MODUL 1

Ekonometrika

PENDAHULUAN

Pada Modul 1 ini kita akan mempelajari definisi, ruang lingkup ekonometrika, dan dasar-dasar statistika yang digunakan untuk ekonometrika. Modul 1 ini terdiri dari dua kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1 berisi definisi dan ruang lingkup ekonometrika dan Kegiatan Belajar 2 berisi dasar-dasar statistika untuk ekonometrika.

Modul 1 Kegiatan Belajar 1 berisi pengertian ekonometrika, metodologi ekonometrika, pengukuran dan jenis data di dalam ekonometrika dan informasi program komputer yang digunakan untuk mengolah pekerjaan ekonometrika. Ekonometrika sebagai alat analisis di dalam penelitian ekonomi mempunyai metodologi tertentu. Penelitian ekonomi dengan pendekatan ekonometrika dimulai dari teori ekonomi yang melandasi persoalan ekonomi yang akan diteliti. Langkah selanjutnya adalah membuat spesifikasi model ekonometrika yang digunakan untuk menjawab persoalan ekonomi yang diteliti. Agar model diestimasi maka diperlukan data. Ada tiga data yang bisa digunakan yaitu data *cross section*, runtut waktu (*time series*), dan *pooled data* yang merupakan gabungan *cross section* dan *time series*. Ada tiga metode estimasi yang biasa dan sering digunakan yaitu *ordinary least Squares* (OLS), *maximum likelihood* (ML) dan *method of moment* (MM). Setelah diestimasi model ekonometrikanya maka selanjutnya perlu diuji hasilnya dengan uji statistika. Dari hasil uji statistika ini bisa diverifikasi apakah penelitian ini sesuai dengan landasan teori yang melatarbelakangi penelitian yang dilakukan atau tidak.

Kegiatan Belajar 2 berisi penjelasan singkat konsep-konsep statistika induktif yang digunakan didalam ekonometrika. Ada berapa konsep penting statistika yang melandasi ekonometrika yaitu nilai harapan (*expected value*) atau rata-rata, varian, standar deviasi, kovarian, dan koefisien korelasi. Hasil estimasi dengan pendekatan ekonometrika perlu dievaluasi. Evaluasi regesi menggunakan uji statistika. Ada beberapa uji statistika memerlukan

pemahaman distribusi probabilitas. Ada empat distribusi probabilitas yang penting digunakan untuk uji statistika di dalam ekonometrika yaitu distribusi normal, distribusi *chi-squares*, distribusi t dan distribusi F.

Dengan mempelajari modul ini diharapkan secara umum Anda mampu menjelaskan definisi dan ruang lingkup ekonometrika yang merupakan alat utama dalam penelitian ekonomi dan distribusi probabilitas yang digunakan di dalam uji statistika.

Secara khusus setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan mampu

1. Menjelaskan definisi dan tujuan ekonometrika
2. Menjelaskan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penelitian ekonomi dengan menggunakan ekonometrika
3. Merumuskan model-model ekonometrika untuk tujuan penelitian ekonomi
4. Menjelaskan dasar-dasar statistika yang digunakan untuk penelitian dengan ekonometrika

KEGIATAN BELAJAR 1

Definisi dan Ruang Lingkup Ekonometrika

Teori ekonomi yang dibangun dengan pendekatan deduktif harus dibuktikan kebenarannya. Ekonometrika merupakan salah satu alat analisis penting untuk membuktikan kebenaran teori ekonomi. Pada Modul 1 Kegiatan Belajar 1 kita akan mempelajari pengertian ekonometrika dan metodologi penelitian di dalam ekonometrika. Pengukuran ekonomi dengan ekonometrika hanya bisa dilakukan jika kita mempunyai data. Pada Kegiatan Belajar 1 ini kita juga akan mempelajari pengukuran, jenis variabel ekonomi dan sumber-sumber data penelitian ekonomi yang sering digunakan di dalam ekonometrika.

A. EKONOMETRIKA

Ilmu ekonomi adalah ilmu yang mempelajari perilaku manusia di dalam mengalokasikan sumberdaya yang dimiliki secara efisien untuk memenuhi kebutuhannya. Misalnya konsumen di dalam perilaku berkonsumsi. Konsumen dengan pendapatan yang dimilikinya berusaha agar di dalam mengkonsumsi barang dan jasanya dapat mencapai tingkat kepuasan yang maksimum. Begitu pula, produsen akan mencoba memproduksi barang dan jasa seefisien mungkin agar bisa memaksimumkan keuntungan.

Perilaku ekonomi manusia dalam mengalokasikan sumberdaya adalah sangat komplek. Misalnya, keputusan seorang konsumen dalam membeli sepeda motor. Banyak faktor yang mempengaruhi pembelian sepeda motor tersebut yaitu harga sepeda motor tersebut, harga sepeda motor merk lain, pendapatan, jenis kelamin, selera, jasa pelayanan paska pembelian, harga suku cadang, dan faktor-faktor yang lain.

Teori adalah penyederhanaan perilaku manusia yang sangat kompleks, tetapi mampu dengan baik menjelaskan perilaku ekonomi manusia. Misalnya, teori permintaan dapat digunakan untuk menjelaskan perilaku manusia di dalam membeli sepeda motor diatas. Teori permintaan mengatakan adanya hubungan terbalik antara harga sepeda motor dan jumlah permintaan sepeda motor dengan asumsi faktor selain harga sepeda motor adalah tidak berubah (*cateris paribus*). Jika harga sepeda motor naik maka jumlah permintaan sepeda motor menurun dan sebaliknya. Dengan adanya asumsi *cateris*

paribus, teori permintaan mampu menjelaskan permintaan barang dengan menggunakan hubungan yang sederhana antara variabel ekonomi tetapi tetap mampu menjelaskan dengan baik esensi permintaan barang.

Teori ekonomi dibangun atas dasar pendekatan deduktif. Kebenaran teori ekonomi perlu dibuktikan kebenarannya. Teori ekonomi dapat dibuktikan kebenarannya melalui sebuah penelitian empiris. Salah satu alat analisis penting di dalam penelitian ekonomi adalah ekonometrika. Dengan demikian salah tujuan ekonometrika adalah untuk membuktikan kebenaran teori ekonomi dengan menggunakan data sampel.

Dari penjelasan di atas munculnya suatu pertanyaan mendasar. Apa itu ekonometrika? Ekonometrika (*econometrics*) dilihat dari akar katanya terdiri dari dua kata yaitu teori ekonomi (*economics*) dan pengukuran (*metric*). Ekonometrika dapat diartikan sebagai alat pengukuran ekonomi. Banyak definisi tentang ekonometrika yang telah dikemukakan oleh para ahli ekonometrika. Secara umum, ekonometrika dapat didefinisikan sebagai sebuah disiplin ilmu di dalam menganalisis data-data ekonomi.

Ekonometrika sebagai sebuah disiplin ilmu dibangun dari berbagai disiplin ilmu yaitu teori ekonomi, matematika dan statistika. Misalnya kita ingin mengukur seberapa besar pengaruh harga terhadap jumlah permintaan suatu barang. Di dalam menjawab pertanyaan ini maka pekerjaan ekonometrika dimulai dari teori ekonomi yang melandasi pertanyaan tersebut yaitu teori ekonomi tentang permintaan. Teori permintaan menyatakan bahwa terdapat hubungan yang negatif antara harga dan kuantitas yang diminta, faktor-faktor lain tetap (*ceteris paribus*). Jika harga naik maka jumlah barang yang diminta akan turun dan sebaliknya jika harga turun jumlah barang yang diminta akan naik.

Pekerjaan ekonometrika selanjutnya adalah membangun sebuah model persamaan yang menjelaskan hubungan antara variabel harga dan jumlah permintaan. Setelah model terbangun maka pekerjaan ekonometrika adalah mengestimasinya dan menguji kebenaran pernyataan teori ekonomi yang ada. Langkah terakhir ini sangat membutuhkan disiplin ilmu statistika yaitu statistika inferensi.

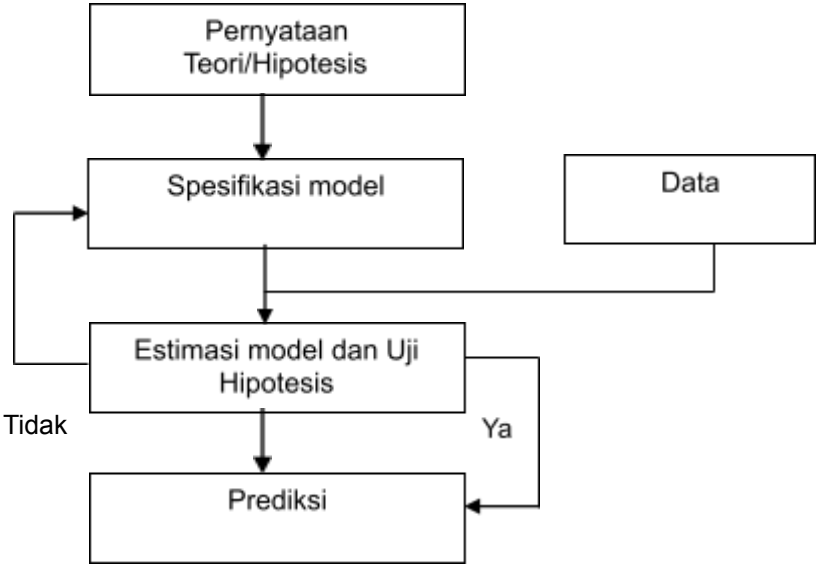
B. METODOLOGI EKONOMETRIKA

Ekonometrika sebagai alat pengukuran dalam ekonomi mempunyai metodologi tertentu untuk menganalisis data-data ekonomi, bisnis, maupun

yang lainnya. Metodologi ekonometrika pada awal perkembangannya memfokuskan pada bagaimana mendapatkan estimator yang konsisten dan efisien. Aliran metodologi ini disebut aliran klasik. Aliran metodologi klasik ini bisa dilihat di dalam Gambar 1.1.1.

Metodologi ekonometrika klasik dimulai dari pernyataan teori. Untuk membuktikan kebenaran teori atau hipotesis yang kita bangun maka kita membuat suatu model ekonometrika. Setelah spesifikasi model kita bangun maka langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter model tersebut berdasarkan data yang kita kumpulkan. Kemudian setelah itu kita melakukan verifikasi bagi estimasi parameter melalui uji statistik. Uji statistik ini diperlukan karena estimasi model sebagian besar berasal dari data sampel. Uji statistik ini dengan demikian dilakukan untuk membuat sebuah generalisasi.

