Ahmad Syahrul Fauzi, M.Sc.

STATISTIKA EKONOMI DAN BISNIS

PENDEKATAN TEORI DAN PRAKTIK

Ahmad Syahrul Fauzi, M.Sc.

STATISTIKA EKONOMI DAN BISNIS

Pendekatan Teori dan Praktik

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4
Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.
Pembatasan Pelindungan Pasal 26
Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

STATISTIKA EKONOMI DAN BISINIS:

PENDEKATAN TEORI DAN PRAKTIK

Ahmad Syahrul Fauzi, S.E., M.Sc

GERBANGMEDIA

STATISTIKA EKONOMI
DAN BISINIS: PENDEKATAN TEORI DAN PRAKTIK

Ahmad Syahrul Fauzi, S.E., M.Sc

Desain Cover :
Tim Gerbang Media Aksara

Tata Letak :
Tim Gerbang Media Aksara

Editor :
Tim Gerbang Media Aksara

Ukuran :
xii + 130: 15.5x23 cm

ISBN : 978-623-6666-76-0

Cetakan Pertama :
September 2022

PENERBIT GERBANG MEDIA AKSARA
(Anggota IKAPI (142/DIY/2021)
Jl. Wonosari Km 07, Banguntapan, Yogyakarta
Telp/Faks: (0274) 4353671/081578513092
Website: www.gerbangmediaaksara.com
Bekerjasama dengan
Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam
UIN Raden Mas Said Surakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan hidayah, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku dengan judul "Statistika Ekonomi dan Bisinis: Pendekatan Teori dan Praktik". Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, *uswah* terbaik sepanjang masa, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di *yaumul akhir*.

Penulisan buku ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan pemahaman terhadap beberapa metode statistik yang umum digunakan dalam dunia ekonomi dan bisnis. Hal ini menjadi sangat penting mengingat aktivitas ekonomi dan bisnis seringkali berhubungan dengan permasalahan perencanaan dan evaluasi, yang tidak bisa dipisahkan dari permasalahan pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan yang baik perlu dilengkapi dengan data dan analisis yang relevan, pembelajaran terkait metode statistik akan memberikan pemahaman dan penguasaan lebih terakit cara untuk menghasilkan data dan keputusan yang baik.

Buku ini disajikan dengan bahasa yang ringan dan mudah untuk dipahami. Pada masing-masing bab, terdapat pembahasan metode statistika yang umum digunakan dalam dunia ekonomi dan bisnis yang kemudian dirangkai dengan contoh soal, hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar pembaca dapat secara langsung melakukan praktik penggunaan metode statistika.

Ucapan terima kasih tak lupa penulis haturkan kepada semua pihak yang berperan dalam penulisan buku ini, sehingga buku ini dapat terselesaikan dengan baik. Terakhir, penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan karya-karya dari penulis pada masa yang akan datang.

Surakarta,   September 2022

Ahmad Syahrul Fauzi

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I

PENGENALAN STATISTIKA

A. Pengertian Statistika

Statistika adalah sebuah ilmu yang mempelajari bagaimana cara merencanakan, mengumpulkan, menganalisis, lalu menginterpretasikan, dan akhirnya mempresentasikan data. Statistika pada dasarnya adalah alat bantu untuk memberikan atau menyajikan suatu kejadian ataupun peristiwa dalam bentuk angka maupun grafik. Dalam penggunaan yang lebih umum, statistika mengacu pada informasi dalam bentuk numerik. Hal ini dikarenakan statistika bekerja dengan angka-angka (numerik), sehingga setiap pembelajaran dalam ilmu statistika akan terlibat dalam analisis angka.

Terdapat beberapa alasan mendasar yang menyebabkan pentingnya mempelajari ilmu statistika, antara lain adalah:

1. Terdapat banyak informasi berupa angka yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Statistik digunakan untuk membuat keputusan yang mempengaruhi kehidupan.
3. Dalam bidang pekerjaan apapun, seseorang dihadapkan pada keputusan dimana pemahaman tentang analisis data dan angka akan sangat membantu.

Pada dasarnya kita seringkali bersinggungan dengan informasi dalam bentuk numerik, beberapa contoh informasi dalam bentuk numerik antara lain adalah gaji awal rata-rata lulusan perguruan tinggi, jumlah kematian akibat alkohol tahun 2021, perubahan Jakarta Islamic Index dari kemarin hingga hari ini, dan jumlah gol yang dicetak Arsenal selama tahun 2022.

Beberapa contoh kegiatan yang memerlukan analisis dalam bentuk angka dan data antara lain adalah:

1. Analis riset untuk mengevaluasi saham tertentu sebelum membuat rekomendasi "beli" atau "jual".

2. Departemen pemasaran pada produsen produk sabun membuat rekomendasi mengenai potensi keuntungan produk sabun wajah yang baru dikembangkan yang memiliki aroma buah.
3. Pemerintah Indonesia memprediksi tren ekonomi pada masa depan.
4. Manajer membuat keputusan tentang kualitas produk atau layanan mereka.

B. Jenis-janis Statistika

Statistika terbagi menjadi dua jenis, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensial. Klasifikasi tersebut didasarkan kepada aktivitas dan kegiatan statistik yang dilakukan.

1. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode analisis statistik yang meliputi pengorganisasian, peringkasan, dan penyajian data dengan cara yang informatif. Statistika deskriptif merupakan langkah awal dalam analisisis statistik, dimana statistika deskriptif hanya terbatas pada penyajian data dengan cara yang informatif dan penyederhanaan sejumlah data yang telah berhasil dikumpulkan tanpa adanya penarikan kesimpulan yang bersifat umum (generalisasi).

Statistika deskriptif memiliki peran yang sederhana dalam proses analisis statistik, namun keberadaan statistika deskriptif sangat penting dalam penelitian, yaitu sebagai alat untuk mendeskripsikan kumpulan data. Dengan kata lain, statistika deskriptif berperan dalam membantu memahami detail sampel (bagian dari populasi).

2. Statistika Inferensial

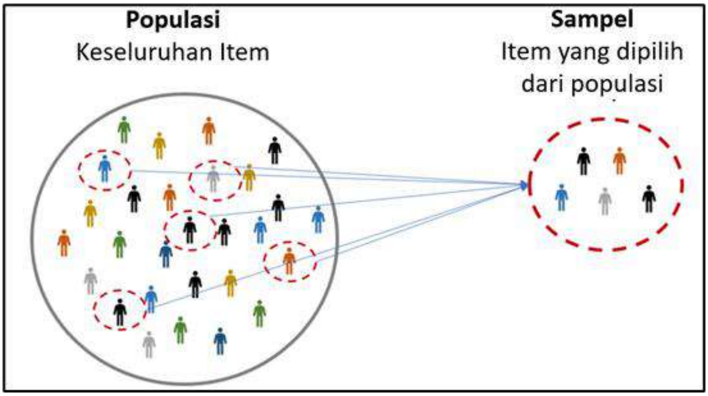
Statistika inferensial adalah metode analisis statistik yang meliputi pengambilan keputusan, perkiraan, prediksi, atau generalisasi tentang populasi berdasarkan sampel yang tersedia. Statistika inferensial merupakan analisis terhadap data untuk kemudian sampai pada prediksi, peramalan atau penarikan kesimpulan populasi berdasarkan sampel yang dimiliki.

Statistika inferensial memberikan informasi yang lebih banyak daripada statistika deskriptif, sehingga langkah analisis dalam statistika inferensial juga menjadi relatif komplekas jika dibandingkan dengan statistika deskriptif. Statistika inferensial disebut juga statistik induktif, hal tersebut dikarenakan statistika inferensial memiliki kemampuan untuk menghasilkan suatu kesimpulan setelah melakukan pengolahan serta penyajian data.

C. Populasi dan Sampel

Objek analisis dalam suatu analisis statistik tidak selalu dalam bentuk keseluruhan, melainkan dapat berupa keterwakilan dari objek yang hendak menjadi analisis. Dalam ilmu statistik dikenal istilah populasi dan sampel untuk menggambarkan objek yang hendak dianalisis menggunakan metode statistik. Populasi adalah kumpulan dari semua kemungkinan individu, objek yang karakteristiknya hendak diteliti. Sedangkan sampel adalah sebagian atau bagian dari populasi yang diinginkan untuk menjadi objek penelitian.

Gambar 1.1: Populasi dan Sampel



Secara sederhana, populasi merupakan keseluruhan item yang hendak dilakukan analisis, sedangkan sampel adalah item yang dipilih dari sebuah populasi. Penggunaan sampel sebagai objek penelitian dibenarkan apabila pengambilan sampel dilakukan berdasar dan menggunakan metode yang relevan. Terdapat beberapa alasan mengapa penggunaan sampel sebagai objek analisis statistik dibernakan, diantaranya adalah:

1) Menghubungi seluruh objek dalam suatu populasi akan memakan waktu yang lama.
2) Mahalnya biaya untuk mempelajari semua objek dalam suatu populasi.
3) Ketidakmungkinan fisik untuk memeriksa semua objek yang terdapat didalam populasi.
4) Sampel mampu mewakili populasi dan telah memadai untuk dijadikan objek penelitian.

D. Variabel

Istilah lain yang sering muncul dalam pembahasan statistika dan penting untuk diketahui ialah variabel. Variabel merupakan pengelompokan secara logis dari dua atau lebih suatu atribut dari objek yang diteliti. Variabel memiliki fungsi sebagai pembeda dan label dari suatu subjek atau kategori. Contoh dari variabel antara lain adalah data umur mahasiswa, data tingkat pendidikan warga di sebuah keluarahan dan lain-lain. Dalam konteks penelitian, variabel berperan sabagai objek pengamatan.

Seacara garis besar, variabel terbagi menjadi dua yaitu variabel kuantitatif dan variabel kualitatif. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai variabel kualitatif dan variabel kuantitatif:

1. Variabel kuantitatif

   Variabel kuantitatif adalah variabel yang berbentuk angka atau numerik, variabel kuantitatif mewakili kuantitas suatu objek yang dapat diukur atau dihitung. Contoh dari variabel kuantitatif adalah umur, tinggi badan, berat badan dan lain-lain. Variabel kuantitatif dibagi menjadi tiga yaitu:

   a. Variabel Diskrit

      Variabel diskrit (variabel integer) adalah variabel yang mewakili data yang nilainya diperoleh berdasarkan hasil perhitungan. Contoh dari variabel diskrit antara lain adalah jumlah kamar tidur di suatu rumah, jumlah mobil yang terjual dan lain-lain.

b. Variabel Kontinu

Variabel kontinu atau biasa disebut juga dengan variabel data rasio adalah variabel yang mewakili data berupa pengukuran nilai yang tidak terbatas. Jenis variabel ini diperoleh berdasarkan hasil pengukuran Contoh dari variabel kontinu antaran lain adalah jarak, usia dan berat badan.

c. Variabel kategorikal

Variabel kategorikal adalah jenis variabel yang merepresentasikan suatu jenis jenis data yang telah dikelompokkan. Pada kasus tertentu, variabel kategorikal dituliskan dalam bentuk numerik/angka, namun angka-angka tersebut tidak bermakna sebagaimana angka semestinya, melainkan mewakili suatu kategori. Variabel kategorikal dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

- Variabel biner, variabel biner atau biasa juga disebut dengan variabel dikotomi adalah variabel yang mewakili data berupa dua pilihan, variabel biner berisi bilangan satu dan nol yang masing-masing mewakili pilihan tertentu. Contoh dari variabel biner antara lain adalah gender (laki-laki = 1 dan perempuan = 0), status pernikahan (1 = menikah dan 0 = tidak menikah) dan lain-lain.
- Variabel nominal, variabel nominal adalah variabel yang mewakili sekelompok data tanpa adanya pemeringkatan atau urutan di antara data yang dikumpulkan. Contoh dari variabel nominal antara lain adalah spesies hewan, warna, nama-nama merek dan lain-lain. Dimana masing-masing observasi dalam variabel diberikan identitas kode numerik untuk merepresentasikan masing-masing observasi, sebagai contoh warnah hijau diberi kode satu, warna merah diberi kode dua, dan seterusnya (tanpa adanya pemeringkatan).
- Variabel ordinal, variabel ordinal adalah variabel yang mewakili sekelompok data dengan adanya pemeringkatan atau urutan di antara data yang

dikumpulkan. Masing-masing bilangan yang terdapat dalam variabel ordinal merupakan representasi dari objek tertentu, dimana objek diurutkan berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Contoh dari variabel ordinal antara lain adalah posisi finish dalam perlombaan, urutan selera makanan (1 = nasi goreng, 2 = sate, 3 = bakso, dan seterusnya.

2. Variabel Kualitatif

   Variabel kuantitatif adalah variabel yang berisi informasi dalam bentuk non numerik/angka. Variabel kualitatif berbentuk deskriptif dan menggambarkan fenomena atau fakta dari hasil observasi. Contoh dari variabel kualitatif adalah deskripsi mengenai masalah sosial dan kemiskinan, deskripsi keberhasilan pemberdayaan masyarakat, deskripsi program pemerintah, biografi narasumber dan lain sebagainya. Dalam konteks penelitian, data kualitatif menunjukkan gambaran mengenai objek yang digunakan didalam penelitian, data kualitatif juga mendeskripsikan kualitas dari objek penelitian yang digunakan.

BAB II

METODE SAMPLING

Metode sampling adalah teknik yang dilakukan untuk menentukan sampel untuk dijadikan objek analisis statistik. Sebuah penelitian yang baik harus memperhatikan dan menggunakan sebuah metode dalam menetapkan sampel yang akan diambil sebagai objek penelitian. Secara garis besar, metode sampling terbagi menjadi dua yaitu *probability sampling* dan *non-probability sampling*.

A. *Probability Sampling*

Probability sampling adalah teknik pengambilan sampel sedemikian sehingga yang memberikan peluang sama bagi setiap anggota populasi untuk terpilih menjadi sampel. Metode *probability sampling* memberikan kesempatan yang sama kepada seluruh anggota populasi untuk terpilih menjadi sampel, dalam metode *probability sampling* tidak ada kekhususan atau kriteria khusus yang membuat suatu anggota populasi memiliki peluang keterpilihan menjadi sampel lebih besar jika dibandingkan anggota populasi lainnya.

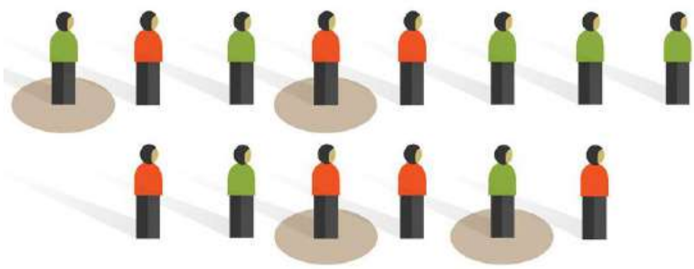
Terdapat empat jenis metode *probability sampling* yang umum digunakan dalam proses penentuan sampel, yaitu *Simple Random Sample, Systematic Random Sampling, Stratified Random Sampling, Cluster Sampling*.

1. *Simple Random Sampling*

Simple random samping adalah metode pemilihan sampel secara acak sehingga setiap item atau objek didalam populasi memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Metode *simple random samping* dilakukan secara acak tanpa menggunakan teknik sampling lain.

Secara sederhana, metode *simple random samping* dapat dilakukan dengan menuliskan identitas masing-masing anggota populasi dalam selembar kertas untuk kemudian digulung/dilipat sehingga identitas populasi tersebut tidak terlihat. Selanjutnya, gulungan/lipatan kertas tersebut dipilih secara acak, kertas yang terpilih kemudian dijadikan sebagai sampel yang mewakili populasi tersebut. Metode *simple random samping* juga dapat digunakan memanfaatkan *platform* teknologi yang dengan mudah kita temui dalam keseharian, seperti *google random number, microsoft excel random number* dll.

Gambar 2.1:
Ilustrasi Metode *Simple Random Sampling*



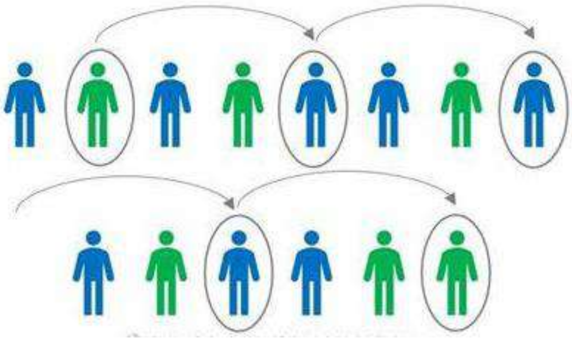
Contoh metode *simple random samping*

Suatu populasi yang terdiri dari 845 karyawan pabrik sepatu, kemudian sampel sebanyak 52 karyawan akan dipilih dari populasi tersebut. Nama masing-masing karyawan ditulis pada secarik kertas kecil dan menyimpan semua kertas tersebut ke dalam sebuah kotak. Setelah tercampur rata, seseorang mengambil kertas satu demi satu. Proses ini diulang sampai sampel 52 karyawan dipilih, 52 karyawan yang terpilih melalui proses pengambilan kertas tersebut dijadikan sampel dari populasi yang terdiri dari 845 karyawan pabrik sepatu.

2. ***Systematic Random Sampling***

Systematic random sampling menetapkan sampel awal secara acak untuk kemudian sampel dipilih secara sistematis berdasarkan pola tertentu. Pola umum dari teknik ini adalah mengambil bilangan kelipatan dari jumlah anggota populasi dengan jumlah sampel yang akan diambil. Langkah awal untuk melakukan metode *systematic random sampling* adalah dengan mengambil secara acak sampel yang akan dipilih dari sebuah populasi, selanjutnya memilih pola/sistem yang akan dipilih untuk pengambilan sampel selanjutnya.

Gambar 2.2:
Ilustrasi Metode *Systematic Random Sampling*



Contoh metode *systematic random sampling*

Suatu populasi yang terdiri dari 845 karyawan pabrik sepatu, kemudian sampel sebanyak 52 karyawan akan dipilih dari populasi tersebut. Langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan sampel dengan metode s*ystematic random sampling* adalah dengan menghitung bilangan kelipatan (k), k dihitung sebagai ukuran populasi dibagi dengan ukuran sampel. Untuk contoh karyawan pabrik sepatu, dipilih setiap daftar karyawan ke-16 (845/52). Jika k bukan bilangan bulat, maka nilai k dibulatkan ke bawah. Pengambilan sampel secara acak digunakan dengan terlebih dahulu mengurutkan sesuai nama depan karyawan, kemudian dipilih setiap nama ke-16 pada daftar setelahnya.

3. *Stratified Random Sampling*

Stratified random sampling ialah metode pengambilan sampel dengan melakukan penentuan sampel penelitian dengan me-netapkan pengelompokan anggota populasi dalam kelompok-kelompok tingkatan tertentu seperti tingkat tinggi, sedang, dan rendah. Langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan metode *stratified random sampling* adalah dengan membagi anggota populasi dibagi menjadi beberapa sub kelompok yang disebut strata, kemudian sampel dipilih dari masing-masing strata sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan.

Contoh metode *stratified random sampling*

Misalkan kita ingin mempelajari pengeluaran iklan untuk 352 perusahaan terbesar yang ada di Indonesia untuk menentukan apakah perusahaan dengan pengembalian modal (profitabilitas) yang tinggi menghabiskan lebih banyak biaya iklan daripada perusahaan dengan pengembalian modal yang rendah atau bahkan defisit. Untuk memastikan bahwa sampel adalah representasi yang adil dari 352 perusahaan, perusahaan dikelompokkan berdasarkan persentase pengembalian ekuitas (rasio keuntungan terhadap biaya modal) untuk kemudian dipilih berdasarkan keterwakilan masing-masing kelompok (strata).

Langkah-langkah untuk mentukan proporsi jumlah sampel menggunakan metode *stratified random sampling* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1: Penentuan Jumlah Sampel Menggunakan *Stratified Random Sampling*

Strata	Profitabilitas (*Return on Equity*)	Jumlah Perusahaan	Frekuensi	Jumlah Sampel
1	30 persen dan lebih	8	0.02	1
2	20 hingga 30 persen	35	0.10	5
3	10 hingga 20 persen	189	0.54	27
4	0 hingga 10 persen	115	0.33	16
5	Defisit	5	0.01	1
Total		**352**	**1.00**	**50**

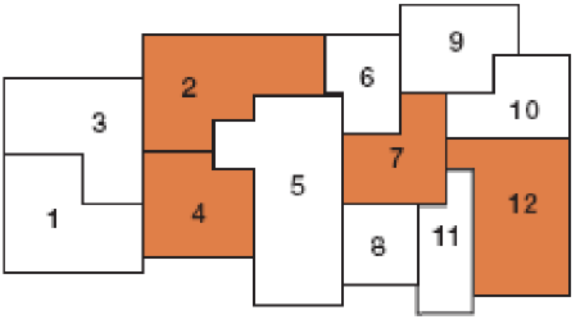
Tabel 2.1 menunjukkan proses penentuan proporsi 50 sampel perusahaan dari jumlah populasi 352 populasi perusahaan menggunakan metode *stratified random sampling.* Berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan proporsi jumlah sampel menggunakan metode *stratified random sampling*:

- Langkah pertama ialah dengan membuat strata (sub kelompok perusahaan), dalam hal ini strata dikelompokkan berdasarkan profitabilitas perusahaan, yaitu perusahaan yang memiliki profitabilitas lebih dari 30 persen, 20 hingga 30 persen, 0 hingga 10 persen dan perusahaan yang mengalami defisit.
- Tentukan jumlah perusahaan yang memenuhi kriteria pada masing-masing strata.
- Hitung nilai frekuensi, frekuensi dihitung berdasarkan presentase jumlah perusahaan pada masing-masing strata dibagi dengan jumlah populasi perusahaan (352).
- Tentukan proporsi sampel berdasarkan masing-masing strata dengan cara mengkalikan nilai frekuensi pada masing-masing strata dengan jumlah sampel yang akan diambil (50).
- Tabel 2.1 menunjukkan bahwa jumlah sampel dari strata pertama adalah 1, jumlah sampel dari strata kedua adalah 5 dst.

4. *Cluster Sampling*

Cluster sampling adalah metode *random sampling* dengan terlebih dahulu menentukan sampel berdasarkan kelompok wilayah dari anggota populasi penelitian. Pada teknik ini objek penelitian akan dikelompokkan berdasarkan area atau tempat domisili dari masing-masing anggota populasi. Tujuannya antara lain untuk meneliti suatu hal pada bagian-bagian yang berbeda didalam suatu wilayah tertentu.

Gambar 2.3: Ilustrasi Metode *Cluster Sampling*



Contoh metode *cluster sampling*

Misalkan seorang peneliti ingin mengetahui tingkat partisipasi masyarakat kota Yogyakarta terhadap program yang telah dilaksanakan oleh pemerintah daerah, kemudian peneliti tersebut menentukan sampel dari kecamatan yang tersebar di kota Yogyakarta. Dengan menggunakan metode *random sampling*, secara acak terpilih 4 kecamatan, kemudian dengan menggunakan *random sampling* dipilih sampel dari masing-masing 4 kecamatan yang terpilih sebagai sampel.

B. *Non-probability Sampling*

Metode pengambilan sampel *non-probability sampling* berkebalikan dengan teknik *probability sampling*, teknik ini melakukan pengambilan sampel dengan tidak memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi terpilih menjadi sampel. Metode pengambilan sampel *non-probability sampling* menggunakan teknik-teknik tertentu sehingga pengambilan sampel dapat disesuaikan dengan spesifikasi kebutuhan data yang hendak dilakukan analisis.

Beberapa metode pengambilan sampel *non-probability sampling* yang sering digunakan antara lain adalah *purposive sampling*, *snowball sampling*, *accidental sampling* dan *quota sampling*.

1. *Purposive Sampling*

Purposive sampling adalah metode penentuan sampel yang didasarkan pada pertimbangan peneliti mengenai jenis sampel mana yang paling sesuai, bermanfaat dan dianggap dapat mewakili suatu populasi (representatif). Contoh sampel yang diambil menggunakan metode *purposive sampling* adalah pengambilan sampel yang didasarkan pada ciri demografi, gender, jenis pekerjaan, umur dan lain sebagainya. Metode *purposive sampling* termasuk metode pengambilan sampel yang cukup sering digunakan dalam penelitian, hal tersebut dikarenakan metode ini dianggap lebih mampu untuk memberikan sampel yang representatif dan sesuai dengan kriteria sampel yang diinginkan oleh peneliti.

2. ***Snowball Sampling***

Metode *snowball sampling* juga biasa dikenal dengan teknik pengambilan sampel bola salju. Metode ini menentukan sampel berdasarkan wawancara dengan sampel sebelumnya atau dengan cara korespondensi. Dengan melakukan pengambilan sampel menggunakan metode *snowball sampling* maka peneliti dapat meminta informasi dari sampel pertama untuk mendapatkan sampel berikutnya, demikian secara terus menerus hingga akhirnya seluruh kebutuhan sampel penelitian dapat terpenuhi.

Metode pengambilan sampel menggunakan teknik *snowball sampling* seringkali digunakan dalam penelitian kesehatan. Sebagai contoh, metode *snowball sampling* dapat digunakan untuk mencari sampel berupa individu yang terkena penyakit HIV, dengan menjamin privasi individu yang digunakan sebagai objek penelitian, maka peneliti dapat mengidentifikasi individu lain yang terkena HIV dengan mendapatkan informasi dari individu lain yang juga terkena penyakit tersebut. Hal ini dikarenakan adanya hubungan pertemanan atau solidaritas antara individu-individu yang terkena penyakit tersebut.

3. ***Accidental Sampling***

Sesuai dengan namanya, accidental sampling merupakan metode pengambilan sampel dengan menentukan sampel secara tidak sengaja (*accidental*). Peneliti akan mengambil sampel pada orang yang kebetulan ditemuinya pada saat itu. Metode ini memilih sampel dengan cara mengambil kasus atau responden yang kebetulan ada atau tersedia disuatu tempat sesuai dengan konteks penelitian.

Contoh dari metode *accidental sampling* adalah seorang peneliti yang melakukan penelitian penelitian terkait penjualan di Toko A. Dengan metode accidental sampling, peneliti cukup menunggu di depan Toko A lalu menetapkan sampel kepada siapapun orang yang melakukan transaksi jual beli di Toko A tanpa melihat umur, gender, profesi, dan lain sebagainya.

