Statistik Parametrik Non-Parametrik

Untuk Penelitian Pendidikan dan Sosial lainnya

Statistik Parametrik Non-Parametrik

Untuk Penelitian Pendidikan dan Sosial lainnya

Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I.

Editor:

Dr. Hj. Mardiah Astuti, M.Pd.I.

KENCANA

STATISTIK PARAMETRIK NON-PARAMETRIK:
Untuk Penelitian Pendidikan dan Sosial Lainnya
Edisi Pertama

ISBN 978-602-422-209-3
17 x 24 cm
xii, 460 hlm
Cetakan ke-1, Agustus 2018

Kencana. 2018.0940

Penulis
Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I.

Editor
Dr. Hj. Mardiah Astuti, M.Pd.I.

Desain Sampul
Suwito

Penata Letak
Riefmanto

Penerbit
PRENADAMEDIA GROUP
(Divisi Kencana)
Jl. Tambra Raya No. 23 Rawamangun - Jakarta 13220
Telp: (021) 478-64657 Faks: (021) 475-4134
e-mail: pmg@prenadamedia.com
www.prenadamedia.com
INDONESIA

KATA SAMBUTAN

Prof. H.M. Sirozi, M.A., Ph.D.
Rektor dan Guru Besar UIN Raden Fatah Palembang

Sejarah perkembangan statistik sebagai ilmu memiliki rentang dan periodisasi yang cukup panjang. Di mulai dari kepentingan penggunaaan statistik oleh kerajaan Romawi dalam ekspansi militernya sampai kepada masa Pearson, Gosset, dan Fisher, membuktikan bahwa kebutuhan akan analisis data penelitian berbasis statistik sangat diperlukan. Saat ini disadari atau tidak, ilmu ini telah mengambil peran pada hampir sebuah bidang baik ilmu terapan maupun sosial. Keputusan-keputusan yang diambil baik oleh peneliti, politisi maupun pemerhati pendidikan dan sosial, seringkali diambil dari data yang dianalisis dengan menggunakan statistik.

Sebagai alat analisis, tentunya banyak persyaratan dan asumsi yang harus dipenuhi dalam statistik sehingga kesimpulan yang diambil memenuhi kaidah keilmiahan. Artinya, penggunaan statistik sebagai alat analisis data tanpa diikuti dengan pemahaman yang baik tentang persyaratan uji statistiknya dapat menyebabkan kesalahan dalam pengambilan keputusan. Menurut pengalaman akademik saya, tidak banyak buku yang membahas tentang persyaratan uji statistik sehingga dapat menjadi rujukan di kalangan mahasiswa S-1, S-2, dan S-3 serta peneliti lainnya yang berkecimpung dalam analisis data kuantitatif.

Buku yang ditulis oleh Saudara Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I., dengan judul *Statistika Untuk Penelitian Pendidikan dan Ilmu-ilmu Sosial*, memiliki kekhasan dibandingkan dengan buku-buku statistik lainnya. Pada awal buku yang membahas tentang pembagian desain penelitian kuantitatif dan kualitatif, jenis data dan variabel, serta desain eksperimen merupakan sajian pembuka bagi pembaca dan peneliti agar mengetahui persyaratan statistik yang ilmiah dapat dipenuhi. Tidak lupa penulis buku ini juga mencatat sejarah perkembangan ilmu statistik. Menjelaskan sejarah perkembangan statistik sangat membantu pembaca dalam membangun pengetahuan sejarah statistik yang jarang kita ketahui. Keunggulan lainnya dalam penulisan buku yang sulit saya temui pada buku statistik lainnya adalah pada BAB VII. Pada bab ini, diuraikan tentang uji asumsi klasik seperti normalitas, homogenitas, linieritas, kolinieritas, otokorelasi, heterosdekastisitas, dan homosdekastisitas serta uji lanjut seperti uji Dunnet, Tukey, Scheffe, dan sebagainya. Menurut saya, inilah kekuatan utama dari buku ini yang jarang dijumpai dari buku statistik lainnya.

Akhirnya, saya mengucapkan selamat dan ucapan terima kasih baik secara pribadi maupun sebagai Rektor UIN Raden Fatah Palembang kepada saudara Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I., sebagai penyusun buku ini. Selamat, Anda telah memasuki dan fokus dalam dunia akademik. Selain ilmu yang kita ajarkan kepada mahasiswa, sesungguhnya buku merupakan warisan kepada mereka yang sifatnya abadi. Semoga karya ilmiah ini dapat berkontribusi dalam khazanah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang statistik.

Sekian dan terima kasih. Salam Sukses!

Palembang, November 2017

Prof. H.M. Sirozi, M.A., Ph.D.
Rektor dan Guru Besar UIN Raden Fatah, Palembang

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur *alhamdulillah*, sebagai wujud rasa syukur penulis ke hadirat Allah SWT karena telah melimpahkan karunia serta kesehatan dan segala keterbatasan pengetahuan dapat menyelesaikan penulisan buku ini. Teriring selawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi umat manusia dengan Sunnah dan Hadisnya.

Buku ini merupakan buku kedua yang penulis susun sesuai dengan disiplin keilmuan yaitu Penelitian dan Evaluasi Pendidikan (PEP) di Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Buku pertama berjudul *Pengantar Evaluasi Pendidikan*, ditulis pada saat menyelesaikan disertasi. Pengalaman menulis buku pertama memberikan pembelajaran yang sangat bermakna bahwa menulis itu sesungguhnya tidak sesulit yang dibayangkan sebelumnya. Buku kedua dengan judul *Statistika untuk Penelitian Pendidikan dan Ilmu-ilmu Sosial,* diinspirasi oleh pengalaman menulis buku sebelumnya.

Ada beberapa alasan mengapa penulis memberanikan diri untuk menulis buku statistik di antara buku-buku statistik lainnya. Pengalaman mengajar dan berinteraksi dengan mahasiswa dalam mata kuliah "Metodologi Penelitian dan Statistik", penulis merasakan mahasiswa belum mampu memahami teks-teks buku statistik secara utuh. Sering pula terlihat mahasiswa masih kesulitan dalam memilih rumus statistik dalam analisis data kuantitatif. Ini disebabkan karena mereka belum mampu membedakan desain penelitian korelasional serta komparatif, jenis data dan variabel penelitian. Implikasinya adalah kualitas tulisan karya ilmiah mahasiswa dalam bentuk makalah dan skripsi masih jauh dari kaidah-kaidah metodologi penelitian dan penggunaan rumus-rumus statistik.

Untuk itu, penulis berusaha untuk membahas secara komprehensif mengenai penggunaan rumus statistik. Pada bagian uji statistik satu sampel selain dibahas uji t dan uji z sebagai statistik parametrik, juga dibahas rumus uji bertanda Wilcoxon, Binomial, Uji Kecocokan Kai Kuadrat, dan sebagainya. Pada bagian uji perbandingan atau komparatif, selain uji t, juga dibahas Mann Whitney, Kolmogorov-Smirnov sebagai bagian dari statistik non-parametrik. Pada analisis varian juga dibahas uji Kruskall-Wallis, Uji Siegel Tukey dan uji lainnya. Pada desain korelasional, selain membahas rumus uji Product Moment sebagai statistik Parametrik, juga dibahas uji bertingkat Spearman, Kendall Tau, Uji Koefisien Kontingensi dan Point Biserial sebagai bagian statistik parametrik. Tidak lupa untuk memperkaya khazanah penelitian, sengaja di awal pembahasan penulis menyajikan tentang ilmu yang berkaitan dengan metodologi penelitian dengan harapan pembaca mendapatkan pengetahuan metodologi penelitian yang menurut penulis sangat erat kaitannya dengan statitik. Di akhir buku ini juga disajikan pembahasan tentang analisis regresi dan analisis jalur yang *insya Allah* memberikan pengetahuan kepada pembaca dalam mengolah data multivariat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada guru, dosen serta pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian buku ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Djaali. Beliau membuka wawasan penulis dalam bidang statistik dan metodologi penelitian. Juga kepada Prof. Dr. Yetti Supriyati, M.Pd., Prof. Dr. Gaguk Margono dan Dr. Yayuk Wardani serta dosen-dosen lainnya yang telah memberikan ilmunya kepada penulis pada saat mengikuti program doktoral Prodi PEP. Ucapan terima kasih juga kami ucapkan kepada Prof. DR. H. Aflatun Muchtar, M.A., sebagai pembimbing yang selalu memberikan nasihat kepada kami. Rasa hormat disampaikan kepada Rektor UIN Raden Fatah Palembang, Bpk. Prof. Drs. H.M. Sirozi, Ph.D., yang telah berkenan memberikan kata pengantarnya di dalam buku ini. Tidak lupa pula kepada sahabat-sahabat yang telah memberikan masukan dan motivasi baik secara langsung maupun tidak kepada penulis.

Rasa terima kasih yang tidak dapat diungkapkan dengan kata-kata, tetapi dengan sepenuh hati dan jiwa, penulis sampaikan kepada orangtua kami Bapak H. Jasman Nul Karim dan Ibu Hj. Emi Jamaan. Beliau berdua telah mewariskan semangat dan mengajarkan untuk tidak menyerah dalam situasi dan kondisi apa pun dalam menuntut ilmu. Kepada istriku Dr. Hj. Mardiah Astuti, M.Pd.I., yang menjadi sumber energi di kala penulis merasa kelelahan dalam menulis. Terima kasih atas secangkir teh hangat dan pisang gorengnya di waktu sore hari. Anak-anakku, M. Fahmi Nurusman, Fadilah Aisyah Nurusman dan Hilal Avicenna Nurusman, kalianlah yang menjadi sumber inspirasi dalam menulis buku ini. Persembahan khusus kepada kedua mertua saya Drs. H. Usman Nursach (alm.) dan Hj. Siti Nursangkut (almh.). Teriring doa kepada mereka berdua. *Allahummaghfirlahuma warhamhuma wa'afihima wa'fu'anhuma.*

Akhirnya, penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa yang tengah menyelesaikan pendidikan S-1, S-2, dan S-3 serta peneliti-peneliti lainnya yang berkecimpung dalam analisis data kuantitatif. Penulis sangat menyadari bahwa banyak kekurangan yang dijumpai di dalam penulisan buku ini. Untuk itu masukan dan saran yang konstruktif penulis harapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan serta untuk karya akademik peneliti selanjutnya.

Palembang, November 2017

Dr. H. Fajri Ismail, M.Pd.I.

DAFTAR ISI

BAB
1

KONSEP DASAR STATISTIK

A. DESAIN PENELITIAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF

Di dalam penelitian, karakteristik serta pendekatan dan metodologi terbagi menjadi dua yaitu kuantitatif dan kualitatif. Kedua pendekatan penelitian ini memiliki ciri khas yang berbeda baik pengertian, desain, instrumen pengumpulan data dan analisisnya. Bagi seorang peneliti memilih desain penelitian haruslah didasarkan kepada permasalahan penelitian, setting dan objek, teori yang mendasarinya, tujuan yang diharapkan, keinginan dan kemampuan peneliti itu sendiri.

1. Penelitian Kuantitatif

Pendekatan kuantitatif adalah pendekatan tradisional karena metode ini telah lama digunakan di dalam penelitian. Borg dan Gall (2007) mengatakan bahwa penelitian ini merupakan sinonim dari penelitian positifisme. Pengertian positifisme yang menjadi landasan desain penelitian kuantitatif menurut Sugiono (2010) adalah suatu filsafat yang memandang realitas/gejala/fenomena itu dapat diklasifikasikan, relatif tetap, konkret, teramati, terukur, dan hubungan gejala bersifat sebab akibat. Untuk itu biasanya pendekatan penelitian ini bersandar kepada kevalidan populasi dan sampel yang digunakan, adanya dugaan awal atau hipotesis, data berupa angka yang kemudian dianalisis dengan menggunakan statistika.

Creswell (2012) menjelaskan secara komprehensif karakteristik pendekatan penelitian kuantitatif, yaitu:

1) Masalah penelitian merupakan hubungan antar variabel dan dijelaskan secara deskriptif.
2) Hipotesis yang dibuat berdasarkan teori-teori atau postulat yang telah ada.
3) Rumusan masalah dan hipotesis harus spesifik, terbatas, terukur dan dapat diobservasi.
4) Pengumpulan data penelitian melalui instrumen penelitian berupa tes (pertanyaan) dan non-tes (respons).

5) Analisis data baik pada desain penelitian komparatif maupun korelasional menggunakan statistik.
6) Penulisan laporan penelitian dengan menggunakan standar jelas dan baku, memiliki kriteria evaluasi, objektif, dan tidak bias.

Penelitian kuantitatif menurut definisi di atas, memiliki karakteristik di antaranya: 1) memiliki variabel penelitian, 2) data bersifat kuantitatif atau berupa angka, 3) membutuhkan teori sebagai pondasi penelitian, 4) hipotesis dibuat berdasarkan teori yang ada dan disusun secara spesifik, 5) instrumen pengumpulan data yaitu tes dan non tes, dan 6) menggunakan uji statistik untuk membuktikan hipotesis yang dibuat pada awal penelitian.

Sugiono (2010) menjelaskan lebih lanjut kapan penelitian kuantitatif digunakan sebagai desain penelitian, yaitu:
1) Bila masalah yang merupakan titik tolak penelitian sudah jelas.
2) Bila peneliti ingin mendapatkan informasi yang luas dari suatu populasi. Metode kuantitatif cocok digunakan untuk mendapatkan informasi yang luas tetapi tidak mendalam.
3) Bila ingin diketahui pengaruh perlakuan/*treatment* tertentu terhadap yang lain. Untuk kepentingan ini metode eksperimen paling cocok digunakan.
4) Bila peneliti bermaksud menguji hipotesis penelitian. Hipotesis penelitian dapat berbentuk hipotesis deskriptif, komparatif, dan asosiatif.
5) Bila peneliti ingin mendapatkan data yang akurat berdasarkan fenomena yang empiris dan dapat diukur.
6) Bila ingin menguji terhadap adanya keragu-raguan tentang validitas pengetahuan, teori dan produk tertentu.

Dari penjelasan di atas diperoleh pengertian bahwa pendekatan penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang menghubungkan atau membandingkan satu variabel dengan variabel lain, data yang dihasilkan bersifat numerik atau angka, memiliki hipotesis sebagai dugaan awal penelitian, instrumen pengumpulan data melalui tes dan non tes, analisis data menggunakan statistika, dan hasil penelitian atau kesimpulan dapat mewakili populasi.

2. Penelitian Kualitatif

Pendekatan penelitian ini lahir setelah penelitian kuantitatif sehingga disebut sebagai penelitian postpositivisme. Penelitian ini berlangsung secara naturalistik tanpa intervensi dan perlakuan di dalamnya. Denzin dan Lincoln dalam Borg dan Gall (2007) mendeskripsikan pengertian kualitatif yaitu sebagai sebuah penelitian yang multimetode dalam menjelaskan masalah, melibatkan interpretasi peneliti, melakukan pendekatan secara naturalistik. Sugiono (2009) menjelaskan secara rinci pengertian penelitian kualitatif yaitu metode penelitian yang berlandaskan kepada filsafat postpositifisme, digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah di mana peneliti sebagai instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, analisis bersifat induktif/kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna daripada generalisasi.

Creswell (2012) menjelaskan secara rinci dan komprehensif karakteristik pendekatan penelitian kualitatif yaitu:

1) Mengeksplorasi masalah dan membangun pemahaman dari fenomena yang terjadi.
2) Tidak berdasarkan kepada teori yang ada. Teori yang digunakan hanya sebagai pembenaran masalah.
3) Tujuan penelitian dan masalah penelitian dirumuskan secara umum dan melibatkan pengalaman partisipan.
4) Pengumpulan data berdasarkan "perkataan" dari responden dengan jumlah yang tidak terlalu banyak.
5) Analisis data berdasarkan deskripsi dan motif dengan menggunakan analisis teks dan menafsirkan makna dari temuan penelitian.
6) Laporan penelitian bersifat fleksibel dan memunculkan subjektifitas peneliti sehingga penelitian dapat menjadi bias.

Penelitian kualitatif menurut para ahli di atas memiliki beberapa karakteristik di antaranya: (1) memiliki latar belakang alamiah (naturalistik); (2) masalah dibangun berdasarkan fenomena di lapangan; (3) teori digunakan bukan saja sebagai landasan akan tetapi untuk memperkaya dan mempertajam fenomena penelitian; (4) teknik pengumpulan data berupa wawancara, observasi dan dokumentasi; (5) penelitian bersifat fleksibel dan dapat berubah baik rumusan masalah maupun instrumen pengumpulan datanya; dan (6) analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif yang berasal dari teks.

Selanjutnya, metode penelitian kualitatif menurut Sugiono (2010) akan cocok digunakan jika dibandingkan dengan penelitian kuantitatif apabila:

1) Bila masalah penelitian belum jelas, masih remang-remang atau mungkin masih gelap. Kondisi semacam ini cocok diteliti dengan metode kualitatif karena peneliti kualitatif akan langsung kepada objek, melakukan penjelajahan dengan *grand tour question*, sehingga masalah akan ditemukan dengan jelas.
2) Untuk memahami makna dibalik data yang tampak. Gejala sosial sering tidak bisa dipahami berdasarkan apa yang diucapkan dan dilakukan orang. Setiap ucapan dan tindakan orang sering mempunyai makna tertentu.
3) Untuk memahami interaksi sosial. Interaksi sosial yang kompleks hanya dapat diurai kalau peneliti melakukan penelitian dengan metode kualitatif dengan cara ikut berperan serta, wawancara mendalam terhadap interaksi sosial tersebut. Dengan demikian akan dapat ditemukan pola-pola hubungan yang jelas.
4) Memahami perasaan orang. Perasaan orang sulit dimengerti kalau tidak diteliti dengan metode kualitatif, dengan teknik pengumpulan data wawancara mendalam dan observasi berperan serta untuk ikut merasakan apa yang dirasakan orang tersebut.

5) Untuk mengembangkan teori. Metode kualitatif paling cocok digunakan untuk mengembangkan teori yang dibangun melalui data yang diperoleh melalui lapangan.
6) Untuk memastikan kebenaran data. Data sosial sering sulit dipastikan kebenarannya. Dengan metode kualitatif, melalui teknik pengumpulan data secara triangulasi/gabungan, maka kepastian data akan lebih terjamin.
7) Meneliti sejarah perkembangan. Sejarah perkembangan kehidupan seseorang tokoh atau masyarakat akan dapat dilacak metode kualitatif.

Dari pengertian di atas, diperoleh kesimpulan bahwa penelitian kualitatif adalah penelitian yang bersumber dari fenomena dan fakta empiris yang bersifat natural tanpa rekayasa dan intervensi peneliti, sumber data diperoleh dari wawancara, observasi dan dokumen, analisis data bersifat kualitatif analitik, menafsirkan makna dan bukan deretan angka-angka, hasil penelitian diuraikan secara deskriptif naratif, dan kesimpulan penelitian tidak perlu digeneralisasikan karena setiap realitas yang terjadi begitu banyak dan kompleks serta selalu berubah.

B. SEJARAH STATISTIK DAN PENGERTIAN SERTA FUNGSINYA

Di dalam sejarah, statistik pada awalnya digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang berhubungan dengan ketatanegaraan. Sekarang statistik tidak lagi diartikan sebagai ketatanegaraan melainkan gambaran keadaan atau kondisi yang diwakili dan dianalisis dengan menggunakan angka-angka (kuantitatif). Dengan kata lain statistika merupakan data berupa angka-angka yang mampu menggambarkan, menyimpulkan dan memprediksi suatu masalah. Statistika telah mengambil peranan yang cukup besar bagi perkembangan dan pengembangan dunia modern. Jika pada awalnya statistika digunakan untuk kegiatan yang sangat terbatas, berkat ahli statistik seperti Karl Pearson dan Laplace, statistika telah merambah pada berbagai macam bidang baik ilmu alam, biologi, manajemen, psikologi, politik dan pendidikan.

1. Sejarah Ilmu Statistik

Penggunaan statitistik sebagai ilmu dan telah melahirkan ahli-ahli statistik memiliki sejarah yang cukup panjang. Penggunaan statistik dimulai pada masa Romawi ketika kaisar Agustinus memberikan perintah kepada seluruh kerajaan yang takluk dan berada di bawah kendalinya harus membayar pajak kepada dirinya. Bagi setiap kerajaan yang telah membayar pajak, harus melapor kepada statistikawan (pengumpul pajak) terdekat. Di Inggris, sejarah penggunaan statistika dilakukan pertama kali oleh William Sang Penakluk (dalam bahasa Perancis dikenal dengan nama *Guillaume le Conquérant).* Dia yang memerintahkan untuk melakukan pencacahan jiwa dan kekayaan di seluruh wilayah di Inggris untuk pengumpulan pajak dan militer. Semua hasil dicatat di dalam sebuah buku catatan yang dikenal dengan *Doomsday Book.* Dari keperluan inilah timbul teknik-teknik pencatatan yang berkaitan dengan angka-angka.

Pada tahun 1749, seorang ahli filsafat bernama Godfried Achenwall menggunakan istilah statistika pertama kali dengan nama *state* (negara). Istilah ini tertulis di dalam bukunya yang berjudul *Staatsverfassung der heutigen vornehmsten Europaischen Reiche und Volker im Grundrisse*. Kegiatan ini ditujukan untuk mengumpulkan data mengenai negara dan jumlah penduduknya dalam menunjang kegiatan pemerintahan. Pada tahun 1791–1799, seorang ahli hukum yang bernama Sir John Sinclair juga telah memperkenalkan istilah statistik. Karyanya yang paling fenomenal adalah *Statistical Account of Scotland* yang berisi informasi tentang pertanian dan industri, catatan tentang sejarah alam, dan statistik populasi. Namun sebelum Achenwall dan Sinclair, banyak ahli matematika yang dipandang sebagai pelopor lahirnya ilmu statistik.

Lomax (2001) secara singkat menjelaskan periodisasi sejarah lahirnya statistik dengan cara melacak pemikiran para ahli matematika yang secara tidak langsung memengaruhi lahirnya ilmu statistik. Menurutnya, statistik bermula pada dekade akhir tahun 1600 ketika muncul seorang ahli matematika yakni Blaise Pascal yang menemukan teori probabilitas atau teori peluang. Teori ini diawali dari pertanyaan oleh salah satu bangsawan Perancis, Chevalier de Mere yang merupakan seorang penjudi. Chevalier bertanya kepada Pascal tentang peluang dadu yang dilempar oleh dirinya jika ingin menang. Dari pertanyaan bangsawan kepada Pascal, bersama dengan Pierre de Fermat, Pascal mengembangkan satu cabang baru dari ilmu matematika yang dikenal dengan "hitung peluang" (*the theory of probability)*. Selain teori probabilitas, Pascal juga menemukan dan mengembangkan segitiga Pascal yang telah diajarkan semenjak sekolah dasar. Penemuan-penemuan Pascal dalam bidang matematika dianggap sebagai embrio lahirnya ilmu statistik abad modern.

Setelah Pascal, pada tahun 1800, tokoh lainnya yang berjasa mengembangkan ilmu statistik adalah Karl Friedrich Gauss. Tokoh ini menyempurnakan teori kurva normal yang dikenal dengan Kurva Gauss. Kurva ini menggambarkan distribusi normal dari sebuah data. Distribusi normal baku adalah distribusi normal yang memiliki rata-rata nol dan simpangan baku 1 (satu). Distribusi ini juga dikenal dengan kurva lonceng (*bell curve*) karena grafik fungsi kepekatan probabilitasnya menyerupai lonceng. Kurva inilah yang paling sering digunakan oleh para ahli statistik saat ini untuk menggambarkan kenormalan sebuah data. Namun sebelum Gauss, persamaan kurva ini pertama kali diumumkan pada tahun 1733 oleh de Moivre. Masalahnya adalah De Moivre sama sekali tidak tahu bagaimana menerapkan penemuannya tersebut pada data hasil percobaan. Karyanya ini tetap tidak diketahui sampai Karl Pearson menemukannya di suatu perpustakaan pada tahun 1924.

Sejarah lahirnya statistik induktif pada awal tahun 1900 dipelopori oleh salah satu ahli matematika dan menjadi bapak statistik yakni Karl Pearson. Ia dididik di University College School dan melanjutkannya di King's College, Cambridge pada 1876 untuk belajar matematika. Pada tahun 1879 dan 1880 ia mempelajari sastra Jerman di Universitas Berlin dan Heidelberg. Pearson menerapkan ilmu statistik dalam bidang ilmu hereditas dan proses evolusi biologi yang diterbitkan di jurnal Biometrika. Jurnal ini didirikan bersama dua ahli statistik lainnya yaitu Weldon dan Galton di mana objek kajiannya secara khusus tentang pengembangan teori statistik. Pearson mendirikan Departemen Statistika Terapan di University College London pada tahun 1911. Departemen ini kemudian menjadi jurusan statistika pertama kali di dunia untuk tingkat perguruan tinggi. Banyak pemikiran, ide dan rumus dari Pearson yang menjadi dasar perkembangan ilmu statistik. Sunaryo dkk., di dalam tulisannya menjelaskan bahwa dari tahun 1893 sampai 1912, Karl Pearson telah menulis 18 paper yang berisi tentang kontribusi matematika di dalam teori evolusi yang berbasiskan analisis regresi dan koefisien korelasi. Pada tahun 1900, Pearson menemukan uji Kai Kuadrat untuk tabel kontingensi 2 arah. Dalam menarik kesimpulan dengan menggunakan uji Korelasi dan Kai Kuadrat, Pearson menggunakan sampel besar (n>1000). Selain Kai Kuadrat penemuan rumus lainnya dalam bidang statistik adalah Simpangan Baku (*Standar Deviation*), *chi-distance*, P-value, teori tes hipotesis dan teori statistik keputusan, ukuran penyimpangan atau koefisien kemiringan dan kurtosis.

Jumlah sampel yang terlalu besar sebagaimana yang dilakukan oleh Pearson pada setiap penelitiannya dipandang menyulitkan bagi seorang peneliti. Untuk mengatasi permasalahan tersebut pada tahun 1906, murid Pearson yakni W.S. Gosset memperkenalkan salah satu rumus yang dikenal hingga saat ini yakni uji-t. Salah satu keunikan penggunaan rumus uji t adalah rumus ini dapat digunakan dengan menggunakan sampel dalam jumlah kecil. Rumus ini digunakan oleh Gosset untuk meneliti kualitas bir di perusahaannya yang bernama *Guinnes Brewery* di Irlandia. Sampel yang digunakan untuk menguji kualitas bir ini dalam skala kecil. Hasil uji sampel ini dimuat di dalam jurnal Biometika pada tahun 1908 dengan judul *Student*. Sebaran *t-student*, yang digunakan oleh para peneliti pada saat ini banyak digunakan untuk menguji parameter rataan dengan jumlah sampel kecil (n < 30).

Salah satu tokoh lainnya yang sangat memengaruhi sejarah perkembangan ilmu statistik adalah Fisher. Beliau dikenal sebagai pelopor statistik inferensial sebagaimana Karl Pearson. Pada tahun 1922, dia menulis dalam sebuah tulisan yang sangat terkenal dan berpengaruh terhadap perkembangan statistik yakni *Mathematical Foundations of Theoretical Statistics*. Fisher sebagai ahli statistik berjasa memperkenalkan penggunaan ilmu statistik dalam ilmu-ilmu lainnya seperti ilmu pertanian, biologi, dan genetika. Beberapa rumus yang diperkenalkan dalam bidang statistik di antaranya adalah analisis varian dan transformasi korelasi z. Di dalam statistik praktis, analisis varians menggunakan rasio F sebagai bentuk penghormatan kepada Fisher. Bentuk penghormatan lainnya, Fisher dianugerahi gelar *Baronet* oleh ratu Inggris sehingga ia berhak menyandang gelar Sir Ronald Fisher. Selain Fisher, pada tahun 1936 yakni Jersey Newman dan E.S. Pearson pada tahun 1938 mengemukakan Teori Pengujian Hipotesis yang sangat penting bagi perkembangan ilmu, pengetahuan dan teknologi (Hanafiah, 2010).