Jika verifikasi ini sesuai dengan teori atau hipotesis yang kita buat awal maka kita langsung bisa menggunakan parameter estimasi tersebut untuk melakukan prediksi atau peramalan. Namun jika verifikasi ternyata tidak sesuai dengan teori atau hipotesis maka kita harus meninjau kembali spesifikasi model yang kita bangun. Pembentukan model harus kita lakukan kembali pada langkah kedua.



Gambar 1.1.1. Metodologi Ekonometrika

Aliran utama metodologi ekonometrika telah berubah sejak dekade 1980. Aliran ini dipelopori oleh Hendry dan Richard.[1] Aliran metodologi ini bersifat *top down* atau *general to specific*. Sebagaimana metodologi klasik, pekerjaan ekonometrika dimulai dari pernyataan teori atau hipotesis. Langkah berikutnya membuat spesifikasi model dan melakukan estimasi model yang kita bangun.

Namun setelah melakukan estimasi model kita tidak langsung melakukan verifikasi hasil regresi, tetapi melakukan uji spesifikasi model dan diagnosis (modeling) terlebih dahulu. Langkah ini diperlukan untuk membuktikan apakah model yang kita bangun sudah tepat atau tidak bias lagi. Jika model sudah tepat maka kita bisa membuat generalisasi melalui uji statistik. Selanjutnya hasil estimasi tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi atau peramalan. Tetapi, apabila model yang ada belum tepat maka kita harus meninjau kembali spesifikasi model yang kita bangun. Pembentukan model harus kita lakukan kembali pada langkah kedua.

Untuk menjelaskan secara detil metodologi ekonometrik tersebut diatas, misalnya kita ingin meneliti tentang permintaan barang. Ada dua pertanyaan yang muncul dalam penelitian ini. Pertama apakah penelitian dengan data sampel mampu membuktikan kebenaran teori permintaan yaitu adanya hubungan negatif antara harga dan permintaan. Kedua, apakah sepeda motor termasuk barang normal atau barang mewah dengan melihat tingkat elastisitasnya.

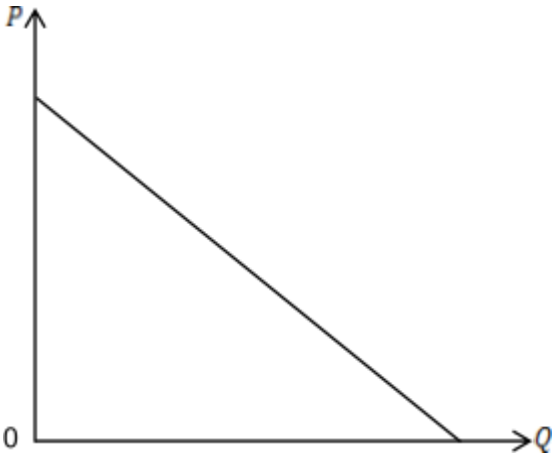
1. Pernyataan Teori: Teori Permintaan

Untuk menjawab pertanyaan dalam penelitian tentang permintaan sepeda motor diatas maka langkah pertama adalah menemukan teori yang melandasi penelitian tersebut. Penelitian ini adalah permintaan sepeda motor maka teori yang digunakan adalah teori permintaan barang. Teori permintaan menyatakan bahwa permintaan barang dipengaruhi oleh harga barang itu sendiri, harga barang lain baik barang komplementer maupun barang substitusi, pendapatan, selera dan faktor ekonomi yang lain. Dengan asumsi bahwa faktor selain harga barang tersebut tetap maka teori permintaan menyatakan bahwa harga berpengaruh negatif terhadap jumlah yang diminta dengan asumsi variabel selain harga barang tersebut tetap.

---

[1] D.F. Hendry and J. F. Richard," The Econometric Analysis of Economic Time Series," *International Statistical Reviews*, Vol. 51, 1983, pp.3-33

Hubungan antara jumlah permintaan dan harga dalam teori permintaan dapat digambarkan dalam gambar 1.1.2. Sumbu vertikal adalah harga barang P dan sumbu horizontal adalah jumlah barang yang diminta Q . Kurva permintaan barang tersebut adalah berslope atau mempunyai kemiringannya negatif. Slope atau kemeringan negatif ini menunjukkan adanya hubungan negatif antara harga dan jumlah permintaan sebagaimana yang dinyatakan dalam teori permintaan.



Gambar 1.1.2. Kurva Permintaan

2. Model Matematika: Hukum Permintaan

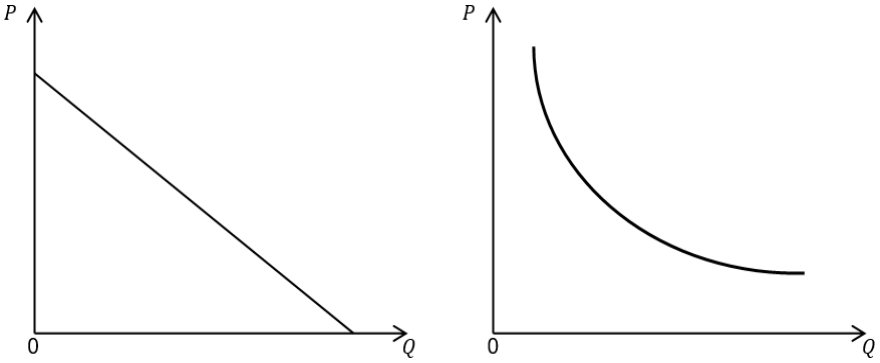
Teori permintaan menyatakan bahwa terdapat hubungan negatif antara harga dan jumlah barang yang diminta. Akan tetapi teori ini tidak menjelaskan apakah hubungannya linier atau non linier. Hubungan linier antara harga dan jumlah permintaan berarti bahwa setiap penurunan (kenaikan) harga akan selalu menyebabkan kenaikan (penurunan) jumlah permintaan barang dengan tingkat kenaikan yang selalu tetap. Sebaliknya bila setiap penurunan (kenaikan) harga akan tidak selalu menyebabkan kenaikan (penurunan) jumlah permintaan barang dengan tingkat kenaikan yang tetap maka hubungan antara harga dan jumlah permintaan non linier. hubungannya linier harga dan jumlah permintaan ini dapat digambarkan dalam bentuk kurva permintaan berupa garis lurus. Akan tetapi bila

hubunganya tidak linier antara harga dan jumlah permintaan maka kurva permintaanya bukan berupa sebuah garis lurus (non linier), lihat gambar 1.1.3.

Setelah langkah pertama ini kemudian dinyatakan dalam persamaan matematika. Misalnya hubungan antara harga dan jumlah permintan barang adalah linier maka pernyataan teori dalam spesifikasi model matematika dapat tulis sbb:

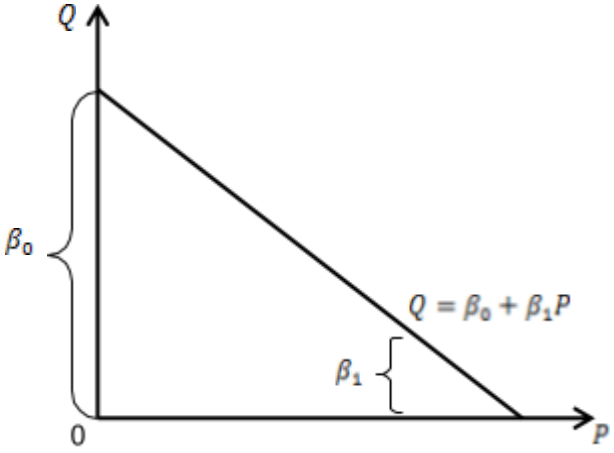
$$Q = \beta_0 + \beta_1 P \qquad \beta_1 < 0 \qquad (1.1.1)$$

Dimana Q adalah jumlah permintaan barang; P adalah harga barang; β_0 dan β_1 adalah intersep atau konstanta dan kemiringan (*slope*). Karena hubungan antara harga dan jumlah permintaan barang adalah negatif maka tanda slope adalah negatif yaitu $\beta_1 < 0$. Persamaan (1.1.1) tersebut dapat digambarkan dalam gambar 1.1.4. Dalam gambar tersebut jumlah permintaan barang (Q) digambarkan dalam sumbu vertikal sedangkan harga (P) digambarkan dalam sumbu horisontal. Gambar 1.1.4. tersebut berbeda dengan gambar kurva permintaan sebelumnya. Gambar 1.1.4 akan tetapi masih tetap menjelaskan adanya hubungan negatif antara harga dan jumlah permintaan sebagaimana yang dinyatakan dalam teori permintaan meskipun terjadi perubahan notasi masing-masing sumbu. Hubungan negatif ditunjukkan dengan adanya kemiringan garis atau slope yang negatif.



