumsi antar rumahtangga relatif homogen. Sebaliknya untuk rumahtangga-rumahtangga dengan pendapatan yang besar, maka besarnya pengeluaran konsumsi antara rumahtangga sangat bervariasi.

Kondisi inilah yang disebut dengan heteroskedastisitas. Bila digambar dalam sebuah diagram, maka perbedaan keduanya akan nampak pada Gambar 4.1 dan 4.2.



**Gambar 4.1 Keadaan Homoskedastisitas**



**Gambar 4.2 Keadaan Heteroskedastisitas**

Pada kondisi homoskedastisitas

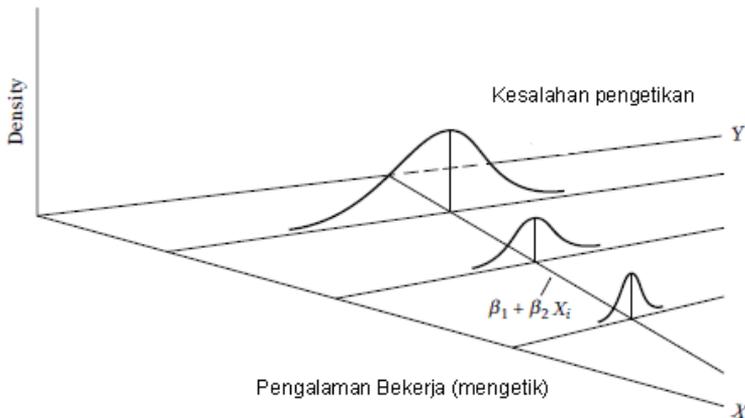
$$Var(Y_i) = Var(\varepsilon_i) = \sigma^2; i = 1, 2, \dots, n$$

Sedangkan pada kondisi heteroskedastisitas

$$Var(Y_i) = Var(\varepsilon_i) = \sigma_i^2; i = 1, 2, \dots, n$$

Ada beberapa alasan mengapa varians Y (atau error) menjadi tidak homogen :

- i. Mengikuti model berbuat kesalahan dalam belajar (*the error learning models*). Logikanya kalau orang belajar (bekerja, mengetik dan lain-lain), maka semakin lama belajar, kesalahan yang terjadi semakin kecil, karena keterampilannya semakin meningkat.



**Gambar 4.3 Hubungan antara Pengalaman (X) dengan Kesalahan Pengetikan**

- ii. Pada fungsi konsumsi umumnya terdapat fenomena bahwa rumah tangga-rumah tangga dengan pendapatan rendah, besarnya pengeluaran untuk konsumsi antar rumah tangga relatif homogen. Sebaliknya untuk rumah tangga-rumah tangga dengan pendapatan yang besar, maka besarnya pengeluaran konsumsi antara rumah tangga sangat bervariasi.
- iii. Dengan semakin meningkatnya teknik pengumpulan data, ada kecenderungan kesalahan yang ditimbulkan juga makin mengecil. Bank dengan menggunakan *Electronic Data Processing*, maka makin kecil kemungkinan membuat kesalahan dalam pembuatan laporannya (bulanan, triwulan, tahunan).
- iv. Heteroskedastisitas juga dapat terjadi jika terdapat beberapa data pencilon (*outliers*) dalam model.

## 1. KONSEKUENSI TERJADI HETEROSKEDASTISITAS

Pada model regresi bila semua asumsi klasik dipenuhi, kecuali satu yaitu terjadi heteroskedastisitas, maka penduga kuadrat terkecil masih tetap tak bias dan konsisten, tetapi tidak efisien (varians membesar). Dampak dari membesarnya varians adalah Pengujian parameter regresi dengan statistik uji t menjadi tidak valid:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{s(\hat{\beta}_j)}$  akan mengecil bila  $s(\hat{\beta}_j)$  membesar, sehingga cenderung untuk

Terima  $H_0$  (tidak signifikan).

## 2. CARA MENDETEKSI HETEROSKEDASTISITAS

Pada dasarnya terdapat dua metode untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas, yaitu: metode informal dan metode formal.

### 2.1 Metode Informal

#### a. Sifat Persoalan

Ada beberapa fenomena (khususnya ekonomi) yang terdapat kecenderungan terdapat kasus heteroskedastisitas. Diantaranya adalah :

- (a) Berbuat kesalahan dalam belajar (berpraktek) sebagai pengetik, maka semakin lama semakin sedikit kesalahan yang diperbuat. Misalkan ingin dibuat fungsi yang menghubungkan antara banyaknya kesalahan dalam menetik (Y) dengan lama belajar/bekerja (X). Maka pada umumnya semakin lama seseorang belajar semakin sedikit kesalahan yang dilakukan.
- (b) Fungsi konsumsi/fungsi tabungan.<sup>11</sup>

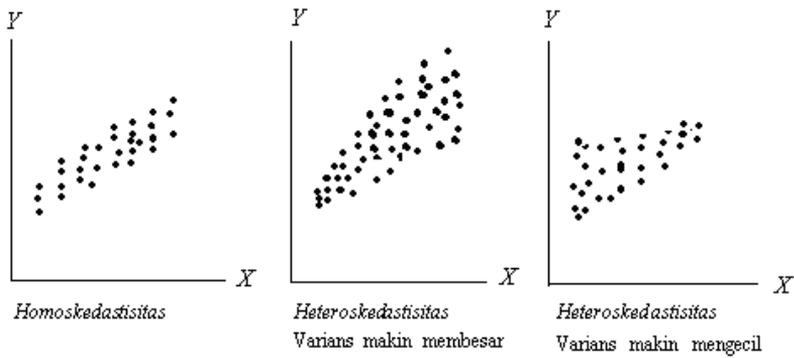
#### b. Metode Grafik

Apabila secara apriori tidak ada informasi, maka untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas dapat digunakan metode grafik. Beberapa grafik yang dapat digunakan, antara lain :

- (a) Diagram pencar antara variabel respon (Y) dengan masing-masing variabel independen (X)

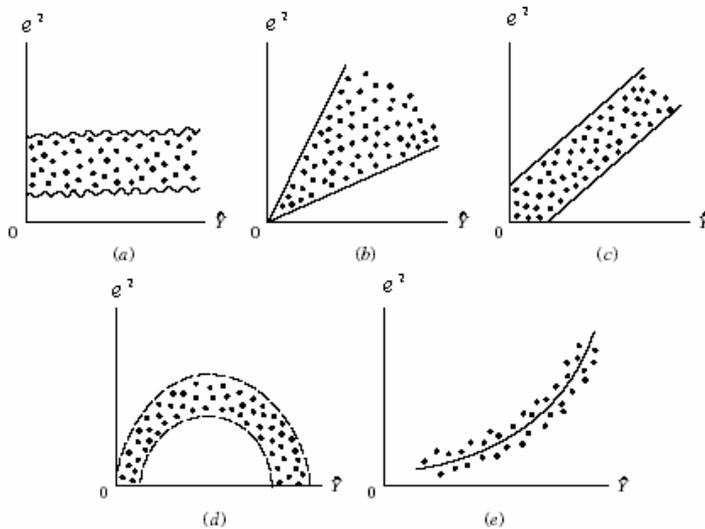
---

<sup>11</sup> Setiawan.



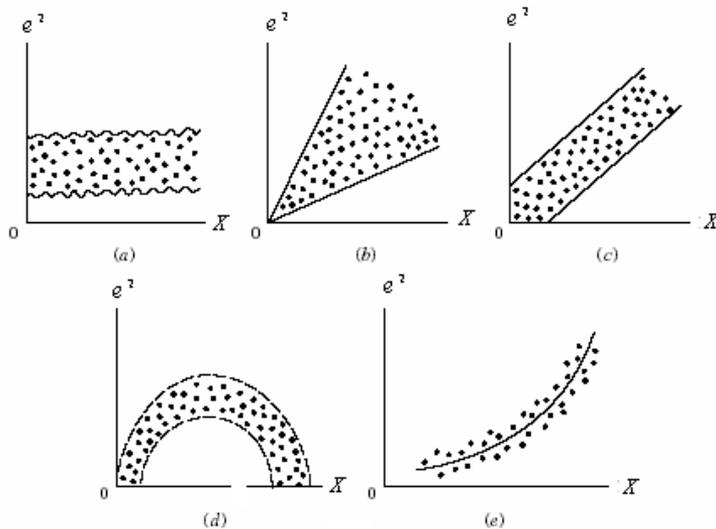
**Gambar 4.4** Digram Pencar antara  $X$  dengan  $Y$

(b) Diagram pencar antara  $e^2$  dengan variabel  $\hat{Y}$



**Gambar 4.5** Digram Pencar antara  $e^2$  dengan  $\hat{Y}$

(c) Diagram pencar antara  $e^2$  dengan variabel  $X$



**Gambar 4.6** Digram Pencar antara  $e^2$  dengan  $X$

Gambar 4.5 dan 4.6 akan sama bila dalam model hanya terdapat satu variabel independen, tetapi bila dalam model terdapat lebih dari satu variabel independen maka digunakan Gambar 4.5. Gambar 4.5(a) dan 4.6(a) menunjukkan tidak ada heteroskedastisitas. Gambar 4.5(b) dan 4.6(b) menunjukkan adanya heteroskedastisitas. Gambar 4.5(c) dan 4.6(c) menunjukkan adanya hubungan linear antara error dengan variabel independen. Gambar 4.5(d) dan 4.6(d) menunjukkan adanya hubungan kuadratik antara error dengan variabel independen. Gambar 4.5(e) dan 4.6(e) menunjukkan adanya hubungan eksponensial antara error dengan variabel independen.

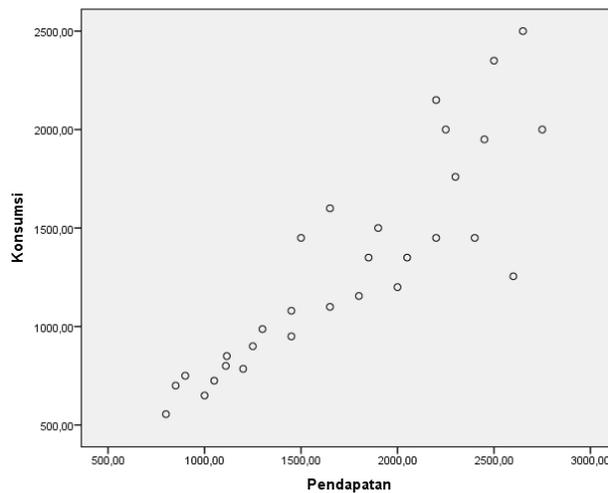
#### Contoh 4.2

Tabel 4.2 menyajikan data hubungan antara konsumsi dan pendapatan rumah tangga.

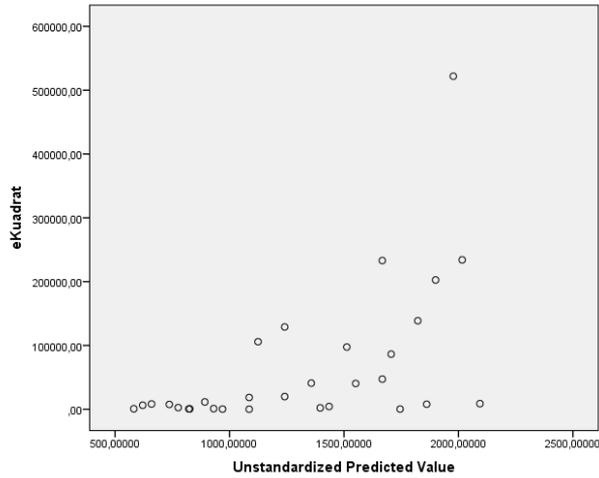
**Tabel 4.2** Konsumsi dan Pendapatan Masyarakat

Rumah Tangga	Pendapatan (ribu /bulan)	Konsumsi (ribu/bulan)
1	800	555
2	1000	650
3	850	700
4	1110	800
5	1200	785

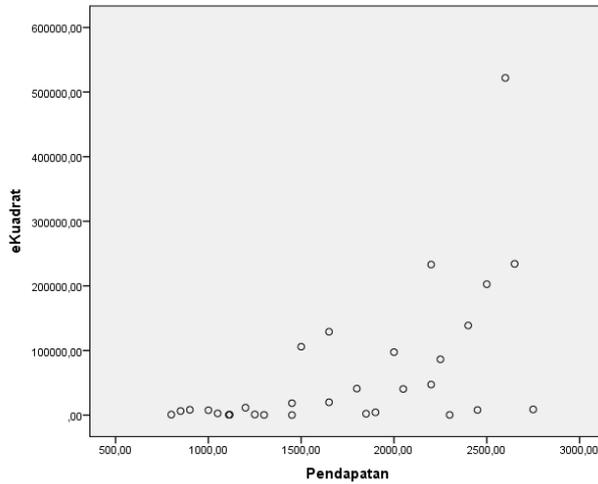
Rumah Tangga	Pendapatan (ribu /bulan)	Konsumsi (ribu/bulan)
6	1115	850
7	1300	987
8	1450	950
9	1250	900
10	900	750
11	1050	725
12	1650	1100
13	1500	1450
14	1650	1600
15	1450	1080
16	1800	1155
17	2250	2000
18	2000	1200
19	2400	1450
20	1850	1350
21	2200	2150
22	2200	1450
23	2450	1950
24	2600	1255
25	1900	1500
26	2050	1350
27	2650	2500
28	2750	2000
29	2300	1760
30	2500	2350



**Gambar 4.7** Diagram Pencar Antara X dengan Y



**Gambar 4.8** Diagram pencar antara  $e^2$  dengan variabel  $\hat{Y}$



**Gambar 4.9** Diagram pencar antara  $e^2$  dengan variabel  $X$

Dari Gambar 4.7, 4.8 serta 4.9 terlihat bahwa terdapat kasus heteroskedastisitas

## 2.2 Metode Formal

Pada metode formal, pendeteksian dilakukan dengan menggunakan pengujian secara statistika. Beberapa statistik uji yang digunakan antara lain:

### a. Uji Korelasi Rank Spearman

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Meregresikan  $Y$  pada  $X$ ,  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$

Dari hasil pendugaan dengan menggunakan metode OLS, diperoleh error ( $e_i$ )

2. Tanpa memperhatikan tanda dari  $e_i$  (diambil  $|e_i|$ ) berikan rank dari pasangan variabel  $e_i$  dengan  $x_i$ , selanjutnya hitung besarnya koefisien korelasi rank Spearman antara kedua variabel tersebut dengan menggunakan persamaan

$$r_s = 1 - 6 \left[ \frac{\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \right]$$

dengan  $d_i$  = selisih rank pasangan variabel  $e_i$  dengan  $x_i$  individu ke- $i$ .

$n$  = banyaknya individu yang diamati

3. Gunakan statistik uji  $t$  dengan rumusan sebagai berikut :

$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \sim t \text{ dengan derajat bebas } n-2.$$

### Contoh 4.3

Perhatikan data pasangan  $X$  dan  $Y$  pada Tabel 6.3. Ujilah dengan uji Korelasi Rank-Spearman apakah terjadi heteroskedastisitas

**Tabel 4.3 Pasangan Data X dan Y untuk uji Korelasi Rank-Spearman**

Y	X	e	$\hat{Y}$	$|e|$	$rank(|e|)$	$rank(X)$	$d_i$	$d_i^2$
12.4	12.1	1.02717	11.3728	1.02717	9	4	5	25
14.4	21.4	-1.24114	15.6411	1.24114	10	9	1	1
14.6	18.7	0.19805	14.4019	0.19805	4	7	-3	9
16.0	21.7	0.22118	15.7788	0.22118	5	10	-5	25
11.3	12.5	-0.25641	11.5564	0.25641	6	5	1	1
10.0	10.4	-0.5926	10.5926	0.5926	7	2	5	25

16.2	20.8	0.83424	15.3658	0.83424	8	8	0	0
10.4	10.2	-0.1008	10.5008	0.1008	3	1	2	4
13.1	16.0	-0.06276	13.1628	0.06276	2	6	-4	16
11.3	12.0	-0.02693	11.3269	0.02693	1	3	-2	4
								110

$$r_s = 1 - 6 \left[ \frac{\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \right] = 1 - 6 \left[ \frac{110}{10(100 - 1)} \right] = 0,3333$$

$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} = \frac{0,3333(\sqrt{8})}{\sqrt{1-(0,333)^2}} = 0,9998$$

Nilai ini dibandingkan dengan nilai pada Tabel T dengan derajat bebas 8.

### b. Uji Glejser

Pada uji Glejser, pada tahap pertama meregresikan Y terhadap X dan diperoleh  $e_i$ . Selanjutnya pada tahap dua regresikan  $|e_i|$  terhadap X. Ada beberapa formula yang dianjurkan antara lain :

$$|e_i| = \beta_0 + \beta_1 X_i + V_i$$

Dari model diatas, maka tahapan dalam uji Glejser adalah:

1. Regresikan Y terhadap X, didapatkan  $\varepsilon$  (residual/error)
2. Regresikan  $|\varepsilon|$  (nilai absolut residual) terhadap X
3. Merumuskan Hipotesis Uji t

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, p$$

Tolak  $H_0$  jika Sig. <  $\alpha$  dimana  $\alpha = 0,05$

Jika Tolak  $H_0$ , maka terdapat heteroskedastisitas.

Dengan menggunakan Contoh 4.3, dilakukan uji Glejser dengan mengikuti tahapan-tahapan yang disebutkan sebelumnya. Danhasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Output Uji Glejser**

Coefficients <sup>a</sup>				
Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.

		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,190	2,091		-,091	,930
	x	,079	,159	,174	,499	,631

a. Dependent Variable: abs\_res

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai sig. dari X sebesar 0,631 yang dalam hal ini lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Sehingga, dapat diputuskan bahwa tidak ada heteroskedastisitas.

### 3. CARA MENGATASI HETEROSKEDASTISITAS

Secara garis besar terdapat beberapa cara untuk mengatasi bila dalam model terdapat kasus heteroskedastisitas, antara lain :

a. Transformasi variabel, baik variabel respon, variabel independen maupun keduanya.

Beberapa transformasi yang digunakan adalah : ln, log,  $\sqrt{\quad}$ , sinus, cosinus,  $\frac{1}{Y}$ ,  $\frac{1}{X}$ ,

Box-Cox dan lain-lain.<sup>12</sup>

b. Metode Kuadrat Terkecil Tertimbang (*Weigthed Least Square*)

Model umum regresi linear :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + e$$

Pada kondisi homoskedastisitas  $Var(Y) = Var(\varepsilon) = I\sigma^2$

Sedangkan pada kondisi heteroskedastisitas,  $Var(Y) = Var(\varepsilon) = I\sigma_i^2 = W$  dan  $W$  disebut matriks penimbang (pembobot/*weigthed*) yang berupa matriks diagonal.

Bila  $W$  diketahui kita dapat langsung menggunakan formula tersebut, tetapi pada umumnya  $W$  tidak diketahui sehingga dilakukan pendugaan terlebih dahulu.

Terdapat beberapa asumsi dalam pendugaan  $W$ , antara lain :

Asumsi 1

a) Varians error proporsional ke  $X^2$ .  $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 X_i^2$

Sehingga digunakan transformasi  $\frac{1}{X}$

Asumsi 2

<sup>12</sup> Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*.

b) Varians error proporsional ke  $X$ .  $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 X_i$

Sehingga digunakan transformasi  $\frac{1}{\sqrt{X}}$

**Contoh 6.5.**

Perhatikan pasangan data Konsumsi (C) sebagai variabel dependen dan Pendapatan (Y) sebagai variabel independen untuk 30 rumah tangga sebagai sampel yang disajikan pada Tabel 4.5.

- a. Lakukan pengujian apakah terdapat kasus heteroskedastisitas
- b. Jika terdapat kasus heteroskedastisitas, maka lakukan transformasi  $\frac{1}{Y}$

**Tabel 4.5 Konsumsi (C) dan Pendapatan (Y) 30 Rumah Tangga**

No	C	Y
1	10600	12000
2	10800	12000
3	11100	12000
4	11400	13000
5	11700	13000
6	12100	13000
7	12300	14000
8	12600	14000
9	13200	14000
10	13000	15000
11	13300	15000
12	13600	15000

**Jawaban:**

- a. Mendeteksi adanya heteroskedastisitas dengan Uji Glejser

**Tabel 4.6 Hasil Output Uji Glejser Contoh 6.5**

Coefficients <sup>a</sup>					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.444	645,355		
	Y	,018	,048	,120	,382

a. Dependent Variable: abs\_res1

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa nilai sig. dari X sebesar 0,631 yang dalam hal ini lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Sehingga, dapat diputuskan bahwa tidak ada heteroskedastisitas.

b. Cara mengatasi adanya heteroskedastisitas

Misalkan diasumsikan bahwa error proporsional terhadap  $Y^2$ , sehingga dibuat regresi baru

berdasarkan data transformasi  $\frac{1}{Y}$  seperti yang tersaji pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Konsumsi (C) dan Pendapatan setelah Ditransformasi**

No	C	Y	C/Y	1/Y
1	10600	12000	0.88333333	8.3333E-05
2	10800	12000	0.9	8.3333E-05
3	11100	12000	0.925	8.3333E-05
4	11400	13000	0.87692308	7.6923E-05
5	11700	13000	0.9	7.6923E-05
6	12100	13000	0.93076923	7.6923E-05
7	12300	14000	0.87857143	7.1429E-05
8	12600	14000	0.9	7.1429E-05
9	13200	14000	0.94285714	7.1429E-05
10	13000	15000	0.86666667	6.6667E-05
11	13300	15000	0.88666667	6.6667E-05
12	13600	15000	0.90666667	6.6667E-05

**Tabel 4.8 Regresi setelah Data Ditransformasi**

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,204 <sup>a</sup>	,041	-,054	,02400

a. Predictors: (Constant), SatuPerY

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,000	1	,000	,432	,526 <sup>b</sup>
	Residual	,006	10	,001		
	Total	,006	11			

a. Dependent Variable: CperY

b. Predictors: (Constant), SatuPerY

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients Beta		
1	(Constant)	,845	,083		10,133	,000
	SatuPerY	732,757	1114,345	,204	,658	,526

a. Dependent Variable: CperY

## B. RANGKUMAN

1. Homoskedastisitas berarti bahwa varians dari error bersifat konstan (tetap) atau disebut juga identik. Kebalikannya, bila ternyata diperoleh kondisi varians error (atau  $Y$ ) tidak identik, maka disebut terjadi kasus heteroskedastisitas.
2. Pada model regresi bila semua asumsi klasik dipenuhi, kecuali satu yaitu terjadi heteroskedastisitas, maka metode OLS masih tetap tak bias dan konsisten, tetapi tidak efisien (variens membesar).
3. Pada dasarnya terdapat dua metode untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas, yaitu : metode informal dan metode formal. Metode Informal : (a) Sifat Persoalan, (b) metode grafik. Metode formal : (a) Uji Korelasi rank Spearman, dan (b) Uji Glejser
4. Secara garis besar terdapat beberapa cara untuk mengatasi bila dalam model terdapat kasus heteroskedastisitas, antara lain :(a) Transformasi variabel, baik variabel respon, variabel independen maupun keduanya, (b) Metode Kuadrat Terkecil Tertimbang (*Weighed Least Square*).

## C. LATIHAN

I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Arti dari heteroskedastisitas adalah ...
  - a. Adanya korelasi yang tinggi antar variabel independent
  - b. Adanya korelasi antar pengamatan yang satu dengan yang lain
  - c. Adanya varians error yang tidak sama
  - d. Adanya varians error yang sama
2. Arti dari homoskedastisitas adalah ...

- a. Adanya korelasi yang tinggi antar variabel independent
  - b. Adanya korelasi antar pengamatan yang satu dengan yang lain
  - c. Adanya varians error yang tidak sama
  - d. Adanya varians error yang sama
3. Metode formal yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas adalah ...
    - a. Uji Korelasi Rank Spearman
    - b. Plot antara X dengan Y
    - c. Transformasi variabel
    - d. Plot antara error dengan Y
  4. Cara untuk mengatasi adanya heteroskedastisitas adalah ...
    - a. Uji Korelasi Rank Spearman
    - b. Plot antara X dengan Y
    - c. Transformasi variabel
    - d. Plot antara error dengan Y
  5. Jika terjadi heteroskedastisitas maka...
    - a. Cenderung Terima  $H_0$
    - b. Cenderung Tolak  $H_0$
    - c. Cenderung Varians mengecil
    - d. Cenderung Mean mengecil
  6. Urutan tahapan dalam uji glejser yang benar adalah ...
    - a. Regresikan nilai absolut residual terhadap X, menghitung nilai residual dari regresi X dengan Y, merumuskan hipotesis uji T dan mengambil keputusan
    - b. Menghitung nilai residual dari regresi X dengan Y, regresikan nilai absolut residual terhadap X, merumuskan hipotesis uji T dan mengambil keputusan
    - c. Merumuskan hipotesis uji T dan mengambil keputusan, menghitung nilai residual dari regresi X dengan Y dan regresikan nilai absolut residual terhadap X
    - d. Menghitung nilai residual dari regresi X dengan Y, merumuskan hipotesis uji T, mengambil keputusan dan regresikan nilai absolut residual terhadap X
  7. Secara umum, metode informal adalah metode yang menggunakan ...
    - a. Visualisasi
    - b. Pengujian Hipotesis

- c. Nilai Statistika Deskriptif dengan ukuran Pemusatan Data
  - d. Nilai Statistika Deskriptif dengan ukuran Penyebaran Data
8. Berikut adalah Metode Informal dalam mendeteksi heteroskedastistas, kecuali...
- a. Plot  $X$  dengan  $Y$
  - b. Plot  $e^2$  dengan  $\hat{Y}$
  - c. Plot  $e^2$  dengan  $Y$
  - d. Plot  $e^2$  dengan  $X$
9. Metode Formal adalah metode yang menggunakan ...
- a. Visualisasi
  - b. Pengujian Hipotesis
  - c. Nilai Statistika Deskriptif dengan ukuran Pemusatan Data
  - d. Nilai Statistika Deskriptif dengan ukuran Penyebaran Data
10. Homoskedastisitas adalah kebalikan dari kondisi heteroskedastisitas dimana error ...
- a. Independen
  - b. Varians Mengecil
  - c. Varians Konstan
  - d. Varians Membesar

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Jelaskan apa yang dimaksud homoskedastisitas, serta berikan ilustrasi?
2. Mengapa di dalam regresi tidak diperkenankan terjadi heteroskedastisitas?
3. Jelaskan tahapan-tahapan Uji Korelasi Rank Spearman?
4. Jelaskan tahapan-tahapan Uji Glejser?
5. Jelaskan kenapa transformasi dapat digunakan untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas?

