



MODUL EKONOMETRI

UKI PRESS

Pusat Penerbit dan Pencetakan
Universitas Kristen Indonesia
Jl. Mayjen Sutoyo No.02 Cawang
Jakarta Timur

ISBN 978-623-6963-86-9



9 786236 963869

Dr. Wilson Rajagukguk, M.Si. M.A



Modul: Ekonometri

Wilson Rajagukguk



Fakultas Ekonomi dan Bisnis
Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, Indonesia

MODUL
EKONOMETRI

Penulis:

Dr. Wilson Rajagukguk, M.Si., M.A

Editor:

Dr. Indri Jatmoko, S.Si., MM

ISBN: 978-623-6963-86-9

Penerbit: UKI Press

Anggota APPTI

Anggota IKAPI

Redaksi: Jl. Mayjen Sutoyo No.2 Cawang Jakarta 13630
Telp. (021) 8092425

Cetakan I Jakarta: UKI Press, April 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Untuk:

Omas Bulan Samosir, Ph.D., Isteri Terkasih, Belahan jiwa.

Josia Rajagukguk, S.ARs., Putera Sulung,- Buha baju, Tampuk ni Ate-ate.

Hasiana Emanuela Rajagukguk, Boru Hasian,-Tampuk ni Pusu-pusu.

1 Ucapan Terima Kasih

Puji Tuhan atas terbitnya Modul Ekonometri ini. Modul ini ditulis sebagai bahan pembelajaran untuk digunakan dalam mendalami dan melakukan penelitian dan publikasi dalam bidang Ekonomi.

Secara formal modul ini digunakan pada lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisbnis, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Terima kasih kepada pimpinan Universitas Kristen Indonesia yang memberi dukungan dalam penulisan buku modul ini. Terima kasih kepada

Dr. Desi Sianipar, M.Th, Kepada Biro Perencanaan dan Evaluasi Akademik (BPEA) dan tim yang menolong memberi pengarahan serta bantuan format modul. Juga kami sampaikan terima kasih kepada seluruh keluarga besar BPEA UKI.

Ibu Dina Robiana Sitompul, S.Kom., M.TI., Kepala Biro Administrasi Akademik (BAA) UKI yang menolong memberi pengarahan tentang valuasi penulisan modul. Terima kasih kepada seluruh tim BAA UKI

Pdt. Dr. Indri Jatmoko, STh. MM., Kepala UKI Press yang memberi waktu mengedit, mengurus ISBN, dan menerbitkan Modul ini. terima kasih kami sampaikan kepada seluruh tim UKI Press yang dengan sabar melakukan penerbitan Modul ii.

Ibu **Sari Mentari Simanjuntak, S.Sos.** dan tim Perpustakaan UKI, yang menolong membangun *repository* karya ilmiah ini

Bapa Ir. Surjo Abadi, M.Sc, Kepala Biro Teknologi Pengembangan dan Pembelajaran UKI, dan tim yang memasarkan Modul ini melalui Learning Management System (LMS) UKI

Terima kasih dan salam disampaikan kepada para mahasiswa lintas angkatan yang telah mengikuti Ekonometri di lingkungan Universitas Kristen Indonesia. Interaksi di kelas banyak menolong penulis dan tanpa diketahui dan disadari penulis memperoleh banyak pembelajaran dari mahasiswa. Penulis banyak belajar dari mahasiswa yang mengikuti

kelas ini.

Doa dan harapan Modul ini dapat berguna untuk meningkatkan human capital mahasiswa dan umum yang belajar pemodelan dengan menggunakan modul ini. Modul ini banyak keterbatasan, dan berharap terus dapat dikembangkan untuk meningkatkan kualitas penelitian dan penulis tugas akhir di lingkungan UKI.

Jakarta, Desember 2021

Wilson Rajagukguk

Penulis

2 Kata Pengantar

Mata kuliah Ekonometri merupakan matakuliah yang disampaikan di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Kristen Indonesia (FEB UKI) Jakarta.

Dewasa ini sangat mudah didapatkan dan ditemukan *software* yang sangat canggih dalam melakukan analisis statistik dan pemodelan. Hal tersebut juga dipermudah dengan peralatan komputer yang semakin baik kapasitasnya dan semakin terjangkau harganya.

Alat tersebut sering kali disalahartikan dalam analisis kuantitatif. sesungguhnya software/aplikasi bahkan komputer tersebut hanyalah merupakan perangkat (tools) dalam menganalisis. Esensinya tetap ada di tangan peneliti.

Diperlukan pemahaman konsep yang mendalam, agar penggunaan alat tersebut tidak menjadi berbahaya.

Mata kuliah Ekonometri mencoba memberikan sumbangan ke arah pemahaman konsep yang tepat dan ditopang oleh peralatan canggih. Ekonometri (Sering disebut juga dengan terminolog Ekonometrika) semakin diperlukan dan bermanfaat ketika mahasiswa menulis tugas akhir (skripsi, thesis, maupun disertasi) atau dosen melakukan penulisan karya ilmiah.

Mata kuliah tersebut membahas beberapa topik Ekonometri yang diperlukan oleh mahasiswa tingkat Sarjana.

Melalui mata kuliah ini, mahasiswa diperkenalkan pengetahuan tentang tahap dan pemodelan permasalahan ekonomi. Pembahasan dilakukan dengan menitikberatkan analisis dengan menggunakan perangkat lunak (software) yang paling mudah dioperasikan seperti SPSS, Excel, Stata, EView dari seri paling mutakhir dan dengan menggunakan data riil .

Pembelajaran Mata kuliah ini dibagi atas empat kelompok utama, yaitu

1. *Curve Fitting* dan Metode Kuadrat Terkecil
2. Hubungan antara dua Variabel
3. Regresi Linier Sederhana,

4. Regresi Linier Berganda
5. Model Panel
6. Model Logistik.

Kemudian dalam perjalanan dan pelaksanaannya, dimungkinkan mengadopsi dan meyerap perkembangan dan dinamika EKonometri.

Penilaian terhadap mahasiswa terdiri atas

1. UTS,
2. UAS,
3. Penulisan dan presentasi paper, serta
4. *Attitude* mahasiswa serta aktivitas dalam mengikuti perkuliahan.

Data untuk latihan dalam Mata kuliah ini telah kami siapkan di LMS UKI. Silakan diunduh dari

<http://lms.uki.ac.id>, dengan

username: wilson.rajagukguk.

password: Uki2021

Setelah mengikuti kuliah ini diharapkan mahasiswa dalam menganalisis dan menerbitkan publikasi bermutu dalam bidang yang diminati.

Penulis

Contents

1	Ucapan Terima Kasih	3
2	Kata Pengantar	5
3	Deskripsi Mata Kuliah	14
4	Satuan Acara Perkuliahan	15
5	Curve Fitting dan Metode Kuadrat Terkecil	21
5.1	Pengantar	21
5.2	Curve Fitting	21
5.2.1	Persamaan dan Dugaan Kurva	25
5.2.2	Metode Kuadrat Terkecil	27
5.2.3	Hubungan Non Linier	29
5.3	Regresi	30
5.4	Soal dan Umpan Balik	30
5.5	Daftar Pustaka	32
6	Hubungan antara Dua Variabel	34
6.1	Pengantar	34
6.2	Hubungan antar Variabel	34
6.2.1	Korelasi Linier	34

6.3	Soal dan Umpan Balik	41
6.4	Daftar Pustaka	42
7	Regresi Linier Sederhana	44
7.0.1	Pengantar	44
7.0.2	Materi: Regresi	45
7.0.3	Soal dan Umpan Balik	60
7.1	Daftar Pustaka	61
8	Menaksir Parameter dalam Model Regresi	63
8.1	Materi	63
8.2	Teori yang Melandasi Pendugaan	67
8.3	Soal dan Umpan Balik	70
8.4	Daftar Pustaka	71
9	Pemeriksaan Persamaan Regresi	73
9.1	Standar Error	73
9.2	Interval Kepercayaan untun b_j	74
9.3	Uji Hipotesis	75
9.3.1	Uji-F	75
9.3.2	Uji-t	78
9.4	Koefisien Determinasi	81

9.5	Soal dan Umpan Balik	82
9.6	Daftar Pustaka	82
9.6.1	Lampiran: Indonesia, 2002 - 2019	84
10	Regresi Linier Berganda	85
10.1	Pengantar	85
10.2	Materi	85
10.2.1	Multikolinieritas	86
10.2.2	Heteroskedastisitas (heteroscedasticity)	90
10.3	Soal dan Umpan Balik	90
10.4	Daftar Pustaka	90
11	Model Runtun Waktu (time series)	92
11.1	Pengantar	92
11.2	Pemodelan	95
11.3	Soal dan Umpan Balik	97
11.4	Daftar Pustaka	97
12	Model Panel	99
12.1	Pengantar	99
12.2	Pemodelan Data Panel	101
12.3	Pemodelan Data Panel	101

12.4 Soal dan Umpan Balik	101
12.5 Daftar Pustaka	102
13 Model Logistik	104
13.0.1 Pemodelan Logistik	104
13.0.2 Pendefinisian Matematis	107
13.1 Soal dan Umpan Balik	108
13.2 Daftar Pustaka	109

List of Figures

1	Contoh Data (Base)	23
2	Garis Linier	24
3	Garis Non Linier	24
4	Metode Kuadrat Terkecil	28
5	Korelasi Positif Linier	35
6	Korelasi Negatif Linier	36
7	Tidak Berkorelasi	37
8	Konsumsi sebagai Fungsi dari Pendapatan	50
9	Scatter plot antara Konsumsi dan GDP	52
10	GDP dan Konsumsi (Kartesius)	53
11	Menaksir Parameter	59
12	Alur Kerja Pemodelan	60
13	Kandidat Garis Regresi	64
14	Garis Lurus dan Observasi	65
15	Contoh Output Regresi Linier Berganda	77
16	Uji- t	80
17	Contoh Output Regresi Linier Berganda	86
18	Contoh Data dengan Means Konstan	95
19	Bentuk Data Panel	100

20	Ketimpangan antara Predicted Rrgression dengan Data	104
21	Model Logistik	106

List of Tables

3 Deskripsi Mata Kuliah

Mata ajar Ekonometri membahas mengenai Metode pemodelan Ekonomi menggunakan data. Terdapat dua model dalam Ilmu Statistika :

Model Pertama adalah Model Deterministik, Model ini merupakan model yang dituliskan dalam persamaan matematika. Dalam model matematika, seluruh pasangan titik terletak pada kurva yang dinyatakan dalam model.

Model Kedua adalah model Ekonometri. Model ekonometri dibangun atas dan dari data, dimana kemudian diketahui bahwa tidak semua Data dalam Koordinat tidak terletak dalam persamaan kurva (model). Sebuah tantangan yang sangat menarik dalam pemodelan dengan kondisi tidak semua titik berada pada persamaan kurva.

Mata Kuliah Ekonetri membahas bagaimana membangun model dari dan menggunakan data yang tersedia.

Keemudian perkuliahan ini akan disajikan dalam enam bagian, yaitu

1. Curve Fitting dan Metode Kuadrat Terkecil
2. Hubungan antara dua Variabel
3. Regresi Linier Sederhana
 - 3.1. Pemodelan.
 - 3.2. Langkah-langkah Pemodelan
 - 3.3. Menaksir Parameter dalam Model Regresi
 - 3.3. Teori-teori yang Melandasi Pendugaan.
 - 3.4. Pemeriksaan Regresi
 - 3.4.1. Standar Error.

3.4.2. Interval kepercayaan untuk β_j

3.4.3. Uji Hipotesis

a. Uji F,

b. Uji - t

3.4.4. Koefisien Determinasi

4. Regresi Linier Berganda

5. Model Panel

6. Model Logistik.

Ekonometri membahas juga pembangunan dan pengujian hipotesis, mentransformasi variabel kualitatif ke dalam variabel kuantitatif, pengukuran, dan selanjutnya membangun model ekonomi atas dasar dan menggunakan data tersebut.

Ultimate goal dari pembelajaran ekonometri adalah mahasiswa mampu menganalisis permasalahan, membangun model, mendapatkan data yang diperlukan atau sering membangun model atas ketersediaan data. Dibahas juga tentang pemakaian program komputer sederhana, menginterpretasi output komputer dalam kerangka mendapatkan model yang baik.

4 Satuan Acara Perkuliahan

Mata kuliah Ekonometri ini disajikan dalam empat belas kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan selama 150 menit.

Metode pembelajaran dilakukan secara klasikal, on line, hybrid dan atau metode lain. Metode penugasan dilakukan dengan langsung mengolah data yang diberikan dengan menggunakan software komputer.

Topik yang dibahas adalah yang juga relevan untuk dipelajari dan dipahami oleh mahasiswa. Mata ajar ini juga memperkenalkan mahasiswa pada pengetahuan tentang tahap dan permasalahan pada pemodelan ekonomi (ekonometri)

Satuan acara perkuliahan Ekonometri ini disajikan dalam 14 modul sebagai berikut

Satuan Acara Perkuliahan							
Mgg	Kemampuan Akhir yang Diharapkan dari Mahasiswa	Bahan Ka- jian	Bentuk Pembelajaran	Waktu (menit)	Pengalaman Belajar ahasiswa	Kriteria Penilaian dan Indika- tor	Bobot Nilai %
1	Pengantar dan Pemodelan	Model Deterministik dan Model Ekonometri	Tatap muka, daring, dan Pembagian Tugas	150	Tugas analisis data	Analisi data	7
2	Pemodelan Curve Fitting	Model Curve	Tatap muka, daring, dan Pembagian Tugas	150	Tugas harian	Analisi data	7
3	Model	Deterministik	Tatap Muka dan Daring, Problem solving	150	Tugas harian	Analisi data	8
4	Memahami Pemodelan dan Kegunaan Ekonometri	Contoh dan Kegunaan	Tatap muka dan daring, problem solving	150	Tugas harian	Analisi data	7

Satuan Acara Perkuliahan							
Mgg	Kemampuan Akhir yang Diharapkan dari Mahasiswa	Bahan Ka- jian	Bentuk Pembelajaran	Waktu (menit)	Pengalaman Belajar mahasiswa	Kriteria Penilaian dan Indikator	Bobot Nilai %
5	Regresi Sederhana	Membangun Model Regresi	Tatap muka, daring, dan Pembagian Tugas	150	Tugas analisis data	Analisi data	7
6	Pemeriksaan Regresi	Standar Error, Inerval Kepercayaan	Tatap muka, daring, dan Pembagian Tugas	150	Tugas harian	Analisi data	7
7	Pemeriksaan regresi	Uji Hipotesis dan Uji F, dan Uji t	Tatap Muka dan Daring, Problem solving	150	Tugas harian	Analisi data	8

Satuan Acara Perkuliahan							
8	Pemeriksaan Regresi	Koefisien Deter- minasi, Analisis Residual	Tatap Muka dan Penugasan membuat Model	150	Tugas harian dan kelompok	Analisis data	7
9	Pemeriksaan Regresi	Analisis Residual	Tatap muka, dar- ing, dan penulisan laporan	150	Tugas harian dan kelompok	Pelaporan analisis	7
10	Pengukuran Ketepatan Model	Tatap muka, daring dan Penulisan laporan	Tatap muka dan pemodelan	150	Tugas har- ian, dan kelompok	Pelaporan	7

Satuan Acara Perkuliahan							
11	Model Panel	Pemodelan dengan data Panel	Membuat model dengan praktek langsung	150	Tugas harian dan kelompok	Pelaporan	7
12	Membangun Model Panel	Inferensi Panel		Membuat Model dengan Software 100	Tugas harian dan kelompok	Pelaporan	7
13	Model Logistik	Model Logistik sederhana	Tatap muka, daring, dan Penulisan laporan	100	Tugas harian dan kelompok	Menulis	7
14	Memahami Model Time Series	Model time series	Tatap muka, daring, dan Penulisan serta presentasi laporan	100	Tugas harian dan kelompok	Paparan	7

Pembahasan dilanjutkan dengan menyajikan data yang disajikan dalam modul ini. Selanjutnya, mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan Ekonometri diharapkan mampu membuat publikasi dari pengembangan usul kebijakan di atas.

Secara formal modul ini digunakan pada lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

5 Curve Fitting dan Metode Kuadrat Terkecil

5.1 Pengantar

Hubungan antar Dua variabel

Dalam kehidupan sehari-hari dan kemudian dalam praktek sebuah hubungan antar dua variabel (atau lebih) ditemukan. sebagai contoh ditemukan hubungan antara tinggi ayah dan tinggi anak, berat badan seorang laki-laki dewasa tergantung atas beberapa pencapaian yang diperoleh (misal, penghasilan, tingkat pendidikan, gaya dan pola makan), keliling sebuah lingkaran tergantung pada jari-jari (radius), dan tekanan gas tergantung pada temperatur dan volume, Output sebuah negara tergantung pada konsumsi, investasi/tabungan, belanja pemerintah, dan ekspor neto.

Salah satu tugas ekonomi dalam menjelaskan dan menyatakan hubungan ini dalam bentuk persamaan matematika dengan membentuk sebuah persamaan yang menghubungkan antar variabel tersebut.

5.2 Curve Fitting

Dalam rangka mendapatkan sebuah persamaan sehubungan dengan variabel, langkah pertama adalah mengumpulkan data yang menunjukkan korespondensi nilai antar variabel yang diperhatikan.

Kita misalkan dan beri notasi X dan Y yang menyatakan tinggi dan berat badan sejumlah laki-laki dewasa. Kemudian sebuah sampel didapatkan yang menyatakan tinggi badan pria dewasa X_1, X_2, \dots, X_n dan koresponden berat badan kita beri notasi Y_1, Y_2, \dots, Y_n .

Langkah selanjutnya adalah memplot titik $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_n, Y_n)$ pada sistem koordinat Kartesius. Metode ini sering disebut sebagai Metode Menggambar Diagram Pencar (Scatter Plot/diagram).

Dengan aplikasi komputer dapat dilakukan menggambar garis halus diantara titik-titik

ini.