Hubungan linier P dan Q Hubungan non linier P dan Q

Gambar 1.1.3. Kurva Permintaan linier dan non linier



Gambar 1.1.4. Model Matematika Permintaan

3. Model Ekonometrika: Hukum Permintaan

Setelah kita mempunyai spesifikasi model matematika langkah selanjutnya adalah membentuk spesifikasi model ekonometrika. Spesifikasi model matematika menunjukkan hubungan yang pasti (*exact*) atau

deterministik (*deterministic*) antara variabel dependen dan independen. Namun hubungan antara variabel ekonomi adalah tidak pasti. Untuk itu perlu modifikasi persamaan (1.1.1) di atas agar sesuai dengan perilaku ekonomi dengan membentuk model ekonometrika menjadi:

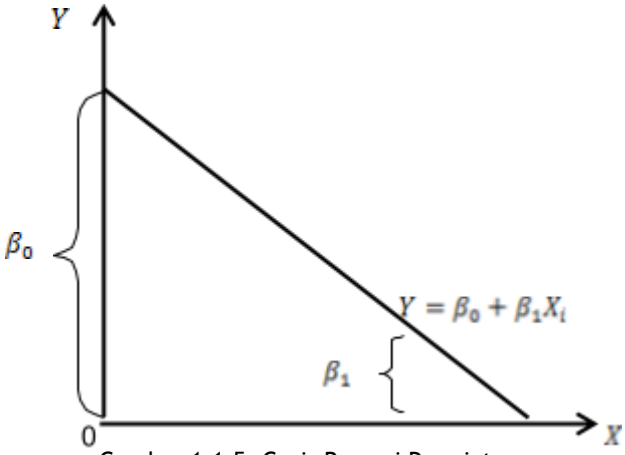
$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \qquad \beta_1 < 0 \qquad (1.1.2)$$

dimana Y_i = jumlah permintaan barang; X_i = harga barang; i = observasi ke 1, 2, 3, , n

Variabel Y yang ada disebelah kiri persamaan disebut variabel dependen (*dependent variable*) atau variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi. Semenara itu variabel yang disebelah kanan persamaan yaitu X disebut variabel independen (*independent variable*) atau variabel penjelas (*explanatory variable*) yaitu variabel yang mempengaruhi besar kecilnya variabel dependen. e disebut variabel pengganggu atau kesalahan (*disturbances/error terms*) yang merupakan variabel random (*random/stochastic variable*). Kita memasukkan variabel penganggu ini karena faktor yang mempengaruhi jumlah permintaan suatu barang tidak hanya harga barang tersebut tetapi juga dipengaruhi variabel lain seperti harga barang lain. Adanya variabel *e* inilah menunjukkan bahwa model ekonometrika persamaan (1.1.2.) merupakan hubungan ketidakpastian atau random antara variabel dependen yaitu jumlah permintaan dan variabel independen yaitu harga. Dengan demikian kita bisa memahami bahwa dengan harga yang sama, jumlah permintaan barang belum tentu sama antarkonsumen karena adanya variabel selain harga yang juga mempengaruhi jumlah permintaan barang.

Persamaan (1.1.2) dikenal dengan model regresi linier. Regresi linier adalah menjelaskan bagaimana variabel dependen dipengaruhi satu atau lebih variabel independen. Pada penelitian ini regresinya menjelaskan bagaimana variabel dependen jumlah permintaan barang dipengaruhi variabel independen harga barang tersebut. Gambar 1.1.5 merupakan gambar regresi linier. β_0 dan β_1 adalah koefisien regresi. β_0 adalah intersep atau konstanta dan β_1 adalah slope atau kemiringan garis regresi. Intersep atau konstanta ini menunjukkan besarnya jumlah permintaan barang ketika harganya adalah

nol. Kemiringan (*slope*) mengukur besarnya perubahan jumlah permintaan barang jika harga berubah setiap unitnya.



Gambar 1.1.5. Garis Regresi Permintaan

4. Pengumpulan data

Untuk bisa mengestimasi model regresi linier pada persamaan (1.1.2) sehingga mendapatkan nilai β_0 dan β_1 maka kita perlu mengumpulkan data. Data pekerjaan ekonometrika dapat diperoleh dari dua sumber yaitu dari data eksperimen (*experimental data*) dan data non eksperimen (*non experimental data*). Data eksperimen berasal dari hasil eksperimen atau percobaan yang kita lakukan, sedangkan data non eksperimen adalah data yang kita peroleh dari hasil observasi atau pengamatan (*observation*) perilaku aktual agen ekonomi.

Sebagian besar data ekonomi dan bisnis adalah data non eksperimen sehingga pekerjaan ekonometrika berdasarkan jenis data ini. Data non eksperimen dapat kita klasifikasikan sebagai data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari obyek baik melalui metode wawancara, kuisioner, telepon dsb. Sedangkan data sekunder adalah data yang kita peroleh dari sumber kedua dan biasanya data ini sudah siap pakai. Data sekunder ini mudah kita dapatkan dan tersebar luas diberbagai sumber. Data-data ekonomi yang dikeluarkan pemerintah baik dari Badan Pusat Statistik (BPS) maupun data dari Bank Indonesia sudah

tersedia secara lengkap. Begitu pula data-data bisnis juga sudah relatif tersedia seiring dengan banyaknya perusahaan yang sudah go publik.

Dengan berkembangnya data elektronik maka sekarang kita bisa lebih mudah mendapatkan data dengan mengakses data melalui internet. Misalnya data-data ekonomi Indonesia bisa diakses melalui situs BPS: www.bps.go.id; situs Bank Indonesia: www.bi.go.id. Begitu pula data-data ekonomi dari negara lain, misalnya data ekonomi Amerika Serikat bisa diakses dari salah satu bank sentralnya di Saint Louis (*Federal Reserve of St. Louis*) melalui situs: www.stls.frb.org; data negara-negara lain diseluruh dunia bisa diakses melalui situs world bank :www.worldbank.org;

a. Pengukuran Variabel Ekonomi

Variabel ekonomi dapat dikategorikan menjadi dua tipe yaitu kuantitatif dan kualitatif. Variabel kuantitatif adalah variabel yang dilaporkan dalam bentuk angka numerik (*numeric number*). Contoh variabel kuantitatif seperti harga *handphone*, keuntungan perusahaan, harga saham, berat badan seseorang dan sebagainya. Sedang variabel kualitatif adalah variabel yang dilaporkan tidak dalam bentuk angka tidak numerik (*nonnumeric number*). Angka non numerik ini biasanya dinyatakan dalam bentuk atribut. Contoh variabel kualitatif misalnya adalah merk *handphone*, jenis hotel, jenis kelamin, tingkat pendidikan, kesehatan perusahaan, lokasi dan sebagainya.

Selanjutnya variabel kuantitatif dapat dikategorikan lagi menjadi dua jenis yaitu diskrit (*descrete*) dan kontinus (*continous*). Variabel kuantitatif diskrit adalah variabel yang mempunyai nilai tertentu dan biasanya ada jeda (*gap*) antara dua nilai tersebut. Variabel ini pada umumnya merupakan nilai yang berasal dari proses perhitungan. Contoh dari variabel ini seperti jumlah mahasiswa mengikuti mata kuliah statistika. Ada dua kelas statistika dalam satu semester yaitu kelas A dan B. Misalnya kita hitung jumlah mahasiswa masing-masing kelas A dan B tersebut dan mendapatkan angka masing-masing kelas sebesar 75 dan 60 orang. Dalam hal ini tidak mungkin mendapatkan jumlah mahasiswa sebanyak 75,5 orang dan 59,5 orang pada masing-masing kelas. Inilah contoh variabel kuanitatif diskrit.

Sebaliknya variabel kuantitatif kontinus adalah variabel yang mempunyai nilai di dalam interval atau jarak (*range*) tertentu dan biasanya merupakan hasil dari proses pengukuran. Ketika kita ingin mengukur berat badan mahasiswa yang mengambil mata kuliah statistika maka dalam hal ini

kita tidak akan mendapatkan nilai tertentu tetapi dalam interval nilai. Misalnya berat badan mahasiswa tersebut 65,25 kilogram.

Data dalam ekonomi dapat dikategorikan dalam beberapa tingkat pengukuran. Tingkat pengukuran data ini menunjukkan perhitungan yang dilakukan untuk meringkas dan menyajikan data. Ada empat tingkat pengukuran data yaitu nominal (*nominal level data*), ordinal (*ordinal level data*), interval (*interval level data*) dan rasio (*ratio level data*). Data tingkat nominal merupakan tingkat pengukuran data yang paling rendah sedangkan rasio merupakan tingkat pengukuran data yang paling tinggi.

Pengukuran data nominal adalah pengukuran dengan memberi nama atau kategori setiap nilai yang mungkin dari variabel. Pengukuran ini menghasilkan variabel kualitatif dimana setiap kategori berbeda dengan yang lainnya tetapi kategori ini menadirkan susunan hanya sekedar memberi label dan tidak menunjukkan kuantitas. Contoh pengukuran data nominal adalah jenis kelamin. Misalnya kita menghitung jumlah mahasiswa laki-laki dan perempuan yang mengambil mata kuliah ekonometrika. Dalam hal ini kita bisa melaporkan mahasiswa laki-laki dahulu atau perempuan dahulu. Contoh lain pengkuruan data nominal adalah jenis hotel, golongan konsumen, nama produsen sepeda motor dan sebagainya.

Jika data yang diperoleh diklasifikasikan di dalam kategori yang berbeda atau *diranking* berdasarkan nilai setiap variabel dengan susunan yang tertentu maka pengukuran ini diklasifikasikan sebagai pengukuran ordinal. Jadi pengukuran ordinal ini digunakan untuk melakukan *ranking* setiap variabel di dalam karakteristik tertentu. Misalnya, jumlah golongan konsumen bisa diklasifikasikan berdasarkan tingkat pengeluarannya. Contoh lain adalah jumlah hotel diklasifikasikan berdasarkan kategori kualitas yang dimiliki, apakah bintang lima atau empat atau yang lainnya.

Pengkuruan data lebih lanjut adalah interval. Pengukuran interval adalah pengukuran ordinal dan sekaligus mengukur jarak antar *ranking* dalam ukuran yang sama. Salah satu contoh pengukuran interval adalah temperatur. Misalnya suhu tubuh seseorang yang sakit flu selama empat hari adalah 38, 39, 40 dan 37 celcius. Suhu tubuh seseorang tersebut dapat diranking sekaligus dapat juga diukur perbedaan suhu udaranya. Contoh lain pengukuran interval adalah waktu kalender baik berdasarkan perputaran matahari (masehi) maupun perputaran bulan (qomariah).

Pengukuran data yang paling tinggi adalah rasio. Pengukuran rasio adalah pengukuran interval plus nilai 0 dan rasio antara dua angka sangat

berarti. Contoh pengukuran rasio adalah gaji seseorang. Jika gaji seseorang adalah nol berarti orang tersebut tidak bekerja. Jika gaji tuan X adalah 10 juta per bulan sedangkan gaji tuan Y adalah 5 juta per bulan maka gaji tuan X adalah dua kali lipat gaji tuan Y. Contoh lain dari pengkuran rasio adalah berat badan seseorang, tinggi badan, harga saham dan sebagainya. Semua data kuantitatif merupakan pengukuran data rasio.