III. Tugas

1. Berikut ini pasangan data 35 perusahaan diamati : inventori (I), hasil penjualan (S), serta tingkat pinjaman (P).

I	S	P
10	100	17
10	101	17

<b>I</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
10	101	17
11	103	16
11	105	16
11	106	16
12	108	15
12	109	15
12	111	14
12	111	14
12	112	14
13	113	14
13	114	13
13	114	13
14	116	12
14	117	12
14	118	12
15	120	11
15	122	11
15	123	11
15	125	11
16	128	10
16	128	10
16	131	10
17	133	10
17	134	9
17	135	9
17	136	9
17	139	8
18	143	8
18	147	8
19	151	8
19	167	8
19	163	7
20	171	7

Pertanyaan :

- a) Lakukan pengujian apakah terdapat kasus heteroskedastisitas
- b) Jika terdapat kasus heteroskedastisitas, maka asumsikan bahwa varians error proporsional terhadap  $S^2$ .

#### **D. RUJUKAN**

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

Setiawan, Dwi Endah Kusri. *Ekonometrika. Andi*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Editio. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.

## BAB V

### AUTOKORELASI

#### A. PENYAJIAN MATERI

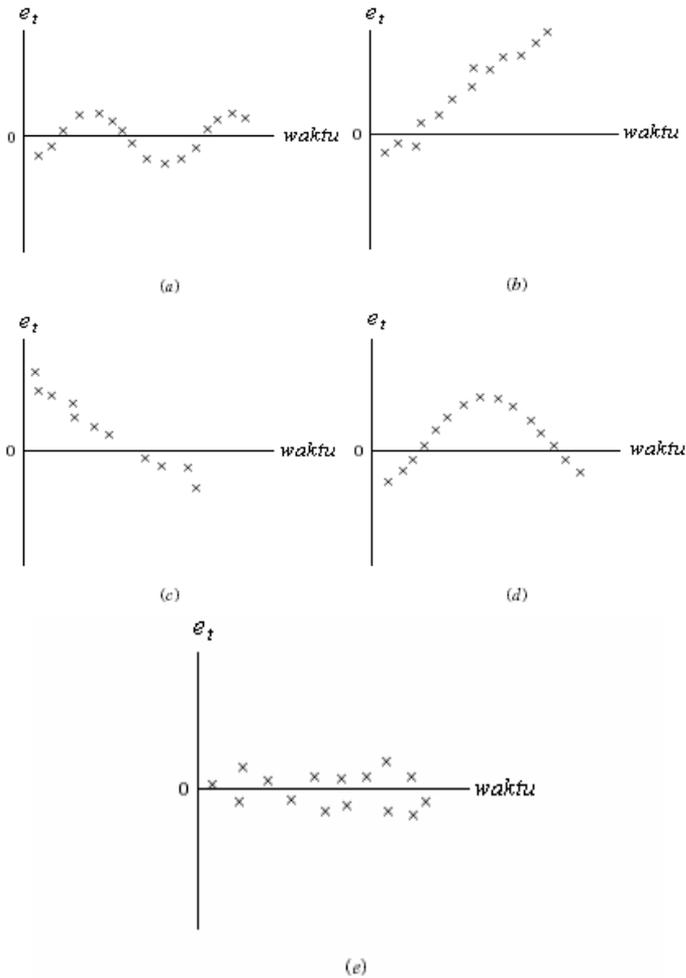
Pelanggaran asumsi lain yang sering terjadi pada model ekonometrika adalah adanya autokorelasi.

Autokorelasi dalam konsep regresi linear berarti komponen error berkorelasi berdasarkan urutan waktu (pada data time series) atau urutan ruang (pada data cross-sectional), atau korelasi pada dirinya sendiri. Didalam model regresi linear klasik mengasumsikan bahwa tidak terjadi autokorelasi, artinya kovarians antara  $\varepsilon_i$  dengan  $\varepsilon_j$  sama dengan nol. Artinya, error  $\varepsilon_i$  yang berkaitan dengan data pengamatan ke- $i$  tidak dipengaruhi oleh  $\varepsilon_j$  yang berhubungan dengan data pengamatan ke- $j$ . Dengan kata lain, pada regresi klasik disyaratkan bahwa antara pengamatan yang satu ( $y_i$ ) dengan pengamatan yang lain ( $y_j$ ) saling bebas (independen).

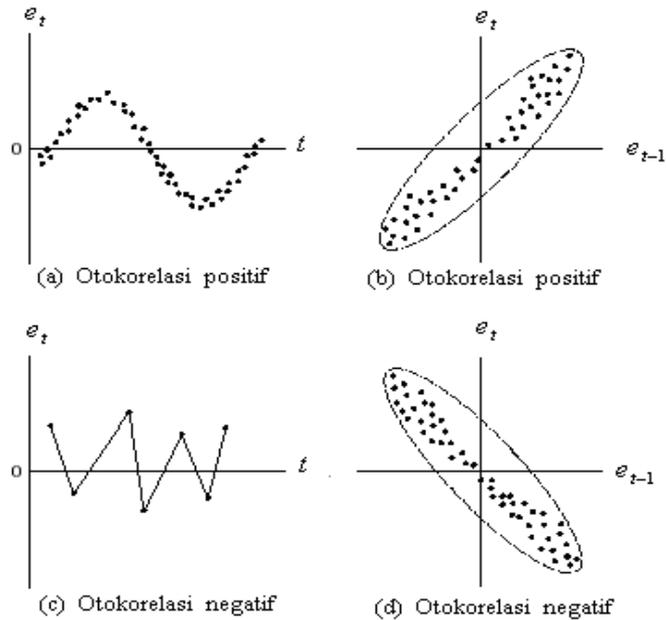
Bila terjadi keterkaitan antara pengamatan yang satu dengan yang lain, atau dengan kata lain terjadi ketergantungan antara error ke- $i$  dengan error ke- $j$ , maka dikatakan terjadi autokorelasi atau disebut juga korelasi serial.

Pada model ekonometrika, kasus autokorelasi sering terjadi, karena pada umumnya model ekonometrika menggunakan data time series dimana antara pengamatan ke- $t$  ( $y_t$ ) dengan pengamatan sebelumnya ( $y_{t-1}$ ) terdapat ketergantungan. Secara grafik (visual) tentang adanya ketergantungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1. Gambar 5.1 (a) sampai (d) menunjukkan bahwa ada pola antara error dengan waktu ( $t$ ). Pada Gambar 5.1 (a) ada pola siklik, pada Gambar 5.1 (b) ada trend linear menaik, pada Gambar 5.1 (c) ada trend linear menurun, sedangkan pada Gambar 5.1 (d) terdapat pola kuadratik. Hal sebaliknya terjadi pada Gambar 5.1 (e) yang menunjukkan bahwa tidak adanya pola yang sistematis. Sehingga dari Gambar 5.1 dapatlah disimpulkan bahwa

Gambar 5.1 (a) sampai (d) terjadi kasus autokorelasi, sedangkan pada Gambar 5.1 (e) tidak terjadi autokorelasi.



**Gambar 5.1 Pola Autokorelasi antara  $e_t$  dengan waktu (t)**



**Gambar 5.2 Pola Autokorelasi antara  $e_t$  dengan  $e_{t-1}$**

Beberapa penyebab terjadinya autokorelasi:

(1) Inersia

Pada model ekonometrika sering menggunakan data time series. Sifat yang menonjol dari data time series adalah adanya kelembaman (inersia). Misalnya GNP, indeks harga, produksi, angkatan kerja, pengangguran, selalu menunjukkan siklus. Dengan kata lain, pada umumnya model yang menggunakan data time series (data dengan observasi yang berurutan) saling tergantung (*interdependent*).

(2) Terjadinya bias dalam spesifikasi, akibat adanya beberapa variabel penting tidak tercakup dalam model.

**Contoh 5.1**

Misalkan fenomena fungsi produksi padi, dengan input adalah:

$X_1$  = luas lahan

$X_2$  = Penggunaan pupuk

$X_3$  = Penggunaan bibit

$X_4$  = Penggunaan pestisida

$X_5$  = Penggunaan tenaga kerja

Sehingga model yang benar adalah :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + \beta_5 X_{5t} + \varepsilon_t$$

Kemudian karena sesuatu hal, input tenaga kerja tidak dapat diperoleh sehingga model dibentuk tanpa melibatkan  $X_5$ .

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \beta_4 X_{4t} + v_t$$

Dengan demikian maka

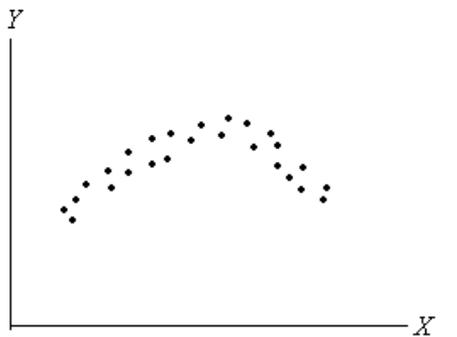
$$v_t = \beta_5 X_{5t} + \varepsilon_t$$

kalau penggunaan tenaga kerja ( $X_5$ ) mempengaruhi produksi padi, maka akan membuat  $v_t$  mempunyai pola sistematis yang mengakibatkan terjadinya kasus autokorelasi.

- (3) Terjadinya bias dalam spesifikasi akibat bentuk fungsi yang digunakan tidak tepat.

### Contoh 5.2

Misalkan dalam fungsi produksi diperoleh diagram pencar sebagai berikut :



**Gambar 5.3** Diagram Pencar antara Input (X) dengan Output (Y)

Sehingga model yang benar adalah kuadrat

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_{11} X_i^2 + \varepsilon_i$$

tetapi pada kenyataannya model yang digunakan linear

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + v_i$$

sehingga

$$v_i = \beta_{11}X_i^2 + \varepsilon_i$$

kalau model yang benar adalah kuadratik, maka akan membuat  $V_i$  mempunyai pola sistematis yang mengakibatkan terjadinya kasus autokorelasi.

(4) Fenomena sarang laba-laba

**Contoh 5.3**

Salah satu kelemahan produksi sektor pertanian adalah masa tunggu mulai dari tanam sampai mendapatkan hasil (*gestation period*) yang lama. Sehingga keputusan petani menanam cabe (lombok) dan memanen sekarang bukan berdasarkan harga ( $P_t$ ) sekarang tetapi harga pada saat tanam ( $P_{t-1}$ ). Sehingga pada umumnya penawaran (supply) barang-barang produksi sektor pertanian dipengaruhi oleh harga barang tersebut di masa sebelumnya, dengan model sebagai berikut:

$$Q_t^s = \beta_0 + \beta_1 P_{t-1} + \varepsilon_t$$

Fenomena inilah yang disebut fenomena sarang laba-laba, yang membuat komponen error ( $\varepsilon_t$ ) menjadi tidak random.

(5) Adanya model autoregresif

Secara umum model otoregresif adalah model dengan munculnya lag dari variabel respon ( $Y_{t-1}$ ) sebagai variabel independen.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_p X_{pt} + \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Misalnya pada fungsi konsumsi ( $C_t$ ) selain dipengaruhi oleh pendapatan ( $Y_t$ ) dan kekayaan ( $W_t$ ) juga pola konsumsi di masa lalu ( $C_{t-1}$ ) turut berpengaruh. Umumnya konsumen tidak mengubah kebiasaan berkonsumsi terlalu sering, karena faktor-faktor psikologis, teknologi, atau institusional. Dengan demikian fungsi konsumsi menjadi :

$$C_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 W_t + \beta_3 C_{t-1} + \varepsilon_t$$

Bila model yang digunakan tanpa melibatkan  $C_{t-1}$ , maka  $v_t = \beta_3 C_{t-1} + \varepsilon_t$  yang berakibat  $v_t$  mempunyai pola sistematis yang mengakibatkan terjadinya kasus autokorelasi. Model otoregresif secara lengkap akan dibahas pada Bab tersendiri

(6) Manipulasi data

Misalnya data time series dicatat dalam triwulanan, kemudian dibuat menjadi data per bulan dengan cara interpolasi maupun ekstrapolasi. Fenomena inilah yang dimaksud dengan manipulasi data, dan akan berakibat pola residual menjadi sistematis yang menyebabkan terjadinya autokorelasi.

(7) Transformasi data

Misalkan terdapat model sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \tag{5.1}$$

Kemudian dibuat lag-1

$$Y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \varepsilon_{t-1} \tag{5.2}$$

Persamaan (7.1) dikurangi persamaan (5.2)

$$\Delta Y_t = \Delta \beta_1 X_t + v_t \tag{5.3}$$

dengan

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}, \Delta X_t = X_t - X_{t-1}, \text{ serta } v_t = \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$$

Bila pada persamaan (5.1) tidak terjadi autokorelasi, maka pada persamaan (5.3) terdapat autokorelasi. Model (5.3) akan dibahas secara tersendiri pada bab tentang model dinamis.

### 1. KONSEKUENSI TERJADI AUTOKORELASI

Sama dengan terjadinya heteroskedastisitas, bila pada model regresi semua asumsi klasik dipenuhi, kecuali satu yaitu terjadi autokorelasi, maka penduga OLS masih tetap tak bias dan konsisten, tetapi tidak efisien (varians membesar). Dampak dari membesarnya varians adalah pengujian parameter regresi dengan statistik uji t menjadi tidak valid:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{s(\hat{\beta}_j)}$  akan mengecil bila  $s(\hat{\beta}_j)$  membesar, sehingga cenderung untuk

Terima  $H_0$  (tidak signifikan).

## 2. CARA MENDETEKSI AUTOKORELASI

### 2.1 Metode Grafik

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi pada model regresi klasik adalah tidak adanya autokorelasi yang berkenaan dengan  $\varepsilon_t$ , yang secara real tidak diperoleh datanya secara langsung. Oleh karena itu digunakan nilai variabel sisaan (residual)  $e_t$  yang merupakan dugaan (atau proksi) dari  $\varepsilon_t$ . Grafik yang berupa diagram pencar dapat merupakan hubungan antara sisaan dengan waktu atau antara sisaan waktu ke- $t$  ( $e_t$ ) dengan sisaan waktu sebelumnya ( $e_{t-1}$ ).

### 2.2 Pengujian Hipotesis Secara Statistika

#### a. Uji Tanda

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

#### b. Uji Durbin-watson<sup>13</sup>

Untuk menguji adanya autokorelasi pada lag-1

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t$$

misalkan ada autokorelasi pada lag-1,  $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t-1}) \neq 0$

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + V_t \quad ; \quad -1 < \rho < 1$$

dengan  $\rho$  = koefisien otokorelasi atau otokovarians

---

<sup>13</sup> Ghozali, *Ekonometrika*.

Hipotesis:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Statistik  $d$  Durbin-Watson diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2}$$

Banyaknya pengamatan tinggal  $(n-1)$ , nilai  $d$  dibandingkan dengan nilai  $d_L$  dan  $d_U$  pada yang diperoleh dari Tabel Durbin-Watson yang bersesuaian. Untuk mendapatkan nilai  $d_L$  dan  $d_U$  harus diketahui terdahulu nilai  $\alpha$  (tingkat signifikansi),  $k$  (banyaknya variabel independen) dan  $n$  (banyaknya data). Pengambilan keputusan berdasarkan kriteria yang disajikan pada Tabel 5.1

**Tabel 5.1 Kriteria Pengambilan Keputusan di Uji Durbin Watson**

Hipotesis Nol ( $H_0$ )	Keputusan	Jika
Tidak ada Autokorelasi Positif	Tolak $H_0$	$0 < d_{hitung} < d_{L,\alpha}$
Tidak ada Autokorelasi Positif	Tidak ada keputusan	$d_{L,\alpha} < d_{hitung} < d_{U,\alpha}$
Tidak ada Autokorelasi Positif dan Negatif	Terima $H_0$	$d_{U,\alpha} < d_{hitung} < 4 - d_{U,\alpha}$
Tidak ada Autokorelasi Negatif	Tidak ada keputusan	$4 - d_{U,\alpha} < d_{hitung} < 4 - d_{L,\alpha}$
Tidak ada Autokorelasi Negatif	Tolak $H_0$	$4 - d_{L,\alpha} < d_{hitung} < 4$

### c. Uji Breusch-Godfrey (Uji BG)

Salah satu kelemahan pada uji D-W adalah hanya mengurai adanya autokorelasi pada lag-1, tidak melihat (menguji) adanya autokorelasi pada lag-2, pada lag-3 dan seterusnya. Memang secara logika koefisien autokorelasi pada lag-1 paling besar dibandingkan dengan koefisien korelasi pada lag-2, lag-3 dan seterusnya. Tetapi bila koefisien autokorelasi pada lag-1 signifikan, perlu diuji juga koefisien

autokorelasi pada lag-2 dan juga pada lag yang lain. Untuk menguji fenomena tersebut digunakan Uji BG.<sup>14</sup>

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

Uji ini sering digunakan dalam analisis time series. Langkah pertama dalam uji ini adalah regresikan antara Y dengan X sehingga diperoleh residual. Dari residual yang diperoleh dapat dicari koefisien ACF (dalam SPSS, outputnya berupa gambar/grafik). Dari Gambar ACF tersebut dapat dilihat pada lag berapa terdapat koefisien ACF yang keluar dari batas-batas signifikansi. Uji ini lebih lengkap dari pada uji DW karena dapat melihat pada lag berapa saja terjadi autokorelasi<sup>15</sup>

**3. CARA MENGATASI AUTOKORELASI**

Salah satu cara mengatasi masalah adanya autokorelasi adalah dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang umum (*Generalized Least Squares, GLS*). Misalkan suatu model regresi linear sederhana sebagai berikut :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \tag{5.4}$$

Dalam praktek biasanya ada anggapan atau asumsi bahwa error mengikuti autoregresi order-pertama, sebagai berikut :

$$\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + v_t \text{ dengan } -1 < \rho < 1 \tag{5.5}$$

dimana  $v_t = \varepsilon_t - \rho \varepsilon_{t-1}$  sudah memenuhi semua asumsi klasik.

**Pertama : Bila  $\rho$  diketahui**

Dari persamaan (5.4) dibuat lag-1 sehingga menjadi :

$$Y_{t-1} = \beta_0 + \beta_1 X_{t-1} + \varepsilon_{t-1} \tag{5.5}$$

Persamaan (5.5) dikalikan dengan  $\rho$

$$\rho Y_{t-1} = \rho \beta_0 + \rho \beta_1 X_{t-1} + \rho \varepsilon_{t-1} \tag{5.6}$$

<sup>14</sup> Setiawan, *Ekonometrika*.

<sup>15</sup> Setiawan.

Selanjutnya persamaan (5.5) dikurangi dengan persamaan (5.6)

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = \beta_0(1 - \rho) + \beta_1(X_t - \rho X_{t-1}) + \varepsilon_t - \rho \varepsilon_{t-1} \quad (5.7)$$

$$Y_t^* = \beta_0^* + \beta_1 X_t^* + v_t \quad (5.8)$$

dengan  $Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$  ;  $X_t^* = X_t - \rho X_{t-1}$ ;  $\beta_0^* = \beta_0(1 - \rho)$ .

Pada keadaan ini kita akan kehilangan pengamatan pertama, sehingga agar tidak hilang digunakan formula:

$$Y_1^* = Y_1 \sqrt{1 - \rho^2} \quad \text{serta} \quad X_1^* = X_1 \sqrt{1 - \rho^2} \quad (5.9)$$

Persamaan (5.9) disebut *Generalized Difference Equation*.

## Kedua: Bila $\rho$ tidak diketahui

Walaupun mudah penggunaannya, tetapi *generalized difference regression* dalam praktiknya susah, sebab jarang diketahui nilainya. Maka dari itu, sebagai suatu alternatif diciptakan metode lainnya, yaitu sebagai berikut.

### i. Metode selisih / perbedaan pertama (*the first difference method*)

Oleh karena terletak antara 0 dan  $\pm 1$ , yaitu autokorelasi sempurna yang positif atau negatif, kita dapat memulai dari dua posisi eksterm. Posisi eksterm pertama, kita dapat menganggap bahwa  $\rho = 0$ , yaitu tidak ada korelasi serial dan posisi eksterm lainnya  $\rho = \pm 1$  yaitu terjadi autokorelasi sempurna positif atau negatif. Sebagai kenyataan, ketika suatu regresi dibuat, kita umumnya menganggap bahwa tidak ada autokorelasi, kemudian menggunakan uji Durbin-Watson tu lainnya untuk menguji apakah asumsi dapat diterima atau harus ditolak. Kalau misalnya  $\rho = 1$ , *generalized difference equation* (7.10) diubah menjadi *first difference equation*, sebagai berikut:

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta_1(X_t - X_{t-1}) + v_t$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 \Delta X_t + v_t$$

dan  $\Delta$  (delta) disebut operator perbedaan pertama.

### ii. $\rho$ didasarkan pada Statistik $d$ Durbin-Watson

$$\hat{\rho} \approx 1 - \frac{d}{2}$$

Untuk  $n$  kecil, Theil dan Nagar mengusulkan rumus sebagai berikut:

$$\hat{\rho} = \frac{n^2(1-d/2) + k^2}{n^2 - k^2}$$

dengan  $n$  = banyaknya observasi

$d$  = statistic  $d$  Durbin-Watson

$k$  = banyaknya parameter dalam model, termasuk intersep

(3)  $\rho$  diduga berdasarkan error

$$e_t = \rho e_{t-1} + v_t$$

$\rho$  diduga dengan meregresikan  $e_t$  terhadap  $e_{t-1}$  tanpa intersep, sehingga diperoleh  $\hat{\rho}$ .

## B. RANGKUMAN

1. Autokorelasi dalam konsep regresi linier berarti komponen error berkorelasi berdasarkan urutan waktu (pada data timeseries) atau urutan ruang (pada data cross-sectional), atau korelasi pada dirinya sendiri
2. Beberapa penyebab terjadinya autokorelasi : (1) inersia, (2) terjadinya bias dalam spesifikasi, akibat adanya beberapa variabel penting tidak tercakup dalam model, (3) terjadinya bias dalam spesifikasi akibat bentuk fungsi yang digunakan tidak tepat, (4) Fenomena sarang laba-laba, (5) Adanya model otoregresif, (6) Manipulasi data, serta (7) transformasi data.
3. Sama dengan terjadinya heteroskedastisitas, bila pada model regresi semua asumsi klasik dipenuhi, kecuali satu yaitu terjadi autokorelasi, maka penduga kuadrat terkecil masih tetap tak bias dan konsisten, tetapi tidak efisien (varians membesar)
4. Pada dasarnya terdapat dua metode untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas, yaitu : metode grafik dan pengujian secara statistika. Pengujian Hipotesis Secara Statistika : (i) Uji Tanda, (2) Uji Durbin-watson, (3) Uji Breusch-Godfrey (Uji BG), serta (4) Uji Fungsi Autokorelasi (*Autocorrelation Function*, ACF).
5. Salah satu cara mengatasi masalah adanya autokorelasi adalah dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang umum (*Generalized Least Squares*, GLS).

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Arti dari autokorelasi adalah ...
  - a. Antara  $e_t$  dengan  $e_j$  berkorelasi
  - b. Antara  $e_t$  dengan  $X_t$  berkorelasi
  - c. Antara  $e_t$  dengan  $Y_t$  berkorelasi
  - d. Antara  $X_t$  dengan  $X_t$  berkorelasi
2. Pada model ekonometrika, kasus autokorelasi sering terjadi karena...
  - a. Variabel-variabel ekonomi saling terikat
  - b. Kesalahan penggunaan model
  - c. Pada umumnya model ekonometrika menggunakan data berkala sehingga pengamatan ke- $t$  dengan pengamatan sebelumnya mempunyai keterkaitan
  - d. Fenomena sarang laba-laba
3. Beberapa uji statistika yang dapat digunakan untuk mendeteksi autokorelasi adalah ...
  - a. Plot antara  $e_t$  dengan  $\hat{Y}_t$
  - b. Uji Durbin Watson
  - c. Metode GLS
  - d. Plot antara  $e_t$  dengan  $X_t$
4. Beberapa metode grafik yang dapat digunakan untuk mendeteksi autokorelasi adalah ...
  - a. Plot antara  $e_t$  dengan  $\hat{Y}_t$
  - b. Uji Durbin Watson
  - c. Metode GLS
  - d. Plot antara  $e_t$  dengan  $X_t$
5. Beberapa uji statistika yang dapat digunakan untuk mengatasi autokorelasi adalah ...
  - a. Plot antara  $e_t$  dengan  $\hat{Y}_t$
  - b. Uji Durbin Watson
  - c. Metode GLS
  - d. Plot antara  $e_t$  dengan  $X_t$

6. Metode untuk memperkirakan  $\rho$  pada regresi beda adalah sebagai berikut, kecuali ...
- Metode Beda Pertama
  - Dari statistik  $d$  Durbin Watson
  - Diperkirakan berdasarkan error
  - WLS
7. Kondisi kebalikan dari autokorelasi adalah ...
- Identik
  - Independen
  - Homoskedastisitas
  - Korelasi Ganda
8. Nilai yang harus diketahui untuk mendapatkan nilai  $d_L$  dan  $d_U$  pada Tabel Durbin Watson adalah berikut, kecuali ...
- $\alpha$  (tingkat signifikansi)
  - $k$  (banyaknya variabel independen)
  - $n$  (banyaknya data)
  - error (residual hasil regresi)
9. Uji tanda merupakan salah satu teknik statistika ...
- Parametrik
  - Nonparameterik
  - Semiparametrik
  - Hybrid* Parametrik
10. Perhitungan nilai  $d$  Durbin Watson didapatkan dari ...
- Variabel Error
  - Variabel Independen
  - Variabel Dependen
  - Variabel Moderator

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

- Apa yang dimaksud dengan autokorelasi, serta jelaskan kenapa kasus autokorelasi sering terjadi pada model ekonometrika?