Di Indonesia, penyebaran ilmu statistik, di mulai dari jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian (IPB) Bogor. Pendirinya adalah Prof. Dr. Andi Hakim Nasoetion pada tahun 1972. Jurusan ini diyakini sebagai jurusan tertua dalam bidang statistika. Pada saat ini selain IPB, beberapa perguruan tinggi baik negeri maupun swasta lainnya turut membuka cabang atau prodi. Perguruan Tinggi Negeri yang membuka prodi statistika di antaranya adalah UGM, Unpad dan ITS. Sedangkan perguruan tinggi swasta adalah Unisba dan UII. Badan Pusat Statistik (BPS) sebagai salah satu badan di bawah naungan pemerintah juga membuat sekolah statistik untuk keperluan instansinya.

2. Perbedaan Statistik dan Statistika

Selama ini para pengguna ilmu statistik memberikan pengertian yang sama antara statistik dan statistika, padahal dalam aplikasinya kedua konsep ini memiliki perbedaan yang sangat mendasar. Kekeliruan penafsiran diakibatkan persepsi terhadap kedua pengertian ini, statistik dan statistika selalu berkaitan dengan analisis terhadap data berupa angka. Kekeliruan lainnya adalah adanya huruf "a" di belakang kata statistik yang tidak diketahui oleh pengguna ilmu statistik memiliki arti yang sangat luas dan sekaligus yang membedakan secara substansi dari kedua pengertian tersebut.

Kata "statistik" berasal dari kata *status* (bahasa Latin), *state* (bahasa Inggris), *staat* (bahasa Belanda), yang diartikan dalam bahasa Indonesia yakni negara. Kadir menjelaskan arti negara dapat ditafsirkan sebagai keadaan atau kondisi suatu negara beserta bidang-bidangnya seperti keadaan pendidikan, kesehatan, ekonomi, industri, hukum, pertanian, militer dan lain sebagainya. Menurut Somantri (2006) statistik diartikan sebagai kumpulan fakta yang berbentuk angka-angka yang disusun dalam bentuk daftar atau tabel yang menggambar suatu persoalan. Syamsuddin mengistilahkan statistik sebagai himpunan data yang berbentuk angka baik yang belum tersusun maupun yang sudah tersusun dalam daftar maupun yang disajikan dalam bentuk grafik.

Dari pengertian di atas diperoleh pemahaman bahwa statistik adalah kumpulan atau himpunan angka-angka baik yang belum tersusun maupun yang sudah di mana kumpulan angka tersebut disajikan dalam bentuk grafik atau tabel. Pengertian himpunan angka-angka yang belum tersusun memberikan penafsiran bahwa statistik dapat diartikan sebagai kumpulan angka-angka saja tanpa ada interpretasi di dalamnya. Sedangkan data atau angka statistik disajikan dalam bentuk grafik atau tabel, mengindikasikan bahwa statistik adalah bagian dari statistik deskriptif di mana analisis datanya hanya berupa mean, median, modus, dan standar deviasi saja.

Adapun pengertian statistika, di dalam bahasa Inggris disebut *statistics* (ditambah huruf "s" dibelakang *statistic*), menurut Sheskin (2004) merupakan cabang dari ilmu matematika yang mengharuskan adanya analisis data yang diperoleh dari sampel. Triola (tt) mendefinisikan statistik secara komprehensif yaitu ilmu tentang perencanaan dan percobaan, memperoleh data, dan kemudian mengatur, meringkas, menyajikan, menganalisis, menafsirkan, dan menarik kesimpulan berdasarkan data. Menurut Hadi (1975), statistik merupakan cara untuk mengolah data tersebut dan menarik kesimpulan-kesimpulan yang diteliti dan keputusan-keputusan logik yang berasal dari pengolahan data tersebut.

Beberapa definisi di atas dapat dijelaskan bahwa statistika adalah ilmu tentang: (1) bagaimana cara merencanakan dan memperoleh data; (2) bagaimana cara mengatur dan menyajikan data sebaik mungkin, dan 3) bagaimana menganalisis dan menafsirkan data sehingga diperoleh kesimpulan dan keputusan yang logik dan ilmiah.

Berdasarkan definisi di atas, dijelaskan pula tentang perbedaan mendasar dari statistik dan statistika, yakni: (1) berdasarkan tentang keilmuan statistika merupakan satu disiplin keilmuan sehingga seorang statistikawan harus memiliki ilmu statistik; (2) karena berkaitan dengan pengumpulan data, seorang ahli statistika diwajibkan pula untuk memahami ilmu lainnya yang terkait dengan statistika yakni metodologi penelitian; (3) jika statistika dapat diartikan sebagai sekumpulan angka yang dapat ditafsirkan atau tidak, di dalam statistika data tersebut harus dianalisis dan diinterpretasi; (4) penyajian data pada statistika tidak saja berhenti kepada penyajian dan analisis secara deskriptif, akan tetapi dilanjutkan secara inferensial; dan (5) dalam statistika diperlukan adanya penafsiran atau analisis data yang baik dan komprehensif sehingga diperoleh kesimpulan yang valid, sedangkan statistik hanya berupa penyajian data saja tanpa perlu diambil kesimpulan.

3. Fungsi dan Kegunaan Statistik

Guilford sebagaimana dikutip oleh Hadi (1975) mengungkapkan bahwa fungsi dari statistika dalam bidang penelitian adalah:

a) Alat untuk mencatat yang valid dan eksak terhadap data-data penelitian.
b) Memaksa peneliti menganut pola pikir dan pola kerja yang teratur.
c) Menyediakan cara-cara meringkas data ke dalam bentuk yang memiliki banyak arti sehingga membantu peneliti di dalam analisisnya.
d) Memberi panduan dan dasar di dalam menarik kesimpulan melalui proses-proses metode ilmiah.
e) Memberi landasan untuk meramalkan secara ilmiah tentang bagaimana suatu gejala akan terjadi dalam kondisi-kondisi yang telah diketahui.
f) Memungkinkan peneliti untuk menganalisa, menguraikan sebab-akibat yang kompleks dan rumit, yang tanpa statistik akan menjadi peristiwa yang membingungkan.

Adapun kegunaan statistika dalam bidang pendidikan dan sosial lainnya sebagai berikut:

1) Membantu penelitian dalam menggunakan sampel sehingga penelitian dapat bekerja efisien dengan hasil yang sesuai dengan objek yang ingin diteliti.
2) Membantu penelitian untuk membaca data yang telah terkumpul sehingga peneliti dapat mengambil keputusan yang tepat.
3) Membantu peneliti untuk melihat ada tidaknya perbedaan antara kelompok yang satu dengan kelompok yang lainnya atas objek yang diteliti.
4) Membantu peneliti untuk melihat ada tidaknya hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lainnya.

5) Membantu peneliti dalam menentukan prediksi untuk waktu yang akan datang.
6) Membantu peneliti dalam melakukan interpretasi atas data yang terkumpul. Pemerintah menggunakan statistika untuk menilai hasil pembangunan masa lalu dan merencanakan masa mendatang.
7) Pimpinan menggunakannya untuk pengangkatan pegawai baru, pembelian peralatan baru, peningkatan kemampuan karyawan, perubahan sistem kepegawaian, dsb.
8) Para pendidik sering menggunakannya untuk melihat kedudukan siswa, prestasi belajar, efektivitas metode pembelajaran, atau media pembelajaran.
9) Para psikolog banyak menggunakan statistika untuk membaca hasil pengamatan baik melalui tes maupun observasi lapangan.

4. Faktor Kesalahan dalam Analisis Statistik

Djarwanto (1990) mengungkapkan sebagai salah satu alat analisis dalam penelitian, terdapat kemungkinan kesalahan informasi dan kesimpulan yang diperoleh dalam menggunakan statistik. Menurutnya beberapa kesalahan tersebut di antaranya:

a. Kesalahan kebetulan

Kesalahan yang sifatnya tidak disengaja, misalnya kekeliruan dalam waktu mengukur, kekeliruan dalam waktu mencatat atau pada waktu memasukkan data dalam tabel.

b. Kesalahan sistematis

Kesalahan yang sifatnya disengaja, misalnya mungkin saja seseorang responden mengemukakan sesuatu yang salah atau tidak sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya. Berbagai macam kesalahan yang mungkin timbul dalam analisis statistik yaitu:

1) Bias

Kesalahan-kesalahan yang terjadi dalam penggunaan analisis statistik sebagian besar berupa bias (penyimpangan) yang tidak disadari oleh orang yang menggunakan data. Suatu hal yang hampir tidak mungkin bagi seseorang untuk bertindak secara objektif sempurna, sebab pengaruh unsur subjektif, misalnya pemikiran orang yang melakukan analisis akan memengaruhi hasil analisisnya dan atau memengaruhi pengumpulan data. Bias timbul hanya karena seseorang terlalu berlebihan atau sebaliknya dalam mempertimbangkan fakta yang mendukung penetapannya.

2) Data yang tidak komparabel

Penggunaan data yang juga dapat menimbulkan kesalahan adalah kurangnya untuk membuat perbandingan yang tertentu. Misalnya, perbandingan biaya hidup tiga puluh tahun yang lalu akan menimbulkan suatu persoalan tentang komparabilitas sebab banyak bagian-bagian biaya sekarang tidak ada atau bukan merupakan bagian yang penting pada tiga puluh tahun yang lampau. Di dalam bidang pendidikan, data menjadi tidak komparabel ketika seorang peneliti membandingkan dua sekolah yang tidak homogen atau setara. Pada desain penelitian eksperimen sederhana, data yang diperoleh akan sulit dikomparasi jika membandingkan dua sekolah di mana salah satu sekolah memiliki akreditasi A dan sekolah lainnya memperoleh akreditasi B.

3) Sampling yang tidak tepat
Sampling yang tidak benar atau kurang memadai akan juga menimbulkan kesalahan. Sebagian besar dari analisis statistik menggunakan sampel sebagai dasar mengambil kesimpulan yang akan diterapkan pada populasi dari mana sampel tersebut diambil. Apabila sampel tersebut diambil dengan cara-cara yang tepat, maka sampel diasumsikan memiliki sifat yang sama dengan populasi, namun apabila pengambilan sampel kurang memenuhi cara-cara yang tepat, maka hasil daripada analisis sampel tersebut tidaklah memiliki arti. Karena bukanlah hal yang mudah untuk mengambil sampel dengan tepat, maka ada bahaya besar bahwa analisis sampel ini tidak memberikan informasi yang tepat.

Selain kesalahan di atas, terdapat beberapa kesalahan lain yang timbul dalam analisis statistika yaitu:

- *Kesalahan dalam instrumen penelitian.*
  Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data atau informasi penelitian. Kedudukan instrumen di dalam penelitian sangatlah penting karena instrumenlah yang menjadi objek analisis statistika. Atau dengan kata lain statistika bekerja untuk mengolah data yang berasal dari instrumen penelitian. Kesalahan dalam membuat instrumen akan mengurangi derajat kevalidan sebuah data yang kemudian berimplikasi terhadap kevalidan dalam analisis statistik dan kesimpulannya.
- *Kemampuan pengetahuan yang dimiliki seorang peneliti.*
  Seyogyanya seorang peneliti harus membekali dirinya dengan pengetahuan dasar statistika yang baik. Seorang peneliti harus mampu membedakan antara statistika deskriptif dan inferensial, parametrik atau non-parametrik, korelasi dan komparasi, univariat, bivariat atau multivariat. Dengan memiliki pengetahuan yang baik terhadap ilmu dasar statistika akan memudahkan peneliti untuk memilih jenis statistika yang tepat untuk menganalisis hasil penelitiannya.

5. Statistik Deskriptif dan Inferensial

Penelitian dengan menggunakan pendekatan kuantitatif pasti menggunakan statistik di dalam menganalisis data hasil penelitiannya. Ada dua jenis statistik untuk membantu analisa data penelitian yakni statistik deskripsif dan inferensial:

a. Statistik Deskriptif

Statistika deskriptif menurut Huck (2012) sering kali disebut sebagai statistik univariat di mana statistika ini hanya digunakan untuk menganalisis satu variabel penelitian. Sheskin (2004) menjelaskan bahwa statistik deskriptif sebagai alat analisis untuk tujuan mendeskripsikan data tanpa menarik kesimpulan dan membuat prediksi. Kadir (2015) memberikan definisi yang sama tentang pengertian statistik deskriptif yakni pengumpulan, pengolahan, penganalisisan, dan penyajian sebagian atau seluruh data (pengamatan) tanpa pengambilan kesimpulan. Artinya adalah statistik deskriptif merupakan jenis statistik yang digunakan untuk menganalisis data pada satu variabel penelitian (univariat) tanpa menarik kesimpulan ataupun prediksi.

Supardi (2014) menjelaskan, didasarkan pada ruang lingkup bahasannya, statistik deskriptif mencakup:

(1) Penyajian data dalam bentuk tabel, seperti: tabel tunggal, tabel kontingensi, maupun tabel distribusi frekuensi.
(2) Penyajian data dalam bentuk grafik, seperti: diagram batang, diagram garis, diagram lingkaran, diagram pencar, diagram peta (kartogram), diagram simbol (piktogram), maupun diagram yang disajikan dari tabel distribusi frekuensi, yaitu: histogram, poligon frekuensi, dan ogive.
(3) Ukuran nilai pusat dan letak, seperti: rerata, median, modus, varian, simpangan baku, kuartil, desil, persentil, dan sebagainya.
(4) Ukuran dispersi atau simpangan, seperti: jangkauan atau rentang, rerata simpangan, variasi, simpangan baku, dan sebagainya.
(5) Model distribusi data, yaitu: kemencengan dan keruncingan kurva distribusi.
(6) Angka indeks.
(7) Time series/ deret waktu atau data berkala.

Dari penjelasan di atas dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa karakteristik statistik deskriptif terbagi menjadi tiga, yaitu: (1) berdasarkan penyajian data berupa tabel, grafik atau diagram; (2) analisis data menggunakan ukuran nilai pusat dan letak seperti rerata (mean), modus, median, kuartil, persentil. Berdasarkan ukuran dispersi atau simpangan berupa rentang, rerata simpangan, variasi, simpangan baku. Analisis lainnya dapat pula menggunakan angka indeks, *time series* atau deret waktu dan sebagainya; dan (3) untuk mengukur kenormalan data atau model distribusi data menggunakan kemencengan dan keruncingan distribusi.

b. Statistik Inferensial

Berbeda dengan statistik deskriptif, statistik inferensial merupakan statistik yang tidak saja menyajikan data secara deskriptif, akan tetapi fungsi dari statistik ini menarik sebuah kesimpulan. Artinya jika statistik deskriptif hanya melakukan analisis secara sederhana, statistika inferensial digunakan untuk menafsirkan data tersebut secara komprehensif dan pada akhirnya membuat sebuah kesimpulan. Untuk memperoleh sebuah kesimpulan, statistik inferensial tidak bertumpu pada satu variabel saja (univariat), akan tetapi statistik inferensial digunakan untuk membandingkan atau mengkorelasikan dua variabel (bivariat) atau lebih (multivariat).

Sheskin (2014) menjelaskan bahwa statistik inferensial merupakan statistik untuk membuat kesimpulan atau prediksi. Supardi (2014) mengatakan statistik inferensial disebut pula statistik induktif karena statistika ini mempelajari mengenai penafsiran dan kesimpulan yang berlaku secara umum dari data sampel yang tersedia. Pendapat senada diungkapkan oleh Coladarci dkk. (2011) yang mengatakan bahwa statistik inferensial merupakan statistik yang bertujuan untuk mengambil kesimpulan tentang populasi berdasarkan karakteristik sampel dari populasi. Peers (2006) mengatakan bahwa di dalam statistik inferensi ada dua karakteristik yang membedakannya dengan statistik deskriptif yaitu: estimasi dan hipotesis.

Estimasi adalah metode untuk memperkirakan nilai dari suatu populasi dengan menggunakan sampel. Sebagai contoh jika diketahui rata-rata nilai Ujian Nasional (UN) suatu sekolah di sebuah kota dari 150 siswa adalah 6,50, maka dapat diperkirakan rata-rata UN seluruh siswa di kota tersebut adalah 6,50. Sampel dalam statistika inferensi harus mewakili populasi secara representatif karena kesimpulan yang dibuat menjadi valid dan tidak bias. Untuk ukuran dalam populasi disebut parameter dan beberapa parameter dalam statistik dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.1. Ukuran Parameter

Ukuran	Populasi	Sampel
Jumlah anggota	N	n
Rata-rata	μ	x
Deviasi standar	σ	s
Varian	σ^2	s^2
Korelasi	ρ	r
Proporsi	Π	p

Adapun hipotesis adalah jawaban sementara yang masih menjadi praduga di dalam penelitian dan harus diuji kebenarannya. Misal, apabila rata-rata nilai UN sebuah kota tadi sebesar 6,5 (enam koma lima), apakah rata-rata nilai UN seluruh siswa di kota tersebut juga 6,5? Hipotesis ini yang mesti yang harus dicari jawabannya. Maka secara sederhana hipotesis diartikan sebagai dugaan sementara atau asumsi serta prediksi terhadap hasil penelitian.

Berdasarkan pengertian di atas bahwa statistika inferensial merupakan statistik yang memiliki estimasi sebagai perkiraan nilai dari populasi yang diwakili oleh sampel, hipotesis sebagai dugaan atau jawaban awal penelitian serta bertujuan untuk membuat suatu kesimpulan atau prediksi dari dua variabel atau lebih.

6. Statistik Parametrik dan Non-Parametrik

Di dalam statistika inferensial, terdapat dua jenis statistika berdasarkan persyaratan uji analisisnya yaitu parametrik dan non-parametrik. Pemahaman seorang peneliti terhadap statistika parametrik dan non-parametrik sangat diperlukan karena pemilihan jenis rumus statistika untuk menganalisis sebuah data tergantung kepada apakah data tersebut termasuk parametrik atau tidak. Sering kali seorang peneliti tidak mengindahkan kaidah ini sehingga rumus statistika yang digunakan keliru.

a. Statistik Parametrik

Teknik analisis statistik menurut Nisfiannor adalah statistik yang menghendaki data yang diambil secara random dan beberapa persyaratan asumsi-asumsi bagi data tersebut. Asumsi-asumsi tersebut menurut Supardi (2014) data yang digunakan berskala interval/rasio, berdistribusi normal atau normalitas, dan syarat memiliki varian yang homogen atau homogenitas, model regresi liner, dan sebagainya. Pendapat senada disampaikan oleh Sugiono (2010) bahwa statistik parametrik memiliki asumsi utama yaitu data berdistribusi secara normal, data yang diuji pada dua kelompok atau lebih harus homogen, dan pada regresi harus terpenuhi asumsi linieritas.

Santoso (2012) menerangkan tentang syarat-syarat penggunaan dan asumsi statistik parametrik yaitu:

1) Sampel (data) diambil dari populasi yang mempunyai distribusi normal. Jika 10 sampel tinggi badan diambil dari 5000 mahasiswa dari sebuah perguruan tinggi, maka tinggi badan seluruh 5000 mahasiswa tersebut haruslah berdistribusi normal atau bisa dianggap normal.
2) Pada uji t dan uji F untuk data dua sampel atau lebih, kedua sampel diambil dari dua populasi yang mempunyai varians yang sama. Jadi, jika diambil sampel 10 tinggi badan pria dan 10 tinggi badan wanita dari 3.000 pria dan 2.000 wanita, maka varians 3.000 pria dan 2.000 wanita haruslah sama atau dianggap sama.
3) Variabel (data) yang diuji haruslah data bertipe interval atau rasio, yang tingkatnya lebih tinggi dari data bertipe nominal atau ordinal.

Dari pengertian di atas dapat diambil kesimpulan mengenai karakteristik statistik parametrik yaitu: (1) data yang diambil dari populasi harus random; (2) jenis data adalah interval/rasio; dan (3) ada persyaratan asumsi bagi data di antaranya data tersebut harus homogen dan normal (diuji dengan rumus homogenitas dan normalitas). Beberapa rumus statistik lainnya seperti *regresi* dan *path analysis* (analisis jalur) mewajibkan ada uji tambahan lainnya seperti uji linieritas, uji autokorelasi, uji multikolinieritas, uji homoskedasitas dan heterokedasitas.

b. Statistik Non-Parametrik

Pada prinsipnya, statistik non-parametrik merupakan kebalikan dari statistik parametrik. Statistik non-parametrik menurut Hadi (1975) disebut juga statistik bebas sebaran (*distribution free*) atau bebas dari uji normalitas dan homogenitas pada datanya. Santoso (2012) mengatakan bahwa statistik nonparametrik merupakan statistik untuk menguji data dengan distribusi normal atau tidak, atau pada data nominal, ordinal, interval, maupun rasio, baik pada jumlah sampel yang besar maupun kecil. Supardi menjelaskan bahwa statistika non-parametrik adalah statistik yang parameter populasinya bebas dari keharusan terpenuhinya syarat-syarat tertentu seperti syarat-syarat data berskala interval/rasio, syarat pengambilan sampel secara *random*, berdistribusi normal dan memiliki varian yang homogen, serta syarat model regresi linier.

Santoso (2012) menjelaskan lebih terperinci tentang persyaratan atau kaidah dari statistika non-parametrik di antaranya:

1) Untuk data yang tidak berdistribusi normal atau varians tidak sama, bisa dilakukan transformasi data ke bentuk logaritmik, akar dan sebagainya lalu dilakukan pengujian normalitas dan varians sekali lagi.
2) Jika jumlah data terlalu sedikit, bisa diusahakan penambahan data sehingga memenuhi prosedur statistika parametrik.
3) Untuk data bertipe nominal atau ordinal, hal ini tidak bisa diubah karena menyangkut *nature* (sifat asli) data tersebut. Mau tidak mau prosedur nonparametrik sangat dianjurkan untuk tipe data nominal dan ordinal.

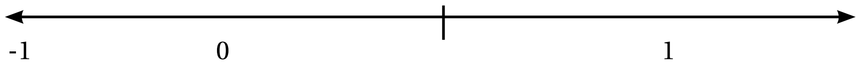
Dari penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan mengenai karakteristik statistik non-parametrik yaitu: (1) sampel yang diambil dari populasi tidak diwajibkan *random*; (2) dapat digunakan pada data semua data seperti data nominal, ordinal, interval dan rasio. Namun pada umumnya, statistika non-parametrik digunakan untuk data berjenis nominal dan ordinal; dan 3) data yang diperoleh tidak diwajibkan melalui uji normalitas dan homogenitas serta uji lainnya sebagaimana statistik parametrik.

7. Statistik Korelasional dan Komparatif

Secara etimologi, komparasi berasal dari kata *compare* yang berarti "bandingan atau tara; *comparability* mengandung arti "sifat bisa dibandingkan/disamakan; *comparable* berarti sebanding, atau dapat dibandingkan/disamakan; *comparative*, artinya yang bertalian dengan perbandingan; sedangkan *comparison* berarti perbandingan atau pembandingan. Komparasi secara bahasa adalah membandingkan atau perbandingan. Yusri (2009) menambahkan bahwa uji komparasi adalah untuk mengetahui atau membandingkan ada tidaknya perbedaan antara dua sampel (variabel) penelitian. Sugiono (2010) menjelaskan menguji hipotesis komparatif berarti menguji parameter populasi yang berbentuk perbandingan melalui ukuran sampel yang juga berbentuk perbandingan di mana perbandingan yang dilakukan berasal dari dua sampel atau lebih.

Dari penjelasan dari para ahli di atas diperoleh pengertian bahwa statistika komparatif adalah statistika untuk mencari perbandingan, perbedaan atau pengaruh antara dua sampel atau lebih. Statistika komparasi banyak digunakan untuk menganalisis penelitian dengan desain penelitian eksperimen. Di dalam penelitian, dalam desain penelitian komparatif, judul penelitian diawali dengan kalimat "pengaruh" atau "perbandingan". Sebagai contoh, jika ada judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Terhadap Aktivitas Belajar Siswa*", atau "*Perbandingan Nilai Ujian Mahasiswa dari Kota dan Desa*", pada umumnya, penelitian ini adalah karakteristik penelitian komparatif.

Secara sederhana, korelasional menurut Kurz dan Mayo adalah kegiatan penelitian yang menghubungkan dua variabel atau lebih. Coladarci dkk (2011) mengartikan korelasi sebagai koefisien korelasi adalah statistik bivariat yang mengukur tingkat asosiasi linear antara dua variabel kuantitatif. Namun, Supardi (2014) mengatakan bahwa korelasi merupakan istilah yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antarvariabel. Definisi ini menunjukkan bahwa analisis korelasi digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel. Tingkat hubungan dimaknai apakah hubungan antar dua variabel tersebut kuat atau lemah, tinggi atau rendah. Kuatnya hubungan koefisien korelasi (r) terletak pada rentang angka 1 dan -1. Angka 1 sebagai koefisien positif terbesar, angka -1 sebagai koefisien terbesar negatif, dan nol (0) merupakan koefisien terendah. Sebaran koefisien korelasi dapat dilihat pada garis kontinum di bawah ini:



Berdasarkan pengertian di atas dapat dipahami bahwa statistika korelasional adalah statistika untuk mengukur tingkat hubungan atau asosiasi antara dua variabel atau lebih. Statistika korelasional digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan pada penelitian non-eksperimental. Di dalam penelitian, desain penelitian korelasional, biasanya diawali dengan kalimat "korelasi" atau "hubungan". Apabila ditemui judul penelitian "*Hubungan antara Motivasi Belajar dan Keinginan Berprestasi*", pada umumnya, judul ini bagian dari penelitian korelasi. Untuk lebih jelas perbedaan antara kedua jenis desain penelitian ini dapat dilihat pada BAB XII tentang Uji Statistik Korelasi.

C. PENYAJIAN DATA

Data yang diperoleh dalam penelitian tidak memberikan informasi apa pun tanpa dilakukan dua hal, pertama disusun dengan baik dan kedua dilakukan dianalisis. Di dalam statistika deskriptif, penyusunan dan penyajian data menggunakan beberapa teknik yakni: tabel distribusi frekuensi, diagram batang, garis, pie, piktogram dan ogive. Sedangkan analisisnya dilakukan dengan tiga cara, yaitu: (1) pengukuran gejala pusat seperti mean, median, modus; (2) pengukuran letak seperti desil, persil, kuarsil, dan persentil; dan (3) pengukuran penyebaran di antaranya koefisien varian, simpangan rata-rata, varian, dan simpangan baku.

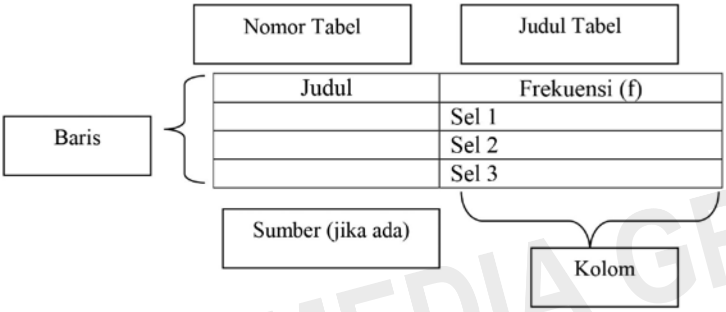
1. Tabel Distribusi Frekuensi

a. Tabel Distribusi Frekuensi Biasa

Tabel di dalam statistik deskriptif disebut pula sebagai tabel distribusi frekuensi. Tabel ini dibuat untuk mempermudah peneliti dalam menjelaskan hasil penelitiannya secara deskriptif. Huck (2012) mengatakan fungsi dari distribusi frekuensi atau tabel untuk menunjukkan jumlah objek penelitian (bisa berupa jumlah manusia, hewan, skor dsbnya). Menurut Sheskin (2004) distribusi frekuensi merupakan sejumlah data yang dirangkum di dalam sebuah tabel. Supardi (2014) menjelaskan lebih lanjut bahwa tabel adalah angka yang disusun sedemikian rupa menurut kategori tertentu sehingga memudahkan pembahasan dan analisisnya. Dengan demikian, tabel di dalam statistika deskriptif merupakan penyajian data yang menunjukkan jumlah objek penelitian dengan tujuan mempermudah pembahasan dan analisis data. Tujuan dari dibuatnya tabel distribusi frekuensi adalah pertama untuk meringkaskan data, kedua: memudahkan analisisnya secara deskriptif, dan ketiga menjadi dasar membuaat penyajian data lainnya seperti grafik, diagram pie, dan sebagainya.