Model regresi yang kita pelajari pada pembahasan terdahulu pada persamaan (1.1.2) adalah model regresi dengan menggunakan variabel independen yang bersifat kuantitatif. Namun di dalam penelitian ekonomi kita bisa menggunakan variabel independen yang bersifat kualitatif. Misalnya permintaan handphone sangat dipengaruhi jenis kelamin. Dengan demikian, penelitian tentang permintaan barang selain menggunakan harga sebagai variabel independen, kita juga bisa memasukkan variabel kualitatif seperti jenis kelamin. Pembahasan regresi dengan variabel independen kualitatif ini akan dibahas secara detil pada Modul 2 Kegiatan Belajar 3.

b. Jenis Data Ekonometrika

Ketersediaan data akan mempermudah menyelesaikan pekerjaan ekonometrika. Jika data tidak tersedia maka kita tidak bisa mengestimasi model ekonometrika yang kita bangun. Akibatnya sebaik apapun model ekonometrikanya tanpa data tidak bisa diestimasi. Ada beberapa tipe data yang dapat digunakan dalam analisis regresi di dalam ekonometrika yaitu:

1) Data Runtut Waktu (*Time Series*)

Data runtut waktu ini merupakan sekumpulan observasi dalam rentang waktu tertentu. Data ini dikumpulkan dalam interval waktu secara kontinu. Misalnya data mingguan (harga saham, nilai tukar), data bulanan (indeks harga konsumen=IHK), data kuartalan (jumlah uang beredar), data tahunan (output nasional atau GDP).

Sebagian besar studi ekonometrika dengan regresi menggunakan data *time series* sehingga akhir-akhir ini berkembang ekonometrika khusus menganalisis data *time series* dikenal ekonometrika *time series*. Buku ini akan membahas secara singkat dan padat pada bagian keempat buku ini tentang ekonometrika *time series*. Isu yang berkembang dalam model ini adalah persoalan data tidak stasioner sehingga menghasilkan regresi yang lancung (*spurious regression*). Regresi mampu mencocokkan dengan data aktualnya tetapi variabel independen tidak mampu menjelaskan variabel

dependen. Hal ini terjadi karena hubungan keduanya terjadi sekedar trend saja, keduanya bergerak naik atau turun secara bersama-sama. Pada Modul 8 kita akan mempelajari tersendiri model regresi dengan menggunakan jenis data time series.

2) Data Antar Tempat Atau Ruang (*Cross Section Data*)

Data ini merupakan data yang dikumpulkan dalam kurun waktu tertentu dari sampel. Misalnya sensus penduduk yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik bagi seluruh penduduk di Indonesia pada kurun waktu tertentu. Contoh lain adalah data sensus pertanian yang dilakukan dalam tahun tertentu di seluruh propinsi di Indonesia. Dari sensus pertanian ini akan didapatkan data tentang produksi padi, input yang digunakan seperti bibit, pupuk dan tenaga kerja. Sebagaimana data *time series*, data ini juga mengandung kelemahan berkaitan erat dengan masalah heterogenitas datanya. Misalnya dalam kasus sensus pertanian untuk produksi padi, kita akan mendapatkan variabilitas data dari satu propinsi ke propinsi yang lain. Ada propinsi yang relatif besar hasilnya dan ada propinsi yang relatif kecil produksi padinya.

3) Panel Data (*Pooled Data*)

Data ini merupakan gabungan antara data *time series* dan data *cross section*. Misalnya kita ingin mengetahui perkembangan harga di Indonesia. Untuk mendapatkan perkembangan gambaran harga ini maka kita bisa mengumpulkan seluruh indeks harga konsumen di seluruh Indonesia pada waktu tertentu dan kemudian digabungkan dengan data perkembangan harga masing-masing propinsi dalam kurun waktu tertentu. Pada Modul 9 kita akan mempelajari model regresi dengan menggunakan jenis data berupa panel data.

C. ESTIMASI

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameter persamaan regresi (1.1.2). Ada banyak metode untuk mengestimasi persamaan regresi. Namun ada tiga metode estimasi yang seringkali digunakan untuk melakukan estimasi persamaan regresi yaitu:

1. Ordinary Least Squares (OLS)

Metode ini merupakan metode estimasi regresi yang pertama dikemukakan oleh ekonometrika sehingga dikenal dengan metode klasik (*classical regression*). Tujuan metode ini adalah untuk mendapatkan estimator regresi (koefisien regresi) yang tidak bias (*unbiased*) dan efisien (*efficient*). Agar bisa mendapatkan estimator yang tidak bias dan konsiten dilakukan dengan cara jumlah kesalahan (*errors*) kuadrat paling kecil. Dengan prinsip inilah metode ini disebut dengan *ordinary least squares* (OLS) yaitu metode meminumkan jumlah kesalahan.

2. Maximum likelihood (ML)

Metode *maximum likelihood* dipopulerkan oleh Ronald Fisher antara tahun 1912 dan 1992. Metode *maximum likelihood* adalah metode mencari estimator regresi yang mempunyai kemungkinan probabilitas yang paling maksimum (*likelihood function*). Metode ini akan menghasilkan estimator yang konsisten (*consistent estimator*), efisien, dan berdistribusi normal (*asymptotic normality*).

3. Method of Moment (MM)

Metode *method of moment* pertama kali diperkenalkan oleh Karl Pearson pada tahun 1894. *Method of moment* adalah metode estimasi parameter populasi dari sampel. Metode ini memilih *moment* yaitu nilai harapan dari pangkat variabel random yang paling tepat. Dengan menggunakan asumsi yang tidak kuat, metode ini akan menghasilkan estimator regresi yang konsisten (*consistent estimator*), tetapi seriangkali menghasilkan estimator regresi yang bias (*biased estimator*)

Modul ekonometrika ini memfokuskan pada metode *Ordinary least squares* (OLS) untuk mengestimasi persamaan regresi. Metode estimasi regresi dengan menggunakan metode OLS akan dijelaskan detil dalam modul 2. Sedangkan metode *Maximum Likelihood* akan kita pelajari pada modul 5.

Kembali ke kasus penelitian tentang permintaan barang. Setelah data dikumpulkan yaitu berupa data *cross section* dan persamaan regresi diestimasi dengan menggunakan metode OLS menghasilkan persamaan sbb:

$$\hat{Y}_i = 150 - 2X_i \qquad (1.1.3)$$

Y adalah jumlah permintaan barang yang diestimasi atau diharapkan (*expected*) dengan ukuran unit dan X adalah harga barang dalam juta rupiah. Nilai slope β_1 sebesar -2 dan bertanda negatif. Arti angka -2 adalah jika harga barang naik Rp 1 juta maka jumlah yang diminta akan turun sebesar 2 unit dan sebaliknya jumlah permintaan akan naik 2 unit bila harga turun sebesar 1 juta. Sedangkan nilai intersep β_0 sebesar 150 menunjukkan bahwa jika harga adalah nol maka jumlah permintaan barang sebesar 150 unit.

D. UJI SPESIFIKASI MODEL DAN UJI HIPOTESIS REGRESI

Setelah diestimasi langkah selanjutnya adalah membuktikan kebenaran teori yang melandasi penelitian. Pada langkah estimasi sebelumnya bisa membuktikan bahwa hasil regresi sudah sesuai dengan teori permintaan dimana hubungan antara harga dan jumlah yang diminta adalah negatif. Disamping itu hasil regresi ini memberi informasi seberapa besar perubahan harga terhadap jumlah yang diminta. Setelah kita mengestimasi model maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji spesifikasi model dan diagnosis. Langkah ini diperlukan untuk membuktikan bahwa spesifikasi model yang kita bangun sudah tepat atau belum. Masalah ini akan dibahas secara detil dalam modul 3.

Sebagian besar pekerjaan regresi berkaitan dengan regresi data sampel daripada regresi berdasarkan data populasi. Dari regresi sampel ini kemudian kita bisa melakukan generalisasi terhadap karakteristik populasi. Namun untuk membuktikan bahwa hasil regresi sampel memang membuktikan kebenaran populasi maka perlu verifikasi melalui uji statistik (*statistical inference*). Verifikasi ini berkaitan apakah variabel independen berpengaruh atau tidak terhadap variabel dependen. Uji statistika yang digunakan untuk metode *Ordinary Least Squares* adalah dengan menggunakan uji t sedangkan bila kita menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan menggunakan uji Z atau Wald Test. Uji statistika t akan kita pelajari pada Modul 3 sedangkan uji Z atau Wald pada Modul 5.

E. PREDIKSI DAN KEBIJAKAN

Setelah model yang dipilih sesuai dengan hipotesis atau teori maka selanjutnya sebagai langkah yang terakhir adalah melakukan peramalan dan pengambilan sebuah kebijakan dari hasil estimasi. Peramalan digunakan untuk mengetahui seberapa besar nilai variabel dependen atas dasar nilai harapan di masa mendatang (*expected future value*) dari variabel independen. Misalkan harga dimasa mendatang Rp 10 juta maka besarnya permintaan barang tersebut dengan memasukkan angka tersebut ke persamaan (1.1.3) hasilnya sbb:

$$\hat{Y}_i = 150 - 2(10) \qquad (1.1.4)$$
$$\hat{Y}_i = 130$$

Dengan demikian jika harga 10 juta maka jumlah permintaan sebesar 130 unit. Untuk harga-harga yang lain kita bisa memprediksinya dengan memasukkan harga ke dalam persamaan (1.1.4). Selain itu, hasil estimasi bisa digunakan untuk membuat sebuah kebijakan bagi para pelaku ekonomi. Dari hasil estimasi tersebut bisa ditentukan berapa tingkat harga agar tingkat penghasilan (revenue) adalah maksimum.

F. PROGRAM KOMPUTER UNTUK OLAH DATA

Regresi sebagai alat perhitungan utama ekonometrika memerlukan alat bantu agar pekerjaan ekonometrika dapat dikerjakan dengan cepat dan efisien. Beberapa program komputer telah didesain untuk membantu pekerjaan ekonometrika. Paket-paket software regresi telah tersedia seperti EViews, STATA, LIMDEP, SHAZAM, RATS, MINITAB, , SPSP, TSP, dsb. Modul ini akan memfokuskan pada software Eviews dalam perhitungan regresi. Dengan demikian untuk bisa memahami ekonometrika dengan baik maka kita tidak hanya menguasai teorinya tetapi juga dalam hal penguasaan pengolahan data dengan program komputer.