2. Jelaskan apa dampak dari terjadinya autokorelasi pada pengujian serentak dan individu?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fenomena sarang laba-laba?
4. Bagaimana konsep pengujian fungsi autokorelasi untuk mendeteksi autokorelasi?
5. Jelaskan bagaimana metode GLS mampu mengatasi kasus autokorelasi?

### III. Tugas

1. Perhatikan pasangan data pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Konsumsi (C) , GNP (G), Indeks Produksi Industri (I), Nilai Tukar Pound sterling (L), Jumlah Rumah tangga (H), Harga Aluminium (A)**

<i>Tahun</i>	<i>C</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>L</i>	<i>H</i>	<i>A</i>
1951	21.89	330.2	45.1	220.4	1491	19
1952	22.29	347.2	50.9	259.5	1504	19.41
1953	19.63	366.1	53.3	256.3	1438	20.93
1954	22.85	366.3	53.6	249.3	1551	21.78
1955	33.77	399.3	54.6	352.3	1646	23.68
1956	39.18	420.7	61.1	329.1	1349	26.01
1957	30.58	442	61.9	219.6	1224	27.52
1958	26.3	447	57.9	234.8	1382	26.89
1959	30.7	483	64.8	237.4	1553.7	26.85
1960	32.1	506	66.2	245.8	1296.1	27.23
1961	30	523.3	66.7	229.2	1365	25.46
1962	30.8	563.8	72.2	233.9	1492.5	23.88
1963	30.8	594.7	76.5	234.2	1634.9	22.62
1964	32.6	635.7	81.7	347	1561	23.72
1965	35.4	688.1	89.8	468.1	1509.7	24.5
1966	36.6	753	97.8	555	1195.8	24.5
1967	38.6	796.3	100	418	1321.9	24.98
1968	42.2	868.5	106.3	525.2	1545.4	25.58
1969	47.9	935.5	111.1	620.7	1499.5	27.18
1970	58.2	982.4	107.8	588.6	1469	28.72
1971	52	1063.4	109.6	444.4	2084.5	29
1972	51.2	1171.1	119.7	427.8	2378.5	26.67
1973	59.5	1306.6	129.8	727.1	2057.5	25.33
1974	77.3	1412.9	129.3	877.6	1352.5	34.06
1975	64.2	1528.8	117.8	556.6	1171.4	39.79
1976	69.6	1700.1	129.8	780.6	1547.6	44.49
1977	66.8	1887.2	137.1	750.7	1989.8	51.23
1978	66.5	2127.6	145.2	709.8	2023.3	54.42
1979	98.3	2628.8	152.5	935.7	1749.2	61.01
1980	101.4	2633.1	147.1	940.9	1298.5	70.87

- a. Berdasarkan data tersebut buatlah model regresi:

$$\ln C_t = \beta_0 + \beta_1 \ln G_t + \beta_2 \ln I_t + \beta_3 \ln L_t + \beta_4 \ln H_t + \beta_5 \ln A_t + \varepsilon_t$$

Interpertasikan model yang saudara dapatkan.

- b. Selidiki apakah terjadi kasus otokorelasi
- c. Bila terjadi otokorelasi lakukan penyelesaian

#### **D. RUJUKAN**

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

Setiawan, Dwi Endah Kusriani. *Ekonometrika. Andi*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Edition. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.



## BAB VI NORMALITAS

### A. PENYAJIAN MATERI

Model regresi linier normal klasik mengasumsikan bahwa setiap  $e_i$  terdistribusi secara normal dengan mean = 0 dan varians =  $\sigma^2$  ( $e_i \sim 0, \sigma^2$ ) di mana simbol  $\sim$  berarti distribusi, yang dalam hal ini adalah distribusi normal.

#### 1. KONSEKUENSI JIKA TIDAK NORMAL

1. Seperti yang dikatakan sebelumnya,  $e_i$  mewakili pengaruh gabungan (pada variabel dependen) dari sejumlah besar variabel independen yang tidak secara eksplisit diperkenalkan dalam model regresi. Perlu dicatat, penulis berharap bahwa pengaruh variabel yang dihilangkan atau diabaikan ini kecil dan acak. Sekarang dengan *Central Limit Theorem* (CLT), dapat ditunjukkan bahwa jika ada sejumlah besar variabel acak independen dan terdistribusi identik, dengan beberapa pengecualian, distribusi variabel acak mereka jumlah cenderung ke distribusi normal karena jumlah variabel tersebut meningkat tanpa batas.<sup>16</sup> Ini membuktikan bahwa CLT yang memberikan pembenaran teoretis untuk asumsi normalitas  $e_i$ .
2. Dengan asumsi normalitas, distribusi probabilitas penduga OLS dapat dengan mudah diturunkan karena salah satu sifat dari distribusi normal adalah bahwa setiap fungsi linier dari variabel terdistribusi normal itu sendiri terdistribusi normal. Estimator OLS koefisien  $\beta_i$  adalah fungsi linier dari  $e_i$ . Oleh karena itu, jika  $e_i$  terdistribusi normal, demikian pula  $\beta_i$ , yang membuat pengujian hipotesis menjadi lebih mudah. Jika terjadi pelanggaran asumsi normalitas, maka tidak bisa dilakukan pengujian hipotesis.

#### 2. CARA MENDETEKSI NORMALITAS

---

<sup>16</sup> SM Ross, *Introduction to probability and statistics for engineers and scientists*, 6th Editio (San Diego: Academic Press, 2020).

Meskipun beberapa uji normalitas dibahas dalam literatur, penulis hanya akan mempertimbangkan dua cara: (1) Uji Kolmogorov-Smirnov; dan (2) *Plot Probability Normal* (NPP).

#### a. Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji Statistik yang dapat digunakan untuk menguji normalitas residual adalah uji statistik nonparametrik Kolmogorov-Smirnov (KS). Uji KS dilakukan dengan hipotesis:

$H_0$ : Residual berdistribusi normal

$H_1$ : Residual tidak berdistribusi normal

dengan  $\alpha = 0,05$  atau  $0,10$ , Tolak  $H_0$  jika  $\text{Sig.} < \alpha$ . Nilai Sig. bisa didapatkan dengan menggunakan SPSS.<sup>17</sup>

**Tabel 6.1 Uji Kolmogorov-Smirnov dari Residual**

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		474
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0000000
	Std. Deviation	7607,67582400
Most Extreme Differences	Absolute	,122
	Positive	,122
	Negative	-,091
Test Statistic		,122
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

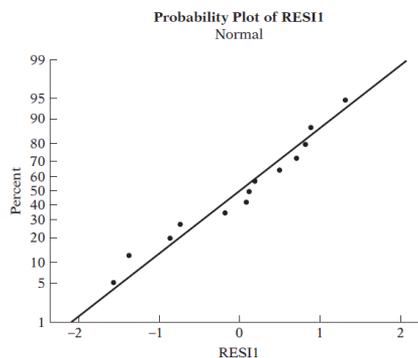
c. Lilliefors Significance Correction.

Besarnya nilai Kolmogorov Smirnov adalah 1,22 dan signifikan pada 0,000. Hal ini berarti  $H_0$  ditolak yang berarti residual tidak berdistribusi normal.

<sup>17</sup> Ghozali, *Ekonometrika*.

## b. Normal Probability Plot (NPP)

Visualisasi yang relatif sederhana untuk mempelajari *Probability Density Function* (PDF) dari variabel acak adalah *Normal Probability Plot* (NPP), yang menggunakan probabilitas normal. Pada sumbu horizontal, atau X, berisi nilai variabel yang diinginkan (misalnya, residual), dan pada sumbu vertikal, atau Y, berisi nilai estimasi (*expected value*) dari variabel ini jika terdistribusi normal. Oleh karena itu, jika variabel tersebut ternyata berasal dari populasi normal, maka NPP akan mendekati garis lurus. Contoh NPP dari residual yang berasal dari analisis regresi antara Upah sebagai X dengan Pendidikan sebagai Y kami tunjukkan pada Gambar 6.1. Seperti disebutkan sebelumnya, jika garis yang dipasang di NPP mendekati garis lurus, dapat disimpulkan bahwa variabel residual terdistribusi normal.<sup>18</sup>



**Gambar 6.1 NPP residual dari regresi linear antara Upah dengan Pendidikan**

## 3. CARA MENGATASI JIKA TIDAK NORMAL

Untuk mengatasi data yang tidak berdistribusi normal terdapat beberapa cara, namun yang penulis bahas adalah dengan deteksi dan menghilangkan outlier.

### Deteksi dan Menghilangkan Outlier

Outliers adalah data yang memiliki nilai sangat jauh dari nilai umumnya, atau dengan kata lain memiliki nilai yang ekstrem. Adanya outliers ini dapat berpengaruh pada hasil uji asumsi, seperti uji normalitas, linearitas, maupun homogenitas varians. Lebih

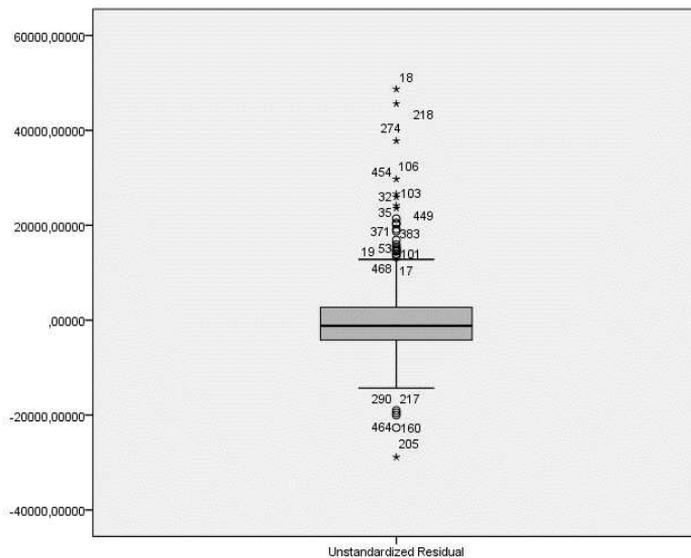
---

<sup>18</sup> Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*.

parah lagi, outliers ini dapat berpengaruh pada pengambilan kesimpulan penelitian dari hasil uji statistik. Ada beberapa faktor yang menyebabkan munculnya data outliers, diantaranya adalah Kesalahan penginputan data, kesalahan pengambilan sampel, subjek penelitian yang mengerjakan secara asal-asalan dan Fakta di lapangan memang demikian

Jika alasan munculnya outliers adalah karena kesalahan penginputan, maka bisa dikoreksi. Namun jika munculnya outliers adalah karena kesalahan pengambilan sampel atau subjek yang mengerjakan secara asal-asalan, maka lebih baik dibersihkan terlebih dahulu data tersebut sebelum dilakukan analisis statistik.

Ada beberapa cara dalam mendeteksi outlier, salah satunya dengan menggunakan box-plot. Gambar 6.2 merupakan contoh box-plot.



**Gambar 6.2 Contoh Box-Plot**

Gambar 6.2 mengindikasikan data-data mana saja yang terindikasi merupakan data ekstrem atau outliers. Jika data berada di atas kotak, menunjukkan data ekstrem tinggi, sedangkan jika berada di bawah kotak menunjukkan data ekstrem rendah. Semakin jauh dari kotak, semakin ekstrem data tersebut. Dari Gambar 6.2 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa data yang berada di ekstrem atas, seperti data ke-18, 218, 274, 106 dst. Dan terdapat data yang berada di ekstrem bawah, seperti data ke-205.

Untuk menghilangkan data outlier bisa dilakukan dengan menghilangkan data yang posisinya paling akhir secara berurutan sampai posisi data yang paling awal. Misal, terdapat data outlier yaitu data ke- ke-18, 218, 274, 106, dan 205. Maka, secara

berurutan data yang dihilangkan lebih dulu sampai yang terakhir adalah 274, 218, 205, 106 dan 18.

## B. RANGKUMAN

1. Model regresi linier normal klasik mengasumsikan bahwa setiap  $e_i$  terdistribusi secara normal dengan mean = 0 dan varians =  $\sigma^2$  ( $e_i \sim 0, \sigma^2$ ).
2. Jika  $e_i$  terdistribusi normal, demikian pula  $\beta_i$ , yang membuat pengujian hipotesis menjadi lebih mudah. Jika terjadi pelanggaran asumsi normalitas, maka tidak bisa dilakukan pengujian hipotesis.
3. Beberapa uji normalitas ada dua cara: (1) Uji Kolmogorov-Smirnov; dan (2) *Plot Probability Normal* (NPP)
4. Untuk mengatasi data yang tidak berdistribusi normal terdapat beberapa cara, namun yang penulis bahas adalah dengan deteksi dan menghilangkan outlier.

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Arti dari normalitas pada bab ini adalah ...
  - a.  $e_i$  berdistribusi normal
  - b.  $e_i$  dalam kondisi normal
  - c.  $Y_i$  berdistribusi normal
  - d.  $Y_i$  dalam kondisi normal
2. Mean dan varians yang disyaratkan normalitas masing-masing bernilai ...
  - a. 1 dan 0
  - b. 1 dan 1
  - c. 0 dan 1
  - d. 0 dan 0
3. Beberapa uji statistika yang dapat digunakan untuk menguji normalitas adalah ...
  - a. Menghilangkan Outlier
  - b. Normal Probability Plot
  - c. Kolmogorov-Smirnov
  - d. Plot antara  $e_i$  dengan  $X_i$

4. Beberapa metode grafik yang dapat digunakan untuk menguji normalitas adalah ...
  - a. Menghilangkan Outlier
  - b. Normal Probability Plot
  - c. Kolmogorov-Smirnov
  - d. Plot antara  $e_t$  dengan  $X_t$
5. Beberapa uji statistika yang dapat digunakan untuk mengatasi pelanggaran normalitas adalah ...
  - a. Menghilangkan Outlier
  - b. Normal Probability Plot
  - c. Kolmogorov-Smirnov
  - d. Plot antara  $e_t$  dengan  $X_t$
6. Pada Normal Probability Plot, sumbu X dan Y berturut-turut merupakan nilai ...
  - a. Residual dan Estimasi Nilai Y
  - b. Estimasi Nilai Y dan Residual
  - c. Residual dan Estimasi Nilai X
  - d. Estimasi Nilai X dan Residual
7. Jika tidak terjadi kondisi normalitas, maka ...
  - a. Varians Membesar
  - b. Error saling berkorelasi
  - c. Tidak bisa dilakukan pengujian hipotesis
  - d. Antar X saling berkorelasi
8. Fungsi Box-Plot dalam bab ini adalah ...
  - a. Deteksi Error
  - b. Deteksi Outlier
  - c. Deteksi Kebaikan Model
  - d. Deteksi Galat
9. Uji Kolmogorov-Smirnov merupakan salah satu teknik statistika ...
  - a. Parametrik
  - b. Nonparameterik
  - c. Semiparametrik
  - d. *Hybrid* Parametrik

10. Kondisi dikatakan normal jika pada NPP ...

- Mendekati garis lurus yang horizontal
- Mendekati garis lurus yang vertikal
- Mendekati garis lurus yang diagonal
- Mendekati garis lurus yang saling tegak lurus

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

- Hasil regresi berikut didasarkan pada data bulanan selama periode Januari 1978 hingga Desember 1987.

$$\begin{array}{ll} \hat{Y}_t = 0.00681 & + 0.75815X_t \\ \text{se} = (0.02596) & (0.27009) \\ t = (0.26229) & (2.80700) \\ p \text{ value} = (0.7984) & (0.0186) \quad r^2 = 0.4406 \\ \hat{Y}_t = 0.76214X_t & \\ \text{se} = (0.265799) & \\ t = (2.95408) & \\ p \text{ value} = (0.0131) & \quad r^2 = 0.43684 \end{array}$$

dimana Y = tingkat pengembalian bulanan saham Texaco, dalam %, dan X = tingkat pengembalian pasar bulanan, dalam %.

- Apa perbedaan antara kedua model regresi?
- Mengingat hasil sebelumnya, apakah Anda akan mempertahankan *intercept* dalam model pertama? Apa alasannya?
- Bagaimana Anda menafsirkan koefisien dalam dua model?
- Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov untuk model pertama dalam soal ini adalah Sig. = 0,005 dan untuk model kedua adalah Sig. = 0,000. Kesimpulan apa yang dapat Anda tarik dari nilai statistik ini?
- Jika terjadi pelanggaran normalitas, apa yang akan Anda lakukan untuk mengatasinya?

III. Tugas

- Berikut adalah data Konsumsi (C), Pendapatan (Y) dan Kekayaan (W) yang dapat dilihat hubungannya dari model regresi berikut.

$$C = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 W + \varepsilon$$

**Tabel 6.2 Data Konsumsi (C), Pendapatan (Y) dan Kekayaan (W)**

No.	Konsumsi (C) Juta Rupiah /Tahun	Pendapatan (Y) Juta Rupiah /Tahun	Kekayaan (W) Juta Rupiah /Tahun
1	70	80	810
2	65	100	1009
3	90	120	1273
4	95	140	1452
5	110	160	1633
6	115	180	1876
7	120	200	2052
8	140	220	2201
9	155	240	2435
10	150	260	2686

- Selidiki apakah data error/residual sudah berdistribusi normal? Tunjukkan dan Jelaskan?
- Jika data residual tidak normal, carilah penyelesaiannya?

#### D. RUJUKAN

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

Ross, SM. *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists*. 6th Edition. San Diego: Academic Press, 2020.

#### E. BACAAN YANG DIANJURKAN

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Editio. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.

## BAB VII

### MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL DUMMY

#### A. PENYAJIAN MATERI

Model regresi dengan menggunakan variabel dummy sering dijumpai pada beberapa kasus ekonomi dimana model ini dipakai apabila variabel independennya mempunyai struktur data kualitatif (nominal atau ordinal)<sup>19</sup> misalnya untuk mengukur tingkat pendapatan pekerja di suatu kabupaten diduga dipengaruhi oleh jenis kelamin, dan pendidikan dimana untuk jenis kelamin dapat dikategorikan 0 untuk wanita dan 1 untuk pria, pendidikan 0 untuk kurang atau sama dengan SD, 1 untuk SMP, dan 2 untuk SMA dan 3 untuk lebih dari SMA. Variabel jenis kelamin dan pendidikan tersebut dapat dikatakan sebagai suatu variabel dummy.

#### 1. Metode Analisis untuk Variabel *Dummy*

Suatu model regresi, variabel independennya dapat berupa kombinasi antara variabel kualitatif dan kuantitatif namun dapat pula seluruhnya berupa variabel kuantitatif atau kualitatif.<sup>20</sup> Analisis untuk model regresi yang keseluruhan variabel independennya adalah kualitatif dapat menggunakan *Analysis of variance* (ANOVA).

Tabel 7.1 adalah data jumlah pengangguran dan PDRB di Indonesia pada Tahun 2005 pada tiga wilayah propinsi, dimana wilayahnya dibedakan atas dasar kedekatan dengan pusat pemerintahan yaitu Jakarta. Wilayah 1 adalah wilayah Indonesia Barat selain Jawa dan Bali, Wilayah 2 adalah propinsi-propinsi yang ada di Jawa dan Bali, sedangkan Wilayah 3 adalah propinsi-propinsi di Indonesia Timur dan Tengah selain Bali.

Seandainya kita ingin tahu apakah ada perbedaan rata-rata PDRB di ketiga wilayah tersebut, misalnya kita bentuk suatu model regresi dibawah ini:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_{2i} + \beta_3 D_{3i} + \varepsilon_i$$

dimana,

$Y_i$  = rata-rata PDRB pada wilayah ke- $i$

---

<sup>19</sup> Ghozali, *Ekonometrika*.

<sup>20</sup> Setiawan, *Ekonometrika*.

$D_{2i} = 1$ ; wilayah 1  
 $= 0$ ; wilayah lainnya

$D_{3i} = 1$ ; wilayah 2  
 $= 0$ ; wilayah lainnya

Rata-rata PDRB per wilayah dapat dirumuskan sebagai berikut:

Rata-rata PDRB untuk wilayah 1 adalah:

$$E(Y_i | D_{2i} = 1, D_{3i} = 0) = \beta_1 + \beta_2$$

Rata-rata PDRB untuk wilayah 2 adalah:

$$E(Y_i | D_{2i} = 0, D_{3i} = 1) = \beta_1 + \beta_3$$

Rata-rata PDRB untuk wilayah 3 adalah

$$E(Y_i | D_{2i} = 0, D_{3i} = 0) = \beta_1$$

Pengolahan data dengan SPSS di dapatkan hasil sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 30472757 + 30582230D_{2i} + 19900000D_{3i}$$

Se (25441836) (40671587) (44066553)

T (1,20) (0,75) (4,51)

P<sub>value</sub> (0,241) (0,459) (0,00)  $R^2 = 44,0\%$

Berdasarkan hasil tersebut diatas ternyata ada perbedaan yang cukup signifikan dari jumlah PDRB di wilayah 2 yaitu propinsi-propinsi di wilayah Jawa dan Bali dibandingkan dengan wilayah lain di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari nilai T hitung (4,51) dari parameter  $\beta_3$  yang cukup signifikan pada taraf  $\alpha = 0.05$  (P value = 0.00), namun tidak demikian halnya dengan wilayah lainnya karena hasil uji nilai koefisien  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  tidak signifikan artinya antara wilayah 1 dan 3 tidak ada perbedaan yang berarti dalam hal PDRB.

Rata-rata jumlah PDRB dapat dengan mudah dilihat pada nilai koefisien  $\beta$  dari masing-masing wilayah dimana untuk  $\beta_1$  adalah rata-rata PDRB di wilayah 3 sebesar 30.472.757 juta rupiah dan  $\beta_2$  adalah rata-rata PDRB di wilayah 1 sekitar  $30.472.757 + 30.582.230 = 61.054.987$  juta rupiah dan  $\beta_3$  adalah rata-rata PDRB di wilayah 2 yaitu sekitar  $30.472.757 + 199.000.000 = 229.472.757$  juta rupiah.

Namun demikian perlu juga dipertimbangkan variabel lain yang kemungkinan besar menimbulkan perbedaan pada jumlah PDRB suatu wilayah, misalnya variabel tingkat kemiskinan, jumlah pengangguran pertumbuhan ekonomi daerah, laju pertumbuhan penduduk dan seterusnya.