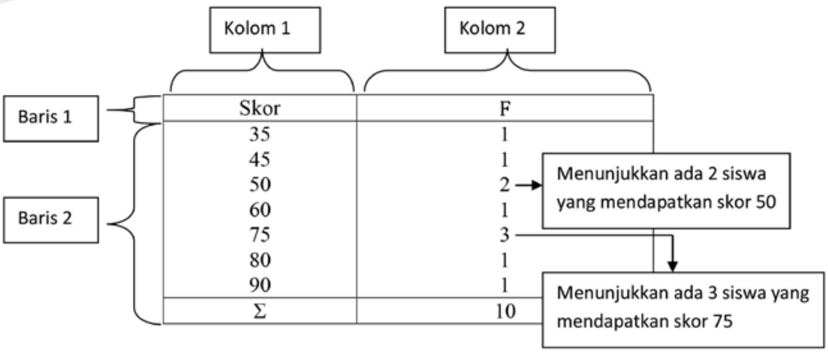
Secara sederhana, tabel terdiri tiga bagian, yaitu: (1) judul tabel; (2) baris dan kolom; dan (3) frekuensi. Judul tabel merupakan keterangan dari jenis data yang akan dijelaskan melalui tabel. Baris merupakan tabel yang memanjang dari atas ke bawah (vertikal) sedangkan kolom merupakan tabel yang memanjang dari kiri ke kanan (horizontal). Sedangkan frekuensi menunjukkan seberapa kali atau banyaknya variabel yang muncul. Contoh tabel dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 1.2. Contoh Membuat Tabel



Apabila ada skor hasil ujian 10 siswa: 35, 50, 75, 50, 60, 75, 80, 45,75,90, maka dapat dibuat tabel sebagai berikut:

Tabel 1.3. Contoh Tabel Skor Siswa Hasil Ujian



Skor	F
35	1
45	1
50	2
60	1
75	3
80	1
90	1
Σ	10

Selain tabel di atas yang disusun secara sederhana, terdapat pula data yang disusun berdasarkan interval dan kategori-kategori tertentu. Data dibuat dan disusun secara interval disebabkan banyaknya data atau subjek penelitian yang tersedia sehingga jika diurutkan dengan menggunakan tabel sederhana akan menyulitkan peneliti itu sendiri. Coladarci (2011) membuat aturan untuk membuat kelas interval yaitu: (1) semua interval harus memiliki jarak yang sama; (2) pada umumnya jumlah interval antara 10 sampai 20 (aturan lainnya membolehkan jumlah interval kurang dari 10), dan 3) pilihnya jumlah batas kelas dengan ganjil untuk memudahkan mencari nilai tengahnya.

Ada dua model penyajian data dalam bentuk distribusi frekuensi yaitu distribusi frekuensi tunggal dan distribusi frekuensi berkelompok. Istilah distribusi frekuensi tunggal menurut Wahyuni (2012) mengacu kepada ada atau tidaknya pengelompokan data sebagaimana contoh pada Tabel 1.3. Adapun frekuensi berkelompok adalah data dibentuk secara berkelompok. Pengelompokan data ini disebabkan karena banyaknya data yang ada sehingga jika disajikan dalam distribusi tunggal menjadi tidak efisien.

Sebagai contoh tabel berfrekuensi kelompok, diperoleh data pengukuran hasil belajar dari 100 siswa di mana diperoleh skor terendah 52 dan tertinggi 94. Setelah diurut dari data terkecil sampai terbesar diperoleh data sebagaimana di bawah ini:

52	54	55	57	57	59	60	61	62	63
63	64	64	65	65	65	66	67	67	69
69	70	70	70	70	70	70	71	71	71
72	73	73	73	74	74	75	75	75	75
75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
75	75	75	76	76	76	77	77	77	77
77	77	78	78	78	78	79	79	79	79
79	79	80	80	80	80	80	80	80	80
80	80	81	81	82	82	82	83	83	84
85	85	86	86	87	89	90	92	93	94

Sebelum penghitungan frekuensi dapat pula ditambahkan *tally* untuk lebih memudahkan penghitungan. Hasil penghitungan dengan menggunakan interval dan *tally* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.4. Tabel Hasil Belajar

Interval	Tally	$F_{absolut}$
50 – 54	II	2
55 – 59	IIII	4
60 – 64	~~IIII~~ II	7
65 – 69	~~IIII~~ III	8
70 – 74	~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~	15
75 – 79	~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ I	36
80 – 84	~~IIII~~ ~~IIII~~ ~~IIII~~ III	18
85 – 89	~~IIII~~ I	6
90 – 94	IIII	4
Σ	-	100

Dari tabel di atas, ada beberapa komponen dalam membuat distribusi frekuensi berkelompok yaitu:

1) Kelas

Adanya kelas-kelas yang merupakan kelompok nilai variabel sebagaimana pada tabel 1.5 terdiri dari 9 kelas yakni: 50 – 54, 55 – 59 dan seterusnya.

2) Batas kelas

Merupakan nilai-nilai yang menjadi batas antara kelas yang satu dengan yang lainnya. Nilai 50 – 54 kelas pertama pada tabel 1.4 merupakan nilai yang membatasi kelas tersebut dengan kelas yang lain. Artinya penulisan kelas berikutnya harus di mulai setelah nilai 54, begitu seterusnya.

3) Batas kelas bawah dan atas

Batas kelas bawah terletak pada sebelah kiri kelas dan batas kelas atas terletak pada sebelah kanan masing-masing kelas. Angka 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 dan 90 merupakan batas kelas bawah pada masing-masing kelas. Sedangkan angka 54, 59, 64, 69, 74, 79, 84, 89, dan 94 disebut sebagai batas atas kelas masing-masing.

4) Distribusi frekuensi

Distribusi frekuensi merupakan luas kelas pada masing-masing kelas yang memiliki lebar yang sama. Interval 50-54 ketika dihitung memiliki sebanyak 5 distribusi frekuensi, demikian pula pada 55-59. Bisa saja pada distribusi frekuensi tidak memiliki batas kelas atas maupun bawah (bisa ditulis < 50 untuk batas atas, atau ditulis > 94 untuk batas atas), namun untuk memudahkan penghitungan dalam statistik, distribusi frekuensi diharapkan memiliki distribusi frekuensi yang sama.

5) Titik tengah (*mid point*)

Titik tengah merupakan nilai yang berada di tengah-tengah masing-masing kelas sebagaimana pada kelas 50–54 memiliki titik tengah 52. Biasanya para peneliti menggunakan angka ganjil dalam interval dengan tujuan mempermudah memberikan nilai titik tengahnya.

b. Aturan Membuat Kelas Interval pada Tabel Frekuensi

Walaupun tidak ada aturan baku mengenai jumlah kelas interval yang dibuat di dalam tabel, akan tetapi ada dua cara untuk membuat kelas interval, yakni:

1. Rumus Sturges

Untuk membuat interval dengan menggunakan aturan Sturges, rumusnya adalah:

Jumlah Kelas (K) = 1 + 3,3 log n
Di mana n = jumlah data

Langkah atau prosedur penggunaan rumus Sturges untuk membuat kelas interval sebagai berikut:

a) Mengurutkan data yang diperoleh dari yang terbesar sampai terkecil atau sebaliknya sehingga diketahui data terendah dan tertinggi.
b) Mencari nilai rentang dengan cara:

Rentang (R) = data tertinggi – data terendah

c) Menghitung jumlah kelas dengan menggunakan rumus Sturges.
d) Menghitung panjang kelas interval dengan cara:

Panjang Kelas Interval (P) = $\frac{R}{K}$, di mana
R = rentang
K = jumlah kelas

e) Penghitungan panjang kelas interval dianggap benar apabila memenuhi syarat ketentuan = +1 ≥ data terendah.
f) Membuat batas kelas interval dengan cara menjumlahkan data terendah dengan panjang kelas (P), dan dikurangi 1. Hasil penjumlahan ini dijadikan batas bawah dan batas atas pada setiap interval. Caranya adalah:

Kelas Interval (KI) = Data terendah - 1 + P

g) Membuat tabel berdasarkan kelas dan interval yang telah disusun berdasarkan aturan Sturges.

Sebagai contoh, diperoleh data hasil ujian Matematika dari 60 siswa sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.5. Hasil Ujian Matematika 60 siswa

67	71	50	74	91	70
75	84	57	76	87	73
94	82	77	81	84	90
68	72	80	76	64	81
80	75	82	59	79	83
73	60	83	72	97	70
78	85	71	78	82	79
85	80	65	74	62	77
63	79	92	78	83	82
80	75	54	80	72	69

Langkah-langkah untuk membuat kelas interval dengan menggunakan aturan Sturges sebagai berikut:

- Mengurutkan data di atas dari yang terkecil sampai terendah sehingga didapat data sebagai berikut:

Tabel 1.6. Urutan Data dari Terkecil sampai Terbesar

50	54	57	59	60	62
63	64	65	67	68	79
70	70	71	71	72	72
72	73	73	74	74	75
75	75	76	76	77	77
78	78	79	79	80	80
80	80	80	80	81	81
81	81	81	82	82	82
82	83	83	84	84	85
87	90	91	92	94	97

- Menghitung nilai rentang:

Rentang (R) = data tertinggi – data terendah
= 97 – 50 = 47
Maka diperoleh nilai R = 47

- Menghitung jumlah kelas dengan aturan Sturges:

Jumlah Kelas (K) = 1 + 3,3 log n

1 + 3,3 log.60
1 + 3,3. 1,78
1 + 5,874
6,874 = 7
Maka (K) = 7

- Mencari nilai panjang kelas interval:

Panjang Kelas Interval (P) = $\frac{R}{K}$,

P = $\frac{47}{7}$ = 6,71 = 7

Maka P = 7 (dapat pula dibuat P=8)

- Sebelum menyusun kelas interval, penghitungan panjang kelas (P) diuji terlebih dahulu dengan rumus: $P^2+1 \geq$ data terendah ($7 \times 7 + 1 = 50 \geq 50$). Dengan pengujian ini kelas interval yang akan disusun sudah benar.
- Menyusun batas bawah dan batas atas dengan berpatokan pada data terendah sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 1.7. Batas Bawah dan Atas Data

Batas bawah	P	Batas atas
50 – 1	+ 7	56
57 – 1	+ 7	63
64 – 1	+ 7	70
71 – 1	+ 7	77
78 – 1	+ 7	84
85 – 1	+ 7	91
92 – 1	+ 7	98

- Membuat tabel distribusi frekuensi berdasarkan interval di atas sebagaimana disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.8. Kelas Interval Data Skor Ujian Matematika dengan Rumus Sturges

Interval	F
50 – 56	2
57 – 63	5
64 – 70	7
71 – 77	16
78 – 84	22
85 – 91	5
92 – 98	3
	N = 60

2. Rumus Akar Kuadrat

Selain dari rumus Sturges, ada cara yang lebih sederhana untuk menentukan kelas interval pada data berkelompok. Sheskin (2011) mengatakan bahwa jumlah interval kira-kira sama dengan akar kuadrat dari jumlah skor dalam distribusi ($\sqrt{n}$). Dengan menggunakan contoh di atas di mana skor hasil ujian matematik dengan jumlah siswa sebanyak 60 orang, dapat dihitung jumlah kelas intervalnya yakni: $\sqrt{60}$ = 7,75 (dibulatkan menjadi 8). Dari hasil perhitungan ini diperoleh sebanyak 8 kelas interval. Dengan 8 kelas interval, berdasarkan contoh hasil ujian matematika di atas dapat dibuat tabel frekuensi di bawah ini:

Tabel 1.9. Interval Data Skor Ujian Matematika dengan Rumus Akar Kuadrat

Interval	F
50 – 55	2
56 – 61	3
62 – 67	5
68 – 73	11
74 – 79	13
80 – 85	20
86 – 91	3
92 – 97	3
	N = 60

c. Tabel Distribusi Relatif

Distribusi relatif adalah distribusi frekuensi di mana frekuensinya tidak dinyatakan dalam bentuk angka mutlak (absolut), akan tetapi frekuensi pada masing-masing sel atau kelas dinyatakan dalam bentuk frekuensi persentase. Simbol untuk frekuensi relatif adalah f_{rel}. Cara mengubah frekuensi absolut menjadi frekuensi persentase dengan menggunakan rumus:

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{f_{\text{absolut kelas -i}}}{n} \times 100\%$$

Dengan menggunakan data pada tabel 1.8 diperoleh frekuensi relatif sebagai berikut:

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{2}{60} \times 100\% = 3{,}33\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{5}{60} \times 100\% = 8{,}33\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{7}{60} \times 100\% = 11{,}67\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{16}{60} \times 100\% = 26{,}67\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{22}{60} \times 100\% = 36{,}67\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{5}{60} \times 100\% = 8{,}33\%$$

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{3}{60} \times 100\% = 5{,}00\%$$

Setelah diperoleh penghitungan frekuensi relatif di atas, data tersebut dimasukkan ke dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 1.10. Frekuensi Relatif

Interval	f_{rel}
50 – 56	3,33 %
57 – 63	8,33 %
64 – 70	11,67 %
71 – 77	26,67 %
78 – 84	36,67 %
85 – 91	8,33 %
92 – 98	5,00 %
	100,00 %

d. Tabel Distribusi Frekuensi Kumulatif

Distribusi tabel frekuensi kumulatif adalah distribusi frekuensi dengan menjumlahkan antar frekuensi. Simbol untuk frekuensi kumulatif adalah f_{kum}. Distribusi frekuensi kumulatif terbagi menjadi dua yaitu frekuensi kumulatif kurang dari (<) dan frekuensi lebih dari (>). Untuk frekuensi kumulatif kurang dari dan lebih dari disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1.11. Frekuensi Kumulatif Kurang dan Lebih Dari

Skor	(f_{kum} <)
Kurang dari 50	0
Kurang dari 57	2
Kurang dari 64	7
Kurang dari 71	14
Kurang dari 78	30
Kurang dari 85	52
Kurang dari 92	57
Kurang dari 99	60

Skor	(f_{kum} >)
50 atau lebih	60
57 atau lebih	58
64 atau lebih	53
71 atau lebih	46
78 atau lebih	30
85 atau lebih	8
92 atau lebih	3
99 atau lebih	0

Frekuensi kumulatif baik kurang maupun lebih dapat diubah menjadi frekuensi kumulatif relatif. Frekuensi kumulatif relatif adalah merubah data frekuensi kumulatif mutlak menjadi relatif atau persentase. Untuk mengubahnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_{\text{kum rel kelas i}} = \frac{f_{\text{kum absolute kelas}-i}}{n} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, diperoleh frekuensi kumulatif relatif kurang dari (F_{kum}<) sebagaimana penghitungan di bawah ini:

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{0}{60} \times 100\% = 0{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{2}{60} \times 100\% = 3{,}33\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{7}{60} \times 100\% = 11{,}67\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{14}{60} \times 100\% = 23{,}33\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{30}{60} \times 100\% = 50{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{52}{60} \times 100\% = 86{,}67\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{57}{60} \times 100\% = 95{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{60}{60} \times 100\% = 100{,}00\%$$

Sedangkan hasil penghitungan untuk kumulatif relatif lebih dari (F_{kum}>) dapat dilihat di bawah ini:

$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{60}{60} \times 100\% = 100{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{58}{60} \times 100\% = 96{,}67\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{53}{60} \times 100\% = 88{,}33\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{46}{60} \times 100\% = 76{,}67\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{30}{60} \times 100\% = 50{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{8}{60} \times 100\% = 13{,}33\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{3}{60} \times 100\% = 5{,}00\%$$
$$f_{\text{rel kelas i}} = \frac{0}{60} \times 100\% = 0{,}00\%$$

Dari kedua atas di atas, hasil penghitungan dapat dibuat tabel sebagaimana tersaji sebagai berikut:

Tabel 1.12. Frekuensi Tabel Kumulatif Relatif Kurang dan Lebih Dari

Skor	(f_{kum} <)	Skor	(f_{kum} >)
Kurang dari 50	0,00 %	50 atau lebih	100,00 %
Kurang dari 57	3,33 %	57 atau lebih	96,67 %
Kurang dari 64	11,67 %	64 atau lebih	88,33 %
Kurang dari 71	23,33 %	71 atau lebih	76,67 %
Kurang dari 78	50,00 %	78 atau lebih	50,00 %
Kurang dari 85	86,67 %	85 atau lebih	13,33 %
Kurang dari 92	95,00 %	92 atau lebih	5,00 %
Kurang dari 99	100,00 %	99 atau lebih	0,00 %

3. Diagram Batang

Teknik analisis selanjutnya yang memudahkan bagi peneliti untuk menyajikan data adalah dengan menggunakan diagram batang. Diagram batang adalah diagram berbentuk batang persegi empat. Diagram tersaji pada dua sumbu yaitu sumbu vertikal dan horizontal. Sumbu vertikal menunjukkan kategori dan sumbu horizontal menunjukkan nilai atau banyaknya data. Ada dua model diagram batang yaitu diagram batang tegak dan diagram batang mendatar. Contoh diagram batang tegak dapat dilihat sebagai berikut:

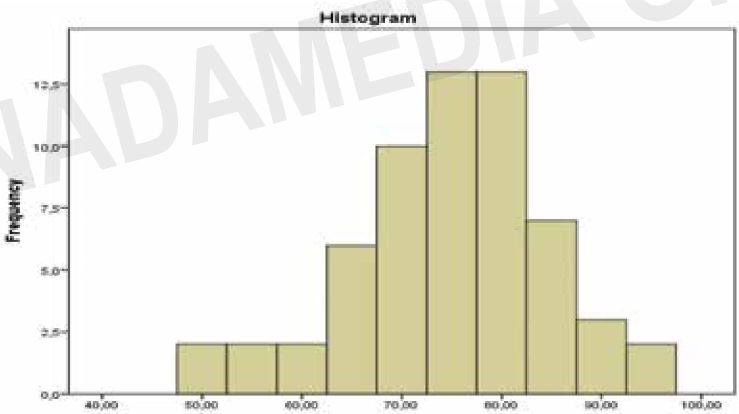
Gambar 1.13. Contoh Diagram Batang

Sedangkan gambar diagram batang mendatar berdasarkan contoh skor matematika di atas dapat dilihat di bawah ini:

Gambar 1.14. Contoh Diagram Batang Mendatar

4. Diagram Histogram

Secara prinsip, tidak ada perbedaan antara diagram batang dan histogram dalam penyajian data deskriptif. Yang membedakannya adalah pada diagram batang, gambar batangnya dibuat terpisah sedangkan pada histogram, batangnya dibuat secara berhimpitan.



Gambar 1.15. Contoh Diagram Histogram

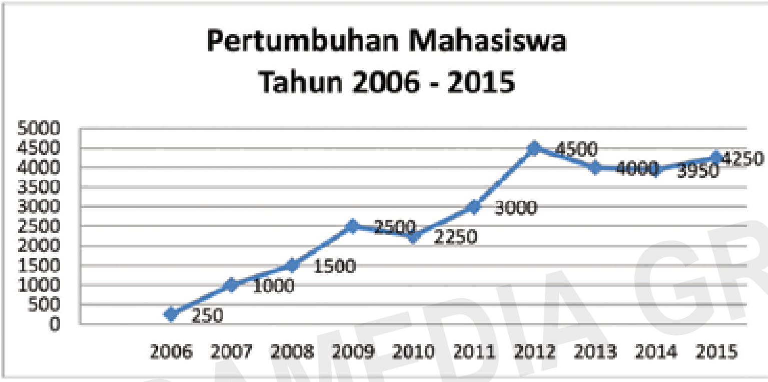
5. Diagram Garis

Selain dengan menggunakan diagram batang, penyajian data secara deskriptif dapat pula dilakukan dengan cara membuat diagram garis. Sebagai contoh sebuah perguruan tinggi yang berdiri dari tahun 2006 memiliki data tentang jumlah mahasiswanya sampai pada tahun 2015. Data jumlah mahasiswa tersebut sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 1.13. Jumlah Mahasiswa Tahun 2006-2015

Tahun	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah	250	1000	1500	2500	2250	3000	4500	4000	3950	4250

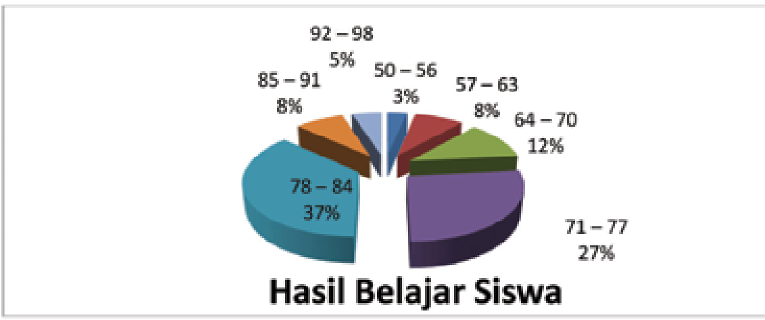
Berdasarkan tabel dapat dibuat diagram garis sebagaimana tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 1.16. Contoh Diagram Garis

6. Diagram Pie (lingkaran)

Diagram pie adalah salah satu penyajian data dengan menggunakan gambar berbentuk lingkaran yang terbagi ke dalam beberapa sektor. Sektor-sektor yang terdapat pada diagram pie merupakan gambaran dari besaran pada masing-masing data. Contoh diagram pie dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 1.17. Contoh Diagram Pie

7. Ogive (Ojaiv)

Ogive merupakan grafik yang dibuat berdasarkan data dari frekuensi kumulatif. Ogive ada dua macam yaitu ogive kurang dari dan lebih dari di mana datanya telah disusun berdasarkan tabel distribusi frekuensinya. Pada sumbu horizontal, data disusun berdasarkan tepi atas dan tepi. Batas tepi atas dan bawahnya adalah 49,5 dan 98,5 sebagaimana tersaji pada tabel berikut:

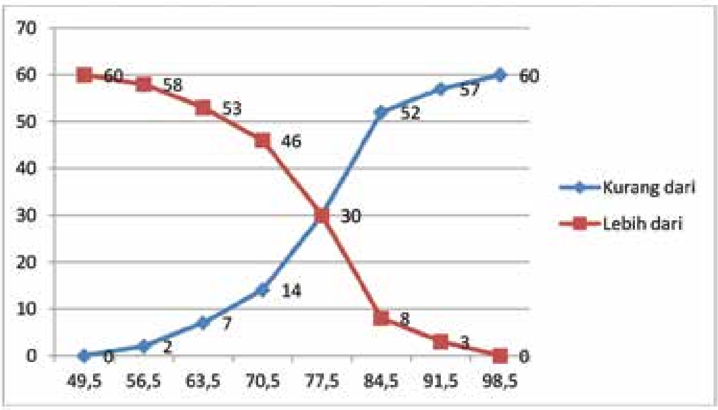
Tabel 1.14. Batas Tepi Bawah dan Atas

Interval	F	Batas Tepi
		49,5
50 – 56	2	56,5
57 – 63	5	63,5
64 – 70	7	70,5
71 – 77	16	77,5
78 – 84	22	84,5
85 – 91	5	91,5
92 – 98	3	98,5
	N = 60	

Batas Tepi Bawah

Batas Tepi Atas

Berdasarkan data di atas, diagram ogivenya adalah sebagaimana tersaji pada gambar di bawah ini:

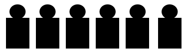


Gambar 1.19. Contoh Ogive

8. Diagram Gambar (Piktogram)

Piktogram dalam statistik adalah penyajian data dengan menggunakan gambar atau lambang. Setiap gambar pada sel mewakili jumlah tertentu data. Berikut contoh dari diagram piktogram:

Tabel 1.15. Jumlah Siswa Setiap Jurusan SMK

Jurusan	JUMLAH SISWA	LAMBANG
Teknik Bangunan	70	
Teknik Plumbing dan Sanitasi	65	
Teknik Ketenagalistrikan	40	
Teknik Mesin	60	
Teknik Perkapalan	65	

Keterangan :  = 10 siswa

D. PROSEDUR PENGGUNAAN RUMUS-RUMUS DALAM STATISTIKA

Ada banyak prosedur yang mesti dilakukan bagi seorang peneliti untuk memilih rumus statistika yang akan digunakan dalam menganalisis sebuah data. Misalnya, seorang peneliti harus memperhatikan seberapa banyak variabel yang diteliti, apakah penelitian termasuk komparasi ataukah korelasional, jenis data yang akan dianalisis, apakah data tersebut parametrik atau tidak dan sebagainya.

Sheskin (2004) menjelaskan secara komprehensif tentang prosedur penggunaan rumus statistika, yakni:

1) Uji hipotesis yang akan dianalisis apakah berupa hipotesis deskriptif ataukah inferensial.
2) Tentukan apakah penelitian merupakan satu atau lebih dari satu sampel.
3) Apabila sampel hanya memiliki satu, maka statistik yang digunakan adalah statistik 1 sampel dengan memperhatikan apakah data tersebut nominal, ordinal, interval atau rasio.
4) Jika sampel lebih dari satu, perhatikan berapa banyak perlakuan yang akan dilakukan dan berapa banyak variabel independen dan dependennya. Perhatikan pula data yang akan dianalisis apakah termasuk data nominal, ordinal, interval ataukah rasio.

Untuk lebih jelasnya pemilihan rumus-rumus statistik baik komparatif/korelasional, satu sampel atau lebih, parametrik ataukah non-parametrik, dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini:

Tabel 1.16. Statistika Komparasi untuk Data Interval Atau Rasio (Parametrik)

Jumlah Sampel		Hipotesis	Rumus Statistika yang digunakan
1 variabel Independen			
Satu sampel		Hipotesis pada rata-rata populasi	- Uji Z test untuk 1 sampel (*σ diketahui).* - Uji T test untuk 1 sampel (σ tidak diketahui).
		Hipotetis pada parameter populasi	- Uji chi-square 1 sampel untuk varian populasi - Uji skewness - Uji kurtosis - Uji D'Agostino-Pearson
2 sampel	2 sampel indepen-den	Hipotesis perbedaan antara 2 vari-abel independen pada rata-rata populasi.	- T test untuk 2 sampel independen - Z test untuk 2 sampel independen - Anava untuk variasi kelompok yang berbeda - Anacova untuk variasi kelompok yang berbeda
		Hipotesis perbedaan 2 variabel inde-penden varian populasi	Tes Hartley's F_{max} untuk homegenitas un-tuk 2 varian populasi
	2 dependen variabel	Hipotesis perbedaan antara 2 varia-bel pada rata-rata populasi.	- T test untuk 2 dependent variabel - Z test untuk 2 dependent variabel - Anova untuk kelompok homogen
		Hipotesis perbedaan 2 variabel de-penden varian populasi.	- T test untuk homogenitas 2 depen-den variabel.
2 atau lebih sampel	2 atau lebih variabel independen	Hipotesis perbedaan 2 atau lebih variabel independen pada rata-rata populasi.	- Anava untuk kelompok homogen - Anacova untuk kelompok homogen
		Hipotesis perbedaan 2 variabel atau lebih variabel independen pada vari-an populasi.	Tes Hartley's F_{max} untuk homogenitas un-tuk 2 varian populasi.
	2 atau lebih variabel dependen	Hipotesis perbedaan dua atau lebih variabel dependen pada rata-rata populasi.	Anava untuk kelompok homogen.
		Hipotesis perbedaan dua atau le-bih variabel dependen pada varian populasi.	Anava untuk kelompok homogen.
2 variabel independen		Hipotesis perbedaan antara 2 atau lebih pada rata-rata populasi.	- Anava kelompok berbeda untuk de-sain faktorial. - Mixed Anava untuk faktorial. - Anava kelompok homogen untuk de-sain faktorial.