4. ***Quota Sampling***
   Metode *Quota sampling* dilakukan dengan cara menentukan kuota atau jumlah dari sampel penelitian yang akan digunakan terlebih dahulu. Prinsip penentuan metode sampling ini sama dengan *accidental sampling,* namun peneliti terlebih dahulu menetapkan jumlah sampel yang akan diperlukan. Contoh dari pengambilan sampel menggunakan metode quota sampling adalah seorang peneliti yang melakukan observasi di sebuah toko setiap hari selama satu minggu dengan menetapkan jumlah sampel penelitian sebanyak 100 orang. Apabila jumlah sampel telah memenuhi kuota 100 orang maka pengambilan sampel telah selesai dilaksanakan.

BAB III

UKURAN PEMUSATAN DATA

Proses analisis data terkadang menghadapi permasalahan berupa data yang masih dalam bentuk mentah. Agar data tersebut dapat lebih mudah untuk dipahami maka perlu dilakukan penyederhanaan, usaha penyederhanaan ini biasanya dilakukan dengan cara menyajikan data menjadi angka-angka ringkasan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menjelaskan data ialah dengan menggunakan ukuran pemusatan. ukuran pemusatan data merupakan suatu hal yang penting untuk dibuat dalam analisa statistik deskriptif, yaitu analisa penggambaran suatu fenomena dengan menggunakan angka-angka ringkasan.

Ukuran pemusatan data adalah nilai tunggal yang mewakili suatu kumpulan data dan menunjukkan karakteristik dari data, ukuran pemustan data merupakan bentuk penyederhanaan data untuk mempermudah peneliti membuat interpretasi dan mengambil suatu kesimpulan. Ukuran pemusatan data digunakan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai sekumpulan data. Terdapat beberapa ukuran pemusatan, diantaranya adalah mean (nilai rata-rata), median (nilai tengah), modus (nilai yang sering muncul) dan ukuran letak (kuartil, desil dan persentil).

A. Rata-rata Hitung (*Mean*)

Rata-rata hitung (*mean*) adalah nilai yang diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai data dan membaginya dengan jumlah data. *Mean* merupakan nilai yang menunjukkan pusat dari nilai data dan merupakan nilai yang dapat mewakili dari keterpusatan data. *Mean* pada data tunggal dapat dihitung menggunakan cara berikut:

Rata-rata hitung untuk data populasi

$$\boxed{\mu = \frac{\sum X}{N}}$$

Keterangan:
μ : Rata-rata hitung populasi
X : Nilai data yang berada dalam populasi
N : Jumlah total pengamatan

Rata-rata hitung untuk data populasi

$$\boxed{\bar{X} = \frac{\sum X}{n}}$$

Keterangan:
$\bar{X}$: Rata-rata hitung populasi
X : Nilai data yang berada dalam populasi
n : Jumlah total pengamatan

Contoh perhitungan rata-rata hitung sampel:

Berikut adalah data sampel harga daging sapi (ribu rupiah/kg) di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah pada Januari tahun 2022:

No	Kabupaten/Kota	Harga Daging Sapi
1	Kab. Banyumas	87
2	Kab. Boyolali	114
3	Kab. Brebes	80
4	Kab. Cilacap	99
5	Kab. Jepara	113
6	Kab. Karanganyar	91
7	Kab. Kebumen	104
8	Kab. Klaten	87
9	Kab. Kudus	83
10	Kab. Magelang	77
11	Kab. Pekalongan	101
12	Kab. Purbalingga	90
13	Kab. Purworejo	98
14	Kab. Semarang	94
15	Kab. Sukoharjo	94
16	Kab. Tegal	103
17	Kab. Temanggung	93
18	Kab. Wonosobo	108
19	Kota Salatiga	93
20	Kota Semarang	100
21	Kota Surakarta	99
22	Kota Tegal	112

Maka nilai rata-ratanya adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{87 + 114 + 80 + \ \ldots + 112}{22} = 96.36$$

Jadi nilai rata-rata dari data tersebut adalah 96.36.

B. Nilai Tengah (Median)

Median merupakan suatu nilai yang berada di tengah-tengah data, setelah data tersebut diurutkan dari yang terkecil hingga terbesar, atau sebaliknya. Perhitungan median bertujuan untuk mengidentifikasi titik tengah dari suatu data yang membagi data menjadi dua dengan porsi yang sama. Median untuk data tunggal dapat dicari dengan ketentuan berikut:

- Letak median dapat dicari dengan menggunakan persamaan $(n + 1)/2$.
- Apabila jumlah data adalah ganjil, maka nilai median merupakan nilai yang letaknya berada ditengah data.
- Apabila jumlah data adalah genap, maka nilai median merupakan rata-rata dari dua data yang letaknya berada ditengah data.

Contoh perhitungan nilai median

Berikut adalah data aset perusahaan yang telah diurutkan dari nilai terkecil hingga terbesar:

Nomor urut perusahaan	Total Aset (Rp Miliar)
1	6,101
2	7,872
3	8,882
4	11,788
5	12,420
6	**19,709**
7	111,369
8	155,791
9	182,274
10	299,058
11	436,795

Penyelesaian:

- Langkah pertama untuk menentukan nilai median adalah dengan mengurutkan data dari nilai terkecil hingga terbesar, atau sebaliknya.
- Langkah kedua adalah dengan menentukan nilai $(n + 1)/2$, jumlah data diatas adalah 11 (n=11) sehingga letak median berada pada urutan data keenam ($(11 + 1)/2 = 6$)
- Nilai median terletak pada data ke-6, yaitu total aset Rp. 19.709 miliar.

C. Modus

Modus merupakan salah satu ukuran pemusatan selain rata-rata hitung (*mean*) dan median, modus menunjukkan nilai yang paling sering muncul dalam suatu kumpulan data. Contoh penggunaan modus dalam kehidupan sehari-hari misalnya adalah data merek mobil yang paling sering digunakan oleh konsumen, tingkat pendidikan yang paling umum di Indonesia, dan lain-lain.

Nilai modus dapat ditentukan dengan cara melihat masing-masing observasi dalam sebuah kumpulan data untuk kemudian memilih observasi dengan frekuensi yang paling banyak (paling sering muncul). Observasi dengan frekuensi kemunculan paling banyak tersebut merupakan nilai modus. Nilai modus dapat berjumlah lebih dari satu, hal tersebut terjadi apabila terdapat lebih dari satu observasi yang memiliki frekuensi kemunculan terbanyak.

Contoh perhitungan niilai modus 1

Berikut adalah data tinggi badan 10 (dalam cm) mahasiswa yang telah diurutkan:

162, 163, 165, 165, 165, 168, 168, 170, 171, 171

Penyelesaian:

Berdasarkan data tersebut terdapat tiga mahasiswa dengan tinggi badan 165 cm, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai yang paling sering muncul (modus) adalah 165.

Contoh perhitungan niilai modus 2

Berikut adalah data berat badan 10 mahasiswa (dalam kg) yang telah diurutkan:

45, 50, 52, 52, 54, 55, 58, 58, 60, 63

Berdasarkan dara tersebut terdapat dua nilai yang memiliki frekuensi kemunculan terbanyak (masing-masing dua kali) yaitu mahasiswa dengan berat bada 52 kg dan 58 kg, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat dua nilai observasi yang paling sering muncul (terdapat dua nilai modus) yaitu 52 dan 58.

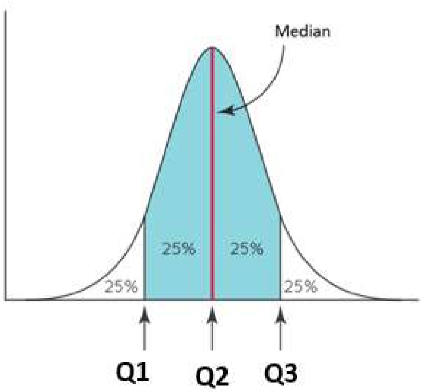
D. Ukuran Letak

Ukuran letak adalah ukuran yang menunjukkan pada bagian mana data tersebut terletak di suatu data yang telah diurutkan, ukuran letak membagi data menjadi beberapa bagian berdasarkan kriteria yang sama. Ukuran letak yang umum dipakai terdiri dari kuartil, desil dan persentil.

1. Kuartil

Kuartil (Q) adalah ukuran letak yang membagi data yang telah diurutkan atau data yang berkelompok menjadi 4 bagian yang sama besar, atau setiap bagian dari kuartil 25%. Berikut adalah ilustrasi dari ukuran letak kuartil:

Gambar 3.1: Ilustrasi Letak Kuartil



Kuartil (Q) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Ukuran Letak	Rumus Ukuran Letak
Kuartil 1	[1(n+1)]/4
Kuartil 2	[2(n+1)]/4
Kuartil 3	[3(n+1)]/4

dimana n adalah jumlah data. Sebelum menentukan data yang menjadi kuartil hal pertama yang perlu dilakukan adalah mengurutkan data terlebih dahulu berdasarkan suatu kriteria, data dapat diurutkan mulai data dengan nilai terkecil hingga nilai terbesar ataupun sebaliknya.

Contoh perhitungan kuartil (jumlah data ganjil)
Berikut adalah data tinggi badan 19 mahasiswa:

162, 163, 165, 165, **165**, 168, 168, 170, 171, **171**, 173,
Q1 Q2
174, 174, 176, 176, 178, 178, 180, 181
Q3

Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai kuartil pertama berada pada urutan data kelima dengan nilai 165, nilai kuartil kedua berada pada urutan data kesepuluh dengan nilai 171, dan nilai 176.

Contoh perhitungan kuartil (jumlah data genap)
Berikut adalah keuntungan bersih dari 8 perusahaan (dalam satuan miliar rupiah):

213, 436, 756, 1.076, 2.454, 2.898, 4.082, 5.991

Q1 Q2 Q3

Sehingga letak kuartil adalah:

$$K_1 = \frac{[1(n+1)]}{4} = \frac{[1(8+1)]}{4} = \frac{9}{4} = 2.25$$

$$K_2 = \frac{[2(n+1)]}{4} = \frac{[2(8+1)]}{4} = \frac{18}{4} = 4.50$$

$$K_3 = \frac{[3(n+1)]}{4} = \frac{[3(8+1)]}{4} = \frac{27}{4} = 6.75$$

Apabila letak kuartil berupa pecahan, dan tidak ada yang pas pada letak tersebut maka dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{\boldsymbol{NK = NKB + \left[\left(\frac{LK - LKB}{LKA - LKB}\right) x \, (NKA - NKB)\right]}}$$

NK : Nilai kuartil
NKB : Nilai kuartil yang berada dibawah letak kuartil
LK : Letak kuartil
LKB : Letak data kuartil yang terletak dibawah letak kuartil
LKA : Letak data kuartil yang terletak diatas letak kuartil
NKA : Nilai kuartil yang berada diatas letak kuartil

$$\begin{aligned} NK_1 &= 436 + \left[\left(\frac{2.25 - 2}{3 - 2}\right) x \, (756 - 436)\right] \\ &= 436 + \left(\frac{0.25}{1}\right) x \, 320 \\ &= 436 + 80 = 516 \end{aligned}$$

Sehingga, Nilai Kuartil 1 (NK1) untuk letak kuartil 2.25 adalah 516.

Dengan cara yang sama, maka:

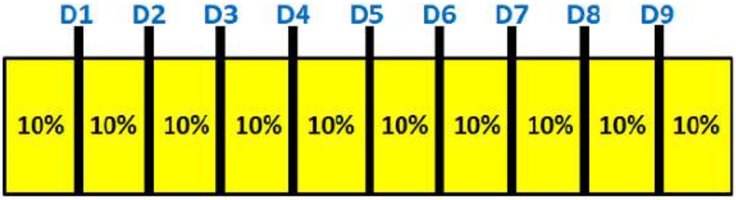
$$NK_2 = 1765$$
$$NK_3 = 3808.75$$

Jadi, nilai Kuartil 1, 2 dan 3 secara berurutan adalah 516, 1765 dan 2808.75.

2. Desil

Desil (D) adalah ukuran letak yang membagi data yang telah diurutkan atau data berkelompok menjadi 10 bagian yang sama besar, atau setiap bagian dari desil sebesar 10%. Sebelum menentukan letak desil, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengurutkan data terlebih dahulu, data dapat diurutkan berdasarkan nilai terendah hingga nilai tertinggi ataupun sebaliknya. Berikut adalah ilustrasi dari ukuran letak desil:

Gambar 3.2: Ilustrasi Letak Desil



Desil dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Ukuran Letak	Rumus Ukuran Letak
Desil 1	[1(n+1)]/10
Desil 2	[2(n+1)]/10
...	...
Desil 9	[9(n+1)]/10

Contoh perhitungan desil (jumlah data ganjil)

Berikut adalah data harga daging sapi di 19 Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Tengah (ribu rupiah/kg):

77, 80, 83, 87, 87, 90, 91, 93, 93, 94, 94, 98, 99, 99, 100, 101,

D1

103, 104, 108

D9

Penyelesaian:

$$D_1 = \frac{1(n+1)}{10} = \frac{1(19+1)}{10} = \frac{20}{10} = 2$$

$$D_9 = \frac{9(n+1)}{10} = \frac{9(19+1)}{10} = \frac{180}{10} = 18$$

Jadi Desil 1 dan Desil 9 secara berurutan adalah data yang berada pada urutan kedua dengan nilai data 80 dan data yang berada pada urutan ke 18 dengan nilai dat 104.

Contoh perhitungan desil (jumlah data genap)

Berikut adalah data harga lobster pada delapan Kabupaten/Kota yang terdapat di Jawa Tengah (ribu rupiah/kg):

91, 93, 93, 94, 94, 98, 99, 99, 100

D2 **D8**

Penyelesaian:

Letak Desil 2 dan Desil 8 adalah:

$$D_2 = \frac{1(n+1)}{10} = \frac{2(8+1)}{10} = 1.8$$

$$D_8 = \frac{8(n+1)}{10} = \frac{8(8+1)}{10} = 7.2$$

Apabila letak desil berupa pecahan, dan tidak tidak memiliki nilai yang tepat berada pada nilai tertentu, maka nilai desil dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{ND = NDB + \left[\left(\frac{LD - LDB}{LDA - LDB}\right) x \,(NDA - NDB)\right]}$$

ND	: Nilai desil
NDB	: Nilai desil yang berada dibawah letak desil
LD	: Letak desil
LDB	: Letak data desil yang terletak dibawah letak desil
LDA	: Letak data desil yang terletak diatas letak desil
NDA	: Nilai desil yang berada diatas letak desil

Jadi, nilai desil untuk letak desil 1.8 adalah:

$$ND_2 = 91 + \left[\left(\frac{1.8 - 1}{2 - 1}\right) x \,(93 - 91)\right]$$

$$= 91 + \left(\frac{0.8}{1}\right) x \; 2$$

$$= 92.6$$

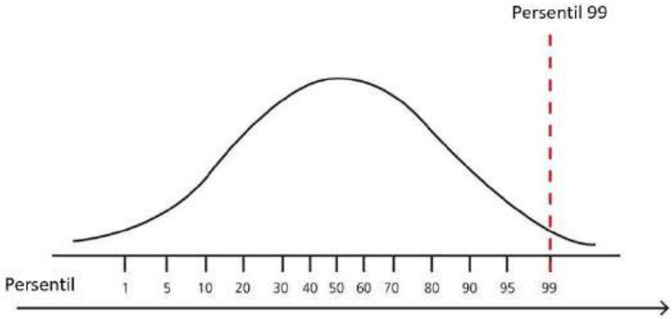
Sehingga nilai desil untuk desil yang terletak pada data urutan ke 1.8 adalah 92.6.

3. Persentil

Persentil adalah ukuran letak yang membagi data yang telah diurutkan atau data berkelompok menjadi 100 bagian yang sama besar, setiap bagian dari persentil dibagi menjadi sebesar 1% bagian yang sama. Sebelum menentukan letak persentil, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengurutkan data terlebih dahulu, data dapat diurutkan berdasarkan nilai terendah hingga nilai tertinggi ataupun sebaliknya.

Berikut adalah ilustrasi ukuran letak persentil:

Gambar 3.3: Ilustrasi Ukuran Letak Persentil



Persentil dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Ukuran Letak	Rumus Ukuran Letak
Persentil 1	[1(n+1)]/100
Persentil 2	[2(n+1)]/100
...	...
Persentil 99	[99(n+1)]/100

Contoh perhitungan persentil (jumlah data ganjil)

Berikut adalah data harga daging sapi pada 19 Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Tengah (ribu rupiah/kg):

77, 80, 83, 87, 87, 90, 91, 93, 93, 94, 94, 98, 99, 99, 100, 101,

P15 P25

103, 104, 108

Penyelesaian:

$$P_{15} = \frac{15(n+1)}{100} = \frac{15(19+1)}{100} = \frac{300}{10} = 2$$

$$P_{25} = \frac{25(n+1)}{100} = \frac{25(19+1)}{100} = \frac{500}{10} = 5$$

Jadi persentil 15 dan persentil 25 secara berurutan adalah data yang berada pada urutan kedua (80) dan urutan kelima (87).

Contoh perhitungan persentil (jumlah data genap)

Berikut adalah data jumlah UMKM pada 12 Kabupaten/Kota yang ada di Jawa Tengah:

230, 250, 275, 290, 300, 315, 320, 325, 335, 350, 375, 390

P35 P75

Penyelesaian:
Letak persentil ke 35 dan 75:

$$P_{35} = \frac{35(n+1)}{100} = \frac{3(12+1)}{100} = 4.55$$

$$P_{75} = \frac{75(n+1)}{100} = \frac{75(12+1)}{100} = 9.75$$

Apabila letak persentil berupa pecahan, dan tidak ada yang pas pada letak tersebut maka dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{\boldsymbol{NP = NPB + \left[\left(\frac{LP - LPB}{LPA - LPB}\right) x\ (NPA - NPB)\right]}}$$

NP : Nilai persentil
NPB : Nilai persentil yang berada dibawah letak desil
LP : Letak persentil
LPB : Letak data persentil yang terletak dibawah letak persentil
LPA : Letak data persentil yang terletak diatas letak persentil
NPA : Nilai persentil yang berada diatas letak persentil

Maka nilai persentil untuk letak persentil 9.75 adalah:

$$NP_{75} = 335 + \left[\left(\frac{9.75 - 9}{10 - 9}\right) x\ (350 - 335)\right]$$

$$= 335 + \left(\frac{0.75}{1}\right) x\ 15$$

$$= 346.25$$

Jadi nilai persentil 95 (yang terletak pada urutan data ke 9.75) adalah 346.25.

UKURAN PENYEBARAN DATA

Ukuran penyebaran data adalah ukuran yang menyatakan seberapa jauh penyimpangan nilai-nilai sebuah data dari nilai pusatnya, ukuran penyebaran data disebut juga ukuran yang menyatakan seberapa banyak nilai-nilai data yang berbeda dengan nilai pusatnya. Ukuran penyebaran data pada dasarnya adalah pelengkap dari ukuran pemusatan data dalam menggambarkan sekumpulan data. Adanya ukuran penyebaran dapat penggambaran sekumpulan data dengan lebih jelas dan tepat.

Apabila suatu data tidak memiliki nilai ekstrim rendah ataupun nilai ekstrim tinggi, maka ukuran pemusatan data relatif baik untuk menggambarkan sekumpulan data. Namun apabila suatu data memiliki nilai ekstrim rendah atau nilai ekstrim tinggi, maka kita perlu mengetahui ukuran sebarannya dengan cara menghitung masing-masing inndikator ukuran penyebaran data. Beberapa jenis ukuran penyebaran data antara lain adalah *range* (jarak), *average deviation* (deviasi rata-rata), *standard deviation* (simpangan baku), *variance* (varians), *skewness* (ukuran kecondongan), *kurtosis* (ukuran kemiringan).

Dalam bab ini akan dibahas empat jenis ukuran penyebaran yaitu adalah *range* (jarak), *mean deviation* (deviasi rata-rata), *standard deviation* (simpangan baku), *variance* (varians), sedangkan *skewness* (ukuran kecondongan), *kurtosis* (ukuran kemiringan) akan dibahas pada bab selanjutnya mengenai kurva distribusi frekuensi.

A. *Range* (Jarak)

Range (jarak) adalah perbedaan antara nilai terbesar dan terkecil dalam suatu kelompok data. Semakin kecil ukuran *range* maka menunjukkan karakter data yang semakin baik, yang berarti bahwa data mendekati nilai pusat/rata-rata. *Range* didapat dengan mencari selisih antara nilai maksimum dari suatu data dengan nilai minimum dari data tersebut.

Range dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{Range = NMAX - NMIN}$$

$NMAX$: Nilai maksimum pada data yang akan diobservasi

$NMIN$: Nilai minimum pada data yang akan diobservasi

Contoh perhitungan *range*:

Berikut adalah laju inflasi dari negara Indonesia dan Malaysia pada tahun 2004 hingga 2012 (dalam persen):

Tahun	Laju Inflasi	
	Indonesia	Malaysia
2004	6.40	1.52
2005	17.11	2.96
2006	6.60	3.61
2007	6.59	2.03
2008	11.06	5.44
2009	2.78	0.58
2010	6.96	1.71
2011	3.79	3.20
2012	4.30	1.66

Perhitungan *range*:

$$\begin{aligned} Range\ (Indonesia) &= 17.11 - 2.78 \\ &= 14.33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Range\ (Malaysia) &= 5.44 - 0.58 \\ &= 4.86 \end{aligned}$$

Jadi nilai *range* dari Inflasi di Indonesia dan Malaysia secara berurutan adalah 14.33 persen dan 4.86 persen.

B. *Mean Deviation* (Deviasi Rata-Rata)

Mean deviation (deviasi rata-rata) adalah rata-rata hitung dari nilai mutlak deviasi antara nilai data pengamatan dengan nilai data rata-rata hitungnya. Deviasi rata-rata mengukur besarnya variasi atau selisih dari setiap nilai dalam populasi atau sampel dari rata-rata hitungnya.

Deviasi rata-rata melebihi kelebihan jika dibandingkan nilai range, yaitu menggunakan seluruh data yang terdapat didalam populasi atau sampel dan tidak hanya mengukur jarak antara nilai data terendah dengan nilai data tertinggi.

Deviasi rata-rata atau biasa disebut MD (*Mean Deviation*) dapat didfinisikan menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{\boldsymbol{MD = \frac{\sum |X-\bar{X}|}{N}}}$$

MD : Deviasi rata-rata

X : Nilai setiap data pengamatan

$\bar{X}$: Nilai rata-rata hitung dari seluruh nilai pengamatan

Contoh perhitungan *Mean deviation* (deviasi rata-rata)

Berikut adalah data pertumbuhan ekonomi Indonesia, hitunglah deviasi rata-rata dari data tersebut:

Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (X)	$\lvert X-\bar{X} \rvert$	Nilai Mutlak
2002	4.5	-1.08	1.08
2003	4.78	-0.80	0.80
2004	5.03	-0.55	0.55
2005	5.69	0.11	0.11
2006	5.5	-0.08	0.08
2007	6.35	0.77	0.77
2008	6.01	0.43	0.43
2009	4.63	-0.95	0.95
2010	6.22	0.64	0.64
2011	6.49	0.91	0.91
2012	6.23	0.65	0.65
Jumlah	$\sum X = 61.43$		$\sum \lvert X-\bar{X} \rvert = 6.94$
Rata-rata	$\sum X/n = 5.58$		$\sum \lvert X-\bar{X} \rvert /n = 0.63$

Langkah pertama untuk menentukan nilai *mean deviation* adalah dengan mencari nilai rata-rata dari keseluruhan data yang menjadi observasi ($\sum X/N$), setelah melalui proses perhitungan maka diperoleh hasil bahwa rata-rata nilai data yang dijadikan observasi adalah 5.58. Selanjutnya, nilai masing-masing observasi dikurangi dengan nilai rata-rata yang telah diperoleh, kemudian hasil kurang dari masing-masing observasi dengan nilai rata-rata ditulis dalam nilai mutlak untuk kemudian dijumlahkan, sehingga memiliki hasil positif ($\sum |X-\bar{X}|$). Langkah selanjutnya ialah dengan membagi nilai $\sum|X-\bar{X}|$ dengan jumlah data (N) sehingga diperoleh nilai 0.63. Nilai 0.63 tersebut adalah nilai *mean deviation*, yang berarti bahwa besarnya variasi atau selisih dari setiap nilai data pertumbuhan ekonomi dari rata-rata hitungnya adalah 0.63

C. *Variance* (Varians)

Variance (varians) adalah ukuran penyebaran yang menunjukkan standar penyimpangan atau deviasi data terhadap nilai rata-ratanya, nilai varians mengukur seberapa jauh penyebaran data dari nilai rata-ratanya. Semakin besar nilai varians, semakin jauh data yang kita gunakan tersebar dari nilai rata-ratanya. Nilai varians sering kali digunakan untuk menentukan kedekatan sebaran data yang ada didalam sampel dan seberapa dekat titik data individu dengan mean atau rata-rata nilai dari sampel atau populasi tersebut.

Varians untuk populasi dan sampel dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Varians Populasi:

$$\boxed{\sigma^2=\frac{\sum(X-\mu)^2}{N}} \quad \text{dimana:} \quad \boxed{\mu=\frac{\sum X}{N}}$$

σ^2 : Varians populasi
X : Nilai setiap data/pengamatan
μ : Nilai rata-rata hitung dalam populasi
N : Jumlah total data (populasi)

Varians Sampel:

$$\boxed{\sigma^2=\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}} \quad \text{dimana:} \quad \boxed{\bar{X}=\frac{\sum X}{n}}$$

s^2 : Varians sampel
X : Nilai setiap data/pengamatan
$\bar{X}$: Nilai rata-rata hitung dalam sampel
n : Jumlah total data (sampel)

Contoh perhitungan varians

Hitunglah varians dari data pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2002 hingga 2003 berikut:

Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (X)	$X-\mu$	$(X-\mu)^2$
2002	4.5	-1.08	1.18
2003	4.78	-0.80	0.65
2004	5.03	-0.55	0.31
2005	5.69	0.11	0.01
2006	5.5	-0.08	0.01
2007	6.35	0.77	0.59
2008	6.01	0.43	0.18
2009	4.63	-0.95	0.91
2010	6.22	0.64	0.40
2011	6.49	0.91	0.82
2012	6.23	0.65	0.42
Jumlah	$\sum X = 61.43$		$\sum(X-\mu)^2 =$ **5.47**
Rata-rata (μ)	$\sum X/N = 5.58$		$\sum(X-\mu)^2/N =$ **0.50**

Langkah pertama untuk menghitung nilai varians adalah dengan mencari nilai rata-rata dari data yang menjadi observasi ($\sum X/n$), hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata data adalah 5.58. Langkah selanjutnya adalah mengurangi nilai masing-masing data yang menjadi observasi dengan nilai rata-rata, untuk kemudian dikuadratkan dan dijumlahkan ($\sum(X-\bar{X})^2$). Langkah terakhir dalam perhitungan varians adalah membagi nilai $\sum(X-\bar{X})^2$ dengan jumlah observasi (N). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai varians adalah 0.50.