Tugas kita selanjutnya adalah menemukan persamaan kurva yang 'mewakili' pencaran titik-titik ini.

Permasalahan umum dalam mencari persamaan ini dinamakan Curve Fitting.

X	Y	X	Y
10	15	23	27
11	16	24	25
12	15	25	26
13	17	26	29
14	16	27	30
15	18	28	29
16	17	29	32
17	19	30	28
18	20	31	36
19	21	32	39
20	25	33	35
21	24	34	38
22	23	35	40

Figure 1: Contoh Data (Base)

Dengan menggunakan Tabel 1, melalui diagram pencar (Scatter diagram) secara visual dapat dibuat beberapa bentuk persamaan garis. bagaimana menetapkan garis yang mana yang paling fit dengan data? selanjutnya akan kita pelajari dalam Modul ini.

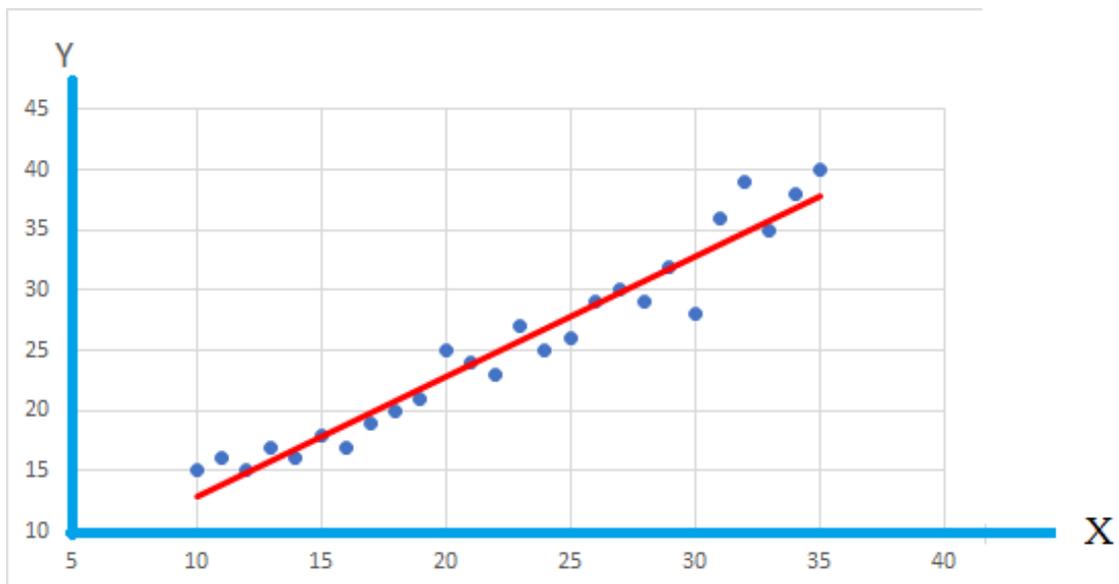


Figure 2: Garis Linier

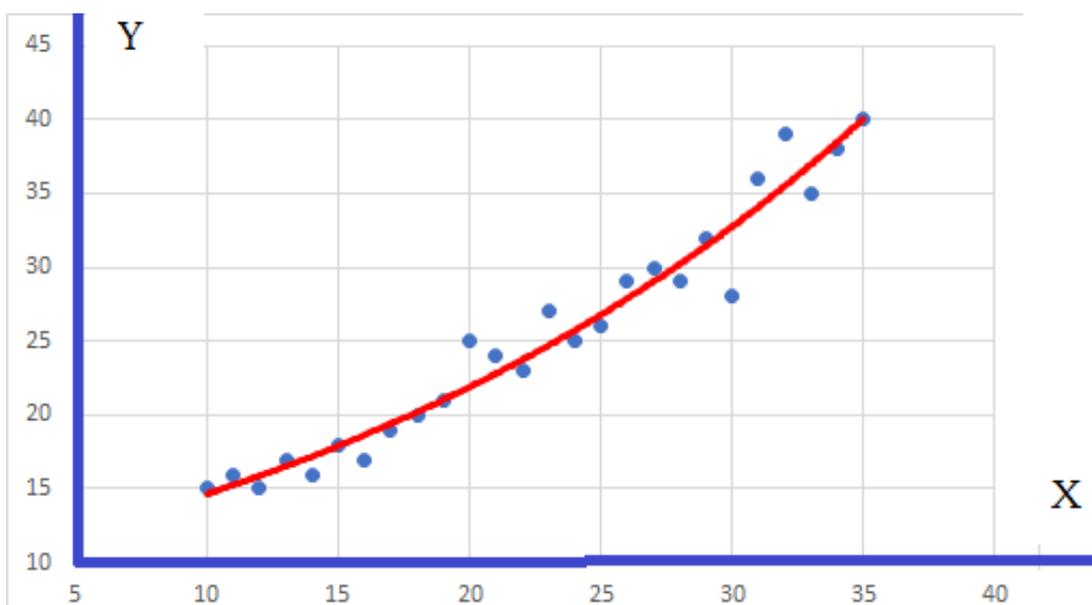


Figure 3: Garis Non Linier

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan menggunakan Tabel dari Gambar 1 bahwa dari sebuah data dapat dibuat sejumlah persamaan. Tugas kita selanjutnya dalam mata

kuliah ini adalah melakukan analisis persamaan yang mana yang paling fit dengan data.

5.2.1 Persamaan dan Dugaan Kurva

Referensi Matematika telah menyajikan sejumlah model umum yang menyatakan persamaan sebuah kurva. seluruh variabel X dan Y diasumsikan tetap. Untuk kesepatakan notasi, selanjutnya variabel Y sebagai variabel terikat, dan variabel X sebagai variabel bebas.

Disebut variabel terikat, karena nilainya terikat dan bergantung pada perubahan nilai variabel bebas. Variabel bebas disebut demikian karena nilainya bebas berubah-ubah.

Tabel 2 berikut memberikan sejumlah bentuk persamaan kurva dan nama kurva tersebut:

1	$Y = a_0 + a_1 \cdot X$	Garis Lurus
2	$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2$	Parabola atau Kurva Kuadrat
3	$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3$	Kurva Kubik
4	$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + a_4X^4$	Kurva Kuartik
5	$Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + \dots + a_nX^n$	Kurva Berderajat n

Kurva Jenis tabel ini disebut kurva polinomial berderajat sesuai dengan pangkat tertinggi dari variabel x .

Selanjutnya pada Tabel berikut diperlihatkan beberapa jenis kurva yang sering ditemukan dalam data ekonomi

6	$Y = \frac{1}{a_0 + a_1 X}$ atau $\frac{1}{Y} = a_0 + a_1 X$	Hiperbola
7	$Y = ab^x$ atau $\log Y = \log a_1 + (\log b)X = a_0 + a_1 X$	Kurva Eksponensial
8	$Y = aX^b$ atau $\log Y = \log a + b \log X$	Geometrik
9	$Y = ab^X g$	Kurva Eksponensial Termodifikasi
10	$Y = aX^b + g$	Kurva Geometrik Termodifikasi
11	$Y = pq^b X$ atau $\log Y = \log p + b^X \log q = ab^X + g$	Kurva Gompertz
12	$Y = pq^b X + h$	Kurva Gompertz Termodifikasi
13	$Y = \frac{1}{ab^X + g}$ atau $\frac{1}{Y} = ab^X + g$	Kurva Logistic
14	$Y = a_0 + a_1(\log X) + a_2(\log X)^2$	Kurva Logistik

Untuk mengecek Jenis Kurva yang akan digunakan, sangat menolong jika buat terlebih dahulu diagram pencarnya. Jika X dan Y melalui diagram pencar menggambarkan hubungan linier, kita gunakan persamaan linier pada data tersebut. Untuk menggambar diagram pencar sangat mudah dilakukan menggunakan software.

Metode Tangan Bebas

Dapat juga digunakan Metode Tangan Bebas dalam hal curve fitting. Setelah diagram pencar dibuat, dapat digunakan tangan bebas memprediksi bentuk kurva dari data tersebut. selanjutnya terhadap kurva dengan metode tangan bebas di atas, ditetapkan bentuk kurva dan selanjutnya persamaannya dapat diperkirakan.

Mencari Persamaan Garis Kurus

Pada pelajaran di SMP atau SMTA sudah lazim dipelajari mencari persamaan garis lurus.

Persamaan garis lurus dituliskan sebagai berikut

$$Y = a + bX$$

dimana a adalah konstanta dan b disebut slope, tangen arah, atau koefisien arah dari garis lurus tersebut.

Dalam mencari persamaan garis lurus dibutuhkan minimum dua titik yang dilalui garis tersebut, misal diketahui titik $A(X_1, Y_1)$ dan titik $B(X_2, Y_2)$ dilalui sebuah garis lurus.

Persamaan Garis Lurus dapat diperoleh dengan rumus

$$(Y - Y_1) = \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}\right) \cdot (X - X_1) \text{ atau } (Y - Y_1) = m \cdot (X - X_1)$$

contoh:

Tentukan persamaan garis yang melalui titik A(3,4) dan B(5,7)

diantara titik A dan B yang mana yang bersubskrip 1 atau 2? Kita bebas memilih. Misalkan titik A kita beri subskrip 1 berarti $X_1 = 3$ dan $Y_1 = 4$ dan titik B kita beri subskrip 2 berarti $X_2 = 5$ dan $Y_2 = 7$

Persamaan garis yang melalui titik A dan B kita peroleh sebagai berikut

$$(Y - 4) = \left(\frac{7-4}{5-3}\right) \cdot (X - 3) \text{ atau } (Y - 4) = 3/2 \cdot (X - 3)$$

$$(Y) = 3/2 \cdot (X - 3) + 4 = 3/2 \cdot X - 9/2 + 4 = 3/2 \cdot X - 1/2$$

Jadi persamaan garis tersebut dapat kita tulis dalam persamaan

$$(Y) = 3/2 \cdot X - 1/2$$

5.2.2 Metode Kuadrat Terkecil

Dalam menetapkan persamaan sebuah data yang diplot melalui scatter diagram, kita harus menghindari keputusan subjektif seseorang. Karena hasilnya cenderung bias dan sulit dipertanggung jawabkan.

Kita harus menyepakati sebuah definisi mengenai "best fitting line", "best fitting parabola" dst sesuai dengan daftar persamaan yang disajikan di atas.

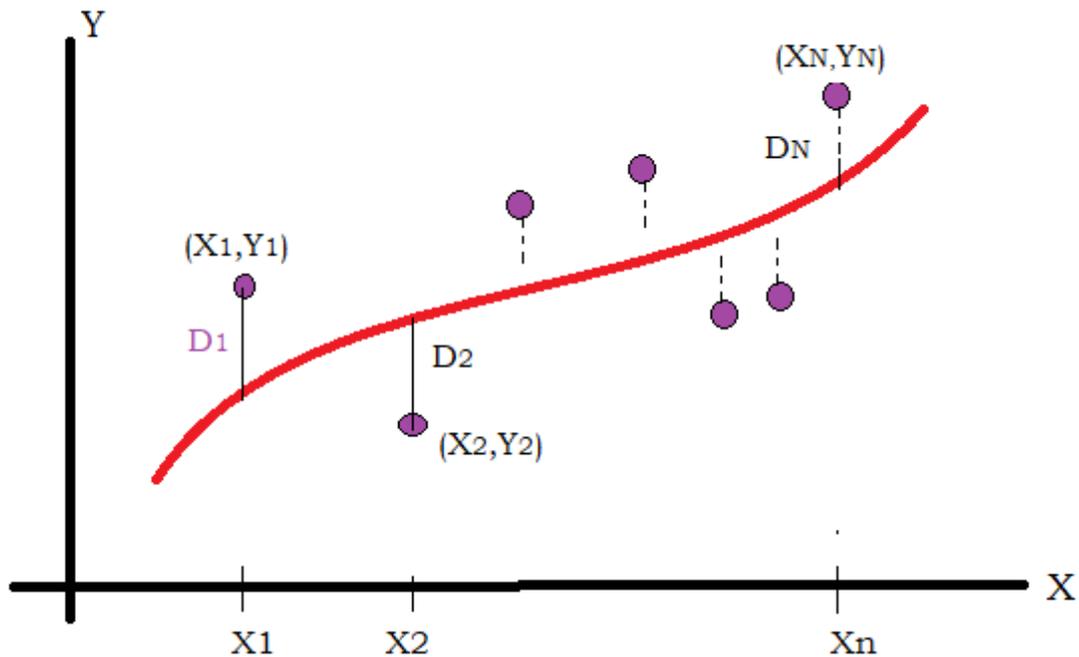


Figure 4: Metode Kuadrat Terkecil

Dalam membangun metode ini, perhatikan Figure 4. Misalkan kita mempunyai titik data $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_n, Y_n)$. Untuk setiap titik X terdapat jarak antara ordinat (Y) titik tersebut dengan kandidat kurva (garis merah). Kita namakan jarak ini sebagai D_n .

Untuk titik (X_1, Y_1) kita namakan jarak antara titik dengan kurva sebesar (D_1) , untuk titik (X_2, Y_2) kita namakan jarak tersebut dengan D_2 dan untuk titik (X_n, Y_n) kita namakan D_n .

sebuah pengukuran 'goodness of fit' kandidat dari kurva adalah dengan menjumlahkan kuadrat jarak tersebut, sehingga kita peroleh kuantitas:

$$D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2$$

Jika angka ini kecil berarti goodness of fit adalah baik dan jika besar berarti goodness of fitnya buruk.

Definsi:

Untuk seluruh kurva yang dihitung dari sebuah data tertentu, kurva mempunyai prroperti $D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + \dots + D_n^2$ bernilai minimum, maka kurva tersebut kita sebut best curve fitting.

Kurva yang paling fit dengan data adalah jika kuadrat jarak D diatas terkecil (kemudian disebut metode dan garis least square)

Mendapatkan persamaan garis Lurus dengan Metode Least Square

Misalkan kita mempunyai sejumlah titik, katakanlah $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_n, Y_n)$ mempunyai sebuah garis lurus berbentuk

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X$$

Konstanta a_0 dan a_1 dapat diperoleh dengan persamaan simultan berikut

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2$$

Persamaan ini dinamakan persamaan normal untuk kuadrat terkecil.

Selanjutnya konsta a_0 dan a_1 dapat dihitung dengan rumus

$$a_0 = \left(\frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \right)$$

$$a_1 = \left(\frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum XY^2 - (\sum X)^2} \right)$$

5.2.3 Hubungan Non Linier

Hubungan atau kemudian disebut sebagai persamaan non linier dapat terjadi dan fit dengan data. berikut disajikan pengembangan dan penggunaan metode kuadrat dari rumus di atas pada persamaan pangkat dua (parabola)

$$(Y = a_0 + a_1X + a_2x^2)$$

dimana konstanta $a_0, a_1, \text{ dan } a_2$ didapat dari persamaan simultan berikut

$$\sum Y = a_0N + a_1 \sum X + a_2 \sum X^2$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum X^3$$

$$\sum X^2Y = a_0 \sum X^2 + a_1 \sum X^3 + a_2 \sum X^4$$

5.3 Regresi

sering sekali, berdasarkan data yang tersedia kita ingin mengestisikasi nilai variabel Y terhadap nilai korespondensi X.

Bagian ini akan dibahas lebih dalam pada keseluruhan Modul ini dan merupakan inti serta pengembangan pembelajaran Ekonometri.

5.4 Soal dan Umpan Balik

1. Tentukan persamaan garis yang melalui (a). A(3,7) dan B(1,2) (b). C(4,-1) dan D(9,1)
2. Diberikan tabel berikut

X	1	3	4	6	8	9	11	14
Y	1	2	4	4	5	7	8	9

- a. Gambarlah diagram pencar dari pasangan titik tersebut.
 - b. Tentukan persamaan garis lurus tersebut dengan memilih secara bebas dua titik.
3. Dari soal nomor 2, carilah persamaan garis jika menggunakan rumus kuadrat terkecil (dapat digunakan tabel berikut)

X	Y	X^2	$X.Y$	Y^2
1	1	1	1	1
3	2	9	6	4
4	4	16	16	16
6	4	36	24	16
8	5	64	25	25
9	7	81	63	49
11	8	121	88	64
14	9	196	126	81
$\sum X = 56$	$\sum Y = 40$	$\sum X^2 = 524$	$\sum XY = 364$	$\sum Y^2 = 256$

5.5 Daftar Pustaka

References

- [1] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [2] Chiang, A. C., and Wainwright, K. (2005). Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- [3] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [4] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.
- [5] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.
- [6] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [7] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series
- [8] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. Actual Probl. Econ. 176.
- [9] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of

the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

- [10] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [11] Samosir, Omas Bulan and Rajagukguk, Wilson (2015) Demografi Formal. UKI Press, Indonesia, Jakarta. ISBN 978 979 8148 64
- [12] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

6 Hubungan antara Dua Variabel

6.1 Pengantar

Pada bagian ini, Modul ini mengajak dan mulai menyadarkan para penikmat ekonomi mengenai pentingnya peran metode ekonometridalam analisis ekonomi termasuk keuangan. Metode ini menjadi penting karena sering kali teori ekonomi tidak tegas menjelaskan antar variabel dalam analisis. Sering kali literatur ekonomi tidak dapat menjelaskan hubungan antara satu variabel dengan variabel lain. Hal ini berdampak pada kebingungan analis dalam menentukan perilaku variabel yang diamati.