Sumber: Sheskin

Rumus-rumus statistik di atas adalah rumus statistik pada satu sampel dengan hipotesis pada rata-rata populasi dan parameter populasi. Pada dua variabel atau lebih hipotesis yang digunakan baik pada variabel independen dan dependen adalah hipotesis rata-rata populasi dan varian populasi. Rumus statistik pada sampel dua atau lebih digunakan pada data berjenis interval/rasio sehingga rumus-rumus ini tergolong statistika parametrik. Untuk data berkategori ordinal baik pada satu atau dua sampel, dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 1.17. Statistika Komparasi untuk Data Ordinal (Non-Parametrik)

Jumlah Sampel		**Hipotesis**	**Uji Statistika yang digunakan**
1 sampel		Hipotesis terhadap median populasi pada distribusi data populasi tunggal	- Uji wilcoxon signed-rank test - Uji kolmogorov-Smirnov - Uji lilliefors untuk normalitas data - Uji 1 sampel median
2 sampel	2 sampel independen	Hipotesis terhadap 2 independen median populasi	- Uji Mann-Whitney U test - Uji randomisasi untuk 2 sampel independen - Uji bootstrap - Uji jackknife - Uji kolmogorov-Smirnov untuk 2 sampel independen - Uji median untuk sampel independen - Uji Van der Waerden normal-skor untuk *k* sampel independen
		Hipotesis terhadap variabilitas 2 populasi independen	- Uji Siegel-Tukey untuk variabilitas sama - Uji Moses untuk variabilitas sama
	2 sampel dependen	Hipotesis data pada 2 populasi dependen	- Uji Wilcoxon Matched Pair signed rank test - Uji binomial sign test untuk 2 sampel dependen
Sampel 2 atau lebih	2 atau lebih sampel independen	Hipotesis terhadap dua atau lebih median populasi independen	- Uji Kruskal-Wallis anova 1 jalur - Uji Jonckheere-terpstra - Uji van der Waerden normal-skor untuk *k* sampel independen - Uji median untuk sampel independen
	2 atau lebih sampel dependen	Hipotesis terhadap dua atau lebih median populasi dependen	- Uji Friedman 2 Anova 2 jalur - Uji Page

Sumber: Sheskin

Adapun rumus untuk statistika komparasi dengan data nominal dapat dilihat pada tabel di berikut ini:

Tabel 1.18. Statistika Komparasi untuk Data Nominal (Non-Parametrik)

Jumlah sampel	Hipotesis		Uji statistika yang digunakan
1 sampel	Hipotetis distribusi data untuk populasi tunggal		- Uji chi-square goodness of fit - Uji binomial sign test - Uji z untuk proporsi populasi - Uji single-sample runs test - Uji run test serial randomness - Uji frequency - Uji Gap - Uji Poker - Uji Maximum - Uji coupon collector's - Uji bebas chi-square
2 sampel	2 sampel independen	Hipotesis distribusi data 2 independen sampel	- Uji chi-square untuk homogenitas - Uji Fisher - Uji z untuk 2 variabel independen
	2 sampel dependen	Hipotesis distribusi data 2 dependen sampel	- Uji Mcnemar - Uji Gart test for order effect - Uji Bowker - Uji Stuart Maxwell
Sampel 2 atau lebih	2 atau lebih sampel inde-penden	Hipotesis distribusi data 2 atau lebih independen sampel	Uji chi-square untuk homogenitas
	2 atau lebih sampel de-penden	Hipotesis distribusi data 2 atau lebih dependen sampel	Uji Cochran Q

Sumber: Sheskin

Untuk penelitian korelasional, baik parametrik dan non-parametrik penggunaan rumusnya dapat dilihat di berikut ini:

Tabel 1.19. Statistika Korelasional Parametrik dan Non-Parametrik

Tingkat Pengukuran		Uji Statistika yang Digunakan
Data interval/rasio (parametrik)	Bivariat	Uji Pearson Product Moment
	Lebih dari 2 set data	Uji Interclass koefisien korelasi
	Multivariat	- Uji multipel koefisien korelasi - Uji Parsial koefisien korelasi - Uji Semi Parsial koefisien korelasi
Data ordinal (non-parametrik)	Bivariat/2 set data	- Uji Spearman's rank-order - Uji Kendall's Tau - Uji Goodman dan Kruskal's Gamma
	Lebih dari 2 sampel/ data	Uji Kendall's koefisien konkordan
Data nominal (non-parametrik)	Dua variabel dikotomik	- Uji Koefisien Kontingensi - Uji Koefisien Phi - Uji Yule's Q - Uji *the odds ratio* - Uji Cohen's kapps - Uji Binomial efek
	2 variabel non dikotomik	- Uji Koefisien Kontingensi - Uji Cramer's Koefisien Korelasi - Uji Rasio Odds - Uji Cohen's Kappa
Uji statistika lainnya untuk bivariat pada data interval dan rasio dan data lainnya (rumus-rumus ini terkategori statistik non-parametrik)		- Uji Omega (pada variabel pertama data berbentuk rasio/ interval, pada variabel kedua: 2 atau lebih data nominal). - Uji Eta (pada variabel pertama data berbentuk rasio/interval, pada variabel kedua: 2 atau lebih data nominal). - Uji Cohen's d indeks (pada variabel pertama data berbentuk rasio/interval, pada variabel kedua: lebih dari 2 data nominal). - Uji Cohen's f indeks (pada variabel pertama data berbentuk rasio/interval, pada variabel kedua: 2 atau lebih data nominal). - Uji koefisien korelasi point biserial (pada variabel pertama data berbentuk rasio/interval, data kedua berbentuk dikotomik). - Uji koefisien korelasi biserial (variabel pertama berbentuk interval/rasio, variabel kedua berbentuk data interval/rasio yang diubah menjadi data dikotomik). - Uji tetrachoric koefisien korelasi (dua data berbentuk interval/rasio, keduanya diganti menjadi data dikotomik).

Sumber: Sheskin

E. PENGGUNAAN SIGMA (∑) DAN ABJAD YUNANI

1. Penggunaan Notasi Sigma

Penjelasan penggunaan rumus dalam statistika tidak bisa dilepaskan bagaimana penggunaan sigma. Untuk memudahkan penjelasan tentang aturan dalam penggunaan sigma dengan contoh di bawah ini:

No	X	Y	XY	X^2	Y^2
1	6	8	48	36	64
2	7	9	63	49	81
3	8	9	72	64	81
4	8	7	56	64	49
	29	33	311	213	275

Berdasarkan contoh di atas, terdapat tiga operasionalisasi matematika yakni penjumlahan, perkalian dan pengkuadratan. Aturan sigma terhadap ketiga operasionalisasi matematika adalah sebagai berikut:

a) Penjumlahan

Penggunaan notasi sigma terhadap penjumlahan yakni:

$\sum X = 6 + 7 + 8 + 8 = 29$

$\sum Y = 8 + 9 + 9 + 7 = 33$

$\sum X = 6^2 + 7^2 + 8^2 + 8^2 = 213$

Untuk penjumlahan $X_1 = 6$, $X_2 = 7$, $X_3 = 8$, $X_4 = 8$, dapat ditulis:

$$\sum_{i=1}^{4} X_i = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 6 + 7 + 8 + 8 = 29$$

Untuk data yang tidak diketahui dan berjumlah lebih dari tiga dapat ditulis dengan:

$$\sum_{i=1}^{n} X_i = X_1 + X_2 + X_3 \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots + X_n$$

Untuk penjumlahan data XY, penggunaan notasi sigmanya adalah:

$$\sum_{i=1}^{3} X_i Y_i = X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3$$

b) Perkalian

Notasi sigma untuk perkalian dapat dilihat dilihat di bawah ini:

1) $\sum (X + Y) = \sum X + \sum Y$

$= 29 + 33$

$= 62$

2) $\sum X \sum Y = (\sum X)(\sum Y) = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4)$
$= (6 + 7 + 8 + 8)(8 + 9 + 9 + 7)$
$= (29)(33)$
$= 957$

3) $\sum XY = \sum (XY) = X_1 Y_1 + X_2 Y_2 + X_3 Y_3 + X_4 Y_4$
$= 48 + 63 + 72 + 56$
$= 311$

c) Penjumlahan kuadrat

Untuk penjumlahan kuadrat dengan menggunakan notasi sigma, dapat dilihat di bawah ini:

1) $\left(\sum X\right)^2 = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4)^2$
$= (6+7+8+8)^2 = 29^2$
$= 841$

2) $\left(\sum X^2\right) = X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + X_4^2$
$= 36 + 49 + 64 + 64$
$= 213$

2. Abjad Yunani

Ada beberapa abjad atau simbol Yunani yang digunakan untuk analisis statistika yang perlu untuk diketahui, yakni:

Tabel 1.20. Abjad Huruf Yunani

Kapital	Kecil	Sebutan	Kapital	Kecil	Sebutan
Α	α	Alpha	Ν	ν	Nu
Β	β	Beta	Ξ	ξ	Xi
Γ	γ	Gamma	Ο	ο	Omicron
Δ	δ	Delta	Π	π	Pi
Ε	ε	Epsilon	Ρ	ρ	Rho
Ζ	ζ	Zeta	Σ	σ	Sigma
Η	η	Eta	Τ	τ	Tau
Θ	θ	Theta	Υ	υ	Upsilon
Ι	ι	Iota	Φ	φ	Phi
Κ	κ	Kappa	Χ	χ	Khi
Λ	λ	Lambda	Ψ	ψ	Psi
Μ	μ	Mu	Ω	ω	Omega

Sumber: Kadir

Huruf-huruf Yunani di atas akan ditemukan pada bab-bab selanjutnya pada buku ini. Abjad Yunani pada statistik digunakan sebagai parameter dalam pengujian hipotesis dan rumus statistik. Sebagai parameter statistik abjad Yunani β digunakan sebagai parameter analisis regresi. Untuk analisis varians pada penelitian komparasi digunakan abjad μ. Beberapa rumus dalam statistik yang menggunakan abjad Yunani di antaranya korelasi non-parametrik, abjad τ digunakan sebagai rumus Kendall Tau. Demikian pula penggunaan abjad χ digunakan pada rumus Kai Kuadrat.

F. LATIHAN:

1. Desain penelitian terbagi menjadi dua jenis yaitu desain penelitian kualitatif dan kuantitatif. Jelaskan kedua jenis penelitian tersebut dan kapan menggunakan penelitian kualitatif dengan kuantitatif!
2. Ada dua karakteristik statistik yaitu deskriptif dan inferensial. Jelaskan definisi serta perbedaan antara statistik deskriptif dan inferensial!
3. Pada teknik analisis statistik terbagi menjadi dua yaitu parametrik dan non-parametrik. Apa yang Anda ketahui tentang kedua jenis analisis tersebut?
4. Buatlah diagram batang dan garis berdasarkan data peserta perlombaan yang diadakan suatu lembaga pendidikan dari tahun 2005 sampai 2014 sebagai berikut:

Tahun	Jumlah Peserta
2005	17
2006	25
2007	43
2008	78
2009	70
2010	65
2011	90
2013	103
2014	140

5. Buatlah kelas interval pada data hasil penelitian dari 100 siswa sebagai berikut:

41	66	51	66	43	71	35	74	74	55
67	79	52	81	65	82	75	53	75	67
85	73	91	31	85	74	71	71	75	71
68	77	73	92	68	56	70	78	82	72
47	77	48	73	93	72	83	84	55	84
79	80	95	60	72	76	40	53	72	75
86	99	87	98	88	69	79	50	61	61
62	57	64	64	46	70	89	73	76	62
97	80	81	76	77	90	63	78	80	65
54	100	63	76	65	59	78	74	69	58

6. Diperoleh data sebagai berikut:

Interval	F
35 – 39	3
40 – 45	5
46 – 50	7
51 – 55	12
56 – 60	20
61 – 65	16
66 – 70	7
71 – 75	5
	N = 75

a. Buatlah tabel distribusi relatif dan frekuensi kumulatif kurang dari dan lebih dari.
b. Buatlah histogram dan poligon dari data di atas.
c. Buatlah ojaif kurang dari dan ojaif lebih dari.

7. Sebutkan termasuk parametrik ataukah parametrik rumus statistik di bawah ini:

Rumus Statistik	**Jenis**
Uji z satu sampel	
Uji Bowker Dua Sampel Dependen	
Uji t Dua Sampel Independen	
Uji Kruskal Wallis	
Uji Binomial Satu Sampel	
Uji Kai Kuadrat Satu Sampel	
Uji Kecocokan Kai Kuadrat Satu sampel	
Uji Anava	

8. Selesaikan penjumlahan dan perkalian di bawah ini:

a. Selesaikan penjumlahan beserta notasinya untuk penjumlahan $X_1 = 8$, $X_2 = 22$, $X_3 = 21$, $X_4 = 30$, $X_5 = 37$!

b. Diketahui $X_1 = 7$, $X_2 = 9$, $X_3 = 7$, $X_4 = 11$, $X_5 = 15$ dan $Y_1 = 8$, $Y_2 = 27$, $Y_3 = 6$, $Y_4 = 9$, $Y_5 = 9$. Berapakah $\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$ dan $\sum$?

BAB 2

TEKNIK SAMPLING DAN DESAIN EKSPERIMEN

A. PENGERTIAN POPULASI DAN SAMPEL

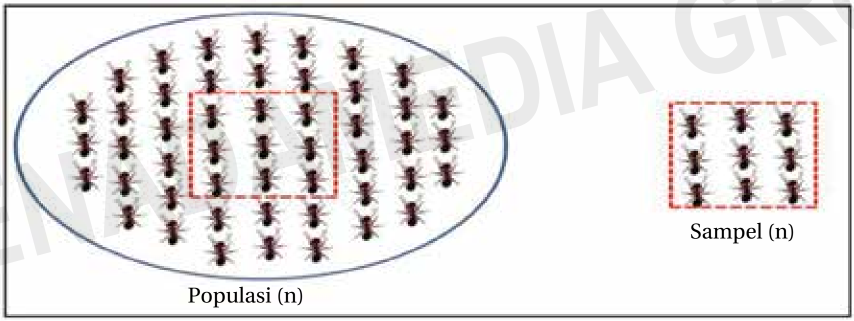
Populasi dan sampel dalam statistik inferensial memiliki peranan yang sangat penting untuk menentukan kevalidan dan keabsahan suatu penelitian. Kesalahan dalam memilih sebuah sampel yang mewakili populasi berakibat kekeliruan ketika membuat kesimpulan atau generalisasi pada populasi tersebut. Sebagai contoh dalam penelitian survei, tidak tepat apabila seorang peneliti yang akan meneliti elektabilitas seseorang misalnya calon gubernur atau walikota dengan mengambil sampel di daerah yang baru saja dikunjungi oleh calon tersebut. Hasil survei tentu cenderung menunjukkan tingkat elektabilitas yang tinggi. Contoh lain ketika seorang peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh sebuah model pembelajaran terhadap hasil belajar pada dua kelompok atau sekolah dengan membandingkan sampel dua kelompok atau sekolah yang tidak sebanding, dipastikan bahwa kesimpulan yang diambilkurang valid dan objektif karena teknik pengambilan sampel yang diambil kurang tepat. Sampel dianggap tidak mewakili populasi karena sampel yang diambil satu sama lain tidak homogen. Dua ilustrasi ini memberikan gambaran mengapa teknik penarikan jumlah sampel dalam penelitianmenjadi bagian prasayarat penelitian yang kredibel, valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Untuk itu, penting bagi seorang peneliti dalam desain penelitian kuantitatif untuk memahami populasi yang akan diteliti dan bagaimana metode penarikan jumlah sampel agar sampel yang diperoleh benar-benar valid dan representasi dari populasi.

Kothari (2004) menjelaskan beberapa indikator sampel dalam penelitian dapat mewakili populasi, yaitu:

1. Desain pemilihan sampel yang dipilih harus menghasilkan sampel yang representatif.
2. Desain sampel yang dipilih harus menghasilkan *sampling error* yang kecil.
3. Jumlah sampel paralel dengan jumlah dana yang tersedia untuk penelitian.
4. Sampel dalam penelitian dapat digunakan dan dikendalikan.
5. Memiliki tingkat kepercayaan yang baik sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan.

Populasi secara sederhana menurut Lomax (2001) adalah semua anggota grup yang dijadikan data penelitian. Demikian pula Mulyatiningsih (2012) mengatakan secara umum populasi merupakan sekumpulan orang, hewan, tumbuhan, atau benda yang mempunyai karakteristik tertentu yang akan diteliti. Sugiono (2010) menjelaskan bahwa populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas: objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Artinya, populasi merupakan objek keseluruhan data penelitian yang memiliki karakteristik tertentu yang menarik bagi seorang peneliti yang nantinya akan diambil kesimpulan dari populasi tersebut.

Sheskin (2004) menjelaskan pengertian sampel yakni sekumpulan objek yang mewakili populasi. Lomax (2001) mengatakan bahwa sampel merupakan bagian dari populasi. Adapun Sugiono (2010) menjelaskan bahwa sampel digunakan apabila populasi besar, dan peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi karena keterbatasan waktu, dana, dan tenaga, maka peneliti mengambil sebagian kecil dari populasi. Data yang diperoleh dari sampel, kesimpulannya akan dapat diberlakukan untuk populasi. Untuk itu sampel yang diambil dari populasi harus betul-betul representatif.



Gambar 2.1. Populasi dan Sampel

Sumber: google.com

Wahyuni (2012) mengatakan ada tiga alasan penting mengapa sebuah penelitian pemilihan sampel sangat diperlukan. Tiga alasan tersebut yaitu:

1) *Keterbatasan dana, waktu, dan tenaga.*

Jumlah populasi jelas lebih banyak dibandingkan jumlah sampel. Jumlah yang lebih banyak ini memungkinkan peneliti untuk mengeluarkan dana, waktu dan tenaga lebih banyak juga. Untuk mengatasi kondisi seperti ini maka penelitian sampel adalah menjadi satu-satunya pilihan yang terbaik.

2) *Untuk mengantisipasi adanya penelitian yang bersifat merusak.*

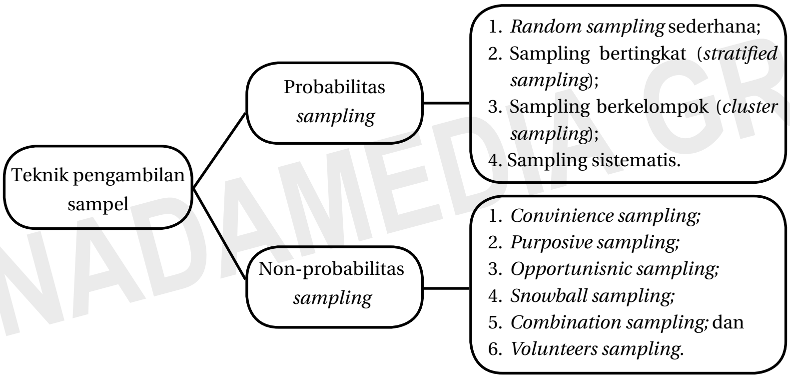
Ada berbagai jenis penelitian yang mempunyai sifat merusak sehingga jika data yang diambil adalah data populasi maka seluruh objek yang ada di populasi tersebut akan mengalami kerusakan.

3) Pengujian sampel memberikan hasil yang lebih akurat.

Oleh karena populasi jumlahya banyak dan terkadang sampai tidak terhingga, maka penelitian dengan populasi justru memberikan hasil yang tidak lebih baik dibandingkan dengan penelitian sampel.

B. PROBABILITAS DAN NON-PROBABILITAS SAMPLING

Di dalam penelitian, terdapat dua cara dalam menentukan sampel, yaitu *pertama,* teknik pengambilan probabilitas *sampling* dan non-probabilitas *sampling.* Teknik probabilitas *sampling* diartikan sebagai teknik pengambilan sampel yang memberikan kesempatan yang sama setiap populasi untuk dijadikan sampel penelitian. Sebaliknya, teknik non probabilitas *sampling* didefinisikan sebagai teknik yang tidak memberikan peluang yang sama pada setiap populasi untuk dijadikan sampel. Biasanya teknik ini digunakan apabila peneliti memiliki maksud tertentu dalam memilih sampel atau sulitnya populasi dijadikan sampel. Masing-masing teknik ini memiliki cara dalam menentukan besarnya sampel yang digunakan di dalam penelitian sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 2.2. Teknik Pengambilan Sampel

Dari gambar di atas terlihat bahwa di dalam desain penelitian teknik pengambilan sampel berdasarkan tujuan penelitian terdiri dari dua yaitu pertama teknik probabilitas *sampling* dengan metode pengambilan *sampling* seperti *random sampling* sederhana, bertingkat, berkelompok dan sistematis. Cara kedua adalah dengan teknik pengambilan *sampling* non-probabilitas dengan metodenya seperti *convinience, purposive, opportunistic, snowball, combination dan volunteers sampling.*

1. Teknik Probabilitas *Sampling*

Borg dan Gall (2007) mengartikan teknik probabilitas sampling sebagai teknik pengambilan sampel di mana setiap individu pada populasi memiliki probabilitas atau kemungkinan yang sama untuk dipilih menjadi sampel. Artinya, apabila ada 1000 subjek yang menjadi populasi, berarti setiap individu yang berada dalam populasi memiliki probabilitas yang sama yakni 1/1000 untuk dipilih menjadi sampel penelitian. Demikian pula pada kelompok atau kelas yang dijadikan populasi penelitian. Jika di dalam penelitian populasi kelompoknya berjumlah 10 kelompok, maka setiap kelompok atau kelas memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan sampel.

Untuk mengambil sampel secara probabilitas, harus pula memenuhi unsur validitas di dalamnya. Hal ini disebabkan pada saat pengambilan kesimpulan penelitian, jumlah sampel akan mewakili populasi. Ini berarti ketika terjadi kekeliruan dalam proses pengambilan sampel, dapat mengakibatkan kesimpulannya tidak valid dan tidak merepresentasikan populasi. Untuk itu, sampel random yang valid harus memenuhi kriteria sebagai berikut: (a) setiap subjek atau objek dalam populasi memiliki kemungkinan yang sama untuk terpilih sebagai anggota sampel; (b) objek penelitian (sampel) yang dipilih dari populasi harus benar-benar independen; dan (c) sampel yang berasal dari populasi harus memiliki derajat yang sama seperti: sekolah yang sama-sama akreditasi A, atau membandingkan murid-murid yang sama pandainya.

Kadir (2014) menambahkan bahwa beberapa hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan keterwakilan populasi terhadap sampel. Menurutnya persyaratan sampel yang valid adalah: (1) sampel yang mewakili populasi harus diambil secara acak sehingga setiap anggota populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk menjadi sampel; (2) jumlah sampel yang terpilih ditentukan oleh besarnya populasi dan kera-gaman populasi; (3) makin tinggi presisi yang dikehendaki, makin besar sampel yang dibutuhkan, karena sampel besar cenderung memberikan estimasi yang lebih dekat kepada parameter; dan (4) beberapa rancangan analisis mensyaratkan besar sampel yang digunakan. Pada rancangan penelitian eksperimen murni dianggap cukup dengan mengambil sampel 25 subjek. Akan tetapi, pada penelitian survei, pengambilan sampel sebanyak 120 subjek dianggap belum cukup.

Ada empat teknik pengambilan sampel dengan menggunakan probabilitas *sampling* di dalam penelitian kuantitatif, yaitu: (1) *random sampling* sederhana; (2) *sampling* bertingkat (*stratified sampling*); (3) *sampling* berkelompok (*cluster sampling*); dan (4) *sampling* sistematis.

a. *Random Sampling* Sederhana

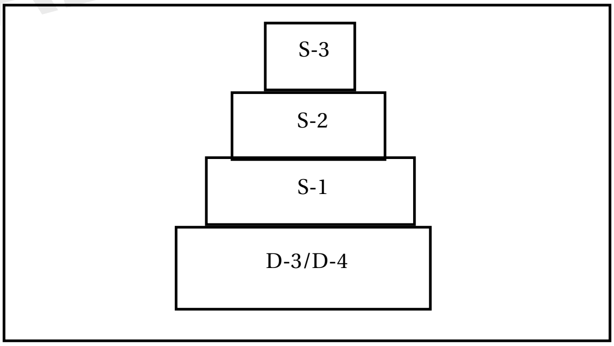
Random sampling sederhana merupakan teknik pengambilan sampling di mana setiap sampel secara acak (*random*) diambil sebagai sampel. Pengertian acak (random) menurut Borg and Gall memiliki dua karakteristik, yaitu: (1) sama atau setara, dan (2) independen. Sama atau setara diartikan bahwa setiap individu di dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan sampel. Adapun independen diartikan bahwa pemilihan satu individu untuk sampel tidak memiliki kaitan pada pemilihan individu lainnya.

Mulyatiningsih (2012) mensyaratkan pengambilan sampel dengan menggunakan teknik ini, yaitu: (1) pengambilan sampel acak sederhana dapat dilakukan apabila daftar nama populasi sudah ada; (2) teknik ini dapat digunakan apabila nama-nama populasi yang akan dijadikan sampel terdokumentasikan dengan baik; dan (3) cara mengambil sampel dapat menggunakan cara mengundi semua anggota populasi sehingga muncul sejumlah sampel yang diinginkan dalam penelitian.

b. *Sampling* Bertingkat

Borg dan Gall (2007) mengatakan bahwa sampling bertingkat digunakan apabila kelompok kecil di dalam populasi sudah terwakili oleh sampel. Adapun Mulyatiningsih mengatakan teknik sampling berstrata digunakan untuk mengambil sampel pada kelompok sampel yang memiliki strata atau tingkatan seperti tingkat pendidikan, status sosial ekonomi, tingkat kelas, atau jenjang karier pegawai. Teknik ini biasanya digunakan dalam survei berskala besar atau melibatkan sampel dalam jumlah besar. Berdasarkan pengertian dari Mulyatiningsih, diperoleh pengertian bahwa sampling bertingkat digunakan apabila populasi dan sampel yang akan digunakan dalam penelitian memiliki strata atau tingkatan di dalamnya.