D. *Standard Deviation* (Standar Deviasi)

Standard deviation standar deviasi adalah bentuk akar kuadrat dari varians yang menunjukkan standar penyimpangan data terhadap nilai rata-ratanya. Standar deviasi mengukur penyebaran kumpulan data relatif terhadap nilai rata-ratanya. Nilai standar deviasi dipengaruhi oleh nilai ekstrim, adanya satu nilai ekstrim yang sangat jauh (ekstrim besar atau ekstrim kecil) dari gambaran umumnya dapat memengaruhi hasil pada pengukuran standar deviasi. Semakin besar nilai standar deviasi, semakin jauh tersebar dari nilai rata-ratanya.

Nilai standar deviasi dari data berbentuk populasi dan sampel dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Standar Deviasi Populasi:

$$\boxed{\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X-\mu)^2}{N}}} \quad \text{dimana:} \quad \boxed{\mu = \frac{\sum X}{N}}$$

σ : Standar deviasi populasi

X : Nilai setiap data/pengamatan

μ : Nilai rata-rata hitung dalam populasi

N : Jumlah total data (populasi)

Standar Deviasi Sampel:

$$\boxed{s = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}}} \quad \text{dimana:} \quad \boxed{\bar{X} = \frac{\sum X}{n}}$$

s : Standar deviasi sampel

X : Nilai setiap data/pengamatan

$\bar{X}$: Nilai rata-rata hitung dalam sampel

n : Jumlah total data (sampel)

Contoh perhitungan standar deviasi:

Hitunglah standar deviasi dari data pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2002 hingga 2003.

Tahun	Pertumbuhan Ekonomi (X)	$X-\mu$	$(X-\mu)^2$
2002	4.5	-1.08	1.18
2003	4.78	-0.80	0.65
2004	5.03	-0.55	0.31
2005	5.69	0.11	0.01
2006	5.5	-0.08	0.01
2007	6.35	0.77	0.59
2008	6.01	0.43	0.18
2009	4.63	-0.95	0.91
2010	6.22	0.64	0.40
2011	6.49	0.91	0.82
2012	6.23	0.65	0.42
Jumlah	$\sum X = 61.43$		$\sum(X-\mu)^2 =$ **5.47**
Rata-rata (μ)	$\sum X/N = 5.58$		$\sum(X-\mu)^2/N =$ **0.50**

Langkah pertama untuk menghitung nilai standar deviasi sama dengan langkah untuk menghitung nilai varians, yaitu dengan mencari nilai rata-rata dari data yang menjadi observasi ($\sum X/n$), hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata data adalah 5.58. Langkah selanjutnya adalah mengurangi nilai masing-masing data yang menjadi observasi dengan nilai rata-rata, untuk kemudian dikuadratkan dan dijumlahkan ($\sum(X-\bar{X})^2$). Langkah terakhir dalam perhitungan varians adalah membagi nilai $\sum(X-\bar{X})^2$ dengan jumlah observasi (N). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai varians adalah 0.50.

Setelah menemukan nilai varians, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan opearasi akar pangkat kuadrat pada nilai varians yang telah dihitung sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X-\mu)^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{5.47}{11}}$$

$$= \sqrt{0.5}$$

$$= 0.71$$

Jadi nilai standar deviasi dari data pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2002 hingga 2003 adalah 0.71.

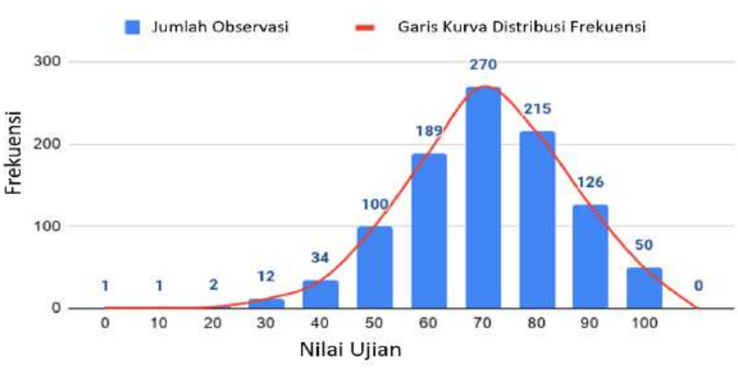
KURVA DISTRIBUSI FREKUENSI

A. Pengertian Kurva Distribusi Frekuensi

Kurva distribusi frekuensi (*bell shaped curve*/kurva lonceng) adalah jenis distribusi umum untuk variabel atau sekumpulan data, istilah kurva lonceng berasal dari fakta bahwa grafik yang digunakan untuk menggambarkan distribusi variabel terdiri dari kurva berbentuk lonceng. Kurva distribusi frekuensi merupakan sebuah poligon yang terbentuk dari suatu histogram, poligon tersebut telah diperhalus sehingga membentuk suatu fungsi distribusi varabel yang menyerupai lonceng.

Titik tertinggi pada kurva, atau puncak lonceng, mewakili peristiwa yang paling mungkin terjadidalam rangkaian data, sementara semua kemungkinan kemunculan lainnya didistribusikan secara simetris disekitar mean, menciptakan kurva miring ke bawah disetiap sisi puncak. Lebar kurva lonceng suatu kumpulan data bergantung kepada nilai standar deviasi dan variansnya, sementara tinggi dan kecondongan sebuah kurva lonceng bergantung kepada indikator penyebararan data berupa *skewness* (ukuran kecondongan), *kurtosis* (ukuran kemiringan).

Gambar 5.1: Visualisasi Kurva Distribusi Frekuensi



Gambar 5.1 merupakan contoh visualisasi dari kurva distribusi frekuensi, kurva tersebut menunjukkan distribusi (sabaran) dari data hasil nilai ujian dengan sampel 1.000 responden. Grafik batang (histogram) dalam kurva tersebut menunjukkan jumlah responden yang memenuhi kriteria nilai ujian dengan nilai tertentu (nilai 0 sampai dengan 100), sedangkan garis merah merupakan poligon yang diperhalus dan menghubungkan titik-titik dari grafik batang yang merepresantikan jumlah responden pada masing-masing kriteria. Garis merah tersebut juga menggambarkan kurva distribusi frekuensi atau sebaran atau distribusi dari data nilai ujian pada sampel 1.000 responden.

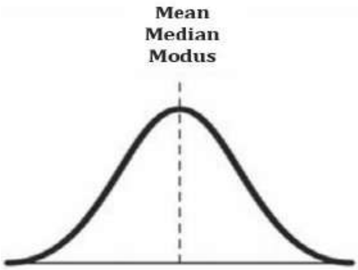
Dalam bab ini akan dibahas mengenai penggambaran kumpulan data dalam bentuk kurva distribusi frekuensi serta hubungannya dengan beberapa indikator ukuran pemusatan data seperti *mean*, median dan modus. Selanjutnya, dalam bab ini juga akan dibahas menganai indikator ukuran penyebaran data meliputi *skewness* dan *kurtosis*, serta visualisasi kurva distribusi frekuensi jika terjadi permasalahan dalam ukuran penyebaran data berupa *skewness* dan *kurtosis*.

B. Kurva Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan sebuah fungsi probabilitas yang menunjukkan distribusi atau penyebaran suatu variabel, distribusi normal umumnya dibuktikan oleh sebuah kurva/grafik simetris yang disebut kurva lonceng (*bell shaped curve*). Distribusi normal menunjukkan distribusi yang merata yang ditandai dengan kurva yang memuncak dibagian tengah dan melandai dikedua sisinya dengan nilai yang setara. Kurva distribusi normal berbentuk simetris dengan rata-rata hitungnya (μ), kemudian apabila kurva dilipat menjadi dua bagian dengan nilai tengah rata-rata sebagai pusat lipatan maka kurva akan terbagi menjadi dua bagian yang sama.

Kurva distribusi normal memiliki satu puncak yang terletak ditengah kurva, sehingga nilai rata-rata hitung (μ) sama dengan median (Md) dan modus (Mo). Nilai $\mu = Md = Mo$ yang berada ditengah membelah kurva menjadi dua bagian yaitu setengah dibawah nilai $\mu = Md = Mo$ dan setengah diatas nilai $\mu = Md = Mo$.

Gambar 5.2: Visualisasi Kurva Distribusi Normal

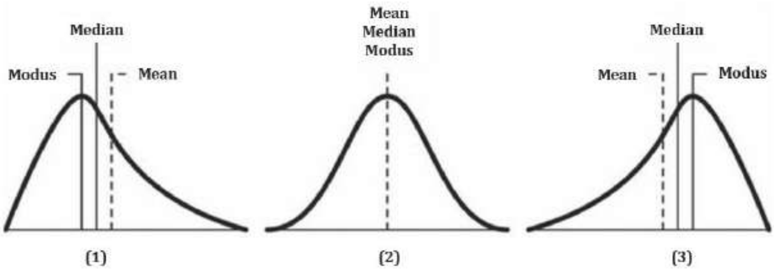


Gambar 5.2 menunjukkan visualisasi kurva distribusi normal, kurva distribusi normal memiliki satu puncak yang berada ditengah kurva. Selain itu, kurva distribusi normal juga memiliki nilai mean, median yang berada dalam satu titik yang sama.

C. Hubungan Nilai *Mean*, Median dan Modus dalam Kurva Distribusi Frekuensi

Nilai *mean*, median dan modus dalam suatu variabel atau sekumpulan data dapat mempengaruhi bentuk kurva distribusi frekuensi. Posisi *mean*, median dan modus dalam kurva distribusi frekuensi dapat membuat kurva terdistribusi normal, menceng ke kiri atau menceng ke kanan. Gambar berikut menjelaskan hubungan nilai *mean*, median dan modus dalam mempengaruhi bentuk kurva distribusi frekuensi:

Gambar 5.3: Hubungan Nilai *Mean*, Median dan Modus



Pada gambar diatas, gambar (2) menunjukkan kurva distribusi frekuensi yang terdistribusi normal yang ditunjukan dengan nilai *mean*, median dan modus yang sama. Pada gambar (1) dan (3) kurva distribusi frekuensi tidak terdistribusi normal hal tersebut dapat dilihat berdasarkan nilai *mean*, median dan modus yang berbeda. Secara visual, ketidaknormalan kurva distribusi frekuensi dapat dilihat dari tingkat kecondongan (kemencengan) yang terjadi pada bentuk kurvanya. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing bentuk kurva pada Gambar 5.3:

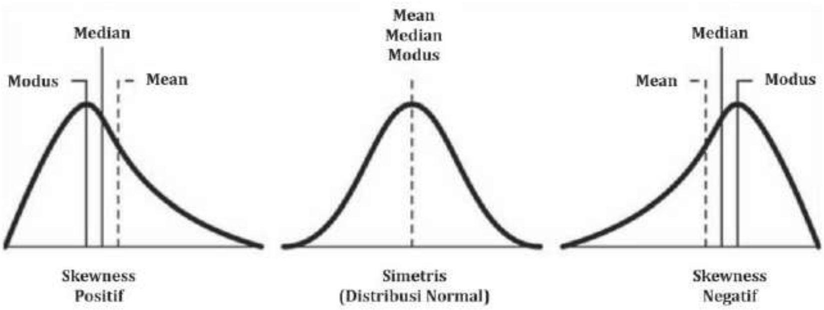
- Kurva (1): Kurva condong ke kiri, *mean* lebih besar daripada median dan modus. Hal tersebut terjadi karena adanya nilai ekstrem tinggi yang mempengaruhi nilai rata-rata hitung, sedangkan median dan modus tidak terpengaruhi.
- Kurva (2): Kurva simetris, jika rata-rata, median dan modus memiliki nilai yang sama, maka nilai rata-rata, median dan modus akan terletak pada satu titik dalam kurva distribusi frekuensi. Kurva distribusi frekuensi tersebut akan terbentuk simetris.
- Kurva (3): *mean* lebih kecil daripada median dan modus. Hal tersebut terjadi karena adanya nilai ekstrem rendah yang mempengaruhi nilai rata-rata hitung, sedangkan median dan modus tidak terpengaruhi.

D. *Skewness* (Ukuran Kecondongan)

Skewness (ukuran kecondongan) adalah ukuran untuk melihat apakah suatu data statistik terdistribusi secara normal atau tidak. Skewness adalah ukuran yang menyatakan derajat kecondongan kurva distribusi frekuensi, atau dengan kata lain skewness menunjukkan seberapa jauh distribusi data menyimpang dari simetris atau normal.

Skewness memiliki nilai koefisien positif tiga (+3) hingga negatif tiga (-3). Skewness bernilai positif berarti ekor distribusi berada disebelah kanan nilai terbanyak atau sebagian besar distribusi data berada pada nilai rendah, sedangkan skewness yang bernilai negatif berarti ekor distribusi berada di sebelah kiri dan menunjukkan bahwa sebagian besar nilai berada di sisi kanan kurva. Kemudian jika skewness bernilai nol, maka data terdistribusi secara simetris, dengan jarak antara ekor distribusi sebelah kanan dan kiri sama besar (simetris).

Gambar 5.4: Jenis Skewness



Nilai koefisien skewness dari suatu data dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{Sk = \frac{\mu - Mo}{\sigma}} \quad \text{atau} \quad \boxed{Sk = \frac{3(\mu - Md)}{\sigma}}$$

Sk : Koefesien skewness
μ : Nilai rata-rata hitung
Mo : Nilai modus
Md : Nilai median
σ : Standar deviasi

Contoh perhitungan skewness:

Berikut adalah data pertumbuhan ekonomi dari beberapa negara di Asia pada tahun 2012, hitunglah koefisien skewness dari data tersebut:

No	Negara	2012
1	Cina	7.80
2	Hongkong	1.50
3	Indonesia	6.23
4	Kamboja	7.26
5	Korea Selatan	2.04
6	Malaysia	5.61
7	Filiphina	6.81
8	Singapura	1.32
9	Thailand	6.49
10	Vietnam	5.03

Penyelesaian:
μ : 5.01
Md : 5.92
σ : 2.47
Perhitungan nilai rata-rata (μ), Median (Md) dan standar deviasi (σ) dapat dilihat pada pembahasan pada bab sebelumnya.

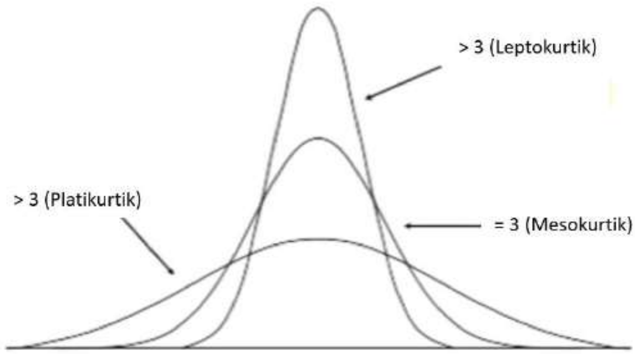
$$Sk = \frac{3(\mu - Md)}{\sigma}$$
$$= \frac{3(5.01 - 5.92)}{2.47}$$
$$= -1.11$$

Nilai Sk = -1.11, mendekati 0, menunjukkan bahwa kurva distribusi frekuensi mendekati kurva distribusi normal (simetris). Nilai negatif menunjukkan bahwa kurva condong ke kanan, yaitu adanya nilai pertumbuhan ekonomi yang besar sehingga meningkatkan nilai rata-rata dari pertumbuhan ekonomi.

E. *Kurtosis* (Ukuran Keruncingan)

Kurtosis (ukuran keruncingan) adalah indikator untuk menunjukkan derajat keruncingan (*tailedness*) kurva distribusi frekuensi. Semakin besar nilai *kurtosis* maka kurva distribusi semakin runcing. Sebaliknya, semakin kecil nilai *kurtosis* maka kurva distribusi semakin landai. Untuk mengukur keruncingan dari suaru kurva dapat dilakukan melalui perbandingan dengan kurva distribusi normal (simetris), kurva normal memiliki distribusi yang tidak mendatar dan tidak meruncing.

Gambar 5.5: Jenis *Kurtosis*



Nilai acuan *kurtosis* adalah 3, jika nilai *kurtosis* lebih besar dari 3 maka kurva distribusi frekuensi disebut leptokurtik. Sementara jika lnilai *kurtosis* lebih rendah dari 3, maka disebut platikurtik. Sedangkan nilai *kurtosis* sama dengan 3 bermakna bahwa kurva distribusi frekuensi terdistribusi normal atau mesokurtik.

Nilai koefisien *kurtosis* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{\alpha^4 = \frac{\frac{1}{n}\sum(X-\mu)^4}{\sigma^4}}$$

α^4 : Koefisien *kurtosis*
n : Jumlah data
X : Nilai data
μ : Nilai rata-rata hitung data
σ : Standar deviasi

Contoh perhitungan koefisien *kurtosis*:

Berikut adalah data pertumbuhan ekonomi dari beberapa negara di Asia pada tahun 2012, hitunglah koefisien *kurtosis* dari data tersebut:

No	Negara	2012
1	Cina	7.80
2	Hongkong	1.50
3	Indonesia	6.23
4	Kamboja	7.26
5	Korea Selatan	2.04
6	Malaysia	5.61
7	Filiphina	6.81
8	Singapura	1.32
9	Thailand	6.49
10	Vietnam	5.03

Penyelesaian:

$$\mu = 5.01$$

$$\sigma = 2.47$$

Perhitungan nilai rata-rata (μ) dan standar deviasi (σ) dapat dilihat pada pembahasan pada bab sebelumnya.

Selanjutnya, untuk menghitung nilai koefisien *kurtosis* dapat dilakukan dengan membuat tabel yang menghitung nilai masing-masing data yang dikurangi dengan nilai rata-rata untuk kemudian dipangkatkan empat dan dijumlahkan ($\sum(\boldsymbol{X} - \boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{4}}$). Berikut adalah tabel perhitungan nilai $\sum(\boldsymbol{X} - \boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{4}}$:

$\boldsymbol{X}$	$(\boldsymbol{X} - \boldsymbol{\mu})$	$(\boldsymbol{X} - \boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{4}}$
7.8	2.79	60.68
1.5	-3.51	151.61
6.23	1.22	2.22
7.26	2.25	25.67
2.04	-2.97	77.70
5.61	0.60	0.13
6.81	1.80	10.52
1.32	-3.69	185.20
6.49	1.48	4.81
5.03	0.02	0.00

Maka:

$$\sum(\boldsymbol{X}-\boldsymbol{\mu})^{\boldsymbol{4}} = 518.55$$

Kemudian nilai koefisien *kurtosis* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha^4 = \frac{\frac{1}{n}\sum(X-\mu)^4}{\sigma^4}$$

$$= \frac{\frac{1}{10}(518.55)}{2.47^4}$$

$$= \frac{51.86}{37.22} = 1.39$$

Nilai koefisien *kurtosis* adalah 1.39 (lebih kecil dari 3), maka termasuk platikurtik.

BAB VI

DISTRIBUSI PROBABILITAS

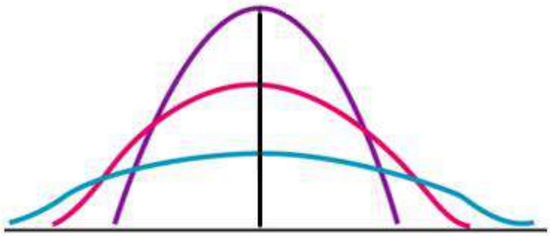
A. Jenis Kurva Distribusi Normal

Distribusi normal menunjukkan distribusi yang merata dan ditandai dengan kurva yang memuncak di bagian tengah dan melandai pada kedua sisinya dengan nilai yang setara. Kurva distribusi normal memiliki satu puncak yang terletak ditengah kurva, sehingga nilai rata-rata hitung (μ) sama dengan median (Md) dan modus (Mo). Kemudian, apabila kurva dilipat menjadi dua bagian dengan nilai tengah rata-rata sebagai pusat lipatan maka kurva akan terbagi menjadi dua bagian yang sama. Berikut adalah beberapa jenis kurva distribusi normal:

1. Distribusi Probabilitas dan Kurva Normal dengan Nilai μ dan σ Berbeda

Kurva distribusi normal ini memiliki keruncingan yang berbeda antara satu kurva dengan kurva yang lain, perbedaan tersebut dikarenakan adanya perbedaan nilai *kurtosis* (leptokurtik, platikurtik dan mesokurtik). Kurva tersebut memiliki nilai $\mu = Md = Mo$ yang sama namun mempunyai nilai σ berbeda. Semakin besar nilai σ maka kurva distribusi normal semakin landai, sebaliknya semakin kecil nilai σ maka kurva distribusi normal semakin runcing. Nilai σ yang tinggi menunjukkan bahwa nilai data semakin menyebar dari nilai tengahnya (μ), begitupun sebaliknya.

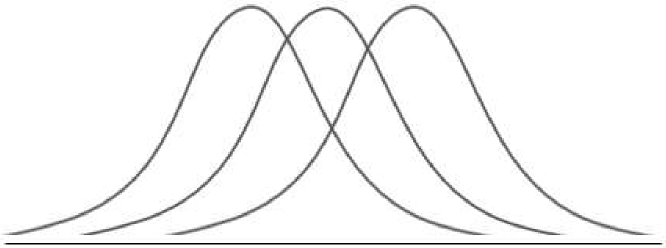
Gambar 6.1: Visualisasi Kurva Normal dengan Nilai μ dan σ Berbeda



Ketiga kurva tersebut memiliki nilai tengah (μ) yang sama, namun masing-masing kurva memiliki nilai range yang berbeda. Perbedaan nilai range tersebut diakibatkan karena adanya perbedaan nilai σ, semakin besar nilai σ maka kurva distribusi normal semakin landai, sebaliknya semakin kecil nilai σ maka kurva distribusi normal semakin runcing. Selanjutnya, kerucingan suatu kurva juga dipengaruhi oleh nilai *kurtosis* dan frekuensi jumlah data yang menjadi nilai modus.

2. **Distribusi Probabilitas dan Kurva Normal dengan Nilai μ Berbeda dan σ Sama.**
   Jenis kurva distribusi normal tersebut terjadi karena populasi memiliki kemampuan yang berbeda satu sama lain, namun antar populasi mempunyai keragaman yang sama. Kurva distribusi normal tersebut memiliki nilai μ yang berbeda dan σ sama, sehingga jarak (*range*) dari masing-masing kurva sama. Semakin tinggi nilai μ, maka letak kurva akan semakin bergeser ke sebelah kanan.

Gambar 6.2: Visualisasi Normal dengan Nilai μ Berbeda dan σ Sama

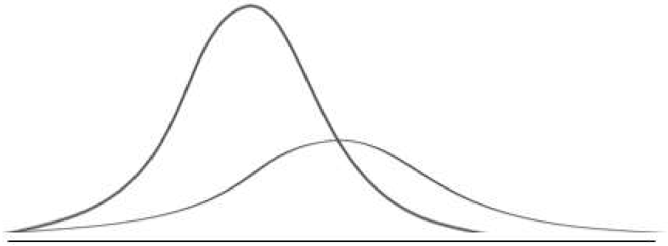


Ketiga kurva distribusi normal tersebut memiliki nilai σ dan range yang sama, namun nilai μ dari ketiga kurva tersebut berbeda. Perbedaan nilai μ tersebut mengakibatkan kurva bergeser ke sisi kiri ataupun kanan. Perbedaan nilai μ disebabkan adanya perbedaan komponen observasi penyusun data, apabila komponen observasi penyusun data relatif lebih besar, maka kurva distribusi normal akan bergeser ke kanan.

3. Distribusi Probabilitas dan Kurva Normal dengan Nilai μ Berbeda dan σ berbeda.

Jenis kurva distribusi normal tersebut memiliki titik pusat yang berbeda pada sumbu mendatar dan bentuk kurva yang berbeda karena mempunyai nilai σ yang berbeda. Jenis kurva distribusi normal tersebut relatif banyak terjadi, hal tersebut dikarenakan terdapat perbedaan karakteristik antar populasi dan keragaman antar populasi yang menjadi observasi.

Gambar 6.3: Visualisasi Kurva Normal dengan Nilai μ Berbeda dan σ berbeda



Kedua kurva distribusi normal tersebut memiliki nilai μ dan σ yang berbeda, perbedaan tersebut dikarenakan adanya perbedaan nilai skewness dan nilai *kurtosis* dari masing-masing kurva. Selanjutnya, terdapat perbedaan range antara satu kurva dengan kurva yang lainnya, sehingga hal tersebut juga mempengaruhi lebar kurva distribusi frekuensi.

B. Distribusi Probabilitas Normal Baku

Kurva distribusi normal dapat memiliki nilai μ dan σ yang berbeda. Nilai μ dan x sedemikian banyak karena menempati sepanjang interval nilai yang terdapat didalam kurva distribusi normal. Nilai μ dan X yang beragam membuat tidak mungkin untuk menyediakan distribusi probabilitas yang lengkap, sehingga diperlukan adanya distribusi normal baku dengan menghitung nilai Z. Distribusi normal baku adalah distribusi probabilitas acak normal dengan nilai tengah nol dan standar deviasi satu. Distribusi normal baku juga disebut dengan Distribusi Z.

Langkah yang perlu dilakukan untuk menghitung nilai distribusi probabilitas normal baku adalah dengan mengubah atau membakukan nilai distribusi aktual kedalam bentuk distribusi normal baku yang dikenal dengan nilai Z atau *Z-Score.* Angka pada *Z-Score* pada Distribusi Normal Baku menunjukkan jumlah standar deviasi suatu observasi apakah jatuh di atas atau di bawah nilai rata-rata.