6.2 Hubungan antar Variabel

Pada Modul II ini akan dibahas tentang hubungan antar dua variabel dengan teori korelasi. dalam teori korelasi akan didiskusikan beberapa topik antara lain:

1. Korelasi Linier
2. Mengukur Korelasi.
3. Koefisien Korelasi

6.2.1 Korelasi Linier

Jika X dan Y menotasikan dua variabel yang diperhatikan, sebuah diagram pencar (scatter diagram) menunjukkan lokasi titik (X,Y) pada Sistem Koordinat Kartesius. Jika seluruh titik dalam diagram pencar terlihat disekitar sebuah garis lurus (Figure dan) korelasinya disebut linier

Jika Y cenderung meningkat seiring dengan peningkatan nilai X, seperti dalam Figuren 5, hubungan tersebut kita namakan korelasi positif atau korelasi langsung (positive atau direct correlation)

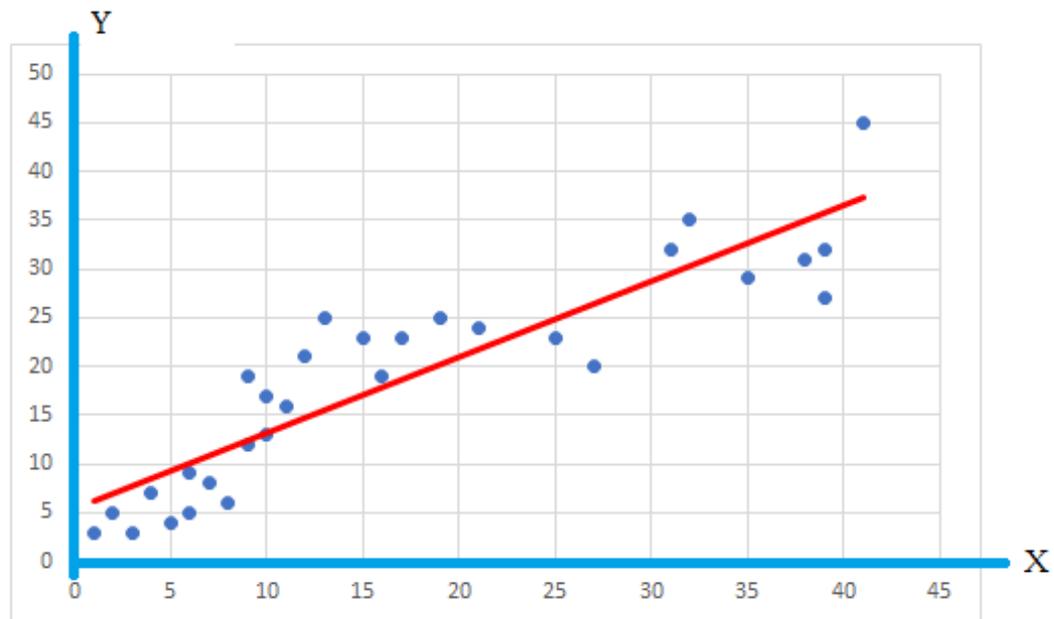


Figure 5: Korelasi Positif Linier

Jika Y cenderung menurun seiring dengan peningkatan nilai X seperti dalam Figure 6, hubungan ini kita namakan korelasi negatif atau korelasi invers (negative atau inverse correlation)

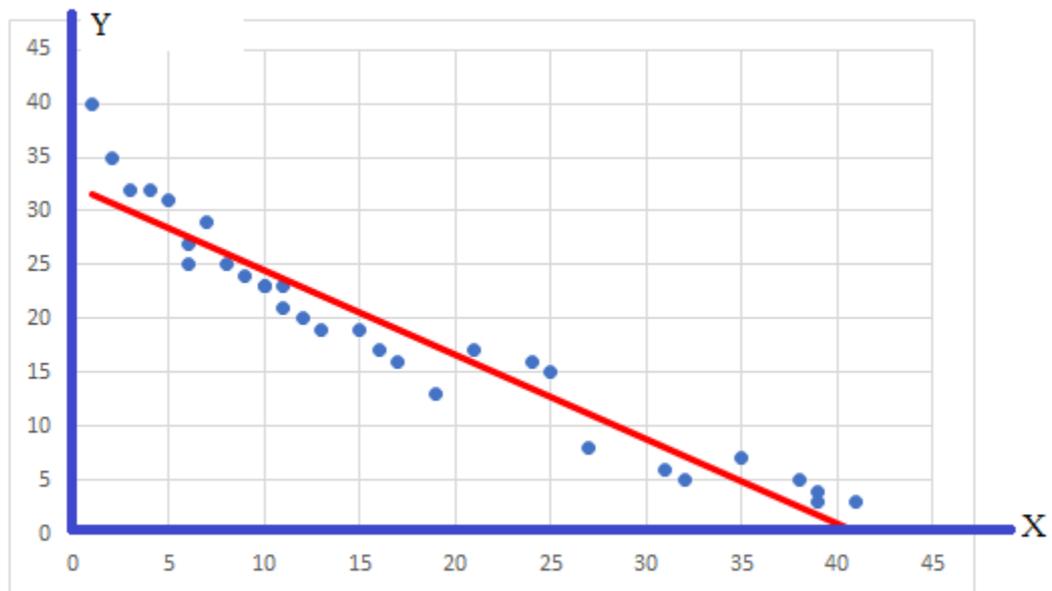


Figure 6: Korelasi Negatif Linier

Jika nilai Y tidak beraturan sehubungan dengan peningkatan nilai X, korelasi ini kita sebut non linier (non linear correlation), Figure 7

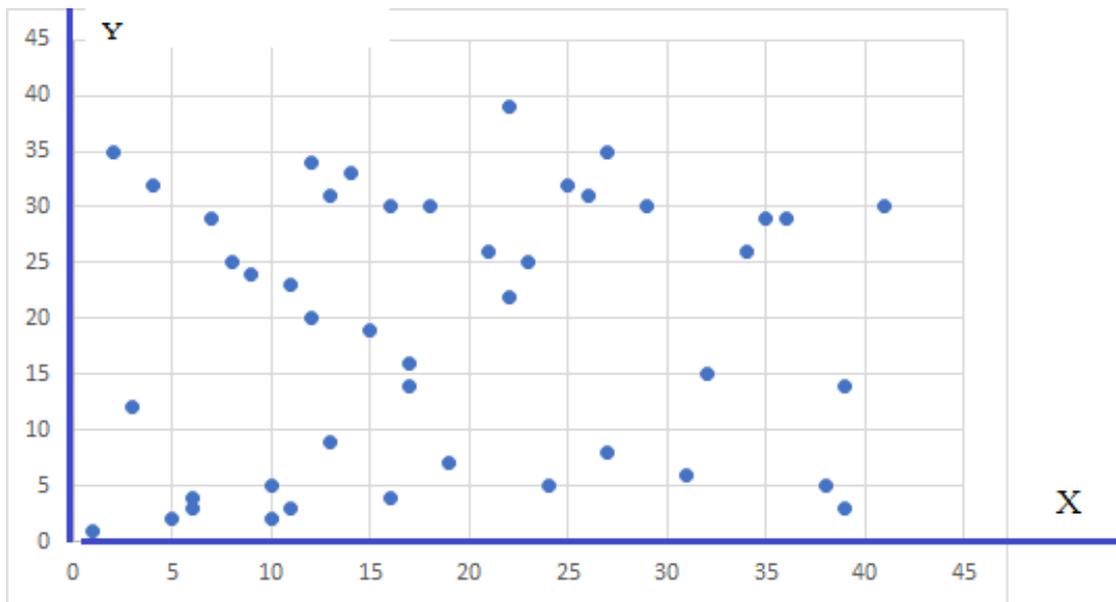


Figure 7: Tidak Berkorelasi

Dalam mempelajari Korelasi, diperkenalkan sebuah terminologi garis regresi. Garis regresi adalah garis yang 'menggambarkan' pencaran data. Kita namakan garis ini garis regresi kuadrat terkecil dari Y atas X.

Garis tersebut kita beri notasi

$$Y = a_0 + a_1X$$

persamaan regresi kita sebut identik jika seluruh titik dalam diagram pencar terletak pada garis tersebut. sekarang permasalahan adalah tidak semua titik tepat berada pada garis tersebut.

Bagaimana cara mendapat persamaan garis regresi tersebut? Kita gunakan Rumus Normal.

$$\sum Y = a_0N + a_1 \sum X$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2$$

Selanjutnya konsta a_0 dan a_1 dapat dihitung dengan rumus berikut

$$a_0 = \left(\frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \right)$$

$$a_1 = \left(\frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \right)$$

Nilai koefisien ini kita gunakan dalam membentuk persamaan estimasi

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 \cdot X$$

Kita beri notasi Y untuk data asli dan \hat{Y} untuk nilai prediksi.

Selanjutnya kita beri notasi

$$x = (X - \hat{X}) \text{ dan } y = (Y - \hat{Y})$$

Standar Error Estimasi

Jika notasikan Y_{est} menyatakan Y untuk sebuah nilai X tertentu sebagai nilai estimasi dari Y , sebuah pengukuran dari scatter terhadap garis regresi Y dari X dijelaskan dengan persamaan:

$$s_{Y.X} = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_{est})^2}{N}}$$

Persamaan ini dinamakan Standar Error estimasi Y pada X .

Jika persamaan ini digunakan untuk standar error estimasi dari X pada Y , kita tuliskan rumusnya sebagai berikut

$$s_{X.Y} = \sqrt{\frac{\sum (Y - X'_{est})^2}{N}}$$

kemudian rumus Standar Error dapat kita kembangkan dengan menulis sebagai berikut:

$$s_{Y.X}^2 = \frac{\sum Y^2 - a_0 \cdot \sum Y - a_1 \cdot \sum X \cdot Y}{N}$$

Explained dan Unexplained Variation

Variasi total dari Y didefinisikan sebagai

$$\sum(Y - \bar{Y})^2.$$

persamaan ini merupakan jumlah kwadrat dari deviasi nilai Y dari \bar{Y} .

Kita dapat menuliskan kembali persamaan ini sebagai berikut

$$\sum(Y - \bar{Y})^2 = \sum(Y - Y_{est})^2 + \sum(Y_{est} - \bar{Y})^2$$

Bagian paling kanan dari persamaan disebut variasi tak terjelaskan (unexplained variation) bagian kedua disebut variasi terjelaskan (explained variation).

Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi adalah rasion explained variation pada total variation.

Dengan demikian dapat kita tuliskan persamaan atau rumus Koefisien Korelasi sebagai berikut

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{Explained variation}}{\text{Total Variation}}} = \pm \sqrt{\frac{\sum(Y_{est} - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

variasi nilai antara +1 dan -1, kita gunakan tanda + untuk menyatakan korelasi positif dan tanda negatif untuk korelasi yang bernilai negatif.. perlu dijelaskan bahwa merupakan besaran kuantitas yang tidak mempunyai satuan.

Rumus sederhana untuk menghitung korelasi.

Korelasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang disederhanakan berikut:

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

contoh:

Diberikan Tabel berikut

X	Y	X ²	XY	Y ²
65	68	4225	4420	4624
63	66	3969	4158	4356
67	68	4489	4556	4624
64	65	4090	4160	4225
68	69	4624	4592	4761
62	66	3844	4092	4356
70	68	4900	4760	4624
66	65	4356	4290	4225
68	71	4624	4828	5041
67	67	4489	4489	4489
69	68	4761	4692	4624
71	70	5041	4970	4900
$\sum X = 800$	$\sum Y = 811$	$\sum X^2 = 53418$	$\sum XY = 54107$	$\sum Y^2 = 54849$

Menggunakan rumus

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

kita dapat memperoleh

$$r = \frac{(12)(54107) - (800)(811)}{\sqrt{[(12)(53418) - (800)^2][(12)(54849) - (811)^2]}} = 0,7027$$

6.3 Soal dan Umpan Balik

1. Diberikan data dalam tabel berikut

Tinggi ayah (Cm)	Tinggi anak (Cm)
175	170
170	175
180	181
150	145
165	170
180	175
180	167
145	180
166	170
170	180
180	181
150	145
175	170
170	175
180	181
150	145
150	181

- 1.a. Gambarlah Persebaran data dalam tabel tersebut dalam bentuk Scatter Plot.
- 1.b. Hitung Koefisien Korelasi kedua variabel tersebut dan narasikan arti koefisien korelasi yang saudara temukan
2. Carilah persamaan garis lurus dari Tabel pada soal nomor 1

6.4 Daftar Pustaka

References

- [1] Agung, I.G.N, 2006, Statistika penerapan model rerata-sel multivariat dan model ekonometri dengan SPSS, Yayasan SAD Satria Bhakti, 2006 ISBN 979 95954 6 0
- [2] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [3] Chiang, A. C., and Wainwright, K. (2005). Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- [4] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [5] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.
- [6] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series
- [9] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. Actual Probl. Econ. 176.

-
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [11] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [12] Samosir, Omas Bulan and Rajagukguk, Wilson (2015) Demografi Formal. UKI Press, Indonesia, Jakarta. ISBN 978 979 8148 64
- [13] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

7 Regresi Linier Sederhana

7.0.1 Pengantar

Dalam kehidupan, kita menemukan sangat banyak hal yang dapat dibuat model (persamaan matematika) untuk menggambarkan fenomena tersebut.

Tinggi ayah	Tinggi anak
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...
...	...

Dari Tabel di atas ditunjukkan contoh gejala kehidupan yang dapat kita sebutkan mempunyai hubungan. Tinggi seorang anak dipengaruhi oleh tinggi ayah. Dalam hal ini kita perlu hati-hati membangun sebuah defenisi. Kita tidak dapat mendefinsikan bahwa Tinggi ayah dipengaruhi oleh tinggi anak.

Hipotesa dari asumsi dan data kita adalah bahwa

1. Tinggi anak merupakan fungsi dari tinggi ayah.

kemudian dalam ekonomi dapat kita buat contoh hubungan

2. Orang yang berpenghasilan tinggi cenderung mempunyai konsumsi tinggi. Dalam hal ini dapat kita tuliskan bahwa konsumsi merupakan fungsi dari penghasilan.

7.0.2 Materi: Regresi

Dalam pengertian ekonomi, regresi adalah ukuran-ukuran ekonomi. Regresi adalah suatu ilmu yang mempelajari analisis kuantitatif dari fenomena ekonomidalam artian secara umum.

Pada mulanya, kajian ekonometri hanya meliputi aplikasi matematika statistik dengan menggunakan data ekonomi untuk menganalisis model-model ekonomi. Akan tetapi, dalam perkembangannya, teori ini tidak hanya dapat digunakan untuk menganalisis model-model ekonomi saja melainkan juga dapat digunakan untuk menganalisis berbagai fenomena sosial lain (eksakta sudah mulai menggunakannya, seperti kedokteran dan teknik).

Teknik ekonometri merupakan gabungan antara teori ekonomi/manajemen, matematika ekonomi, statistika ekonomi, dan matematika statistik. Untungnya kita sudah mempunyai komputer yang siap pakai untuk melakukannya bagi kita. Analisis ekonometri memerlukan pemahaman dan pendekatan multidisipliner. Kita perhatikan diskusi berikut.

1.2. Teori Ekonomi Dalam konteks analisis ekonometri, peran teori ekonomi umumnya berhubungan dengan pembentukan suatu hipotesis, yang biasanya merupakan pernyataan yang masih bersifat kualitatif.

Misalnya, Penurunan harga suatu komoditas akan meningkatkan permintaan komoditas tersebut (*ceteris paribus*).

Atau, Ada hubungan yang negatif antara harga dan permintaan. Akan tetapi, teori tersebut tidak memberikan informasi lebih lanjut, atau lebih rinci mengenai hubungan antara harga dan permintaan tadi. Misalkan, kalau harga komoditas tersebut turun 10%, maka berapa persen kenaikan permintaannya?

Hanya dengan melihat teori ekonomi tersebut sulit untuk mengetahui apakah teori terse-

but berlaku untuk semua jenis komoditas. Untuk menjawabnya diperlukan teori ekonometri.

1.3. Matematika Ekonomi Peran matematika ekonomi dalam pemodelan ekonometri cenderung untuk menyatakan teori ekonomi dalam hubungan secara matematik yang tentunya lebih spesifik lagi hubungannya jika dibandingkan dengan hubungan secara verbal yang berdasarkan teori ekonomi. Matematika ekonomi belum atau bahkan tidak memperdulikan pengukuran-pengukuran ekonomi secara empiris. Oleh karena itu, teori ekonomi dapat dikatakan merupakan verifikasi empiris dari teori ekonomi.

1.4. Statistika Ekonomi Peran statistika ekonomi dalam analisis ekonometri adalah untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyajikan data ekonomi baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Akan tetapi, data tersebut tidak digunakan untuk menguji teori ekonomi.

Matematika Statistika dalam teknik ekonometri adalah untuk memfasilitasi atau memberikan kerangka matematika statistika untuk pengestimasian/penaksiran model matematika ekonomi yang telah dibangun dari kerangka teori ekonomi dan yang telah dilengkapi dengan data statistika ekonomi.

1.5. Metode Regresi Meliputi

- a. Membuat suatu hipotesis/pernyataan.
- b. Menduga model ekonometri untuk menguji hipotesis yang telah dibuat.
- c. Mengestimasi parameter model.
- d. Melakukan verifikasi model.
- e. Membuat prediksi.
- f. Menggunakan model untuk membuat kebijakan

Agar kita dapat melihat dengan jelas bagaimana metode tersebut diaplikasikan, berikut disajikan urutan-urutan kerja metode tersebut dalam menganalisis hubungan antara pendapatan dan konsumsi.

Contoh

(a). Hipotesis

Ada sebuah teori ekonomi yang menyatakan bahwa Secara rata-rata apabila pendapatan seseorang meningkat, maka konsumsinya meningkat pula, akan tetapi peningkatan konsumsinya tidak sebesar peningkatan pendapatannya.

Teori ini merupakan sebuah hipotesis yang mendasari gejala ekonomi. Berdasarkan teori tersebut, ingin diamati, apakah fenomena ini memang demikian berdasarkan pengamatan empiris?. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, dibutuhkan alat bantu ekonometri.

B. Menduga Model

Berdasarkan teori di atas dapat dikatakan ada hubungan positif antara konsumsi dan pendapatan. Artinya, konsumsi naik bila pendapatan naik. Akan tetapi, teori tersebut tidak memberi penjelasan lebih rinci tentang bentuk hubungan fungsional yang tepat antara konsumsi dan pendapatan.