Ada dua teknik pengambilan sampling bertingkat yaitu *proportional stratified random sampling* atau pengambilan sampel secara proporsional dan *disproportional stratified random sampling* atau pengambilan sampel tidak proporsional. Sampling secara proporsional dilakukan apabila jumlah pada setiap kelompok sampling tersedia secara proporsional. Masing-masing besarnya jumlah sampel diambil secara proporsional dan besarannya berdasarkan persentase (%). Sebagai contoh di lembaga pendidikan pada kota X terdapat tenaga pengajar baik laki-laki dan perempuan yang berasal dari strata pendidikan S-3 = 25 orang, S-2 = 35 orang, S-1 = 73 orang, dan D III/D IV sebanyak 125 orang. Besaran sampling proporsional dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



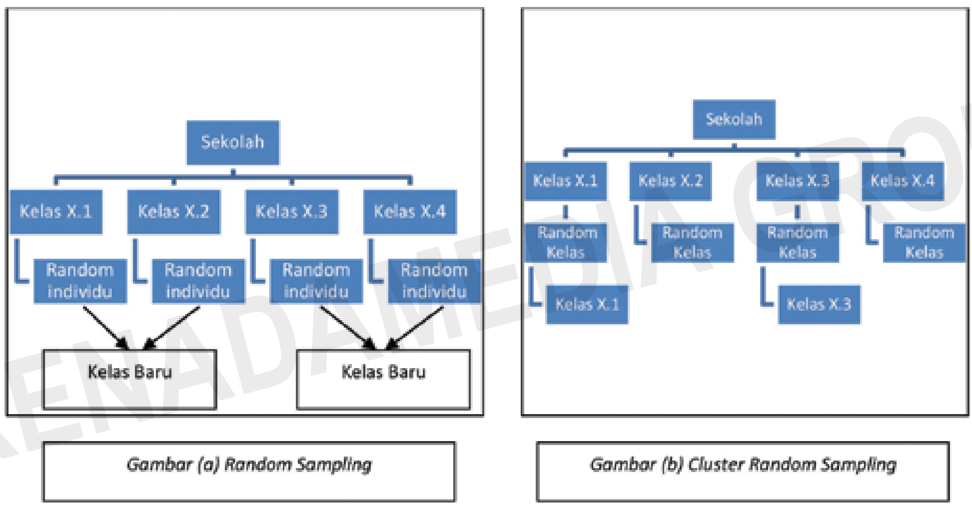
Gambar 2.3. Sampling Bertingkat

Adapun sampling tidak proporsional apabila jumlah antara satu kelompok sampling dengan kelompok sampling lainnya tidak proporsional. Misalnya, jumlah tenaga pengajar di kota X berdasarkan tingkat pendidikan dengan sebaran sebagai berikut S-3 = 2 orang, S-2 = 20 orang S-1 = 120 orang, dan D3/D4 sebanyak 150 orang. Karena jumlah populasi tingkat pendidikan strata S-2 dan S-3 tidak proporsional dibandingkan dengan jumlah populasi tingkat pendidikan lainnya, secara praktis untuk keperluan penelitian biasanya untuk jumlah sampel pada tingkat pendidikan S-2 dan S-3, semua populasi diambil menjadi sampel.

c. *Sampling* Berkelompok (*Cluster Sampling*)

Borg dan Gall mengatakan bahwa sampling berkelompok atau *cluster sampling* digunakan pada saat data sampel lebih layak untuk dibuat secara berkelompok daripada secara individu. Untuk itu pengertian kelompok secara besar dapat disebut sebagai suatu negara yang di dalamnya terdapat provinsi dan kabupaten. Pada skala yang lebih kecil, *cluster sampling* dapat digunakan dalam kelompok kelas atau grup. Teknik ini digunakan untuk mengantisipasi peneliti untuk memilih sampel secara random dan membaginya ke dalam kelas atau kelompok baru.

Untuk melihat perbedaan antara *random sampling* dengan *cluster sampling*, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4. Perbedaan *Random Sampling* dan *Cluster Random Sampling*

Pada gambar (a) di atas, diilustrasikan seorang peneliti yang sedang meneliti sebuah sekolah pada kelas X yang terdiri dari 4 kelas, yaitu X.1, X.2, X.3 dan X.4. Jika menggunakan *random sampling* terlihat jelas bahwa peneliti mengambil sampel individu pada masing-masing kelas dan setelah sampel terpilih, peneliti membentuk dua kelas baru dengan satu kelas sebagai kelas kontrol dan kelas lainnya sebagai kelas eksperimen yang diberikan treatmen atau perlakuan.

Adapun pada gambar (b), seorang peneliti menggunakan teknik *sampling* secara berkelompok atau *cluster sampling*, bukan individu. Peneliti hanya memilih secara random dua kelas dari empat kelas dari suatu sekolah yang akan diteliti dan tidak membentuk kelas baru dari gambar (b) di atas terlihat bahwa kelas yang terpilih secara *cluster random* adalah kelas X.1 dan X.3. Selanjutnya dari kedua kelas ini dipilih satu kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas lainnya sebagai kelas kontrol.

d. *Sampling* Sistematis

Pengambilan sampel dengan menggunakan teknik sampling sistematis, lebih mudah jika dibandingkan dengan random sampling. Sugiono (2010) mengatakan sampling sistematis adalah teknik pengambilan sampel berdasarkan nomor urut dari anggota populasi. Pengambilan nomor urut dapat dilakukan dengan cara mengambil nomor ganjil atau genap saja atau kelipatan dari bilangan sampai kuota sampel terpenuhi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 2.1. Teknik Pengambilan Populasi Menjadi Sampel pada *Sampling Sistematis*

1	11	21	31	41
2	12	22	32	42
3	13	23	33	43
4	14	24	34	44
5	15	25	35	45
6	16	26	36	46
7	17	27	37	47
8	18	28	38	48
9	19	29	39	49
10	20	30	40	50

Populasi

2	12	22	32
4	14	24	34
6	16	26	36
8	18	28	38
10	20	30	40

Sampel

2. Teknik Non-Probabilitas Sampling

Gall dan Borg mengatakan bahwa teknik probabilitas sampling dalam penelitian merupakan teknik di mana individu yang dipilih sebagai sampel bukan berasal dari kebetulan atau memiliki kesempatan yang sama menjadi sampel. Sampel dalam non-probabilitas sampling dipilih berdasarkan tujuan dan kebutuhan dari peneliti itu sendiri. Demikian pula Siregar mengatakan bahwa teknik non-probabilitas *sampling* adalah teknik di mana setiap unsur yang terdapat dalam populasi tidak memiliki kesempatan atau peluang yang sama untuk dipilih sebagai sampel, bahkan probabilitas anggota tertentu untuk terpilih tidak diketahui.

Dari kedua pendapat di atas dapat dipahami bahwa ada dua karakteristik teknik pengambilan teknik secara non probabilitas, yaitu: (1) setiap individu dalam populasi tidak memiliki peluang yang sama dengan individu lainnya untuk dijadikan sampel; dan (2) pemilihan sampel dalam teknik ini berdasarkan tujuan penelitian dan subjektifitas dari peneliti.

Gall dan Borg menjelaskan setidaknya ada beberapa teknik untuk menentukan sampel dengan menggunakan non-probabilitas sampling di antaranya: *convinience sampling, purposive sampling, opportunisnic sampling, snowball sampling, combination sampling dan volunteers sampling.*

a. Convinience sampling (sampling seadanya).

Teknik *convinience sampling* merupakan teknik untuk memilih sampel berdasarkan kemudahan saja tanpa pertimbangan tertentu. Seseorang dapat dijadikan sampel karena kebetulan berada tepat pada saat penelitian dilakukan. Karena bersifat mudah dan tanpa pertimbangan tertentu, biasanya hasil penelitian cenderung kurang objektif. Gall dan Borg mengatakan dilakukannya teknik ini dikarenakan: (1) lokasi sampel berdekatan dengan lokasi penelitian; (2) dijadikan sampel karena kedekatan secara emosional dengan peneliti; dan (3) peneliti sudah mengenal lokasi bahkan bekerja dalam lokasi tersebut. Teknik ini juga sering disebut sebagai *accidental sampling.*

b. Opportunistic sampling (sampling kebetulan).

Opportunistic sampling merupakan salah satu teknik pengambilan sampel yang sering dilakukan dalam penelitian kualitatif. Salah satu karakteristik yang menonjol dalam teknik ini adalah adanya unsur "kebetulan" menjadi sampel dibandingkan "kesengajaan" untuk menjadi sampel. Sebagai contoh apabila seorang peneliti mengadakan penelitian tentang pendapat seseorang terhadap *website* yang dibuat oleh sebuah perguruan tinggi, maka akan sulit untuk menentukan siapa yang menjadi sampel kecuali yang kebetulan membuka website tersebut. Seseorang yang membuka *website* dan bersedia menjadi sampel penelitian disebut sebagai *opportunistic sampling.*

c. Purposive sampling (sampling bertujuan).

Teknik ini merupakan teknik untuk menentukan sampel berdasarkan pertimbangan atau tujuan dan nilai guna individu terhadap penelitian. Individu tersebut dijadikan sampel karena sampel memiliki banyak informasi yang diperlukan. Sebagai contoh apabila seorang peneliti ingin mengetahui tentang efektivitas kinerja seorang guru, maka orang yang tepat dalam memberikan informasi mengenai hal tersebut tentunya kepala sekolah. Teknik *purposive sampling* dikenal juga dengan istilah *judgement sampling* atau *expert choice.*

d. Snowball sampling (sampling bola salju).

Teknik *snowball sampling* atau bola salju dilakukan apabila seorang peneliti tidak memiliki informasi yang banyak mengenai sampel yang akan dipilih. Hal ini terjadi karena sukarnya informasi yang diperoleh penelitian di dalam penelitiannya. Peneliti hanya mengetahui satu atau dua orang yang dapat memberikan informasi mengenai penelitian, lalu meminta kepada sampel untuk menunjuk orang lain yang dapat dijadikan sampel sampai kepada informasi yang dibutuhkan dapat diperoleh oleh peneliti. Biasanya jenis penelitian yang cukup sulit untuk memperoleh data dan infromasi dari sampel di antaranya penelitian sejarah dan penelitian sosial lainnya.

e. Combination sampling (sampling kombinasi).

Borg dan Gall mengatakan bahwa *combination sampling* mencerminkan keputusan untuk mengubah dari satu strategi sampling ke strategi *sampling* lainnya. Hal ini dilakukan untuk memperkaya informasi penelitian yang berasal dari sampel lain yang berbeda cara dalam menentukan teknik pengambilan sampelnya. Metode ini juga digunakan untuk kepentingan penelitian dan kebutuhan akan triangulasi data yang dimiliki oleh seorang peneliti.

f. Volunteers sampling (sampling sukarela).

Sampling volunteer menurut Ball dan Gold merupakan sisa *sampling* yang bersedia untuk dijadikan *sampling*. Sering kali di dalam penelitian ditemukan individu yang telah dipilih oleh peneliti untuk dijadikan sampel menolak untuk menjadi sampel atau memberikan informasi. Sebagai contoh ketika seorang peneliti membuat desain penelitian dengan menggunakan desain eksperimen dan telah memilih sampel baik secara random maupun kluster, para sampel menolak untuk dijadikan sampel eksperimen dengan beberapa alasan penolakan. Demikian pula ketika peneliti membagikan kuesioner atau angket, sering kali dalam proses penelitian sampel menolak untuk mengisi angket karena kesibukan atau tidak mengerti apa yang ditanyakan dalam angket. *Sampling* yang menolak untuk dijadikan *sampling* disebut sebagai *nonvolunteers sampling* dan sisanya yang bersedia dijadikan *sampling* disebut sebagai *volunteers sampling*.

C. TEKNIK MENENTUKAN JUMLAH SAMPEL

Menentukan jumlah sampel sangat menentukan validitas penelitian yang dilakukan oleh seorang peneliti. Ada beberapa karakteristik penentuan jumlah sampel yakni: (1) semakin besar populasi, semakin banyak pula jumlah sampel yang akan dipilih karena semakin besar sampel mendekati populasi, maka semakin kecil kesalahan kesimpulan yang mewakili populasi; (2) apabila jumlah sampel yang akan diambil hanya sedikit, disyaratkan populasinya harus homogen sehingga diperoleh kesimpulan yang sama; (3) tingkat kesalahan atau *margin of error* di dalam pemilihan sampel mulai dari 1%, 5%, atau 10%, dan 4) penetapan aturan jumlah sampel harus mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan oleh para ahli statistik.

Menurut para ahli statistik, penentuan jumlah sampel yang mewakili populasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Slovin, Isaac dan Michael, serta nomogram Harry King.

1. Rumus Slovin

Salah satu metode untuk menentukan jumlah sampel yaitu dengan menggunakan rumus Slovin, yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2} \text{ di mana:}$$

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = batas kesalahan (*error tolerance*)

1 = bilangan konstan

Sebagai contoh terdapat 250 orang populasi dengan taraf kesalahan 5% diperoleh jumlah sampel sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2}$$

$$n = \frac{250}{1 + 250.0,05^2} = 153,6 \;(154 \text{ orang})$$

Dari perhitungan di atas jumlah populasi 250 orang dengan menggunakan rumus Slovin, dengan tingkat kesalahan 5% diperoleh jumlah sampel sebanyak 154 orang.

2. Rumus Isaac dan Michael

Rumus kedua untuk menentukan sampel adalah dengan menggunakan rumus Isaac dan Michael. Rumusnya sebagai berikut:

$$s = \frac{\lambda^2.N.P.Q}{d^2.(N-1) + \lambda^2.P.Q} \text{ di mana}$$

s = jumlah sampel

λ^2 = kai kuadrat (untuk tingkat kesalahan 1%, 5% dan 10% dapat dilihat pada tabel kai kuadrat)

N = jumlah populasi

P = peluang benar (0,5)

Q = peluang salah (0,5)

d = perbedaan antara sampel 1%, 5% dan 10%.

Dengan menggunakan jumlah populasi sebagaimana contoh di atas dengan menggunakan taraf kesalahan 5% (untuk 5% berdasarkan tabel Kai Kuadrat diperoleh angka= 3,841), diperoleh jumlah sampel yaitu:

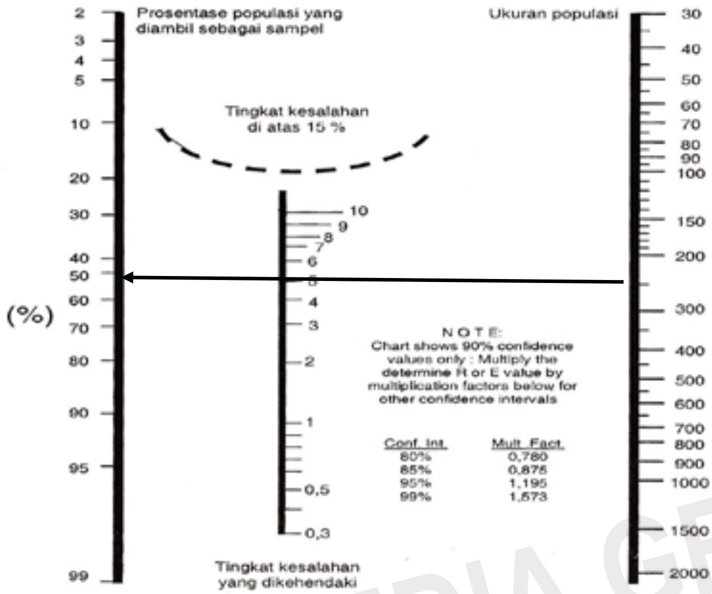
$$s = \frac{\lambda^2.N.P.Q}{d^2.(N-1) + \lambda^2.P.Q} = \frac{3,841.250.0,5.0,5}{0,05^2(250-1) + 3,841.0,5.0,5}$$

$$s = \frac{240,06}{0,6225 + 0,96} = \frac{240,06}{1,583} = 151,65(152 \text{ orang})$$

Dari perhitungan di atas jumlah populasi 250 orang dengan menggunakan rumus Isaac dan Michael, dengan tingkat kesalahan 5% diperoleh jumlah sampel sebanyak 152 orang (dengan jumlah populasi yang sama yaitu 250 orang, bandingkan perhitungan antara rumus slovin dan Isaac & Michael).

3. Nomogram Harry King

Salah satu cara lainnya untuk menentukan jumlah sampel adalah dengan menggunakan nomogram Harry King. Dalam nomogram ini memiliki jumlah maksimum populasi 2000 orang dengan taraf kesalahan dimulai dari 0,3% sampai 15%. Daftar nomogram Harry King dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.5. Nomogram King

Sumber: Sugiono

Dalam nomogram di atas, posisi sebelah kanan merupakan jumlah populasi di mana terlihat jumlah populasi terendah 30 orang dan tertinggi 2.000 orang. Pada bagian tengah merupakan tingkat kesalahan yang dikehendaki oleh seorang peneliti. Tingkat kesalahan pada nomogram Harry King dimulai dari 0,3% sampai di atas 15%. Pada kiri nomogram, merupakan persentase populasi yang akan dijadikan sampel. Menggunakan contoh jumlah populasi 250 orang dengan tingkat kesalahan 5%, dengan menarik arah panah pada kanan ke kiri dengan melewati garis tingkat kesalahan 5%, diperoleh jumlah sampel sekitar 52% atau 0,52 x 250 = 130 orang (bandingkan pula jumlah sampel dengan menggunakan Nomogram Harry King dengan rumus Slovin dan Isaac & Michael).

Adapun untuk menentukan jumlah sampel pada *sampling* bertingkat dapat digunakan dengan cara sebagai berikut: pertama, gunakan salah satu rumus untuk menjadi acuan pada sampel berkelompok, dan kedua, tentukan jumlah sampel pada masing-masing kelompok dengan cara $s = \frac{\sum N \text{ pada kelompok}}{\sum N} \times$ jumlah sampel

Dengan menggunakan contoh pada *sampling* bertingkat diketahui di lembaga pendidikan pada kota X terdapat tenaga pengajar yang berasal dari strata pendidikan S-3 = 25 orang, S-2 = 35 orang, S-1 = 73 orang, dan D-3/D-4 sebanyak 125 orang.

Dari contoh ini diketahui jumlah keseluruhan populasi = 25 + 35 + 73 + 125 = 258 orang. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan jumlah sampel secara keseluruhan dengan menggunakan salah satu rumus. Pada bagian ini dicontohkan dengan menggunakan rumus Slovin dengan derajat kesalahan 5% yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N.e^2}$$

$$n = \frac{258}{1 + 258.0{,}05^2} = n = \frac{258}{1 + 258.0{,}0025}$$

$$n = \frac{258}{1{,}645} = 156{,}8\ (157\ \text{orang})$$

Setelah diperoleh sampel secara keseluruhan (157 orang), maka dicari jumlah sampel pada tiap kelompok dengan cara:

$$S-3 = s = \frac{\sum N \text{ pada kelompok}}{\sum N} \times \text{ jumlah sampel} = \frac{25}{258} \times 157 = 15{,}21\ (15\ \text{orang})$$

$$S-2 = s = \frac{\sum N \text{ pada kelompok}}{\sum N} \times \text{ jumlah sampel} = \frac{35}{258} \times 157 = 21{,}29\ (21\ \text{orang})$$

$$S-1 = s = \frac{\sum N \text{ pada kelompok}}{\sum N} \times \text{ jumlah sampel} = \frac{73}{258} \times 157 = 44{,}42\ (\text{bisa } 45\ \text{orang})$$

$$D-3/4 = s = \frac{\sum N \text{ pada kelompok}}{\sum N} \times \text{ jumlah sampel} = \frac{125}{258} \times 157 = 76{,}0{,}6\ (76\ \text{orang})$$

Dari penghitungan di atas diperoleh jumlah sampel dari populasi sebanyak 258 orang yaitu: tingkat pendidikan S-3 sebanyak 15 orang, S-2 = 21 orang, S-1 = 45 orang dan tingkat pendidikan D-3/D-4 sebanyak 76 orang. Apabila dijumlahkan setiap sampel (15+21+45+76) akan diperoleh jumlah sampel sebanyak 157 orang.

D. DESAIN EKSPERIMEN

1. Pengertian Penelitian Eksperimen

Salah satu jenis penelitian kuantitatif adalah penelitian percobaan yang sering kali disebut sebagai penelitian eksperimen. Sheskin (2004) mengatakan bahwa penelitian eksperimen merupakan rencana khusus yang digunakan untuk menyelidiki masalah penelitian. Menurut Fraenkel dan Wallen (2009) penelitian eksperimen merupakan penelitian yang paling meyakinkan dari metode ilmiah. Pernyataan ini diperkuat oleh Gay dalam Emzir (2012) yakni penelitian eksperimental merupakan satu-satunya metode penelitian yang dapat menguji secara benar hipotesis yang menyangkut hubungan kausal (sebab akibat). Pernyataan ini secara eksplisit menjelaskan bahwa metode penelitian eksperimen sangat baik dalam penelitian kuantitatif karena dapat menguji secara benar hipotesis yang ada.

Creswell (2012) menjelaskan lebih lanjut tentang pengertian penelitian eksperimen yakni penelitian untuk membangun dan menjelaskan sebab akibat dari variabel dependen dan independen. Fraenkel dan Wallen mengatakan bahwa yang dimaksud dengan variabel independen dalam penelitian eksperimen adalah kelompok atau group yang diberikan eksperimen atau perlakuan (*treatment*).

Sugiono (2011) mengatakan penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu dalam kondisi yang terkendalikan. Sanjaya (2014) menjelaskan metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu tindakan atau perlakuan tertentu yang sengaja dilakukan terhadap suatu kondisi tertentu. Kondisi tertentu dalam penelitian eksperimen mensyaratkan adanya dua kelompok yakni kelompok pertama yang diberikan *treatment* atau perlakuan dan kelompok lainnya tidak diberikan perlakukan. Di dalam penelitian eksperimen, kelompok ini disebut dengan kelompok kontrol.

Sebagai bagian dari penelitian kuantitatif, penelitian eksperimen memiliki karakteristik atau ciri khas yaitu:

1) Pada umumnya terdiri dari dua kelompok kelas yakni kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dan kelas kontrol yang tidak diberikan perlakuan.
2) Pada desain *true experiment*, pemilihan sampel baik pada kelompok kontrol dan perlakuan dilakukan secara *random*.
3) Memiliki sekurang-kurangnya 2 variabel yaitu, 1 variabel independen dan 1 variabel dependen. Untuk itu, penelitian eksperimen adalah penelitian yang meneliti perbandingan atau pengaruh antara variabel independen dan dependen.
4) Memiliki hipotesa penelitian untuk ditarik kesimpulannya.
5) Pada beberapa rancangan percobaan memiliki prosedur pretest dan posttest.

Untuk memudahkan penelitian, Sanjaya (2014) menyebutkan ada sembilan (9) langkah dalam penelitian eksperimen yakni:

1) Melakukan survei kepustakaan yang relevan bagi masalah penelitian. Survei kepustakaan perlu dilakukan untuk memahami dengan benar secara teoretis tentang masalah penelitian.
2) Mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah penelitian.
3) Merumuskan hipotesis berdasarkan penelaahan kepustakaan. Hipotesis merupakan jawaban sementara dari masalah yang dipertanyakan.
4) Mendefinisikan pengertian-pengertian dasar dan variabel utama. Variabel dalam eksperimen baik variabel bebas maupun variabel terikat.
5) Menyusun rencana eksperimen, yaitu menentukan langkah-langkah yang akan dan harus dikerjakan oleh peneliti.
6) Melaksanakan eksperimen yang telah dirancang.
7) Mengatur data kasar untuk mempermudah menganalisis.
8) Menetapkan taraf signifikansi hasil eksperimen, yakni menetapkan tingkat kepercayaan penerimaan dan penolakan hipotesis nol.
9) Membuat interpretasi mengenai hasil testing itu dan menuliskannya dalam laporan eksperimen.

Dari berbagai pengertian di atas, diperoleh pemahaman bahwa penelitian eksperimen adalah bagian dari penelitian kuantitatif dengan tujuan untuk mencari komparasi atau pengaruh dari dua atau lebih variabel independen di mana pada penelitian ini terdapat dua kelompok besar penelitian yaitu satu kelompok yang diberi perlakuan atau *treatment,* dan kelompok lain yang tidak diberikan perlakuan yang disebut sebagai kelompok kontrol. Prosedur atau tahapan penelitian ini dimulai dari pencarian literatur atau teori terhadap variabel dan diakhiri dengan interpretasi dan kesimpulan penelitian.

2. Desain Penelitian Eksperimen

Cambell dan Stanley membagi tiga bagian desain penelitian eksperimen yaitu: 1) *pre experimental design*, terdiri dari tiga desain penelitian yaitu: *the one shot case study, the one group pretest-posttest design,* dan *the static-group comparison*, 2) *true experimental design* terdiri dari *the pretest-posttest control group design, the solomon four-group design,* dan *the posttest only control group design*, 3) *quasi-experimental design,* terdiri dari *the time-series experiment, the equivalent time-samples design, the equivalent materials design, the non equivalent design, counterbalanced design, the separate-sample pretest-posttest design, the separate-sample pretest-posttest control group design, the multiple time series design, the recurrent institutional cycle design* dan *regression-discontinuity analysis.*

Pre experiment design merupakan desain penelitian eksperimen yang memiliki karakteristik di antaranya kelas sebagai sampel penelitian tidak diambil secara *random*, kelompok yang digunakan hanya satu kelas sehingga desain penelitian ini tidak memiliki kelas kontrol. Disebut sebagai *true experiment* karena desain ini memiliki perbedaan dengan desain sebelumnya yakni sampel penelitian diambil secara random dan telah memiliki kelas kontrol. Adapun *quasi experiment* adalah eksperimen semu karena jenis desain ini merupakan pengembangan dari *true experiment design* yang dipandang cukup sulit di dalam pelaksanaannya. Karakteristik desain penelitian ini adalah adanya kelas kontrol namun sampel tidak diambil secara random.

Beberapa contoh desain eksperimen baik *pre experiment, true experiment dan quasi experiment* dapat dilihat di bawah ini:

a. Pre experiment design

1) *The one shot case study*

Desain penelitian *the one shot case study* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

$$\boxed{X \quad O}$$

X = perlakuan (sebagai variabel independen)

O = pengukuran (sebagai variabel dependen)

Penjelasan dari desain ini adalah terdapat satu kelas yang diberikan *treatment* atau perlakuan (X) dan selanjutnya dilakukan pengukuran (O). Pengukuran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil setelah diberikan perlakuan. Sebagai contoh judul penelitian "*Efektivitas Model Pembelajaran tipe STAD terhadap Hasil Belajar Siswa*", sesuai dengan desain penelitian *the one shot case study* maka pada saat proses pembelajaran diberikan perlakuan model pembelajaran tipe STAD dan kemudian setelah selesai diukur hasil belajarnya. Karena tidak ada kelas kontrol, maka desain ini tidak memungkinkan membandingkan dua data sehingga hasil belajar hanya diukur secara deskriptif saja.

Untuk desain penelitian dan analisis data dengan menggunakan *the one shot case study* adalah:

Tabel 2.2. Tabel Analisis Data *The One Shot Case Study*

No sampel	Model Pembelajaran Tipe STAD
1	
2	
3	
Dst	

2) *The one group pretest-posttest design*

Model penelitian ini merupakan pengembangan dari desain sebelumnya di mana terdapat pre test sebelum dilakukan perlakuan. Desain penelitian dengan menggunakan model *the one grup pretest-posttest design* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

$$\boxed{O_1 \ X \ O_2}$$

O_1 = nilai *pretest*

O_2 = nilai *posttest*

Perbedaan desain ini dengan desain penelitian sebelumnya adalah apabila dalam *the one shot case study* tidak diberikan *pretest,* maka dalam desain *the one group pretest-posttest design,* kelas diberikan *pretest* sebelum dilakukan perlakuan. Sebagai contoh pada judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran tipe STAD Terhadap Hasil Belajar Siswa*", dengan desain *the one group pretest-posttest design,* maka kelompok tersebut diberikan *pretest* sebelum diterapkannya model STAD (O_1), kemudian setelah dilaksanakan model pembelajaran tipe STAD kembali dilakukan tes atau *posttest* (O_2). Desain ini dapat membandingkan dua data sebelum dan sesudah perlakuan sehingga analisis data dapat menggunakan statistika inferensial.

Untuk desain penelitian dan analisis data dengan menggunakan *the one group pretest-posttest design* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3. Tabel Analisis Data *The One Group Pretest-Posttest Design*

No Sampel	Pre Test (sebelum perlakuan	Post Test (setelah perlakuan)
1		
2		
3		
Dst........		

3) *The static-group comparison*

Untuk desain penelitian eksperimen dengan mode *the static-group comparison* adalah sebagai berikut:

$$\boxed{\begin{array}{c} X\ O_1 \\ O_2 \end{array}}$$

O_1 = hasil pengukuran setengah kelompok yang diberi perlakuan

O_2 = hasil pengukuran setengah kelompok yang tidak diberi perlakuan

Terdapat satu kelas yang dijadikan eksperimen di mana kelas dibagi menjadi dua kelompok di mana kelompok pertama diberikan perlakuan dan kelompok kedua tidak diberikan perlakuan. Dengan judul penelitian "*Efektivitas Model Role Playing terhadap Prestasi Siswa*", apabila terdapat 32 siswa di dalam satu kelas maka setengah kelompok atau 16 siswa diberikan perlakuan model *role playing,* sedangkan 16 siswa lainnya diberikan metode belajar yang lain. Setelah dilakukan perlakuan, dua kelompok ini diberikan tes dan diukur hasil belajar mereka. Sama dengan desain *the one group pretest-posttest design,* model ini dapat menggunakan analisis statistik inferensial karena kedua data kelompok dapat dibandingkan satu sama lain. Uji statistik yang digunakan yaitu uji t sampel dependen.