Nilai Z adalah jarak antara suatu nilai acak x dengan rata-rata hitung populasi (μ) dibangi dengan standar deviasi populasi (σ). Nilai Z dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{Z = \frac{x - \mu}{\sigma}}$$

Z : Skor Z atau nilai normal baku
x : Nilai dari suatu pengamatan atau pengukuran
μ : Nilai rata-rata hitung suatu distribusi
σ : Standar deviasi suatu distribusi

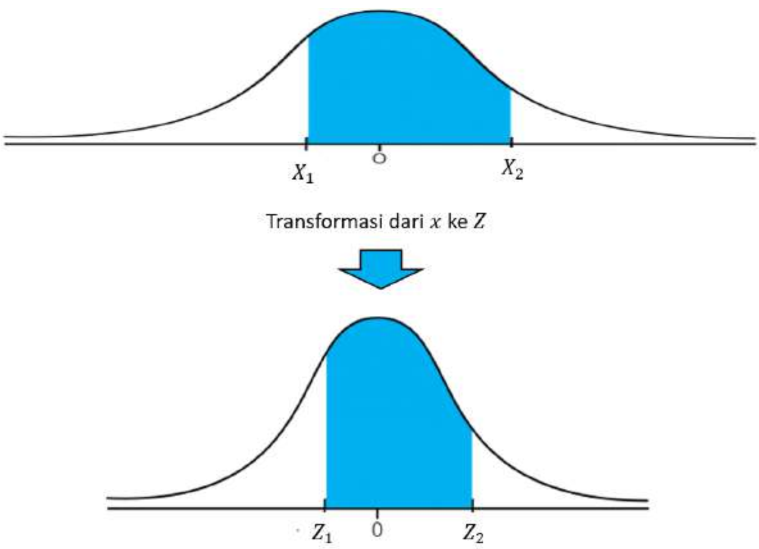
Bila nilai terdapat dua nilai x, yaitu x_1 dan x_2, maka variabel acak Z akan berada diantara nilai:

$$\boxed{Z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma}} \quad \text{dan} \quad \boxed{Z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma}}$$

Karena semua nilai x_1 dan x_2 mempunyai nilai padanan Z_1 dan Z_2, maka luas daerah yang menggambarkan nilai probabilitas dibawah kurva x antara x_1 dan x_2 sama dengan luas daerah dibawah kurva Z antara $Z = Z_1$ dan $Z = Z_2$, sehingga nilai x dan Z dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P(X_1 < X < X_2) = P(Z_1 < Z < Z_2)$$

Gambar 6.4: Transformasi dari nilai *x* ke nilai *Z*



C. Contoh Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal Baku

Sebanyak 20 perusahaan yang termasuk dalam kriteria harga saham pilihan (LQ45) pada 2013, harga saham ke-20 perusahaan tersebut berkisar antara Rp.1.030 hingga Rp.6.500/lembar. Berapa probabilitas harga saham berada antara Rp.3.314 hingga Rp.5.005 per lembar, jika diketahui nilai $\mu =$ Rp.3.314 dan nilai $\sigma =$ Rp.1.610.

Penyelesaian:

$$Z_1 = \frac{X_1 - \mu}{\sigma}$$

$$= \frac{3.314 - 3.314}{1.610} = 0$$

$$Z_2 = \frac{X_2 - \mu}{\sigma}$$

$$= \frac{5.005 - 3.314}{1.610} = 1.05$$

Maka, luas dibawah kurva distribusi normal adalah:

$$P(0 < Z < 1.05) = 0.35314$$

Nilai 0.3531 diperoleh dari Tabel Z (Tabel Z Terlampir)

Cara membaca Tabel Z:

Untuk mendapatkan luas di bawah kurva normal dari nilai $Z = 1.05$, perhatikan pada kolom Z untuk angka desimal pertama dan baris pada angka desimal kedua pada kolom. Untuk nilai $Z = 1.05$, perhatikan angka desimal pertama 1.0 dicari pada baris Z, dan desimal kedua 0.05 pada kolom 0.05. Perpotongan antara 1.0 dan 0.05 menghasilkan angka luas dibawah kurva normal 0.35314. Jadi probabilitas harga saham pada kisaran $P(3.314 < Z < 5.005)$ sama dengan $P(0 < Z < 1.05)$ yaitu 0.35314 atau 35.31% .

UJI HIPOTESIS SATU SAMPEL DAN DUA SAMPEL

A. Uji Hipotesis

Hipotesis atau anggapan dasar adalah jawaban sementara terhadap masalah yang masih bersifat praduga karena masih harus dibuktikan terlebih dahulu kebenarannya. Dugaan jawaban tersebut merupakan kebenaran yang sifatnya sementara, yang akan diuji kebenarannya dengan data yang dikumpulkan melalui penelitian. Hipotesis dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Hipotesis null (H_0)
   Hipotesis null merupakan pernyataan yang akan diuji kebenarannya. Secara statistik H_0 diartikan bahwa tidak terdapat perbedaan antara karakteristik populasi dan karakteristik sampel.
2. Hipotesis alternatif (H_1)
   Hipotesis alternatif adalah pernyataan ketika pernyataan (H_0) ditolak. Dengan demikian, secara statistik H_1 diartikan bahwa terdapat perbedaan antara karakteristik populasi dan karakteristik sampel.

Berikut adalah beberapa karakteristik dari hipotesis:

- H_0 adalah hipotesis null dan H_1 adalah hipotesis alternatif.
- H_0 dan H_1 tidak terikat satu sama lain dan tidak beririsan (*mutually exclusive*).
- H_0 diasumsikan adalah jawaban sementara yang benar.
- H_1 diasumsikan perlu diuji kebenarannya.
- Sama dengan ("=" , "≥" , "≤") adalah bagian dari H_0
- "≠" "<" dan ">" daalah bagian dari H_1

Tabel 7.1: Karakteristik Hipotesis

Narasi	Simbol	Bagian dari
Lebih besar (atau lebih) dari	$>$	H_1
Lebih kecil (atau kurang)	$<$	H_1
Tidak lebih dari	$\leq$	H_0
Paling sedikit	$\geq$	H_0
Telah meningkat	$>$	H_1
Apakah terdapat perbedaan?	$\neq$	H_1
Sama dengan	$=$	H_0

Uji hipotesis adalah pengujian yang dilakukan terhadap suatu pernyataan dengan menggunakan metode statistika sehingga menghasilkan kebutusan bahwa sebuah hipotesis dapat dinyatakan diterima atau tidak diterima. Uji hipotesis merupakan bagian dari statistika inferensial yang bertujuan untuk menarik kesimpulan mengenai suatu populasi berdasarkan data yang diperoleh dari sampel populasi tersebut. Dengan melakukan pengujian statistika terhadap hipotesis kita dapat memutuskan apakah hipotesis dapat diterima (tidak menolak hipotesis) atau ditolak (menolak hipotesis). Tujuan dilakukannya uji hipotesis antara lain adalah:

- Menguji kebenaran suatu teori.
- Memberikan gagasan baru untuk mengembangkan suatu teori.
- Memperluas pengetahuan peneliti mengenai suatu gejala yang sedang dipelajari.

B. Uji Hipotesis Satu Sampel

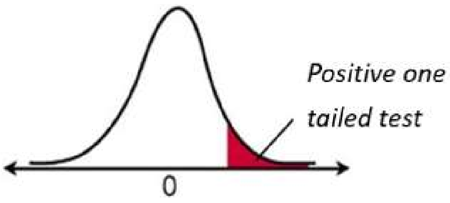
Uji hipotesis satu sampel (*One Sample Test of Hypothesis*) adalah metode pengujian hipotesis yang menguji apakah nilai *mean* dari suatu sampel sama dengan, lebih dari atau kurang dari suatu nilai tertentu. Uji hipotesis satu sampel merupakan salah satu prosedur pengujian statistika inferensial yang digunakan untuk menguji apakah rata-rata dari data yang kita gunakan secara statistik berbeda secara signifikan bila dibandingkan dengan nilai rata-rata yang sudah diketahui berdasarkan asumsi ataupun opini.

Uji hipotesis satu sampel merupakan metode statistika inferensial sehingga data yang diuji harus berdistribusi normal. Terdapat tiga jenis uji hipotesis satu sampel, yaitu:

1. *Positive one tailed test*

   Positif one tailed test adalah uji hipotesis statistik dimana hipotesis alternatif hanya memiliki satu ujung, yaitu disebelah kanan kurva distribusi normal. *Positive one tailed test* menentukan ada atau tidaknya ada hubungan antar variabel dalam satu arah. Ketika parameter populasi seharusnya lebih besar dari yang diasumsikan, uji statistika yang dilakukan adalah *positive one tailed test*.

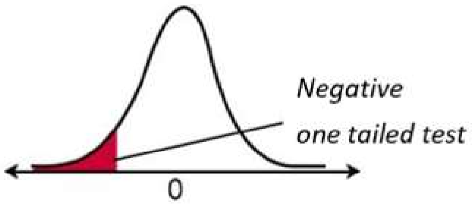
Gambar 7.1:
Visualisasi Hipotesis *Positive One Tailed Test*



2. *Negative one tailed test*

   Negative one tailed test adalah uji hipotesis statistik dimana hipotesis alternatif hanya memiliki satu ujung, yaitu disebelah kiri kurva distribusi normal. *Negative one tailed test* menentukan ada atau tidaknya ada hubungan antar variabel dalam satu arah. Ketika parameter populasi diyakini lebih rendah dari yang diasumsikan, uji hipotesis yang dilakukan adalah n*egative one tailed test*.

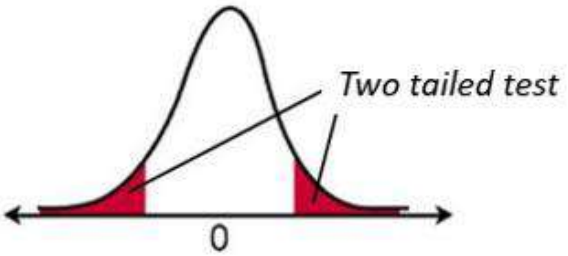
Gambar 7.2:
Visualisasi Hipotesis *Negative One Tailed Test*



3. *Two tailed test*

Two tailed test adalah hipotesis statistik dimana hipotesis alternatif memiliki dua ujung, disebut uji dua sisi. *two tailed test* menetukan ada atau tidaknya hubungan antar variabel pada kedua arah. *two tailed test* digambarkan sebagai tes hipotesis, dimana wilayah penolakan atau area kritis berada pada kedua ujung kurva distribusi normal.

Gambar 7.3:
Visualisasi *Two Tailed Test*



C. Langkah-langkah Melakukan Uji Hipotesis Satu Sampel

Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji hipotesis satu sampel:

1. Menentukan Hipotesis
2. Menetapkan *level of significance* (α)
3. Membakukan data sampel ke satuan t dengan persamaan berikut:

$$\boxed{t = \frac{\bar{X} - \mu H_0}{\sigma/\sqrt{n}}}$$

t : Skor t atau nilai normal baku
$\bar{X}$: Nilai rata-rata dari suatu pengamatan atau pengukuran
σ : Nilai standar deviasi
μH_0 : Nilai hipotesis null
n : Jumlah sampel

4. Menentukan batas kritis/*critical value*
5. Membuat kesimpulan uji, kesimpulan uji dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan berikut:

Positive One Tailed Test
$H_0: \mu \leq$ Nilai tertentu
$H_1: \mu >$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:
$|t| > t_{\alpha,\ n-1}$

Negative Tailed Test
$H_0: \mu \geq$ Nilai tertentu
$H_1: \mu <$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:
$|t| > t_{\alpha,\ n-1}$

Two Tailed Test
$H_0: \mu =$ Nilai tertentu
$H_1: \mu \neq$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:
$|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

D. Contoh Perhitungan Uji Hipotesis Satu Sampel

1. Contoh kasus *Hipotesis positive one tailed test*

Diduga, rata-rata keuntungan dalam atu tahun dari berbagai hasil investasi mudharabah Bank Syariah A adalah ekuivalen dengan 4%, nilai keuntungan tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan data hasil survei rata-rata keuntungan dari investasi mudharabah di industri perbankan.

Agar Bank Syariah A dapat bersaing, Wakil Direktur melakukan beberapa upaya untuk meningkatkan keuntungan dengan membatasi sektor-sektor tertentu saja yang dapat melakukan pembiayaan mudharabah. Kemudian, Wakil Direktur ingin investigasi apakah dengan adanya kebijakan tersebut, rata-rata keuntungan dari akad pembiayaan mudharabah akan meningkat. Untuk menjawab pertanyaan data tersebut, anda ditugaskan untuk melakukan sampling ke 10 KCP (Kantor Cabang Pembantu) Bank Syariah A dengan perolehan data sebagai berikut:

Kode KCP	Rata-rata Keuntungan Akad Pembiayaan Mudharabah (%)
1	5.1
2	4.3
3	3.0
4	2.0
5	3.5
6	4.5
7	5.0
8	2.0
9	3.0
10	3.5

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

H_0 : *Rata-rata ≤ 4*
H_1 : *Rata-rata > 4*

2. Menetapkan *level of significance* (α)

α = 5%

3. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu H_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$= \frac{3.59 - 4}{1.12/\sqrt{10}}$$

$$= \frac{-0.41}{0.35}$$

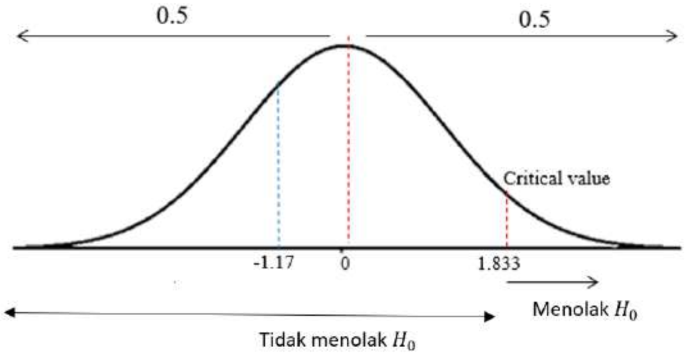
$$= -1.17$$

Standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})}{N-1}}$$

4. Menentukan batas kritis/*critical value*
   Berdasarkan tabel t (α = 5% dan df = 9) maka dapat diketahui bahwa nilai batas kritis adalah 1.833 (*positive one tail*).

5. Kesimpulan



- Tidak menolak H_0, karena nilai t hitung (-1.17) lebih kecil daripada t tabel (1.833).
- Rata-rata keuntungan pertahun dari bagi hasil untuk investasi mudharabah Bank Syariah A lebih kecil atau sama dengan 4%.
- Tidak terjadi kenaikan rata-rata keuntungan dari akad pembiayaan mudharabah setelah penerapan kebijakan pembatasan sektor penyaluran mudharabah.

2. Contoh kasus hipotesis *negative one tailed test*

Diduga, rata-rata biaya pengurusan KPR (Kantor Cabang Pembantu) pada setiap KCP Bank Syariah A di seluruh Indonesia adalah sebesar Rp350.000, biaya tersebut masih lebih besar dibandingkan data hasil survei rata-rata biaya pengurusan KPR pada industri perbankan di Indonesia.

Agar Bank Syariah A dapat bersaing, Wakil Direktur melakukan upaya-upaya untuk mengurangi biaya tersebut dengan memperbanyak pegawai legal, mengurangi jumlah surveyor dll. Sekarang, Wakil Direktur ingin investigasi apakah dengan adanya kebijakan tersebut, biaya rata-rata pengurusan KPR mengalami penurunan. Untuk menjawab pertanyaan data tersebut, anda ditugaskan untuk melakukan sampling ke 10 KCP Bank Syariah A dengan perolehan data sebagai berikut:

Kode KCP	Rata-rata Biaya Pengurusan KPR (Rp)
1	300.000
2	400.000
3	250.000
4	290.000
5	450.000
6	500.000
7	250.000
8	295.000
9	390.000
10	255.000

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

   H_0 : *Rata-rata ≥ 4*
   H_1 : *Rata-rata < 4*

2. Menetapkan *level of significance* (α)

   α = 5%

3. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu H_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$= \frac{338 - 350}{90.25/\sqrt{10}}$$

$$= \frac{-22.5}{28.5}$$

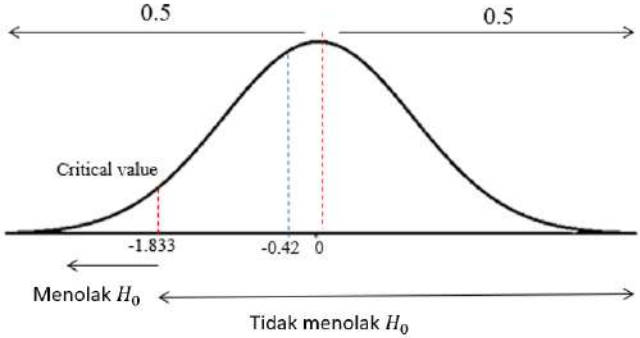
$$= -0.42$$

Standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})}{N - 1}}$$

4. Menentukan batas kritis/*critical value*
   Berdasarkan tabel t (α = 5% dan df = 9) maka dapat diketahui bahwa nilai batas kritis adalah -1.833 (*negative one tail*).

5. Kesimpulan



- Tidak menolak H_0, karena nilai t hitung (-0.42) lebih besar daripada t table (-1.833)
- Rata-rata biaya kepengurusan KPR pada setiap KCP Bank Syariah A di seluruh Indonesia adalah lebih besar atau sama dengan Rp350.000
- Tidak terjadi penurunan biaya rata-rata kepengurusan KPR pada setiap KCP bank syariah setelah penerapan kebiajakan memperbanyak pegawwai legal, mengurangi jumlah surveyor dll.

3. Contoh kasus hipotesis t*wo tailed test*

Terdapat dugaan bahwa nilai rata-rata penyaluran pembiayaan bulanan pada setiap KCP (Kantor Cabang Pembantu) Bank Syariah di seluruh Indonesia adalah 100 Miliar. Untuk mengatasi hal tersebut, kepala HRD mengeluarkan kebijakan untuk merekrut karyawan baru untuk ditempatkan pada bagian pembiayaan yang akan disebar di seluruh KCP yang ada di Indonesia.

Kepala HRD hendak melakukan investigasi apakah dengan adanya kebijakan perekrutan karyawan baru tersebut, nilai rata-rata penyaluran pembiayaan bulanan berbeda dari 100 Miliar. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, anda ditugaskan untuk melakukan sampling ke 10 KCP Bank Syariah A dengan perolehan data sampel sebagai berikut**:**

Kode KCP	Rata-rata Penyaluran Pembiayaan (Miliar/Bulan)
1	90
2	80
3	150
4	130
5	160
6	110
7	100
8	200
9	75
10	130

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

   H_0 *: Rata-rata ≥ 4*

   H_1 *: Rata-rata < 4*

2. Menetapkan *level of significance* (α)

   α = 5%

3. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{\bar{X} - \mu H_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$= \frac{122.5 - 100}{39.53/\sqrt{10}}$$

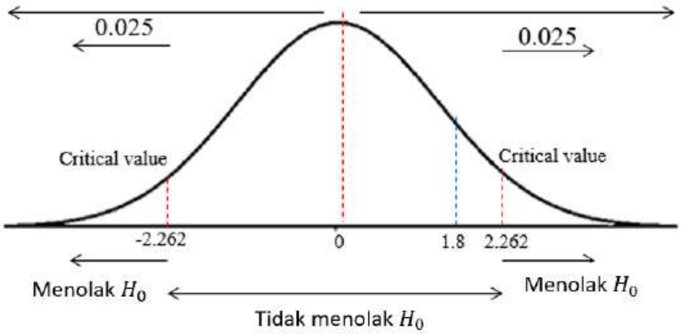
$$= \frac{22.5}{12.5} = 1.8$$

Standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})}{N - 1}}$$

4. Menentukan batas kritis/*critical value*
   Berdasarkan tabel t (α = 5% dan df = 9) maka dapat diketahui bahwa nilai batas kritis adalah -2.262 dan 2.262 (*two tail*).

5. Kesimpulan



- Tidak menolak H_0, karena nilai |t hitung|(1.8) lebih kecil dari |t tabel| (2.262 dan -2.262)
- Rata-rata penyaluran pembiayaan pada KCP Bank Syariah A di Indonesia adalah Rp. 100 Miliar
- Nilai rata-rata penyaluran pembiayaan bulanan tetap sama (Rp. 100 Miliar) setelah adanya kebijakan perekrutan karyawan baru.

E. Uji Hipotesis Dua Sampel

Uji hipotesis dua sampel (*two sample hypothesis test*) merupakan teknik analisis statistik yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dari populasi dua grup. Tujuan uji hipotesis dua sampel adalah untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan rata-rata dua grup berdasarkan sampel yang diambil dari sebuah populasi, metode ini juga bisa digunakan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan pada dua kelompok yang diberi perlakuan berbeda. Terdapat dua jenis uji hipotesis dua sampel, yaitu:

1. *Dependent sample test* (uji hipotesis dua sampel yang tidak saling bebas).
   Uji hipotesis ini digunanakan untuk menguji perbedaan pada rata-rata dua sampel yang saling berhubungan, menggunakan sampel yang sama namun pengambilan data dilakukan sebanyak dua kali.
2. *Independent sample test* (uji hipotesis dua sampel yang saling bebas)
   Uji hipotesis ini digunakan untuk menguji perbedaan pada rata-rata dua sampel yang tidak berhubungan.

F. Langkah-langkah Melakkan Uji Hipotesis Dua Sampel

Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji hipotesis dua sampel:

1. Menentukan Hipotesis
2. Menetapkan *level of significance* (α)
3. Membakukan data sampel ke satuan t dengan persamaan berikut:

Independent sampel test:

$$\boxed{t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{\sigma_2^2}{n_2} + \frac{\sigma_1^2}{n_1}}}}$$

t : Skor t atau nilai normal baku
$\bar{x}_1$: Nilai rata-rata dari kelompok pertama
$\bar{x}_2$: Nilai rata-rata dari kelompok kedua
σ_1 : Nilai standar deviasi kelompok pertama
σ_2 : Nilai standar deviasi kelompok kedua

n_1 : Jumlah sampel kelompok pertama
n_2 : Jumlah sampel kelompok kedua

Dependent sample test:

$$\boxed{t = \frac{\bar{d}}{\sigma\sqrt{n}}}$$

t : Skor t atau nilai normal baku
$\bar{d}$: Nilai rata-rata dari selisih nilai kelompok pertama dan kedua
σ : Nilai standar deviasi dari selisih nilai kelompok pertama dan kedua
n : Jumlah sampel

5. Membuat kesimpulan uji
Kesimpulan uji dapat dilakukan dengan menggunakan ketentuan berikut:

Positive One Tailed Test
$H_0: \mu \leq$ Nilai tertentu
$H_1: \mu >$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:
$|t| > t_{\alpha,\ n-1}$

Negative Tailed Test
$H_0: \mu \geq$ Nilai tertentu
$H_1: \mu <$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:
$|t| > t_{\alpha,\ n-1}$

Two Tailed Test
$H_0: \mu =$ Nilai tertentu
$H_1: \mu \neq$ Nilai tertentu

Menolak H_0 jika:

$|t| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$

G. Contoh Perhitungan Uji Hipotesis Dua Sampel

1. Contoh kasus *dependent sample test*

Sebagai pegawai yang membidangi HRD pusat di Bank Syariah A, anda ingin mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata penyaluran kredit bulanan untuk masing-masing *staff financing* setelah diadakannya program pelatihan pada seluruh KCP Bank Syariah A di Indonesia. Untuk menjawab pertanyaan tersebut maka diambil sampel rata-rata penyaluran *financing* dari 13 KCP (Kantor Cabang Pembantu) Bank Syariah A sebelum dan setelah adanya program pelatihan. Berikut adalah data rata-rata penyaluran *financing* bulanan setiap karyawan (dalam miliar rupiah):

ID	Sesudah	Sebelum	Sesudah - Sebelum (d)
1	25	21	4
2	21	22	-1
3	27	23	4
4	41	30	11
5	21	20	1
6	20	23	-3
7	9	10	-1
8	15	13	2
9	22	21	1
10	31	35	-4
11	40	30	10
12	32	25	7
13	29	31	-2

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

   $H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Tidak terdapat perbedaan signifikan

   $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Terdapat perbedaan signifikan

2. Menetapkan *level of significance* (α)

   α = 5%

3. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{\bar{d}}{\sigma\sqrt{n}}$$

$$= \frac{2.23}{4.78/\sqrt{10}} \qquad \bar{d} = 2.23$$

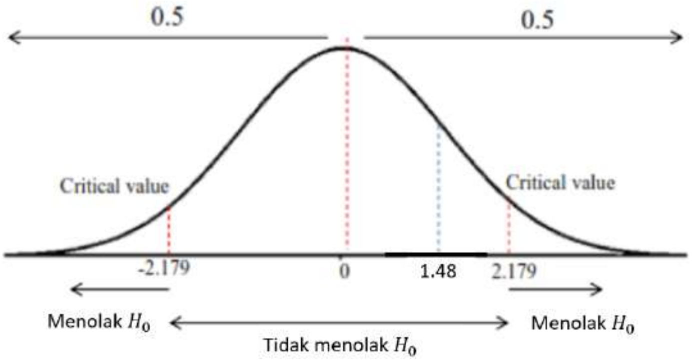
$$= \frac{2.23}{1.51} \qquad \sigma = 4.78$$

$$= 1.48$$

Cara menghitung nilai rata-rata dari selisih nilai kelompok pertama dan kedua ($\bar{d}$) dan nilai standar deviasi dari selisih nilai kelompok pertama dan kedua (σ) dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya terkait ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data.

4. Menentukan batas kritis.
Berdasarkan tabel t (α = 5% dan df = 12) maka dapat diketahui bahwa nilai batas kritis adalah 2.179 (*two tail*).

5. Kesimpulan



Nilai t hitung adalah 1.48, nilai tersebut lebih kecil daripada nilai t tabel (1.65 < 2.179), sehingga H_0 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara penyaluran kredit bulanan untuk masing-

masing *staff financing* setelah diadakan program pelatihan *financing* pada seluruh KCP Bank Syariah A di Indonesia.

2. **Contoh kasus *independent sample test***

Anda ingin meneliti apakah terdapat perbedaan rata-rata antara penghasilan driver Grab dan Gojek di Surakarta. Untuk menjawab hal tersebut, maka anda mengambil sampel penghasilan dari masing-masing 13 driver Grab dan Gojek di Surakarta. Berikut adalah dara penghasilan harian driver Grab dan Gojek (dalam satuan ribu rupiah):

ID	Grab
1	210
2	220
3	230
4	300
5	200
6	230
7	100
8	135
9	215
10	350
11	300
12	250
13	310

ID	Gojek
1	150
2	125
3	200
4	100
5	140
6	300
7	250
8	128
9	220
10	310
11	350
12	350
13	340

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

   $H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Tidak terdapat perbedaan signifikan

   $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Terdapat perbedaan signifikan

2. Menetapkan *level of significance* (α)

   α = 5%

3. Membakukan data sampel ke satuan t

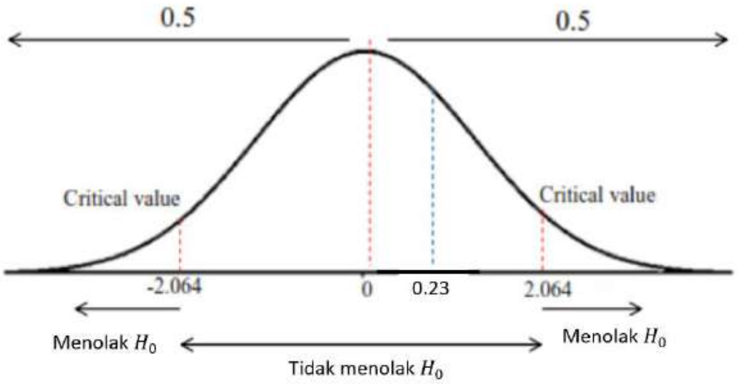
$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{\sigma_2^2}{n_2} + \frac{\sigma_1^2}{n_1}}}$$

$$= \frac{243.61 - 227.92}{\sqrt{\frac{94.15^2}{13} + \frac{227.92^2}{13}}}$$

$$= \frac{15.69}{68.39} = 0.23$$

Cara menghitung nilai rata-rata kelompok ($\bar{x}$) dan nilai standar deviasi dari selisih nilai kelompok pertama dan kedua (σ) dapat dilihat pada pembahasan sebelumnya terkait ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data.