**Tabel 7.1 Jumlah Pengangguran, dan PDRB Per Propinsi di Indonesia (2005)**

Propinsi	Pengangguran	PDRB 2005	Wilayah 1 (D2)	Wilayah 2 (D3)
11. D.I. Aceh	220,241	56,951,611.99	1	0
12. Sumatera Utara	636,980	139,618,313.54	1	0
13. Sumatera Barat	225,860	44,674,569.24	1	0
14. Riau	355,568	139,018,996.15	1	0
15. Jambi	103,149	22,487,011.44	1	0
16. Sumatera Selatan	287,188	81,531,510.00	1	0
17. Bengkulu	49,509	10,134,450.54	1	0
18. Lampung	229,131	40,906,788.93	1	0
19. Kep. Bangka Belitung	39,340	14,171,629.64	1	0
31. DKI Jakarta	615,917	433,860,253.00	0	1
32. Jawa Barat	2,527,807	389,244,653.84	0	1
33. Jawa Tengah	1,446,404	234,435,323.31	0	1
34. DI Yogyakarta	93,507	25,337,603.43	0	1
35. Jawa Timur	1,629,882	403,392,350.76	0	1
36. Banten	549,995	84,622,803.32	0	1
51. Bali	81,748	33,946,467.53	0	1
52. Nusa Tenggara Barat	174,996	25,682,674.13	0	0
53. Nusa Tenggara Timur	117,821	14,810,472.10	0	0
61. Kalimantan Barat	171,724	33,869,468.05	0	0
62. Kalimantan Tengah	45,262	20,983,169.93	0	0
63. Kalimantan Selatan	99,547	31,794,068.90	0	0
64. Kalimantan Timur	111,180	180,289,090.07	0	0
71. Sulawesi Utara	143,752	18,763,479.10	0	0
72. Sulawesi Tengah	78,145	17,116,580.93	0	0
73. Sulawesi Selatan	516,622	51,780,442.52	0	0
74. Sulawesi Tenggara	79,081	12,981,046.47	0	0
75. Gorontalo	37,993	3,480,566.61	0	0
81. Maluku	58,631	4,570,664.05	0	0
82. Maluku Utara	34,496	2,583,101.46	0	0
92. Papua	92,778	7,913,776.80	0	0

## 2. Beberapa Hal yang Harus Diperhatikan dalam Pembuatan Variabel *Dummy*

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam membuat suatu variabel dummy yaitu:

1. Jumlah variabel dummy yang digunakan harus sebesar  $m - 1$  dimana  $m$  adalah jumlah kategori dari suatu variabel kualitatif yang akan dibuat menjadi variabel dummy<sup>21</sup>
2. misalnya untuk contoh diatas ada tiga kategori wilayah sehingga variabel dummynya sebanyak 2 yaitu  $D_2$  dan  $D_3$ .
3. Kategori yang tidak mempunyai variabel dummy disebut sebagai variabel kontrol, dasar, atau variabel pembanding dimana semua perbandingan berdasarkan variabel ini.
4. Nilai  $\beta_1$  atau intersep adalah nilai rata-rata dari variabel kontrol tadi, pada contoh tadi nilai  $\beta_1$  adalah nilai rata-rata pengangguran di wilayah 3 yaitu propinsi-propinsi di Indonesia Timur dan Tengah.
5. Nilai koefisien *intercept* adalah nilai pembeda artinya nilai koefisien tersebut menunjukkan seberapa besar perbedaan dari setiap variabel dummynya, untuk contoh sebelumnya ditunjukkan bahwa nilai sebesar +112.693 pada  $\beta_2$  berarti bahwa rata-rata jumlah pengangguran pada wilayah 1 berbeda sebesar 112.693 orang dari variabel dasarnya yaitu wilayah 3.
6. Bila jumlah kategori pada variabel kualitatif lebih dari satu maka pemilihan variabel kontrol terserah pada peneliti dengan pertimbangan tertentu.
7. Untuk menghindari kesalahan menentukan jumlah variabel dummy ada cara yang mudah yaitu dengan membuat variabel dummy sejumlah kategorinya namun dengan membuang konstant dari model, misalnya untuk contoh diatas modelnya menjadi:

$$Y_i = \beta_1 D_{1i} + \beta_2 D_{2i} + \beta_3 D_{3i} + \varepsilon_i$$

dimana,

$\beta_1$  = rata-rata PDRB di wilayah 1

$\beta_2$  = rata-rata PDRB di wilayah 2

$\beta_3$  = rata-rata PDRB di wilayah 3

Namun jangan lupa untuk menonaktifkan *constant* pada menu di *SPSS* dalam mengolah model regresinya. Dan apabila contoh diatas dirubah dengan

---

<sup>21</sup> Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*.

menghilangkan nilai konstantanya dan menambahkan satu variabel dummy baru maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 61054987D_{1i} + 229262779D_{2i} + 30472757D_{3i}$$

Se	(31731545)	(35980190)	(25441836)	
T	(1,92)	(6,37)	(1,20)	
P <sub>value</sub>	(0,065)	(0,000)	(0,241)	R <sup>2</sup> = 44.0%

Pada hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai rata-rata PDRB dapat langsung dilihat dari nilai masing-masing koefisien  $\beta$ -nya.

### C. Variabel Dummy untuk Variabel Kualitatif Lebih dari Satu

Suatu model regresi dapat mempunyai lebih dari satu variabel kualitatif sehingga harus diperhatikan dengan seksama kategori apa yang menjadi kontrolnya misalnya untuk model berikut yaitu model hubungan antara gaji per jam pekerja wanita dengan status pernikahan dan wilayah, berdasarkan hasil pengolahan data maka hasilnya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 8.8148 + 1.0997D_{2i} - 1.6729D_{3i}$$

Se	(0.4015)	(0.4642)	(0.4854)	
T	(21.95)	(2.37)	(-3.47)	
P <sub>value</sub>	(0.00)	(0.018)	(0.00)	R <sup>2</sup> = 3.22%

dimana

Y = gaji perjam (\$),

D2 = status perkawinan, 1 = menikah, 0= lainnya;

D3 = wilayah, 1 = Selatan, 0= lainnya

Perlu diperhatikan disini adalah kategori apa yang menjadi kontrol, pada contoh diatas kategori yang menjadi kontrol adalah status tidak menikah dan tinggal di wilayah di luar wilayah selatan. Sehingga semua perbandingan didasarkan pada kategori tersebut. Nilai  $\beta_1 = 8.8148$  adalah rata-rata gaji per jam (\$8.81) wanita dengan status tidak menikah dan tidak tinggal di selatan, sedangkan rata-rata gaji perjam dari seorang wanita dengan status menikah \$1.10 lebih tinggi daripada yang tidak menikah atau sebesar \$9.90, sebaliknya untuk wanita yang tinggal di selatan akan mempunyai gaji \$1.7 lebih rendah

daripada gaji perjam rata-rata yaitu \$7.74. Hal yang sangat penting menjadi perhatian apabila jumlah kategori dari masing-masing variabel kualitatifnya lebih dari dua.

Bagaimana bila dalam suatu model regresi, variabel independennya terdiri dari variabel kualitatif dan kuantitatif? Analisis yang dapat dilakukan untuk model regresi dengan variabel independen campuran tersebut dapat menggunakan *Analysis of Covariance Model* (ANCOVA), yang merupakan bagian dari model ANOVA dimana efek dari variabel kuantitatifnya dikontrol secara statistik dan dinamakan sebagai covariate atau control di software SPSS.

Untuk memudahkan pemahaman terhadap metode ANCOVA tersebut diatas, kita kembalikan pada Tabel 7.1. Seandainya kita masukkan variabel jumlah pengangguran maka model yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_{2i} + \beta_3 D_{3i} + \beta_4 X_{1i} + \varepsilon_i$$

Dimana,

$Y_i$  = PDRB pada wilayah ke- $i$

$D_{2i} = 1$ ; wilayah 1

= 0; wilayah lainnya

$D_{3i} = 1$ ; wilayah 2

= 0; wilayah lainnya

$X_i$  = jumlah pengangguran pada wilayah ke- $i$

Hasil pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 12105968 + 1436846D_{2i} + 72366689D_{3i} + 146X_i$$

Se (19250055) (30354303) (41950575) (30.36)

T (0,63) (0,47) (1,73) (4,81)

P<sub>value</sub> (0,535) (0,645) (0,096) (0.000)  $R^2 = 66.9\%$

Berdasarkan hasil tersebut diatas terlihat ada perubahan yang cukup mengejutkan dari hasil sebelumnya. Setelah dimasukkan variabel baru terlihat nilai  $R^2$  menunjukkan peningkatan yang cukup berarti dari 44% menjadi 66.9%, yang menunjukkan modelnya lebih baik dari pada sebelumnya, namun demikian koefisien  $\beta_2$  yang tadinya signifikan di model sebelumnya menjadi tidak signifikan pada taraf  $\alpha = 0,05$  (walaupun pada taraf  $\alpha = 0,10$  nilai koefisien tersebut signifikan), bahkan hanya koefisien  $\beta_4$  saja yang

signifikan, hal ini menunjukkan juga bahwa peningkatan jumlah pengangguran saja yang mempunyai pengaruh nyata terhadap peningkatan PDRB di semua wilayah di Indonesia.

Apabila modelnya dipisahkan berdasarkan wilayah maka hasil modelnya seperti yang tertera sebagai berikut:

$$Y = 12105968 + 1436846 D_2 + 72366689 D_3 + 146 X + e$$

- Wilayah 1, dengan  $D_1$  dan  $D_2$  bernilai 0, sehingga:

$$Y = 12105968 + 146 X + e$$

- Wilayah 2, dengan  $D_1$  bernilai 1 dan  $D_2$  bernilai 0, sehingga:

$$Y = 12105968 + 1436846 + 146 X + e$$

$$Y = 13542814 + 1436846 + 146 X + e$$

- Wilayah 3, dengan  $D_1$  bernilai 0 dan  $D_2$  bernilai 1, sehingga:

$$Y = 12105968 + 72366689 + 146 X + e$$

$$Y = 84472657 + 1436846 + 146 X + e$$

Pemisahan model regresi per wilayah tersebut juga menunjukkan kondisi yang perekonomian yang sangat berbeda dari ketiga wilayah tersebut dimana untuk wilayah 1 dan 2 yang menarik disini adalah semakin tinggi jumlah pengangguran, maka semakin tinggi nilai PDRB wilayah tersebut, tidak demikian halnya dengan wilayah 3.

Penggunaan variabel dummy dapat dilakukan pada beberapa kondisi data selain kondisi diatas variabel dummy dapat juga diterapkan misalnya dalam data-data series yang musiman, dimana setiap periode musim diberikan variabel dummy tersendiri, dalam hal membedakan kondisi variabel independen yang berbeda misalnya golongan umur dan lain sebagainya. Pengembangan metode regresi dengan variabel dummy saat ini mengarah pada metode regresi non parametrik misalnya metode regresi spline.

## **B. RANGKUMAN**

1. Model regresi dengan menggunakan variabel dummy dipakai jika variabel independen atau variabel penjelasnya mempunyai struktur data kualitatif (nominal atau ordinal).

2. Jumlah variabel dummy yang digunakan harus sebesar  $m - 1$  dimana  $m$  adalah jumlah kategori dari suatu variabel kualitatif yang akan dibuat menjadi variabel dummy.

### C. LATIHAN

#### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Variabel Dummy dipakai pada analisis regresi dikarenakan ...
  - a. Variabel Independen bersifat Kualitatif
  - b. Variabel Independen bersifat Kuantitatif
  - c. Variabel Dependen bersifat Kualitatif
  - d. Variabel Error bersifat Kualitatif
2. Variabel Independen pada model regresi boleh bersifat sebagai berikut, kecuali ...
  - a. Kualitatif semua
  - b. Kuantitatif semua
  - c. Kualitatif dan Kuantitatif
  - d. Bernilai sama semua
3. Cara menentukan banyaknya variabel dummy adalah ...
  - a. Banyaknya data dikurangi 1
  - b. Banyaknya kategori variabel independen dikurangi 1
  - c. Sama dengan banyaknya data
  - d. Sama dengan banyaknya kategori variabel independen
4. Kategori yang tidak memiliki variabel dummy disebut ...
  - a. Variabel Moderator
  - b. Variabel Intervening
  - c. Variabel Kontrol
  - d. Variabel Terikat
5. Jika semua variabel independennya bersifat kualitatif, maka analisisnya menggunakan...
  - a. ANOVA
  - b. MANOVA
  - c. ANCOVA
  - d. MANACOVA

6. Jika variabel independennya bersifat kualitatif dan kuantitatif, maka analisisnya menggunakan...
  - a. ANOVA
  - b. MANOVA
  - c. ANCOVA
  - d. MANACOVA
7. Variabel dummy bernilai ...
  - a. Semua 0
  - b. Semua 1
  - c. 0 dan 1
  - d. 0 dan 2
8. Nilai koefisien *intercept* pada regresi dengan variabel dummy merupakan ...
  - a. Nilai pembeda antar kategori
  - b. Nilai pembeda antar variabel dependen
  - c. Nilai rata-rata antar kategori
  - d. Nilai rata-rata antar variabel independen
9. Nilai  $\beta_i$  dengan  $i = 1, 2$ , dst pada regresi dengan variabel dummy merupakan ...
  - a. Nilai pembeda antar kategori
  - b. Nilai pembeda antar variabel dependen
  - c. Nilai rata-rata antar kategori
  - d. Nilai rata-rata antar variabel independen
10. Regresi dengan variabel dummy tetap melakukan pengujian asumsi klasik dikarenakan ...
  - a. Menggunakan analisis regresi
  - b. Variabel dependen berjumlah satu
  - c. Variabel dependen bersifat kuantitatif
  - d. Variabel dependen bersifat kualitatif

## II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Apa yang dimaksud dengan variabel dummy, serta jelaskan kenapa menggunakan variabel dummy pada analisis regresi?

2. Apa perbedaan interpretasi hasil dari regresi yang menggunakan variabel dummy dengan regresi linear yang tidak menggunakan variabel dummy?
3. Jelaskan mengapa pada regresi yang semua variabel independennya kualitatif menggunakan ANOVA?
4. Jelaskan mengapa pada regresi yang variabel independennya kombinasi kualitatif dan kuantitatif menggunakan ANCOVA?
5. Tuliskan struktur data pembentukan nilai dummy jika jumlah kategori variabel independen sebanyak 4 buah?

### III. Tugas

1. Berikut adalah data Gaji Karyawan beserta posisinya dan Jumlah Jam Kerja per Minggu dengan ketentuan sebagai berikut:
  - Variabel Dependen/Respon: Gaji per Bulan (Y)
  - Variabel Independen: Jabatan dan Jumlah Jam Kerja per Minggu, Kategori Jabatan (X1) adalah Staf, Supervisor dan Manager. Jumlah Jam Kerja per Minggu (X2) satuannya Jam

**Tabel 7.2 Data Gaji Karyawan, Posisinya dan Jumlah Jam Kerja per Minggu**

Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
2152500	Staf	45
1564500	Supervisor	38
2100000	Supervisor	38
2152500	Staf	40
2436000	Supervisor	44
4200000	Manager	41
2488500	Supervisor	46
3160500	Supervisor	43
5162500	Manager	39
1753500	Supervisor	39

- a. Buatlah variabel dummy dari soal berikut?
- b. Lakukan analisis regresi linear pada soal tersebut dan buatlah model berdasarkan Posisi Jabatan?
- c. Ujilah asumsi klasik dari hasil model analisis regresi linear tersebut.

#### **D. RUJUKAN**

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.  
Setiawan, Dwi Endah Kusri. *Ekonometrika. Andi*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Koutsoyiannis, A. *Theory of Econometrics; an Introductory Exposition of Econometric Methods*. 2nd Editio. New York: Harper & Row Publisher Inc., 1977.

Widarjono, Agus. *Ekonometrika, Teori Dan Aplikasi*. Edisi Kedu. Yogyakarta: Penerbit Ekonisia, Fakultas Ekonomi, UII, 2007.



## BAB VIII

### MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL MODERATOR

#### A. PENYAJIAN MATERI

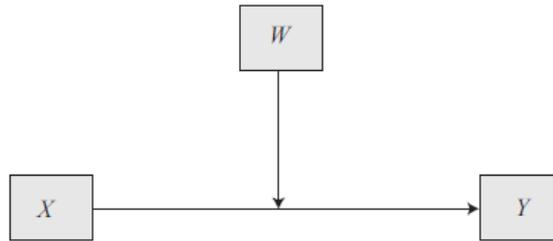
Sebagian besar pengaruh variabel independen yang signifikan bergantung atau saling berkaitan dengan variabel independen yang lainnya. Misal, ada variabel independen yang pengaruhnya mungkin besar untuk variabel pada kategori tertentu dan negatif untuk kategori lainnya, atau bahkan nol. Ketika seorang peneliti berusaha untuk menentukan apakah variabel tertentu mempengaruhi atau terkait dengan ukuran besar pengaruh satu variabel pada variabel lain, analisis moderasi adalah strategi analisis yang tepat. Bab ini memperkenalkan dasar-dasar estimasi dan inferensi tentang moderasi (juga dikenal sebagai interaksi antar variabel independen) menggunakan analisis regresi linier. Selain prinsip-prinsip dasar, bab ini mencakup beberapa detail tentang interpretasi koefisien model dan bagaimana menyelidiki interaksi dalam model regresi melalui estimasi efek kondisional.<sup>22</sup>

Pengaruh beberapa variabel X pada variabel Y yang dimoderasi oleh W jika ukuran, tanda, atau kekuatannya, tergantung dari variabel W. Dalam hal ini, W disebut sebagai variabel moderator X terhadap Y, atau bisa disebut juga, X berinteraksi dengan W mempengaruhi Y. Mengidentifikasi moderator dari suatu pengaruh membantu untuk menetapkan kondisi batas dari pengaruh tersebut atau keadaan, rangsangan, atau tipe orang yang efeknya besar versus kecil, ada atau tidak ada, positif atau negatif, dan seterusnya.

Moderasi digambarkan dalam bentuk konseptual pada Gambar 8.1. Gambar ini merepresentasikan sebuah proses di mana pengaruh beberapa variabel X pada Y dipengaruhi dan bergantung pada W, sebagaimana dicerminkan oleh panah yang menunjuk dari W ke garis dari X ke Y.

---

<sup>22</sup> Andrew F. Hayes, *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*, 2nd Editio (New York: The Guilford Press, 2018).



**Gambar 8.1 Diagram Konseptual Model Regresi Sederhana dengan Variabel Moderator**

Diagram konseptual model regresi dengan variabel moderator sangat berbeda dengan bentuk diagram model regresi yang lainnya, yang mewakili bagaimana model tersebut diatur dalam bentuk persamaan.<sup>23</sup>

### 1. Jenis-Jenis Model Regresi dengan Variabel Moderator

Jenis model regresi dengan variabel moderator dibagi menjadi dua:

a. Pure Moderator

Jenis Moderator ini adalah variabel yang bersifat murni. Maksud dari murni disini karena variabel W tidak berpengaruh signifikan.

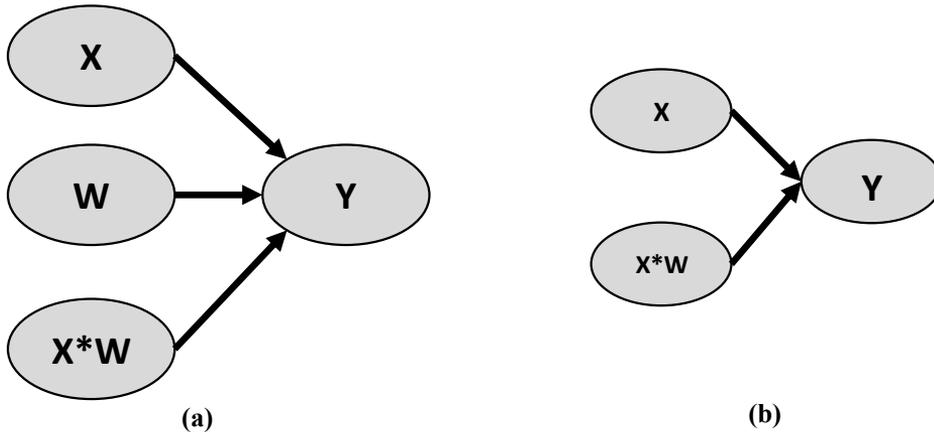
b. Quasi Moderator

Jenis Moderator ini adalah variabel yang bersifat semu. Maksud dari semu disini karena variabel W berpengaruh signifikan.

Untuk lebih memahami perbedaan antara Pure Moderator dan Quasi Moderator dapat dilihat pada Gambar 8.2 dan 8.3.

---

<sup>23</sup> Hayes.



**Gambar 8.2 Diagram Konseptual Model Moderator**  
**(a) Quasi Moderator dan (b) Pure Moderator**

## 2. Tahapan-Tahapan untuk Analisis Regresi dengan Variabel Moderator

Tahapan-tahapan untuk analisis regresi dengan variabel moderator yang sederhana di dalam SPSS adalah:

1. Lakukan analisis regresi dengan model:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 W + \beta_3 X * W + \varepsilon$$

2. Jika  $\beta_3$  tidak signifikan, maka tidak ada Variabel Moderator.  
 Jika  $\beta_2$  signifikan dan  $\beta_3$  signifikan, maka variabel  $W$  adalah Quasi Moderator.  
 Jika  $\beta_2$  tidak signifikan dan  $\beta_3$  signifikan, maka variabel  $W$  adalah Pure Moderator.
3. Lakukan Ukuran Kebaikan Model berdasarkan:
  - a. Uji Serentak (Uji F) dan Uji Individu (Uji t)
  - b.  $R^2$  dan MSE
4. Asumsi Klasik Regresi
5. Interpretasi Model Regresi<sup>24</sup>

### Contoh 8.1

---

<sup>24</sup> Ghozali, *Ekonometrika*.

Berikut terdapat data Gaji Sekarang Karyawan (Y) satuan \$, Gaji Awal masuk kerja karyawan (X<sub>1</sub>) satuan \$, dan Pengalaman Kerja Sebelumnya (W) satuan Bulan. Dari data tersebut dilakukan analisis regresi dengan variabel moderator dan menentukan jenis variabel moderator yang digunakan.

**Tabel 8.1 Data Contoh 8.1**

Y	X	W	X*W
57000	27000	144	3888000
40200	18750	36	675000
21450	12000	381	4572000
21900	13200	190	2508000
45000	21000	138	2898000
32100	13500	67	904500
36000	18750	114	2137500
21900	9750	0	0
27900	12750	115	1466250
24000	13500	244	3294000
30300	16500	143	2359500
28350	12000	26	312000
27750	14250	34	484500
35100	16800	137	2301600
27300	13500	66	891000
40800	15000	24	360000
46000	14250	48	684000
103750	27510	70	1925700
42300	14250	103	1467750
26250	11550	48	554400

Berdasarkan data pada Tabel 8.1, maka bentuk model regresi linear yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 W + \beta_3 XW + e \quad (8.1)$$

Dari bentuk model regresi tersebut dilakukan analisis regresi linear dengan menggunakan SPSS, yang hasilnya ada di Tabel 8.2.

**Tabel 8.2 Output SPSS dari Model Regresi Persamaan 8.1**

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,912 <sup>a</sup>	,831	,800	8246,32442

a. Predictors: (Constant), XW, X, W

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	5357401512,00	3	1785800504,00	26,261	,000 <sup>b</sup>
Residual	1088029863,00	16	68001866,450		
Total	6445431375,00	19			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), XW, X, W

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
	B	Std. Error	Beta	t	
1 (Constant)	-41193,234	12666,828		-3,252	,005
X	5,665	,917	1,466	6,180	,000
W	262,900	105,798	1,278	2,485	,024
XW	-,023	,008	-1,640	-2,935	,010

a. Dependent Variable: Y

Dari Tabel 8.2, dapat dilihat bahwa hasilnya menunjukkan semua variabel independen (X, W dan X\*W) berpengaruh signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa W sebagai variabel moderator yang Quasi Moderator.

**Contoh 8.2**

Berikut terdapat data Gaji Sekarang Karyawan (Y) satuan \$, Gaji Awal masuk kerja karyawan (W) satuan \$, dan Lama Pendidikan (X) satuan Tahun. Dari data tersebut dilakukan analisis regresi dengan variabel moderator dan menentukan jenis variabel moderator yang digunakan.

**Tabel 8.3 Data Contoh 8.2**

Y	W	X
57000	27000	15
40200	18750	16
21450	12000	12
21900	13200	8
45000	21000	15
32100	13500	15
36000	18750	15
21900	9750	12
27900	12750	15
24000	13500	12
30300	16500	16
28350	12000	8
27750	14250	15
35100	16800	15
27300	13500	12
40800	15000	12
46000	14250	15

Berdasarkan data pada Tabel 8.3, maka bentuk model regresi linear yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 + \beta_1X + \beta_2W + \beta_3XW + e$$

Dari bentuk model regresi tersebut dilakukan analisis regresi linear dengan menggunakan SPSS, yang hasilnya ada di Tabel 8.4.

**Tabel 8.4 Output SPSS dari Model Regresi pada Contoh 8.2**

<b>Model Summary</b>				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,889 <sup>a</sup>	,790	,745	9730,52525

a. Predictors: (Constant), XW, W, X

### ANOVA<sup>a</sup>

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	4977260742,00	3	1659086914,00	17,523	,000 <sup>b</sup>
Residual	1325563703,00	14	94683121,620		
Total	6302824444,00	17			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), XW, W, X

### Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	206741,306	100549,895			2,056	,059
W	-14,046	7,773			-3,581	,092
X	-14681,755	6658,128			-1,926	,045
XW	1,137	,508			5,710	,042

a. Dependent Variable: Y

Dari Tabel 8.4, dapat dilihat bahwa hasilnya menunjukkan variabel independen X dan X\*W berpengaruh signifikan, tetapi untuk variabel independen W tidak berpengaruh signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa W sebagai variabel moderator yang Pure Moderator.

## B. RANGKUMAN

1. Pengaruh beberapa variabel X pada variabel Y yang dimoderasi oleh W jika ukuran, tanda, atau kekuatannya, tergantung dari variabel W. Dalam hal ini, W disebut sebagai variabel moderator X terhadap Y, atau bisa disebut juga, X berinteraksi dengan W mempengaruhi Y.
2. Terdapat dua jenis variabel moderator, yaitu Pure Moderator dan Quasi Moderator.

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Variabel moderator dipakai pada analisis regresi dikarenakan ...
  - a. Dapat menghilangkan pengaruh variabel independen ke dependen
  - b. Dapat memperkuat pengaruh variabel independen ke dependen

- c. Dapat mengaburkan pengaruh variabel independen ke dependen
  - d. Dapat memutuskan pengaruh variabel independen ke dependen
2. Variabel Moderator pada model regresi boleh bersifat sebagai berikut, kecuali ...
- a. Kualitatif semua
  - b. Kuantitatif semua
  - c. Kualitatif dan Kuantitatif
  - d. Bernilai sama semua
3. Minimal banyaknya variabel moderator adalah ...
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
4. Dalam bab ini, banyaknya jenis variabel moderator sebanyak ...
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
5. Dikatakan pure moderator dikarenakan ...
- a. Variabel moderator tidak berpengaruh signifikan
  - b. Variabel moderator berpengaruh signifikan
  - c. Variabel independen tidak berpengaruh signifikan
  - d. Variabel error bernilai 0
6. Dikatakan quasi moderator dikarenakan ...
- a. Variabel moderator tidak berpengaruh signifikan
  - b. Variabel moderator berpengaruh signifikan
  - c. Variabel independen tidak berpengaruh signifikan
  - d. Variabel error bernilai 0
7. Variabel moderator di dalam analisis regresi berada di posisi ...
- a. Variabel dependen
  - b. Variabel error
  - c. Variabel independen
  - d. Variabel dummy

8. Cara mengetahui adanya variabel moderator di dalam analisis regresi dengan melakukan ...
  - a. Penjumlahan antara variabel moderator dengan variabel independen
  - b. Pengurangan antara variabel moderator dengan variabel independen
  - c. Perkalian antara variabel moderator dengan variabel independen
  - d. Pembagian antara variabel moderator dengan variabel independen
9. Jika ingin adanya efek variabel moderator, maka Variabel  $W \cdot X$  harus ...
  - a. Tidak berpengaruh signifikan terhadap  $Y$
  - b. Berpengaruh signifikan terhadap  $Y$
  - c. Tidak berpengaruh signifikan terhadap  $X$
  - d. Berpengaruh signifikan terhadap  $X$
10. Variabel independen di dalam regresi dengan variabel moderator ...
  - a. Boleh tidak berpengaruh signifikan terhadap  $Y$
  - b. Selalu berpengaruh signifikan terhadap  $Y$
  - c. Boleh tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel moderator
  - d. Selalu berpengaruh signifikan terhadap variabel moderator

## II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Apa yang dimaksud dengan variabel moderator, serta jelaskan kenapa menggunakan variabel moderator pada analisis regresi?
2. Apa perbedaan interpretasi hasil dari regresi yang menggunakan variabel pure moderator dengan quasi moderator?
3. Sebutkan dan jelaskan tahapan-tahapan dalam regresi dengan variabel moderator sederhana?
4. Jelaskan hubungan antara perkalian variabel  $X \cdot W$  dengan penentuan jenis variabel moderator?
5. Bagaimana interpretasi hasil analisis regresi dengan variabel moderator?