Untuk desain penelitian dan analisis data dengan menggunakan *the one group pretest-posttest design* adalah:

Tabel 2.4. Tabel Analisis Data *The Static-Goup Comparison*

No Sampel	Kontrol	Eksperimen
1		
2		
3		
Dst........		

b. The true experimental design

1) *The posttest control group design*

Apabila desain penelitian sebelumnya kelas atau kelompok tidak dipilih secara *random,* maka pada desain true experiment kelas dipilih secara *random.* Untuk desain penelitian dengan menggunakan rancangan *the posttest only control group design* adalah:

R	X	O_1
R		O_2

Pada rancangan penelitian dengan menggunakan desain ini sudah melibatkan dua kelompok kelas yang dipilih secara *random.* Pada kelas pertama disebut sebagai kelas eksperimen (O_1) dan kelas kedua disebut kelas kontrol (O_1). Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan dan setelah diberi perlakuan dilakukan tes. Pada kelas kontrol tidak diberikan *treatment,* akan tetapi tetap diberikan tes. Kedua tes yang dilakukan baik pada kelas eksperimen dan kontrol disebut sebagai *posttest.* Pengaruh perlakuan pada kedua kelompok ini adalah($O_2 - O_1$).

Sebagai contoh, seorang peneliti ingin meneliti tentang pengaruh penggunaan media film terhadap keaktifan belajar siswa. Untuk itu peneliti secara random memilih dua kelas yang dijadikan sampel penelitian. Satu kelas diberikan perlakuan menonton film dan diukur tingkat keaktifan belajarnya, dan satu kelas lainnya tanpa diberi perlakuan dan kemudian dinilai tingkat keaktifan belajarnya. Kedua data tingkat keaktifan belajar pada kedua kelompok dapat dianalisis dengan menggunakan statistik inferensial.

Untuk desain penelitian sama dengan menggunakan desain *the static comparison* pada Tabel 2.9. Perbedaannya adalah apabila pada desain penelitian *the static comparison,* uji statistiknya dengan menggunakan uji t sampel dependen, sedangkan pada penelitian dengan desain penelitian *the posttest control design group* dengan menggunakan uji t sampel independen.

2) *The pretest-posttest control group design*

Desain the *pretest* dan *posttest* merupakan pengembangan dari desain penelitian sebelumnya yaitu *the posttest control group design.* Jika pada *the post test group design* tes hanya dilakukan satu kali saja, pada desain ini tes dilakukan dua kali yaitu *pretest* dan *posttest.* Desain penelitian dengan menggunakan model *the pretest-posttest control group design* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

R	O_1	X	O_2
R	O_3		O_4

R = *random*

O_1 = *pretest* pada kelas perlakuan

O_2 = *posttest* pada kelas perlakuan

O_3 = *pretest* pada kelas kontrol

O_4 = *posttest* pada kelas kontrol

X = perlakuan

Pada rancangan eksperimen di atas, terdapat dua kelompok atau kelas yang dipilih secara random. Satu kelas dijadikan sebagai kelas eskperimen dan kelas lain-nya sebagai kelas kontrol atau pembanding dengan tidak diberi perlakuan. Pada kelas eksperimen, sebelum diberikan perlakuan diberikan pretest (O_1). Setelah diberikan treatmen kemudian diberikan tes kembali (post test) di mana tes ini menjadi pembanding pada *pretest* sehingga pengaruh perlakuannya adalah $O_2 - O_1$. Demikian pula pada kelas kontrol diberikan *pretest* dan kemudian *posttest* sehingga pengaruh perlakuannya adalah $O_4 - O_3$. Untuk mengukur pengaruh atau perbandingan kedua kelompok pada desain ini dapat menggunakan nilai gain atau nilai selisih antara nilai *posttest* dan *pretest.*

Sebagai contoh, seorang peneliti memiliki keinginan untuk melihat perbandingan motivasi belajar siswa pada mata pelajaran matematika dengan menggunakan media pembelajaran. Peneliti memilih dua kelas secara random dan kemudian dipilih satu kelas yang dijadikan kelas eksperimen dan kelas lainnya menjadi kelas kontrol. Kedua kelas ini berikan pre test sebelum diberi perlakuan. Pada kelas eksperimen setelah perlakuan dengan menggunakan media pembelajaran, diberikan kembali angket motivasi dan kemudian diukur selisih (*gain*) antara motivasi sebelum dan sesudah menggunakan media. Demikian pula pada kelas kontrol, tanpa perlakuan media pembelajaran, di akhir eksperimen diberikan pula angket motivasi sehingga pada kelas kontrol hanya diukur sebelum dan sesudah diberikan materi pembelajaran. Untuk desain penelitian sama dengan menggunakan desain *the static comparison* dan *the posttest control design group* pada Tabel 2.9.

3) *The solomon four-group design*

Rancangan penelitian *the solomon four-group design* merupakan gabungan antara desain eksperimen *the pretest-posttest control group design* dan *the posttest only control group design.* Desain rancangan penelitiannya adalah sebagai berikut:

R	O_1	X	O_2
R	O_3		O_4
R		X	O_5
R			O_6

Rancangan desain penelitian pada *the solomon four-group design* menggunakan empat kelas di mana empat kelas tersebut dipilih secara *random*. Kelompok pertama (O_1 X O_2) diberikan perlakuan dan dilakukan dua kali pengukuran yakni pretest dan *posttest*. Pada kelompok dua (O_3 O_4) tidak diberikan perlakuan akan tetapi dilakukan dua kali pengukuran yaitu *pretest* dan *posttest*. Kelompok ketiga (O_5) diberikan perlakuan akan tetapi hanya menggunakan satu kali pengukuran saja yaitu *posttest*. Pada kelompok keempat (O_6) tidak diberikan perlakuan dan dilakukan satu kali pengukuran saja atau *posttest*.

Keunggulan dari jenis desain penelitian ini adalah: (1) adanya variabel moderator sehingga memiliki kontrol yang lebih ketat dibandingkan dengan dua desain sebelumnya; (2) dapat menganalisis interaksi pada masing-masing kelas atau variabel yang diteliti; dan (3) karena banyaknya variabel yang diteliti maka kesimpulan yang diperoleh lebih valid dan pasti. Adapun kekurangannya adalah tingkat kesulitannya yang cukup tinggi dan membutuhkan waktu serta biaya yang cukup tinggi.

4) *Factorial design*

Factorial design merupakan pengembangan dari *true experiment* di mana kemungkinan terdapat variabel moderator. Borg dan Gall mengatakan bahwa desain penelitian dengan menggunakan *factorial design* adalah penelitian yang ingin mengetahui interaksi atau efek dua atau lebih variabel. Penelitian ini memiliki karakteristik yaitu: (1) melibatkan empat kelompok yang dipilih secara *random*; dan (2) dilakukan *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok baik pada kelas eksperimen maupun kontrol. Desain penelitian dengan menggunakan factorial design adalah sebagai berikut:

R O_1	X	Y_1 O_2
R O_3		Y_1 O_4
R O_5	X	Y_2 O_6
R O_7		Y_2 O_8

Penelitian yang dilakukan oleh Suryadi (2013) dengan judul "*Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Berbantuan Media Kokami terhadap Prestasi Belajar Fisika Ditinjau dari Pemecahan Masalah*" adalah contoh penelitian dengan menggunakan desain eksperimen *factorial design*. Penelitian ini menggunakan empat kelas yang dipilih secara *random* dengan pembagian sebagai berikut: dua kelas hanya dengan menggunakan model pembelajaran PBM (kelas kontrol) dan dua kelas lainnya dengan menggunakan model pembelajaran PBM dan KOKAMI (kelas eksperimen). Adapun prestasi belajar fisika dibagi menjadi dua yaitu tinggi (Y_1) dan rendah (Y_2). Pengukuran prestasi belajar fisika baik pada kelas kontrol dan eksperimen dengan menggunakan *pretest* dan post sehingga pengukuran akhir adalah (O_2– O_1) – (O_4– O_5) dan (O_6– O_5) – (O_8– O_7)

c. *Quasi experiment design*

1) *Time series design*

Desain penelitian eksperimen dengan menggunakan *time series design* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

$$\boxed{O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5\ O_6\ O_7\ O_8}$$

Dalam penelitian dengan menggunakan desain ini kelas atau kelompok tidak dipilih secara *random*. Sebelum dilakukan perlakuan (X), kelas diberi *pretest* sampai empat kali untuk diukur kestabilannya. Jika dalam empat kali pengukuran (*pretest*), hasilnya menunjukkan nilai yang berbeda-beda, mengindikasikan kelas tersebut tidak konsisten. Untuk itu diperlukan pengukuran berulang sampai kelas dinyatakan konsisten atau tidak berubah. Apabila kelas telah menunjukkan kestabilan, barulah dilakukan *treatment* atau perlakuan. Desain eksperimen dengan menggunakan *time series design* hanya melibatkan satu kelompok atau satu kelas saja sehingga tidak ada kelas kontrol.

Suatu penelitian dengan judul "*Pengaruh Bimbingan dan Konseling terhadap Keinginan Berubah*" dengan menggunakan *desain times series design*, maka desain penelitiannya adalah sebagai berikut: peneliti memilih sampel siswa yang bermasalah dan kemudian dibagikan angket selama empat kali untuk dilihat kestabilan keinginan berubah tanpa adanya perlakuan Bimbingan dan Konseling ($O_1\ O_2\ O_3\ O_4$). Setelahnya diberikan perlakuan kepada siswa sebanyak empat kali pertemuan ($O_5\ O_6\ O_7\ O_8$) untuk mendapatkan pengukuran setelah adanya perlakuan. Dan hasil kedua tes tersebut dapat dibandingkan dengan menggunakan statistik inferensial. Besarnya pengaruh antara sebelum dan sesudah adalah $(O_5 + O_6 + O_7 + O_8) - (O_1 + O_2 + O_3 + O_4)$.

2) *The equivalent time-samples design*

Sama dengan *time series design, the equivalent time-samples design* merupakan desain penelitian eksperimen dengan menggunakan satu kelompok. Model desain ini dapat dilihat sebagai berikut:

$$\boxed{X_1\ O_1\ X_0\ O_2\ X_1\ O_3\ X_0\ O_4}$$

Desain di atas menunjukkan pada satu kelompok atau kelas diberikan perlakuan sebanyak 2 kali (X_1) dan tanpa *treatment* dua kali (X_0). Pengukuran pada kelompok ini dilakukan selama 4 kali baik pada saat perlakuan dilakukan atau tidak ($O_1\ O_2\ O_3\ O_4$). Sebagai contoh sebuah judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*". Pada pertemuan pertama (X_1) kelas diberi perlakuan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan setelah pembelajaran diberikan tes untuk mengukur tingkat kemampuan berpikir kritisnya (O_1). Pada minggu kedua kelas tidak diberikan perlakuan Model PBM (X_0), namun pengukuran tetap dilakukan (O_2). Minggu ketiga kelas diberikan perlakuan lagi dengan model PBM (X_1), kemudian dilakukan pengukuran kembali. Pada minggu terakhir, kelas tidak diberi perlakuan (X_0), akan tetapi kemampuan berfikir kritis kembali diukur. Peneliti dapat membandingkan tingkat berfikir kritis antara O_1 dan O_3 dengan O_2 dan O_4.

3) *The non-equivalent design*

Desain ini sama dengan *the pretest-posttest control group design* pada rancangan penelitiannya. Namun yang membedakannya adalah pada desain *the non-equivalent design*, kelompok atau kelas tidak dipilih secara random. Desain eksperimen dengan menggunakan model ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

$$\boxed{\begin{array}{ccc} O_1 & X & O_2 \\ O_3 & & O_4 \end{array}}$$

Sebagai contoh seorang peneliti melakukan penelitian terhadap efektivitas metode sosiodrama terhadap peningkatan motivasi belajar siswa. Maka peneliti memilih dua kelas dan membagi kedua kelas tersebut menjadi satu kelas eksperimen yang diberi perlakuan dan satu kelas lainnya tidak diberikan perlakuan. Sebelum diterapkan penelitian baik pada kelas kontrol dan eksperimen, sebelumnya diberikan *pretest* dan *posttest.*

4) *Counterbalanced design*

Desain penelitian ini memiliki keunikan desain penelitiannya di mana setiap kelompok diberi kesempatan untuk mendapatkan perlakuan yang sama. Desain penelitian dengan menggunakan *counterbalanced design* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Waktu 4
Grup 1	X_1 O	X_2 O	X_3 O	X_4 O
Grup 2	X_2 O	X_4 O	X_1 O	X_3 O
Grup 3	X_3 O	X_1 O	X_4 O	X_2 O
Grup 4	X_4 O	X_3 O	X_2 O	X_1 O

Desain penelitian ini menggunakan empat kelas atau kelompok yang dipilih secara *nonrandom* (Group 1, 2, 3 dan 4). Setiap kelompok diberikan perlakuan ($X_1 X_2 X_3 X_4$) dan pada setiap perlakuan diberikan pengukuran (O). Contoh penelitian dengan menggunakan desain ini adalah ketika seorang peneliti ingin mengetahui efektivitas beberapa metode (ceramah, diskusi, sosiodrama dan karya wisata) terhadap hasil belajar. Maka desainnya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5. Desain Penelitian dengan Menggunakan *Counter Balanced Design*

	Waktu 1	Waktu 2	Waktu 3	Waktu 4
Grup 1	1. Ceramah 2. Tes	1. Diskusi 2. Tes	1. Sosiodrama 2. Tes	1. Karyawisata 2. Tes
Grup 2	1. Diskusi 2. Tes	1. Karyawisata 2. Tes	1. Ceramah 2. Tes	1. Sosiodrama 2. Tes
Grup 3	1. Sosiodrama 2. Tes	1. Ceramah 2. Tes	1. Karyawisata 2. Tes	1. Diskusi 2. Tes
Grup 4	1. Karyawisat 2. Tes	1. Sosiodrama 2. Tes	1. Diskusi 2. Tes	1. Ceramah 2. Tes

Dari gambar di atas terlihat bahwa dengan menggunakan desain ini setiap kelompok dari empat kelas yang dipilih, akan memperoleh perlakuan yang sama pada waktu yang berbeda. Setelah diberikan perlakuan, setelah itu dilakukan pengukuran berupa tes. Hasil tes dibandingkan pada masing-masing kelompok sehingga diperoleh metode yang paling efektif dalam mengajar.

E. TEKNIK PENARIKAN SAMPEL DALAM PENELITIAN EKSPERIMEN

Ada beberapa cara dalam menentukan jumlah sampel dalam penelitian eksperimen, di antaranya adalah teknik cluster random sampling atau random sampling. Kedua model penelitian ini digunakan pada desain penelitian *true experiment*. Ada beberapa keunggulan ketika menggunakan kedua teknik ini misalnya, untuk mempermudah pemilihan jumlah sampel berdasarkan kelompok tanpa membagi individu ke dalam kelas baru, tentunya teknik cluster random sampling yang akan digunakan. Demikian pula jika seorang peneliti menginginkan pembagian sampel bukan berdasarkan kelompok, tetapi individu yang kemudian di tempatkan ke dalam unit-unit atau kelas baru, maka teknik pengambilan sampel ialah dengan menggunakan random sampling. Teknik ini lebih rumit jika dibandingkan dengan teknik sebelumnya akan tetapi derajat kesahihan dan kevalidan dalam pengambilan keputusan penelitian, lebih tinggi dibandingkan dengan teknik cluster random sampling.

Teknik Pengambilan Sampel dengan Menggunakan *Cluster Random Sampling.* Teknik pengambilan sampel ini digunakan pada desain *true experiment* model *posttest control group design* dan *pre test-posttest control group design*. Untuk contoh pengambilan teknik ini dapat dilihat pada pembahasan teknik *cluster random sampling* Gambar 2.4 tentang perbedaan antara *cluster random sampling* dan *random sampling*.

Teknik Pengambilan Sampel dengan Menggunakan *Random Sampling.* Teknik pengambilan sampel ini digunakan baik pada desain *true experiment* model *posttest control group design* dan *pre test-posttest control group design* serta *the solomon four-group design* dan *Factorial Design*. Keempat desain penelitian ini apabila dengan menggunakan teknik random sampling, memiliki makna bahwa sampel yang dipilih bukan berdasarkan kelompok, akan tetapi individu.

Ada aturan tersendiri ketika menggunakan teknik pengambilan sampel dengan menggunakan random sampling khususnya mengenai jumlah orang yang dijadikan sampel dalam penelitian. Sebagai contoh, ketika peneliti telah menentukan 40 siswa yang dipilih secara random dan dijadikan sampel dalam eksperimen, jumlah 40 siswa sangat memadai jika peneliti menggunakan desain penelitian *posttest control group design* dan *pre test-posttest control group design.* Akan tetapi jika menggunakan teknik *the solomon four-group design* dan *Factorial Design,* jumlah sampel sebanyak 40 siswa dianggap terlalu banyak dan menyulitkan peneliti dalam mendesain penelitiannya. Sebagai contoh, ketika terdapat judul penelitian "Pengaruh Model PBM dan Tingkat Intelijensi Siswa", maka seorang peneliti akan kesulitan untuk mendesain penelitian dengan jumlah sampel sebanyak 40 siswa yang akan dibagi kepada dua level yaitu intelijensi tinggi dan rendah.

Untuk mengatasi masalah tersebut terdapat teknik yang dilakukan dengan cara menggunakan 27% dari total sampel penelitian, atau dengan kata lain tidak semua sampel dalam kelompok yang telah dipilih dalam eksperimen yang akan dianalisis menggunakan uji statistik. Hal ini diungkapkan oleh Suryabrata (2005) yaitu untuk menetapkan kelompok tinggi dan rendah sebagai subjek uji coba dapat diambil kelompok atas (27% tertinggi) dan kelompok bawah (27% terendah), sedangkan data yang berasal dari kelompok tengah (46 %) tidak dianalisis.

Aplikasinya adalah dengan menggunakan judul Pengaruh Model PBM dan Tingkat Intelijensi Siswa langkah yang mesti dilakukan sebagai berikut: 1) peneliti menentukan lokasi atau sekolah yang akan dijadikan penelitian, 2) penentuan kelas dilakukan secara random dengan cara undian atau cara lainnya, misalkan terpilih empat kelas pada sekolah masing-masing 2 kelas di sekolah A dan 2 kelas lainnya pada sekolah B, 3) pada empat kelas tersebut dua kelas dijadikan kelas yang diberi perlakuan model Pembelajaran Berbasis Masalah dan dua kelas lainnya diberi metode mengajar konvensional (ceramah), 4) seluruh siswa pada empat kelas tersebut diberi tes intelegensi sehingga diperoleh data siswa yang memiliki kecerdasan tinggi dan rendah, dan 5) pilih sebanyak 27 % siswa yang memiliki tingkat kecerdasan tinggi dan 27 % siswa yang memiliki tingkat kecerdasan rendah, sedangkan 46 % siswa lainnya tidak dianalisis. Dari 27 % tersebut diperoleh 10 orang pada masing-masing sel baik yang memiliki tingkat kecerdasan rendah dan tinggi. Dengan teknik ini jumlah sampel siswa pada penelitian ini berjumlah 40 orang akan terpilih sebanyak 10 siswa pada masing-masing kelas dengan distribusi pada tabel 2.11 sebagai berikut:

Tabel 2.6. Jumlah Sampel pada Masing-Masing Sel

	Tingkat Kecerdasan	**Perlakuan**	
		Model Pembelajaran Berbasis Masalah ()	Konvensional ()
Kontrol	Kecerdasan Tinggi ()	10 orang	10 orang
	Kecerdasan Rendah ()	10 orang	10 orang

Cat: Jumlah sampel dapat ditambah misalnya 12 orang pada masing-masing sel.

Setelah ditentukan sampel, maka masing-masing kelompok baik kecerdasan tinggi dan rendah akan diberikan dua perlakuan yang berbeda di mana pada kelompok pertama akan diberi perlakuan metode Pembelajaran Berbasis Masalah dan kelompok lainnya hanya diberikan metode belajar konvensional berupa ceramah dan diskusi. Pada masing-masing kelompok *treatment* dan kontrol terdapat kelompok siswa yang memiliki tingkat kecerdasan tinggi dan rendah. Biasanya untuk menentukan tingkat kecerdasan ini diperoleh dari hasil tes dengan mengikut sertakan psikolog atau instumen yang telah diuji kevalidannya oleh pakar khususnya di bidang pengukuran dan psikologi.

F. LATIHAN:

1. Jelaskan pengertian antara populasi dan sampel! Mengapa pengambilan sampel sangat diperlukan di dalam sebuah penelitian?
2. Jelaskan pula teknik pengambilan sampel baik secara probabilitas dan nonprobabilitas *sampling*.
3. Diketahui jumlah populasi pada sebuah kota 425 jiwa. Tentukan jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian pada taraf 5%. Bandingkan jumlah sampelnya dengan menggunakan metode Slavin dan Michael-Isaac serta Nomo-gram King.
4. Diketahui pada kota X terdapat berbagai latar pekerjaan yaitu petani = 30 orang, pedagang = 40 orang, karyawan = 65 orang, PNS sebanyak 125 orang dan TNI/ POLRI sebanyak 35 orang. Tentukan jumlah sampel pada masing-masing jenis pekerjaan tersebut.
5. Apa yang dimaksud dengan penelitian eksperimen? Jelaskan langkah penelitian dengan menggunakan desain eksperimen?
6. Jelaskan perbedaan antara desain *pre experiment*, *true experiment* dan *quasi experiment*.
7. Jelaskan teknik pengambilan sampel pada desain eksperimen? Berikan contohnya.
8. Terdapat judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Script terhadap Ha-sil Belajar pada Siswa di Sekolah X*". Jelaskan model desain penelitian apa saja yang dapat kita gunakan? Apa saja persyaratan masing-masing desain penelitian tersebut?
9. Terdapat lima metode yang akan kita uji efektivitasnya yaitu: metode eksperimen, metode simulasi, resitasi, sistem regu, dan simulasi. Buatlah desain eksperimen untuk menguji efektivitas kelima metode tersebut.

BAB

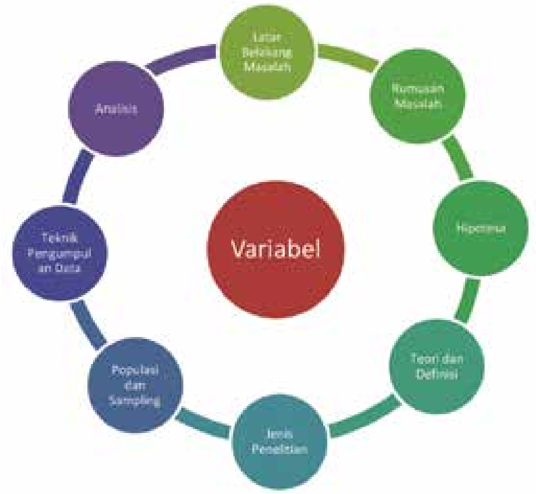
3

VARIABEL DAN UJI HIPOTESIS

A. VARIABEL DALAM PENELITIAN KUANTITATIF

1. Pengertian Variabel

Di dalam penelitian kuantitatif, pengetahuan dan pemahaman tentang variabel sangat diperlukan karena variabel berpengaruh terhadap: (1) desain penelitian yang akan dilakukan; (2) jumlah rumusan masalah dan hipotesis penelitian; (3) teknik pengambilan data penelitian; dan (4) teknik analisis data yang digunakan. Secara sederhana variabel adalah segala sesuatu yang dapat diamati, ditetapkan oleh peneliti untuk diteliti dan kemudian diambil kesimpulan. Kidder dalam Darmadi (2011) mengatakan variabel adalah suatu kualitas (*qualities*), di mana penelitian ingin mempelajari dan menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Creswell (2012) mengatakan variabel memiliki dua pengertian dasar yakni, pertama: karakteristik atau atribut dari individu, kelompok atau organisasi yang dapat diukur dan diamati dan kedua: variasi karakteristik antara individu atau kelompok.

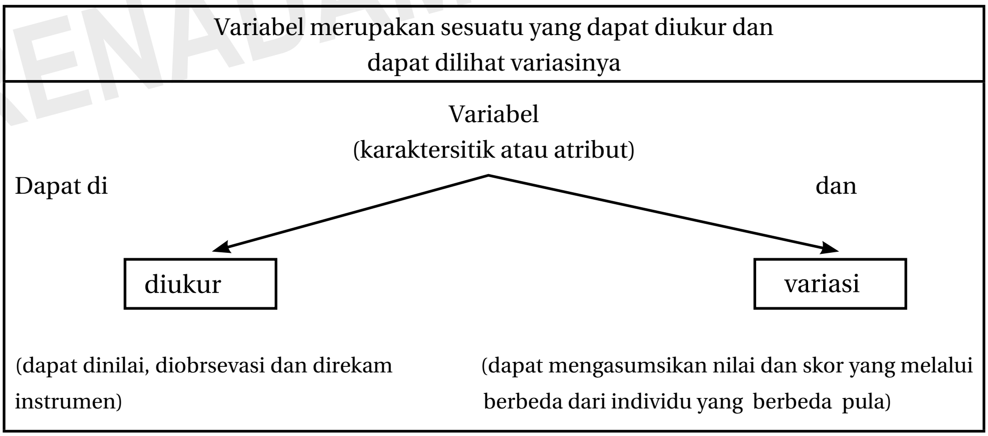


Gambar 3.1. Fungsi Variabel dalam Penelitian

Karakteristik individu atau kelompok sebagai variabel adalah apabila individu tersebut dapat diukur dan kemudian diberikan ukuran secara kuantitatif. Karakteristik mengenai tinggi seseorang, berat sebuah benda, lebar sebuah bangunan, tes hasil belajar, dan persepsi serta motivasi merupakan variabel di dalam penelitian. Hal ini disebabkan karakteristik tersebut dapat diamati dan diukur dengan menggunakan ukuran tertentu sehingga variabel dapat diberikan atribut. Tinggi atau tidak-nya atau lebarnya suatu bidang dapat diukur dengan satuan meter, sedangkan berat suatu benda diukur dengan menggunakan ukuran kilogram. Satuan meter, kilogram merupakan atribut bagi benda tersebut. Adapun karakteristik lainnya seperti hasil belajar, persepsi dan motivasi, serta ukuran lainnya yang bersifat psikis, pengukuran tersebut harus dibantu dengan alat bantu ukur lainnya seperti tes hasil belajar, lembar observasi dan angket untuk dapat mengkuantifikasi karakteristik tersebut.

Disebut variabel apabila setiap individu atau kelompok memiliki variasi atau karakteristik yang berbeda. Kecerdasan seseorang dapat dikatakan variabel ketika kecerdasan tersebut memiliki perbedaan antar individu atau kelompok. Demikian pula persepsi dan motivasi dapat dikatakan variabel jika kuantifikasi yang dihasilkan dari penghitungan persepsi dan motivasi memiliki variasi di dalamnya. Sebaliknya, berdasarkan kedua contoh tersebut, kepintaran seseorang serta persepsi dan motivasi tidak dapat menjadi variabel di dalam penelitian ketika angka atau skor yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan atau variasi yang signifikan.