4. Menentukan batas kritis
   Berdasarkan tabel t (α = 5% dan df = 24) maka dapat diketahui bahwa nilai batas kritis adalah 2.179 (*two tail*).
5. Kesimpulan



Nilai t hitung adalah 0.23, lebih kecil daripada nilai t tabel (0.23 < 2.064), sehingga H_0 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara penghasilan driver Grab dan Gojek di Surakarta.

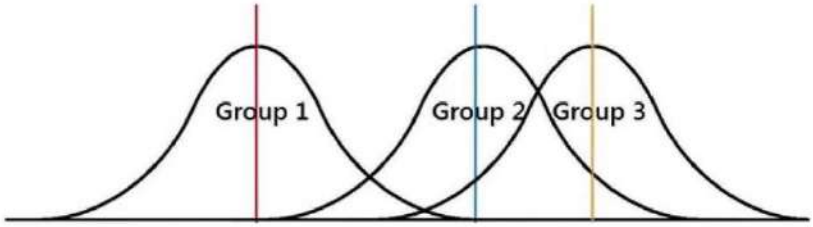
BAB VIII

ANALYSIS OF VARIANCE (ANOVA)

A. Pengertian ANOVA

ANOVA (*Analysis of Variance*) adalah sebuah analisis statistik yang menguji perbedaan rata-rata antar grup. Kelebihan ANOVA jika dibandingkan uji hipotesis satu sampel atau uji hipotesis dua sampel adalah ANOVA dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. ANOVA digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian, yaitu untuk menilai adakah perbedaan rerata antara kelompok. Selain itu, ANOVA juga dapat diaplikasikan pada variabel yang masing-masing memiliki jumlah observasi yang berbeda. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah nilai F test dan F hitung, nilai F Hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai pada tabel F.

Gambar 8.1: Ilustrasi ANOVA



Hipotesis yang digunakan dalam ANOVA dilakukan untuk membandingkan rata-rata dari beberapa populasi yang diwakili oleh beberapa kelompok sampel secara bersama. Hipotesis dalam ANOVA secara umumdapat ditulis sebagai berikut:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \cdots = \mu_n$

H_0: Salah satu μ tidak bernilai sama

Hipotesis alternatif tersebut merupakan jenis hipotesis yang fleksibel, karena tidak secara pasti menyebutkan nilai μ yang berbeda dengan nilai μ yang lainnya. Hal ini mempunyai arti bahwa nilai μ mana yang tidak sama bukan merupakan masalah dalam penolakan hipotesis nol, dengan kata lain apabila terdapat minimal salah satu nilai μ yang berbeda dengan nilai μ lainnya maka hal tersebut sudah mampu untuk menolah hipotesis nol.

B. Perhitungan ANOVA

ANOVA dapat dihitung dengan menggunakan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis

   H_0: $\mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_n$

   H_1: Salah satu μ tidak bernilai sama
2. Menentukan *level of significance* (α)
3. Menentukan nilai F Tabel (*critical value*)
4. Menentukan nilai F Hitung

   Nilai F hitung dapat dihitung dengan menggunakan langkah-langkah yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Source of Variation	***Sum of Squares***	***Degrees of Freedom***	***Mean Square***	**F**
Treatments Error Total	SST $\underline{SSE}$ $SS\ Total$	$k-1$ $\underline{n-k}$ $n-1$	$SST/k-1$ $= MST$ $SST/n-k$ $= MSE$	MST $/MSE$

Berdasarkan tabel terssebut, langkah pertama yang perlu dilakukan untuk mencari nilai F hitung dalam perhitungan ANOVA adalah mencari nilai *Sum of Squares Treatment* (SST), *Sum of Squares Error* (SSE) dan *Sum of Squares Total* (SS Total). SST, SSE dan SS Total dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$SS\ Total = \sum(x - \bar{x}_g)^2$$
$$SSE = \sum(x - \bar{x}_c)^2$$
$$SST\ =\ SS\ Total - SSE$$

Dimana:
x : Nilai masing-masing observasi
$\bar{x}_g$: Nilai rata-rata dari keselurhan observasi
$\bar{x}_c$: Nilai rata-rata masing kategori

Langkah selanjutnya ialah dengan mencari nilai *degrees of freedom* (df). Nilai df dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan yang terdapat pada tabel diatas, dimana n adalah jumlah data yang menjadi observasi, sedangkan k adalah jumlah variabel/kategori yang menjadi observasi. Selanjutnya, nilai yang perlu dicari adalah nilai *Mean Square Treatment* (MST) dan *Mean Square Error* (MSE), cara untuk mencari nilai MST dan MSE dapat dilihat pada tabel yang telah dituliskan sebelumnya.

Langkah terakhir untuk mencari nilai F hitung dalam perhitungan ANOVA adalah dengan mencari nilai F, dimana F hitung merupakan hasil bagi antara MST dengan MSE:

$$MST = SST/k - 1$$
$$MSE = SST/n - k$$
$$F = MST/MSE$$

5. Membuat kesimpulan
   Jika nilai F Hitung lebih besar daripada |F Tabel| (*critical value positif atau critical value megatif*) maka H_0 ditolak.

C. Contoh Perhitungan ANOVA

Perusahaan maskapai penerbangan Buroq Air yang memiliki empat anak perusahaan maskapai penerbangan berbiaya murah melakukan pemotongan pelayanan. Pemotongan tersebut meliputi pengurangan dalam penyajian makanan, snack, dan pengenaan biaya bagasi. Sebuah lembaga riset diminta untuk melakukan survei kepuasan terhadap empat anak perusahaan maskapai tersebut. Pertanyaan survei meliputi pertanyaan terkait pelayanan *ticketing*, *boarding*, dll., yang kemudian diberi nilai 4: *excellent*, 3: *good*, 2: *fair*, dan 1: *poor*. Nilai tersebut kemudian ditotal dan skalanya disesuaikan sedemikian rupa, sehingga angka tertingginya adalah 100. Semakin tinggi nilai menunjukkan semakin tinggi pula tingkat kepuasan pelanggan.

Pimpinan Buroq Air ingin mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata tingkat kepuasan pelanggan diantara empat anak perusahaan maskapai tersebut? Lembaga secara acak telah memilih responden dari empat maskapai tersebut dengan data sebagaimana yang disajikan berikut:

Buroq One Air	Buroq Nusantara Air	Buroq Fly Air	Buroq Asia Air
94	75	70	68
90	68	73	70
85	77	76	72
80	83	78	65
	88	80	74
		68	65
		65	

Penyelesaian:

1. Menentukan hipotesis

   H_0: $\mu_{one} = \mu_{nusantara} = \mu_{fly} = \mu_{asia}$

   H_a: Rata-rata tidak bernilai sama

2. Menentukan level of significance (α)

   $\alpha = 5\%$

3. Menentukan F Tabel (*Critical Value*)

   Degrees of freedom in numerator $= k - 1 = 4 - 1 = 3$

   Degrees of freedom in denominator $= n - k = 22 - 4 = 18$

   Berdasarkan Tabel F diperolah angka F Tabel adalah 3.16

4. Menentukan nilai F Hitung.

   Tabel berikut menyajikan perhitungan untuk mendapatkan nilai SS

Total:

Nama Maskapai	x	$(x-\bar{x}_g)$	$(x-\bar{x}_g)^2$
Buroq One Air	94	18.36	337.22
	90	14.36	206.31
	85	9.36	87.68
	80	4.36	19.04
Buroq Nusantara Air	75	-0.64	0.40
	68	-7.64	58.31
	77	1.36	1.86
	83	7.36	54.22
	88	12.36	152.86
Buroq Fly Air	70	-5.64	31.77
	73	-2.64	6.95
	76	0.36	0.13
	78	2.36	5.59
	80	4.36	19.04
	68	-7.64	58.31
	65	-10.64	113.13
Buroq Asia Air	68	-7.64	58.31
	70	-5.64	31.77
	72	-3.64	13.22
	65	-10.64	113.13
	74	-1.64	2.68
	65	-10.64	113.13
Jumlah	1664		**1485.10**
Rata-rata	75.64		67.50

Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai SS Total adalah 1485.10.

Untuk mencari nilai SSE, kita terlebih dahulu perlu untuk mengetahui nilai rata-rata dari masing ketegori/kelompok. Berikut adalah nilai rata-rata skor dari survei kepuasan yang dilakukan terhadap empat anak perusahaan penerbangan milik Buroq Air:

Rata-rata skor Buroq One Air: 87.25

Rata-rata skor Buroq Nusantara Air: 78.2

Rata-rata skor Buroq Fly Air: 72.86

Rata-rata skor Buroq Asia Air: 69

Selanjutnya, tabel berikut menyajikan perhitungan untuk mendapatkan nilai SSE:

Nama Maskapai	x	$(x-\bar{x}_c)$	$(x-\bar{x}_c)^2$
Buroq One Air	94	6.75	45.56
	90	2.75	7.56
	85	-2.25	5.06
	80	-7.25	52.56
Buroq Nusantara Air	75	-3.20	10.24
	68	-10.20	104.04
	77	-1.20	1.44
	83	4.80	23.04
	88	9.80	96.04
Buroq Fly Air	70	-2.86	8.16
	73	0.14	0.02
	76	3.14	9.88
	78	5.14	26.45
	80	7.14	51.02
	68	-4.86	23.59
	65	-7.86	61.73
Buroq Asia Air	68	-1.00	1.00
	70	1.00	1.00
	72	3.00	9.00
	65	-4.00	16.00
	74	5.00	25.00
	65	-4.00	16.00
Jumlah	1664		**594.41**
Rata-rata	75.64		27.02

Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai SSE adalah 1485.10.

Setelah nilai SSE dan SS Total diketahui, maka nilai SST dapat dicari menggunakan cara berikut:

$$\begin{aligned} SST &= SS\,Total - SSE \\ &= 1485.10 - 594.41 \\ &= 860.69 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya untuk mendapatkan nilai F Hitung adalah sebagai berikut:

$$F_{Hitung} = \frac{SST/(k-1)}{SSE/(n-k)}$$

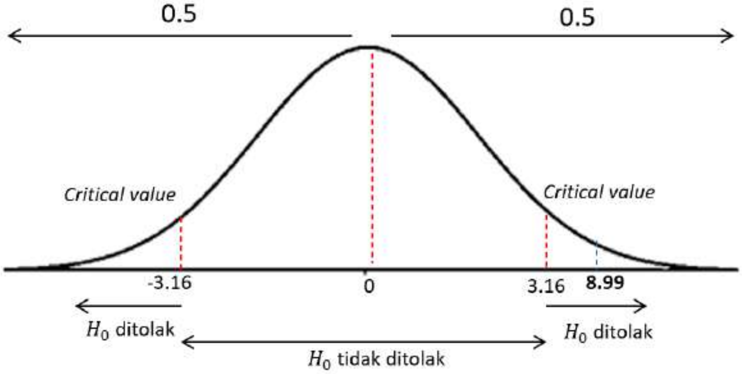
$$= \frac{890.69/(4-1)}{594.41/(22-2)}$$

$$= \frac{296.90}{33.02}$$

$$= 8.99$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa nilai F Hitung adalah 8.99.

5. Kesimpulan



Nilai F hitung sebesar 8.99 (8.99 > 3.16) sehingga H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata skor penilaian dari masing-masing maskapai penerbangan.

BAB IX

ANALISIS KORELASI

A. Konsep Analisis Korelasi

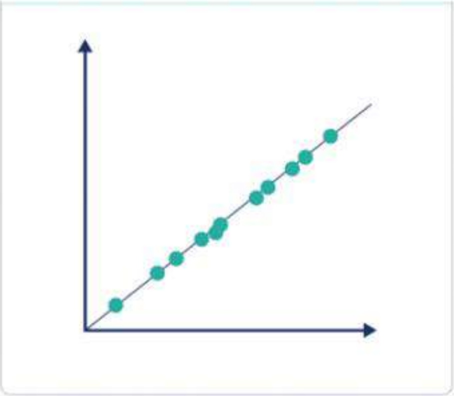
Metode analisis terhadap data tidak hanya yang terdiri dari satu karakteristik saja, banyak persoalan atau fenomena yang meliputi lebih dari sebuah variabel, contohnya adalah berat orang dewasa sampai taraf tertentu bergantung pada tinggi badannya, hasil produksi padi bergantung jumlah pupuk, pendapatan seseorang dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, dan lain-lain.

Perlu adanya analisis yang menjelaskan hubungan antara dua variabel. Salah satu alat analisis yang dapat digunakan ialah analisis korelasi. Korelasi adalah studi tentang hubungan antar variabel, korelasi dapat pula didefinisikan sebagai teknik untuk mengukur hubungan diantara dua variabel. Analisis korelasi merupakan studi yang membahas tentang derajat (seberapa kuat) hubungan antara dua variabel atau lebih.

Ukuran derajat korelasi dapat dilihat berdasarkan koefisien korelasi yang dihasilkan, pembahasan mengenai koefisien korelasi akan lebih detail dibahas pada sub bab berikutnya. Cara lain mengidentifikasi korelasi adalah dengan melihat pola yang dihasilkan oleh *scatter plot* dari dua variabel yang akan dilakukan analisis korleasinya. *Scatter plot* sendiri adalah diagram yang menggambarkan hubungan antara dua variabel, melalui visualisasi *scatter plot* dapat dilihat korelasi antara dua variabel. Berikut adalah beberapa kriteria korelasi yang bisa diidentifikasi menggunakan *scatter plot*:

1. Korelasi positif

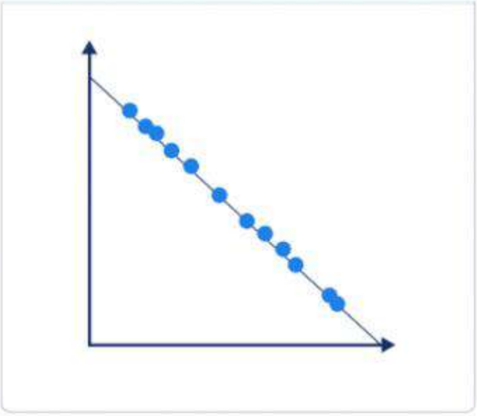
Gambar 9.1: *Scatter Plot* Korelasi positif



Scater plot tersebut memiliki titik-titik yang memiliki pola dari kiri bawah ke kanan atas, hal tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan korelasi yang positif. Apabila nilai salah satu variabel meningkat, maka akan meningkatkan nilai variabel yang lain. Begitu juga sebaliknya, apabila nilai salah satu variabel menurun maka nilai variabel yang lain juiga akan menurun.

2. Korelasi negatif

Gambar 9.2: *Scatter Plot* Korelasi Negatif

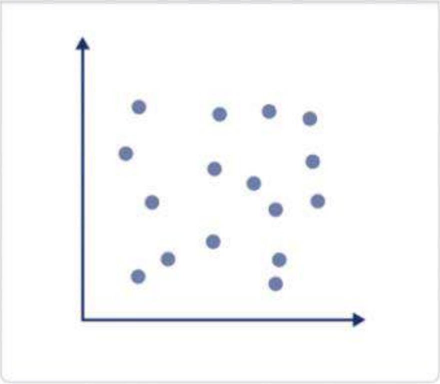


Scatter plot pada dua variabel yang memiliki korelasi negatif memiliki titik data yang cenderung bergerak dari kiri atas ke kanan bawah. Apabila nilai salah satu variabel meningkat, maka akan menurunkan nilai variabel yang lain, begitu juga sebaliknya.

3. Tidak terdapat korelasi

   Scatter plot pada dua variabel yang tidak memiliki korelasi cendering memiliki titik data yang tidak beraturan dan tidak memiliki pola, hal tersebut menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut tidak saling berhubungan satu sama lain.

Gambar 9.3: *Scatter Plot* Tidak Terdapat Korelasi



B. Koefisien Korelasi

Selain menggunakan visualisasi *scatter plot* antar dua variabel, korelasi juga dapat dilihat berdasakan nilai koefisien korelasinya. Koefisien korelasi ($\boldsymbol{r}$) adalah ukuran atau nilai yang merepresentasikan kuat atau tidaknya hubungan antara dua variabel. Koefisien korelasi menunjukkan arah dan kekuatan dari hubungan linear antara dua variabel dan memiliki nilai berkisar dari -1.00 hingga +1.00. Gambar berikut menunjukkan ukuran kuat lemahnhya korelasi berdasarkan nilai koefisien korelasinya:

Gambar 9.4: Tingkat Koefisien Korelasi

Nilai koefisien korelasi -1.00 atau +1.00 menunjukkan korelasi sempurna dan kuat. Nilai koefisien korelasi negatif menunjukkan hubungan berlawanan antara dua variabel, sedangkan nilai positif menunjukkan hubungan searah antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi yang semakin mendekati 0.0 menunjukkan korelasi yang semakin lemah, sedangkan nilai koefisien korelasi 0.5 menunjukkan korelasi yang moderat.

Nilai koefisien korelasi dapat dihitung menggaunakan persamaan berikut:

$$\boxed{r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{(n-1)S_x S_y}}$$

r : Nilai koefisien korelasi
x : Nilai data variabel pertama
$\bar{x}$: Nilai rata-rata variabel pertama
y : Nilai data variabel kedua
$\bar{y}$: Nilai rata-rata variabel kedua
n : Jumlah data
S_x : Standar deviasi variabel pertama
S_y : Standar deviasi variabel kedua

Selanjutnya, untuk menguji apakah korelasi yang terjadi tersebut berlaku untuk populasi (dapat digeneralisasi) atau nyata secara statistik dapat dilakukan uji signifikansi. Uji signifikansi dapat dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah berikut:

1. Menentukan hipotesis
   $H_0: r = 0$ (Korelasi dari populasi adalah 0)

$H_1 : r \neq 0$ (Korelasi dari populasi tidak sama dengan 0)

2. Menentukan *level of significance* (α)
3. Menentukan batas kritis menggunakan Tabel t

$$\boxed{df = n - k}$$

df : Degree of freedom k : Jumlah variabel

n : Jumlah data

4. Membakukan data sampel ke satuan t dengan persamaan berikut:

$$\boxed{t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}}$$

t : Skor t (nilai normal baku)

r : Koefisien korelasi

n : Jumlah data

5. Membuat kesimpulan

   Jika nilai t hitung lebih besar daripada t tabel maka H_0 ditolak

C. Contoh Perhitungan Koefisien Korelasi

Perusahaan penjualan kendaraan bermotor (dealer motor), yang memiliki sales di seluruh Surakarta, ingin membuktikan apakah terdapat hubungan antara jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dalam sebulan dengan jumlah motor yang terjual pada bulan tersebut. Manajer memilih sampel acak 10 perwakilan sales dan mengumpulkan data jumlah panggilan penjualan yang dilakukan masing-masing perwakilan bulan lalu dan jumlah motor yang berhasil terjual.

Berikut adalah data jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang terjual dalam satu bulan:

Nama Sales	Jumlah Motor yang Terjual	Jumlah Panggilan yang dilakukan
Andi	30	20
Toni	60	40
Budi	40	20
Adam	60	30
Hendrik	30	10
Rahmad	40	10
Jefri	40	20
Adi	50	20
Bambang	30	20
Soni	70	30

Penyelesaian:
Koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan tabel berikut:

Nama Sales	Panggilan (y)	Penjualan (x)	$(y-\bar{y})$	$(x-\bar{x})$	$(x-\bar{x})(y-\bar{y})$
Andi	20	30	-2	-15	30
Toni	40	60	18	15	270
Budi	20	40	-2	-5	10
Adam	30	60	8	15	120
Hendrik	10	30	-12	-15	180
Rahmad	10	40	-12	-5	60
Jefri	20	40	-2	-5	10
Adi	20	50	-2	5	-10
Bambang	20	30	-2	-15	30
Soni	30	70	8	25	200
Jumlah ($\sum$)	**220**	**450**	-	-	**900**
Rata-rata	**22**	**45**	-	-	-

Langkah pertama yang dilakukan untuk kencari nilai koefisien korelasi adalah dengan mencari nilai rata-rata dari masing-masing variabel yang akan dicari nilai koefisen korelasinya. Berdasarkan tabel tersebut, nilai rata-rata dari variabel jumlah panggilan sales ($\bar{y}$) adalah 22, sedangkan nilai rata-rata dari variabel jumlah penjualan motor (x) adalah 45. Langkah selanjutnya ialah dengan mengurangi nilai masing-masing data dengan nilai rata-ratanya (nilai $y - \bar{y}$ dan nilai $x - \bar{x}$), kedua nilai tersebut dikalikan untuk kemudian dijumlahkan ($\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})$). Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai $\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})$ adalah 900.

Langkah selanjutnya ialah dengan menghitung nilai standar deviasi dari masing masing variabel (S_x dan S_y). Nilai S_x dan S_y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{s = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat ditemukan bahwa nilai standar deviasi untuk variabel x (S_x) dan variabel y (S_y) masing-masing adalah 14.337 dan 9.189. Selanjutnya, untuk menghitung nilai koefisien korelasi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$r = \frac{\sum(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{(n-1)S_xS_y}$$

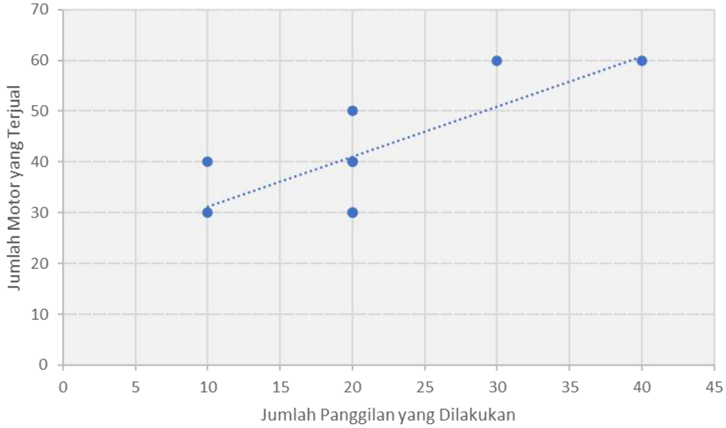
$$= \frac{900}{(10-1)14.337\ x\ 9.189} = 0.759$$

Kesimpulan:

- Nilai korelasi positif, sehingga terdapat hubungan positif antara jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang dijual oleh sales.
- Nilai 0.759 termasuk kedalam korelasi positif kuat.

Ada atau tidaknya korelasi juga dapat dilihat berdasarkan *scatter plot* yang dibuat menggunakan variabel yang dianalisis. Barikut adalah *scatter plot* dari data jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang dijual oleh sales:

Gambar 9.5:
***Scatter Plot* Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi**



Scatter plot tersebut menunjukkan adanya korelasi positif diantara jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang dijual oleh sales. Hal tersebut dapat disimpulkan berdasarkan pola yang terdapat dari titik data yang dihasilkan dari kedua variabel tersebut, *scatter plot* tersebut memiliki kecenderungan pola titik yang bergeser dari kiri bawah ke kanan atas, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif diantara dua variabel tersebut.

Selanjutnya, untuk menguji apakah korelasi jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang dijual oleh sales tersebut berlaku untuk populasi (dapat digeneralisasi) atau nyata secara statistik dapat dilakukan uji signifikansi. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji signifikansi:

1. Menentukan hipotesis

   $H_0: r = 0$ (Korelasi dari populasi adalah 0)

   $H_1: r \neq 0$ (Korelasi dari populasi tidak sama dengan 0)

2. Menentukan *level of significance* (α)

   $\alpha = 5\%$
3. Menentukan batas kritis menggunakan tabel t

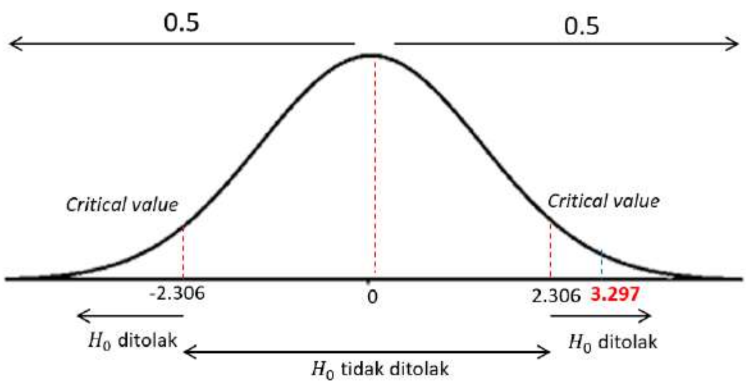
Berdasarkan Tabel t dapat diketahui bahwa nilai t hitung adalah 2.306. Karena hipotesis adalah two tail maka nilai batas kritis adalah 2.306 dan -2.306 ($df = 8,\ n = 10,\ k = 2$).

4. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$= \frac{0.759\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0.759^2}} = 3.297$$

5. Kesimpulan



Nilai t hitung adalah 3.297 (3.297 > 2.306) dan berada pada area penolakan H_0. Maka H_0 ditolak, sehingga korelasi dari populasi tidak sama dengan nol/secara populasi terdapat korelasi antara jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales dan jumlah penjualan mesin fotokopi yang dilakukan oleh sales.

ANALISIS REGRESI SEDERHANA (DATA *CROSS SECTION*)

A. Pengertian Analisis Regresi Sederhana

Analisis regresi adalah metode statistika yang dilakukan untuk memperkirakan hubungan antara sebuah variabel terikat dengan satu variabel independen atau lebih. Analisis regresi menggambarkan pengaruh antara satu atau lebih variabel bebas/independen ($\boldsymbol{x}$) terhadap satu variabel tak bebas/dependen ($\boldsymbol{y}$). Variabel independen atau disebut juga variabel eksogen adalah variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan perubahan pada variabel lain (dalam hal ini adalah variabel dependen/variabel yang diprediksi), sedangkan variabel dependen adalah atau disebut juga variabel endogen adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel independen.

Tujuan dilakukannya analisis regresi adalah untuk mendapatkan pola hubungan secara matematis antara variabel $\boldsymbol{x}$ dan variabel $\boldsymbol{y}$, mengetahui besarnya pengaruh perubahan variabel $\boldsymbol{x}$ terhadap variabel $\boldsymbol{y}$, serta untuk memprediksi variabel $\boldsymbol{y}$ jika nilai variabel $\boldsymbol{x}$ telah diketahui. Selanjutnya, manfaat penggunaan analisis regresi adalah untuk mengetahui variabel-variabel yang memiliki pengaruh terhadap suatu variabel lain.