Akibatnya, dari teori atau hipotesis tersebut kita tidak dapat menjelaskan lebih jauh, kalau misalnya pendapatan naik 10%, berapa persenkah kenaikan konsumsinya. Yang dapat dijelaskan oleh hipotesis tersebut hanyalah bahwa kenaikan konsumsi tidak sebesar kenaikan pendapatan.

Artinya, bila pendapatan naik 10%, konsumsi bisa naik 9%, 8%, dan bahkan 5% atau berapa saja asal tidak melebihi kenaikan pendapatan 10%.

Untuk menjawab pertanyaan tersebut kita perlu membuat suatu dugaan tentang hubungan yang lebih tepat antara konsumsi dan pendapatan. Hubungan ini dapat berbentuk linier, kuadrat, eksponensial, dll. Agar mudah, kita duga dari dugaan yang paling sederhana.

Dugaan yang paling sederhana adalah hubungan tersebut berbentuk garis lurus (fungsi linier).

Penentuan hubungan ini tentunya bukan hanya ditentukan oleh sederhana atau kompleksnya model yang akan digunakan, tetapi didasari atas substansi permasalahan.

Digunakan hubungan linier pada permasalahan ini juga didasari atas substansi. Keduanya dimungkinkan dan mempunyai hubungan linier. Misal hubungan tersebut dinyatakan berbetuk linier sebagai berikut

$$\text{Konsumsi} = f(\text{pendapatan})$$

Hubungan ini kita tuliskan dalam bentuk persamaan (matematika) sebagai berikut.

$$\text{Konsumsi} = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot \text{Pendapatan} \dots\dots\dots(1.1)$$

dimana:

α_1 dan α_2 adalah parameter model.

Parameter α_1 disebut intersep, yang menyatakan besarnya konsumsi bila pendapatan kecil sekali atau bahkan tidak ada pendapatan sama sekali. Karena dalam kenyataan bahwa seseorang yang tidak mempunyai pendapatan, baik karena PHK atau karena menganggur tetapi orang tersebut masih perlu mengkonsumsi untuk hidupnya. Atau dengan kata lain, tidak seorang pun yang tidak mengkonsumsi sesuatu sehingga dapat dikatakan bahwa besarnya parameter ini $\alpha_1 \geq 0$

Parameter α_2 disebut slope, yaitu kemiringan garis konsumsi-pendapatan dan bilangan ini menyatakan apabila pendapatan naik 1 unit, maka konsumsi akan naik sebesar α_2 unit. Karena menurut teori, kenaikan konsumsi tidak sebesar kenaikan pendapatan, maka diharapkan bahwa besarnya parameter ini adalah $0 \leq \alpha_2 \leq 1$

Menurut teori ekonomi, α_2 disebut marginal propensity to consume (MPC) atau tingkat kenaikan konsumsi bila pendapatan naik sebesar 1 unit. Jadi dalam hal ini, jika konsumsi = $f(\text{pendapatan})$ maka variabel “konsumsi” dinamakan variabel terikat, dan “pendapatan” dinamakan varibel bebas.

Interpretasi

Interpretasi merupakan bagian penting dalam membuat model karena informasi dari model yang dibuat akan terlihat jelas lewat interpretasi yang diperlukan. Pada bagian ini diperlukan kemampuan untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya dari model.

Untuk itu diperlukan wawasan yang cukup dari permasalahan yang dihadapi.

Dalam menginterpretasi model dibutuhkan kehati-hatian, karena bukan mustahil angka-angka yang didapat tidak sesuai dengan substansi.

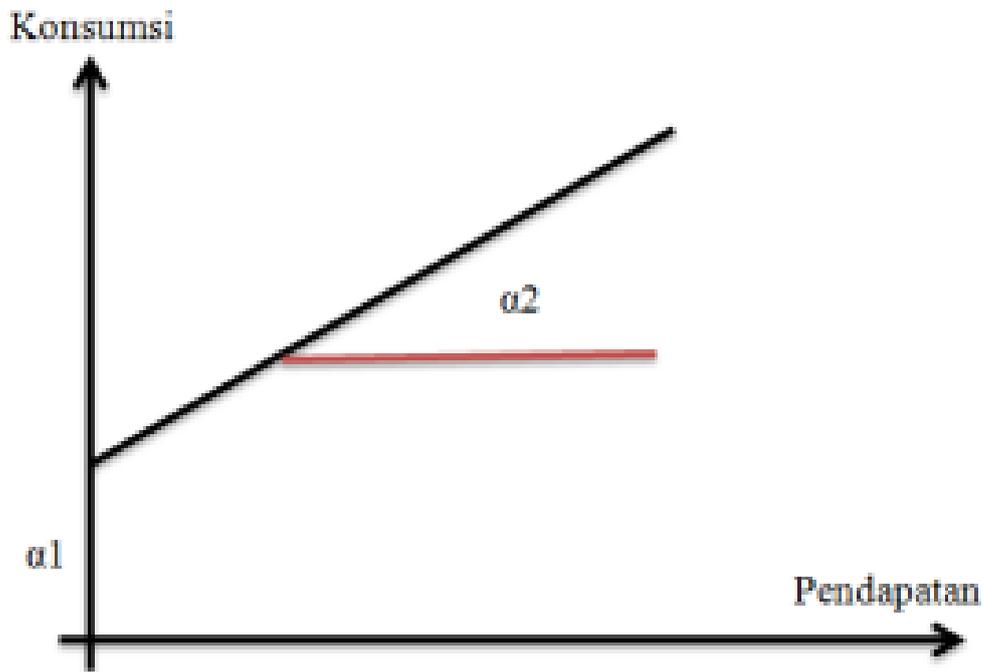
Contoh Dari persamaan di atas, dapat dinyatakan bila pendapatan = 0, maka konsumsi = α_1 .

Sekarang pertanyaan, mungkinkah pendapatan seseorang sama sekali tidak ada? Kalau begitu dari mana uang untuk memenuhi konsumsinya? Di sini perlu diberi batasan minimal pendapatan seseorang. Atau, mungkinkah α_2 berharga 0 atau 1?

Bila α_2 berharga nol berarti kenaikan pendapatan tidak dikonsumsi sama sekali karena ditabung semua. Sementara itu, bila α_2 berharga = 1 berarti kenaikan pendapatan dikonsumsi semuanya.

Kedua ekstrim itu harus diasumsikan tidak terjadi. Oleh karena itu, asumsi bahwa $0 < \alpha_2 < 1$, yang berarti sebagian dari kenaikan pendapatan dikonsumsi adalah cukup beralasan.

Secara geometris, hubungan antara pendapatan dan konsumsi dapat digambarkan seperti sebagai berikut.



Sumber : diolah

Figure 8: Konsumsi sebagai Fungsi dari Pendapatan

Dari gambar dipelrihatkan bahwa meskipun pendapatan = 0, ternyata konsumsi > 0 (masih mengkonsumsi).

Bila Pendapatan naik sebesar 1 unit, maka konsumsi bertambah sebesar α_2

Seelah kita mendapat persamaan seperti di atas, dikatakan bahwa Konsumsi dan Pendapatan mempunyai hubungan deterministik (pasti). Akan tetapi dalam kenyataannya hubungan tersebut tidak selalu eksak.

Diberikan Model lain:

Hubungan antara GDP dengan Konsumsi

$$\text{Output (GDP)} = C + I + G + X - I$$

dimana:

Output diukur dengan GDP (Gross Domestic Product)

C = Konsumsi

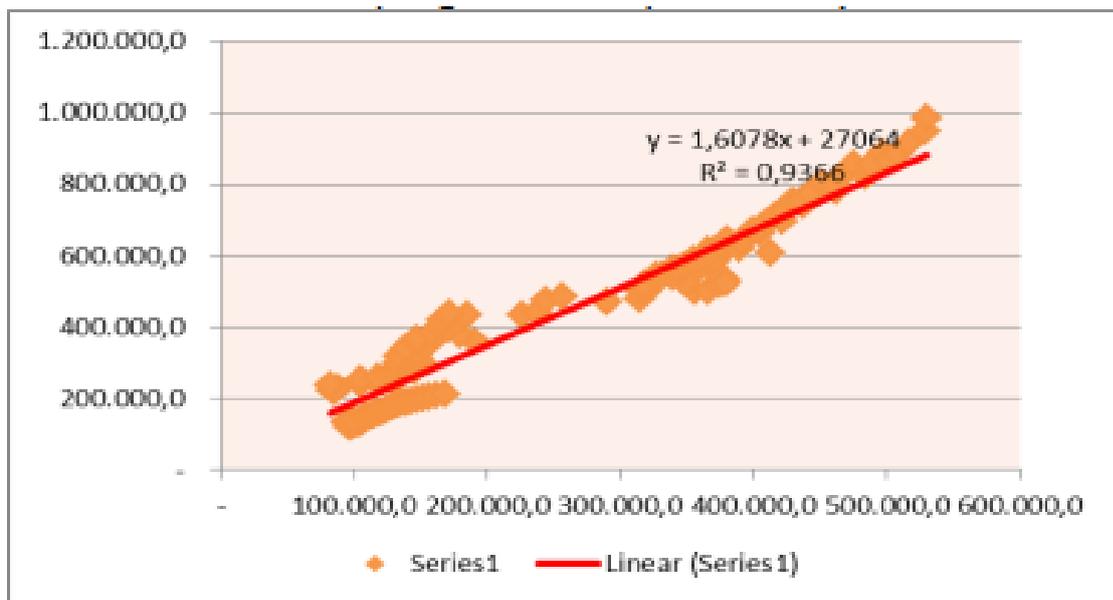
I = Investasi

G = Belanja Pemerintah

X = Ekspor, dan

I = Impor

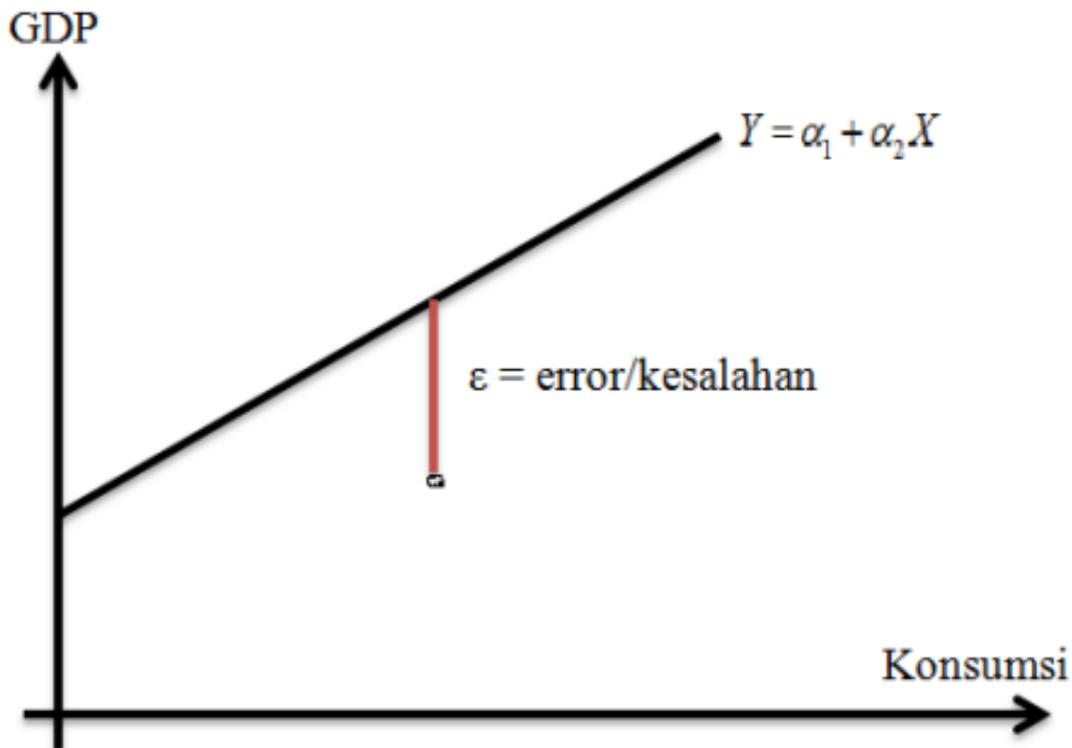
Misal kita melakukan pengamatan terhadap 164 kuartal data konsumsi dengan GDP. Data tersebut diplot seperti pada Figure 9. Titik-titik yang tampak dalam gambar adalah hasil observasi yang dilakukan. Terlihat bahwa hasil observasi tidak selalu terletak tepat pada garis regresi yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara variabel konsumsi, dan pendapatan tidak eksak. Secara substansi, kondisi ini disebabkan masih adanya variabel lain yang mempengaruhi GDP, seperti belanja pemerintah, ekspor, impor dan investasi.



Sumber : diolah

Figure 9: Scatter plot antara Konsumsi dan GDP

Penyimpangan titik observasi dari persamaan yang dibuat disebut kesalahan (error). Jadi, berbagai faktor lain yang mempengaruhi GDP '*ditampung*' di dalam error. Bila korelasi antara GDP dan konsumsi rendah, maka error akan besar. Sebaliknya, bila korelasi keduanya tinggi, maka error akan kecil.



Sumber : diolah

Figure 10: GDP dan Konsumsi (Kartesian)

Untuk mengakomodasi hubungan yang tidak eksak ini, kita perlu memodifikasi model (1.1) menjadi model (1.2)

$$\text{GDP} = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot \text{Konsumsi} + \epsilon \dots\dots\dots(1.2)$$

dimana:

ϵ = error term (Kesalahan atau galat)

ϵ juga merupakan variabel random yang menyatakan variabe-variabel yang mempengaruhi GDP, tetapi tidak terwakili secara eksplisit di dalam model.

(c). Mengestimasi (menaksir) parameter model

(i) $\alpha_2 < 1$

(ii) $\alpha_2 < 0$

Masalahnya sekarang adalah bagaimana kalau ternyata parameter yang kita peroleh tidak sesuai dengan teori.

Kalau terjadi hal seperti ini, kita perlu melihat lagi modelnya, data, dan teknik penaksirannya. Kalau memang semuanya benar, mungkin memang ada suatu anomali pada teori tersebut yang perlu dijelaskan.

(e). Prediksi

Setelah kita peroleh besarnya nilai estimasi dari parameter α_1 dan α_2 , dan setelah diverifikasi ternyata model kita sesuai dengan teori maka model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi suatu nilai variabel berikat (dalam hal ini, GDP) untuk periode masa mendatang.

Misal

Kita mendapat sebuah penaksiran sebuah model:

Konsumsi = 100.000 + 0,65 Pendapatan.

Beberapa contoh penggunaan model

Menggunakan model untuk suatu kebijakan

Misalkan saja model yang kita estimasi sebagai berikut.

$GDP = 27.064 + 1,6078 \text{ Konsumsi}$

Dari model dapat kita prediksi berapa kenaikan GDP bila tahun depan konsumsi dinaikkan 25

Misal dipunyai

konsumsi sebesar 500.000 miliar.

Berarti GDP saat ini sebesar 830. 964 miliar. Ketika konsumsi naik 25

Apakah manfaatnya informasi ini? Untuk pengambil keputusan tentunya sangat penting, sebab tahun depan dapat diartikan peningkatan GDP. Pemerintah dapat melakukan ekspansi.

Contoh lain, kita dapatkan model belanja negara dan pendapatan negara sebagai berikut.

$$\text{Belanja Negara} = 4 + 0,65 \text{ Pendapatan Negara}$$

Misal, pakar ekonomi berpendapat, agar angka pengangguran dapat dijaga sekitar 5%, belanja negara harus 100 triliun rupiah. Untuk itu berapa triliun rupiah pendapatan negara agar kebijakan pengangguran yang ditargetkan sekitar 5% tersebut dapat dicapai?

Menggunakan Model untuk Pemasaran Produk

Misal: sebuah perusahaan susu untuk anak-anak usia bawah lima tahun (Balita) membuat suatu model yang menggambarkan hubungan antara jumlah anak usia balita dan produk yang terjual per tahun (dalam ribuan kaleng) sebagai berikut.

$$\text{Produk} = 10 + 0,03 \text{ Balita}$$

Jika dalam satu tahun diperkirakan akan terjadi penambahan anak usia balita sebanyak satu juta orang, maka dapatlah dihitung besar peningkatan produksi perusahaan susu tersebut per tahun untuk memenuhi permintaan pasar, yaitu $0,03 \cdot (1000 \text{ kaleng}) \times (1.000.000) = 30 \text{ juta kaleng susu}$.

Dapat terlihat bahwa sebuah persamaan yang sangat sederhana sekalipun dapat mempunyai banyak manfaat. Kalau analisis dipertajam, maka dapat digunakan model ekonometri lain, seperti model regresi berganda. Kali ini yang menjadi variabel bebas tidak lagi satu melainkan beberapa variabel. Dalam kasus yang sama, seandainya Balita dipecah menurut umur, misal 0 tahun (bayi), 1-3 tahun, dan 4-5 tahun, dan didapat persamaan sebagai berikut.

$$\text{Produk} = 8000 + 0,15 (0 \text{ tahun}) + 0,03 (1-3 \text{ tahun}) + 0,02 (4-5 \text{ tahun})$$

Misalkan pada waktu tersebut jumlah bayi sebanyak 1 juta orang, anak usia 1-3 tahun

sebanyak 2,9 juta orang, dan anak usia 4-5 tahun sebanyak 1,8 juta orang, maka konsumsi susu untuk bayi (0 tahun) sebanyak 158 juta kaleng, usia 1-3 tahun 95 juta kaleng, dan usia 4-5 tahun sebanyak 44 juta kaleng. Terlihat bahwa pengguna utama susu yang diproduksi adalah bayi.

Masalah Sosial

Berapa contoh yang telah diberikan di atas, semuanya menyangkut permasalahan ekonomi, ekonometri juga dapat dimanfaatkan dalam bidang lain, seperti sosial.

Misalkan hubungan antara lamanya sekolah dan usia pertama menikah, digambarkan dalam model berikut:

$$\text{Menikah} = 16 + 1,2 \text{ Sekolah}$$

Dalam hubungan ini terlihat bahwa seorang yang lebih lama 1 tahun sekolahnya, maka akan menikah 1,2 tahun lebih lambat. Dalam hal ini interpretasi harus dilakukan dengan hati-hati.