Creswell (2012) secara sederhana memberi pengertian variabel sebagai karakteristik dan varitasi sebagaimana tabel di bawah ini:



Gambar 3.2. Pengertian Variabel

Dari tabel di atas dapat dideskripsikan bahwa variabel merupakan lambang atau simbol berupa bilangan atau nilai. Bilangan itu memiliki dua makna subtansi yakni: (1) dapat dinilai, diobservasi dan direkam melalui instrumen; dan (2) berasal dari nilai dan skor yang berbeda. Jenis kelamin, status sosial, jenis pekerjaan, tingkat penghasilan merupakan contoh variabel. Di dalam pendidikan beberapa variabel di antaranya latar belakang pendidikan guru, kompetensi guru, kemampuan guru dalam mengajar, dan hasil belajar siswa.

B. JENIS-JENIS VARIABEL PENELITIAN

1. Variabel Dependen dan Independen

Istilah dan pengertian variabel independen dan dependen di dalam penelitian sering kali diistilahkan dengan variabel X dan variabel Y. Pengertian kedua variabel tersebut sebagai berikut:

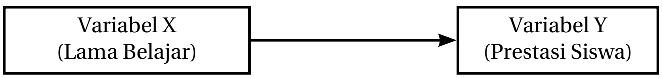
Variabel dependen adalah atribut atau karakteristik yang bebas atau yang dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel ini menjadi objek utama dalam penelitian. Variabel dependen disebut pula sebagai variabel Y, terikat, *outcome*, effek, kriterion, dan variabel konsekuensis.

Variabel independen adalah atribut atau karakteristik yang dapat memberikan pengaruh atau dampak dari variabel dependen. Di dalam penelitian, variabel ini disebut pula variabel X, bebas, faktor, *treatment*, prediktor, determinan, atau variabel anteseden.

Dari pengertian di atas dapat dilihat bahwa hubungan antara variabel independen dan dependen diartikan sebagai hubungan sebab dan akibat. Variabel independen disebut sebagai sebab dan variabel dependen sebagai akibat. Sebagai contoh, apabila ada judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran CTL terhadap Hasil Belajar*", dapat dijelaskan bahwa Model Pembelajaran sebagai variabel X atau variabel penyebab, sedangkan Hasil Belajar disebut sebagai variabel Y, atau variabel akibat.

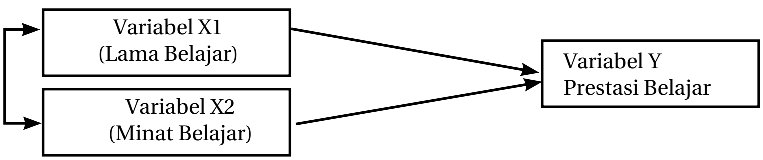
Beberapa hubungan antara variabel X dan Y dapat dilihat pada jenis dan judul penelitian di bawah ini:

1) Hubungan Lama Belajar (X) Terhadap Prestasi Siswa (Y) pada SMP kelas VIII di Kecamatan...... kota......... Judul ini memiliki 1 variabel X dan 1 variabel Y sehingga hubungannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



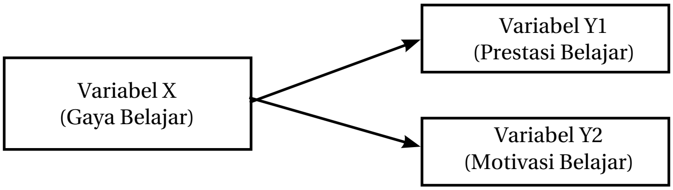
Gambar 3.3. Hubungan antara 1 Variabel X dan 1 Variabel Y

2) Hubungan antara Lama Belajar (X1), Minat Belajar (X2) terhadap Prestasi Siswa (Y) pada SMP kelas VIII Kecamatan...... Kota...... Judul penelitian ini memiliki 2 variabel X dan 1 variabel Y. Hubungan antarvariabel dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



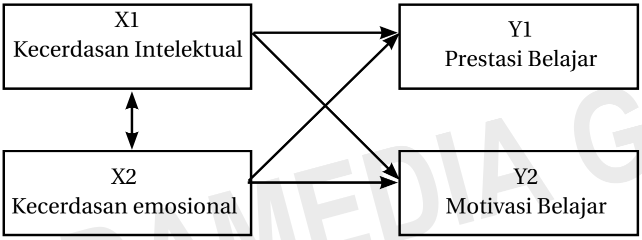
Gambar 3.4. Hubungan antara 2 Variabel X dan 1 Variabel Y

3) Efektivitas Gaya Belajar terhadap Prestasi dan Motivasi Belajar pada Siswa Kelas X sekolah .... Judul penelitian ini memiliki satu variabel X dan dua variabel Y. Hubungan ketiga variabel ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.5. Pengaruh antara 1 Variabel X dan 2 Variabel Y

4) Hubungan Antara Kecerdasan Intelektual (X1) dan Kecerdasan Emosional (X2) terhadap Prestasi (Y1) dan Motivasi Belajar Siswa (Y2). Judul penelitian ini memiliki dua variabel X dan dua variabel Y sehingga hubungan empat variabel ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.6. Hubungan antara 2 Variabel X dan 2 Variabel Y

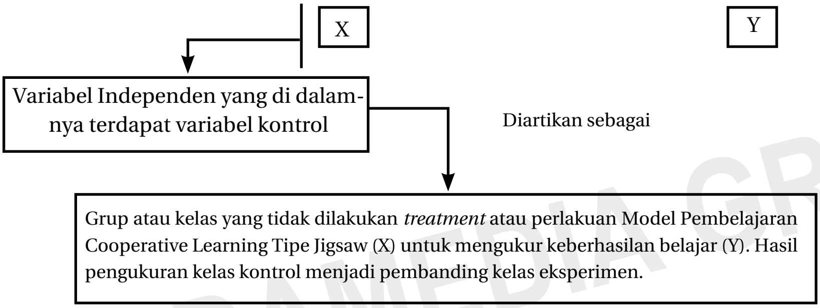
Dari keempat contoh di atas tentang variabel, secara garis besar hubungan antar variabel berdasarkan banyaknya variabel adalah sebagai berikut: (1) bivariat, yaitu hubungan atau pengaruh antara dua variabel (1 variabel X dan 1 variabel Y); (2) multivariat yaitu hubungan atau pengaruh lebih dari 2 variabel (lebih dari satu variabel X dan satu variabel Y, atau satu variabel X dan lebih dari satu variabel Y, atau lebih dari satu variabel X dan lebih dari satu variabel Y); dan (3) univariat atau hubungan satu variabel (statistik deskriptif).

2. Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan jenis variabel di dalam penelitian yang berasal dari variabel independen yang harus diukur dan dinilai oleh seorang peneliti. Variabel ini sering kali digunakan apabila seorang peneliti menggunakan penelitian eksperimen di mana variabel kontrol sering kali digunakan pada kelas kontrol. Kelas kontrol dimaknai sebagai kelas yang tidak diberikan *treatment* atau perlakuan dan berfungsi sebagai kelas pembanding dengan kelas yang diberikan perlakuan (kelas eksperimen). Tuckman dalam Creswell (2012) menjelaskan bahwa variabel kontrol merupakan variabel yang berpotensi memengaruhi variabel dependen. Adapun Mulyatiningsih (2012) mengatakan variabel kontrol dikategorikan ke dalam variabel *extraneous* atau variabel yang tidak diikutsertakan dalam proses penelitian. Pengertian tidak diikutsertakan adalah variabel ini menjadi nama bagi kelompok atau grup atau kelas yang tidak diberikan perlakuan dalam penelitian. Dengan demikian, walaupun variabel kontrol tidak disebutkan di dalam penelitian, data pada variabel kontrol sangat diperlukan sebagai data pembanding dari kelas eksperimen.

Deskripsi mengenai karakteristik dari variabel kontrol berdasarkan definisinya adalah: 1) variabel kontrol merupakan bagian variabel independen yang bersifat *extraneous* atau tidak dijelaskan secara implisit di dalam penelitian, 2) variabel kontrol sering digunakan dalam penelitian eksperimen dan 3) data variabel kontrol pada kelas yang tidak diberikan perlakuan menjadi data pembanding pada kelas eksperimen. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat dari judul penelitian di bawah ini:

"Pengaruh Model Pembelajaran *Cooperative Learning* Tipe Jigsaw terhadap Hasil Belajar"



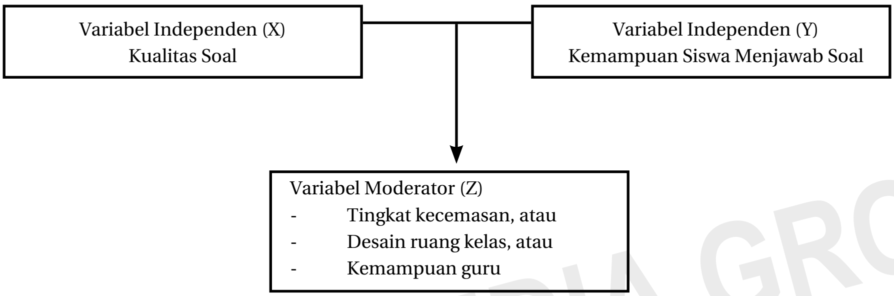
Gambar 3.7. Letak Variabel Kontrol

Berdasarkan contoh judul di atas, variabel kontrol seringkali tidak disebut di dalam judul penelitian. Ini disebabkan variabel ini merupakan bagian dari variabel independen sehingga ketika disebutkan judul penelitian "Pengaruh Model Pembelajaran *Cooperative Learning* Tipe Jigsaw terhadap Hasil Belajar", para peneliti dan yang membaca hasil penelitian sudah memahami bahwa ada salah satu variabel lain yang disebut variabel kontrol di dalam penelitian ini.

3. Variabel Moderator

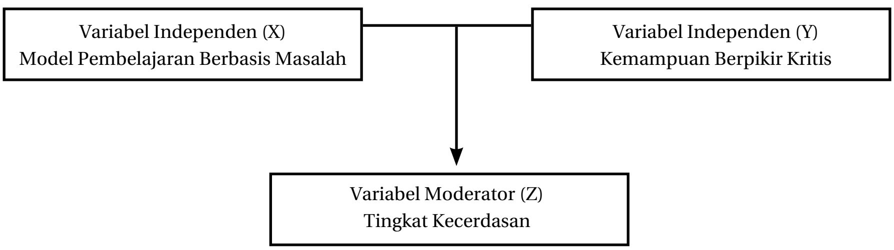
Selain dua variabel di atas, salah satu jenis variabel lainnya adalah variabel moderator di mana variabel ini merupakan variabel yang dapat mempengaruhi hubungan antara variabel independen dan dependen. Multiyaningsih mengistilahkan variabel ini sebagai variabel yang dapat memodifikasi hubungan antara kedua variabel ini. Kadir menjelaskan bahwa variabel moderator merupakan variabel lain yang dianggap berpengaruh terhadap variabel terikat tetapi tidak mempunyai pengaruh utama. Creswell menjelaskan bahwa variabel moderator memberikan "dampak" atau pada penelitian istilah dampak dikenal sebagai "pengaruh interaksi" atau *"interaction effect"*. Penggunaan istilah pengaruh interaksi dapat dimaknai bahwa adanya variabel moderator di dalam desain penelitian merupakan bentuk penelitian yang lebih kompleks dan komprehensif dibandingkan dengan jenis penelitian lainnya yang hanya melibatkan variabel independen dan dependen saja. Di dalam penelitian, variabel moderator dapat ditulis secara eksplisit maupun implisit.

Sebagai contoh, ada sebuah penelitian dengan judul "*Hubungan antara Kualitas Soal Ujian dengan Kemampuan Siswa Menjawab Soal*". Judul ini secara eksplisit terdiri dua variabel saja yakni "*Kualitas Soal Ujian*" sebagai variabel X dan "Kemampuan Siswa Menjawab Soal" sebagai variabel "Y". Namun, secara implisit desain penelitian dengan menggunakan judul ini dapat memasukkan unsur variabel moderator di dalamnya seperti: tingkat kecemasan siswa, desain ruang kelas atau kemampuan guru dalam menjelaskan pelajaran. Untuk itu hubungan antara variabel independen, dependen dan moderator dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.8. Letak Variabel Moderator

Contoh penelitian lain yang menggunakan variabel moderator adalah "*Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*", diperoleh deskripsi desain penelitian yaitu: Model Pembelajaran sebagai Variabel X, Tingkat Kecerdasan sebagai variabel moderator, dan Kemampuan Berpikir Kritis sebagai variabel Y. Konstelasi desain pemikiran berdasarkan judul ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.9. Tingkat Kecerdasan sebagai Variabel Moderator

Berdasarkan dua judul penelitian di atas, ada beberapa alternatif dan konsekuensi yang dapat dilakukan oleh peneliti berdasarkan adanya variabel moderator, *pertama*; bisa saja peneliti hanya menuliskan variabel independen dan dependen di dalam judul penelitiannya, atau peneliti diperbolehkan menuliskan judul dengan menambahkan variabel moderator di dalamnya sehingga judul penelitiannya adalah:

"*Hubungan antara Kualitas Soal Ujian dan Tingkat Kecemasan Terhadap Kemampuan Siswa Menjawab Soal*" sebagaimana judul kedua yaitu "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis." *Kedua*: banyaknya variabel moderator yang akan diteliti, tergantung dari kemauan dan kemampuan peneliti. Konsekuensinya semakin banyak variabel yang diteliti, akan semakin banyak pula teori yang digunakan, instrumen yang dipakai dan tingkat kesulitan dan kerumitan analisis statistika yang tinggi.

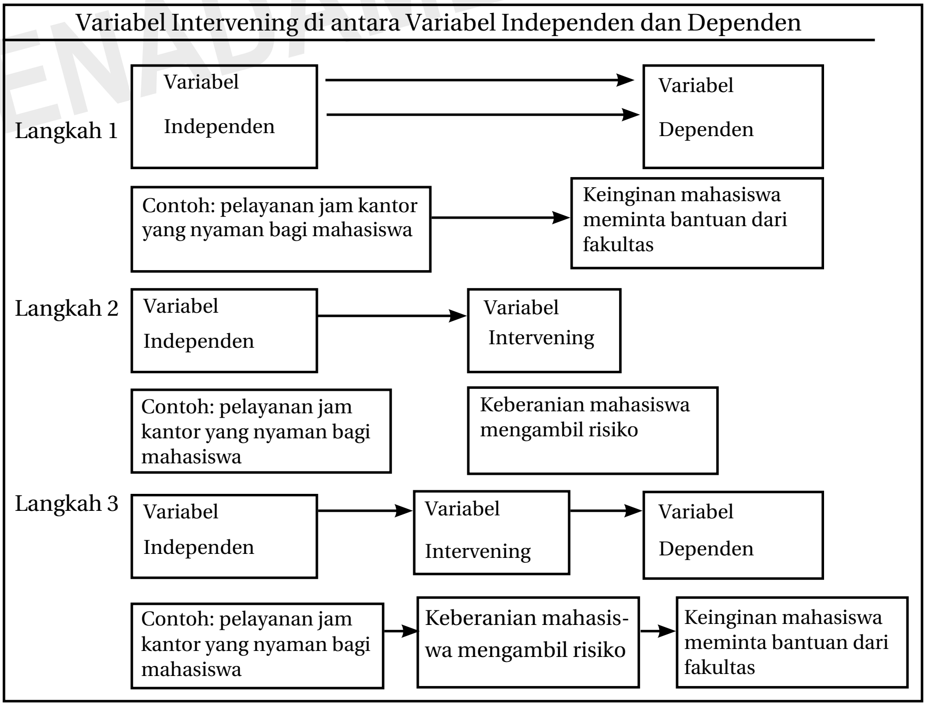
4. Variabel Intervening

a. Pengertian Variabel Intervening

Kadir (2014) menjelaskan bahwa variabel intervening disebut sebagai variabel antara di mana variabel ini dipengaruhi oleh variabel bebas kemudian dia memengaruhi variabel tak bebas. Creswell mengatakan bahwa variabel intervening adalah atribut atau karakteristik yang berdiri di antara variabel independen dan dependen. Senada dengan Creswell, Sugiyono (2011) mengatakan variabel antara atau intervening adalah variabel yang secara teoretis memengaruhi hubungan antara variabel dependen dengan independen menjadi hubungan tidak langsung dan tidak dapat diamati atau diukur.

Untuk memahami secara komprehensif pengertian variabel intervening, Creswell menjelaskan berdasarkan gambar di bawah ini:

Tabel 3.1. Langkah Membuat Variabel Intervening dalam Variabel Independen dan Dependen



Tabel di atas menjelaskan bahwa pada tahap 1 ada hubungan antara pelayanan jam kantor yang nyaman bagi siswa (X) dengan keinginan mahasiswa mencari informasi akademik (Y). Kenyamanan jam kantor mampu membuat siswa merasa nyaman sehingga mereka membuat keberanian untuk mendatangi kampus (tahap 2). Ketika para staf menawarkan pelayanan yang nyaman, mahasiswa menjadi berani untuk datang ke kantor dan timbul keinginan untuk meminta bantuan dari fakultas (tahap 3). Sebagai variabel intervening, keberanian siswa mengambil risiko dipengaruhi oleh pelayanan jam kantor yang nyaman dan kemudian keberanian siswa mengambil resiko mempengaruhi keinginan mahasiswa meminta bantuan dari fakultas. Skema anak panah di atas menggambarkan: (1) kenyamanan jam kantor memengaruhi keberanian mahasiswa mengambil risiko; (2) keberanian mahasiswa mengambil risiko mempengaruhi keinginan mahasiswa meminta bantuan fakultas; dan (3) karena ada variabel keberanian mahasiswa mengambil risiko, maka hubungan antara kenyamanan jam kantor dan keinginan mahasiswa meminta bantuan fakultas menjadi hubungan tidak langsung karena diperantarai oleh variabel keberanian mahasiswa.

Contoh penelitian lain dengan menggunakan variabel intervening adalah: Pengaruh Gaya Kepemimpinan, Tingkat Prestasi Kerja, dan Tingkat Penghargaan terhadap Motivasi Mengajar Guru. Dengan judul ini dapat dideskripsikan bahwa: (1) gaya kepemimpinan memiliki pengaruh terhadap motivasi mengajar; (2) tingkat prestasi kerja memiliki pengaruh terhadap motivasi kerja guru; (3) tingkat penghargaan memiliki pengaruh terhadap motivasi mengajar guru; dan (4) karena tingkat penghargaan merupakan variabel intervening, maka gaya kepemimpinan dan tingkat prestasi memiliki hubungan tidak langsung dengan motivasi mengajar guru.

b. Persamaan dan Perbedaan antara Variabel Moderator dan Intervening

Secara sederhana, persamaan kedua variabel ini adalah variabel moderator dan intervening secara bersama memengaruhi variabel independen dan dependen. Jose menjelaskan secara rinci persamaan dan perbedaannya. Persamaan kedua variabel ini yaitu: (1) kedua variabel ini melibatkan sekurang-kurangnya tiga variabel; (2) kedua variabel ini dapat dihitung dengan menggunakan regresi; dan (3) kedua variabel ini digunakan untuk mengetahui pengaruh antara variabel independen dan dependen. Adapun perbedaannya adalah variabel moderator merupakan variabel yang dapat memodifikasi atau memengaruhi baik variabel independen dan dependen sedangkan variabel intervening menjelaskan hubungan secara langsung dan tidak langsung terhadap variabel.

Mengacu kepada contoh judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*", dapat diartikan bahwa keberhasilan pembelajaran berbasis masalah dan kemampuan berpikir kritis dapat dipengaruhi oleh tingkat kecerdasan. Sedangkan variabel intervening menjelaskan hubungan tidak langsung antara variabel independen dan dependen. Dengan mengambil contoh judul penelitian "*Pengaruh Gaya Kepemimpinan*", "*Tingkat Prestasi Kerja*", dan "*Tingkat Penghargaan terhadap Motivasi Mengajar*

Guru", terlihat bahwa tingkat penghargaan menjadi variabel intervening. *Kedua*: desain penelitian kedua variabel ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Apabila judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*", maka desain penelitian sebagaimana pada gambar dibawah ini:

Tabel 3.2. Desain Penelitian dengan Menggunakan Variabel Moderator

	Tingkat Kecerdasan	**Perlakuan**	
		Model Pembelajaran Berbasis Masalah (A_1)	Konvensional (A_2)
Kontrol	Kecerdasan Tinggi (B_1)	A_1 B_1	A_2 B_1
	Kecerdasan Rendah (B_2)	A_1 B_2	A_2 B_2

Keterangan:

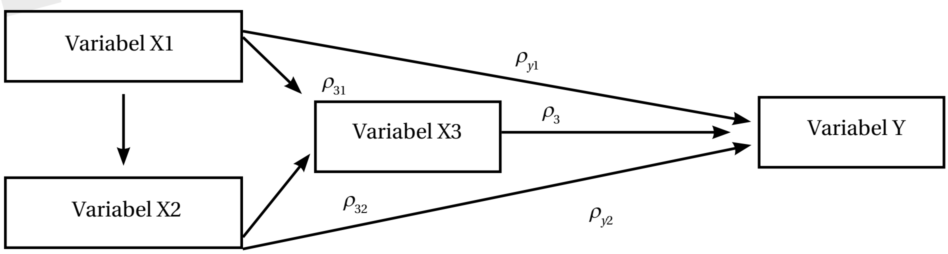
A_1 B_1 = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah

A_2 B_1 = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan metode konvensional

A_1 B_2 = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah

A_2 B_2 = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan metode konvensional

Adapun pada judul penelitian "*Pengaruh Gaya Kepemimpinan*", Tingkat Prestasi Kerja, dan Tingkat Penghargaan terhadap Motivasi Mengajar Guru, maka desain penelitiannya sebagai berikut:



Gambar 3.10. Desain Penelitian dengan Menggunakan Variabel Intervening

Ketiga, walaupun sama sama tergolong statistika multivariat, akan tetapi kedua variabel ini memiliki alat uji statistika yang berbeda. Untuk variabel moderator, uji statistik yang digunakan adalah Analisis Varian atau Anava dan Analisis Covarian (Ancova) baik 1 jalur maupun 2 jalur. Adapun untuk variabel intervening, uji statistiknya dengan menggunakan *path analysis* atau analisis jalur.

C. JENIS DATA

Selain statistika parametrik dan non-parametrik yang mendasari dipilihnya uji statistik, seorang peneliti harus pula memahami jenis data yang digunakan ketika akan dianalisis. Artinya adalah ketepatan dalam mengidentifikasi data yang digunakan dalam penelitian, akan memudahkan bagi peneliti untuk memilih uji statistik yang benar. Sebaliknya, kesalahan dan kekeliruan dalam mengidentifikasi jenis data, berakibat kesalahan dan kesulitan dalam menganalisis data.

Harus dipahami bahwa dalam penelitian, variabel yang telah diukur dengan menggunakan kuantifikasi disebut sebagai data penelitian. Sedangkan data penelitian terdiri dari empat jenis yaitu: (1) data berjenis nominal; (2) ordinal; (3) interval; dan (4) rasio.

1. Data Nominal

Data nominal adalah data ketika objek penelitian diklasifikasikan ke dalam kategori-kategori sehingga sampel terkelompokkan ke dalam kategori yang sama baik atribut dan sifatnya. Kategori pada data nominal dikelompokkan dengan menggunakan kuantifikasi atau pelabelan berdasarkan nomor atau angka. Sebagai contoh terdapat data seperti pria dan wanita, jenis pendidikan: S-1, S-2 dan S-3, atau jenis pekerjaan seperti: petani, pedagang, wiraswasta, PNS, TNI/Polri. Untuk data berdasarkan jenis kelamin, data ini dikelompokkan menjadi pria = 1, wanita = 0. Data berdasarkan stratifikasi tingkat pendidikan, S-1 = 1, S-2 = 2, dan S-3 = 3. Adapun berdasarkan jenis pekerjaan, petani= 1, pedagang=2, wiraswasta=3, PNS=4, dan TNI/Polri = 5.

Karakteristik lainnya pada data nominal adalah data ini tidak bisa dihitung secara aritmatika. Artinya adalah jika berdasarkan jenis kelamin pria=1 wanita= 0, bukan berarti 1+0 = 1, atau 1 – 0 = 1, atau 1 x 0 = 0. Demikian pula pada data stratifikasi tingkat pendidikan maupun jenis pekerjaan. Data berjenis nominal hanya berfungsi untuk mengelompokkan data berdasarkan atribut atau sifat. Artinya adalah angka 0 dan 1 pada jenis kelamin, 1,2, dan 3 pada jenis pendidikan, dan 1, 2, 3, 4, dan 5 pada stratifikasi pekerjaan hanya bersifat pengkodean angka saja untuk memudahkan analisis statistiknya.

2. Data Ordinal

Data ordinal adalah data yang dibuat secara bertingkat atau dengan kata lain data ini disusun berdasarkan peringkat yaitu dari peringkat terendah sampai tertinggi. Pada data ini biasanya semakin kecil angkanya, maka semakin besar nilainya. Sebagai contoh siswa yang mendapatkan *ranking* 1 tentu memiliki prestasi yang lebih bagus dari *ranking* 2. Siswa yang memperoleh *ranking* 2 tentunya lebih baik daripada ranking 3. Perbedaan ini mengisyaratkan bahwa 1 > 2 > 3 bukan berarti menunjukkan adanya perbedaan kuantitatif antara 1 dan 2, atau 2 dan 3. Perbedaan tersebut hanya bersifat kualitatif sebagaimana yang telah disebutkan tadi bahwa peringkat 1 lebih baik dari peringkat 2 dan seterusnya. Untuk itu data ordinal sama dengan data nominal yaitu tidak dapat dihitung secara matematis.

Ada dua model dalam data ordinal yaitu data tidak berpasangan dan berpasangan. Disebut data tidak berpasangan, apabila data yang diperoleh oleh sampel tidak memiliki kesamaan satu dengan yang lainnya. Sebaliknya, apabila data yang diperoleh dari sampel memiliki persamaaan skor pada datanya, maka data ini disebut berpasangan. Untuk memahami lebih lanjut dapat dilihat pada contoh Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) mahasiswa di perguruan tinggi X di bawah ini:

Tabel 3.3. Data Ordinal Pada Data Tidak Berpasangan dan Berpasangan

Tidak berpasangan		Berpasangan	
IPK	Ranking	IPK	Ranking
4,0	1	4,0 (1)	1
3,9	2	3,9 (2)	2,5
3,8	3	3,9 (3)	2,5
3,4	4	3,8 (4)	4
3,3	5	3,5 (5)	6
3,0	6	3,5 (6)	6
2,9	7	3,5 (7)	6
2,7	8	3,0 (8)	8

Pada tabel di atas, pada data tidak berpasangan, dari ke 8 mahasiswa yang dicatat IPKnya tidak ditemukan data yang sama (dari IPK 4,0 sampai IPK 2,7 tidak ada IPK yang sama). Ini memudahkan peneliti untuk mengurutkan ranking terkecil (1) dengan IPK 4,0 sampai *ranking* terendah (8) dengan IPK 2,7. Sedangkan pada data yang berpasangan, ditemukan ada nilai IPK yang sama yaitu 3,9 dengan rangking 2 dan rangking 3, serta IPK 3,5 dengan rangking 5, 6 dan 7. Apabila pada data penelitian menunjukkan angka yang sama, maka perankingan pada data ordinal dengan cara membagi data tersebut seperti (2+3/2=2,5) untuk IPK 3,9 dan (5+6+7/3=6) pada IPK 3,5.

3. Data Interval

Data interval memiliki memiliki pengertian yang sama dengan data ordinal di mana data interval. Jika pada data ordinal tidak memiliki jarak yang tetap, pada data interval telah memiliki jarak yang tetap. Jadi apabila ada data berupa 1,3,5,7,9 dan 11, dapat diartikan bahwa jarak 1–3 sama jaraknya dengan 5–7 atau 7–9. Skala ini tidak memiliki angka nol (0) mutlak. Sebagai contoh, angka C berbeda interpretasinya dengan F. Contoh lain, jika suatu sekolah memiliki interval penskoran 0–100, apabila siswa A memperoleh skor 40 dan siswa B memperoleh skor 80, bukan berarti tingkat kecerdasan siswa B dua kali lebih baik dari siswa A. Nilai 0 sampai 100 hanya merupakan interval penilaian yang mungkin berbeda dengan interval penilaian lainnya. Namun demikian, data interval memiliki karakteristik dapat dilakukan operasi bilangan matematika baik penjumlahan, pengurangan, pembagian dan perkalian seperti: 30° C + 50° C = 80° C.