## III. Tugas

1. Dengan menggunakan Contoh 8.1 dan 8.2, kerjakan perintah berikut dengan menggunakan bantuan SPSS:
  - a. Dapatkan nilai  $X \cdot W$

- b. Lakukan analisis regresi linear sesuai dengan model yang terbentuk.
- c. Lakukan uji asumsi klasik (uji heteroskedastisitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi dan uji normalitas)
- d. Interpretasikan hasil analisis regresi linearnya.

#### **D. RUJUKAN**

Hayes, Andrew F. *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*. 2nd Editio. New York: The Guilford Press, 2018.

Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Hayes, Andrew F. “Beyond Baron and Kenny: Statistical Mediation Analysis in the New Millennium.” *Communication Monographs* 76, no. 4 (2009): 408–20.  
<https://doi.org/10.1080/03637750903310360>.

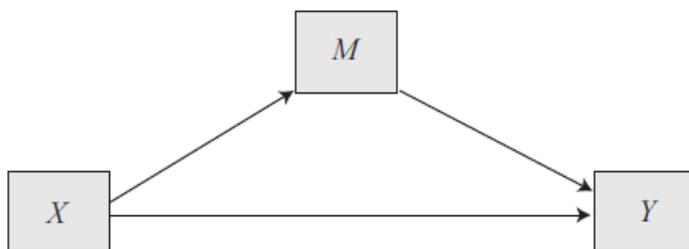
## BAB IX

### MODEL REGRESI DENGAN VARIABEL INTERVENING

#### A. PENYAJIAN MATERI

Analisis dengan menggunakan mediasi, berfokus dengan adanya variabel yang menjadi variabel perantara antara variabel independen terhadap variabel dependen, yang selanjutnya disebut variabel intervening. Model mediasi sederhana yang sangat populer dan diperkirakan luas ini digunakan untuk memperkenalkan mekanisme analisis jalur dan untuk menunjukkan bagaimana pengaruh variabel pada hasil dapat dipartisi menjadi pengaruh langsung dan tidak langsung yang dapat diukur menggunakan estimasi OLS di analisis regresi. Pengujian untuk pengaruh langsung dan tidak langsung disajikan, dengan penekanan pada pendekatan yang membuat asumsi yang tidak diperlukan.<sup>25</sup>

Model regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana direpresentasikan dalam bentuk diagram konseptual pada Gambar 9.1. Model yang terbentuk memiliki dua variabel dependen (M) dan (Y) dan dua variabel independen (X) dan (M), dengan X mempengaruhi Y secara tidak langsung melalui M, dan M mempengaruhi Y secara langsung. Model regresi dengan variabel intervening yang sederhana adalah model yang setidaknya satu variabel penyebab X yang diusulkan mempengaruhi hasil Y melalui variabel intervening tunggal M.



**Gambar 9.1. Diagram Konseptual Model Regresi Sederhana dengan Variabel Intervening**

---

<sup>25</sup> Hayes, *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*.

Dalam model tersebut, ada dua jalur dimana X dapat mempengaruhi Y. Satu jalur mengarah dari X ke Y tanpa melewati M dan disebut Pengaruh Langsung X pada Y. Jalur kedua dari X ke Y adalah Pengaruh Tidak Langsung X pada Y melalui M.

### 1. Bentuk Model Regresi dengan Variabel Intervening

Dengan menggunakan Gambar 9.1 yang merupakan konseptual model regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana, maka dibentuk dua model persamaan, yaitu:

$$M = \alpha_0 + \alpha_1 X + e_1$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 M + e_2$$

Untuk menguji pengaruh variabel intervening digunakan metode analisis jalur (*Path Analysis*).<sup>26</sup> Analisis jalur merupakan perluasan dari analisis regresi linear berganda. Analisis jalur sendiri tidak dapat menentukan hubungan sebab-akibat dan juga tidak dapat digunakan sebagai substitusi bagi peneliti untuk melihat hubungan kasualitas antar variabel. Fungsi dari analisis jalur adalah menentukan pola hubungan antara tiga atau lebih variabel dan tidak dapat digunakan untuk mengkonfirmasi atau menolak hipotesis kasualitas imajiner.

#### Contoh 9.1

Berikut terdapat data Gaji Sekarang Karyawan (Y) satuan \$, Gaji Awal masuk kerja karyawan (X<sub>1</sub>) satuan \$, dan Lama Pendidikan (M) satuan Tahun. Dari data tersebut dilakukan analisis regresi dengan variabel intervening.

**Tabel 9.1 Data Contoh 9.1**

No.	Y	X	M
1	135000	79980	19
2	31200	14250	15
3	36150	14250	12
4	110625	45000	19
5	42000	15000	15
6	92000	39990	19

<sup>26</sup> Ghozali, *Ekonometrika*.

7	81250	30000	17
8	31350	11250	8
9	70000	21750	16
10	68125	32010	19
11	73500	33000	19
12	66875	31980	18
13	103500	60000	16
14	83750	21750	16
15	33900	16500	12
16	90625	31250	19
17	46000	14250	15
18	103750	27510	16
19	42300	14250	12
20	26250	11550	12

Berdasarkan data pada Tabel 9.1, maka bentuk model regresi linear dengan variabel intervening yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$M = \alpha_0 + \alpha_1 X + e_1 \tag{9.1}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 M + e_2 \tag{9.2}$$

Dari bentuk model regresi tersebut dilakukan analisis regresi linear dengan menggunakan SPSS, yang hasilnya ada di Tabel 9.2.

**Tabel 9.2 Output SPSS dari Model Regresi Persamaan 9.1**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,652 <sup>a</sup>	,425	,393	2,45262

a. Predictors: (Constant), X

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	79,924	1	79,924	13,287	,002 <sup>b</sup>
Residual	108,276	18	6,015		
Total	188,200	19			

a. Dependent Variable: M

b. Predictors: (Constant), X

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	12,413	1,055		11,762	,000
X	,000116	,000032	,652	3,645	,002

a. Dependent Variable: M

Dari Tabel 9.2, dapat dilihat bahwa hasilnya menunjukkan variabel independen X berpengaruh signifikan terhadap M. Setelah X diputuskan berpengaruh terhadap M, langkah selanjutnya melakukan analisis regresi pada Persamaan 9.2 yang hasilnya disajikan pada Tabel 9.3.

**Tabel 9.3 Output SPSS dari Model Regresi Persamaan 9.2**

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,908 <sup>a</sup>	,824	,803	13957,91062

a. Predictors: (Constant), M, X

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	15514180800,0	2	7757090401,00	39,816	,000 <sup>b</sup>
	Residual	3311995573,0	17	194823269,00		
	Total	18826176380,0	19			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), M, X

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	-14230,682	17701,163		-,804	,433
X	1,205	,239	,675	5,036	,000

M	3093,680	1341,386	,309	2,306	,034
---	----------	----------	------	-------	------

a. Dependent Variable: Y

Dari Tabel 9.3, dapat dilihat bahwa hasilnya menunjukkan variabel independen X dan variabel intervening M berpengaruh signifikan terhadap Y. Dari kedua hasil analisis kedua model regresi tersebut, maka bentuk model regresinya adalah:

$$M = 12,413 + 0,000116 X + e_1 \quad (9.3)$$

$$Y = -14230,682 + 1,205 X + 3093,68 M + e_2 \quad (9.4)$$

Nilai koefisien 1,205 merupakan besaran pengaruh langsung (*direct effect*) antara X dengan Y (seperti yang terlihat pada Gambar 9.1 dari X ke Y). Sedangkan hasil perkalian antar koefisien  $0,000116 \times 3093,68 = 0,359$  merupakan besaran pengaruh tidak langsung (*indirect effect*) antara X ke Y melalui M (seperti yang terlihat pada Gambar 9.1 dari X ke M, kemudian dari M ke Y). Sedangkan untuk melihat besaran total pengaruh antara X ke Y dengan menambahkan *direct effect* dan *indirect effect*,  $1,205 + 0,359 = 1,564$ .

## 2. Uji Sobel

Ada beberapa pengujian untuk melihat apakah terdapat pengaruh tidak langsung dengan adanya variabel intervening.<sup>27</sup> Namun, yang paling populer dalam pengujian ini adalah dengan menggunakan Uji Sobel.<sup>28</sup> Pengujian ini menggunakan uji T (karena banyaknya data tidak dalam jumlah yang banyak) dengan langkah pertamanya menggunakan standar error dari koefisien *indirect effect*. Perhitungannya sebagai berikut:

$$s_{\alpha\beta} = \sqrt{\beta_2^2 s_a^2 + \alpha_1^2 s_b^2 + s_a^2 s_b^2}$$

dengan,  $s_{\alpha\beta}$  = standar error dari koefisien *indirect effect*

$\alpha_1$  = koefisien regresi X terhadap M

$\beta_2$  = koefisien regresi M terhadap Y

$s_a$  = standart error X terhadap M

<sup>27</sup> David P. MacKinnon et al., "A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects," *Psychological Methods* 7, no. 1 (2002): 83–104, <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.83>.

<sup>28</sup> Michael E. Sobel, "Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models," *Sociological Methodology* 13, no. 1982 (1982): 290, <https://doi.org/10.2307/270723>.

$s_b$  = standart error M terhadap Y

Untuk menguji signifikansi pengaruh tidak langsung dapat dihitung nilai  $t_{hitung}$  dari koefisien  $\alpha\beta$  dengan rumus berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\alpha_1\beta_2}{s_{\alpha\beta}}$$

dengan  $t_{tabel}$  menggunakan tingkat signifikansi 0,05 dan  $n - 1$  = banyaknya data dikurangi satu.

Dari Contoh 9.1 dilakukan uji sobel untuk melihat apakah pengaruh tidak langsung antara X ke Y melalui M signifikan atau tidak. Langkah pertama menghitung nilai standar error dari koefisien *indirect effect*, yaitu:

$$\begin{aligned} s_{\alpha\beta} &= \sqrt{\beta_2^2 s_a^2 + \alpha_1^2 s_b^2 + s_a^2 s_b^2} \\ &= \sqrt{(3093,68^2 \times 0,000032^2) + (0,000116^2 \times 1341,386^2) + (0,000032^2 \times 1341,386^2)} \\ &= \sqrt{0,009801 + 0,024212 + 0,001842} \\ &= \sqrt{0,035855} \\ &= 0,189354 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai standar error dari koefisien *indirect effect*, dilakukan perhitungan  $t_{hitung}$ , yaitu:

$$\begin{aligned} t_{hitung} &= \frac{\alpha_1\beta_2}{s_{\alpha\beta}} \\ &= \frac{0,000116 \times 3093,68}{0,189354} \\ &= \frac{0,359}{0,189354} \\ &= 1,89592 \approx 1,90 \end{aligned}$$

Dengan  $t_{tabel}$  yang bernilai 1,729 dengan tingkat signifikansi 0,10 (karena dengan tingkat signifikansi 0,05 tidak signifikan) dan  $20 - 1 = 19$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $t_{hitung} = 1,90$  lebih besar daripada  $t_{tabel} = 1,729$ , sehingga Pengaruh antara X ke Y melalui M signifikan.

## B. RANGKUMAN

1. Model regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana memiliki dua variabel dependen (M) dan (Y) dan dua variabel independen (X) dan (M), dengan X

mempengaruhi Y secara tidak langsung melalui M, dan M mempengaruhi Y secara langsung.

2. Model regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana dibentuk oleh dua model persamaan, yaitu:

$$M = \alpha_0 + \alpha_1 X + e_1$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 M + e_2$$

3. Pengaruh tidak langsung antara X ke Y melalui M perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan Uji Sobel.

### C. LATIHAN

#### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Variabel intervening dipakai pada analisis regresi dikarenakan ...
  - a. Dapat melihat pengaruh kuat dan tidak kuat antara variabel independen ke dependen
  - b. Dapat melihat pengaruh langsung dan tidak langsung antara variabel independen ke dependen
  - c. Dapat melihat pengaruh jelas dan tidak jelas antara variabel independen ke dependen
  - d. Dapat melihat pengaruh besar dan kecil antara variabel independen ke dependen
2. Variabel intervening pada model regresi boleh bersifat sebagai berikut, kecuali ...
  - a. Kualitatif semua
  - b. Kuantitatif semua
  - c. Kualitatif dan Kuantitatif
  - d. Bernilai sama semua
3. Minimal banyaknya variabel intervening adalah ...
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
4. Dalam bab ini, banyaknya jenis variabel intervening sebanyak ...
  - a. 1

- b. 2
  - c. 3
  - d. 4
5. Analisis regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana memiliki ... model regresi
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
6. Pada analisis regresi dengan variabel intervening, posisi variabel intervening sebagai ...
- a. Variabel independen
  - b. Variabel dependen
  - c. Variabel independen dan dependen
  - d. Variabel error
7. Untuk melihat pengaruh tidak langsung, maka dilakukan analisis regresi antara ...
- a. X dengan Y
  - b. X dengan M
  - c. X dengan Y, melalui M
  - d. M dengan Y, melalui X
8. Untuk melihat pengaruh langsung, maka dilakukan analisis regresi antara ...
- a. X dengan Y
  - b. X dengan M
  - c. X dengan Y, melalui M
  - d. M dengan Y, melalui X
9. Untuk melihat besaran pengaruh tidak langsung, maka dilakukan perhitungan ...
- a. Perkalian koefisien regresi X ke M dan koefisien regresi M ke Y
  - b. Perkalian koefisien regresi X ke M dan koefisien regresi X ke Y
  - c. Koefisien regresi X ke M
  - d. Koefisien regresi X ke Y
10. Untuk melihat besaran pengaruh langsung, maka dilakukan perhitungan ...
- a. Perkalian koefisien regresi X ke M dan koefisien regresi M ke Y

- b. Perkalian koefisien regresi X ke M dan koefisien regresi X ke Y
- c. Koefisien regresi X ke M
- d. Koefisien regresi X ke Y

## II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Apa yang dimaksud dengan variabel intervening, serta jelaskan kenapa menggunakan variabel intervening pada analisis regresi?
2. Apa perbedaan interpretasi hasil dari *direct effect*, *indirect effect* dan *total effect*?
3. Jelaskan tahapan-tahapan dalam melakukan analisis regresi dengan variabel intervening yang paling sederhana?
4. Jelaskan tahapan-tahapan dalam menguji apakah terdapat pengaruh tidak langsung dengan adanya variabel intervening?
5. Bagaimana cara menginterpretasi hasil analisis regresi dengan variabel intervening?

## III. Tugas

1. Dengan menggunakan Contoh 9.1, kerjakan perintah berikut dengan menggunakan bantuan SPSS:
  - a. Lakukan analisis regresi linear sesuai dengan dua model yang terbentuk.
  - b. Lakukan uji asumsi klasik (uji heteroskedastisitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi dan uji normalitas) untuk kedua model tersebut. Jika terjadi pelanggaran asumsi klasik di kedua model tersebut, apa yang harus dilakukan?
  - c. Interpretasikan hasil analisis regresi linearnya (Catatan: Sudah tidak menggunakan istilah X, M, dan Y lagi, langsung menggunakan nama variabelnya).

## D. RUJUKAN

- Hayes, Andrew F. *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*. 2nd Editio. New York: The Guilford Press, 2018.
- Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.

Sobel, Michael E. "Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models." *Sociological Methodology* 13, no. 1982 (1982): 290. <https://doi.org/10.2307/270723>.

MacKinnon, David P., Chondra M. Lockwood, Jeanne M. Hoffman, Stephen G. West, and Virgil Sheets. "A Comparison of Methods to Test Mediation and Other Intervening Variable Effects." *Psychological Methods* 7, no. 1 (2002): 83–104. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.83>.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Hayes, Andrew F. "Beyond Baron and Kenny: Statistical Mediation Analysis in the New Millennium." *Communication Monographs* 76, no. 4 (2009): 408–20. <https://doi.org/10.1080/03637750903310360>.

## BAB X

### REGRESI LOGISTIK

#### A. PENYAJIAN MATERI

Pada bahasan sebelumnya, variabel dummy digunakan untuk variabel independen yang kualitatif. Namun, analisis regresi dilakukan dengan pendekatan yang berbeda jika variabel responnya kualitatif. Model regresi dengan respon kualitatif banyak dijumpai pada beberapa model ekonomi.<sup>29</sup> Misalnya dalam kasus keputusan rumah tangga dalam membeli sesuatu, atau dalam bahasan makro keputusan negara untuk mengimpor beras dipengaruhi oleh variabel stok beras, harga beli, dan seterusnya. Variabel respon (dalam hal ini, Keputusan) bersifat biner yakni  $Y=0$ , untuk keputusan tidak mengimpor, dan  $Y=1$  untuk keputusan mengimpor, dengan membuat modelnya maka akan dapat diketahui berapa probabilitas suatu negara melakukan impor beras apabila kondisi stok beras dan harga beli pada jumlah dan harga tertentu. Secara umum model respon kualitatif disini untuk melihat hubungan stok dan harga beras dengan probabilitas keputusan suatu negara melakukan impor.

Variabel respon kualitatif tidak selalu berbentuk dikotomis (memiliki dua kategori) misal ya/tidak, namun juga dapat berbentuk banyak kategori (*multicategory*) misalnya pilihan terhadap suatu partai politik dan lain sebagainya. Sebagai permulaan, materi yang akan dibahas adalah variabel respon kualitatif yang dikotomis terlebih dahulu yang selanjutnya dapat dikembangkan dengan variabel respon kualitatif yang *multicategory*.

Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membedakan model regresi dengan variabel  $Y$  (respon) kuantitatif dan kualitatif. Apabila kita membahas model dengan  $Y$  kuantitatif yang di estimasi adalah nilai mean dari  $Y$  dugaannya, sedangkan apabila  $Y$  modelnya kualitatif maka yang di estimasi adalah nilai probabilitas modelnya.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> Damodar N. Gujarati, *Basic Econometrics*.

<sup>30</sup> Setiawan, *Ekonometrika*.

## 1. Regresi Logisitik Biner

Dalam regresi logistik biner, variabel respon hanya memiliki dua kategori (biasa disebut dikotomis). Variabel respons ini merupakan variabel dengan skala nominal.

Perhatikan beberapa kasus berikut:

- Seorang manajer riset perusahaan pembiayaan kredit bermotor ingin mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi status kredit seseorang (macet atau lancar).
- Manajer riset pusat pembelanjaan A ingin mengetahui faktor yang mempengaruhi frekuensi kedatangan pengunjung (jarang atau sering).

Status kredit (macet atau lancar) dan frekuensi kedatangan pengunjung (sering atau jarang) merupakan contoh dari variabel respon yang memiliki dua pilihan (dikotomis). Untuk memodelkan hubungan matematis ke dalam regresi logistik biner.

Tahapan-tahapan untuk analisis regresi logistik biner di dalam SPSS adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi variabel dependen (Y) dan independen (X) apakah variabel nominal/ordinal/*scale*.
2. Lakukan analisis regresi logistik biner dengan SPSS. Didapatkan output.
3. Evaluasi ukuran kebaikan model berdasarkan:
  - a. Uji Kelayakan Model dengan *Hosmer and Lemeshow Test*
  - b. Uji Serentak dengan *Omnibus Tests of Model Coefficients*.
  - c. Uji Individu yang ada pada Block 1 di Tabel *Variables in the Equation*.<sup>31</sup>
4. Membentuk dan menginterpretasi model peluang, model logit dan *odd ratio* yang terbentuk.

### Contoh 10.1

Berikut merupakan data berasal dari kuisioner sebanyak 32 data dengan rincian:

- i. Variabel Respon/Dependen (Y):
  - a) Nilai Akhir Mata Kuliah Statistik, berupa data kualitatif, yaitu:  
Nilai B atau C (Kategori=0), dan Nilai A (Kategori=1).
- ii. Variabel Penjelas/Independen:

---

<sup>31</sup> Sofyan Yamin, *SPSS Complete: Teknik Analisis Terlengkap dengan Software SPSS*, Edisi ke-2 (Jakarta: Salemba Infotek, 2014).

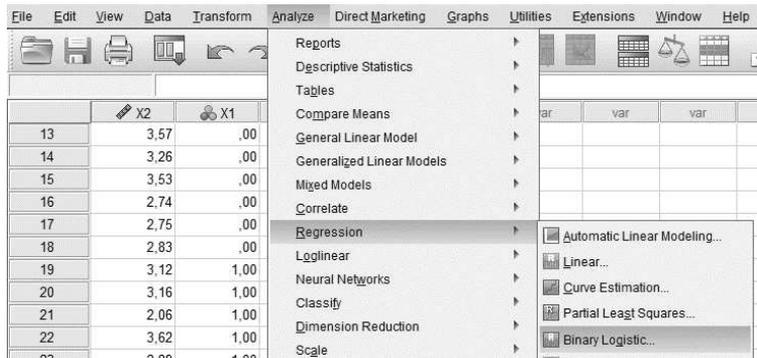
- a) Kualitatif:  
 - Metode Mengajar ( $X_1$ ):  
 Yang Baru (Kategori=0), dan Yang Lama (Kategori=1)
- b) Kuantitatif:  
 - IPK Semester Lalu ( $X_2$ )

**Tabel 10.1 Data Contoh 10.1**

No.	IPK Semester Lalu	Metode	Nilai Akhir	No.	IPK Semester Lalu	Metode	Nilai Akhir
1	2,66	0	0	17	2,75	0	0
2	2,89	0	0	18	2,83	0	0
3	3,28	0	0	19	3,12	1	0
4	2,92	0	0	20	3,16	1	1
5	4	0	1	21	2,06	1	0
6	2,86	0	0	22	3,62	1	1
7	2,76	0	0	23	2,89	1	0
8	2,87	0	0	24	3,51	1	0
9	3,03	0	0	25	3,54	1	1
10	3,92	0	1	26	2,83	1	1
11	2,63	0	0	27	3,39	1	1
12	3,32	0	0	28	2,67	1	0
13	3,57	0	0	29	3,65	1	1
14	3,26	0	1	30	4	1	1
15	3,53	0	0	31	3,1	1	0
16	2,74	0	0	32	2,39	1	1

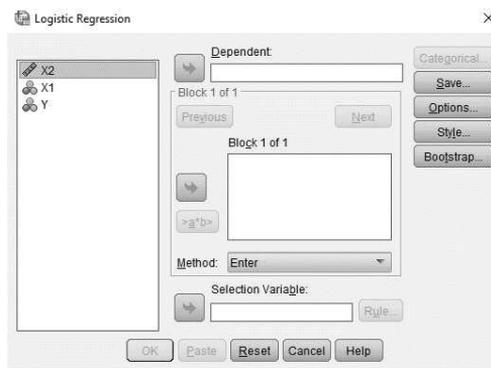
Langkah pertama yang dilakukan dalam regresi logistik biner adalah seperti pada Gambar 10.1.

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	X2	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale
2	X1	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal
3	Y	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Nominal



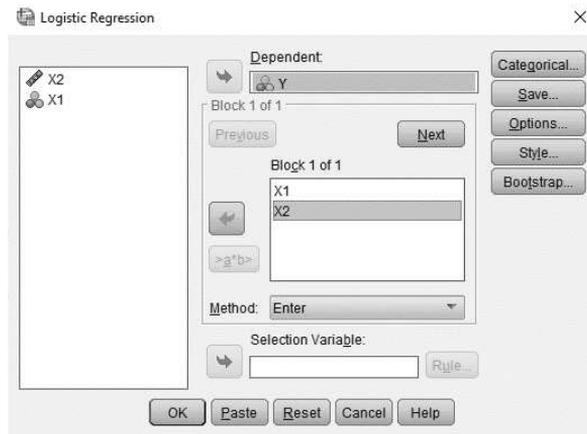
**Gambar 10.1 Tahapan Regresi Logistik Biner di SPSS**

Pada “Variabel View”, pada kolom *measure* untuk data kuantitatif ( $X_2$ ), diganti “scale”. Sedangkan data kualitatif ( $X_1$  dan  $Y$ ), diganti “Nominal”. Setelah melakukan langkah seperti pada Gambar 10.1 maka muncul jendela seperti pada Gambar 10.2.