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Apakah yang dimaksud dengan ekonometrika dan kenapa ekonometrika penting di dalam penelitian ekonomi?
2) Jelaskan metodologi ekonometrika?
3) Mengapa hubungan antara variabel di dalam model ekonometrika adalah hubungan bersifat statistik bukan hubungan matematis?
4) Apakah yang dimaksud dengan regresi dan berikan contohnya?
5) Apakah yang dimasksud dengan istilah-istilah berikut ini:
   a. Variabel dependen
   b. Variabel independen
   c. Variabel kesalahan (errors)
   d. Intersep
   e. Slope

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Baca halaman 3 dan 4
2) Baca halaman 5
3) Baca halaman 9
4) Baca halaman 9
5) Petunjuk jawaban
   a. Halaman 9
   b. Halaman 9
   c. Halaman 9
   d. Halaman 9 dan halaman 10
   e. Halaman 9 dan 10

RANGKUMAN

1. Ekonometrika adalah suatu cabang ilmu ekonomi yang menggambungkan teori ekonomi dengan matematika dan statisika dengan tujuan menyelidiki fenomena empiris berdasarkan hubungan variabel ekonomi yang dibangun dari teori ekonomi.
2. Model ekonometrika adalah bentuk sederhana dari fenomena ekonomi yang komplek yang didasarkan dari teori ekonomi
3. Metodologi ekonometrika teridiri dari langkah-langkah sebagai berikut:
   a. Pernyataan teori yang melandasi fenomena empiris
   b. Menyusun model ekonometrika yang menjelaskan hubungan antara variabel ekonomi
   c. Mengumpulkan data untuk mengestimasi model ekonometrika
   d. Memilih metode estimasi yang digunakan dan estimasi model ekonometrika
   e. Evaluasi hasil estimasi untuk menguji kebenaran teori ekonomi
   f. Mengembangkan metode prediksi dan atau implikasi kebijakan.

TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Penelitian ekonomi dengan menggunakan pendekatan ekonometerika harus berdasarkan pada ....
   A. teori-teori ekonomi
   B. data ekonomi
   C. varieabel independen
   D. asumsi cateris paribus

2) Misalnya kita ingin melakukan penelitian tentang perilaku konsumsi rumah tangga yang besar kecilnya sesuai dengan pendapatan rumah tangga dengan model regresi $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i$. Berdasarkan persamaan tersebut maka ....
   A. variabel independen x adalah besarnya konsumsi rumah tangga
   B. variabel independen x adalah besarnya pendapatan rumah tangga
   C. variabel dependen y adalah besarnya konsumsi
   D. jawaban a dan c benar

3) Dalam mengestimasi model konsumsi rumah tangga soal no 2, peneliti menggunakan data besarnya konsumsi rumah tangga dari sampel sebesar 150 rumah tangga di seluruh Indonesia pada bulan Desember tahun 2015. Dalam hal ini peneliti menggunakan jenis data ekonometrika ....
   A. time series
   B. cross section
   C. panel
   D. kontinus

4) Besarnya konsumsi dan pendapatan rumah tangga adalah dalam juta rupiah. Hasil estimasi menunjukkan $\hat{Y}_i = 2{,}150 + 0{,}75X_i$. Besarnya $\beta_1 = 0{,}75$ artinya jika pendapatan naik 1 juta maka besarnya kenaikan konsumsi adalah ....
   A. 2,150 juta
   B. 2,900 juta
   C. 0,75 juta
   D. 2,900 juta

5) Berdasarkan pertanyaan no 4, jika pendapatan rumah tangga adalah 10 juta maka besarnya konsumsi rumah tangga adalah ....
   A. 10 juta
   B. 2,900 juta
   C. 9,65 juta
   D. 10,75 juta

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Dasar-dasar Statistika Untuk Ekonometrika

Pemahaman ekonometrika akan sangat tergantung dari pemahaman kita tentang ilmu statistika. Oleh karena itu, sebelum mempelajari secara detil tentang ekonometrika, pada Modul 1 Kegiatan Belajar 2 ini kita mempelajari beberapa konsep penting statistika yang digunakan dalam ekonometrika. Kita menganggap bahwa sebagian besar pembaca sudah belajar statistika baik deskriptif maupun induktif sehingga bisa melewati Modul 1 Kegitan Belajar 2 ini, namun jika memerlukan penyegaran kembali (refreshing) maka Modul 1 Kegiatan Belajar 2 ini cukup membantu untuk mengingatkan kembali konsep – konsep penting statistika.

A. PROBABILITAS DAN VARIABEL RANDOM

1. Probabilitas

Semua kejadian yang mungkin dari eksperimen atau percobaan yang acak atau random disebut ruang sampel (*sample space*) dan setiap kejadian dari ruang sampel ini disebut titik sampel (*sample points*). Misalnya didalam eksperimen melemparkan dua koin mata uang maka ruang sampel akan terdiri dari 4 kemungkinan hasil yaitu HH, HT, TH dan TT. Dimana HH adalah Head dalam lemparan pertama dan Head pada lemparan kedua. HT berarti Head pada lemparan pertama dan Tail pada lemparan ke dua, dan seterusnya. Setiap hasil akan membentuk apa yang disebut apa yang disebut titik sampel.

Probabilitas kejadian A adalah frekuensi relatif dari kejadian A. Misalkan kita mempunyai kejadian A di dalam ruang sampel maka probabilitas kejadian A ataau P(A) sama dengan beberapa kali kejadian A terjadi di dalam beberapa kali percobaan yang berulang – ulang. Dengan kata lain, jika semua hasil yang mungkin terjadi adalah n, sementara itu kejadian A yang muncul adalah m, maka probabilitas kejadian A merupakan m/n. Misal kita melempar sebuah dadu, ruang sampel akan terdiri dari 6 hasil yaitu 1, 2, 3, 4, 5 dan 6. Probabilitas dari setiap nomor, oleh kejadian itu adalah 1/6.

2. Variabel Random

Variabel acak atau random adalah sebuah variable yang nilainya ditentukan oleh kejadian dari percobaan atau eksperimen. Variabel random terdiri dari dua yaitu diskrit (*discrete*) dan kontinu (*continuous*). Yang pertama berkaitan dengan nilai variabel hanya dengan nilai yang tertentu. Misalnya dalam melempar dua buah dadu maka penjumlahan hasil setiapkejadian adalah 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 dan 12. Variabel random kontinyu di lain pihak adalah variabel yang mengambil nilai di dalam satu interval. Misalnya berat badan seseorang adalah contoh variabel kontinyu karena nilainya tergantung dari ketepatan pengukurannya. Jadi dalam hal ini berat badan seseorang akan terletak misalnya dalam interval 60 – 65 kg.

B. PROBABILITY DENSITY FUNCTION (PDF)

Jika kita mendata hasil yang mungkin dari eksperimen atau percobaan dari variabel random serta besarnya probabilitas pada setiap hasil yang mungkin maka kita berhubungan dengan masalah distribusi probabilitas. Karena jenis variabel ada dua, maka ada dua jenis distribusi probabilitas yaitu distribusi probabilitas diskrit dan kontinyu.

1. PDF Dari Variabel Random Diskrit

Misalnya X merupakan variabel random diskrit yang terdiri dari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ maka fungsi

$$f(x) = P(X = x) \qquad (1.2.1)$$

Dimana $i = 1,2,3, \dots, n$ disebut fungsi densitas probabilitas variabel random diskrit (*discrete probability density function*) dari X.

Misalnya di dalam melempar dadu, maka jika x adalah variabel random dari penjumlahan angka dari dua dadu yang dilempar maka PDF dari variabel ini adalah :

x	=	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f(x)	=	1/36	2/36	3/36	4/36	5/36	6/36	5/36	4/36	3/36	2/36	1/36

2. PDF Dari Variabel Random Kontinu

Jika X adalah variabel random kontinu, maka f(x) dikatakan PDF dari X jika memenuhi kriteria sebagai berikut:

$$f(x) \geq 0 \qquad (1.2.2)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 1 \qquad (1.2.3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = p(a \leq x \leq b) \qquad (1.2.4)$$

Dimana $f(x)dx$ adalah elemen probabilitas yaitu probabilitas dari interval dari variabel kontinu dan $p(a \leq x \leq b)$ adalah probabilitas x yang terletak pada interval a sampai b.

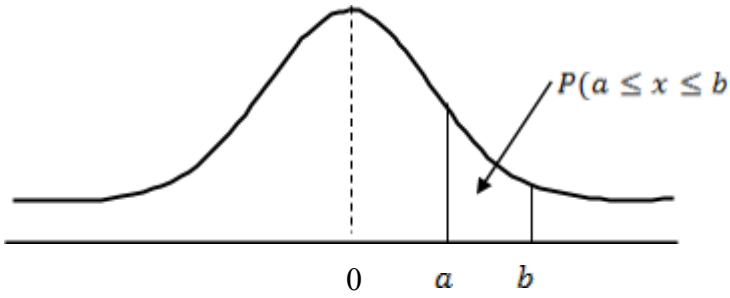
Jadi dalam hal ini nilai probabilitasnya terletak dalam interval sebagaimana terlihat dalam gambar 1.2.1. Misalnya kita ingin menghitung fungsi densitas probabilitas (PDF) dari variabel random kontinu sebagai berikut:

$$f(x) = 1/3x^2 0 \qquad 0 \leq x \leq 2 \qquad (1.2.5)$$

Jika nilai $f(x) \geq 0$ untuk semua nilai x dalam range 0 dan 2 maka integral dari fungsi tersebut sebagai berikut:

$$\int_0^2 1/3\,x^2 dx = [1/9x^3]_0^2 = 8/9 \qquad (1.2.6)$$

Berarti nilai probabillitas x terletak anatara 0 dan 2 adalah 8/9. Misalnya kita ingin mengevaluasi PDF pada range 0 dan 1 maka nilainya 1/9. Dengan kata lain probabilitas x yang terletak diantara 0 dan 1 adalah 1/9.



Gambar 1.2.1. Fungsi densitas dari variabel kontinu

C. SIFAT – SIFAT DARI DISTRIBUSI PROBABILITAS

Ada beberapa sifat penting dari distribusi probabilitas yaitu rata –rata atau nilai harapan (*expected value*), varian (*variance*), dan kovarian (*covarian*). Variabel random terdiri dari dua yaitu diskrit dan kontinu. Pembahasan nilai harapan, varian dan covarian akan meliputi kedua variabel random diskrit dan kontinyu.

1. Nilai Harapan Atau Rata-rata

Nilai harapan (*expected value*) dari variabel random X yang diskrit disimbulkan dengan $E(X)$ dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$E(X) = \sum_x xf(x) \qquad (1.2.7)$$

Dimana ∑ adalah jumlah semua nilai X dan f(x) adalah PDF dari X.