Regresi linear sederhana (*simple linear regression*) adalah analisis regresi yang menggunakan satu variabel independen dan satu variabel dependen dalam proses analisisnya. Sehingga, dalam analisis regresi sederhana diasumsikan hanya terdapat sebuah variabel independen yang mempengaruhi sebuah variabel dependen. Beberapa contoh kasus yang dapat dianalisis menggunakan metode analisis regresi sederhana antara lain adalah:

1) Apakah terdapat hubungan antara jumlah dana yang dikeluarkan perusahaan dalam satu bulan untuk iklan dengan jumlah produk yang terjual dalam sebulan?
2) Apakah terdapat hubungan antara lama pendidikan yang ditempuh seseorang terhadap besaran gaji yang didapat pada masa sekarang?

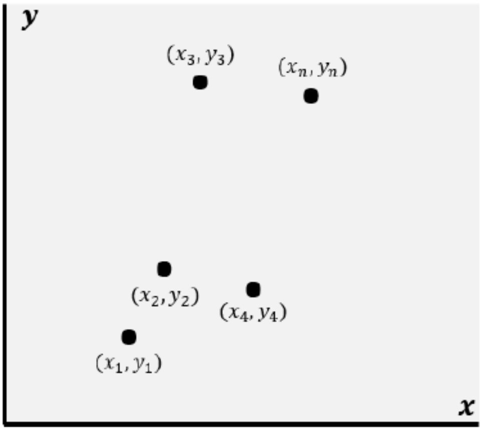
Dalam bab ini akan dibahas pembahasan terkait analisis regresi linear sederhana menggunakan data *cross section*. *Data cross section* (data silang) sendiri ialah data yang dikumpulkan pada waktu tertentu antara observasi yang berbeda.

B. Derivasi Persamaan Regresi Linear Sederhana

Metode analisis regresi linear sederhana sering juga disebut dengan istilah *ordinary least square* (OLS). Metode yang digunakan untuk mengestimasi analisis regresi disebut dengan model *least square*. Metode kuadrat terkecil atau yang biasa disebut sebagai metode *least square* adalah metode peramalan yang menggunakan persamaan linear untuk menemukan garis paling sesuai untuk kumpulan data lampau guna meramalkan (*forecasting*) data pada masa depan. Metode *least square* dilakukan dengan cara meminumunkan jumlah dari nilai residual (*error*) yang dihasilkan dari masing-masing observasi yang menjadi objek analisis. Residual sendiri adalah selisih dari nilai observasi aktual dengan nilai observasi yang dihasilkan dari analisis menggunakan metode *least square* yang dilakukan. Berikut adalah penjelasan derivasi metode *least square* sebagai dasar analisis regresi sederhana:

Misalkan terdapat dua variabel, yaitu variabel $\boldsymbol{x}$ dan variabel $\boldsymbol{y}$. Untuk melihat hubungan diantara dua variabel tersebut maka Langkah yang dapat digunakan adalah dengan membuat *scatter plot* dari masing-masing observasi yang terdapat di dua variabel tersebut. Misalkan masing-masing variabel ($\boldsymbol{x}$ dan $\boldsymbol{y}$) memiliki jumlah observasi yang sama yaitu jumlah observasi ($\boldsymbol{x_1, x_2, \ldots, x_n}$, **serta** $\boldsymbol{y_1, y_2, \ldots, y_n}$), maka *scatter plot* yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

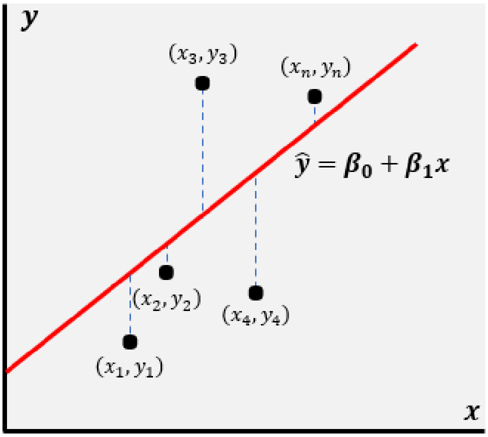
Gambar 10.1: *Scatter Plot* Observasi



Scatter plot tersebut memuat jumlah observasi sebanyak n. Melalui *scatter plot* tersebut, secara visual dapat dilihat bahwa kedua variabel (x dan y) memiliki korelasi positif. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan kecenderungan titik-titik dalam *scatter plot* yang miring dari kiri bawah menuju kanan atas (baca pembahasan pada Bab Korelasi).

Langkah selanjutnya ialah membuat garis prediksi yang mampu merepresentasikan nilai titik-titik yang terdapat didalam *scatter plot*.

Gambar 10.2: *Scatter Plot* dengan Garis Prediksi ($\hat{y}$)



Gambar 10.2 menunjukkan garis yang memprediksi nilai y (variabel dependen) berdasarkan nilai x (variabel independen). Garis tersebut diberi nama garis $\hat{y}$ (y hat) atau disebut juga garis y hasil prediksi, dimana $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x$. Nilai β_0 disebut dengan intersep ($intercept$), secara metematis intersep berarti suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu y pada diagram saat nilai $x = 0$, sedangkan dalam statistika, intersep adalah nilai rata-rata pada variabel y apabila nilai pada variabel x bernilai 0. Nilai β_1 disebut dengan *slope*, *slope* adalah kemiringan dari sebuah garis yang berada pada diagram. *Slope* juga dapat dimaknai sebagai suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar kontribusi (sumbangan) yang diberikan suatu variabel x terhadap variabel y.

Agar garis $\hat{y}$ dapat menggambarkan hubungan linear antara x dan y dengan baik maka garis tersebut harus memiliki nilai total *error* yang terkecil. *Error* adalah selisih antara nilai $\hat{y}$ dan y, dalam gambar 14.2 *error* digambarkan dengan garis yang terputus-putus. *Error* adalah nilai $\bar{y}$ dan y, maka *error* 1, 2, … , n dapat didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$e_1 = y_1 - \hat{y} \ = y_1 - (\beta_0 - \beta_1 x_1)$$

$$e_2 = y_2 - \hat{y} = y_1 - (\beta_0 - \beta_1 x_1)$$

$$\ldots = . \ldots \ldots \ldots =. \ldots \ldots . \ldots . \ldots \ldots \ldots$$

$$e_n = y_n - \hat{y} = y_n - (\beta_0 - \beta_1 x_n)$$

Untuk menggambar garis $\hat{y}$ yang benar-benar menggambarkan hubungan linear antara x dan y, maka diperlukan garis $\hat{y}$ yang memiliki total error paling minimum. Artinya, kita perlu mencari nilai intersep (β_0) dan slope (β_1) yang menghasilkan nilai total *error* yang paling minimum. Berdasarkan Gambar 14.2, error memiliki nilai positif dan negatif (terdapat nilai y yang lebih besar dari $\hat{y}$ atau sebaliknya), sehingga apabila kita menjumlahkan nilai *error* saja maka akan menghasilkan nilai nol. Untuk menghindari nilai nol dari hasil penjumlahan *error*, maka dalam metode *least square* untuk mencari total nilai *error* dilakukan terlebih dahulu operasi kuadrat (pangkat dua) pada masing-masing nilai *error*.

Secara matematis, berikut adalah langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan jumlah *error* kuadrat dalam metode *least square*:

$$\begin{aligned}\sum e^2 &= e_1^2 + e_2^2 + \cdots + e_n^2 \\ &= [y_1 - (\beta_0 - \beta_1 x_1)\,]^2 + [y_2 - (\beta_0 - \beta_1 x_2)\,]^2 + \cdots + \\ &\quad [y_n - \quad (\beta_0 - \beta_1 x_n)\,]^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= [y_1^2 - 2y_1(\beta_0 + \beta_1 x_1) + (\beta_0 + \beta_1 x_1)^2] + \\ &\quad [y_2^2 - 2y_2(\beta_0 + \beta_1 x_2) + (\beta_0 + \beta_1 x_2)^2] + \cdots + \\ &\quad [y_n^2 - 2y_n(\beta_0 + \beta_1 x_n) + (\beta_0 + \beta_1 x_2)^2]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \left[y_1^2 - 2y_1\beta_0 - 2y_1\beta_1 x_1 + {\beta_0}^2 + 2\beta_0\beta_1 x_1 + {\beta_1}^2 x_1^2\right] + \\ &\quad \left[y_2^2 - 2y_2\beta_0 - 2y_2\beta_1 x_2 + {\beta_0}^2 + 2\beta_0\beta_1 x_2 + {\beta_1}^2 x_2^2\right] + \cdots + \\ &\quad \left[y_n^2 - 2y_n\beta_0 - 2y_n\beta_1 x_n + {\beta_0}^2 + 2\beta_0\beta_1 x_n + {\beta_1}^2 x_n^2\right]\end{aligned}$$

Kelompokan variabel-variabel yang memiliki unsur yang sama, sehingga:

$$\begin{aligned}\sum e^2 = &[y_1^2 + y_2^2 + \cdots + y_n^2] + [-2\beta_0(y_1 + y_2 + \cdots + y_n)] + \\ &[-2\beta_0\beta_1(x_1y_1 + x_2y_2 + \cdots + x_ny_n)] + \left[n{\beta_0}^2\right] + \\ &[2\beta_0\beta_1(x_1 + x_2 + \cdots + x_n)] + \left[{\beta_1}^2(x_1^2 + x_2^2 + \cdots + x_n^2\right]\end{aligned}$$

Ingat bahwa:

$$\boxed{\frac{y_1^2 + y_2^2 + \cdots + y_n^2}{n}, = \overline{y^2} \text{maka } y_1^2 + y_2^2 + \cdots + y_n^2 = n\,\overline{y^2}}$$

Maka:

$$\sum e^2 = n\overline{y^2} - 2\beta_0 n\bar{y} - 2\beta_1 n\overline{xy} + na{\beta_0}^2 + 2\beta_0\beta_1 n\bar{x} + {\beta_1}^2 n\bar{x}$$

Persamaan diatas adalah bentuk paling sederhana dari nilai $\sum e^2$ (total *error* kuadrat). Selanjutnya untuk mencari nilai total *error* minimum, kita perlu mencari nilai β_0 dan β_1 yang paling minimum untuk persamaan diatas. Mencari nilai β_0 dan β_1 yang paling minimum dapat dilakukan dengan metode kalkulus. Berdasarkan metode kalkulus, suatu persamaan akan mencapai optimal (maksimum atau minimum) jika gradiennya sama dengan nol ($m = 0$), sehingga turunan pertama dari persamaan tersebut dibuat sama dengan nol ($f'(x) = 0$). Maka untuk mencari nilai a dan b yang meminimumkan nilai total *error* kuadrat dapat dilakukan dengan cara berikut:

$$\sum e^2 = n\overline{y^2} - 2\beta_0 n\bar{y} - 2\beta_1 n\overline{xy} + n{\beta_0}^2 + 2\beta_0\beta_1 n\bar{x} + {\beta_1}^2 n\bar{x}$$

Lankah pertama ialah dengan melakukan *partial derivative* (operasi turunan pertama) nilai $\sum e^2$ terhadap β_0 dan *partial derivative* $\sum e^2$ terhadap β_1, untuk kemudian dibuat menjadi sama dengan nol, atau $\left(\frac{d\sum e^2}{d\beta_0} = 0\right)$ dan $\left(\frac{d\sum e^2}{d\beta_1} = 0\right)$. Maka:

$$\frac{d\sum e^2}{d\beta_0} = 0 \rightarrow -2n\bar{y} + 2n\beta_0 + 2\beta_1 n\bar{x} = 0$$

$$\frac{d\sum e^2}{d\beta_1} = 0 \rightarrow -2n\overline{xy} + 2\beta_0 n\bar{x} + 2\beta_1 n\overline{x^2} = 0$$

Untuk menyederhanakan kedua persamaan tersebut, maka masing-masing dibagi dengan $2n$, sehingga:

$$\frac{d\sum e^2}{d\beta_0} = 0 \rightarrow -\bar{y} + \beta_0 + \beta_1\bar{x} = 0$$

$$\frac{d\sum e^2}{d\beta_1} = 0 \rightarrow -\overline{xy} + \beta_0\bar{x} + \beta_1\overline{x^2} = 0$$

Kedua persamaan tersebut juga dapat ditulis sebagai berikut:

$$\bar{y} = \beta_0 + \beta_1\bar{x}$$

$$\overline{xy} = \beta_0\bar{x} + \beta_1\overline{x^2}$$

Persamaan $\overline{xy} = \beta_0\bar{x} + \beta_1\overline{x^2}$ dapat disederhanakan dengan cara membagi dengan $\bar{x}$, sehingga kedua persamaan tersebut menjadi:

$$\bar{y} = \beta_0 + \beta_1\bar{x} \quad \text{atau} \quad \beta_0 = \bar{y} - \beta_1\bar{x} \tag{1}$$

$$\frac{\overline{xy}}{\bar{x}} = \bar{x} + \frac{\beta_1\overline{x^2}}{\bar{x}} \tag{2}$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) dapat dicari nilai β_0 dan β_1 yang meminimalkan total dari nilai *error* kuadrat. Nilai β_0 dan β_1 dapat diperloleh dengan metode eliminasi sebagai berikut:

$$\bar{y} = \beta_0 + \beta_1\bar{x}$$

$$\frac{\overline{xy}}{\bar{x}} = \bar{x} + \frac{\beta_1\overline{x^2}}{\bar{x}}$$

$$\bar{y} - \frac{\overline{xy}}{\bar{x}} = \beta_1\left(\bar{x} - \frac{\overline{x^2}}{\bar{x}}\right)$$

Maka:

$$\beta_1 = \frac{\bar{y} - \frac{\overline{xy}}{\bar{x}}}{\left(\bar{x} - \frac{\overline{x^2}}{\bar{x}}\right)}$$

untuk menyederhanakan persamaan tersebut maka masing-masing pembilang dan dan penyebut dikalikan dengan $\bar{x}$, sehingga:

$$\beta_1 = \frac{\bar{x}\bar{y} - \overline{xy}}{(\bar{x})^2 - \overline{x^2}} \tag{3}$$

Persamaan berikut adalah persamaan yang menghasilkan nilai β_1 yang meminimumkan nila total *error*, sehingga nilai β_1 dalam persamaan regresi dapat didapatkan menggunakan persamaan (3). Kemudian, untuk mencari nilai β_0 yang meminimalkan total *error kuadrat* dapat dilakukan dengan melakukan substitusi nilai β_1 yang telah meminimalkan nilai total *error* (persamaan 3) kedalam persamaan (1).

Berdasarkan hasil derivasi yang telah dilakukan maka nilai β_0 dan β_1 yang meminimalkan total *error* kuadrat dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

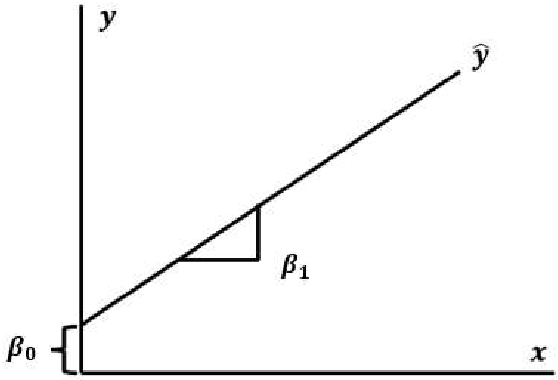
$$\boxed{\beta_1 = \frac{\bar{x}\bar{y} - \overline{xy}}{(\bar{x})^2 - \overline{x^2}}}$$

$$\boxed{\beta_0 = \bar{y} - b\bar{x}}$$

C. Persamaan Regresi Linear Sederhana

Persamaan Regresi (*Regression Equation*) adalah suatu persamaan yang menyatakan hubungan linear antara dua variabel. Persamaan regresi linier sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas (x) dengan satu variabel tidak bebas (y), yang digambarkan dengan garis lurus (garis yang menggambarkan hubungan antara dua variabel), seperti disajikan pada gambar berikut:

Gambar 10.3: Ilustrasi Garis Regresi Linear Sederhana



Garis $\hat{y}$ menggambarkan hasil estimasi yang menunjukkan prediksi nilai y berdasarkan nilai x. Kemudian β_0 menunjukkan intersep (nilai y ketika $x = 0$), sedangkan β_1 adalah slope yang menggambarkan kemiringan garis $\hat{y}$. Persamaan regresi memberikan gambaran fungsi matematis dari garis $\hat{y}$.

Persamaan regresi linear sederhana secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\boxed{y = \beta_0 + \beta_1 x + e}$$

Keterangan:

y : Variabel dependen
x : Variabel indepenen
β_0 : Konstanta/intersep
β_1 : Koefisien variabel X
e : *Error*/residual

dimana nilai β_0 dan β_1 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{\beta_1 = \frac{\bar{x}\bar{y} - \overline{xy}}{(\bar{x})^2 - \overline{x^2}}}$$

$$\boxed{\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}}$$

Keterangan:

β_0 : Konstanta/intersep
β_1 : Koefisien variabel X
e : *Error*/residual
$\bar{y}$: Rata-rata variabel dependen
$\bar{x}$: Rata-rata variabel independen

Selain menggunakan persamaan tersebut, nilai β_0 dan β_1 dalam persamaan regresi juga dapat dihitung menggunakan pendekatan analisis korelasi, dimana nilai β_0 dan β_1 dapat diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\boxed{\beta_1 = r\frac{S_y}{S_x}}$$

$$\boxed{\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}}$$

Keterangan:

β_0 : Konstanta/intersep

β_1 : Koefisien variabel X

e : *Error*/residual

r : Koefisien korelasi

$\bar{y}$: Rata-rata variabel dependen

$\bar{x}$: Rata-rata variabel independen

D. Uji Signifikansi Koefisien Regresi

Uji signifikansi digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen (x) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (y), signifikan disini berarti bahwa pengaruh yang dihasilkan dari hasil estimasi regresi tersebut dapat berlaku untuk skala populasi (dapat digeneralisasikan). Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji signifikansi koefisien regresi:

1. Menentukan hipotesis

   $H_0 : \beta_1 = 0$ (Variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)

   $H_1 : \beta_1 \neq 0$ (Variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen)

2. Menentukan *level of significance* (α)
3. Menentukan batas kritis menggunakan tabel t

   $$\boxed{df = n - k}$$

   df : *Degree of freedom*

   n : Jumlah data

   k : Jumlah variabel

4. Membakukan data sampel ke satuan t dengan persamaan berikut:

   $$\boxed{t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}}$$

   t : Skor t (nilai normal baku)

r : Koefisien korelasi

n : Jumlah data

5. Membuat kesimpulan

   Jika t hitung lebih besar daripada t tabel maka H_0 ditolak.

E. Contoh Perhitungan Regresi Linear Sederhana

Perusahaan penjualan kendaraan bermotor (dealer motor), yang memiliki sales di seluruh Surakarta, ingin membuktikan apakah terdapat hubungan antara jumlah panggilan penjualan yang dilakukan oleh sales dalam sebulan dengan jumlah motor yang terjual pada bulan tersebut. Manajer memilih sampel acak 10 perwakilan sales dan mengumpulkan data jumlah panggilan penjualan yang dilakukan masing-masing perwakilan bulan lalu dan jumlah motor yang berhasil terjual.

Berikut adalah data jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang terjual dalam satu bulan:

Nama Sales	Jumlah Motor yang Terjual	Jumlah Panggilan yang dilakukan
Andi	30	20
Toni	60	40
Budi	40	20
Adam	60	30
Hendrik	30	10
Rahmad	40	10
Jefri	40	20
Adi	50	20
Bambang	30	20
Soni	70	30

- Gunakan analisis regresi linear sederhana untuk menentukan persamaan linear untuk menggambarkan hubungan antara dua variabel tersebut, buatlah persamaan regresi yang menggambarkan pengaruh jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales terhadap jumlah motor yang terjual!
- Berapa estimasi jumlah motor yang dijual oleh sales yang melakukan 20 panggilan?

Penyelesaian:
Koefisien regresi dan persamaan regresi dapat dihitung menggunakan tabel berikut:

Nama Sales	Panggilan (X)	Penjualan (Y)	XY	X^2
Andi	20	30	600	400
Toni	40	60	2400	1600
Budi	20	40	800	400
Adam	30	60	1800	900
Hendrik	10	30	300	100
Rahmad	10	40	400	100
Jefri	20	40	800	400
Adi	20	50	1000	400
Bambang	20	30	600	400
Soni	30	70	2100	900
Jumlah	**220**	**450**	**10800**	**5600**
Rata-rata	**22**	**45**	**1080**	**560**

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam menghitung koefisien regresi adalah dengan mengkalikan nilai masing-masing data dari variabel dependen dan variabel independen sesuai dengan masing-masing observasi (nilai xy) untuk kemudian dijumlahkan ($\sum xy$). Langkah selanjutnya adalah mengkuadratkan nilai dari masing-masing observasi variabel dependen (x^2) dan kemudian dijumlahkan ($\sum x^2$). Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai $\sum xy$ dan $\sum x^2$ masing-masing adalah 1.080 dan 560.

Selanjutnya, nilai yang perlu dicari ialah nilai $\overline{x^2}$. Nilai $\overline{x^2}$ dapat diperoleh dengan membagi nilai $\sum x^2$ dengan jumlah observasi (n), yaitu:

$$\overline{x^2} = \frac{\sum x^2}{n} = \frac{5600}{10} = 560$$

Koefisien regresi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Koefisien variabel x (β_1):

$$\beta_1 = \frac{\bar{y}\bar{x} - \overline{xy}}{(\bar{x})^2 - \overline{x^2}}$$

$$= \frac{(45)(22) \ - 1080}{(22)^2 - 560}$$

$$= \frac{-90}{-76}$$

$$= 1.184$$

Koefisien variabel y (a):

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$$

$$= 45 - 1.184(22)$$

$$= 45 - 1.184(22)$$

$$= 18.948$$

Nilai β_0 dan β_1 masing-masing adalah 1.184 dan 18.948, sehingga persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$= 18.948 + 1.184x$$

Perhitungan koefisien regresi juga dapat dilakukan menggunakan pendekatan analisis korelasi, berikut adalah langkah-langkah untuk menghitung koefisien regresi menggunakan pendekatan korelasi:

Koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan tabel berikut:

Nama Sales	Panggilan (y)	Penjualan (x)	$(y - \bar{y})$	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})(y - \bar{y})$
Andi	20	30	-2	-15	30
Toni	40	60	18	15	270
Budi	20	40	-2	-5	10
Adam	30	60	8	15	120
Hendrik	10	30	-12	-15	180
Rahmad	10	40	-12	-5	60
Jefri	20	40	-2	-5	10
Adi	20	50	-2	5	-10
Bambang	20	30	-2	-15	30
Soni	30	70	8	25	200
Jumlah ($\sum$)	**220**	**450**	**-**	**-**	**900**
Rata-rata	**22**	**45**	**-**	**-**	**-**

Langkah pertama yang dilakukan untuk kencari nilai koefisien korelasi adalah dengan mencari nilai rata-rata dari masing-masing variabel yang akan dicari nilai koefisen korelasinya. Berdasarkan tabel tersebut, nilai rata-rata dari variabel jumlah panggilan sales ($\bar{y}$) adalah 22, sedangkan nilai rata-rata dari variabel jumlah penjualan motor (x) adalah 45. Langkah selanjutnya ialah dengan mengurangi nilai masing-masing data dengan nilai rata-ratanya (nilai $y - \bar{y}$ dan nilai $x - \bar{x}$), kedua nilai tersebut dikalikan untuk kemudian dijumlahkan ($\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})$). Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai $\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})$ adalah 900.

Langkah selanjutnya ialah dengan menghitung nilai standar deviasi dari masing masing variabel (S_x dan S_y). Nilai S_x dan S_y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{s = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n}}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat ditemukan bahwa nilai standar deviasi untuk variabel x (S_x) dan variabel y (S_y) masing-masing adalah 14.337 dan 9.189. Selanjutnya, untuk menghitung nilai koefisien korelasi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y}$$

$$= \frac{900}{(10-1)14.337\, x\, 9.189}$$

$$= 0.759$$

Nilai koefisien korelasi antara variabel jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales dan jumlah motor yang terjual adalah 0.759. Berdasarkan perhitungan koefisien korelasi yang telah dilakukan, maka nilai β_0 dan β_1 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Koefisien variabel x (β_1):

$$\beta_1 = r\frac{S_y}{S_x}$$
$$= 0.759\frac{14.337}{9.189}$$
$$= 1.184$$

Koefisien variabel y (β_0):

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1\bar{x}$$
$$= 45 - 1.184(22)$$
$$= 45 - 1.184(22)$$

Nilai β_0 dan β_1 masing-masing adalah 1.184 dan 18.948, sehingga persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x$$
$$= 18.948 + 1.184x$$

Hasil perhitungan koefisien regresi menggunakan dua pendekatan menghasilkan hasil yang serupa, yaitu persamaan regresi $y = 18.948 + 1.184x$ Sehingga estimasi jumlah motor yang dijual oleh sales yang melakukan 20 panggilan adalah sebagai berikut:

$$y = 18.948 + 1.184x$$
$$= 18.948 + 1.184(20)$$
$$= 42.632 \approx 43$$

Maka estimasi jumlah mesin fotokopi yang terjual jika sales melakukan 20 panggilan penjualan adalah 43 mesin, *cateris paribus* (faktor-faktor lain selain variabel yang digunakan didalam model diasumsikan bernilai konstan).

Selanjutnya, untuk mengetahui apakah variabel independen (x) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (y). Uji signifikansi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan Hipotesis

   $H_0 : \beta_1 \; = \; 0$ (Variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen)

   $H_1 : \beta_1 \; \neq \; 0$ (Variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen)

2. Menentukan *level of significance* (α)

   $\alpha = 5\%$

3. Menentukan batas kritis menggunakan tabel t
   Berdasarkan tabel t dapat diketahui bahwa nilai t hitung adalah 2.306. Karena hipotesis adalah *two tail* maka nilai batas kritis adalah 2.306 dan -2.306 $(df = 8,\ n = 10,\ k = 2)$.