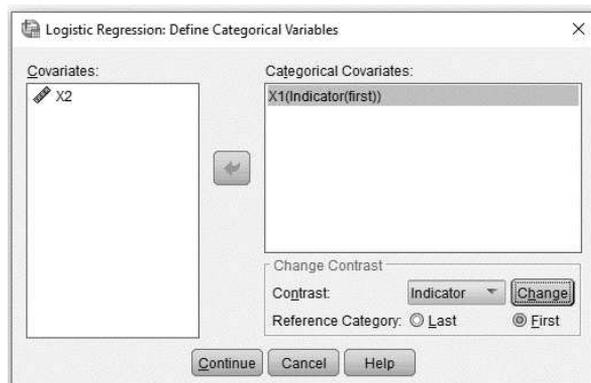
**Gambar 10.2 Tampilan Jendela Regresi Logistik Biner di SPSS**

Pada Gambar 10.2 bisa dilihat tampilannya sedikit berbeda dengan tampilan regresi linear, terutama pada Gambar 10.2 terdapat fitur *Categorical*. Kemudian masukkan variabel  $Y$  pada kolom *Dependent*, dan masukkan variabel  $X_1$  dan  $X_2$  pada kolom *Block 1 of 1* sehingga tampilannya seperti pada Gambar 10.3.



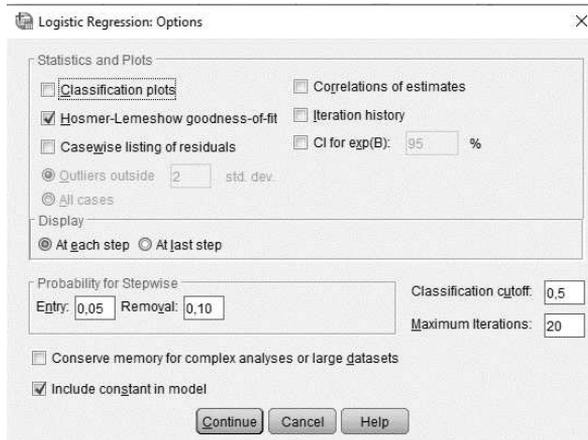
**Gambar 10.2 Tampilan Semua Variabel yang Telah Dimasukkan Pada Kolom yang Sesuai**

Setelah tampilan seperti pada Gambar 10.2, Pada fitur *Method*, secara *default* otomatis terpilih *Enter*. Langkah selanjutnya memilih fitur *Categorical* yang tampilannya seperti pada Gambar 10.3.



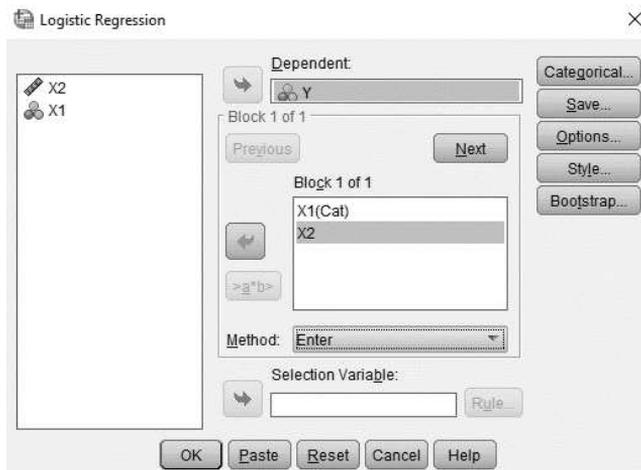
**Gambar 10.3 Tampilan Fitur *Categorical* pada Regresi Logistik Biner**

Setelah tampilan berubah menjadi seperti pada Gambar 10.3, maka variabel independen yang muncul hanya  $X_2$  dikarenakan hanya variabel tersebut yang bersifat kualitatif. Langkah selanjutnya, masukkan  $X_2$  pada *Categorical Covariates* kemudian pilih *First* lalu pilih *Change*. Jika ingin perubahan tadi disimpan, pilih *Continue*.



**Gambar 10.4** Tampilan Fitur *Options* pada Regresi Logistik Biner

Untuk menampilkan hasil pengujian Kelayakan Model, maka setelah tampilan berubah menjadi seperti pada Gambar 10.3, langkah selanjutnya, centang *Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit*. Jika ingin perubahan tadi disimpan, pilih *Continue*.



**Gambar 10.5** Tampilan Akhir pada Regresi Logistik Biner

Setelah melakukan tahapan seperti pada Gambar 10.3 dan 10.4, maka tampilannya menjadi seperti pada Gambar 10.5 dimana bisa terlihat tulisan  $X_1$  berubah menjadi  $X_1$  (Cat).

Dengan melakukan tahapan-tahapan analisis regresi logistik maka didapatkan output sebagai berikut.

**Tabel 10.2 Output SPSS Analisis Regresi Logistik Biner pada Contoh 10.1**

**Block 1: Method = Enter**

		Omnibus Tests of Model Coefficients		
		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	14,930	2	,001
	Block	14,930	2	,001
	Model	14,930	2	,001

Pada output ini, dilakukan Uji Serentak. Rumusan Hipotesis Uji Serentak adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Semua variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

$H_1$  : Minimal ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

Tolak  $H_0$  jika  $Sig. < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa  $Sig. = 0,001$  yang berarti kurang dari  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat diambil keputusan minimal ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

Hosmer and Lemeshow Test			
Step	Chi-square	df	Sig.
1	10,037	8	,262

Pada output ini, dilakukan Uji Kelayakan Model. Rumusan Hipotesis Kelayakan Model adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Model telah cukup menjelaskan data.

$H_1$  : Model tidak cukup menjelaskan data.

Tolak  $H_0$  jika  $Sig. < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa  $Sig. = 0,262$  yang berarti lebih dari  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat diambil keputusan model telah cukup menjelaskan data.

**Classification Table<sup>a</sup>**

	Observed	Predicted		Percentage Correct
		.00	1.00	
Step 1	Y	.00	18	85,7
		1,00	3	72,7
Overall Percentage				81,3

a. The cut value is ,500

Pada output ini, setelah dilakukan pemodelan, dapat dilihat bahwa ketepatan klasifikasi 81,3%, artinya “Secara keseluruhan, 81,3% data dapat diprediksi secara tepat oleh model ini”

#### Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 <sup>a</sup>	X2	3,063	1,223	6,275	1	,012	21,399
	X1(1)	2,338	1,041	5,045	1	,025	10,358
	Constant	-11,602	4,213	7,583	1	,006	,000

a. Variable(s) entered on step 1: X2, X1.

Pada output ini, dilakukan Uji Individu. Rumusan Hipotesis Uji Individu adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ dimana } i = 1,2, \dots, p$$

Tolak  $H_0$  jika  $\text{Sig.} < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa masing-masing Nilai Sig. pada masing-masing variabel independen (0,025 dan 0,006) kurang dari  $\alpha$ , maka Tolak  $H_0$ . Jadi, variabel “Metode Mengajar” dan “Metode Mengajar” berpengaruh signifikan terhadap “Nilai Akhir Mata Kuliah Statistik”.

Dari output ini juga bisa dibentuk model peluang seperti berikut.

$$\hat{\pi} = \frac{\exp(-11,602 + 2,338x_1 + 3,063x_2)}{1 + \exp(-11,602 + 2,338x_1 + 3,063x_2)}$$

Kemudian, dari output ini juga bisa dibentuk model logit seperti berikut.

$$\ln\left(\frac{\hat{\pi}}{1 - \hat{\pi}}\right) = -11,602 + 2,338x_1 + 3,063x_2$$

Kemudian, dari output ini terdapat nilai *Odd Ratio* terdapat yang bisa dilihat pada pada kolom *Exp (B)*. Untuk Interpretasi *Odd Ratio* adalah yang signifikan saja (Nilai Sig. < 0,05) adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Metode yang Lama (Kategori = 1 pada  $X_1$ ) memiliki kecenderungan untuk mendapatkan nilai B atau C (Kategori = 0) sebesar 10,358 kali lipat dibandingkan nilai A (Kategori = 1).
2. Jika IPK Semester Lalu ( $X_2$ ) bertambah 1 satuan, maka kecenderungan mendapatkan nilai A (Kategori = 1) bertambah 21,399 kali lipat dibandingkan nilai B atau C (Kategori = 0).

## 2. Regresi Logistik Multinomial

Dalam regresi logistik multinomial, variabel respon memiliki lebih dari dua kategori. Variabel respons ini merupakan variabel dengan skala nominal.

Perhatikan beberapa kasus berikut:

- Seorang manajer riset sebuah sepeda motor ingin mengetahui apakah terdapat pola hubungan antara Jenis Sepeda Motor (Matic, Sport, Bebek) yang dipilih seseorang dengan faktor Konsumsi Bahan Bakar, Kecepatan Laju, dan Warna/*Striping*.
- Suatu penelitian ingin melihat Prioritas Responden dari Empat Restoran yang menjadi favorit ketika makan malam di hari libur. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah Rasa Makanan, Suasana dalam Restoran, Kecepatan Layanan, Lokasi dan Harga.

Jenis Sepeda Motor (Matic, Sport, dan Bebek) dan Prioritas Responden dari Empat Restoran merupakan contoh dari variabel respon yang memiliki lebih dari dua pilihan.

Tahapan-tahapan untuk analisis regresi logistik multinomial di dalam SPSS adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi variabel respon (Y) dan penjelas (X) apakah variabel nominal/ordinal/*scale*.
2. Lakukan analisis regresi logistik multinomial dengan SPSS. Didapatkan output.
3. Evaluasi ukuran kebaikan model berdasarkan:
  - a. Uji Kelayakan Model dengan *Goodness-of-Fit*.
  - b. Uji Serentak dengan *Model Fitting Information*.

- c. Uji Individu dengan *Likelihood Ratio Tests*.
- 4. Membentuk dan menginterpretasi model peluang, model logit dan *odd ratio* yang terbentuk.

**Contoh 10.2**

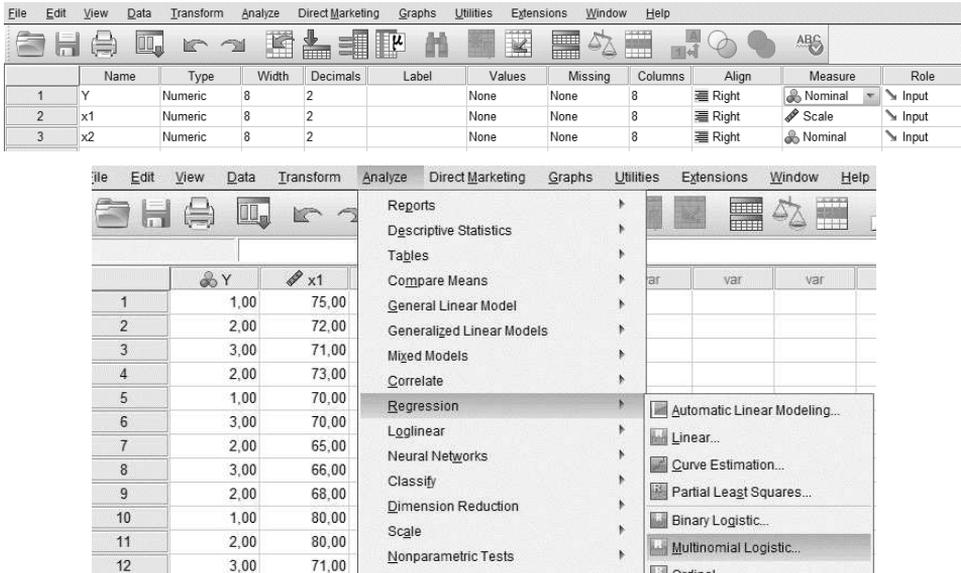
Berikut merupakan data berasal dari kuisioner sebanyak 30 responden, dengan rincian:

- i. Variabel Respon/Dependen (Y):
  - Sepatu yang dipakai, yaitu:
    - Boots (Kategori = 1), Sneakers (Kategori = 2), dan Oxford (Kategori = 3).
- ii. Variabel Penjelas/Independen:
  - i. Kualitatif:
    - Metode Pembayaran ( $X_1$ ):
      - Online* (Kategori = 1), dan *Offline* (Kategori = 2)
  - ii. Kuantitatif:
    - Harga Beli ( $X_2$ ), satuan *US Dollar*

**Tabel 10.3 Data Contoh 10.2**

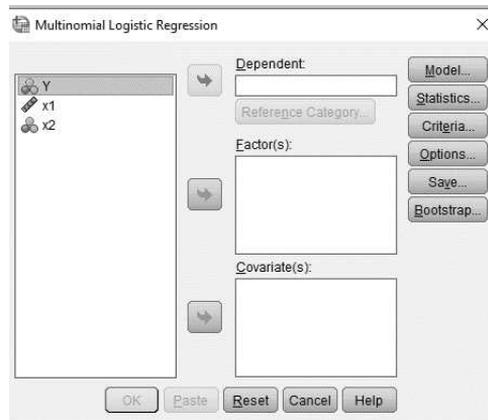
No	Jenis Sepatu	Metode Pembayaran	Harga Beli	No.	Jenis Sepatu	Metode Pembayaran	Harga Beli
1	1	1	75	16	3	2	64
2	2	2	72	17	2	1	63
3	3	2	71	18	1	1	83
4	2	1	73	19	2	2	75
5	1	1	70	20	1	1	81
6	3	2	70	21	3	1	65
7	2	2	65	22	2	2	72
8	3	1	66	23	3	2	65
9	2	2	68	24	2	1	70
10	1	1	80	25	1	1	80
11	2	2	80	26	1	1	76
12	3	2	71	27	2	2	70
13	2	1	72	28	3	2	62
14	1	1	88	29	2	2	78
15	2	2	71	30	1	2	70

Langkah pertama yang dilakukan dalam regresi logistik multinomial adalah seperti pada Gambar 10.6.



**Gambar 10.6 Tahapan Regresi Logistik Multinomial di SPSS**

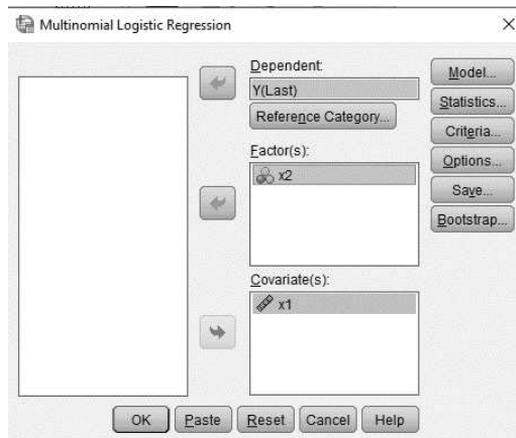
Pada “Variabel View”, pada kolom *measure* untuk data kuantitatif ( $X_1$ ), diganti “scale”. Sedangkan data kualitatif ( $X_2$  dan  $Y$ ), diganti “Nominal”. Setelah melakukan langkah seperti pada Gambar 10.6 maka muncul jendela seperti pada Gambar 10.7.



**Gambar 10.7 Tampilan Jendela Regresi Logistik Biner di SPSS**

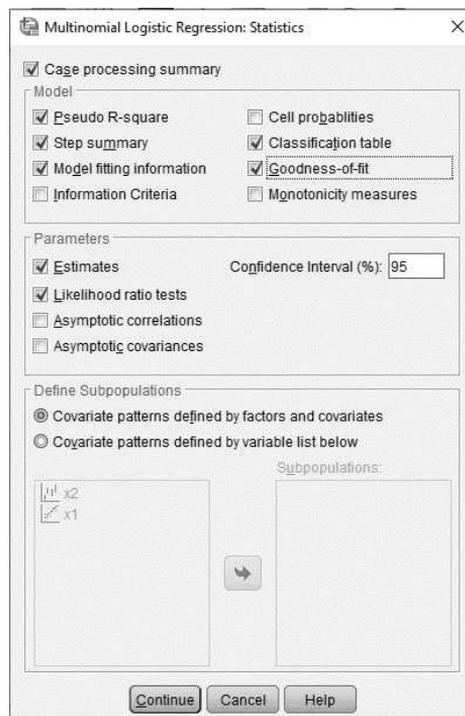
Pada Gambar 10.7 bisa dilihat tampilannya sedikit berbeda dengan tampilan regresi logistik biner. Kemudian masukkan variabel  $Y$  pada kolom *Dependent*, dan pada

kolom *Factor(s)*:, masukkan X<sub>2</sub> karena variabel kualitatif, dan pada *Covariate(s)*:, masukkan X<sub>1</sub> karena variabel kuantitatif sehingga tampilannya seperti pada Gambar 10.8.



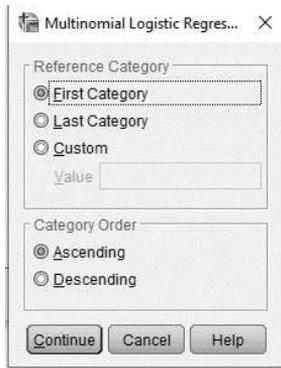
**Gambar 10.8 Tampilan Semua Variabel yang Telah Dimasukkan Pada Kolom yang Sesuai**

Setelah tampilan seperti pada Gambar 10.8, langkah selanjutnya memilih fitur *Statistics* yang tampilannya seperti pada Gambar 10.9.



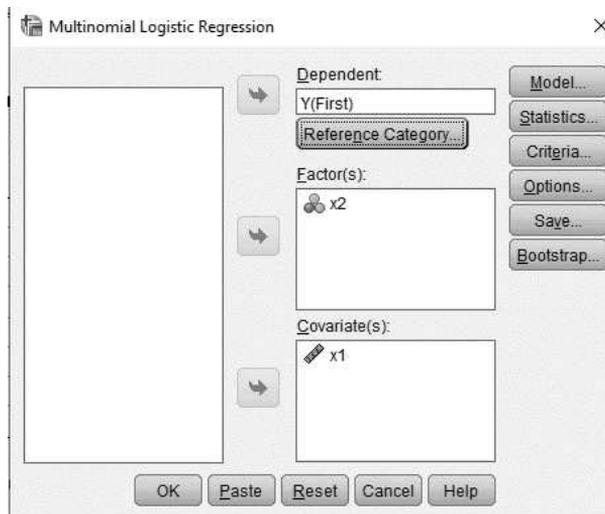
**Gambar 10.9** Tampilan Fitur *Categorical* pada Regresi Logistik Multinomial

Setelah muncul seperti pada Gambar 10.9, centang *Classification table* untuk memunculkan tabel klasifikasi dan *Goodness-of-fit* untuk menampilkan hasil pengujian Kelayakan Model. Jika ingin perubahan tadi disimpan, pilih *Continue*.



**Gambar 10.10** Tampilan Fitur *Reference Category* pada Regresi Logistik Multinomial

Sebelum menyelesaikan semua tahapan, pilih *Reference Category* untuk menentukan kategori referensi. Dalam hal ini, dipilih kategori pertama sebagai kategori referensinya sehingga pilih *First Category* yang tampilannya seperti pada Gambar 10.10. Jika ingin perubahan tadi disimpan, pilih *Continue*.



### Gambar 10.11 Tampilan Akhir pada Regresi Logistik Biner

Setelah melakukan semua tahapan sebelumnya, langkah selanjutnya maka tampilannya menjadi seperti pada Gambar 10.11 dimana bisa terlihat pada kolom Dependent berubah menjadi  $Y(First)$ . Dengan melakukan tahapan-tahapan analisis regresi logistik multinomial maka didapatkan output sebagai berikut.

**Tabel 10.4 Output SPSS Analisis Regresi Logistik Multinomial pada Contoh 10.2**

Model Fitting Information				
Model	Model Fitting	Likelihood Ratio Tests		
	Criteria	Chi-Square	df	Sig.
	-2 Log Likelihood			
Intercept Only	56,009			
Final	30,862	25,147	4	,000

Pada output ini, dilakukan Uji Serentak. Rumusan Hipotesis Uji Serentak adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Semua variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

$H_1$  : Minimal ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

Tolak  $H_0$  jika  $Sig. < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa  $Sig. = 0,000$  yang berarti kurang dari  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat diambil keputusan minimal ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen.

Goodness-of-Fit			
	Chi-Square	df	Sig.
Pearson	26,151	38	,927
Deviance	23,459	38	,969

Pada output ini, dilakukan Uji Kelayakan Model. Rumusan Hipotesis Kelayakan Model adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Model telah cukup menjelaskan data.

$H_1$  : Model tidak cukup menjelaskan data.

Tolak  $H_0$  jika  $\text{Sig.} < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa  $\text{Sig.}_{\text{Pearson}} = 0,927$  dan  $\text{Sig.}_{\text{Deviance}} = 0,969$  yang berarti lebih dari  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat diambil keputusan model telah cukup menjelaskan data.

### Likelihood Ratio Tests

Model Fitting		Likelihood Ratio Tests		
Criteria				
-2 Log Likelihood of				
Effect	Reduced Model	Chi-Square	df	Sig.
Intercept	30,862 <sup>a</sup>	,000	0	.
x1	45,878	15,016	2	,001
x2	37,167	6,305	2	,043

The chi-square statistic is the difference in -2 log-likelihoods between the final model and a reduced model. The reduced model is formed by omitting an effect from the final model. The null hypothesis is that all parameters of that effect are 0.

a. This reduced model is equivalent to the final model because omitting the effect does not increase the degrees of freedom.

Pada output ini, dilakukan Uji Individu/Parsial. Rumusan Hipotesisnya sebagai berikut:

$H_0 : \beta_i = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0$  dimana  $i = 1, 2, \dots, p$

Tolak  $H_0$  jika  $\text{Sig.} < \alpha$  dengan  $\alpha = 0,05$ . Berdasarkan dari output dapat dilihat bahwa masing-masing Nilai Sig. pada masing-masing variabel independen (0,001 dan 0,043) kurang dari  $\alpha$ , maka Tolak  $H_0$ . Jadi, variabel “Metode Pembelajaran” dan “Harga Beli” berpengaruh signifikan terhadap “Jenis Sepatu”.

### Classification

Observed	Predicted			Percent Correct
	1,00	2,00	3,00	
1,00	7	2	0	77,8%
2,00	2	8	3	61,5%
3,00	0	4	4	50,0%
Overall Percentage	30,0%	46,7%	23,3%	63,3%

Pada output ini, setelah dilakukan pemodelan, dapat dilihat bahwa ketepatan klasifikasi 63,3%, artinya “Secara keseluruhan, 63,3% data dapat diprediksi secara tepat oleh model ini”

Parameter Estimates								
γ <sup>a</sup>	B	Std. Error	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp (B)	
							Lower Bound	Upper Bound
2,00	Intercept	20,356	10,127	4,041	1	,044		
	x1	-,246	,133	3,393	1	,065	,782	1,016
	[x2=1,00]	-2,737	1,357	4,066	1	,044	,065	,926
	[x2=2,00]	0 <sup>b</sup>	.	.	0	.	.	.
3,00	Intercept	42,027	14,627	8,256	1	,004		
	x1	-,564	,203	7,757	1	,005	,569	,846
	[x2=1,00]	-3,495	1,740	4,036	1	,045	,030	,918
	[x2=2,00]	0 <sup>b</sup>	.	.	0	.	.	.

a. The reference category is: 1,00.

b. This parameter is set to zero because it is redundant.

Dari output ini dibentuk model peluang seperti berikut. Dikarenakan kategori referensinya adalah kategori pertama, maka Model Peluang Sepatu Boots adalah sebagai berikut:

$$\hat{\pi}_1 = \frac{1}{1 + \exp(20,356 - 0,246x_1 - 2,737x_2) + \exp(42,027 - 0,564x_1 - 3,495x_2)}$$

Kemudian, Model Peluang Sepatu Sneakers adalah sebagai berikut.

$$\hat{\pi}_2 = \frac{\exp(20,356 - 0,246x_1 - 2,737x_2)}{1 + \exp(20,356 - 0,246x_1 - 2,737x_2) + \exp(42,027 - 0,564x_1 - 3,495x_2)}$$

Kemudian, Model Peluang Sepatu Oxford adalah sebagai berikut.

$$\hat{\pi}_3 = \frac{\exp(42,027 - 0,564x_1 - 3,495x_2)}{1 + \exp(20,356 - 0,246x_1 - 2,737x_2) + \exp(42,027 - 0,564x_1 - 3,495x_2)}$$

Kemudian, dari output ini juga bisa dibentuk model logit seperti berikut.

$$\ln\left(\frac{\hat{\pi}_2}{\hat{\pi}_1}\right) = 20,356 - 0,246x_1 - 2,737x_2$$

$$\ln\left(\frac{\hat{\pi}_2}{\hat{\pi}_1}\right) = 42,027 - 0,564x_1 - 3,495x_2$$

Kemudian, dari output ini terdapat nilai *Odd Ratio* terdapat yang bisa dilihat pada pada kolom *Exp (B)*. Untuk Interpretasi *Odd Ratio* adalah yang signifikan saja (Nilai Sig.<0,05) adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Metode Pembayaran *Online* (Kategori = 1 pada  $X_2$ ) memiliki kecenderungan untuk membeli sepatu Boots (Kategori = 1) sebesar 0,065 kali lipat dibandingkan membeli sepatu Sneakers (Kategori = 2).
2. Jika Harga Beli ( $X_2$ ) bertambah 1 *US Dollar*, maka kecenderungan membeli sepatu Oxford (Kategori = 3) bertambah 0,569 kali lipat dibandingkan membeli sepatu Boots (Kategori = 1).
3. Penggunaan Metode Pembayaran *Online* (Kategori = 1 pada  $X_2$ ) memiliki kecenderungan untuk membeli sepatu Boots (Kategori = 1) sebesar 0,569 kali lipat dibandingkan membeli sepatu Oxford (Kategori = 3).
4. Penggunaan Metode Pembayaran *Offline* (Kategori = 2 pada  $X_2$ ) memiliki kecenderungan untuk membeli sepatu Boots (Kategori = 1) sebesar 0,030 kali lipat dibandingkan membeli sepatu Oxford (Kategori = 3).