Misalkan kita melempar sebuah dadu dan X adalah variabel random berupa Nomor di dalam dadu yang muncul sebagai berikut:

x	1	2	3	4	5	6
f(x)	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6

Maka nilai harapan atau nilai rata – rata dari X adalah sebagai berikutbb:

E(X) = 1 (1/6) + 2 (1/6) + 3 (1/6) + 4(1/6) + 5(1/6) + 6 (1/6)

= 21/6

Sedangkan nilai harapan dari variabel random X kontinyu sebagai berikut:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x)\, dx \qquad (1.2.8)$$

Misalkan kita punya fungsi sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{3}x^2 \qquad 0 \leq x \leq 2$$

Maka nilai harapannya sebagai berikut:

$$E(X) = \int_0^2 x\,(\frac{1}{3}x^2)dx$$

$$= \frac{1}{3}[\frac{x^4}{4}]_0^2 = \frac{16}{12}$$

2. Varian

Varian adalah salah satu ukuran yang sering digunakan untuk menghitung variasi sebuah data. Misalkan X adalah variabel random dan nilai rata-rata atau harapan dari X yaitu $E(X) = \mu$ maka distribusi dari nilai X di sekitar rata- ratanya disebut varian. Dengan demikian varian dapat didefinisikan ebagai berikut:

$$Var\ (X) = \sigma_x^2 = E(X - \mu)^2 \qquad (1.2.9)$$

Persamaan (1.2.9) tersebut dapat dimanipulasi untuk memudahkan dalam perhitungan varian sebagai berikut:

$$Var\ (X) = \sigma_x^2 = E(X - \mu)^2$$

$$= E(X^2 - 2\mu X + \mu^2$$

$$= E(X^2) - E(2\mu X + E(\mu^2)$$

Nilai harapan dari konstan adalah konstan dan $E(X) = \mu$ maka hasilnya sebagai berikut:

$$Var(X) = E(X^2) - 2\mu E(X) - \mu^2$$

$$= E(X^2) - 2\mu^2 + \mu^2$$

$$= E(X^2) - \mu^2 \qquad (1.2.10)$$

Perhitungan varian dari variabel diskrit sebagai berikut: (1.2.11)

$$Var\ (X) = \sum_x (X -$$

Sedangkan perhitungan varian variabel kontinu sebagai berikut:

$$Var\ (X) = \int_{-\infty}^{\infty}(X-\mu)^2 f(x)dx \qquad (1.2.12)$$

Kembali ke kasus pelemparan dadu sebelumnya untuk contoh variabel random diskrit. Hitunglah nilai variannya. Nilai rata-rata atau nilai harapannya $E(X) = 21/6$ sedangkan nilai

$$E(X^2) = 1\left(\frac{1}{6}\right) + 4\left(\frac{1}{6}\right) + 9\left(\frac{1}{6}\right) + 16\left(\frac{1}{6}\right) + 25\left(\frac{1}{6}\right) + 36\left(\frac{1}{6}\right) = 89/6$$

$$Var(X) = E(X^2) - \mu^2 = \frac{89}{6} - (\frac{21}{6})^2 = \frac{93}{36}$$

Sedangkan untuk kasus variabel random kontinu, hitunglah varian dari contoh sebelumnya yaitu

$$f(x) = \frac{1}{3}x^2 \qquad 0 \le x \le 2$$

$$E(X^2) = \int_0^2 x^2(\frac{1}{3}x^2)dx$$

$$= \int_0^2(\frac{1}{3}x^4)\,dx$$

$$= \frac{1}{3}[\frac{x^5}{5}]_0^2 = \frac{32}{15}$$

$$Var(X) = E(X^2) - \mu^2 = \frac{32}{15} - (\frac{16}{12})^2 = \frac{16}{45}$$

Dari varian ini kemudian kita mendapatkan standar deviasi (SD) dari X. Standar deviasi dari X merupakan akar dari varian dari X. Varian dan standar deviasi ini menunjukkan seberapa dekat data individual X di sekitar rata – ratanya. Besarnya Standar deviasi dalam contoh sebelumnya untuk variabel random diskrit pelemparan dadu adalah:

$$SD(X) = \sqrt{Var(X)} = \sqrt{\frac{93}{36}} = 1.607$$

Sedangkan untuk kasus variabel random kontinu sebelumnya sebesar:

$$SD(X) = \sqrt{Var(X)} = \sqrt{\frac{16}{45}} = 0{,}596$$

3. Kovarian

Nilai harapan dan varian sebelumnya adalah pengukuran untuk satu variabel random (univariate) terhadap nilai rata-ratanya. Jika kita mempunyai dua variabel random X dan Y maka pengukurannya menggunakan konsep kovarian dan korelasi. Misalkan nilai rata – rata varaiabel X dan Y masing – masing adalah μ_x dan μ_y maka kovarian dua variabel random X dan Y tersebut dapat di definisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Cov\,(X,Y) &= E\big[(X-\mu_x)(Y-\mu_y)\big] \\ &= E\big[XY - X\mu_y - \mu_x Y - \mu_x\mu_y\big] \\ &= E(XY) - E(X)\mu_y - \mu_x E(Y) - \mu_x\mu_y\big] \\ &= E(XY) - \mu_y\mu_x - \mu_x\mu_y + \mu_x\mu_y \\ &= E(XY) - \mu_x\mu_y \end{aligned} \qquad (1.2.13)$$

Dari definisi kovarian tersebut maka kovarian dari random variabel X adalah varian dari variabel random X itu sendiri yaitu sebagai berikut;

$$\begin{aligned} Cov\,(X,X) &= E(XX) - \mu_x\mu_x \\ &= E(X^2) - \mu^2 \end{aligned} \qquad (1.2.14)$$

Persamaan (1.2.14) sama dengan persamaan varian (1.2.10).
Selanjutnya kovarian dari variabel random diskrit dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} cov(X,Y) &= \textstyle\sum_y \sum_x (X-\mu_x)\big(Y-\mu_y\big) f(x,y) \\ &= \textstyle\sum_y \sum_x XY\, f(x,y) - \mu_x\mu_y \end{aligned} \qquad (1.2.15)$$

Sedangkan kovarian dari variabel–variabel random kontinyu dapat dihitung dengan menggunakn formula sebagai berikut :

$$cov(X,Y) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\sum_y\sum_x(X-\mu_x)(Y-\mu_y)f(x,y)$$
$$= \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\sum_y\sum_x XY\, f(x,y) - \mu_x\mu_y \quad (1.2.16)$$

4. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi (*p*) mengukur hubungan linier antara dua variabel. Misalnya kita mempunyai dua variabel random X dan Y maka nilai koefisien korelasi ini dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$r = \frac{cov(X_i,Y_i)}{\sqrt{var(X_i)Var(Y_i)}} \quad (1.2.17)$$

dimana:

$$cov(X_i,Y_i) = \frac{\sum_{n=1}^{n}(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})}{n-1} \quad (1.2.17)$$

$$var(X_i) = \frac{\sum_{n=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2}{n-1} \quad (1.2.18)$$

$$var(Y_i) = \frac{\sum_{n=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2}{n-1} \quad (1.2.18)$$

sehingga kita dapat menulis formula untuk koefisien korelasi sebagai berikut:

$$r = \frac{\sum_{n=1}^{n}(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{n=1}^{n}(X_i-\bar{X})^2\sum_{n=1}^{n}(Y_i-\bar{Y})^2}} \quad (1.2.19)$$

Nilai dari koefisien korelasi ini terletak antara -1 dan +1. Nilai positif berarti mempunyai korelasi yang searah sedangkan negatif berarti mempunyai korelasi yang berlawanan arah. Nilai r=-1 menunjukkan hubungan negatif yang sempurna sedangkan r=+1 menunjukkan hubungan positif yang sempurna. Jika nilainya mendekati 0 maka terdapat korelasi negatif atau positif yang lemah dan sebaliknya mendekati ± 1 maka terdapat korelasi negative atau positif yang semakin kuat.

D. DISTRIBUSI PROBABILITAS

Dalam pembahasan sebelumnya kita telah mendiskusikan variabel random beserta fungsi densitas probabilitasnya (PDF). Dalam statisitik, ada beberapa teori fungsi probabilitas yang penting dalam konteks ekonomi. Namun dalam pembahasan Modul 1 Kegiatan Belajar 2 ini hanya akan disajikan 4 teori distribusi probabilitas yang akan di gunakan dalam buku ini. Keempatnya adalah distribusi normal (*normal distribution*), distribusi *chi-squares* (χ^2), distribusi t dan distribusi F. Pembahasan masing-masing distribusi hanya bersifat deskriptif, bagi pembaca yang ingin lebih mendalaminya dipersilakan membaca buku – buku statistika induktif.

1. Ditribusi Normal

Salah satu teori distribusi probabilitas yang paling terkenal adalah distribusi normal. Probabilitas distribusi normal ini dikemukakan oleh ahli matematika Jerman bernama Karl Friedrich Gauss sehingga dikenal sebagai Distribusi Gaussian (*Gaussian distribution*). Distribusi normal dapat digunakan untuk menggambarkan nilai rata-rata dan variannya sehingga jika X dikatakan berdistribusi normal maka kita bisa tulis $X \sim N(\mu_x, \sigma_x^2)$ yang berarti X didistribusikan sebagai variabel normal dengan rata-rata μ_x dan varian σ_x^2.

Suatu variabel X random kontinyu dikatakan didistribusikan secara normal jika PDFnya mempunyai formula sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]} \qquad (1.2.20)$$

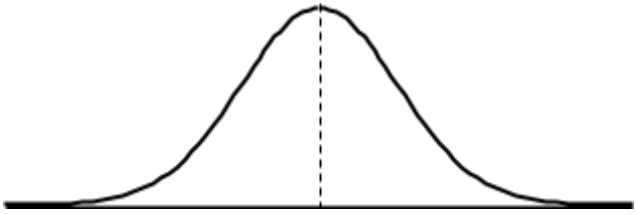
Dimana, π = konstanta dengan nilai 22/7 atau 3,1416; e = konstanta dengan nilai 2,7183; μ = rata-rata; σ = standar deviasi.
Ada beberapa karakteristik penting distribusi probabilitas normal ini:

1. Probabilitas distribusi normal ini berbentuk kurva menyerupai lonceng (*bell-shaped*) dan bersifat simetris, lihat gambar 1.2.2.