Jangan dikatakan bahwa orang yang tidak pernah bersekolah akan menikah pada umur 16 tahun, sebaiknya dikatakan bahwa orang yang tidak sekolah cenderung akan menikah dini.

Penggunaan dalam Bidang Politik

Misal, sebuah partai politik meneliti hubungan antara persentase pemilihnya antar di Indonesia dengan rata-rata lama sekolah penduduk masing-masing kabupaten tersebut misal didapati hubungan sebagai berikut.

$$\text{Pemilih} = 0,01 + 0,05 \text{ Sekolah}$$

Interpretasi adalah semakin tinggi tingkat sekolah, semakin besar pemilih partai tersebut. Bagaimana implikasinya? Tidak salah bila partai mengambil keputusan untuk berusaha meningkatkan pendidikan masyarakat, agar partainya mendapat dukungan lebih banyak. Akan tetapi, ada implikasi lain. Partai tersebut kurang mendapat perhatian pemilih berpendidikan rendah.

Penggunaan Komputer Tidak perlu takut dengan dalam menghitung parameter sebuah model. Saat ini sangat banyak piranti lunak (software) yang sangat ramah untuk digunakan (user friendly).

2. Model Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan antarvariabel. Hubungan tersebut dapat diekspresikan dalam bentuk persamaan yang menghubungkan variabel terikat Y dengan satu atau lebih variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_n .

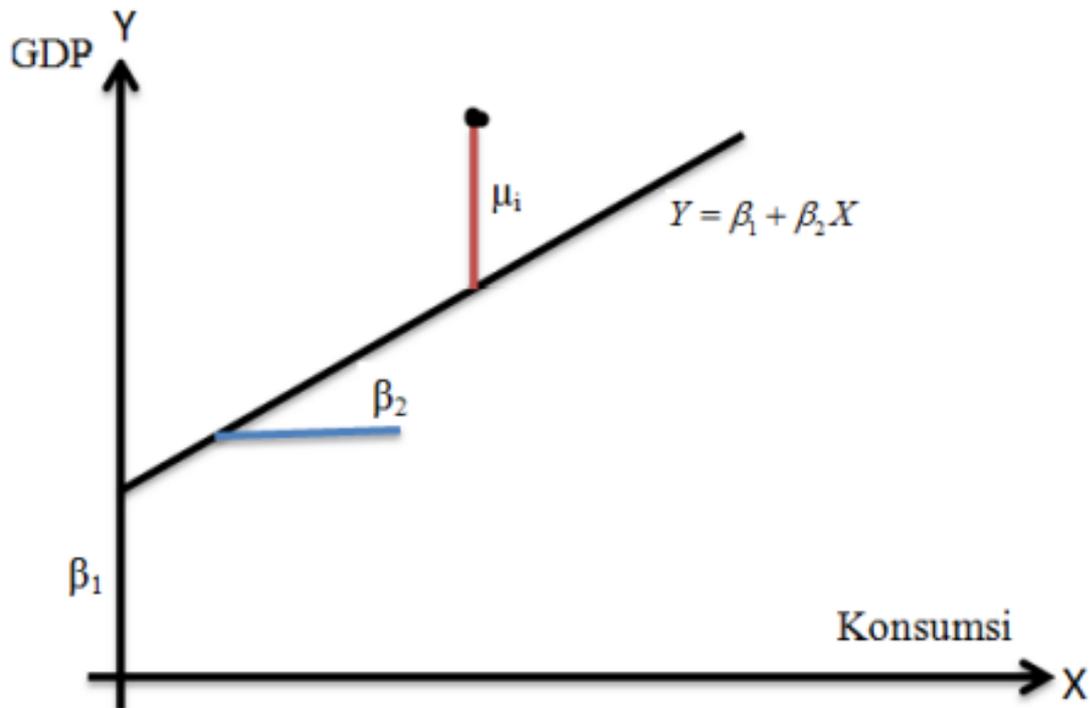
Jika hanya ada satu variabel bebas, maka model yang diperoleh dinamakan model regresi linier sederhana, sedangkan jika variabel bebas yang digunakan lebih dari satu, model yang diperoleh disebut model regresi linier berganda.

Model regresi linier sederhana ditulis sebagai berikut.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 \cdot X_i + \mu_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

dimana n menyatakan banyaknya observasi.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan penyimpangan (error) yang minimum adalah metode kuadrat terkecil (ordinary least square/OLS).



Sumber : diolah

Figure 11: Menaksir Parameter

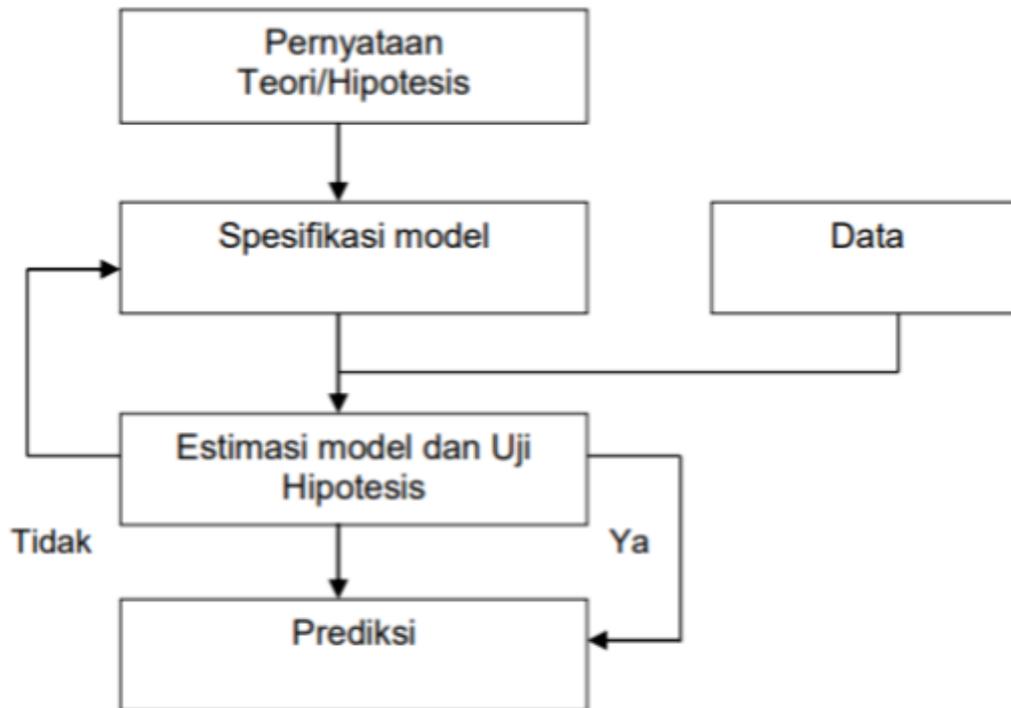
4. Tahapan pembangunan sebuah Model Pada bagaian (Figure 12) diberikan diagram alur pemodelan.

Langkah-langkah pemodelan diuraikas sebagai berikut:

1. Pertama-tama bangunlah sebuah Teori/Hipotesis.
2. Selanjutnya spesifikasikan (kandidat model) menurut perkiraan sesuai dengan hipotesis,
3. Dapatkan data pendukung
4. Dengan data yang ada estimasi model dan lakukan pengujian hipotesis (langkah 1 dan Langkah 2)

5. Jika model yang sudah diestimasi pada langkah 4, lakukan prediksi dan dapat digunakan untuk membuat usul kebijakan.

5. Jika ternyata model yang diestimasi dari langkah 4 tidak sesuai dengan spesifikasi model, lakukan berbagai teknik untuk mengatasi permasalahan pemodelan dan juga dapat memutakhirkan data yang diperlukan.



Sumber : diolah

Figure 12: Alur Kerja Pemodelan

7.0.3 Soal dan Umpan Balik

1. Dari data yang diberikan, buatlah sebuah model regresi sederhana lengkap dengan narasi mengikuti prosedur pembuatan model (ikuti alur pada Figure 12)
2. Dari Data yang telah diberikan di MS Teams, buat sebuah model regresi berganda

dengan minimum tiga variabel bebas, dengan mengikuti seluruh prosedur pengujian yang diberikan. (berikan penjelasan dengan mengikuti Figure 12)

7.1 Daftar Pustaka

References

- [1] Agung, I.G.N, 2006, Statistika penerapan model rerata-sel multivariat dan model ekonometri dengan SPSS, Yayasan SAD Satria Bhakti, 2006 ISBN 979 95954 6 0
- [2] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [3] Chiang, A. C., and Wainwright, K. (2005). Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- [4] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [5] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.
- [6] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series

- [9] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. *Actual Probl. Econ.* 176.
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [11] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, *Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur*, UKI Press, Jakarta.
- [12] Samosir, Omas Bulan and Rajagukguk, Wilson (2015) *Demografi Formal*. UKI Press, Indonesia, Jakarta. ISBN 978 979 8148 64
- [13] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). *Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan* . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

8 Menaksir Parameter dalam Model Regresi

8.1 Materi

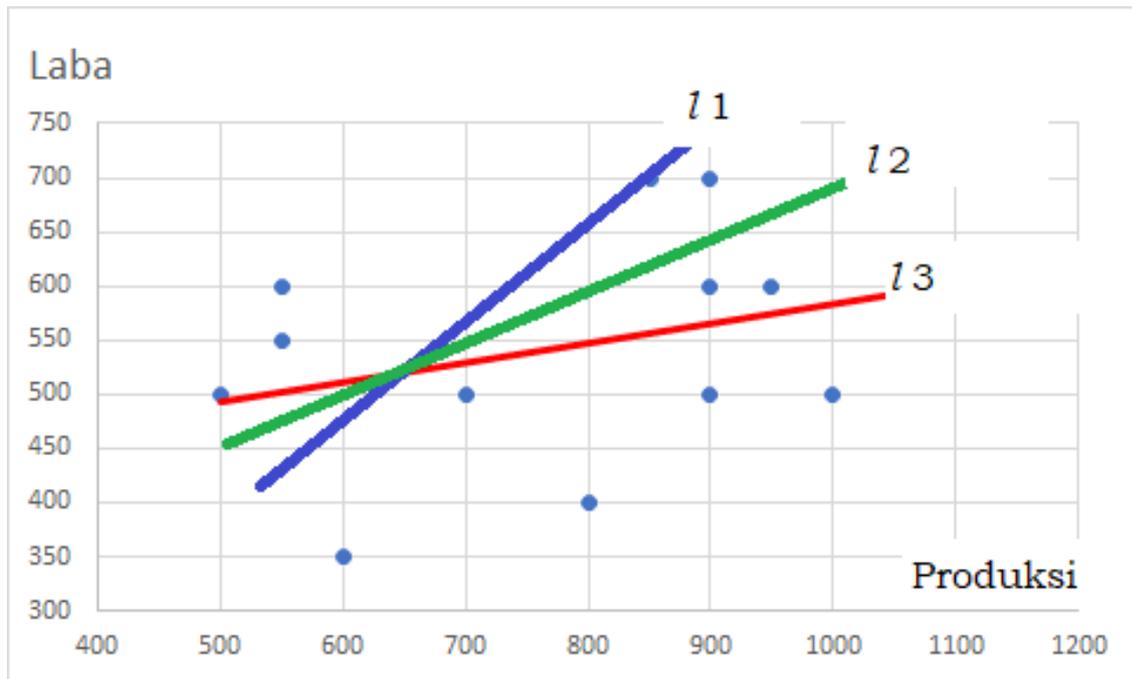
Misalkan kita mempunyai data sekumpulan produksi dan laba sejumlah perusahaan sebagai berikut:

Tabel: Produksi dan Laba

Perusahaan	Produksi (unit)	Laba (Rp. Milyar)
1	1000	500
2	800	400
3	700	500
4	900	600
5	600	350
6	950	600
7	850	700
8	900	500
9	500	500
10	550	550
11	1100	600
12	900	700
13	550	600

Berdasarkan data tersebut kita ingin membangun sebuah persamaan regresi untuk tujuan ingin melihat besar pengaruh produksi terhadap laba.

Garis lurus yang dapat dibuat dapat berbagai bentuk.



Sumber : diolah

Figure 13: Kandidat Garis Regresi

Dari sejumlah tak terhingga garis lurus yang mungkin, pertanyaan kita adalah bagaimana memilih garis lurus yang paling tepat? Yang dimaksud dengan paling tepat adalah yang persebaran titik (scatter) paling dengan dengan garis terpilih.

Idealnya seluruh titik dalam pengamatan terletak pada garis lurus

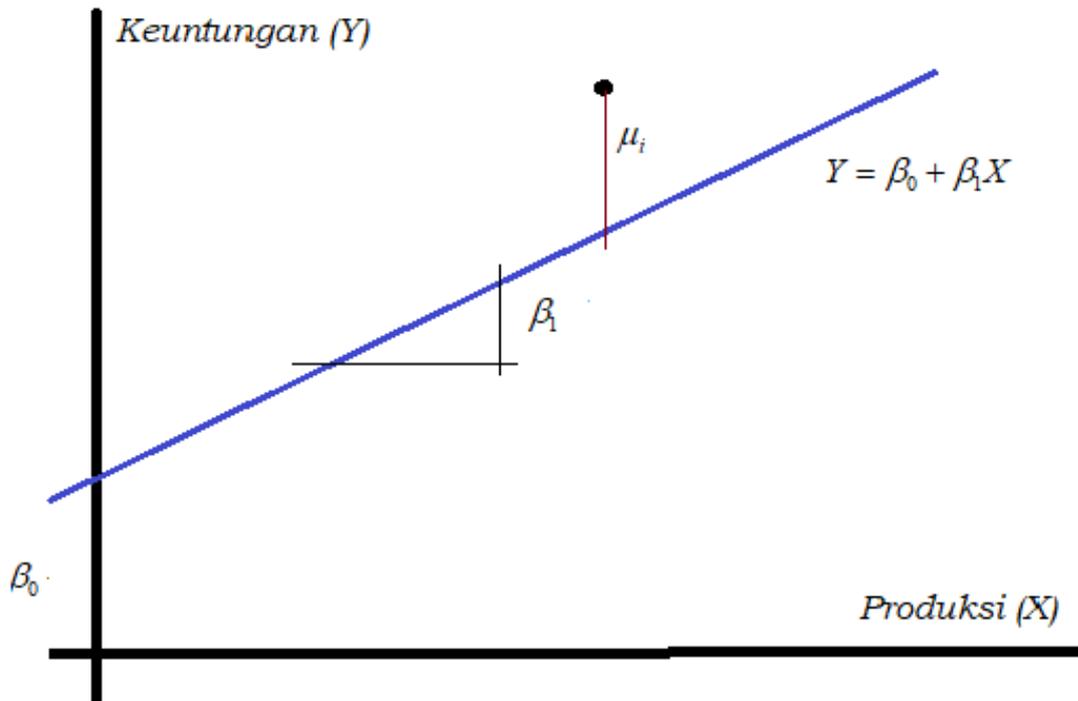
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X.$$

Akan tetapi dalam kenyataannya, hampir mustahil kita mendapatkan garis lurus (garis regresi) dimana seluruh pengamatan terletak pada garis tersebut.

Untuk mengatasi kebutuhan akan sebuah persamaan garis lurus dan data yang tersebar, upaya yang dilakukan adalah mencari nilai dari intersep β_0 dan slope β_1 .

Cara terbaik adalah dengan menupayakan deviasi (jarak) antara garis lurus $Y = \beta_0 + \beta_1 X$ dengan titik-titik observasi sekecil mungkin. Atau dengan kata lain, nilai error (μ_i) dibuat

seminimum mungkin (Figure 14)



Sumber : diolah

Figure 14: Garis Lurus dan Observasi

Statistik menciptakan sebuah metode yang digunakan agar mendapat penyimpangan (error) yang minimum adalah metode Ordinary Least Square (OLS).

Secara matematis, meminimalkan erro dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

$$\mu_i = Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i$$

Dalam hal ini μ_i dapat bernilai positif, negatif, atau nol.

kita perhatikan bahwa metode OLS mencari jumlah penyimpangan kwadrat ($\sum \mu_i^2$), maka

$$\mu_i^2 = (Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i)^2$$

$$\sum \mu_i^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i)^2$$

Prinsip dari OLS adalah meminimumkan ($\sum \mu_i^2$)

Kita memilih β_0 dan β_1 sedemikian dapat ditulis dalam bentuk

$$\text{Minimize}(\beta_0, \beta_1) \sum \mu_i^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i)^2$$

$\sum \mu_i^2$ akan memenuhi jika

$$\frac{\partial \sum \mu_i^2}{\partial \beta_0} = 0$$

berarti

$$2 \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i) = 0$$

$$\frac{\partial \sum \mu_i^2}{\partial \beta_1} = 0$$

berarti

$$2 \sum X_i (Y_i - \beta_0 - \beta_1 \cdot X_i) = 0$$

Setelah persyaratan di atas dipenuhi, kemudian diperoleh

$$b_1 = \hat{\beta}_1 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2}$$

$$b_0 = \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

dimana

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

Koefisien regresi (b_0) dan (b_1) yang dicari dengan cara di atas disebut Ordinary Least Square Estimator (OLSE)

Dalam pekerjaan praktis, koefisien regresi di atas dihitung dengan softwar. Dalam pembelajaran ini kita akan menggunakan perhitungan dalam latih dan tugas-tugas software SPSS.

8.2 Teori yang Melandasi Pendugaan

Kita telah belajar bagaimana mendapatkan koefisien regresi. Koefisien regresi kita dapat yang mempunyai error terkecil. selanjutnya kita dapat mengajukan pertanyaan: Apakah persamaan regresi yang dibuat sudah tepat? atau apakah persamaan regresi yang dibuat sudah baik?

Ternyata pekerjaan belum berhenti. Masih banyak hal yang perlu dah harus diperhatikan.