## B. RANGKUMAN

1. Dalam regresi logistik biner, variabel respon hanya memiliki dua kategori (biasa disebut dikotomis). Variabel respons ini merupakan variabel dengan skala nominal.
2. Dalam regresi logistik biner, variabel respon hanya memiliki lebih dari dua kategori. Variabel respons ini juga merupakan variabel dengan skala nominal.
3. Evaluasi ukuran kebaikan model untuk regresi logistik berdasarkan Uji Kelayakan Model, Uji Serentak, dan Uji Individu.
4. Ketepatan klasifikasi pada setiap kategori pada Y bisa ditentukan dengan menggunakan analisis regresi logistik.
5. Dari analisis regresi logistik dapat diperoleh model peluang, model logit dan *odd ratio*.

## C. LATIHAN

### I. Pilihlah jawaban yang paling benar

1. Regresi logistik digunakan karena ...
  - a. Variabel independen bersifat kualitatif
  - b. Variabel dependen bersifat kualitatif
  - c. Variabel error bersifat kualitatif
  - d. Variabel independen bersifat kuantitatif
2. Variabel independen pada model regresi logistik boleh bersifat sebagai berikut, kecuali ...
  - a. Kualitatif semua
  - b. Kuantitatif semua
  - c. Kualitatif dan Kuantitatif
  - d. Bernilai sama semua
3. Minimal banyaknya kategori variabel dependen pada regresi logistik biner adalah ...
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
4. Minimal banyaknya kategori variabel dependen pada regresi logistik multinomial adalah ...
  - a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
5. Uji kelayakan model pada regresi logistik biner menggunakan ...
  - a. *Goodness of fit*
  - b. *Omnibus test of model coefficients*
  - c. *Hosmer and Lemeshow test*
  - d. *Model fitting information*
6. Uji kelayakan model pada regresi logistik multinomial menggunakan ...
  - a. *Goodness of fit*

- b. *Omnibus test of model coefficients*
  - c. *Hosmer and lemeshow test*
  - d. *Model fitting information*
7. Uji serentak pada regresi logistik biner menggunakan ...
- a. *Goodness of fit*
  - b. *Omnibus test of model coefficients*
  - c. *Hosmer and lemeshow test*
  - d. *Model fitting information*
8. Uji serentak model pada regresi logistik multinomial menggunakan ...
- a. *Goodness of fit*
  - b. *Omnibus test of model coefficients*
  - c. *Hosmer and lemeshow test*
  - d. *Model fitting information*
9. Uji individu pada regresi logistik biner menggunakan ...
- a. *Goodness of fit*
  - b. *Likelihood ratio test*
  - c. *Hosmer and lemeshow test*
  - d. *Block 1 di Variables in the Equation*
10. Uji individu pada regresi logistik multinomial menggunakan ...
- a. *Goodness of fit*
  - b. *Likelihood ratio test*
  - c. *Hosmer and lemeshow test*
  - d. *Block 1 di Variables in the Equation*

II. Jawablah pertanyaan di bawah ini

1. Apa yang dimaksud dengan regresi logistik, serta jelaskan kenapa menggunakan regresi logistik?
2. Apa perbedaan dari regresi logistik biner dan multinomial?
3. Sebutkan dan jelaskan tahapan-tahapan dalam regresi logistik biner?
4. Sebutkan dan jelaskan tahapan-tahapan dalam regresi logistik multinomial?
5. Bagaimana interpretasi hasil analisis regresi logistik dengan *odd ratio*?

### III. Tugas

1. Lakukan analisis regresi logistik biner dengan data bisa didownload di link berikut:

<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/bank+marketing>

atau, link bisa di scan di *barcode* berikut:



dengan Variabel *Age* ( $X_1$ ), *Marital* ( $X_2$ ), *Education* ( $X_3$ ) dan *Balance* ( $X_4$ ) sebagai variabel dependennya.

- a. Evaluasi ukuran kebaikan model berdasarkan uji kelayakan model, uji serentak dan uji individu!
  - b. Apakah ketetapan klasifikasi cukup baik dari hasil regresi logistik biner dari data tersebut?
  - c. Bentuklah model peluang dan model logit dari regresi logistik biner dari data tersebut!
  - d. Interpretasikan odd ratio dari hasil regresi logistik biner tersebut!
2. Lakukan analisis regresi logistik multinomial dengan data bisa didownload di link berikut:

<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/clickstream+data+for+online+shopping>

atau, link bisa di scan di *barcode* berikut:



dengan Variabel *Model* ( $X_1$ ), *Price* ( $X_2$ ), *Price 2* ( $X_3$ ) dan *Page* ( $X_4$ ) sebagai variabel dependennya.

- a. Evaluasi ukuran kebaikan model berdasarkan uji kelayakan model, uji serentak dan uji individu!
- b. Apakah ketetapan klasifikasi cukup baik dari hasil regresi logistik multinomial dari data tersebut?
- c. Bentuklah model peluang dan model logit dari regresi logistik multinomial dari data tersebut!
- d. Interpretasikan *odd ratio* dari hasil regresi logistik multinomial tersebut!

#### **D. RUJUKAN**

Setiawan, Dwi Endah Kusriani. *Ekonometrika*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.

Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.

Yamin, Sofyan. *SPSS Complete: Teknik Analisis Terlengkap Dengan Software SPSS*. Edisi ke-2. Jakarta: Salemba Infotek, 2014.

#### **E. BACAAN YANG DIANJURKAN**

Cramer, J. S., and G. Ridder. "The Logit Model in Economics." *Statistica Neerlandica* 42, no. 4 (1988): 297–314. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.1988.tb01241.x>.



## DAFTAR PUSTAKA

- Damodar N. Gujarati, Dawn C. Porter. *Basic Econometrics*. 5th Editio. New York: McGraw-Hill, 2009.
- Ghozali, Imam. *Ekonometrika*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2014.
- Hayes, Andrew F. *Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis*. 2nd Editio. New York: The Guilford Press, 2018.
- MacKinnon, David P., Chondra M. Lockwood, Jeanne M. Hoffman, Stephen G. West, dan Virgil Sheets. "A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects." *Psychological Methods* 7, no. 1 (2002): 83–104. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.1.83>.
- Ross, SM. *Introduction to probability and statistics for engineers and scientists*. 6th Editio. San Diego: Academic Press, 2020.
- Setiawan, Dwi Endah Kusriani. *Ekonometrika*. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- Sobel, Michael E. "Asymptotic Confidence Intervals for Indirect Effects in Structural Equation Models." *Sociological Methodology* 13, no. 1982 (1982): 290. <https://doi.org/10.2307/270723>.
- Yamin, Sofyan. *SPSS Complete: Teknik Analisis Terlengkap dengan Software SPSS*. Edisi ke-2. Jakarta: Salemba Infotek, 2014.



## GLOSARI

**Ekonometrika** adalah ilmu sosial yang merupakan integrasi dari teori ekonomi, matematika dan statistika yang bertujuan untuk menguji kebenaran teorema-teorema ekonomi yang berupa hubungan antarvariabel ekonomi secara kuantitatif dengan menggunakan data empiris.

**Variabel Independen** adalah variabel yang mempengaruhi nilai dari variabel dependen, yang diberi simbol X

**Variabel Dependen** adalah variabel yang dipengaruhi oleh nilai dari variabel independen, yang diberi simbol Y

**Korelasi** adalah ukuran tingkat keeratan hubungan diantara variabel-variabel, baik antara variabel respon dengan variabel independen maupun sesama variabel independen

**Analisis Regresi** adalah analisis yang digunakan untuk memodelkan hubungan matematis antara variabel respon dengan satu atau lebih variabel independen

**Data Metrik** adalah data interval atau rasio, yaitu jenis data yang merupakan data numerik

**Ordinary Least Square (OLS)** adalah metode estimasi yang menggunakan  $n$  pasangan  $(X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{pi}, Y_i)$  melalui metode kuadrat terkecil dengan meminimumkan jumlah kuadrat simpangan  $(\sum \varepsilon_i^2)$

**Uji Serentak**, yang disebut juga Uji F, adalah pengujian yang digunakan untuk menguji apakah secara bersama-sama mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap model.

**Uji Individu**, yang disebut juga Uji T, adalah pengujian yang digunakan untuk menguji apakah nilai koefisien regresi mempunyai pengaruh yang signifikan. Hipotesis dari pengujian secara individu

**Koefisien Determinasi ( $R^2$ )** adalah suatu ukuran untuk melihat sampai sejauh mana ketepatan atau kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi.

**Multikolinearitas** yaitu suatu kondisi dimana terjadinya korelasi linear yang tinggi diantara variabel-variabel independen  $(X_1, X_2, \dots, X_p)$  dalam analisis regresi

**Homoskedastisitas** adalah suatu kondisi dimana varians dari error bersifat konstan (tetap) atau disebut juga identik.

**Heteroskedastisitas** adalah suatu kondisi varians error (atau Y) tidak identik atau bervariasi

**Autokorelasi** adalah suatu kondisi ketika terjadi keterkaitan antara pengamatan yang satu dengan yang lain

**Distribusi Normal** adalah suatu *Probability Density Function* (PDF) berjenis kontinu yang menggunakan parameter  $\mu$  dan  $\sigma^2$

**Variabel Dummy** adalah variabel yang bernilai 0 dan 1 yang berfungsi sebagai variabel pengganti dari variabel yang bersifat data kualitatif (nominal atau ordinal)

**Variabel Moderator** adalah variabel independen yang memperkuat atau memperlemah hubungan antara variabel independen lainnya terhadap variabel dependen.

**Variabel Intervening** merupakan variabel penyela antara variabel independen dengan variabel dependen, sehingga variabel independen tidak langsung mempengaruhi berubahnya atau timbulnya variabel dependen.

**Regresi Logistik Biner** merupakan regresi yang mengestimasi adalah nilai probabilitas kategori dari variabel respon yang memiliki dua kategori (biasa disebut dikotomis) yang bersifat nominal

**Regresi Logistik Multinomial** merupakan regresi yang mengestimasi adalah nilai probabilitas kategori dari variabel respon yang memiliki lebih dari dua kategori yang bersifat nominal

## INDEKS

### A

Analisis Regresi, 2, 4, 15, 86,  
106, 113, 121  
Autokorelasi, 55, 56, 57, 62, 65,  
122

### D

Data Metrik, 121  
Distribusi Normal, 122, 124

### E

Ekonometrika, 2, 6, 7, 9, 10, 11,  
12, 13, 23, 25, 36, 53, 61, 62,  
66, 69, 74, 75, 83, 86, 91, 93,  
99, 101, 118, 120, 121

### H

Heteroskedastisitas, 40, 41, 121

Homoskedastisitas, 38, 39, 52,  
121

### K

Koefisien Determinasi ( $R^2$ ), 2,  
19, 121  
Korelasi, 2, 15, 16, 46, 47, 52,  
121

### M

Multikolinearitas, 24, 25, 34,  
121

### O

Ordinary Least Square (OLS),  
16, 19, 121

### R

Regresi Logistik Biner, 103,  
104, 105, 106, 111, 113, 122

Regresi Logistik Multinomial,  
5, 108, 110, 112, 113, 122

### U

Uji Individu, 2, 18, 86, 101,  
107, 109, 115, 117, 121  
Uji Serentak, 2, 17, 86, 101,  
106, 109, 114, 117, 121

### V

Variabel Dependen, 82, 121  
Variabel Dummy, 4, 75, 78, 79,  
122  
Variabel Independen, 82, 121  
Variabel Intervening, 5, 93, 122  
Variabel Moderator, 4, 85, 86,  
122

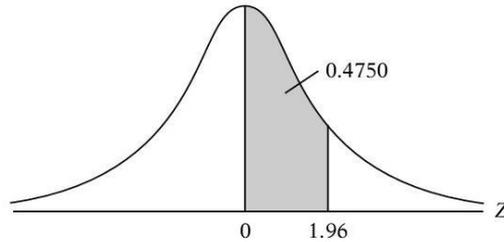


Tabel Distribusi Normal Standar

Example

$$\Pr(0 \leq Z \leq 1.96) = 0.4750$$

$$\Pr(Z \geq 1.96) = 0.5 - 0.4750 = 0.025$$



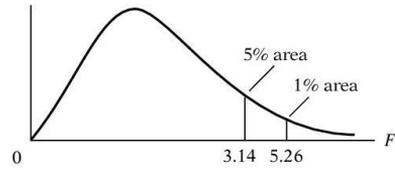
Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4454	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Note: This table gives the area in the right-hand tail of the distribution (i.e.,  $Z \geq 0$ ). But since the normal distribution is symmetrical about  $Z = 0$ , the area in the left-hand tail is the same as the area in the corresponding right-hand tail. For example,  $P(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$ . Therefore,  $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$ .

## Tabel Distribusi F

**Example**

$\Pr(F > 1.59) = 0.25$   
 $\Pr(F > 2.42) = 0.10$  for df  $N_1 = 10$   
 $\Pr(F > 3.14) = 0.05$  and  $N_2 = 9$   
 $\Pr(F > 5.26) = 0.01$



df for denominator $N_2$	df for numerator $N_1$												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	.25	5.83	7.50	8.20	8.58	8.82	8.98	9.10	9.19	9.26	9.32	9.36	9.41
	.10	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9	60.2	60.5	60.7
	.05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	.25	2.57	3.00	3.15	3.23	3.28	3.31	3.34	3.35	3.37	3.38	3.39	3.39
	.10	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.40	9.41
	.05	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
3	.01	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4
	.25	2.02	2.28	2.36	2.39	2.41	2.42	2.43	2.44	2.44	2.44	2.45	2.45
	.10	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.22
4	.05	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74
	.01	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	27.1	27.1
	.25	1.81	2.00	2.05	2.06	2.07	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08
5	.10	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.91	3.90
	.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91
	.01	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4
6	.25	1.69	1.85	1.88	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
	.10	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.28	3.27
	.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.71	4.68
7	.01	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	9.96	9.89
	.25	1.62	1.76	1.78	1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.77	1.77	1.77	1.77
	.10	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.92	2.90
8	.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00
	.01	13.7	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72
	.25	1.57	1.70	1.72	1.72	1.71	1.71	1.70	1.70	1.69	1.69	1.69	1.68
9	.10	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.68	2.67
	.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57
	.01	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47
10	.25	1.54	1.66	1.67	1.66	1.66	1.65	1.64	1.64	1.63	1.63	1.63	1.62
	.10	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.52	2.50
	.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28
11	.01	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67
	.25	1.51	1.62	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.58
	.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.40	2.38
12	.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07
	.01	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table 18, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	
9.49	9.58	9.63	9.67	9.71	9.74	9.76	9.78	9.80	9.82	9.84	9.85	.25	
61.2	61.7	62.0	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1	63.2	63.3	63.3	.10	1
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254	.05	
3.41	3.43	3.43	3.44	3.45	3.45	3.46	3.47	3.47	3.48	3.48	3.48	.25	
9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.47	9.48	9.48	9.49	9.49	9.49	.10	2
19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	.05	
99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	.01	
2.46	2.46	2.46	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	.25	
5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.15	5.14	5.14	5.14	5.14	5.13	.10	3
8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.57	8.55	8.55	8.54	8.53	8.53	.05	
26.9	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	.01	
2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	.25	
3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.79	3.78	3.78	3.77	3.76	3.76	.10	4
5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.69	5.66	5.66	5.65	5.64	5.63	.05	
14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5	.01	
1.89	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	.25	
3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.14	3.13	3.12	3.12	3.11	3.10	.10	5
4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.43	4.41	4.40	4.39	4.37	4.36	.05	
9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.20	9.13	9.11	9.08	9.04	9.02	.01	
1.76	1.76	1.75	1.75	1.75	1.75	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	.25	
2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.77	2.76	2.75	2.74	2.73	2.73	2.72	.10	6
3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.74	3.71	3.70	3.69	3.68	3.67	.05	
7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.06	6.99	6.97	6.93	6.90	6.88	.01	
1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	.25	
2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.48	2.47	.10	7
3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.30	3.27	3.27	3.25	3.24	3.23	.05	
6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.82	5.75	5.74	5.70	5.67	5.65	.01	
1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	.25	
2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34	2.32	2.32	2.31	2.30	2.29	.10	8
3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	3.01	2.97	2.97	2.95	2.94	2.93	.05	
5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.03	4.96	4.95	4.91	4.88	4.86	.01	
1.57	1.56	1.56	1.55	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	.25	
2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.22	2.21	2.19	2.18	2.17	2.17	2.16	.10	9
3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.79	2.76	2.75	2.73	2.72	2.71	.05	
4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.48	4.42	4.40	4.36	4.33	4.31	.01	

(Continued)

df for denominator $N_2$	df for numerator $N_1$												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	.25	1.49	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.55	1.54
	.10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.30	2.28
	.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91
	.01	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71
11	.25	1.47	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.52	1.51
	.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21
	.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79
	.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40
12	.25	1.46	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49
	.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.17	2.15
	.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69
	.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16
13	.25	1.45	1.55	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47
	.10	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.12	2.10
	.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60
	.01	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96
14	.25	1.44	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45
	.10	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.08	2.05
	.05	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53
	.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80
15	.25	1.43	1.52	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45	1.44	1.44
	.10	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02
	.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48
	.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67
16	.25	1.42	1.51	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.44	1.44	1.43
	.10	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.01	1.99
	.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42
	.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55
17	.25	1.42	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.43	1.42	1.41
	.10	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.98	1.96
	.05	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38
	.01	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46
18	.25	1.41	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40
	.10	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.96	1.93
	.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34
	.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37
19	.25	1.41	1.49	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40
	.10	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.94	1.91
	.05	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31
	.01	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30
20	.25	1.40	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39
	.10	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.92	1.89
	.05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28
	.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	
1.53	1.52	1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49	1.49	1.49	1.48	1.48	.25	10
2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.12	2.11	2.09	2.08	2.07	2.06	2.06	.10	
2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.62	2.59	2.58	2.56	2.55	2.54	.05	
4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.08	4.01	4.00	3.96	3.93	3.91	.01	11
1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47	1.47	1.46	1.46	1.46	1.45	1.45	.25	
2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.03	2.00	2.00	1.99	1.98	1.97	.10	
2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.49	2.46	2.45	2.43	2.42	2.40	.05	
4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.81	3.78	3.71	3.69	3.66	3.62	3.60	.01	12
1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44	1.44	1.43	1.43	1.43	1.42	1.42	.25	
2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.97	1.96	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	.10	
2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.40	2.38	2.35	2.34	2.32	2.31	2.30	.05	
4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.57	3.54	3.47	3.45	3.41	3.38	3.36	.01	13
1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.40	.25	
2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.90	1.88	1.88	1.86	1.85	1.85	.10	
2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.31	2.30	2.26	2.25	2.23	2.22	2.21	.05	
3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.38	3.34	3.27	3.25	3.22	3.19	3.17	.01	14
1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.39	1.39	1.39	1.38	1.38	.25	
2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.87	1.86	1.83	1.83	1.82	1.80	1.80	.10	
2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.22	2.19	2.18	2.16	2.14	2.13	.05	
3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.22	3.18	3.11	3.09	3.06	3.03	3.00	.01	15
1.43	1.41	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	.25	
1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.83	1.82	1.79	1.79	1.77	1.76	1.76	.10	
2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.18	2.16	2.12	2.11	2.10	2.08	2.07	.05	
3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.08	3.05	2.98	2.96	2.92	2.89	2.87	.01	16
1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	1.35	1.35	1.34	1.34	.25	
1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.74	1.73	1.72	.10	
2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.12	2.11	2.07	2.06	2.04	2.02	2.01	.05	
3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.97	2.93	2.86	2.84	2.81	2.78	2.75	.01	17
1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34	1.34	1.34	1.33	1.33	.25	
1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.75	1.73	1.72	1.71	1.69	1.69	.10	
2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.08	2.06	2.02	2.01	1.99	1.97	1.96	.05	
3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.87	2.83	2.76	2.75	2.71	2.68	2.65	.01	18
1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.32	.25	
1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.74	1.72	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	.10	
2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.04	2.02	1.98	1.97	1.95	1.93	1.92	.05	
3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.78	2.75	2.68	2.66	2.62	2.59	2.57	.01	19
1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.31	1.31	1.30	.25	
1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.71	1.70	1.67	1.67	1.65	1.64	1.63	.10	
2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.94	1.93	1.91	1.89	1.88	.05	
3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.71	2.67	2.60	2.58	2.55	2.51	2.49	.01	20
1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.29	.25	
1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.69	1.68	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	.10	
2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.95	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84	.05	
3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.61	2.54	2.52	2.48	2.44	2.42	.01	

(Continued)

df for denominator $N_2$	df for numerator $N_1$												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	.25	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.37
	.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
	.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12
24	.25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.37	1.36
	.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18
	.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03
26	.25	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.35
	.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.84	1.81
	.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15
	.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96
28	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
	.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
	.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12
	.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90
30	.25	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
	.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09
	.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84
40	.25	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31
	.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.73	1.71
	.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00
	.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66
60	.25	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29
	.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66
	.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92
	.01	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.63	2.56	2.50
120	.25	1.34	1.40	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26
	.10	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.62	1.60
	.05	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83
	.01	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.47	2.40	2.34
200	.25	1.33	1.39	1.38	1.36	1.34	1.32	1.31	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25
	.10	2.73	2.33	2.11	1.97	1.88	1.80	1.75	1.70	1.66	1.63	1.60	1.57
	.05	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80
	.01	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.73	2.60	2.50	2.41	2.34	2.27
$\infty$	.25	1.32	1.39	1.37	1.35	1.33	1.31	1.29	1.28	1.27	1.25	1.24	1.24
	.10	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.57	1.55
	.05	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75
	.01	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.32	2.25	2.18

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	
1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28	.25	22
1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.64	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	.10	
2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.89	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	.05	
2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.50	2.42	2.40	2.36	2.33	2.31	.01	
1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	.25	24
1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.61	1.58	1.57	1.56	1.54	1.53	.10	
2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.84	1.80	1.79	1.77	1.75	1.73	.05	
2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.40	2.33	2.31	2.27	2.24	2.21	.01	
1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.28	1.26	1.26	1.26	1.25	1.25	.25	26
1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.59	1.58	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50	.10	
2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.80	1.76	1.75	1.73	1.71	1.69	.05	
2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.33	2.25	2.23	2.19	2.16	2.13	.01	
1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24	.25	28
1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.57	1.56	1.53	1.52	1.50	1.49	1.48	.10	
2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.77	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	.05	
2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.26	2.19	2.17	2.13	2.09	2.06	.01	
1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.26	1.25	1.24	1.24	1.23	1.23	.25	30
1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.55	1.54	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	.10	
2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.70	1.68	1.66	1.64	1.62	.05	
2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.21	2.13	2.11	2.07	2.03	2.01	.01	
1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.21	1.20	1.19	1.19	.25	40
1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.47	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	.10	
1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.64	1.59	1.58	1.55	1.53	1.51	.05	
2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.06	2.02	1.94	1.92	1.87	1.83	1.80	.01	
1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	.25	60
1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.41	1.40	1.36	1.35	1.33	1.31	1.29	.10	
1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.53	1.48	1.47	1.44	1.41	1.39	.05	
2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.88	1.84	1.75	1.73	1.68	1.63	1.60	.01	
1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.17	1.16	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	.25	120
1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.34	1.32	1.27	1.26	1.24	1.21	1.19	.10	
1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.46	1.43	1.37	1.35	1.32	1.28	1.25	.05	
2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.70	1.66	1.56	1.53	1.48	1.42	1.38	.01	
1.23	1.21	1.20	1.18	1.16	1.14	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.06	.25	200
1.52	1.46	1.42	1.38	1.34	1.31	1.28	1.24	1.22	1.20	1.17	1.14	.10	
1.72	1.62	1.57	1.52	1.46	1.41	1.39	1.32	1.29	1.26	1.22	1.19	.05	
2.13	1.97	1.89	1.79	1.69	1.63	1.58	1.48	1.44	1.39	1.33	1.28	.01	
1.22	1.19	1.18	1.16	1.14	1.13	1.12	1.09	1.08	1.07	1.04	1.00	.25	$\infty$
1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.26	1.24	1.18	1.17	1.13	1.08	1.00	.10	
1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.35	1.32	1.24	1.22	1.17	1.11	1.00	.05	
2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.52	1.47	1.36	1.32	1.25	1.15	1.00	.01	

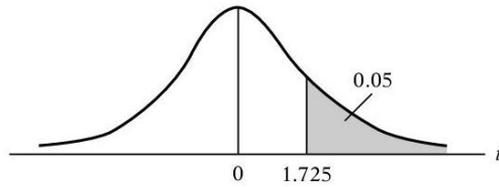
## Tabel Distribusi T

### Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for } df = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$



df \ Pr	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.05	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

*Note:* The smaller probability shown at the head of each column is the area in one tail; the larger probability is the area in both tails.