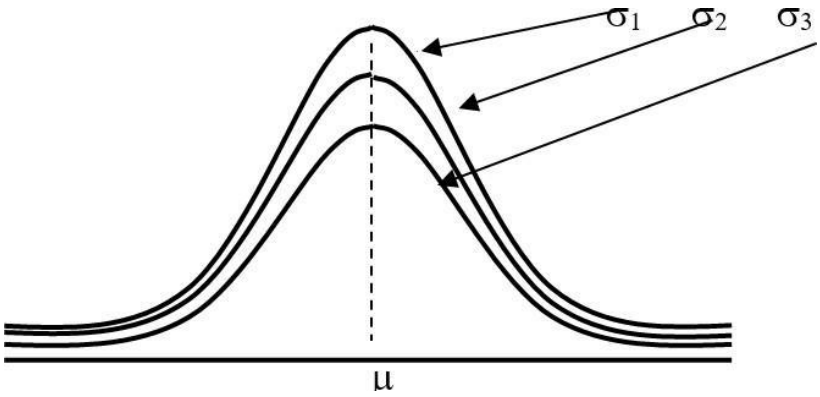
2. Karena berbentuk kurva yang simetris terhadap rata-rata maka jika kurva normal tersebut dibagi dua tepat ditengah nilai rata-ratanya maka akan terbagi menjadi dua bagian yang sama besarnya. Ini berarti probabilitas setiap kejadian di atas atau di bawah rata-rata akan sama. Oleh karena itu, setiap variabel random normal x akan mempunyai probabilitas sebagai berikut:

   $$P (X \geq \mu) = P(X \leq \mu) = 0,5$$

3. Karena bersifat simetris maka besarnya rata-rata, median, dan modus adalah sama.
4. Kurva normal bersifat asymptotik yaitu kurva mendekati sumbu X tetapi tidak pernah menyentuh sumbu X baik pada kedua sisinya.
5. Rata-rata kurva (μ) normal merupakan pusat distribusi normal sedangkan deviasi standar menunjukkan dispersi distribusi normal (σ). Semakin besar nilai deviasi standarnya semakin lebar dan datar kurva normalnya.
6. Area di bawah kurva normal menunjukkan probabilitas variabel random normal dan total area di bawah kurva untuk distribusi probabilitas normal adalah satu.

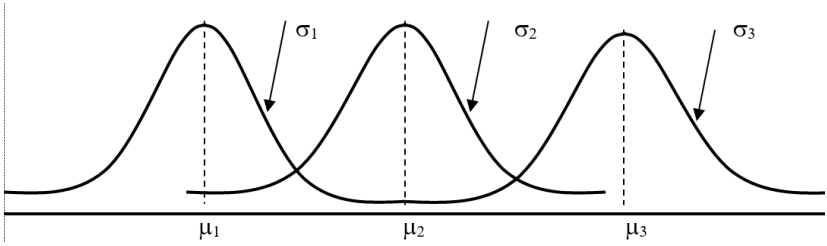


Gambar 1.2.2. Kurva Normal



Dimana $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$

Gambar 1.2.3. Kurva normal dengan rata-rata sama dan deviasi standar berbeda



Dimana $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ dan $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$

Gambar 1.2.4. Kurva normal dengan rata-rata berbeda dan deviasi standar sama

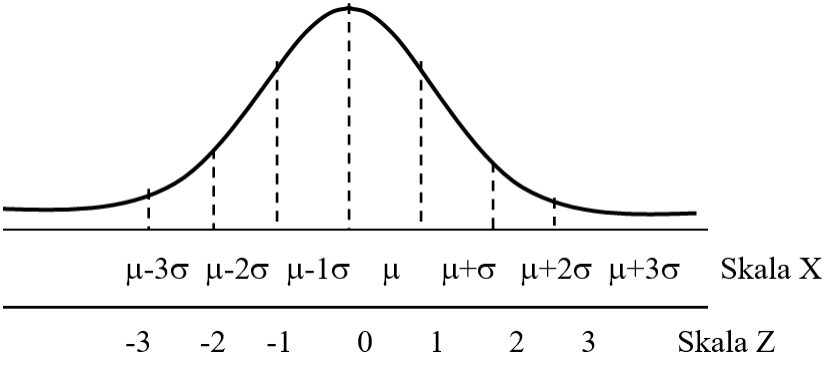
Jumlah distribusi normal adalah tidak terbatas. Gambar 1.2.3. menunjukkan kurva normal yang mempunyai rata-rata yang sama tetapi mempunyai standar deviasi yang berbeda. Semakin besar deviasi standar semakin datar kurva dan sebaliknya semakin kecil deviasi standar semakin runcing kurvanya. Sedangkan pada gambar 1.2.4. menunjukkan kurva normal yang mempunyai deviasi standar sama tetapi berbeda nilai rata-ratanya.

Jumlah distribusi normal adalah tidak terbatas sehingga kita sulit menyediakan tabel untuk distribusi normal yang tidak terbatas seperti

distribusi binomial ataupun Poisson. Namun, ada satu jenis distribusi normal yang bisa dipakai untuk menentukan probabilitas untuk semua distribusi normal yaitu distribusi normal standar (*standard normal distribution*). Distribusi ini mempunyai rata-rata nol dan deviasi standar 1. Tiga daerah di dalam kurva distribusi normal yang seringkali digunakan, lihat gambar 1.2.5. Ketiga area tersebut sebagai berikut:

1. Sekitar 68% dari area di bawah kurva distribusi normal besarnya satu standar deviasi dari rata-taranya atau dapat di tulis sebagai $\mu \pm 1\sigma$.
2. Sekitar 95% dari area di bawah kurva distribusi normal besarnya satu standar deviasi dari rata-ratanya atau dapat di tulis sebagai $\mu \pm 2\sigma$.
3. Sekitar 99,74% atau hampir semua area di bawah kurva distribusi normal besarnya tiga standar deviasi dari rata-taranya atau dapat ditulis sebagai $\mu \pm 3\sigma$.

Perubahan pengukuran dari skala X menjadi distribusi normal atau skala Z juga menunjukkan adanya deviasi, lihat Gambar 7.8. Misalnya pada skala X dimana $\mu \pm \sigma$, maka pada skala Z terjadi deviasi sebesar 0 ± 1.



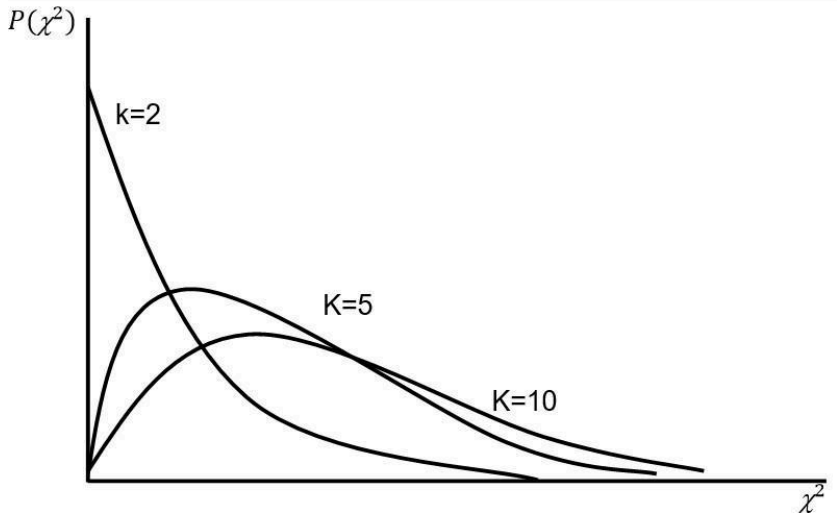
Gambar 1.2.5. Area Distribusi normal

2. **Distribusi *Chi-Squares***

Distribusi Chi Squares digunakan untuk uji hipotesa yang berhubungan dengan varian dan variabel random. Misalkan kita mempunyai variable random berdistribusi normal (dengan rata-rata 0 dan varian 1) yakni $Z_1, Z_2, \ldots, Z_k$ dimana masing-masing tidak saling tergantung (*independent)* maka jumlah kuadrat dari Z :

$$Z = \sum_{i=1}^{k} Z_i^2 \qquad (1.2.21)$$

Akan memiliki distribusi chi-squares (χ^2) dengan derajat kebebasan (d*egree of freedom=df*) k. *Degree of freedom* berarti jumlah variabel independen di dalam penjumlahan persamaan sebelumnya. Secara simbolis suatu variabel yang mengikuti distribusi chi-square dapat dilihat pada gambar 1.2.6.



Gambar 1.2.6. Distribusi Chi Squares χ^2

Ada beberapa sifat penting dari ditribusi Chi Squares yaitu:

1. Nilai distribusi χ^2 mulai dari 0 hingga tak terhingga (0 - ∞). Karena nilai distribusi χ^2 merupakan jumlah pangkat maka nilai distribusi ini tidak pernah negatif.
2. Bentuk distribusi ini adalah condong ke arah positif (*positively skewed*)
3. Ada beberapa bentuk distribusi Chi Squares (*family of Chi Sqares distribution*) dan bentuknya sangat tergantung dari besarnya *degree of freedom*nya, lihat Gambar 1.2.6. Semakin besar *degree of freedom*nya bentuk distribusi ini semakin mendekati bentuk distribusi normal.

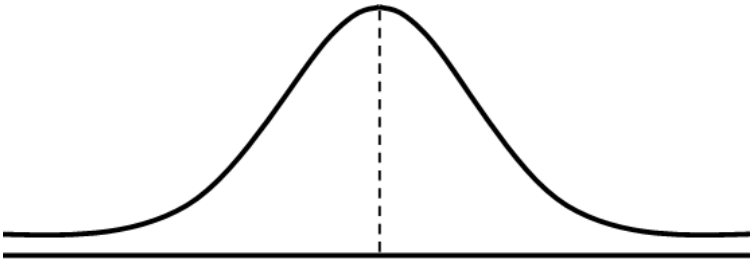
3. Distribusi t

Di dalam statistik, varian dan variabel random diasumsikan diketahui namun dalam praktinya sangat sulit dihitung. Pertanyaannya, bagaimana kita melakukan uji hipotesa jika varian tidak diketahui? Ahli statisika telah mengembangkan distribusi t untuk menjawab persoalan ini.