Diantara hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

1. Hal-hal yang berhubungan dengan sifat-sifat penduga yang baik.
2. Pemenuhan asumsi-asumsi yang mendasari pembuangan regresi, maupun
3. Analisis terhadap ketepatan persamaan regresi yang dibuat.

Kita mempelajari bahwa , b_0 dan b_1 sebagai penduga untuk β_0 dan β_1 . Oleh karena itu

b_0 dan b_1 harus memiliki sifat-sifat penduga yang baik.

Berikut didiskusikan sifat penduga yang baik:

1. Tidak bias,
2. Efisien,
3. Varian Minimum

Pada pelajaran ini kita tidak membuktikan pembuktian sifat penduga tersebut secara matematik, karena sangat rumit. Bagi yang berminat dapat mempelajari dalam Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009), dan Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991).

Gauss-Markov telah membuktikan bahwa penduga b_0 dan b_1 mempunyai sifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*),- Linier, tidak bias, dan varian minimum.

Perlu kita perhatikan bahwa OLS memberikan koefisien regresi yang baik atau bersifat BLUE

Perlu diperhatikan bahwa neskipun metode OLS dapat memberikan penduga koefisien yang baik bersifat BLUE akan tetapi sesungguhnya sifat tersebut didasarkan atas berbagai asumsi yang tidak boleh dilanggar (agar penduga tetap bersifat BLUE). Teori tersebut dinamakan teorema Gauss-Markov

Asumsi-asumsi Gauss-Markov:

1. $E(\mu_i) = 0$ atau $E(\mu_i|x_i) = 0$ atau $E(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 X_i$

dimana :

(μ_i) : variabel-variabel lain yang mempengaruhi Y_i namun tidak terwakili dalam model.

Misal kita tulis model $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + \mu_i$

Misal untuk data Indonesia

$Y_i = \text{Mobile Cellular Subscription}$

X_i = GDP per Capita (constant 2000)

μ_i = variabel lain selani GDP per Capita (constant 2000) yang mempengaruhi Mobile Cellular Subscription.

2. Tidak ada korelasi antara μ_i dan μ_j . kita tulis dalam notasi $cov(\mu_i, \mu_j) = 0; i \neq j$.
3. Homoskedastisitas, yaitu besarnya varian μ_i sama. Kita tulis $var(\mu_i) = \sigma^2$ untuk setiap i .

Mialkan akan dipelajari hubungan antara variabel pembelian bahan baku dan omset sebuah perusahaan yang bergerak pada sebuah sektor ekonomi.

Jika kita notasikan

Y = Pembelian bahan baku/tahun

X = Omset perusahaan/tahun

Terdapat hubungan positif dan searah antara X dan Y . Jika X mengalami kenaikan, maka Y juga akan naik.

Permasalahan adalah bagaimana varian antar kelompok usaha?

Dalam hal ini dapat dijelaskan:

- a. Jika Varian Pembelian Kelompok Perusahaan Besar lebih tinggi dibandingkan dengan Varian Perusahaan Kecil/Menengah maka dikatakan terjadi Heteroskedastisitas.
- b. Jika Varian Pembelian Kelompok Perusahaan Besar sama dengan Varian Perusahaan Kecil/Menengah maka dikatakan tidak terjadi Heteroskedastisitas.

Dalam prakteknya varian pembelian oleh perusahaan besar tidak sama dengan varian pembelian oleh perusahaan kecil/menengah. Dengan demikian dapat disebutkan terjadi heteroskedastisitas.

4. Kovarian antara μ_i dan $X_i = 0$. Kita tulis dalam bentuk

$\text{cov}(\mu_i, X_i) = 0$.

Asumsi ini juga mengandung arti bahwa tidak ada korelasi antara μ_i dan X_i .

Dijelaskan, Jika X_i bersifat non random, maka $E(X_i, \mu_i) = 0$

5. Model Regresi dispesifikasi secara benar.

Sebelum membuat model, perlu model tersebut dispesifikasi dengan benar. Disimpulkan dalam pembuatan model harus memperhatikan hal-hal berikut:

a. Model harus berpijak pada landasan teori. b. Perhatikan dengan baik, variabel-variabel yang diperlukan. c. Putuskan dengan sebaik-baiknya, bagaimana bentuk fungsi dari model yang akan dibuat.

8.3 Soal dan Umpan Balik

1. Dari data yang diberikan, buatlah tiga buah model regresi sederhana lengkap dengan narasi mengikuti prosedur pembuatan model. Gunakan SPSS untuk mendapatkan parameter yang ingin didapat.
2. Dari model yang didapat dari persamaan di atas jelaskan makna dari parameter yang diperoleh.

8.4 Daftar Pustaka

References

- [1] Agung, I.G.N, 2006, Statistika penerapan model rerata-sel multivariat dan model ekonometri dengan SPSS, Yayasan SAD Satria Bhakti, 2006 ISBN 979 95954 6 0
- [2] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [3] Chiang, A. C., and Wainwright, K. (2005). Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- [4] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [5] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.
- [6] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series
- [9] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. Actual Probl. Econ. 176.

-
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [11] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [12] Samosir, Omas Bulan and Rajagukguk, Wilson (2015) Demografi Formal. UKI Press, Indonesia, Jakarta. ISBN 978 979 8148 64
- [13] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

9 Pemeriksaan Persamaan Regresi

Setelah penduga, sifat-sifat, asumsi-asumsi yang melandasi didiskusikan dan dilakukan, selanjutnya kita diskusikan topik pemeriksaan regresi yang telah dibuat.

Pemeriksaan ini dilakukan seharusnya meliputi pemenuhan asumsi-asumsi. Selanjutnya akan didiskusikan ketika membahas regresi majemuk.

Berikut didiskusikan beberapa pemeriksaan regresi yang perlu dan harus dilakukan sebelum menetapkan sebuah model yang dibangun dapat digunakan.

9.1 Standar Error

Kita ingat kembali bahwa metode yang digunakan menduga model adalah dengan meminimumkan error. Dengan demikian ketepatan model ditentukan oleh Standar Error dari masing-masing penduga.

Standar Error dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{s.e.}b_1 = \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2}}$$
$$\text{s.e.}b_0 = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{N \sum(X_i - \bar{X})^2}} \cdot \sigma$$

Oleh karena σ merupakan deviasi/penyimpangan yang terjadi dalam populasi, yang nilainya tidak diketahui, maka biasanya σ diduga berdasarkan data sampel.

Berikut ini adalah rumus penduganya:

$$s = \sqrt{\frac{\mu_i^2}{N-2}}$$
$$\mu_i^2 = (Y - \bar{Y})^2$$

Jika kita perhatikan rumus di atas, terlihat hubungan antara error yang minimal akan mengakibatkan standar error sebuah koefisien bernilai minimal. Jika standar error sebuah koefisien kecil, berarti koefisien yang didapat cenderung mendekati nilai yang sebenarnya.

Akan tetapi jika juga dibingungkan bagaimana menetapkan sebuah standar error itu apakah besar atau kecil. Hal ini terjadi salah satunya oleh besaran variabel yang digunakan dapat menjadi sangat besar, dan dapat menjadi kecil. Misalkan dalam menggunakan variabel penghasilan. Jika penghasilan dianalisis dengan besar nilai absolut rupiah, dapat mencapai puluhan juta rupiah. Variabel ini dapat dianalisis dalam satuan (dalam juta rupiah) angkanya akan berkurang sebanyak enam digit.

Untuk mengatasinya diciptakan ukuran relatif antara besarnya parameter terhadap standar error.

Bila rasio tersebut bernilai 2 atau lebih, dapat dikatakan bahwa nilai Standar Error relatif kecil dibandingkan dengan parameternya.

Kemudian rasio inilah yang menjadi acuan dalam Uji-t. Kita akan bahas kemudian.

9.2 Interval Kepercayaan untuk b_j

Dalam ilmu statistik, terdapat dua teknik dalam melakukan pendugaan terhadap sebuah parameter: Penduga titik (point estimator) dan Penduga interval (interval estimator)

Penduga tunggal sudah dibicarakan ketika membahas pendugaan nilai β_j atau b_j .

Selanjutnya akan kita diskusikan tentang penduga interval. Penduga interval adalah menaksir nilai β_j dalam sebuah rentang nilai.

Penduga β_j dalam suatu interval kepercayaan b_j kita tuliskan sebagai

$$\widehat{\beta}_j = \pm t_{\alpha/2} \cdot s.e.(b_j)$$

$$(b_j - t_{\alpha/2} s.e.(j), (b_j + t_{\alpha/2} s.e.(j))$$

$t_{\alpha/2}$ diperoleh dari tabel distribusi t dengan interval kepercayaan $(1 - \alpha) \cdot 100\%$.

Jika $\alpha = 5$

Nilai α juga dapat dinyatakan sebagai besarnya tingkat kesalahan yang dapat ditolerir. Umumnya untuk ilmu-ilmu sosial, dimana dalam hal ini termasuk ilmu ekonomi, keuangan, dan bisnis, besarnya α sebesar 5 %

9.3 Uji Hipotesis

Uji Hipotesis bermanfaat untuk memeriksa atau melakukan pengujian apakah koefisien yang diperoleh sudah signifikan (berbeda nyata). Tujuan dari signifikansi adalah suatu nilai koefisien regresi secara statistik tidak sama dengan nol.

Jika koefisien (slope) sama dengan nol, dapat diartikan "Tidak cukup bukti untuk menyatakan variabel bebas dimaksud mempunyai pengaruh terhadap variabel terikat".

Terdapat dua uji yang dilakukan dalam hal Uji Hipotesis.

- a. Uji-F, dan
- b. Uji-t

Uji-F digunakan untuk menguji koefisien regresi secara bersama-sama (seluruhnya)

Uji-t digunakan untuk menguji koefisien regresi secara individual.

9.3.1 Uji-F

Uji-F digunakan untuk menguji hipotesis koefisien regresi secara bersama-sama.

Secara umum hipotesisnya dapat kita tuliskan sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

H1 : tidak demikian (paling tidak ada satu slope yang tidak sama dengan nol

dimana k adalah banyaknya variabel bebas

Dalam regresi sederhana banyak variabelnya hanya satu (k=1) maka hipotesis kita tulis sbb:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Cara pengujian dalam regresi sederhana maupun dalam regresi majemuk sama, dengan menggunakan Tabel Anova (Analysis of Variance). Tabel Anova dapat dihitung dan diperoleh dari output software statistik yang digunakan.

Bagaimana Uji-F didapat, ada baiknya kita perhatikan penjelasan berikut

Misalkan kita mempunyai persamaan regresi

$$\text{Observasi : } Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i +$$

$$\text{Regresi : } \hat{Y}_i = b_0 + b_1 \cdot X_i$$

dalam hal ini \hat{Y}_i merupakan estimasi dari Y_i

$$\text{Selanjutnya dapat kita tuliskan bahwa } Y_i = \hat{Y}_i + e_i$$

selanjutnya kedua sisi kita kumulatitkan

page-17

$$\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = (\hat{Y}_i - \bar{Y} + e_i)^2$$

$$\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = \Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})^2 + \Sigma e_i^2$$

dimana

$$\text{begincenter } \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = (\hat{Y}_i - \bar{Y} + e_i)^2$$

$$\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2 = \text{SST}$$

$$\Sigma(\hat{Y} - \bar{Y})^2 = \text{SSR}$$

$$\Sigma e_i^2 = \text{SSE}$$

SST = Sum of Square Total SSR = Sum of square Regression SSE = Sum of Square Error/REsidual

Ketiga komponen di atas digunakan dalam Tabel ANOVA (Figure 15). SST, SSR, dan SSE merupakan varian.

Contoh: Figure 15 didapat dari pengolahan data Lampiran Modul ini. Tabel ANOVA ini digunakan untuk melakukan Uji-F.

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	44112.570	3	14704.190	63.339	.000 ^b
	Residual	3250.111	14	232.151		
	Total	47362.680	17			

a. Dependent Variable: Mobile cellular subscriptions (per 100 people)

b. Predictors: (Constant), General government final consumption expenditure (% of GDP) , GDP per capita (constant LCU) , Access to electricity (% of population)

Sumber : diolah

Figure 15: Contoh Output Regresi Linier Berganda

Perlu diperhatikan bahwa Tabel ANOVA mengandung Defree of Freedom (df), k adalah banyaknya variabel bebas (koefisien slope) dan n adalah jumlah observasi.

Uji_F dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel dengan df sebesar k dan $n - k - 1$.

Jika $F_{Hitung} > F_{\alpha(k, n-k-1)}$ maka tolak H_0

Dengan penolakan terhadap H_0 berarti paling tidak terdapat satu slope regresi yang signifikan secara statistik.

Dalam Figure 15 kita melihat hasil Uji_F (ditulis dalam kolom sig) sebesar 0,000. Itu berarti bahwa dalam

9.3.2 Uji-t

Setelah melakukan Uji-F, tugas selanjutnya adalah menghitung koefisien regresi secara individu.

Uji koefisien secara individu ini dikenal dengan sebutan dengan uji-t.

Hipotesis dalam uji ini ditulis sebagai berikut

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

versus

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

dimana

$j = 0, 1, 2, \dots, k$, k adalah koefisien slope

Dari hipotesis tersebut dapat terlihat makna dari pengujian yang dilakukan, berdasarkan data yang tersedia, akan dilakukan pengujian terhadap seluruh β_j apakah sama dengan

nol.

Hal ini kita menguji variabel bebas tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat, atau tidak sama dengan nol.

Untuk regresi sederhana, kita mempunyai dua parameter/koefisien regresi (intersep dan slope). Hipotesis yang dibuat sebanyak dua buah

$$(1) H_0 = \beta_0 = 0 \text{ versus } H_1 : \beta_0 \neq 0$$

$$(2) H_0 = \beta_1 = 0 \text{ versus } H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Pemeriksaan kita lakukan uji hipotesis terhadap slope β_i secara individu (Uji_F) maupun secara bersama-sama (Uji_F) mempunyai bentuk hipotesis yang sama. Mungkinkan terjadi kesimpulan yang berbeda diantara uji-t dan uji F?

Uji-t didefinisikan sebagai berikut

$$t = \frac{b_j - \beta_j}{s.e.(b_j)}$$

Akan tetapi karena β_j yang akan diuji sama dengan 0 $H_0 : \beta_j = 0$ maka nilai β_j dalam persamaan dapat diganti dengan nol. selanjutnya formula Uji-t menjadi

$$t = \frac{b_j}{s.e.(b_j)}$$

Nilai t di atas akan dibandingkan dengan nilai t tabel. bila ternyata setelah dihitung $|t| > t_{\alpha/2}$, maka nilai t berada di daerah penolakan, sehingga hipotesis nol $\beta_j = 0$ ditolak pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha) \cdot 100\%$

Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa β_j satisfied significance.

Untuk tujuan praktis, khusus uji - t dibuat batasan sebagai berikut: Jika derajat bebas = 20 atau lebih $\alpha = 5\%$, maka hipotesis $\beta_1 = 0$ akan ditolak jika

$$|t| = \frac{b_j}{s.e.(b_j)} > 2$$

Kita perhatikan Figure 16 sebagai contoh.

Dari tiga variabel bebas terdapat satu variabel bebas (variabel bebas Access to electricity (% of population) tidak signifikan dengan tingkat signifikansi > 5% sebesar 0,897

Kesimpulannya adalah bahwa variabel Access to electricity (% of population) tidak signifikan mempengaruhi variabel terikat Mobile Cellular Subscription (per 100 people)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-287.247	205.203		-1.400	.183
	Access to electricity (% of population)	-.379	2.879	-.033	-.131	.897
	GDP per capita (constant LCU)	6.305E-6	.000	.760	3.102	.008
	General government final consumption expenditure (% of GDP)	24.791	8.025	.308	3.089	.008

a. Dependent Variable: Mobile cellular subscriptions (per 100 people)

Sumber : diolah

Figure 16: Uji- t

Sedangkan dua variabel lain dalam model dengan nilai $t < 0,05$ dapat disimpulkan secara statistik signifikan mempengaruhi variabel terikat.

9.4 Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi (Goodness of fit) dinotasikan dengan R^2 merupakan ukuran yang paling penting dalam regresi. Koefisien determinasi menginformasikan baik tidaknya sebuah model regresi yang telah diestimasi.

Koefisien determinasi mengukur seberapa dekat garis regresi terestimasi dengan data yang sesungguhnya.

Nilai koefisien regresi menjelaskan sebesar besar variasi variabel terikat (Y) dapat dijelaskan oleh variasi variabel bebas X.

Jika R^2 sebesar 0 artinya variasi Y tidak dapat diterangkan oleh variasi X.

Jika R^2 bernilai sama dengan 1, maka semua titik pengamatan tepat terletak pada garis regresi.

Baik buruknya sebuah persamaan regresi ditentukan oleh R^2 nya.

R^2 didefinisikan atau dirumuskan berdasarkan langkah-langkah sebagaimana yang dilakukan dalam Tabel ANOVA. Rumus R^2 dapat dituliskan sebagai

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Perlu ditekankan bahwa tidak tepatnya titik-titik berada pada garis regresi disebabkan adanya faktor-faktor lain yang mempengaruhi variabel terikat. Jika tidak ada penyimpangan berarti tidak ada error, dalam hal ini dapat dituliskan $SSE = 0$. Jika $SSE = 0$, maka $SSR = SST$, atau $R^2 = 1$

Dalam hubungan R^2 dengan Uji_F , maka formula Uji_F dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k}$$

9.5 Soal dan Umpan Balik

1. Buatlah sebuah model Regresi multinomial dari data yang diberikan. Lakukan dan narasikan pemeriksaan terhadap Regresi yang saudara dapatkan.
2. Jelaskan teori pemeriksaan regresi dan uraikan mengapa hal itu diperlukan

9.6 Daftar Pustaka

References

- [1] Agung, I.G.N, 2006, Statistika penerapan model rerata-sel multivariat dan model ekonometri dengan SPSS, Yayasan SAD Satria Bhakti, 2006 ISBN 979 95954 6 0
- [2] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [3] Chiang, A. C., and Wainwright, K. (2005). Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- [4] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [5] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.
- [6] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.

- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series
- [9] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. Actual Probl. Econ. 176.
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [11] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [12] Samosir, Omas Bulan and Rajagukguk, Wilson (2015) Demografi Formal. UKI Press, Indonesia, Jakarta. ISBN 978 979 8148 64
- [13] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

9.6.1 Lampiran: Indonesia, 2002 - 2019

Macroeconomics Indonesia: 2001- 2019				
Tahun	Mobile cellular subscriptions (per 100 people)	Access to electricity (percent of population)	GDP per capita (constant LCU)	General government final consumption expenditure (percent of GDP)
2002	5,4	87,6	20.538.086,0	7,3
2003	8,4	87,9	21.231.561,9	8,1
2004	13,6	89,0	22.002.459,1	8,3
2005	20,7	85,7	22.946.275,6	8,1
2006	27,8	90,6	23.888.797,4	8,6
2007	40,2	91,1	25.070.44,5	8,3
2008	59,7	92,7	26.228.711,5	8,4
2009	68,6	93,6	27.080.443,7	9,6
2010	87,4	94,2	28.383.630,9	9,0
2011	101,9	94,8	29.731.348,3	9,1
2012	113,5	96,0	31.100.858,7	9,2
2013	124,4	96,5	32.391.939,7	9,5
2014	127,6	97,0	33.570.728,8	9,4
2015	131,2	97,5	34.764.31,8	9,7
2016	147,4	97,6	36.071.347,6	9,5
2017	164,4	98,1	37.457.329,3	9,1
2018	119,8	98,5	38.949.650,7	9,0
2019	127,5	103,4	40.459.014,2	8,8

10 Regresi Linier Berganda

10.1 Pengantar

Dalam kenyataan sehari-hari, suatu fenomena tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, melainkan oleh berbagai faktor. Pada bagian ini kita akan mendiskusikan bagaimana membangun model yang dapat mengakomodir lebih dari satu variabel bebas. Model jenis ini kita sebut sebagai Model Linier Berganda

Contoh: Produksi garmen dipengaruhi oleh berbagai faktor Seperti:

- a. Besarnya investasi perusahaan
- b. Banyaknya tenaga kerja yang digunakan
- c. Jumlah mesin yang tersedia
- d. Ketrampilan para pekerja, dan
- e. Dukungan teknologi

Bila ingin membuat sebuah model yang mengakomodir semua faktor yang mempengaruhi tersebut, dapat dibuat model dimana variabel bebas lebih dari satu. Model seperti ini dinamakan model regresi berganda.

10.2 Materi

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1.X_{1i} + \beta_2.X_{2i} + \dots + \beta_k.X_{ki} + \mu_i,$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$ adalah observasi dan n menyatakan banyaknya observasi.

Sebagaimana dalam regresi sederhana, jika nilai-nilai parameter sudah berhasil didapat maka persamaan regresi yang kita peroleh dapat dituliskan dalam bentuk:

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1.X_{1i} + b_2.X_{2i} + \dots + b_k.X_{k=i}$$

dimana b_0 , b_1 , b_2 dan b_k merupakan penduga untuk β_0 , β_1 , β_2 ... dan β_k

Contoh regresi, yang merupakan output dari Tabel Lampiran Indonesia 2002- 2019

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-287.247	205.203		-1.400	.183
	Access to electricity (% of population)	-.379	2.879	-.033	-.131	.897
	GDP per capita (constant LCU)	6.305E-6	.000	.760	3.102	.008
	General government final consumption expenditure (% of GDP)	24.791	8.025	.308	3.089	.008

a. Dependent Variable: Mobile cellular subscriptions (per 100 people)

Sumber : diolah

Figure 17: Contoh Output Regresi Linier Berganda

Permasalahan yang mungkin dihadapi

10.2.1 Multikolinieritas

Asumsi dari regresi adalah bahwa variabel-variabel bebas dalam persamaan tersebut tidak saling berkorelasi.

Kita amati Model Regresi berikut

misalkan :

Y = Mobile cellular subscriptions (per 100 people)

X_1 = Access to electricity (% of population)

X_2 = General government final consumption expenditure (% of GDP)

Jika membangun Regresi Linier Berganda, didapat Model sebagai berikut

$$Y = -879.552 + 7,832X_1 + 26,500.X_2$$

Selanjutnya jika membangun model linier dengan X_1 dan X_2 masing-masing sebagai variabel bebas, kita dapat mode

$$Y = -894.499 + 10,399X_1$$

dan

$$Y = -491,966 + 64,973.X_2$$

Terlihat bahwa koefisien X_1 dan X_2 pada regresi majemuk berbeda dengan koefisien pada regresi sederhana. Mengapa hal itu terjadi? Hal tersebut terjadi karena adanya korelasi antara variabel X_1 dan variabel X_2

Jika tidak terdapat korelasi antara X_1 dan X_2 seharusnya koefisien tersebut pada regresi majemuk sama dengan pada regresi sederhana.

Hubungan linier yang terjadi antar variabel bebas ini disebut dengan Multikolonieritas.

Perlu diperhatikan kembali. Jika kita menginterpretasi sebuah variabel, maka variabel lain diasumsikan tetap (*ceteris paribus*). Jika terjadi korelasi antar variabel bebas, tentu asumsi *ceteris paribus* tidak berlaku, sebab setiap perubahan suatu variabel bebas akan mempengaruhi variabel lain.

Variabel bebas yang baik adalah jika tidak mempunyai hubungan dengan variabel bebas lainnya.

Dalam prakteknya multikolonieritas tidak mungkin dihindari. Sulit menemukan dua variabel bebas yang secara matematika tidak berkorelasi (koefisien korelasi = 0) sekalipun secara substansi tidak berkorelasi.

Kita akan sulit menemukan multikolinieritas yang sempurna (koefisien korelasi = 0).

Secara matematis sulit menemukan dua variabel dengan koefisien korelasi sama dengan 0 walaupun secara substansim tidak berkorelasi.

Jika dua variabel bebas mempunyai korelasi, misal kita tulis dalam hubungan berikut

$$X_1 = \gamma X_2$$

Dituliskan kembali rumus untuk mengestimasi b_i sebagai berikut

$$b_1 = \frac{(\sum y_i \cdot x_{1i})(\sum x_{2i}^2) - (\sum y_{1i} \cdot x_{2i})(\sum y_i \cdot x_{2i})}{(\sum x_{1i})(\sum x_{2i}^2) - (\sum x_{ii}x_{1-i})}$$

Bila kita mensubstitusikan korelasi antara X_1 dan X_2 ke dalam persamaan di atas, kita dapatkan persamaan berikut

$$b_1 = \frac{(\sum y_i \cdot x_{1i})(\gamma^2 \sum x_{1i}^2) - (\gamma \sum y_{1i} \cdot x_{1i})(\gamma \sum x_{1i}^2)}{(\sum x_{1i})(\gamma^2 \sum x_{1i}^2) - \gamma^2 (\sum x_{ii}x_{1-i})}$$

Perlu dicatat, jika kita menggunakan matriks dalam menghitung koefisien regresi, maka koefisien regresi mempunyai satu bagian $(X^t \cdot X)^{-1}$. Bagian ini tidak dapat diperoleh jika terjadi koelinieritas sempurna.

Kolinieritas sesungguhnya merupakan hubungan linier. Jika variabel bebas mempunyai hubungan, tetapi tidak linier, hal tersebut dikategorikan sebagai multikolinieritas,

Dampak Multikolinieritas

Terdapat beberapa dampak jika terjadi multikolinieritas

1. Varian koefisien regresi menjadi besar

Rumus variansi b_i dapat dituliskan dengan rumus berikut

$$Varb_1 = \frac{\sigma^2}{(\sum x_{1i})(1-r_{x_1 \cdot x_2}^2)}$$

dimana $r_{x_1 \cdot x_2}^2$) adalah korelasi variabel bebas X_1 dan X_2

Jika kedua variabel bebas mempunyai kolinieritas sempurna ($(r_{x_1 \cdot x_2}^2) = 1$, maka varian menjadi tak terhingga.

2. Varian yang besar menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain:

a. Lebar interval kepercayaan (confidence interval).

Kita lihat kembali rumus

$$\widehat{\beta}_j = \pm t_{\alpha/2} \cdot s.e.(b_j)$$

$$(b_j - t_{\alpha/2} s.e.(j), (b_j + t_{\alpha/2} s.e.(j))$$

Oleh karena $s.e.(b_j)$ merupakan akar dari $Var(b_j)$. Jika $Var(b_j)$ maka $s.e.(b_j)$ juga akan besar

b. Selain interval kepercayaan, besarnya varian juga mempengaruhi uji-t. Kita perhatikan kembali formula Uji-t berikut

$$t = \frac{b_j}{(s.e(b_j))}$$

$Var b_j$ yang besar mengakibatkan $s.e.(b_j)$ juga besar. Bila Standar Error terlalu besar maka besar kemungkinan taksiran β menjadi tidak signifikan.

3. Multikolinieritas dapat mengakibatkan banyak variabel yang tidak signifikan, akan tetapi koefisien determinasi (R^2) tinggi dan uji-t signifikan.

4. Hal lain yang terkadang terjadi adalah angka estimasi koefisien regresi yang didapat mempunyai nilai yang tidak sesuai dengan substansi, atau kondisi yang diduga atau dirasakan akan ehat, sehingga

10.2.2 Heteroskedastisitas (heteroscedasticity)

Dalam regresi linier ganda, salah satu asumsi yang harus diperhatikan agar taksiran parameter dalam model tersebut bersifat BLUE adalah (konstan), semua sesatan mempunyai variansi yang sama. Pada hal ada kasus-kasus tertentu dimana variansi tidak konstan melainkan suatu variabel (berubah-ubah).

dalam kehidupan sehari-hari banyak kasus kita temukan dimana variasi μ_i berubah-ubah.

Contoh: Jika kita ingin mempelajari pengaruh omset terhadap laba. perbedaan laba antara perusahaan besar dan perusahaan kecil akan besar. Perusahaan yang lebih efisien dan efektif, dan berhasil menekan biaya produksi tentu saja mempunyai peluang laba lebih besar dibandingkan dengan yang dikelola kurang efektif.

10.3 Soal dan Umpan Balik

1. Gunakan data Military- data (download dari LMS UKI), bangunlah sebuah model multinomial yang lengkap dengan perangkat pengujian.
2. Dari model yang didapat dari soal nomor 1, Buat masing-masing model sederhana dan bandingkan koefisiennya dengan model regresi berganda. Periksa apakah terjadi multikolinieritas? Jika terjadi buat model yang 'tidak' mengandung multikolinieritas

10.4 Daftar Pustaka

References

- [1] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). *Econometric models and economic forecasts*. New York: McGraw-Hill.
- [2] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics*. Boston, Mass: McGraw-Hill.

-
- [3] Spiegel, M.R. (1981), *Statistics, Schaum's Outline Series*
- [4] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), *Generalized Linear Model* (2nd ed), Chapman and Hall.
- [5] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). *Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [6] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [8] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. *Actual Probl. Econ.* 176.
- [9] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, *Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur*, UKI Press, Jakarta.

11 Model Runtun Waktu (time series)

11.1 Pengantar

Model runtun waktu (time series) merupakan model yang dibangun dari data dimana variabel bebasnya adalah waktu (t). sering kali kita mempunyai data seperti ini dalam lingkungan ekonomi. Data dapat digunakan untuk mewakili seluruh variabel bebas yang kadang sulit ditemukan dan ditentukan.

Salah syarat data yang dapat digunakan dalam pemodelan time series adalah bahwa data tersebut harus stasioner (Dalam pemodelan Box Jenkins, metode menguji stasionaritas sudah dikembangkan. Berharap mahasiswa melanjutkan pembelajaran setelah belajar pada mata kuliah ini).

Contoh model data time series

heightt GDP t GDP t GDP t GDPheight

1 102 16 100 31 103 46 98

2 99 17 99 33 98 47 100

3 101 18 105 33 100 48 103

4 97 19 100 34 103 49 102

5 102 20 96 35 97 50 94

6 100 21 100 36 104 51 105

7 101 22 94 37 96 52 96

8 96 23 100 38 104 53 103

9 105 24 103 39 99 54 100

10 99 25 100 40 105 55 103

11 100 26 99 41 97 56 98

12 96 27 102 42 102 57 100

13 104 28 98 43 103 58 97

14 100 29 100 44 98 59 101

15 95 30 99 45 101 60 98

Mean dari data tersebut sama dengan 100

Defenisi:

Sebuah data time series disebut bersifat stationer, maka besarnya sebagian (partisi) data tersebut tidak jauh berbeda dengan mean dari data lainnya.

Kita perhatikan data di atas.

Mean dari 30 data pertama sebesar 99,7333

Mean dari 30 data terakhir = 100,2667.

Memang terlihat sedikit mengalami perbedaan karena variasi sampling.

Dalam hal ini kita gunakan variansi sampel s_z^2 sebuah runtuk waktu untuk mengestimasi variansi yang sesungguhnya, σ_z^2 . perlu diingat variansi adalah ukuran penyimpangan hasil pengamatan dari nilai meannya.

Misalkan dari data di atas kita notasikan GDP sebagai Z_t

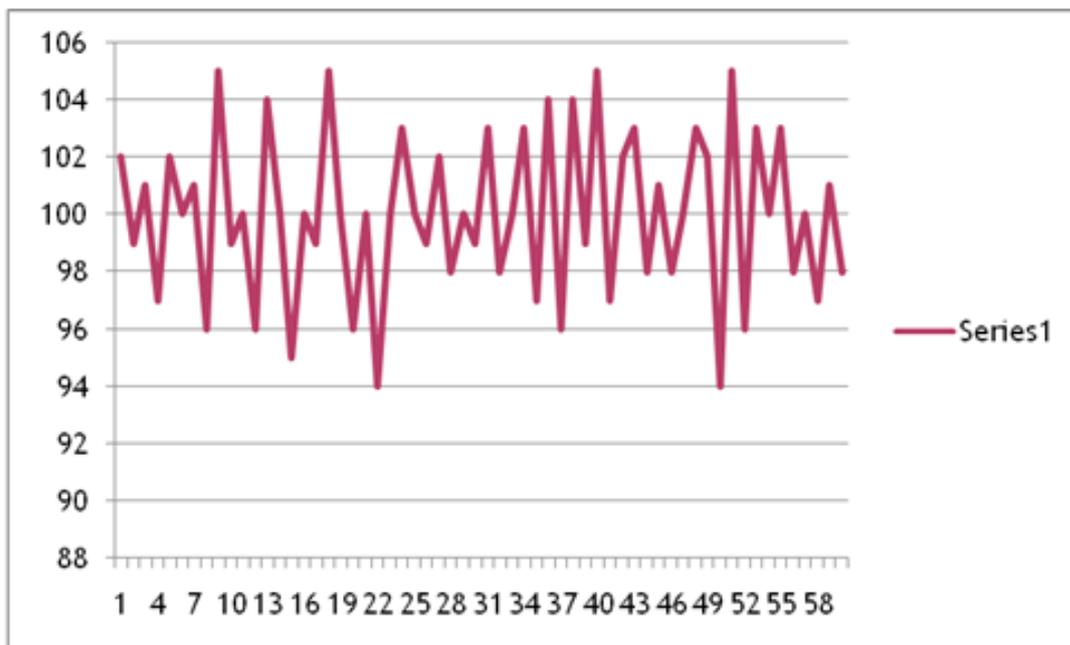
$$s_z^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n (Z_i - \bar{X})^2$$

$$s^2=7,97$$

Variansi 30 data pertama : 7.2 Variansi 30 data terakhir : 8,733

Jika sebuah data timeseries bersifat stadioner maka besarnya variansi sebagian data tersebut tidak jauh berbeda dengan variansi dari sebagian data lainnya. Tentunya akan terjadi sedikit perbedaan karena variansi sampling.

Kita perhatikan gambar dari data di atas. Secara visual terlihat bahwa data itu mempunyai mean konstan.



Sumber : diolah

Figure 18: Contoh Data dengan Means Konstan

11.2 Pemodelan

Pemodelan data time series dapat dilakukan dengan sejumlah metode. Berikut kita sebutkan beberapa metode antara lain:

1. Metode Rata-rata bergerak.

Misalkan kita mempunyai data timer series yang berpola stasioner.

Pola data tersebut dapat kita nyatakan dalam bentuk

$$x_t = \beta + \varepsilon_t, t = 1, 2, 3, \dots, T$$

dimana x_t = Pengamatan/Data tentang x pada periode t.

β = Parameter yang tidak diketahui

ε_t = galat random pada periode t, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_z^2)$

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_T$ independen.

untuk meramal kejadian di masa depan, kita perlu menaksir β berdasarkan data runtun waktu x_1, x_2, \dots, x_T . Pada regresi linier, penaksiran β dilakukan dengan memberi bobot yang sama terhadap setiap data x_1, x_2, \dots, x_T . Dalam metode rata-rata bergerak, bobot yang besar diberikan kepada data terbaru dan bobot nol diberikan kepada data yang sudah usang.

Penaksiran

Penaksiran: misalkan $b[T]$ penaksir β di akhir periode T (pada saat T). misalkan untuk menaksir $b[T]$ kita hanya mengikutsertakan N buah data terbaru dengan bobot yang sama. jadi pada saat T kita memberi bobot $1/N$ kepada $X_T, X_{T-1}, X_{T-2}, \dots, X_{T-N+1}$ dan memberi bobot 0 kepada $X_{T-N}, X_{T-N-1}, \dots, X_2, X_1$.