*Source:* From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

## Tabel Durbin Watson

DURBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.05 LEVEL OF SIGNIFICANCE

$n$	$k' = 1$		$k' = 2$		$k' = 3$		$k' = 4$		$k' = 5$		$k' = 6$		$k' = 7$		$k' = 8$		$k' = 9$		$k' = 10$	
	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$
6	0.610	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.356	0.467	1.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.368	2.287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	2.588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.658	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.316	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692	0.230	2.985	0.147	3.266	—	—	—	—
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.296	0.389	2.572	0.286	2.848	0.200	3.111	0.127	3.360	—	—
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	0.155	3.304
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.198	3.184
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.461	0.407	2.667	0.321	2.873	0.244	3.073
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.549	2.396	0.456	2.589	0.369	2.783	0.290	2.974
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	0.336	2.885
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.460	0.461	2.633	0.380	2.806
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	2.734
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	2.670
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035	0.751	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	2.613
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012	0.784	2.144	0.702	2.280	0.621	2.419	0.544	2.560
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.246	0.657	2.379	0.581	2.513
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.216	0.691	2.342	0.616	2.470
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.958	0.874	2.071	0.798	2.188	0.723	2.309	0.650	2.431
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.826	2.164	0.753	2.278	0.682	2.396
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	2.363
31	1.363	1.496	1.297	1.570	1.229	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920	0.950	2.018	0.879	2.120	0.810	2.226	0.741	2.333
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.203	0.769	2.306
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.795	2.281
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.808	1.080	1.891	1.015	1.979	0.950	2.069	0.885	2.162	0.821	2.257
35	1.402	1.519	1.343	1.584	1.283	1.653	1.222	1.726	1.160	1.803	1.097	1.884	1.034	1.967	0.971	2.054	0.908	2.144	0.845	2.236
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.236	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877	1.053	1.957	0.991	2.041	0.930	2.127	0.868	2.216
37	1.419	1.530	1.364	1.590	1.307	1.655	1.249	1.723	1.190	1.795	1.131	1.870	1.071	1.948	1.011	2.029	0.951	2.112	0.891	2.198
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.029	2.017	0.970	2.098	0.912	2.180
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.658	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.085	0.932	2.164
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.008	2.072	0.952	2.149
45	1.475	1.566	1.430	1.615	1.383	1.666	1.336	1.720	1.287	1.776	1.238	1.835	1.189	1.895	1.139	1.958	1.089	2.022	1.038	2.088
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.986	1.110	2.044
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	2.010
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.939	1.222	1.984
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	1.964
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802	1.401	1.837	1.369	1.873	1.337	1.910	1.305	1.948
75	1.598	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.515	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801	1.428	1.834	1.399	1.867	1.369	1.901	1.339	1.935
80	1.611	1.662	1.586	1.688	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.801	1.453	1.831	1.425	1.861	1.397	1.893	1.369	1.925
85	1.624	1.671	1.600	1.696	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801	1.474	1.829	1.448	1.857	1.422	1.886	1.396	1.916
90	1.635	1.679	1.612	1.703	1.589	1.726	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.801	1.494	1.827	1.469	1.854	1.445	1.881	1.420	1.909
95	1.645	1.687	1.623	1.709	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.535	1.802	1.512	1.827	1.489	1.852	1.465	1.877	1.442	1.903
100	1.654	1.694	1.634	1.715	1.613	1.736	1.592	1.758	1.571	1.780	1.550	1.803	1.528	1.826	1.506	1.850	1.484	1.874	1.462	1.898
150	1.720	1.746	1.706	1.760	1.693	1.774	1.679	1.788	1.665	1.802	1.651	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.608	1.862	1.594	1.877
200	1.758	1.778	1.748	1.789	1.738	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.686	1.852	1.675	1.863	1.665	1.874

n	k' = 11		k' = 12		k' = 13		k' = 14		k' = 15		k' = 16		k' = 17		k' = 18		k' = 19		k' = 20	
	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d <sub>L</sub>	d <sub>U</sub>
16	0.098	3.503	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.138	3.378	0.087	3.557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.177	3.265	0.123	3.441	0.078	3.603	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.220	3.159	0.160	3.335	0.111	3.496	0.070	3.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.263	3.063	0.200	3.234	0.145	3.395	0.100	3.542	0.063	3.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.307	2.976	0.240	3.141	0.182	3.300	0.132	3.448	0.091	3.583	0.058	3.705	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.349	2.897	0.281	3.057	0.220	3.211	0.166	3.358	0.120	3.495	0.083	3.619	0.052	3.731	—	—	—	—	—	—
23	0.391	2.826	0.322	2.979	0.259	3.128	0.202	3.272	0.153	3.409	0.110	3.535	0.076	3.650	0.048	3.753	—	—	—	—
24	0.431	2.761	0.362	2.908	0.297	3.053	0.239	3.193	0.186	3.327	0.141	3.454	0.101	3.572	0.070	3.678	0.044	3.773	—	—
25	0.470	2.702	0.400	2.844	0.335	2.983	0.275	3.119	0.221	3.251	0.172	3.376	0.130	3.494	0.094	3.604	0.065	3.702	0.041	3.790
26	0.508	2.649	0.438	2.784	0.373	2.919	0.312	3.051	0.256	3.179	0.205	3.303	0.160	3.420	0.120	3.531	0.087	3.632	0.060	3.724
27	0.544	2.600	0.475	2.730	0.409	2.859	0.348	2.987	0.291	3.112	0.238	3.233	0.191	3.349	0.149	3.460	0.112	3.563	0.081	3.658
28	0.578	2.555	0.510	2.680	0.445	2.805	0.383	2.928	0.325	3.050	0.271	3.168	0.222	3.283	0.178	3.392	0.138	3.495	0.104	3.592
29	0.612	2.515	0.544	2.634	0.479	2.755	0.418	2.874	0.359	2.992	0.305	3.107	0.254	3.219	0.208	3.327	0.166	3.431	0.129	3.528
30	0.643	2.477	0.577	2.592	0.512	2.708	0.451	2.823	0.392	2.937	0.337	3.050	0.286	3.160	0.238	3.266	0.195	3.368	0.156	3.465
31	0.674	2.443	0.608	2.553	0.545	2.665	0.484	2.776	0.425	2.887	0.370	2.996	0.317	3.103	0.269	3.208	0.224	3.309	0.183	3.406
32	0.703	2.411	0.638	2.517	0.576	2.625	0.515	2.733	0.457	2.840	0.401	2.946	0.349	3.050	0.299	3.153	0.253	3.252	0.211	3.348
33	0.731	2.382	0.668	2.484	0.606	2.588	0.546	2.692	0.488	2.796	0.432	2.899	0.379	3.000	0.329	3.100	0.283	3.198	0.239	3.293
34	0.758	2.355	0.695	2.454	0.634	2.554	0.575	2.654	0.518	2.754	0.462	2.854	0.409	2.954	0.359	3.051	0.312	3.147	0.267	3.240
35	0.783	2.330	0.722	2.425	0.662	2.521	0.604	2.619	0.547	2.716	0.492	2.813	0.439	2.910	0.388	3.005	0.340	3.099	0.295	3.190
36	0.808	2.306	0.748	2.398	0.689	2.492	0.631	2.586	0.575	2.680	0.520	2.774	0.467	2.868	0.417	2.961	0.369	3.053	0.323	3.142
37	0.831	2.285	0.772	2.374	0.714	2.464	0.657	2.555	0.602	2.646	0.548	2.738	0.495	2.829	0.445	2.920	0.397	3.009	0.351	3.097
38	0.854	2.265	0.796	2.351	0.739	2.438	0.683	2.526	0.628	2.614	0.575	2.703	0.522	2.792	0.472	2.880	0.424	2.968	0.378	3.054
39	0.875	2.246	0.819	2.329	0.763	2.413	0.707	2.499	0.653	2.585	0.600	2.671	0.549	2.757	0.499	2.843	0.451	2.929	0.404	3.013
40	0.896	2.228	0.840	2.309	0.785	2.391	0.731	2.473	0.678	2.557	0.626	2.641	0.575	2.724	0.525	2.808	0.477	2.892	0.430	2.974
45	0.988	2.156	0.938	2.225	0.887	2.296	0.838	2.367	0.788	2.439	0.740	2.512	0.692	2.586	0.644	2.659	0.598	2.733	0.553	2.807
50	1.064	2.103	1.019	2.163	0.973	2.225	0.927	2.287	0.882	2.350	0.836	2.414	0.792	2.479	0.747	2.544	0.703	2.610	0.660	2.675
55	1.129	2.062	1.087	2.116	1.045	2.170	1.003	2.225	0.961	2.281	0.919	2.338	0.877	2.396	0.836	2.454	0.795	2.512	0.754	2.571
60	1.184	2.031	1.145	2.079	1.106	2.127	1.068	2.177	1.029	2.227	0.990	2.278	0.951	2.330	0.913	2.382	0.874	2.434	0.836	2.487
65	1.231	2.006	1.195	2.049	1.160	2.093	1.124	2.138	1.088	2.183	1.052	2.229	1.016	2.276	0.980	2.323	0.944	2.371	0.908	2.419
70	1.272	1.986	1.239	2.026	1.206	2.066	1.172	2.106	1.139	2.148	1.105	2.189	1.072	2.232	1.038	2.275	1.005	2.318	0.971	2.362
75	1.308	1.970	1.277	2.006	1.247	2.043	1.215	2.080	1.184	2.118	1.153	2.156	1.121	2.195	1.090	2.235	1.058	2.275	1.027	2.315
80	1.340	1.957	1.311	1.991	1.283	2.024	1.253	2.059	1.224	2.093	1.195	2.129	1.165	2.165	1.136	2.201	1.106	2.238	1.076	2.275
85	1.369	1.946	1.342	1.977	1.315	2.009	1.287	2.040	1.260	2.073	1.232	2.105	1.205	2.139	1.177	2.172	1.149	2.206	1.121	2.241
90	1.395	1.937	1.369	1.966	1.344	1.995	1.318	2.025	1.292	2.055	1.266	2.085	1.240	2.116	1.213	2.148	1.187	2.179	1.160	2.211
95	1.418	1.929	1.394	1.956	1.370	1.984	1.345	2.012	1.321	2.040	1.296	2.068	1.271	2.097	1.247	2.126	1.222	2.156	1.197	2.186
100	1.439	1.923	1.416	1.948	1.393	1.974	1.371	2.000	1.347	2.026	1.324	2.053	1.301	2.080	1.277	2.108	1.253	2.135	1.229	2.164
150	1.579	1.892	1.564	1.908	1.550	1.924	1.535	1.940	1.519	1.956	1.504	1.972	1.489	1.989	1.474	2.006	1.458	2.023	1.443	2.040
200	1.654	1.885	1.643	1.896	1.632	1.908	1.621	1.919	1.610	1.931	1.599	1.943	1.588	1.955	1.576	1.967	1.565	1.979	1.554	1.991

Source: This table is an extension of the original Durbin-Watson table and is reproduced from N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Small Samples or Many Regressors," *Econometrica*, vol. 45, November 1977, pp. 1989-96 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

**EXAMPLE**

If  $n = 40$  and  $k' = 4$ ,  $d_L = 1.285$  and  $d_U = 1.721$ . If a computed  $d$  value is less than 1.285, there is evidence of positive first-order serial correlation; if it is greater than

1.721, there is no evidence of positive first-order serial correlation; but if  $d$  lies between the lower and the upper limit, there is inconclusive evidence regarding the presence or absence of positive first-order serial correlation.

DURBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.01 LEVEL OF SIGNIFICANCE

$n$	$k' = 1$		$k' = 2$		$k' = 3$		$k' = 4$		$k' = 5$		$k' = 6$		$k' = 7$		$k' = 8$		$k' = 9$		$k' = 10$	
	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$	$d_L$	$d_U$
6	0.390	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.036	0.294	1.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.489	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.554	0.998	0.408	1.389	0.279	1.875	0.183	2.433	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.604	1.001	0.466	1.333	0.340	1.733	0.230	2.193	0.150	2.690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.653	1.010	0.519	1.297	0.396	1.640	0.286	2.030	0.193	2.453	0.124	2.892	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.697	1.023	0.569	1.274	0.449	1.575	0.339	1.913	0.244	2.280	0.164	2.665	0.105	3.053	—	—	—	—	—	—
13	0.738	1.038	0.616	1.261	0.499	1.526	0.391	1.826	0.294	2.150	0.211	2.490	0.140	2.838	0.090	3.182	—	—	—	—
14	0.776	1.054	0.660	1.254	0.547	1.490	0.441	1.757	0.343	2.049	0.257	2.354	0.183	2.667	0.122	2.981	0.078	3.287	—	—
15	0.811	1.070	0.700	1.252	0.591	1.464	0.488	1.704	0.391	1.967	0.303	2.244	0.226	2.530	0.161	2.817	0.107	3.101	0.068	3.374
16	0.844	1.086	0.737	1.252	0.633	1.446	0.532	1.663	0.437	1.900	0.349	2.153	0.269	2.416	0.200	2.681	0.142	2.944	0.094	3.201
17	0.874	1.102	0.772	1.255	0.672	1.432	0.574	1.630	0.480	1.847	0.393	2.078	0.313	2.319	0.241	2.566	0.179	2.811	0.127	3.053
18	0.902	1.118	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.522	1.803	0.435	2.015	0.355	2.238	0.282	2.467	0.216	2.697	0.160	2.925
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.767	0.476	1.963	0.396	2.169	0.322	2.381	0.255	2.597	0.196	2.813
20	0.952	1.147	0.863	1.271	0.773	1.411	0.685	1.567	0.598	1.737	0.515	1.918	0.436	2.110	0.362	2.308	0.294	2.510	0.232	2.714
21	0.975	1.161	0.890	1.277	0.803	1.408	0.718	1.554	0.633	1.712	0.552	1.881	0.474	2.059	0.400	2.244	0.331	2.434	0.268	2.625
22	0.997	1.174	0.914	1.284	0.831	1.407	0.748	1.543	0.667	1.691	0.587	1.849	0.510	2.015	0.437	2.188	0.368	2.367	0.304	2.548
23	1.018	1.187	0.938	1.291	0.858	1.407	0.777	1.534	0.698	1.673	0.620	1.821	0.545	1.977	0.473	2.140	0.404	2.308	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.658	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.097	0.439	2.255	0.375	2.417
25	1.055	1.211	0.981	1.305	0.906	1.409	0.831	1.523	0.756	1.645	0.682	1.776	0.610	1.915	0.540	2.059	0.473	2.209	0.409	2.362
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.855	1.518	0.783	1.635	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.026	0.505	2.168	0.441	2.313
27	1.089	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.878	1.515	0.808	1.626	0.738	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.536	2.131	0.473	2.269
28	1.104	1.244	1.037	1.325	0.969	1.415	0.900	1.513	0.832	1.618	0.764	1.729	0.696	1.847	0.630	1.970	0.566	2.098	0.504	2.229
29	1.119	1.254	1.054	1.332	0.988	1.418	0.921	1.512	0.855	1.611	0.788	1.718	0.723	1.830	0.662	1.947	0.595	2.068	0.533	2.193
30	1.133	1.263	1.070	1.339	1.006	1.421	0.941	1.511	0.877	1.606	0.812	1.707	0.748	1.814	0.684	1.925	0.622	2.041	0.562	2.160
31	1.147	1.273	1.085	1.345	1.023	1.425	0.960	1.510	0.897	1.601	0.834	1.698	0.772	1.800	0.710	1.906	0.649	2.017	0.589	2.131
32	1.160	1.282	1.100	1.352	1.040	1.428	0.979	1.510	0.917	1.597	0.856	1.690	0.794	1.788	0.734	1.889	0.674	1.995	0.615	2.104
33	1.172	1.291	1.114	1.358	1.055	1.432	0.996	1.510	0.936	1.594	0.876	1.683	0.816	1.776	0.757	1.874	0.698	1.975	0.641	2.080
34	1.184	1.299	1.128	1.364	1.070	1.435	1.012	1.511	0.954	1.591	0.896	1.677	0.837	1.766	0.779	1.860	0.722	1.957	0.665	2.057
35	1.195	1.307	1.140	1.370	1.085	1.439	1.028	1.512	0.971	1.589	0.914	1.671	0.857	1.757	0.800	1.847	0.744	1.940	0.689	2.037
36	1.206	1.315	1.153	1.376	1.098	1.442	1.043	1.513	0.988	1.588	0.932	1.666	0.877	1.749	0.821	1.836	0.766	1.925	0.711	2.018
37	1.217	1.323	1.165	1.382	1.112	1.446	1.058	1.514	1.004	1.586	0.950	1.662	0.895	1.742	0.841	1.825	0.787	1.911	0.733	2.001
38	1.227	1.330	1.176	1.388	1.124	1.449	1.072	1.515	1.019	1.585	0.966	1.658	0.913	1.735	0.860	1.816	0.807	1.899	0.754	1.985
39	1.237	1.337	1.187	1.393	1.137	1.453	1.085	1.517	1.034	1.584	0.982	1.655	0.930	1.729	0.878	1.807	0.826	1.887	0.774	1.970
40	1.246	1.344	1.198	1.398	1.148	1.457	1.098	1.518	1.048	1.584	0.997	1.652	0.946	1.724	0.895	1.799	0.844	1.876	0.749	1.956
45	1.288	1.376	1.245	1.423	1.201	1.474	1.156	1.528	1.111	1.584	1.065	1.643	1.019	1.704	0.974	1.768	0.927	1.834	0.881	1.902
50	1.324	1.403	1.285	1.446	1.245	1.491	1.205	1.538	1.164	1.587	1.123	1.639	1.081	1.692	1.039	1.748	0.997	1.805	0.955	1.864
55	1.356	1.427	1.320	1.466	1.284	1.506	1.247	1.548	1.209	1.592	1.172	1.638	1.134	1.685	1.095	1.734	1.057	1.785	1.018	1.837
60	1.383	1.449	1.350	1.484	1.317	1.520	1.283	1.558	1.249	1.598	1.214	1.639	1.179	1.682	1.144	1.726	1.108	1.771	1.072	1.817
65	1.407	1.468	1.377	1.500	1.346	1.534	1.315	1.568	1.283	1.604	1.251	1.642	1.218	1.680	1.186	1.720	1.153	1.761	1.120	1.802
70	1.429	1.485	1.400	1.515	1.372	1.546	1.343	1.578	1.313	1.611	1.283	1.645	1.253	1.680	1.223	1.716	1.192	1.754	1.162	1.792
75	1.448	1.501	1.422	1.529	1.395	1.557	1.368	1.587	1.340	1.617	1.313	1.649	1.284	1.682	1.256	1.714	1.227	1.748	1.199	1.783
80	1.466	1.515	1.441	1.541	1.416	1.568	1.390	1.595	1.364	1.624	1.338	1.653	1.312	1.683	1.285	1.714	1.259	1.745	1.232	1.773
85	1.482	1.528	1.458	1.553	1.435	1.578	1.411	1.603	1.386	1.630	1.362	1.657	1.337	1.685	1.312	1.714	1.287	1.743	1.262	1.777
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.406	1.636	1.383	1.661	1.360	1.687	1.336	1.714	1.312	1.741	1.288	1.769
95	1.510	1.552	1.489	1.573	1.468	1.596	1.446	1.618	1.425	1.642	1.403	1.666	1.381	1.690	1.358	1.715	1.336	1.741	1.313	1.767
100	1.522	1.562	1.503	1.583	1.482	1.604	1.462	1.625	1.441	1.647	1.421	1.670	1.400	1.693	1.378	1.717	1.357	1.741	1.335	1.765
150	1.611	1.637	1.598	1.651	1.584	1.665	1.571	1.679	1.557	1.693	1.543	1.708	1.530	1.722	1.515	1.737	1.501	1.752	1.486	1.767
200	1.664	1.684	1.653	1.693	1.643	1.704	1.633	1.715	1.623	1.725	1.613	1.735	1.603	1.746	1.592	1.757	1.582	1.768	1.571	1.779

n	k' = 11		k' = 12		k' = 13		k' = 14		k' = 15		k' = 16		k' = 17		k' = 18		k' = 19		k' = 20	
	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d_{L}	d_{U}	d <sub>L</sub>	d <sub>U</sub>
16	0.060	3.446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.084	3.286	0.053	3.506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.113	3.146	0.075	3.358	0.047	3.357	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.145	3.023	0.102	3.227	0.067	3.420	0.043	3.601	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.178	2.914	0.131	3.109	0.092	3.297	0.061	3.474	0.038	3.639	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.212	2.817	0.162	3.004	0.119	3.185	0.084	3.358	0.055	3.521	0.035	3.671	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.246	2.729	0.194	2.909	0.148	3.084	0.109	3.252	0.077	3.412	0.050	3.582	0.032	3.700	—	—	—	—	—	—
23	0.281	2.651	0.227	2.822	0.178	2.991	0.136	3.155	0.100	3.311	0.070	3.459	0.046	3.597	0.029	3.725	—	—	—	—
24	0.315	2.580	0.260	2.744	0.209	2.906	0.165	3.065	0.125	3.218	0.092	3.363	0.065	3.501	0.043	3.629	0.027	3.747	—	—
25	0.348	2.517	0.292	2.674	0.240	2.829	0.194	2.982	0.152	3.131	0.116	3.274	0.085	3.410	0.060	3.538	0.039	3.657	0.025	3.766
26	0.381	2.460	0.324	2.610	0.272	2.758	0.224	2.906	0.180	3.050	0.141	3.191	0.107	3.325	0.079	3.452	0.055	3.572	0.036	3.682
27	0.413	2.409	0.356	2.552	0.303	2.694	0.253	2.836	0.208	2.976	0.167	3.113	0.131	3.245	0.100	3.371	0.073	3.490	0.051	3.602
28	0.444	2.363	0.387	2.499	0.333	2.635	0.283	2.772	0.237	2.907	0.194	3.040	0.156	3.169	0.122	3.294	0.093	3.412	0.068	3.524
29	0.474	2.321	0.417	2.451	0.363	2.582	0.313	2.713	0.266	2.843	0.222	2.972	0.182	3.098	0.146	3.220	0.114	3.338	0.087	3.450
30	0.503	2.283	0.447	2.407	0.393	2.533	0.342	2.659	0.294	2.785	0.249	2.909	0.208	3.032	0.171	3.152	0.137	3.267	0.107	3.379
31	0.531	2.248	0.475	2.367	0.422	2.487	0.371	2.609	0.322	2.730	0.277	2.851	0.234	2.970	0.196	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311
32	0.558	2.216	0.503	2.330	0.450	2.446	0.399	2.563	0.350	2.680	0.304	2.797	0.261	2.912	0.221	3.026	0.184	3.137	0.151	3.246
33	0.585	2.187	0.530	2.296	0.477	2.408	0.426	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.969	0.209	3.078	0.174	3.184
34	0.610	2.160	0.556	2.266	0.503	2.373	0.452	2.481	0.404	2.590	0.357	2.699	0.313	2.808	0.272	2.915	0.233	3.022	0.197	3.126
35	0.634	2.136	0.581	2.237	0.529	2.340	0.478	2.444	0.430	2.550	0.383	2.655	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.969	0.221	3.071
36	0.658	2.113	0.605	2.210	0.554	2.310	0.504	2.410	0.455	2.512	0.409	2.614	0.364	2.717	0.322	2.818	0.282	2.919	0.244	3.019
37	0.680	2.092	0.628	2.186	0.578	2.282	0.528	2.379	0.480	2.477	0.434	2.576	0.389	2.675	0.347	2.774	0.306	2.872	0.268	2.969
38	0.702	2.073	0.651	2.164	0.601	2.256	0.552	2.350	0.504	2.445	0.458	2.540	0.414	2.637	0.371	2.733	0.330	2.828	0.291	2.923
39	0.723	2.055	0.673	2.143	0.623	2.232	0.575	2.323	0.528	2.414	0.482	2.507	0.438	2.600	0.395	2.694	0.354	2.787	0.315	2.879
40	0.744	2.039	0.694	2.123	0.645	2.210	0.597	2.297	0.551	2.386	0.505	2.476	0.461	2.566	0.418	2.657	0.377	2.748	0.338	2.838
45	0.835	1.972	0.790	2.044	0.744	2.118	0.700	2.193	0.655	2.269	0.612	2.346	0.570	2.424	0.528	2.503	0.488	2.582	0.448	2.661
50	0.913	1.925	0.871	1.987	0.829	2.051	0.787	2.116	0.746	2.182	0.705	2.250	0.665	2.318	0.625	2.387	0.586	2.456	0.548	2.526
55	0.979	1.891	0.940	1.945	0.902	2.002	0.863	2.059	0.825	2.117	0.786	2.176	0.748	2.237	0.711	2.298	0.674	2.359	0.637	2.421
60	1.037	1.865	1.001	1.914	0.965	1.964	0.929	2.015	0.893	2.067	0.857	2.120	0.822	2.173	0.786	2.227	0.751	2.283	0.716	2.338
65	1.087	1.845	1.053	1.889	1.020	1.934	0.986	1.980	0.953	2.027	0.919	2.075	0.886	2.123	0.852	2.172	0.819	2.221	0.786	2.272
70	1.131	1.831	1.099	1.870	1.068	1.911	1.037	1.953	1.005	1.995	0.974	2.038	0.943	2.082	0.911	2.127	0.880	2.172	0.849	2.217
75	1.170	1.819	1.141	1.856	1.111	1.893	1.082	1.931	1.052	1.970	1.023	2.009	0.993	2.049	0.964	2.090	0.934	2.131	0.905	2.172
80	1.205	1.810	1.177	1.844	1.150	1.878	1.122	1.913	1.094	1.949	1.066	1.984	1.039	2.022	1.011	2.059	0.983	2.097	0.955	2.135
85	1.236	1.803	1.210	1.834	1.184	1.866	1.158	1.898	1.132	1.931	1.106	1.965	1.080	1.999	1.053	2.033	1.027	2.068	1.000	2.104
90	1.264	1.798	1.240	1.827	1.215	1.856	1.191	1.886	1.166	1.917	1.141	1.948	1.116	1.979	1.091	2.012	1.066	2.044	1.041	2.077
95	1.290	1.793	1.267	1.821	1.244	1.848	1.221	1.876	1.197	1.905	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.993	1.102	2.023	1.079	2.054
100	1.314	1.790	1.292	1.816	1.270	1.841	1.248	1.868	1.225	1.895	1.203	1.922	1.181	1.949	1.158	1.977	1.136	2.006	1.113	2.034
150	1.473	1.783	1.458	1.799	1.444	1.814	1.429	1.830	1.414	1.847	1.400	1.863	1.385	1.880	1.370	1.897	1.355	1.913	1.340	1.931
200	1.561	1.791	1.550	1.801	1.539	1.813	1.528	1.824	1.518	1.836	1.507	1.847	1.495	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.462	1.896

Note: n = number of observations  
k' = number of explanatory variables excluding the constant term.  
Source: Savin and White, op. cit., by permission of the Econometric Society.