Misalkan Z_1 adalah variabel yang berdistribusi normal yaitu $Z_1 \sim N(0,1)$ dan variabel Z_2 mengikuti distribusi *chi-square* dengan df sebanyak *k*. Kemudian jika Z_1 dan Z_2 adalah tidak saling tergantung (*independent*) maka $Z_1/\sqrt{Z_2/k}$ akan mempunyai distribusi *t* dengan df *k* atau dengan kata lain :

$$t = \frac{Z_1}{\sqrt{Z_2/k}}$$
$$t = \frac{Z_1\sqrt{k}}{\sqrt{Z_2}} \qquad (1.2.22)$$

Secara grafis tabel distribusi t dapat dilihat pada gamabar 1.2.8. Pada gambar tersebut gambar distribusi t seperti gambar distribusi normal. Distribusi juga simetris tetapi agak mendaftar dari pada distribusi normal, semakin besar sampelnya maka distribusi t akan mendekati distribusi normal. Tabel distribusi t ditampilkan dalam lampiran tabel modul ini. Misalkan jika tingkat signifikan atau =5% maka nilai kritis dari table distribusi t adalah 1.96 untuk sampel besar (distribusi normal). Sedangkan untuk sampel 20 dengan =5% nilai kritisnya adalah 2,086.



Gambar 1.2.7. Distribusi t

4. Distribusi F

Di dalam regresi seringkali kita ingin melakukan uji hipotesis bersama (*joint hypothesis)* terhadap dua atau lebih estimator regresi. Misalnya adalah kita ingin menguji apakah intersep dan slope adalah nol atau tidak maka kita bisa menggunakan uji statistik melalui uji F.

Jika Z_1 dan Z_2 saling tidak tergantung atau independen dan masing-masing mengikuti distribusi *chi-squares* dengan df k_1 dan k_2 maka $(\frac{Z_1}{k_1})/(\frac{Z_2}{k_2})$ akan mempunyai distribusi F dengan df k_1 dan k_2 atau dapat ditulis sebagai berikut:

$$F = \frac{Z_1/k_1}{Z_2/k_2} \qquad (1.2.23)$$

Secara grafis, distribusi F seperti chi-square yang berbentuk *skeweness*, lihat gambar 1.2.8. Sedangkan tabel distribusi F bisa dilihat dalam lampiran tabel buku ini.

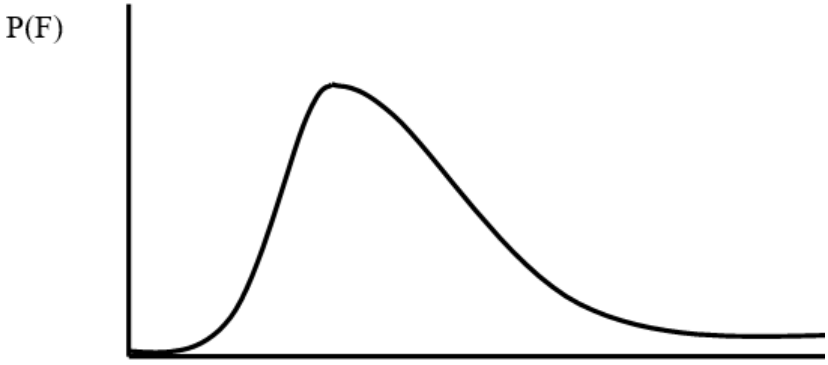
Ada beberapa karakteristik penting dari distribusi F ini yaitu:

1. Distribusi F merupakan distribusi probabilitas kontinyu.
2. Kurva distribusi F condong atau menceng ke arah positif (*positively skewed*). Artinya, distribusi ini tidak bersifat simetris tetapi distribusi ini mempunyai sisi kanan yang lebih panjang dari sisi kiri, lihat Gambar 1.2.9. Akan tetapi ketika jumlah derajat kebebasan (*degree of freedom*) semakin besar baik dari sisi numerator maupun denominator maka distribusi F akan mendekatai distribusi normal[2].
3. Nilai distribusi F tidak pernah negatif. Oleh karena itu nilai yang paling kecil diasumsikan besarnya 0.
4. Kurva distribusi F bersifat asimtotik sebagaimana distribusi Z maupun t. Ketika nilai X terus bertambah, kurva distribusi F akan semakin mendekati sumbu horisontal X tetapi tidak pernah menyentuh sumbu X.
5. Sebagaimana distribusi Z, ada banyak bentuk kurva distribusi F atau jumlahnya tidak terbatas. Bentuk kurva distribusi F ini akan tergantung dari dua parameter yaitu derajat *degree of freedom* dari numerator dan *degree of freedom* dari denominator, lihat Gambar 1.2.9. Semakin besar

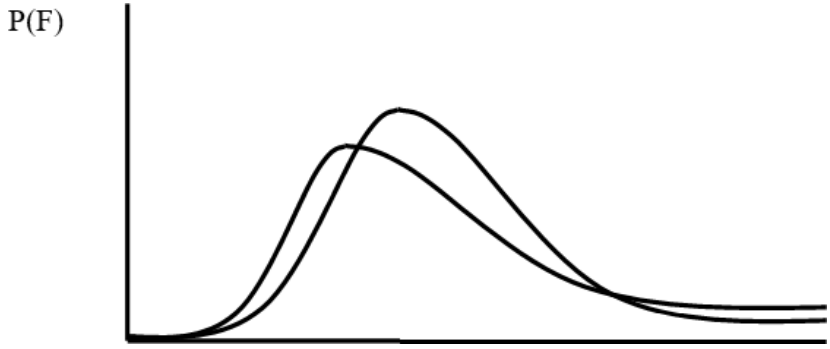
[2] Bentuk dari distribusi F ini akan ditentukan oleh derajat kebebasan dari numerator

dan denominator, lihat penjelasan sifat distribusi F No. 5

degree of freedom semakin lancip kurva distribusi F dan sebaliknya semakin kecil *degree of freedom* semakin tidak lancip.



Gambar 1.2.8. Distribusi F



Gambar 1.2.9. Distribusi F dengan Berbagai df

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Apakah yang dimaksud dengan variabel random dan berikan contoh variabel random diskrit dan kontinu?
2) Apa yang disebut dengan nilai harapan dan jelaskan bagaimana menghitung nilai harapan variabel random kontinu?
3) Apa itu varian dan bagaimana kita menghitung varian variabel random diskrit dan variabel kontinu?
4) Apa itu distribusi normal, jelaskan sifat penting dari distribusi normal dan apa perbedaan distribusi normal dengan distribusi t?
5) Apa itu distribusi F dan jelaskan sifat penting distribusi?

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Baca halaman 22 dan 23
2) Baca halaman 24 dan 25
3) Baca halaman 25 dan 26
4) Baca halaman 28, 29, 32 dan 33
5) Baca halaman 33 dan 34

RANGKUMAN

1. Probabilitas adalah kejadian yang mungkin dari sebuah percobaan atau eksperimen
2. Variabel random adalah sebuah variabel yang nilainya ditentukan oleh kejadian dari percobaan (eksperimen). Variabel random terdiri dari dua yaitu diskrit (discrete) yaitu variabel yang nilainya tertentu dan kontinu (continuous) yang nilainya dalam interval.
3. Distribusi probabilitas adalah besarnya probabilitas dari setiap hasil yang mungkin dari sebuah ekperimen atau percobaan. Ada tiga sifat penting dari disribusi probabilitas yaitu nilai harapan untuk mengukur rata-rata, varian untuk mengukur variasi data dan kovarian untuk mengukur bagaimana dua variabel bergerak bersama-sama.

4. Koefisien korelasi antara dua variabel adalah mengukur keeratan hubungan linier antar dua variabel
5. Dalam ekonometrika ada empat teori fungsi probabilitas yang penting yaitu distribusi normal (normal distribution), dstribusi chi-squares (χ^2), distribusi t (student distribution) dan distribusi F.

TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Manakah berikut ini yang digunakan untuk mengukur bagaimana pergerakan dua variabel random terjadi?
   A. Nilai Harapan
   B. Varian
   C. Kovarian
   D. Koefisien Korelasi

2) Jika X adalah variabel random dari penjumlahan angka dari dua dadu yang dilempar maka PDF dari variabel ini adalah:

x	=	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f(x)	=	1/36	2/36	3/36	4/36	5/36	6/36	5/36	4/36	3/36	2/36	1/36

   Maka besarnya nilai harapannya adalah ....
   A. 5
   B. 6
   C. 7
   D. 8

3) Berapa besarnya varian dalam soal 2?
   A. 5,5
   B. 5,8
   C. 6,8
   D. 7,8

4) Misalnya kita memiliki fungsi sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{9}x^2 \qquad 0 \leq x \leq 3$$

   Berapa besarnya nilai harapan dari fungsi tersebut?
   A. 2
   B. 2,25

C. 2,5
D. 3

5) Berapa besarnya varian pada soal nomer 4?
A. 0,34
B. 0,35
C. 0,40
D. 0,45

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul berikutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

1) A
2) D
3) B
4) C
5) C

Tes Formatif 2

1) C
2) C
3) A
4) B
5) A

Daftar Pustaka

Baltagi, H. Badi 2003. *Econometric Analysis of Panel Data*. New York: John Wiley&Son.

Damodar, N. Gujarati and Dawn C. Porter 2009. *Basic Econometrics*, Fifth edition. New York: McGraw-Hill Irwin.

Greene, H. William 1997. *Econometric Analysis*, third edition. New Jersey: Prentice Hall

Griffiths, E., William Hill, R. Carter Hill and Guay C. Lim 2008. *Using Eviews for Principles of Econometrics*, 3rd edition. New Jersey: John Wiley& Sons

Hill, Carter, William Griffiths and Guay C. Lim 2008. *Principles of Econometrics,* 3rd edition. New York: John Wiley& Sons

Mandala, G.S 2005. *Introduction to Econometrics*, third Edition Singapore: John-Wiley&son.

Stock, H. James and Mark W. Watson 2007. *Introduction to Econometics*, Second Edition. Boston: Person-Addison Wesley.

Widarjono Agus 2016. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya*. Edisi keempat. Yogyakarta: UPP STIM Yogyakarta

Widarjono Agus 2015. *Statistika Terapan dengan Excel dan SPPS*. Edisi Pertama. Yogyakarta: UPP STIM Yogyakarta

Wackerly, D. Dennis, Mendenhall III, W., and Scheaffer, L.Richard. 2008. *Mathematical Statistics with Application*, 7th Edition. Belmont: Brooks/Cole Cengage Learning.

Wooldrigde M, Jeffrey 2009. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 4th edition. Mason, Ohio: South Western Cencage Learning.