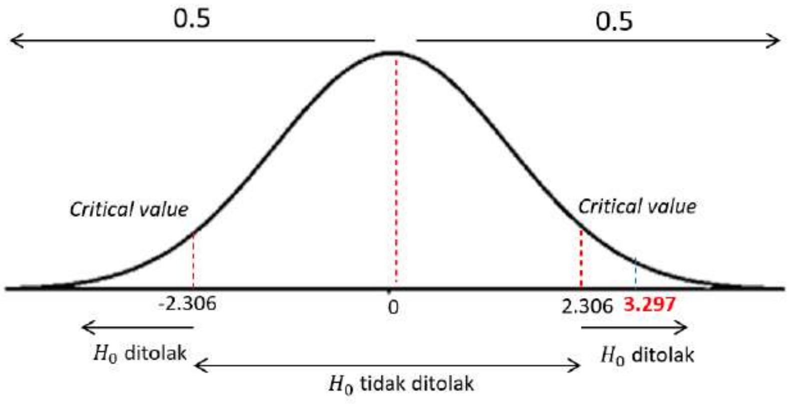
4. Membakukan data sampel ke satuan t

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

$$= \frac{0.759\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-0.759}}$$

$$= 3.297$$

5. Membuat kesimpulan



Nilai t hitung adalah 3.297 (3.297 > 2.306) dan berada pada area penolakan H_0. Maka H_0 ditolak, sehingga variabel independen memiliki pengaruh (berpengaruh signifikan) terhadap variabel dependen. Secara statistik dapat disimpulkan bahwa jumlah panggilan yang dilakukan oleh sales mempengaruhi jumlah penjualan mesin fotokopi.

F. Interpretasi Hasil Estimasi Regresi Linear Sederhana

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = 18.948 + 1.184x$$

Selanjutnya, uji signifikansi koefisien regresi juga menunjukkan bahwa variabel independen/jumlah panggilan telepon yang dilakukan oleh sales (x) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen/jumlah motor yang berhasil dijual (y).

Persamaan regresi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1) Konstanta/β_0 (18.948)
   Jika sales tidak melakukan panggilan penjualan maka jumlah motor yang terjual adalah 18.95 ≈ 19 unit. *Cateris paribus.*
2) Koefisien/β_1 (1.184)
   Jika panggilan penjualan dari sales naik sebanyak satu panggilan maka jumlah mesin fotokopi yang terjual akan naik sebesar 1.184 ≈ 1 unit. *Cateris paribus.*

BAB XI

ANALISIS REGRESI BERGANDA *(DATA CROSS SECTION)*

A. Pengertian Regresi Linear Berganda

Pada dasarnya, sulit menemukan fakta bahwa suatu variabel hanya dipengaruhi oleh satu variabel lain. Pada umumnya, faktor yang berpengaruh terhadap suatu fenomena ialah lebih dari satu indikator. Sebagai contoh, gaji yang didapat oleh seseorang tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat Pendidikan saja, melainkan juga dapat dipengaruhi oleh lama pengalaman bekerja, gender dan lain-lain.

Alat analisis yang biasa digunakan untuk melihat pengaruh leboh dari satu variabel independen terhadap variabel dependen adalah analisis regresi linear berganda (*multiple linear regression*). Regresi linear berganda adalah analisis regresi yang menggunakan lebih dari satu variabel independen dan satu variabel dependen dalam proses analisisnya, pada dasarnya regresi linear berganda adalah model prediksi atau peramalan dengan menggunakan data berskala interval atau rasio serta terdapat lebih dari satu variabel sebagai *predictor*.

Sama halnya dengan dengan regresi linear sederhana, regresi linear berganda juga memiliki persamaan regresi. persamaan regresi (*regression equation*) pada regresi linear berganda menyatakan hubungan linear antara satu variabel dependen dengan beberapa variabel independen. Persamaan regresi linier berganda merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas (x) dengan beberapa variabel tidak bebas (y). Berikut adalah persamaan yang digunakan dalaman analisis regresi linear berganda:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + e$$

dimana:

y	: Variabel dependen (variabel terikat)
$x_1 - x_n$	: Variabel indepenen (variabel bebas)
β_0	: Konstanta/intersep
$\beta_1 - \beta_n$	: Koefisien dari Variabel $X_1 - X_n$
e	: *Error*/residual

Pada bab ini akan dibahas materi terkait regresi linear berganda menggunakan data *cross section*. Pembahasan pada bab ini meliputi cara menghitung koefisien regresi linear berganda, menguji signifikansi variabel yang diguanakan pada analisis regresi lienar berganda, serta interreatasi hasil regresi linear berganda.

B. Perhitungan Regresi Linear Berganda

Perhitungan analisis regresi berganda mempunyai langkah yang sama dengan analisis regresi sederhana. Hanya saja, secara perhitungan menjadi lebih kompleks karena melibatkan lebih dari satu variabel bebas (independen). Sampai saat ini yang baru dapat dikembangkan ialah model yang menggunakan empat variabel bebas, namun analisis regresi linear berganda akan lebih mudah dan praktis ketiga dilakukan analisis menggunakan *software* analisis statistik. Hal tersebut dapat mempermudah proses analisis dan efektifitas dalam menentukan koefisien regresi dan persamaan regresi. Berikut adalalah beberapa bentuk persamaan regresi dan cara menghitung koefisien regresinya:

1. Regresi Linear Berganda dengan dua variabel bebas.

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

Dimana koefisien regresinya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sum y \quad = \beta_0 n + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2$$

$$\sum x_1 y = \beta_0 \sum x_1 + \beta_1 \sum {x_1}^2 + \beta_2 \sum x_1 x_2$$

$$\sum x_2 y = \beta_0 \sum x_2 + \beta_1 \sum x_1 x_2 + \beta_2 \sum {x_2}^2$$

2. Regresi Linear Berganda dengan dua variabel bebas.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + e$$

Dimana koefisien regresinya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sum y \quad = \beta_0 n + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2 + \beta_3 \sum x_3$$

$$\sum x_1 y = \beta_0 \sum x_1 + \beta_1 \sum {x_1}^2 + \beta_2 \sum x_1 x_2 + \beta_3 \sum x_1 x_3$$

$$\sum x_2 y = \beta_0 \sum x_2 + \beta_1 \sum x_1 x_2 + \beta_2 \sum {x_2}^2 + \beta_3 \sum x_3$$

$$\sum x_3 y = \beta_0 \sum x_3 + \beta_1 \sum x_1 x_3 + \beta_2 \sum x_2 x_3 + \beta_3 \sum {x_3}^2$$

3. Regresi Linear Berganda dengan k variabel bebas.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \cdots + \beta_k X_k + e$$

Dimana koefisien regresinya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sum y \quad = \beta_0 n + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2 + \beta_3 \sum x_3 + \cdots + \beta_k \sum x_k$$

$$\sum x_1 y = \beta_0 \sum x_1 + \beta_1 \sum {x_1}^2 + \beta_2 \sum x_1 x_2 + \beta_3 \sum x_1 x_3 + \cdots + \beta_k \sum x_1 x_k$$

$$\sum x_2 y = \beta_0 \sum x_2 + \beta_1 \sum x_1 x_2 + \beta_2 \sum {x_2}^2 + \beta_3 \sum x_2 x_3 + \ldots + \beta_k \sum x_2 x_k$$

$$\sum x_3 y = \beta_0 \sum x_3 + \beta_1 \sum x_1 x_3 + \beta_2 \sum x_2 x_3 + \beta_3 \sum {x_3}^2 + \cdots + \beta_k \sum x_3 x_k$$

$$\ldots\ldots\ldots = \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots.. + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\sum x_k y = \beta_0 \sum x_k + \beta_1 \sum x_1 x_k + \beta_2 \sum x_2 x_k + \beta_3 \sum x_3 x_k + \cdots + \beta_k \sum {x_k}^2$$

C. Signifikansi Persamaan Koefisien Regresi Berganda

Berdasarkan contoh soal yang telah dibahas sebelumnya, setelah nilai koefisien regresi dan persamaan regresinya diperolah, maka langkah selanjutnya adalah dengan menguji signifikansi koefisien regresi berganda. Sebelum melakukan uji signifikansi koefisien regresi terlebih dahulu menguji signifikansi persamaan regresi (Uji F). Uji F dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mencari indikator-indikator berikut:

- *Sum of square* β_2/β_1:

  $$SS_{\beta_2/\beta_1} = \beta_1 \sum p_1 q + \beta_2 \sum p_2 q + \dots + \beta_k \sum p_k q$$

  Dimana:
  $p_1 = x_1 - \overline{x_1}\, , p_2 = x_2 - \overline{x_2}, \dots\, , p_k = x_k - \overline{x_k}$
  k = Banyaknya variabel bebas
  $q_1 = y - \overline{y_1}$

- *Means square* β_2/β_1:

  $$MS_{\beta_2/\beta_1} = \frac{SS_{\beta_2/\beta_1}}{k}$$

- *Sum of square Error*:

  $$SS_{error} = \sum(y - \bar{y})^2$$

  Dimana:
  Derajat kebebasan sisa sebesar $n - k - 1$

- *Mean square* sisa:

  $$MS_{Error} = \frac{SS_{Error}}{n - k - 1}$$

  n = Jumlah observasi

Kemudian nilai F Hitung dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\boxed{F_{hitung} = \frac{MS_{\beta_2/\beta_1}}{MS_{error}}}$$

Langkah selanjutnya ialah dengan membandingkan nilai F hitung dengan nilai F tabel (tabel F dapat dilihat pada lampiran), jika nilai F hitung lebih besar daripada nilai F tabel, maka hipotesis nol yang menyatakan bahwa persamaan regresi berganda tidak signifikan ditolak. Dengan kata lain, seluruh variabel independen yang digunakan untuk mengestimasi variabel dependen secara simultan berpengaruh signifikan dan dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap nilai variabel dependen.

Meskipun persamaan regresi telah berhasil dibuktikan signifikan (seluruh variabel dependen berpengaruh secara simultan), namun kontribusi masing-masing variabel independen yang digunakan juga perlu dilakukan uji signifikansi. Uji signifikansi tersebut berupa pengujian koefisien regresi yang dihasilkan (β), uji signifikansi koefisien regresi juga biasa disebut dengan uji t (t *test*). Nilai t dalam uji t dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$\boxed{t_k = \frac{b_k}{s_{\beta k}}}$$

Dimana:

b_k : Koefisien regresi ke k

s_{bk} : Simpangan baku koefisien β yang ke k

Simpangan baku koefisien β dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$s_{\beta k} = \sqrt{\frac{s_{y.1,2,3,..,k}}{(\sum p_k^2)(1 - r_i^2)}}$$

p_k^2 : $(x_k - \overline{x_k})^2$

r_i : korelasi antara $x_i$dengan variabel bebas lainnya.

Dimana nilai variansi taksiran ($s_{y.1,2,3,..,k}$) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\left(s_{y.1,2,3,..,k}\right) = \frac{\sum(y - \hat{y})^2}{n - k - 1}$$

$\hat{y}$: Nilai y hasil taksiran bersamaan persamaan regresi yang dihasilkan

Langkah selanjutnya ialah dengan membandingkan nilai t hitung dengan nilai t tabel (tabel t dapat dilihat pada lampiran), jika nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel, maka hipotesis nol yang menyatakan bahwa variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan ditolak. Dengan kata lain, variabel independen tersebut berpengaruh signifikan dan dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap nilai variabel dependen.

D. Contoh Perhitungan Regresi Linear Berganda

Seorang dosen statistika ingin melihat kontribusi kemampuan mahasiswa dalam bidang matematika dan basa terhadap hasil pembelajaran mata kuliah statistika. Secara acak diambil 20 sampel nilai dari mahasiswa sebagai berikut:

Nilai Matematika	Nilai Bahasa	Nilai Statistik
85	76	90
82	76	93
75	73	75
74	72	72
76	73	74
74	70	78
73	68	90
96	80	100
93	78	90
70	70	70
82	69	95
80	72	84
70	76	80
65	75	70
82	70	80
75	75	86
70	80	70
71	80	70
70	90	65
90	80	70

Penyelesaian:

Dalam contoh soal tersebut, nilai mata kuliah statistika adalah variabel dependen yang digunakan dalam estimasi regresi linear berganda (y), sedangkan nilai mata kuliah matematika (x_1) dan nilai mata kuliah bahasa (x_2) adalah dua variabel yang digunakan sebagai variabel indpenden.

Untuk mempermudah melakukan perhitungan koefisien regresi, maka dibutuhkan tabel yang memuat unsur-unsur (faktor-faktor) yang dibutuhkan dalam menentukan koefisien regresi dan persamaan regresi. Berikut adalah tabel perhitungan koefisien regresi:

y	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2	x_1x_2	x_1y	x_2y
90	85	76	7,225	5,776	6,460	7,650	6,840
93	82	76	6,724	5,776	6,232	7,626	7,068
75	75	73	5,625	5,329	5,475	5,625	5,475
72	74	72	5,476	5,184	5,328	5,328	5,184
74	76	73	5,776	5,329	5,548	5,624	5,402
78	74	70	5,476	4,900	5,180	5,772	5,460
90	73	68	5,329	4,624	4,964	6,570	6,120
100	96	80	9,216	6,400	7,680	9,600	8,000
90	93	78	8,649	6,084	7,254	8,370	7,020
70	70	70	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900
95	82	69	6,724	4,761	5,658	7,790	6,555
84	80	72	6,400	5,184	5,760	6,720	6,048
80	70	76	4,900	5,776	5,320	5,600	6,080
70	65	75	4,225	5,625	4,875	4,550	5,250
80	82	70	6,724	4,900	5,740	6,560	5,600
86	75	75	5,625	5,625	5,625	6,450	6,450
70	70	80	4,900	6,400	5,600	4,900	5,600
70	71	80	5,041	6,400	5,680	4,970	5,600
65	70	90	4,900	8,100	6,300	4,550	5,850
70	90	80	8,100	6,400	7,200	6,300	5,600
1,602	**1,553**	**1,503**	**121,935**	**113,473**	**116,779**	**125,455**	**120,102**

Kemudian, koefisien regresi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sum y \quad = \beta_0 n + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2$$

$$\sum x_1 y = \beta_0 \sum x_1 + \beta_1 \sum {x_1}^2 + \beta_2 \sum x_1 x_2$$

$$\sum x_2 y = \beta_0 \sum x_2 + \beta_1 \sum x_1 x_2 + \beta_2 \sum {x_2}^2$$

Setelah angka-angka yang terdapat didalam tabel dimasukkan kedalam persamaan, maka proses perhitungan adalah sebagai berikut:

$$1602 \quad = 20\beta_0 + 1533\beta_1 + 1503\beta_2 \qquad (1)$$

$$125455 = 1553\beta_0 + 121935\beta_1 + 115779\beta_2 \qquad (2)$$

$$120102 = 1503\beta_0 + 1115779\beta_1 + 113473\beta_2 \qquad (3)$$

Berdasarkan ketiga persamaan tersebut, dapat dicari nilai β_0, β_1, dan β_2 dengan cara sebagai berikut:

Langkah pertama:

Dari persamaan (1) dan (2), nilai β_0 dapat dihilangkan dengan cara menyamakan nilai faktor β_0. Persamaan (1) dikalikan dengan 77.65, sedangkan persamaan kedua terap, maka:

$$\begin{array}{lll} 124395.3 = 1553\beta_0 \quad + 120590.4\beta_1 + 116707.9\beta_2 & & (1) \\ 125455 \quad = 1553\beta_0 \quad + 121935\beta_1 \quad + 116779\beta_2 & & (2) \\ \hline -1059.7 \ = -1344.5\beta_1 - 71\beta_2 & & (4) \end{array}$$

Langkah kedua:

Dari persamaan (1) dan (3), nilai β_0 dapat dihilangkan dengan cara menyamakan nilai faktor β_0. Persamaan (1) dikalikan 75.15, sedangkan persamaan ketiga tetap, maka:

$$\begin{array}{lll} 124395.3 = 1553\beta_0 \ + 120590.4\beta_1 + 116707.9\beta_2 & & (1) \\ 120102 \quad = 1503\beta_0 \ + 116779\beta_1 \quad + 113473\beta_2 & & (3) \\ \hline -288.3 \quad = -71.5\beta_1 - 522.55\beta_2 & & (5) \end{array}$$

Langkah ketiga:

Persamaan (4) dan (5) disamakan di salah satu faktornya disamakan. Persamaan (4) tetap, sedangkan persamaan (5) dikalikan dengan 18.8, maka:

$$\begin{array}{lll} -1059.7 \ = -1344.5\beta_1 - 71\beta_2 & & (4) \\ -5421.4 \ = -1344.5\beta_1 - 9826.5\beta_2 & & (5) \\ \hline -6481.1 \ = 9755.4\beta_2 & & \\ \qquad \beta_2 = -0.66 & & \end{array}$$

Langkah keempat:

Nilai β_2 yang sudah diperoleh kemudian disubstitusikan ke persamaan (5), sehingga:

$$
\begin{aligned}
-288.3 &= -71.5\beta_1 - 522.55(-0.66) \\
-288.3 &= -71.5\beta_1 - 347.16 \\
71.5\beta_1 &= 347.16 \\
\beta_1 &= 0.82
\end{aligned}
$$

Nilai β_1 juga dapat diperoleh dengan mensubstitusikan nilai β_2 ke persamaan 4.

Langkah kelima:

Nilai β_0 dapat diperoleh dengan mensubstitusikan nilai β_1 dan β_2 ke persamaan (1), persamaan (2) atau persamaan (3). Jika diambil persamaan (1), maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

$$
\begin{aligned}
1602 &= 20\beta_0 + 1533\beta_1 + 1503\beta_2 \\
1602 &= 20\beta_0 + 1533(0.82) + 1503(-0.66) \\
20\beta_0 &= 1322.03 \\
\beta_0 &= 66.10
\end{aligned}
$$

Sebagai koreksi, untuk mencari nilai β_0 juga dapat dilakukan dengan cara mensubstitusikan nilai β_1 dan β_2 ke persamaan (2) dan persamaan (3).

Selanjutnya, berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan uji signifikansi persamaan regresi dan uji signifikansi koefisien regresi (Uji F dan Uji t):

Langkah pertama yang perlu dilakukan untuk melakukan uji F adalah dengan membuat tabel yang memuat informasi-informasi yang dibutuhkan untuk menghitung nilai F hitung:

y	x_1	x_2	x_1^2	x_2^2	x_1x_2	x_1y	x_2y	q	p_1	p_2	p_1q	p_2q
90	85	76	7225	5776	6460	7650	6840	9.90	7.35	0.85	72.77	8.41
93	82	76	6724	5776	6232	7626	7068	12.90	4.35	0.85	56.12	10.96
75	75	73	5625	5329	5475	5625	5475	-5.10	-2.65	-2.15	13.52	10.97
72	74	72	5476	5184	5328	5328	5184	-8.10	-3.65	-3.15	26.32	25.52
74	76	73	5776	5329	5548	5624	5402	-6.10	-1.65	-2.15	10.07	13.12
78	74	70	5476	4900	5180	5772	5460	-2.10	-3.65	-5.15	7.66	10.82
90	73	68	5329	4624	4964	6570	6120	9.90	-4.65	-7.15	-46.04	-70.79
100	96	80	9216	6400	7680	9600	8000	19.90	18.35	4.85	365.72	96.51
90	93	78	8649	6084	7254	8370	7020	9.90	15.35	2.85	151.97	28.22
70	70	70	4900	4900	4900	4900	4900	-10.10	-7.65	-5.15	77.27	52.02
95	82	69	6724	4761	5658	7790	6555	14.90	4.35	-6.15	64.81	-91.64
84	80	72	6400	5184	5760	6720	6048	3.90	2.35	-3.15	9.16	-15.29
80	70	76	4900	5776	5320	5600	6080	-0.10	-7.65	0.85	0.76	-0.08
70	65	75	4225	5625	4875	4550	5250	-10.10	-12.65	-0.15	127.77	1.52
80	82	70	6724	4900	5740	6560	5600	-0.10	4.35	-5.15	-0.43	0.51
86	75	75	5625	5625	5625	6450	6450	5.90	-2.65	-0.15	-15.64	-0.89
70	70	80	4900	6400	5600	4900	5600	-10.10	-7.65	4.85	77.27	-48.98
70	71	80	5041	6400	5680	4970	5600	-10.10	-6.65	4.85	67.17	-48.98
65	70	90	4900	8100	6300	4550	5850	-15.10	-7.65	14.85	115.52	-224.24
70	90	80	8100	6400	7200	6300	5600	-10.10	12.35	4.85	-124.74	-48.98
1602	1553	1503	121935	113473	116779	125455	120102	0.00	0.00	0.00	1057.06	-116.62
80.10	77.65	75.15	6096.75	5673.65	5838.95	6272.75	6005.10	0.00	0.00	0.00	52.85	-10.80

Nilai p pada tabel diatas dapat dihitung menggunakan persamaan:

$p_1 = x_1 - \overline{x_1}\ , p_2 = x_2 - \overline{x_2}, \ldots\ , p_k = x_k - \overline{x_k}$

sedangkan nilai q dapat dihitung menggunakan persamaan $q_1 = y - \overline{y_1}$

Setelah nilai dari informasi-informasi yang dibutuhkan telah ditemukan, maka langkah selanjutnya ialah dengan menghitung nilai F hitung. Nilai F hitung dapat diperoleh dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menghitung nilai *Sum of square* β_2/β_1:

$$\begin{aligned} SS_{\beta_2/\beta_1} &= \beta_1 \sum p_1 q + \beta_2 \sum p_2 q \\ &= (0.82)(1059.70) + (-0.66)(-116.62) \\ &= 947.76 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai *Mean Square* β_2/β_1:

$$\begin{aligned} MS_{\beta_2/\beta_1} &= \frac{SS_{\beta_2/\beta_1}}{k} \\ &= \frac{947.76}{2} \\ &= 473.85 \end{aligned}$$

- Menghitung nilai *Sum of Square Error*

$$SS_{Error} = \sum(y - \bar{y})^2$$
$$= 935.73$$

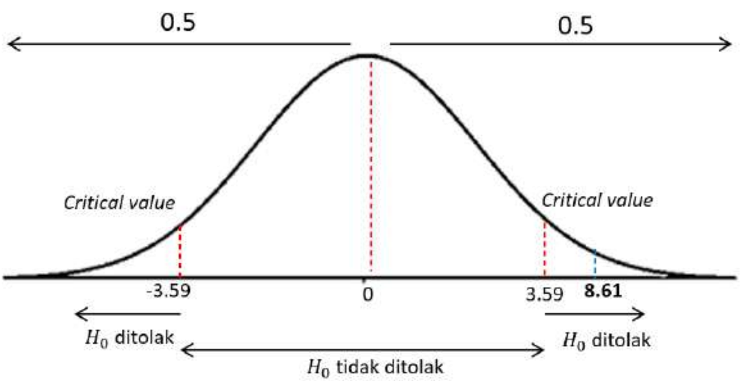
- Menghitung *Mean Square Error*:

$$MS_{Error} = \frac{SS_{Error}}{n - k - 1}$$
$$= \frac{935.73}{20 - 2 - 1}$$
$$= 55.04$$

Sehingga, nilai F_{Hitung} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F_{Hitung} = \frac{MS_{\beta_2/\beta_1}}{MS_{Error}}$$
$$= \frac{473.88}{55.04}$$
$$= 8.61$$

Setelah nilai F_{hitung} diperoleh, maka langkah selanjutnya ialah dengan mencari nilai F_{Tabel}. Nilai F_{Tabel} dapat diperoleh dengan menggunakan tabel F (tabel F terlampir). Dengan menggunakan (α) sebesar 5 persen, nilai derajat kebebasan (df pembilang) pembilang 2 dan derajat kebbasan penyebut (df penyebut) 17, maka dapat diketahui bahwa nilai F_{Tabel} adalah 3.59. Dengan menggunakan hipotesis *two tail*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:



Nilai F hitung sebesar 8.61 (8.99 > 3.59) sehingga H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa variabel dependen secara simultan berpengaruh signifikan dan dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap nilai variabel dependen.

Selanjutnya, untuk menguji signifikansi dari masing-masing variabel independen yang digunakan didalam estimasi regresi linear berganda, maka dapat digunakan uji signifikansi parsial terhadap masing-masing variabel independen yang digunakan (uji t). Berikut adalah langkah-langkah uji t yang dilakukan untuk model estimasi dalam contoh perhitungan regresi linear berganda:

Langkah pertama untuk melakukan uji t ialah dengan mencari beberapa informasi yang diperlukan untuk memperoleh nilai t_{Hitung}, informasi tersebut antara lain adalah nilai variansi taksiran ($s_{y.1,2,3,..,k}$), nilai $\sum p_1^2$ dan nilai $\sum p_2^2$. Berikut adalah tabel perhitungan yang menunjukkan ketiga informasi nilai tersebut:

y	x_1	x_2	$\hat{y}$	$y-\hat{y}$	$(y-\hat{y})^2$	q	p_1	p_2	q^2	p_1^2	p_2^2
90	85	76	85.59	4.41	19.47	9.90	7.35	0.85	98.01	54.02	0.72
93	82	76	83.12	9.88	97.66	12.90	4.35	0.85	166.41	18.92	0.72
75	75	73	79.35	-4.35	18.90	-5.10	-2.65	-2.15	26.01	7.02	4.62
72	74	72	79.19	-7.19	51.68	-8.10	-3.65	-3.15	65.61	13.32	9.92
74	76	73	80.17	-6.17	38.08	-6.10	-1.65	-2.15	37.21	2.72	4.62
78	74	70	80.52	-2.52	6.34	-2.10	-3.65	-5.15	4.41	13.32	26.52
90	73	68	81.02	8.98	80.59	9.90	-4.65	-7.15	98.01	21.62	51.12
100	96	80	91.99	8.01	64.22	19.90	18.35	4.85	396.01	336.72	23.52
90	93	78	90.85	-0.85	0.71	9.90	15.35	2.85	98.01	235.62	8.12
70	70	70	77.22	-7.22	52.19	-10.10	-7.65	-5.15	102.01	58.52	26.52
95	82	69	87.77	7.23	52.30	14.90	4.35	-6.15	222.01	18.92	37.82
84	80	72	84.13	-0.13	0.02	3.90	2.35	-3.15	15.21	5.52	9.92
80	70	76	73.24	6.76	45.73	-0.10	-7.65	0.85	0.01	58.52	0.72
70	65	75	69.79	0.21	0.05	-10.10	-12.65	-0.15	102.01	160.02	0.02
80	82	70	87.10	-7.10	50.47	-0.10	4.35	-5.15	0.01	18.92	26.52
86	75	75	78.02	7.98	63.70	5.90	-2.65	-0.15	34.81	7.02	0.02
70	70	80	70.58	-0.58	0.34	-10.10	-7.65	4.85	102.01	58.52	23.52
70	71	80	71.40	-1.40	1.97	-10.10	-6.65	4.85	102.01	44.22	23.52
65	70	90	63.94	1.06	1.13	-15.10	-7.65	14.85	228.01	58.52	220.52
70	90	80	87.05	-17.05	290.58	-10.10	12.35	4.85	102.01	152.52	23.52
1602	**1553**	**1503**	**1602.02**	**-0.02**	**935.11**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**1999.80**	**1344.55**	**522.55**
80.10	**77.65**	**75.15**	**80.10**	**0.00**	**46.81**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**99.99**	**67.23**	**26.13**

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa:

$$\left(s_{y.1,2,3,..,k}\right) = \sqrt{\frac{\sum(y-\hat{y})^2}{n-k-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{935.11}{20 - 2 - 1}}$$

$$= \sqrt{55.04} = 7.42$$

Kemudian nilai $\sum p_1^2$ dan nilai $\sum p_2^2$ masing-masing adalah 1344.55 dan 522.55.