Dengan metode kuadrat terkecil, maka $b[T]$ diperoleh dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat random (JKGR) berikut:

$$JKGR = \sum_{t=T-N+1}^T (X_t - \beta)^2$$

meminimumkan JKGR akan memberikan harga $b[T]$ sama dengan

$$\frac{1}{N} \sum_{t=T-N+1}^T x_t$$

ternyata $b[T]$ adalah rata-rata N buah data terbaru yang dihitung pada saat T. kita tuliskan:

$$M_T = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=T-N+1}^T x_t$$

dari sini harga T bergerak dari N, N+1, N+2, ... dan seterusnya. Pada setiap periode, penaksir β selalu diremajakan dengan membuang data yang sudah usang. dengan alasan ini, statistik M_T dinamakan rata-rata bergerak sederhana dengan periode N, pada

saat T (N -period simple moving average) disingkat RBS- N . Taksiran β pada saat T diberikan oleh

$$b[T]=M[T]$$

dengan demikian taksiran untuk $E(X_T)$ berdasarkan metode RBS- N adalah:

Ramalan harga x pada periode yang dibuat di akhir periode T :

PENCARIAN SECARA ITERATIF Setelah menetapkan untuk menggunakan metode RBS- N kita harus menghitung harga untuk tiap harga T dari dan seterusnya.

kita tuliskan:

untuk setiap $T=N+1, N+2, \dots$ sat. jadi pencarian harga sebaiknya dilakukan secara iterative sebb:

11.3 Soal dan Umpan Balik

11.4 Daftar Pustaka

References

- [1] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill.
- [2] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [3] Spiegel, M.R. (1981), Statistics, Schaum's Outline Series
- [4] McCullagh, O. Nelders FRS, J.A. (1984), Generalized Linear Model (2nd ed), Chapman and Hall.

-
- [5] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [6] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [8] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. *Actual Probl. Econ.* 176.
- [9] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.

12 Model Panel

12.1 Pengantar

Pada modul terdahulu kita telah membahas Pemodelan dengan satu jenis data, data tersebut disebut data cross section.

Data cross section adalah jenis data yang terdiri atas variabel-variabel yang ada pada sejumlah individu kategori pada suatu titik waktu tertentu. Data cross section adalah untuk banyak individu pada satu titik waktu.

Bagaimana jika data individu dikumpulkan dalam sebuah periode waktu? Data jenis ini disebut data panel.

Dalam studi ekonomi, sangat banyak ditemukan data berbentuk data panel. Misalkan untuk kegunaan pembelajaran ini diberikan data panel dengan nama data *NegaraPanel – LMSUKI*

Pada data itu setiap Individu , - dalam data ini : negara mempunyai data dengan periode waktu yang sama yakni periode tahun 2005 - 2017.

Periode waktu yang dimiliki setiap individu pengamatan inilah yang membedakan dan membuat data jenis ini disebut data panel.

Dengan demikian sesungguhnya data panel adalah gabungan antara data cross section dengan data runtuk waktu (time series).

Salah satu manfaat dari data panel adalah memperbanyak pengamatan.

Sering kita menemukan data ekonomi yang tidak mencukupi untuk memenuhi syarat agar dapat digunakan dalam pemodelan. Dengan menambahkan dengan waktu, maka banyak pengamatan menjadi mencukupi.

1	Country Name	Country ID	Time	Access to electricity (% of population)	Armed forces personnel (% of total labor force)	Armed forces personnel, total	Automated teller machines (ATMs) (per 100,000 adults)	Military expenditure (% of GDP)
2	Afghanistan	111	2005	0.00	0.31	27000.00	0.06	1.99
3	Afghanistan	111	2006	26.93	0.58	51000.00	0.12	1.90
4	Afghanistan	111	2007	33.02	0.57	51000.00	0.21	2.57
5	Afghanistan	111	2008	42.40	1.03	94000.00	0.30	2.34
6	Afghanistan	111	2009	45.24	2.75	255745.00	0.45	2.09
7	Afghanistan	111	2010	42.70	3.20	306800.00	0.53	1.95
8	Afghanistan	111	2011	43.22	3.40	340350.00	0.61	1.82
9	Afghanistan	111	2012	69.10	3.21	338150.00	0.63	1.18
10	Afghanistan	111	2013	70.15	2.97	330650.00	0.70	1.08
11	Afghanistan	111	2014	89.50	2.63	308800.00	0.74	1.30
12	Afghanistan	111	2015	71.50	2.58	319400.00	0.91	0.99
13	Afghanistan	111	2016	97.70	2.50	323000.00	1.05	0.96
14	Afghanistan	111	2017	97.70	2.40	323000.00	1.20	0.94
15	Albania	112	2005	100.00	1.76	22500.00	9.26	1.35
16	Albania	112	2006	100.00	0.91	11500.00	13.87	1.57
17	Albania	112	2007	100.00	1.16	14500.00	19.36	1.82
18	Albania	112	2008	100.00	1.17	14500.00	28.63	1.98

Sumber : World Bank Data, 2019. diolah

Figure 19: Bentuk Data Panel

Kita perhatikan Figure 18. Gambar ini merupakan potongan data yang kita gunakan dalam pembelajaran ini. Pada kolom satu diperlihatkan individu (negara), kolom 2 adalah kode negara yang dibuat, dan kolom tiga merupakan variabel waktu (time). Setiap negara dalam data ini mempunyai rentang periode waktu yang sama.

Pada kolom empat dan seterusnya memuat variabel yang digunakan dalam data ini dan akan dimodelkan kemudian.

12.2 Pemodelan Data Panel

Kita ulang kembali bagaimana pembangunan model dengan data cross -section dan time series berikut

Model dengan data cross section

$$Y_i = \alpha + \beta X_i \quad i=1,2,\dots,N$$

Dimana N : banyaknya data cross section

Mode dengan data time series

$$Y_t = \alpha + \beta \cdot X_t, \quad t=1,2,3,\dots, Y$$

Dimana T = banyaknya data time series

Mengingat kembali bahwa data panel adalah gabungan antara data cross section dengan data time series, moodelnya menjadi sebagai berikut:

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot X_{it}), \quad i = 1,2,\dots, N \text{ dan } t=1,2,\dots,T$$

dimana: N = Banyaknya observasi T = Banyaknya Waktu $N \times T$ = Banyaknya data Panel.

12.3 Pemodelan Data Panel

Kita ulang kembali pemodelan cross-section dan time series berikut

12.4 Soal dan Umpan Balik

1. Pada LMS UKI diberikan data Negara Panel. Bangunlah sebuah model logistik dengan minimum tiga variabel bebas, lengkap dengan pengujian (Uji F, Uji-t, Koefisien Determinasi).

2. Buat hipotesa dari model pada soal nomor 1, dan jelaskan makna dari temuan saudara atas dasar model itu.

12.5 Daftar Pustaka

References

- [1] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). *Econometric models and economic forecasts*. New York: McGraw-Hill.
- [2] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics*. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [3] Spiegel, M.R. (1981), *Statistics, Schaum's Outline Series*
- [4] McCullagh, O. Nelder FRS, J.A. (1984), *Generalized Linear Model* (2nd ed), Chapman and Hall.
- [5] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). *Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan* . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [6] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [8] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. *Actual Probl. Econ.* 176.

- [9] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.
- [10] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [11] World Bank, 2018, World DEvelopment Indicator. Diunduh dari : <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

13 Model Logistik

13.0.1 Pemodelan Logistik

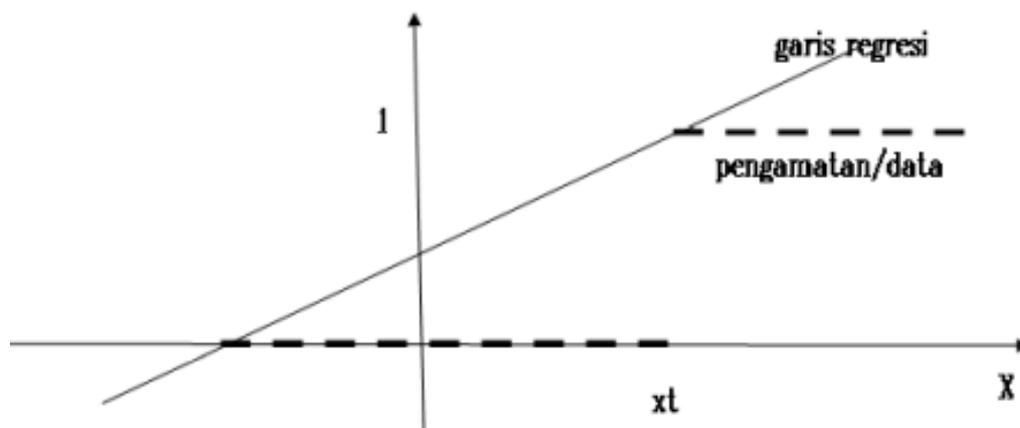
Model regresi terdahulu adalah model dengan variabel terikat numerik (bukan kategorik).

Pada bagian ini akan dibahas model dengan variabel terikat dummy atau kategorik.

Pembahasan akan kita fokuskan pada :

- (i) kasus-kasus yang dapat dikategorikan,
- (ii) bentuk model yang ditawarkan,
- (iii) masalah dari pemodelan tersebut.

Pemodelan matematis dan permasalahannya Perhatikan model regresi



Sumber : diolah

Figure 20: Ketimpangan antara Predicted Rrgression dengan Data

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 \cdot X_i + \mu_i$$

Dimana (misalkan) X = Pendapatan, $Y = 1$ bila seseorang pernah ke luar negeri, dan 0 bila seseorang tidak pernah ke luar negeri

Jika dianalisis dengan metode OLS, maka hal tersebut dapat ditunjukkan dengan Figure 13.

Persoalan yang kita hadapi adalah nilai regresi terletak antara - dan +, sedangkan pengamatan/data terletak antara -1 dan +1. Oleh karena itu, model seperti ini tidak cocok didekati dengan regresi karena garis yang akan kita peroleh dengan menggunakan regresi tidak dapat menggambarkan situasi yang sebenarnya.

Misal kita mempunyai model sebagai berikut.

$$Y = -0,0165 + 0,1975X$$

interpretasi dari model ini:

1. Bila pendapatan seseorang Rp. 0, maka probabilitas orang tersebut pernah ke luar negeri adalah negatif. Pernyataan tersebut tentu saja tidak benar, sehingga perlu diluruskan.
2. Bahkan bila pendapatan orang tsb lebih kecil dari Rp. 321.000, probabilitas orang tersebut pernah melakukan perjalanan ke luar negeri masih tetap nol baru setelah pendapatannya sekitar Rp. 312.112 atau lebih, probabilitas pernah melakukan perjalanan ke luar negeri barulah positif.

Akan tetapi, bila pendapatannya Rp. 5,146 juta probabilitas ke luar negeri menjadi sama dengan 1. Orang tersebut dapat dipastikan pernah melakukan perjalanan ke luar negeri.

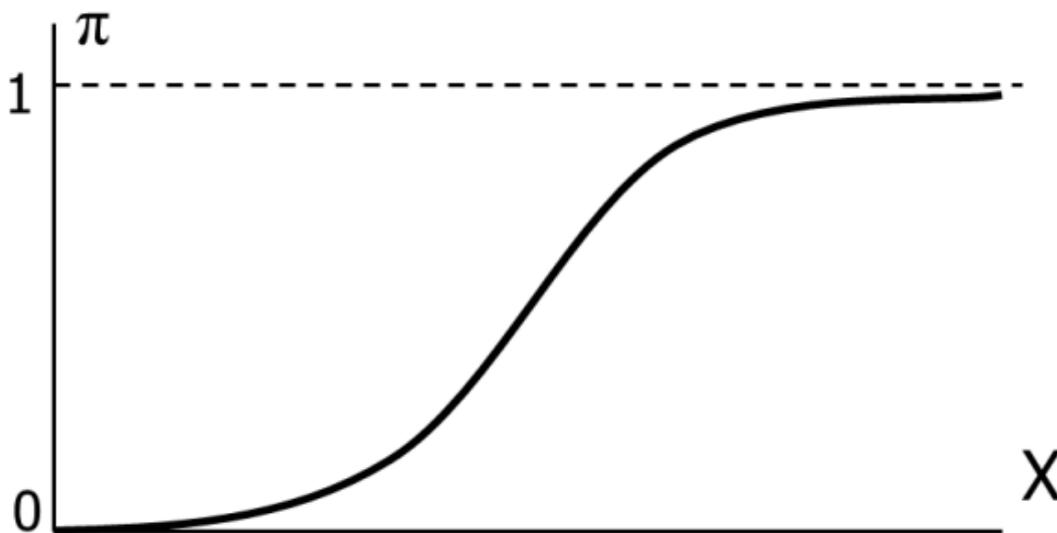
3. Slope 0,1975. Artinya, bila pendapatan naik 1 unit (Rp. 1 juta) maka probabilitas orang tersebut pernah melakukan perjalanan ke luar negeri naik sekitar 20%.

Kelemahan:

1. Ada probabilitas negatif, pada saat pendapatan lebih kecil dari Rp. 312.112. Ada probabilitas lebih besar dari 1, yaitu pada saat pendapatan lebih besar dari Rp, 5,146 juta.

2. Kenaikan probabilitas yang linier. Setiap ada kenaikan Rp. 1 juta pendapatan maka ada kenaikan probabilitas sebesar 20%. Kenaikan 20 % tanpa mempengaruhi tingkat pendapatan. Akibatnya, saat pendapatan lebih besar dari Rp. 5,14 juta, probabilitas seseorang pernah ke luar negeri > 1 .

Model di atas 'harus dipaksa' agar mempunyai variabel independen antara 0 dan 1 dengan cara melogaritmakan variabel independennya.



Sumber : diolah

Figure 21: Model Logistik

$$p_1 = E(Y_i = 1|X_i) = \beta_1 + \beta_2 \cdot X_i$$

sekarang kita perhatikan defenisi lain:

$$p_1 = E(Y_i = 1|X_i) = \frac{1}{1 + e^{\beta_1 + \beta_2 \cdot X_i}}$$

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_1}}$$

$$Z_1 = \beta_1 + \beta_2 \cdot X_i$$

Pendefinisian ini dinamakan Model Logistik (Logistic Model) atau sering disebut Model Logit

Kita perhatikan hasilnya

1). p_i terletak antara 0 dan 1, karena Z_i terletak antara $-\infty$ dan ∞

Bila $Z_i \rightarrow +\infty$ maka $p_i = 1$. Bila $Z_i \rightarrow -\infty$ maka $p_i = 0$.

2) p_i mempunyai bentuk non linier

13.0.2 Pendefinisian Matematis

Pada bagian ini kita uraikan bagaimana Model logistik dibuktikan secara matematis

Kita mulai dari rumus berikut

$$p_i = \frac{1}{1+e^{-Z_1}} \text{ dan } 1 - p_i = \frac{1}{1+e^{Z_1}} = e^{-Z_1} \frac{1}{1+e^{Z_1}}$$

$$\frac{p_i}{1-p_i} = \frac{\frac{1}{1+e^{-Z_1}}}{\frac{e^{-Z_1}}{1+e^{-Z_1}}} = \frac{1}{e^{-Z_1}} = e^{\beta_1 + \beta_2 \cdot X_i}$$

Jika persamaan ini dilogarimakan akan kita dapat persamaan berikut:

$$L_i = \frac{p_i}{1-p_i} = \beta_1 + \beta_2 X_i$$

L disebut *LogOdds*

Interpretasi dari persamaan ini adalah

* L linier dalam X * L juga linier dalam β_1 dan β_2 * L disebut model logit

Interpretasi dalam setiap model logistik berbentuk probabilitas. Model logistik (biner ataupun multinomial) tidak lagi berbentuk nominal seperti dalam model regresi konvensional, tetapi dalam bentuk probabilitas. Probabilitas ini disebut odd ratio (rasio kecenderungan).

Pembangunan model dengan menggunakan data panel akan kita gunakan perangkat lunak STATA.

Semua log dan perintah pembuatan model akan didiskusikan di kelas.

13.1 Soal dan Umpan Balik

1. Buatlah sebuah Model Logistic dengan menggunakan data Law-Logistic yang dapat diunduh dari LMS UKI (Link sudah diberikan pada bagian penguantar buku modul ini).
2. Lengkapi model di atas (soal nomor 1) dengan perangkat menjelaskan bahwa model itu fit dengan data
3. Buat hipotesis sesuai dengan banyaknya variabel bebas yang saudara bangun.
4. Narasikan temuan saudara berdasarkan hasil pekerjaan dari soal no. 1,2, dan 3.
5. Narasikan implikasi kebijakan dari temuan tersebut
6. Buat laporan menggunakan MSWord dan sesuaikan dengan bentuk pelaporan sebuah karya ilmiah

13.2 Daftar Pustaka

References

- [1] Pindyck, R. S., and Rubinfeld, D. L. (1991). *Econometric models and economic forecasts*. New York: McGraw-Hill.
- [2] Gujarati, D. N., and Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics*. Boston, Mass: McGraw-Hill.
- [3] Spiegel, M.R. (1981), *Statistics, Schaum's Outline Series*
- [4] McCullagh, O. Nelder FRS, J.A. (1984), *Generalized Linear Model* (2nd ed), Chapman and Hall.
- [5] Usman, Hardius, Nachrowi, Nachrowi D.. (2006). *Pendekatan populer dan praktis ekonometrika: untuk analisis ekonomi dan keuangan* . Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [6] Budiono, S., Purba, J.T., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. Measurement availability of clean water and elementary teachers towards income of all districts and cities in indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [7] Purba, J.T., Budiono, S., Rajagukguk, W., Samosir, P., Adirinekso, G.P., 2020. E-business services strategy with financial technology: Evidence from Indonesia, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- [8] Rajagukguk, W., 2016. The impact of joining wto on indonesia's economy: Econometric modelling approach. *Actual Probl. Econ.* 176.
- [9] Rajagukguk, W., Samosir, P., Purba, J.T., Budiono, S., Adirinekso, G.P., 2020. Dark side of economic growth: A case study of the relationship between economic growth and suicide mortality, in: *Proceedings of*

the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

- [10] Rajagukguk, W., Samosir, O., 2015, Fakta dan Prospek Pemanfaatan Jendela Kesempatan Dan Bonus Demografis: Suatu Studi Banding Di Sulawesi Utara Dan Nusa Tenggara Timur, UKI Press, Jakarta.
- [11] World Bank, 2018, World Development Indicator. Diunduh dari : <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>