Selanjutnya, untuk melakukan uji t juga perlu diketahui nilai korelasi antara variabel independen (r_1 dan r_2). Langkah-langkah untuk melakukan perhitungan nilai r_1 dan r_2 dapat dilihat pada pembahasan Bab Analisis Korelasi pada bab sebelumnya. Perhitungan korelasi menunjukkan bahwa nilai r_1 dan r_2 adalah 0.08.

Langkah selanjutnya untuk melakukan uji t adalah dengan menghitung simpangan baku (S_{bk}) masing-masing koefisien persamaan regresi yang dihasilkan dari analisis regresi berganda yang telah dilakukan. Dengan demikian, maka nilai S_{b1} dan S_{b2} adalah:

$$s_{\beta 1} = \sqrt{\frac{s_{y.1}}{(\sum p_1^2)(1 - r_1^2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.42}{1344.55(1 - 0.007)}}$$

$$= \sqrt{0.006}$$
$$= 0.07$$

$$s_{\beta 2} = \sqrt{\frac{s_{y.2}}{(\sum p_2^2)(1 - r_2^2)}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.42}{522.55(1 - 0.007)}}$$

$$= \sqrt{0.014}$$
$$= 0.12$$

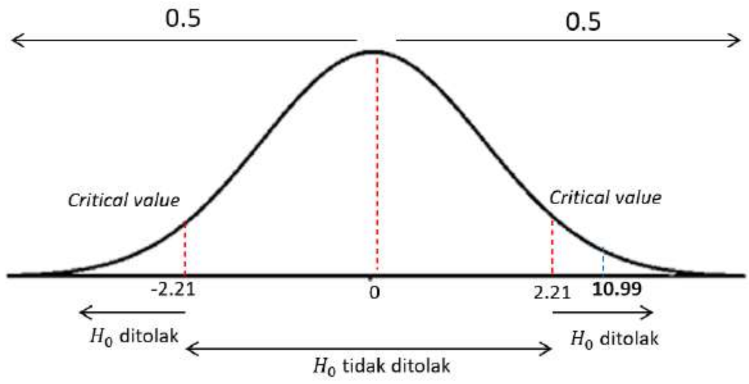
Maka nilai t_{Hitung} untuk variabel independen pertama (t_1) dan variabel independen kedua (t_2) adalah:

$$t_1 = \frac{b_1}{s_{\beta 1}}$$
$$= \frac{0.82}{0.07} = 10.99$$

$$t_2 = \frac{b_2}{s_{\beta 2}}$$
$$= \frac{-0.06}{0.12} = -0.5$$

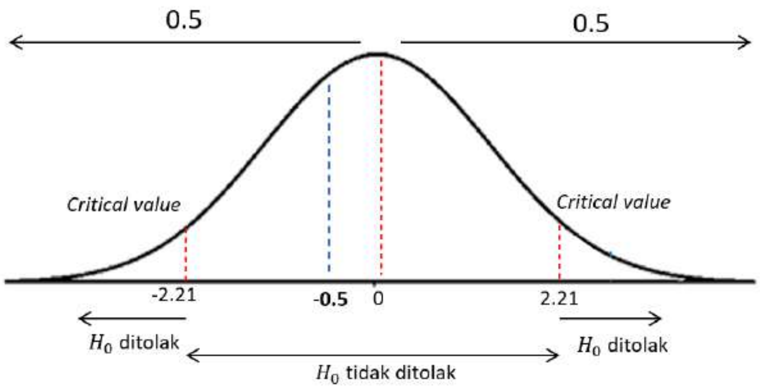
Dengan menggunakan tabel t (tabel t terlampir) dapat diperoleh nilai t_{Tabel}. Jika nilai alpha (α) yang dipakai adalah 5 persen, hipotesis *two tail* dan nilai $df = 17\ (n - k - 1)$, maka dapat diperoleh nilai t_{Tabel} sebesar 2.21. Dengan nilai t_{Hitung} dan t_{Tabel} untuk masing-masing variabel independen yang digunakan telah diketahui, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Variabel indpenden pertama, nilai mata kuliah matematika (x_1):



Nilai t hitung sebesar 10.99, lebih besar daripada nilai t tabel (10.99 > 2.21) sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa nilai mata kuliah matematika berpengaruh signifikan terhadap nilai mata kuliah statistika.

Variabel indpenden kedua, nilai mata kuliah bahasa (x_2):



Nilai t hitung sebesar -0.5, lebih kecil (nilai mutlak) daripada nilai t tabel pada sisi negatif (-0.5 < -2.21) sehingga gagal menolak H_0 dan dapat disimpulkan bahwa nilai mata kuliah bahasa tidak berpengaruh terhadap nilai mata kuliah statistika.

E. Interpretasi Hasil Estimasi Regresi Linear Berganda

Berdasarkan perhitungan koefisien dan persamaan regresi linear berganda yang telah dilakukan, nilai β_0, β_1 dan β_3 telah diketahui, sehingga persamaan regresinya adalah sebagai berikut:

$$y = 66.10 + 0.82x_1 - 0.66x_2$$

dimana x_1 adalah nilai mata kuliah matematika, sedangkan x_2 adalah nilai mata kuliah Bahasa. Persamaan regresi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1) Konstanta/β_0 (66.10):
   Jika mahasiswa tidak mengikuti mata kuliah matematika dan bahasa (nilai mata kuliah matematika dan mata kuliah bahasa nol),

maka estimasi nilai mata kuliah statistika adalah 66.10. *Cateris paribus.*

2) Koefisien variabel nilai mata kuliah matematika/β_1 (0.82):
Jika nilai mata kuliah matematika meningkat sebesar satu, maka nilai mata kuliah statistika akan meningkat sebesar 0,82. *Cateris paribus.*

3) Koefisien variabel nilai mata kuliah bahasa/β_2 (0.66):
Jika nilai mata kuliah bahasa meningkat sebesar satu, maka nilai mata kuliah statistika akan meningkat sebesar 0.66. *Cateris paribus.*

ASUMSI GAUSS-MARKOV DAN ASUMSI KLASIK DALAM REGRESI LINEAR BERGANDA (DATA *CROSS SECTION*)

Sebelum melakukan analisis regresi linear berganda, terdapat beberapa kondisi/asumsi yang perlu terpenuhi agar tidak terdapat bias pada hasil estimasi regresi linear berganda yang dilakukan. Pemenuhan asumsi tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan estimasi yang tidak bias, efisien dan merupakan *best linear unbiased estimator* (BLUE). Jika kondisi Gauss-Markov terpenuhi, maka estimasi regresi linear berganda dapat dikatakan valid dalam pendugaan koefisien. Asumsi-asumsi tersebut terbagi menjadi dua yaitu asumsi gauss-markov (*gauss-markov assumption*) dan asumsi klasik (*clasical linear assumption*).

Asumsi gauss-markov terdiri dari lima asumsi, yaitu (1) *Linear in Parameter*; (2) *Random Sampling*; (3); *No Perfect Colinearity*; (4) *Zero Conditional Mean* dan (5) *Homoskedasticity*. Sedangkan asumsi klasik pada regresi linear berganda meliputi lima asumsi gauss-markov dengan tambahan satu asumsi yaitu (6) *Normality*. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing asumsi gauss-markov dan asumsi klasik pada estimasi regresi linear berganda:

A. *Linear in Parameter*

Linear in parameter berarti bahwa parameter yang digunakan didalam estimasi regresi linear berganda berbentuk linear, bukan dalam bentuk kuadrat, kubik, logaritma, akar pangkat dan lain sebagainya. Parameter dalam estimasi regresi linear berganda sendiri berarti nilai estimasi yang dihasilkan pada estimasi regresi yang dilakukan $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$. Parameter juga dapat didefinisikan sebagai nilai konstanta dan nilai koefisien yang dihasilkan dari hasil estimasi regresi linear berganda.

Sebagai contoh, berikut adalah model estimasi regresi linear berganda:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + e$$

Agar asumsi gauss-markov terpenuhi, maka nilai β_0, β_1 dan $\beta_2$harus berbentuk linear. Meskipun model tersebut menggambarkan hubungan kuadratik antara x_2 dan y, namun asumsi ini menenkankan linearitas pada parameter dan bukan linearitas pada variabel yang digunakan. Apabila asumsi linear in parameter tidak berhasil dipenuhi maka hasil estimasi regresi linear berganda akan bias dan estimator yang dihasilkan dari estimasi regresi linear berganda bukan merupakan estimator BLUE.

B. *Random Sampling*

Asumsi ini mensyaratkan bahwa sampel yang digunakan sebagai objek penelitian diambil secara random ataupun acak. Terdapat beberapa metode *random sampling* yang dapat digunakan untuk pengambilan sampel, beberapa metode *random sampling* tersebut sudah kita pelajari pada pembahasan Bab Metode Sampling.

Tujuan adanya syarat *random sampling* dalam pengambilan sampel ialah agar sampel yang diambil dapat mewakili populasi dari objek penelitian yang digunakan. Apabila asumsi *random sampling* tidak berhasil dipenuhi maka hasil estimasi regresi linear berganda akan bias dan estimator yang dihasilkan dari estimasi regresi linear berganda bukan merupakan estimator BLUE.

C. *No Perfect Colinearity*

No perfect colinearity atau biasa disebut juga dengan multikolinearitas adalah asumsi klasik regresi linear berganda yang menyatakan bahwa masing-masing variabel independen yang digunakan didalam model estimasi regresi linear berganda tidak saling memiliki korelasi yang sempurna. Korelasi sempurna yang dimaksud disini ialah hubungan yang kuat antara masing-masing variabel independen yang digunakan didalam estimasi regresi linear berganda. Pembahasan detail terkait korelasi dapat dilihat pada pembahanan Bab Analisis Korelasi.

Apabila asumsi *no perfect colinearity* gagal untuk terpenuhi maka estimator yang dihasilkan oleh estimasi regresi linear berganda masih bersifat BLUE namun memiliki varian dan kovarian yang besar, sehingga akan sulit dipakai sebagai acuan untuk alat estimasi. Kemudian interval estimasi cenderung lebar dan nilai statistik uji t akan kecil, hal ini menyebabkan variabel independen tidak signifikan secara statistik dalam mempengaruhi variabel independen.

D. *Zero Conditional Mean*

Zero conditional mean ialah asumsi yang menyatakan bahwa variabel independen yang digunakan didalam model estimasi regresi linear berganda $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ tidak memiliki hubungan dengan nilai *error* (residual) atau variabel-variabel lain yang pada dasarnya berpengaruh terhadap nilai variabel dependen namun tidak dimasukan kedalam model. Asumsi *zero conditional mean* dapat digambarkan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + e$$

dimana asumsi *zero conditional mean* akan terpenuhi jika $cov(x_1, e) = 0$ dan $cov(x_2, e) = 0$. Dengan kata lain asumsi *zero conditional mean* akan terpenuhi jika nilai x_1 tidak memiliki hubungan dengan e dan nilai x_2 tidak memiliki hubungan dengan e.

Jika variabel independen yang digunakan tidak memiliki permasalahan *zero conditional mean* $(cov(x, e) \neq 0)$, maka variabel tersebut dapat dikategorikan eksogen (*exogenous explanatory variabels*). Namun, jika variabel independen yang digunakan memiliki permaslahan *zero conditional mean* $(cov(x, e) = 0)$, maka variabel tersebut juga memiliki permasalahan endogenitas (*endogenous explanatory variabels*). Apabila asumsi *zero conditional mean* tidak berhasil dipenuhi maka hasil estimasi regresi linear berganda akan bias dan estimator yang dihasilkan dari estimasi regresi linear berganda bukan merupakan estimator BLUE.

E. *Homoscedasticity*

Homoskedastisitas (*homoscedasticity*) adalah kondisi ketika nilai *error*/residual dari hasil estimasi regresi linear berganda memiliki varians yang cenderung konstan. Asumsi homoskedatisitas mensyaratkan bahwa varians dari *error*/residual tidak memiliki ketergantungan terhadap variabel independen yang digunakan didalam model. Secara matematis, asumsi *homoskedastisitas* dapat digambarkan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut:

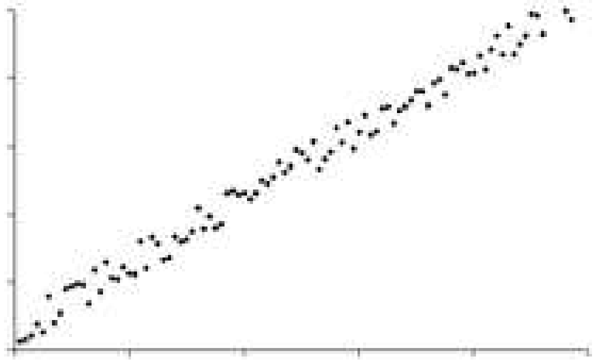
$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + e$$

dimana asumsi homoskedastisitas akan terpenuhi jika:

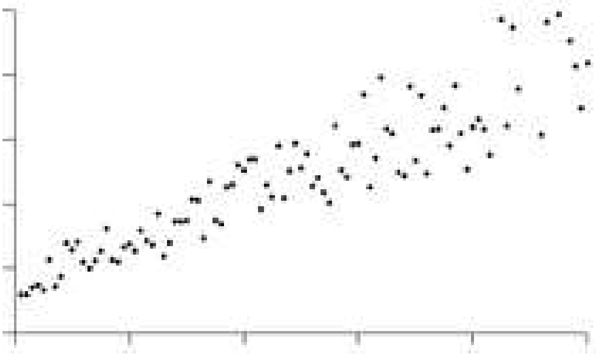
$$var(e|x_1, x_2^2) = \sigma^2$$

Jika varians dari nilai *error/residual* berubah dengan adanya perubahan dari variabel penjelas, maka asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi dan terjadi pelanggaran asumsi berupa heteroskedastisitas (*heteroscedastisity*). Heteroskedastisitas adalah ketidaksamaan varians dari *error*/residual untuk semua pengamatan pada model regresi linear berganda. Secara visual homoskedastisitas dan heteroskedastisitas dapat dilihat berdasarkan gambar berikut:

Gambar 11.1: Ilustrasi Homoskedastisitas



Gambar 11.2: Ilustrasi Heteroskedastisitas



Secara visual, titik-titik sebaran nilai *error*/residual pada *scatter plot* yang menunjukkan gambar homoskedastisitas memiliki pola yang homongen dan cenderung memiliki nilai konstan. Sedangkan pada *scatter plot* yang menunjukkan gambar heteroskedastisitas, titik-titik cenderung tidak konstan dan menyebar. Apabila homoskedastisitas tidak berhasil dipenuhi maka hasil estimasi regresi linear berganda akan tidak akan bias, hanya saja estimator dari estimasi regresi linear berganda yang dilakukan akan memiliki varians yang besar sehingga estimator yang dihasiilkan bukan merupakan estimator BLUE.

F. *Normality*

Normality atau biasa juga disebut dengan normalitas adalah asumsi yang menyatakan bahwa *error*/residual yang dihasilkan dari estimasi regresi linear berganda terdistribusi normal. Distribusi normal sendiri merupakan sebuah fungsi probabilitas yang menunjukkan distribusi atau penyebaran suatu variabel, distribusi normal umumnya dibuktikan oleh sebuah kurva/grafik simetris yang disebut kurva lonceng (*bell shaped curve*). Distribusi normal menunjukkan distribusi yang merata yang ditandai dengan kurva yang memuncak pada bagian tengah dan melandai di kedua sisinya dengan nilai yang setara. Pembahan mengenai kurva distribusi normal secara detail dapat dilihat pada Bab Kurva Distribusi Frekuensi.

Berdasarkan persamaan regresi berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + e$$

maka nilai e harus independen terhadap variabel penjelas (variabel independen) yang digunakan didalam model. Selanjutnya, distribusi normal ditandai dengan nilai rata-rata dari $error$/residual adalah nol dan varians dari erorr/residual mendekati nol atau $variance\,\sigma^2$: $e \sim normal(0, \sigma^2)$. Asumsi normalitas perlu dipenuhi sebagai syarat dilakukannya uji hipotesis (uji t dan uji F) untuk melihat signifikansi dari masing-masing variabel independen yang digunakan dan juga signifikansi persamaan regresi dari hasil estimasi regresi linear berganda yang dilakukan.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Z

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000

Lampiran 2: Tabel t

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	**0.50**	**0.25**	**0.20**	**0.15**	**0.10**	**0.05**	**0.025**	**0.01**	**0.005**	**0.001**	**0.0005**
two-tails	**1.00**	**0.50**	**0.40**	**0.30**	**0.20**	**0.10**	**0.05**	**0.02**	**0.01**	**0.002**	**0.001**
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										

Lampiran 3: Tabel F

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41	2.30	2.21	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40	2.28	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.87
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.86
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39	2.27	2.18	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.85
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38	2.26	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.05	2.00	1.96	1.92	1.89	1.87	1.84
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.04	2.00	1.96	1.92	1.89	1.86	1.84
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.16	2.09	2.04	1.99	1.95	1.91	1.88	1.86	1.83
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.99	1.95	1.91	1.88	1.85	1.83
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.24	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.85	1.82
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.84	1.82
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.86	1.84	1.81
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.86	1.84	1.81
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.86	1.83	1.81
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.22	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.85	1.83	1.80
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.83	1.80
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.80
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.79
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	2.00	1.95	1.91	1.87	1.84	1.82	1.79
82	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	2.00	1.95	1.91	1.87	1.84	1.81	1.79
83	3.96	3.11	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.91	1.87	1.84	1.81	1.79
84	3.95	3.11	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.95	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
85	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
86	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.21	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.78
87	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.20	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.87	1.83	1.81	1.78
88	3.95	3.10	2.71	2.48	2.32	2.20	2.12	2.05	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.81	1.78
89	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78
90	3.95	3.10	2.71	2.47	2.32	2.20	2.11	2.04	1.99	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
91	3.95	3.10	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.94	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78
92	3.94	3.10	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.94	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78
93	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.78
94	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.83	1.80	1.77
95	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.20	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.86	1.82	1.80	1.77
96	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.19	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.80	1.77
97	3.94	3.09	2.70	2.47	2.31	2.19	2.11	2.04	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.80	1.77
98	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
99	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.98	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.82	1.79	1.77
101	3.94	3.09	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
102	3.93	3.09	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
103	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76
104	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76
105	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.85	1.81	1.79	1.76
106	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.19	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.76
107	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.18	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.76
108	3.93	3.08	2.69	2.46	2.30	2.18	2.10	2.03	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
109	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
110	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
111	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
112	3.93	3.08	2.69	2.45	2.30	2.18	2.09	2.02	1.96	1.92	1.88	1.84	1.81	1.78	1.76
113	3.93	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.92	1.87	1.84	1.81	1.78	1.76
114	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
115	3.92	3.08	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
116	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75
117	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75
118	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75
119	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.78	1.75
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.78	1.75
121	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
122	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
123	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
124	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
126	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.87	1.83	1.80	1.77	1.75
127	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.86	1.83	1.80	1.77	1.75
128	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.95	1.91	1.86	1.83	1.80	1.77	1.75
129	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
130	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
131	3.91	3.07	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.80	1.77	1.74
132	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
133	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
134	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.83	1.79	1.77	1.74
135	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.77	1.74

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
136	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.77	1.74
137	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.17	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
138	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.16	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
139	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.16	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
140	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.16	2.08	2.01	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
141	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.16	2.08	2.00	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
142	3.91	3.06	2.67	2.44	2.28	2.16	2.07	2.00	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
143	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
144	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.95	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
145	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.94	1.90	1.86	1.82	1.79	1.76	1.74
146	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.94	1.90	1.85	1.82	1.79	1.76	1.74
147	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.94	1.90	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
148	3.91	3.06	2.67	2.43	2.28	2.16	2.07	2.00	1.94	1.90	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
149	3.90	3.06	2.67	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
151	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
152	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73
153	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.78	1.76	1.73
154	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.78	1.76	1.73
155	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.78	1.76	1.73
156	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.76	1.73
157	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.76	1.73
158	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
159	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
160	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
161	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
162	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
163	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
164	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
165	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.07	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
166	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.07	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
167	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.06	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
168	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.06	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
169	3.90	3.05	2.66	2.43	2.27	2.15	2.06	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
170	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.94	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
171	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.85	1.81	1.78	1.75	1.73
172	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
173	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
174	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
175	3.90	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
176	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
177	3.89	3.05	2.66	2.42	2.27	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
178	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
179	3.89	3.05	2.66	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
180	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.77	1.75	1.72

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
181	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.77	1.75	1.72
182	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.77	1.75	1.72
183	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.77	1.75	1.72
184	3.89	3.05	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.81	1.77	1.75	1.72
185	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.75	1.72
186	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.75	1.72
187	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
188	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
189	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
190	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
191	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
192	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
193	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
194	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
195	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
196	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.15	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
197	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
198	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
199	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.99	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
201	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
202	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
203	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
204	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
205	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
206	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.72
207	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.77	1.74	1.71
208	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
209	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
210	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
211	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
212	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
213	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
214	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.88	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
215	3.89	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
216	3.88	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
217	3.88	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
218	3.88	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
219	3.88	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.77	1.74	1.71
220	3.88	3.04	2.65	2.41	2.26	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71
221	3.88	3.04	2.65	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71
222	3.88	3.04	2.65	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71
223	3.88	3.04	2.65	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71
224	3.88	3.04	2.64	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71
225	3.88	3.04	2.64	2.41	2.25	2.14	2.05	1.98	1.92	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.71

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, David. R., Sweeney, Dennis. J & Williams, Thomas. A. (2011). *Statistics for Business and Economics*. Australia: South Western.

Hidayatullah, Syarif. (2015). Cara Mudah Menguasai Statistik Deskriptif. Jakarta: Salemba Empat.

Irianto, Agus. (2009). Statistik: Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surkarta: Kencana.

Irianto, Agus. (2019). Statistik Konsep Dasar; Aplikasi, dan Pengembangannya. Surakarta: Kencana.

Kustituanto, Bambang. (2018). Statistika untuk Ekonomi dan Bisnis. Yogyakarta: BPFE.

Lind, Douglas A., Wathen, Samuel A & Marcal, William G. (2013). *Basic Statistics for Business and Economics*. New York: Mc Graw Hill Book Company.

Lind, Douglas. A., Marchal, William. G. & Wathen, Samuel. A. (2018). *Statistical Techniques in Business & Economics*, Seventh Edition. Boston: McGraw-Hill.

Maryati. (2001). Statistik Ekonomi dan Bisnis Plus. Yogyakarta: UPP AMPP YKPN.

Nurhasanah, Siti. (2015). Praktikum Statistika 1:Untuk Ekonomi & Bisnis. Jakarta: Salemba Empat.

Silaen, Sakti. (2010). Statistika Untuk Bisnis dan Ekonomi. Bogor: Mitra Wacana Media.

Simboolon, Hotman. (2009). Statistika. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sincich, Terry., McClave, James. T. & Bendon, P. George. (2000). *Statistics for Business and Economics*. New Jersey: Upper Saddle River.

Suharyadi & Purwanto. (2009). Statistika Ekonomi dan Keuangan Buku 1 Edisi 2. JakartaSalemba Empat.

Suharyadi & Purwanto. (2016). Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern, Edisi 3 Buku 1. Jakarta: Salemba Empat.

Suharyadi & Purwanto. (2016). Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern, Edisi 3 Buku 2. Jakarta: Salemba Empat.

Supranto. (2016). Statistik Teori & Aplikasi Edisi 8 Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Supranto. (2016). Statistik Teori & Aplikasi Edisi 8 Jilid 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Wonnacott, Thomas H. I & Wonnacott, Ronald J. (2004). *Introductory Statistics*. New York: Wiley.

Wooldridge, J. M. (2018). *Econometrics Introductory* (Sixth Edition). Cengange Learning.

TENTANG PENULIS

Ahmad Syahrul Fauzi, S.E., M.Sc merupakan pengajar pada Fakultas Ekonomika dan Bisnis Islam (FEBI) Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Mas Said Surakarta yang lahir di Ciamis pada tanggal 19 Juli 1994. Penulis menyelesaikan studi Strata Satu (S1) pada Program Studi Ekonomi Syariah FEBI UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta pada tahun 2016, kemudian penulis menyelesaikan studi Strata Dua (S2) pada Program Studi Magister Sains Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomika dan Bisnis (FEB) Universitas Gadjah Mada pada tahun 2021.

Sebelum berkarir sebagai pengajar di FEBI UIN Raden Mas Said, penulis juga sempat berkarir sebagai Pengajar Praktikum Statistika dan Praktikum Ekonometrika di FEBI UIN Sunan Kalijaga. Kemudian, penulis juga memiliki riwayat karir sebagai Tenaga Analis Data di Direktorat Keuangan Negara dan Analisis Moneter (KNAM) Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN) Republik Indonesia/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). Selain itu, penulis juga aktif menulis beberapa artikel dan karya ilmiah dengan bidang konsentrasi Ekonomi Pembangunan dan Ekonomi Islam.

STATISTIKA EKONOMI DAN BISNIS

PENDEKATAN TEORI DAN PRAKTIK

Penulisan buku ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan pemahaman terhadap beberapa metode statistik yang umum digunakan dalam dunia ekonomi dan bisnis. Hal ini menjadi sangat penting mengingat aktivitas ekonomi dan bisnis seringkali ber-hubungan dengan permasalahan perencanaan dan evaluasi, yang tidak bisa dipisahkan dari permasalahan pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan yang baik perlu dilengkapi dengan data dan analisis yang relevan, pembelajaran terkait metode statistik akan memberikan pemahaman dan penguasaan lebih terakit cara untuk menghasilkan data dan keputusan yang baik.

Buku ini disajikan dengan bahasa yang ringan dan mudah untuk dipahami. Pada masing-masing bab, terdapat pembahasan metode statistika yang umum digunakan dalam dunia ekonomi dan bisnis yang kemudian dirangkai dengan contoh soal, hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar pembaca dapat secara langsung melakukan praktik penggunaan metode statistika.

GERBANGMEDIA
www.gerbangmediaaksara.com

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN MAS SAID
SURAKARTA

ISBN: 978-623-6666-76-0
9 786236 666760