4. Data Rasio

Pada ilmu statistika, data rasio merupakan data yang tertinggi jika dibandingkan dengan tiga jenis data sebelumnya. Data rasio memiliki persamaan dengan skala interval yaitu di mana kedua data ini dapat dioperasikan secara matematis (bisa ditambah, dikurang, dikali dan dibagi). Perbedaannya adalah pada skala rasio telah memiliki angka nol (0) mutlak sehingga angka ini merupakan titik nol yang absolut. Angka pada data rasio menunjukkan angka yang sesungguhnya, bukan hanya sebagai simbol. Sebagai contoh, apabila ada siswa yang mendapatkan angka nol, ini berarti siswa tersebut benar-benar mendapatkan nilai 0. Contoh lainnya adalah apabila ada nilai rata-rata rapor tiga siswa yaitu siswa A= 90, B= 80, dan siswa C=70. Maka jika dilihat secara rasio, siswa B memiliki nilai rata-rata kurang 10 dari siswa A. Siswa C memiliki nilai rata-rata kurang dari 20 dari siswa A. Beberapa contoh lainnya dengan menggunakan data rasio seperti berat sebuah benda, luas, kecepatan, dan sebagainya.

Penggunaan keempat jenis data dalam analisis kuantitatif, data berjenis nominal dan ordinal menggunakan uji statistika non parametrik, data interval dan rasio digunakan untuk statistika parametrik. Akan tetapi pada beberapa kasus penelitian, data interval dan rasio bisa dirubah ke dalam bentuk data nominal dan ordinal. Sebagai contoh interval nilai dari 0 sampai dengan 100, dapat dirubah menjadi dua kategori baik $\geq 60 = 1$ dan tidak baik $< 60 = 0$. Sebaliknya, data nominal dan ordinal tidak dapat diubah menjadi data interval dan rasio.

D. HIPOTESIS

1. Pengertian Hipotesis

Hipotesis berasal dari bahasa Yunani, *hypo* = di bawah; *thesis* = pendirian, pendapat yang ditegakkan, dan kepastian. Hipotesis sering diartikan oleh seorang peneliti untuk menjelaskan fenomena yang menarik di dalam penelitiannya. Fenomena di dalam penelitian harus dipelajari, dicari data pendukungnya dan dianalisis serta diambil kesimpulan. Sebelum dianalisis, seorang peneliti sebaiknya menduga dan memprediksi ke arah mana penelitian ini akan berakhir. Kesimpulan di dalam penelitian dapat menerima atau menolak hipotesis yang telah disusun oleh peneliti di awal penelitian.

Triola (tt) mengatakan hipotesis adalah klaim atau pernyataan tentang sifat dari suatu populasi. Pernyataan ini mengisyaratkan hipotesis mewakili sifat dari suatu populasi yang akan diambil kesimpulannya. Creswell (2012) berpendapat tentang definisi hipotesis yaitu pernyataan dalam penelitian kuantitatif di mana peneliti membuat dugaan atau prediksi tentang hasil penelitian dari hubungan antara atribut dan sifat variabel. Menurut Djaali dalam Kadir (2015), hipotesis adalah hasil kajian pustaka atau proses rasional dari penelitian yang telah mempunyai kebenaran secara teoretis. Bailey (1994) menjelaskan bahwa fungsi dari hipotesis, yaitu: (1) untuk menguji teori; (2) mendorong munculnya teori; (3) menerangkan fenomena sosial; (4) sebagai pedoman untuk mengarahkan penelitian; dan (5) memberikan kerangka untuk menyusun kesimpulan yang akan dihasilkan.

Dari pengertian di atas diperoleh pengertian tentang hipotesis yaitu: (1) dugaan sementara atau prediksi yang akan diuji kebenarannya; (2) dibuat oleh peneliti di awal penelitian sehingga hipotesis harus disusun dengan baik; (3) hipotesis diperoleh dari teori-teori yang berasal dari pendapat para ahli sehingga dapat dipertanggungjawabkan; (4) hipotesis dapat diuji kebenarannya; dan (5) kesimpulan penelitian dapat menolak atau menerima hipotesis.

Secara sederhana, terdapat dua hipotesis di dalam penelitian yaitu hipotesis nihil (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a atau H_1). Hipotesa nihil merupakan hipotesis yang menolak dugaan peneliti, sebaliknya hipotesis alternatif merupakan hipotesis yang menerima prediksi penelitian. Ada beberapa tahapan di dalam menyusun sebuah hipotesa di dalam penelitian kuantitatif, yaitu:

a. Menentukan hipotesis nihil (H_0).

Hipotesis ini biasanya disebut pula hipotesis nol yang menolak dugaan penelitian. Pada umumnya cara penulisan hipotesis nol yaitu: 1) ada tanda titik dua, 2) simbol parameter yang mengindikasikan fokus penelitian, 3) ada tanda sama dengan, dan 4) terdapat angka yang menjadi landasan apakah hipotesis tersebut diterima atau ditolak. Oleh karena itu, hipotesis nol dapat ditulis : $\mu=70$. Pada penelitian komparatif secara verbal hipotesa nihil dapat ditulis: "Tidak Ada Pengaruh antara Model Pembelajaran tipe STAD terhadap Prestasi Belajar". Di dalam penelitian korelasional hipotesisnya adalah: "tidak ada hubungan antara kompetensi pedagogik dan sosial dalam mengajar".

b. Menentukan hipotesa alternatif (H_a atau H_1).

Hipotesis ini biasanya disebut pula hipotesa yang menerima dugaan penelitian. Teknik penulisannya sama dengan teknik penulisan hipotesa nihil (H_a: $\mu_1 \neq \mu_2$). Secara verbal hipotesa nihilnya adalah "Ada Pengaruh antara Model Pembelajaran tipe STAD terhadap Prestasi Belajar". Sedangkan dalam penelitian korelasional, hipotesisnya adalah "ada hubungan antara kompetensi pedagogik dan sosial dalam mengajar".

c. Menentukan uji sepihak ataukah dua pihak.

Terdapat tiga daerah penolakan dan penerimaan H_0 yaitu uji pihak kanan, uji pihak kiri dan uji dua pihak. Adapun yang perlu diperhatikan dalam uji ini adalah perbedaan antara uji statistika komparatif dan asosiatif. Untuk uji statitika komparatif parameter yang digunakan adalah μ (dibaca miu), sedangkan uji statitika, parameternya adalah β (dibaca beta).

d. Menentukan taraf signifikansi.

Taraf signifikansi adalah peluang kesalahan yang diambil oleh seorang peneliti dalam mengambil keputusan menolak atau menerima hipotesa. Simbol taraf signifikansi adalah α (alpha). Pada umumnya di dalam penelitian sosial termasuk pendidikan, taraf signifikansi yang digunakan adalah 1% dan 5%. Apabila seorang peneliti memilih taraf signifikansi 1%, dapat diartikan probabilitas kesalahannya adalah 1%. Makin rendah taraf signifikansi yang dibuat, maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan hasil penelitian, begitu pula sebaliknya. Untuk melihat nilai taraf signifikansi dengan menggunakan tabel seperti tabel korelasi, tabel t, tabel f, dan lain sebagainya (kumpulan tabel dapat dilihat pada lampiran buku ini).

e. Mengumpulkan data.

Di dalam penelitian pendidikan, banyak variabel yang dapat diteliti di antaranya prestasi belajar, kemampuan berfikir kritis, sikap siswa, motivasi dalam belajar, kemampuan mengajukan pertanyaan dan jawaban, keaktifan diskusi. Teknik pengumpulan data dari variabel ini berupa tes, observasi, tes unjuk kerja dan kuesinoer. Data dalam penelitian kuantitatif haruslah bersifat numerik.

f. Menentukan rumus statistik yang digunakan.

Setelah data terkumpul data tersebut dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus statistik. Rumus statistik terbagi menjadi dua yakni rumus statistik komparasi seperti uji t, Mann-Whitney, Anova 1 dan 2 jalur, dan Anacova. Sedangkan rumus statistik korelasi di antaranya *product moment*, Uji Spearman's rank-order, Uji Kendall's Tau, Uji Goodman dan Kruskal's Gamma.

g. Menarik kesimpulan.

Di dalam penelitian, kesimpulan dapat diartikan menerima atau menolak hipotesis. Jika hasil penelitian dinyatakan bahwa H_o ditolak, ini berarti data yang dianalisis mendukung hipotesa. Sebaliknya jika H_o diterima, artinya data yang dianalisis tidak mendukung hipotesa. Di dalam kesimpulan tidak menggunakan istilah hipotesis itu salah atau benar, akan tetapi kesimpulannya adalah hipotesis diterima atau ditolak.

2. Kekeliruan dalam Hipotesis

Di dalam penelitian dapat dimungkinkan terjadinya kesalahan di dalam menarik kesimpulan berdasarkan hipotesis yang dibuat. Kadir (2015) menjelaskan kekeliruan ini disebabkan hipotesis yang dibuat mengandung ketidakpastian. Adanya unsur ketidakpastian menyebabkan resiko kesalahan bagi pengambilan keputusan. Ada dua kemungkinan kesalahan hipotesis yaitu: (a) *Kekeliruan tipe I* (α) yaitu menolak hipotesis yang seharusnya diterima; dan (b) *Kekeliruan tipe II* (β): menerima hipotesis yang seharusnya ditolak. Kedua kekeliruan tersebut tersajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.4. Kekeliruan Hipotesis Tipe I dan II

KESIMPULAN	KEPUTUSAN	
	HIPOTESIS BENAR	HIPOTESIS SALAH
Terima Hipotesis	BENAR (1 – α)	KELIRU Tipe I (α)
Tolak Hipotesis	KELIRU Tipe II (β)	BENAR (1-β)

Di dalam penelitian kuantitatif, kedua kekeliruan tersebut disebut sebagai peluang. Peluang untuk melakukan kesalahan tipe I dinyatakan dengan α (dibaca alpha) dan peluang kesalahan tipe II dinyatakan dengan β (dibaca beta). Untuk itu kekeliruan pertama disebut sebagai kekeliruan α dan kekeliruan kedua disebut β. Hubungan antara kekeliruan α dan β adalah semakin kecil kesalahan α, maka semakin besar kemungkinan kesalahan β, begitu pun sebaliknya semakin besar kesalahan pada α, maka semakin kecil kemungkinan kesalahan β. Untuk harga α dapat ditentukan terlebih dahulu, sedangkan harga β tidak memiliki batasan tertentu.

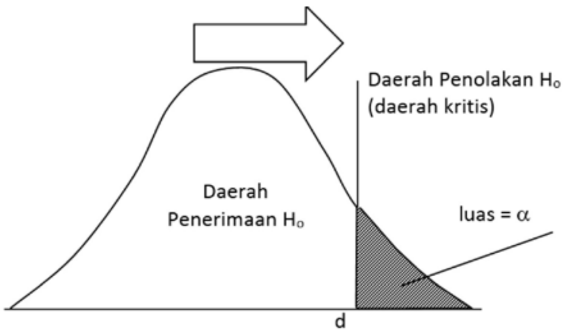
Harga α pada setiap penelitian seringkali dinyatakan dalam bentuk α = 0,01 atau α= 0,05. Pada α = 0,01 disebut pula taraf signifikansi 1% dan α = 0,05 disebut taraf signifikansi 5%. Asumsi penelitian apabila menggunakan taraf 5% atau α = 0,05 berarti dalam 100 kali pengambilan kesimpulan yang dilakukan, maka kekeliruan dalam membuat kesalahan tidak menerima yang benar adalah sebanyak 5 kali. Ini juga berarti dalam taraf signifikansi 5%, seorang peneliti kira-kira telah membuat kesimpulan 95% benar.

3. Uji Hipotesis Satu Pihak dan Dua Pihak

Terdapat dua uji hipotesis di dalam penelitian kuantitatif yakni satu pihak dan dua pihak. Untuk uji satu pihak terdiri dari dua bagian dua yakni uji pihak kanan dan pihak kiri.

a. Uji Pihak Kanan

Uji pihak kanan disebut pula uji ekor kanan adalah pengujian hipotesis di mana daerah penolakan berada di sebelah kanan pada kurva normal. Uji ini digunakan apabila hipotesis dinyatakan lebih kecil dari atau sama dengan (≤).



Gambar 3.11. Uji Pihak Kanan

Di dalam penelitian komparatif dengan hipotesis motivasi belajar siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan media lebih tinggi daripada siswa yang tidak menggunakan media pembelajaran, maka uji hipotesis pihak kanan ditulis sebagai berikut:

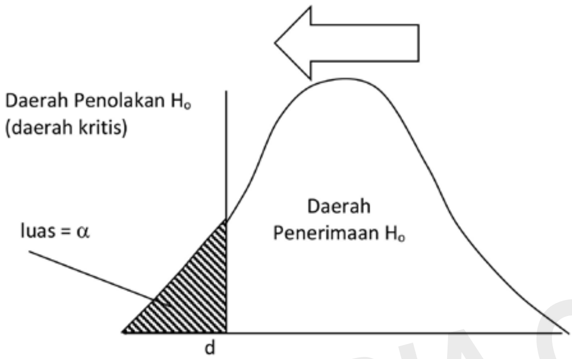
$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

Untuk penelitian korelasional dengan hipotesis gaya kepemimpinan berpengaruh positif terhadap motivasi kerja guru, uji hipotesis pihak kanannya adalah:

$$H_0 : \beta \leq 0$$
$$H_1 : \beta > 0$$

b. Uji Pihak Kiri

Uji pihak kiri disebut pula uji ekor kiri di mana daerah penolakan berada di sebelah kiri pada kurva normal. Uji ini digunakan apabila hipotesis dinyatakan lebih besar dari atau sama dengan (≥).



Gambar 3.12. Uji Pihak Kiri

Pada penelitian komparatif dengan hipotesis siswa yang mendapatkan metode ceramah memiliki prestasi belajar yang lebih rendah dari siswa yang diberikan model PBM, maka uji hipotesis pihak kiri ditulis sebagai berikut:

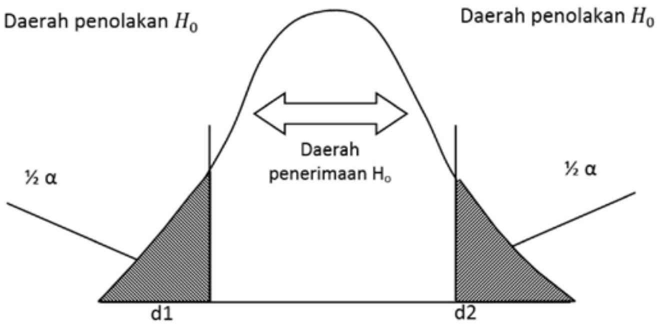
$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Untuk penelitian korelasional dengan hipotesis rendahnya skor uji kompetensi berpengaruh negatif terhadap kemampuan mengajar, uji hipotesis pihak kirinya adalah:

$$H_0 : \beta \geq 0$$
$$H_1 : \beta < 0$$

c. Uji Dua Pihak

Uji dua pihak memiliki dua daerah kritis pada masing-masing ujung pada kurva normal. Luas daerah pada masing-masing ujung kurva adalah ½ α. Karena adanya dua daerah penolakan ini, maka pengujian hipotesis disebut sebagai uji hipotesis dua pihak. Uji ini digunakan apabila hipotesis H_0 berbunyi sama dengan (=).



Gambar 3.13. Uji Dua Pihak

Pada penelitian komparatif dengan hipotesis, terdapat perbedaan kemampuan menyerap pelajaran antara siswa dengan menggunakan metode demonstrasi dan ceramah, maka uji hipotesis uji dua pihak ditulis sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Pada penelitian korelasional dengan hipotesis penelitiannya lama mengajar berpengaruh terhadap profesionalitas guru, maka uji hipotesis dua pihak adalah:

$$H_0 : \beta = 0$$
$$H_1 : \beta \neq 0$$

E. HUBUNGAN ANTARA VARIABEL, RUMUSAN MASALAH, DAN HIPOTESIS

Telah dijelaskan di awal bahwa terdapat tiga jenis penelitian yaitu jenis penelitian deskriptif, korelasional dan komparatif. Penelitian deskriptif memiliki satu variabel penelitian sehingga disebut univariat, sedangkan korelasional dan komparatif disebut pula bivariat atau multivariat karena di dalamnya terdapat dua atau variabel penelitian. Hubungannya antara rumusan masalah dan hipotesis penelitian dengan variabel adalah jumlah variabel yang diteliti berpengaruh kepada jumlah rumusan masalah dan hipotesis penelitian.

Di dalam penelitian deskriptif (univariat), rumusan masalah penelitiannya berjumlah satu pertanyaan dan hipotesis tidak menjadi keharusan di dalam jenis penelitian ini. Adapun pada penelitian korelasional dan komparatif bivariat, jumlah rumusan masalahnya adalah satu dan hipotesis penelitiannya juga satu. Namun, dalam penelitian ini baik korelasional dan komparatif sering kali rumusan masalahnya digabung dengan rumusan masalah deskriptif sehingga rumusan masalahnya menjadi tiga. Sedangkan dalam penelitian multivariat, jumlah rumusan masalah dan hipotesisnya bergantung kepada pendekatan penelitian dan jumlah variabel yang digunakan.

Tabel 3.5. Jumlah Variabel, Rumusan Masalah dan Hipotesis Penelitian Univariat, Bivariat, dan Multivariat

Jenis Penelitian	Jumlah Variabel	Jumlah Rumusan Masalah	Jumlah Hipotesis
Deskriptif	Univariat	1 (satu)	1 (satu/tidak wajib)
Korelasional	Bivariat	1 atau 3 apabila ditambah dengan rumusan masalah deskriptif.	1 (satu)
	Multivariat	Bergantung jumlah variabel dan jenis penelitian (regresi satu jalur atau dua jalur).	Bergantung jumlah variabel dan jenis penelitian (regresi satu jalur atau dua jalur).
Komparatif	Bivariat	1 atau 3 apabila ditambah dengan rumusan masalah deskriptif.	1 (satu)
	Multivariat	Bergantung jumlah variabel dan jenis penelitian (*treatment by level*, desain faktorial, atau analisis jalur).	Bergantung jumlah variabel dan jenis penelitian (*treatment by level*, desain faktorial, atau analisis jalur).

Di dalam penelitian deskriptif (univariat), rumusan masalah penelitiannya berjumlah satu pertanyaan dan hipotesis tidak menjadi keharusan di dalam jenis rumusan masalahnya adalah 1 (satu) dan hipotesis penelitiannya juga satu. Namun dalam penelitian ini baik korelasional dan komparatif sering kali rumusan masalahnya digabung dengan rumusan masalah deskriptif, sehingga rumusan masalahnya menjadi tiga. Adapun dalam penelitian multivariat, jumlah rumusan masalah dan hipotesisnya bergantung kepada pendekatan penelitian dan jumlah variabel yang digunakan.

1. Rumusan Masalah Deskriptif

Rumusan masalah dan hipotesis pada penelitian deskriptif dapat dilihat sebagai berikut:

a. Rumusan Masalah:

- Berapa lama rata-rata mahasiswa menyelesaikan studinya?
- Seberapa baik gaya belajar siswa di sekolah X?

2. Rumusan Masalah dan Hipotesis Korelasional Bivariat

Dengan judul penelitian "*Hubungan antara Motivasi Ekstrinsik dan Motivasi Intrinsik pada Mahasiswa Perguruan Tinggi X*", rumusan masalah dan hipotesisnya adalah:

a. Rumusan Masalah:

- Seberapa baik motivasi ekstrinsik pada Mahasiswa Perguruan Tinggi X? (rumusan masalah deskriptif).
- Seberapa baik motivasi intrinstik pada Mahasiswa Perguruan Tinggi X? (rumusan masalah deskriptif).
- Apakah ada pengaruh positif antara motivasi ekstrinsik dan intrinsik pada mahasiswa perguruan tinggi X? (rumusan masalah korelasional)

b. Hipotesis penelitian

H_0 = Tidak ada pengaruh positif antara motivasi ekstrinsik dan intrinsik mahasiswa Perguruan Tinggi X.

H_1 = Ada pengaruh positif antara motivasi ekstrinsik dan intrinsik pada Mahasiswa Perguruan Tinggi X.

Hipotesis statistiknya pada uji pihak kanan yaitu:

$$H_0 : \rho \leq 0$$

$$H_1 : \rho > 0$$

3. Rumusan Masalah dan Hipotesis Korelasional Bivariat

Dengan judul "*Hubungan antara Kesehatan Fisik dan Mental Terhadap Konsistensi Belajar Siswa di SMA X*", diperoleh rumusan masalah dan hipotesis sebagai berikut:

a. Rumusan Masalah

- Bagaimana tingkat kesehatan fisik Siswa di SMA X? (rumusan masalah deskriptif)
- Bagaimana tingkat Kesehatan Mental Siswa di SMA X? (rumusan masalah deskriptif)
- Bagaimana tingkat Kesehatan Spiritual Siswa di SMA X? (rumusan masalah deskriptif)
- Bagaimana korelasi antara Kesehatan Fisik dan Konsistensi Belajar Siswa di SMA X?
- Bagaimana korelasi antara Kesehatan Mental dan Konsitensi belajar Siswa di SMA X?
- Apakah Kesehatan Fisik dan Kesehatan Mental secara bersama-sama memiliki korelasi terhadap Konsistensi Belajar Siswa di SMA X?

b. Hipotesis Penelitian

- Hipotesis pada butir "d"

  H_0 = Tidak terdapat korelasi antara Kesehatan Fisik dengan Konsistensi Belajar

  H_1 = Terdapat korelasi bersama antara Kesehatan Fisik dengan Konsistensi Belajar

  Hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho_{Y1} \neq 0$$
$$H_1 : \rho_{Y1} = 0$$

- Hipotesis pada butir "e"

  H_0 = Tidak terdapat korelasi bersama antara Kesehatan Mental dengan Konsistensi Belajar

  H_1 = Terdapat korelasi bersama antara Kesehatan Mental dengan Konsistensi Belajar

  Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \rho_{Y2} \neq 0$$
$$H_1 : \rho_{Y2} = 0$$

- Hipotesis pada butir "f"

  H_0 = Tidak ada hubungan secara bersama antara Kesehatan Fisik dan Mental terhadap Konsistensi Belajar

  H_1 = Terdapat hubungan secara bersama antara Kesehatan Fisik dan Mental terhadap Konsistensi Belajar

  Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \rho_{Y12} \neq 0$$
$$H_1 : \rho_{Y12} = 0$$

4. Rumusan Masalah dan Hipotesis Komparatif Bivariat

Diketahui judul penelitian "*Model Pembelajaran Examples Non-Example Terhadap Hasil Belajar*". Rumusan masalah dan hipotesisnya dapat disusun sebagai berikut:

a. Rumusan Masalah:

- Bagaimana hasil belajar siswa yang tidak diberikan model pembelajaran *Examples Non-Examples*? (rumusan masalah deskriptif).
- Bagaimana hasil belajar siswa yang diberikan model pembelajaran *Examples Non-Examples*? (rumusan masalah deskriptif).

- Bagaimana pengaruh model pembelajaran *Examples Non-Examples* terhadap hasil belajar? (rumusan masalah komparatif).

b. Hipotesis Penelitian

H_0 = Model pembelajaran *Examples Non-Examples* tidak memiliki pengaruh terhadap hasil belajar.

H_1 = Ada pengaruh model pembelajaran *Examples Non-Examples* terhadap hasil belajar.

Hipotesis statistik pada uji pihak kanan yaitu:

$$H_o = \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 = \mu_1 > \mu_2$$

5. Rumusan Masalah dan Hipotesis Komparatif Multivariat

Dengan judul penelitian "*Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*", berdasarkan desain penelitian pada Tabel 3.5 dapat disusun rumusan masalah dan hipotesis penelitiannya sebagai berikut:

a. Rumusan Masalah

- Apakah terdapat perbedaan Kemampuan Berpikir Kritis antara menggunakan Model PBM dan Konvensional?
- Apakah terdapat pengaruh interaksi antara Model Pembelajaran dan Tingkat Kecerdasan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis?
- Apakah terdapat perbedaan Kemampuan Berpikir Kritis antara Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Konvensional?
- Apakah terdapat perbedaan Kemampuan Berpikir Kritis antara Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Konvensional?

b. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis penelitian pada butir "a"

   H_0 = Tidak terdapat perbedaan kemampuan Berpikir Kritis antara menggunakan Model PBM dan konvensional (dua sisi)

   H_1 = Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara menggunakan Model PBM dan konvensional

   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \mu_{A1} \leq \mu_{A2}$$

$$H_1 : \mu_{A1} > \mu_{A2}$$

2. Hipotesis penelitian pada butir "b"

H_0 = Tidak terdapat interaksi antara Model Pembelajaran dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

H_0 = Terdapat interaksi antara Model Pembelajaran dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Hipotesis statistik:

$$H_0 : A \text{ X } B = 0$$

$$H_1 : A \text{ X } B \neq 0$$

3. Hipotesis penelitian pada butir "c"

H_0 = Tidak terdapat perbedaan kemampuan Berpikir Kritis antara Kelompok Siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan model PBM dan konvensional

H_1 = Terdapat perbedaan kemampuan Berpikir Kritis antara Kelompok Siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan model PBM dan konvensional

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \mu_{A1B1} \leq \mu_{A2B1}$$

$$H_1 : \mu_{A1B1} > \mu_{A2B1}$$

4. Hipotesis penelitian pada butir "d"

H_0 = Tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara Kelompok Siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan model PBM dan konvensional

H_1 = Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan model PBM dan konvensional

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \mu_{A1B1} \leq \mu_{A2B1}$$

$$H_1 : \mu_{A1B1} > \mu_{A2B1}$$

6. Rumusan Masalah dan Hipotesis Korelasi Multipel

Dengan judul penelitian "*Pengaruh Kompensasi, Budaya Organisasi, dan Motivasi Bekerja terhadap Kedisiplinan Kerja*", berdasarkan desain penelitian pada Gambar 3.2 rumusan masalah dan hipotesisnya sebagai berikut:

a. Rumusan Masalah

- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Kompensasi Terhadap Kedisiplinan Kerja?
- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Budaya Kerja Terhadap Kedisiplinan Kerja?
- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Motivasi Kerja Terhadap Kedisiplinan Kerja?
- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Kompensasi Terhadap Motivasi Bekerja?
- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Budaya Organisasi Terhadap Motivasi Kerja?
- Seberapa besar pengaruh positif secara langsung antara Kompensasi dan Budaya Organisasi?

b. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Penelitian untuk butir "a"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara kompensasi terhadap kedisiplinan kerja

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara Kompensasi terhadap kedisiplinan kerja

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{y1} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{y1} > 0$$

2. Hipotesis Penelitian untuk butir "b"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara budaya organisasi terhadap kedisiplinan kerja

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara budaya organisasi terhadap kedisiplinan kerja

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{y2} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{y2} > 0$$

3. Hipotesis Penelitian untuk butir "c"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara motivasi terhadap kedisiplinan kerja

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara motivasi terhadap kedisiplinan kerja

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{Y3} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{Y3} > 0$$

4. Hipotesis Penelitian untuk butir 'd"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara kompensasi terhadap motivasi kerja

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara kompensasi terhadap motivasi kerja

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{Y31} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{Y31} > 0$$

5. Hipotesis Penelitian untuk butir ''e"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara budaya organisasi terhadap motivasi kerja

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara budaya terhadap motivasi kerja

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{Y32} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{Y32} > 0$$

6. Hipotesis Penelitian untuk butir "f"

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung antara kompensasi terhadap budaya organisasi

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung antara kompensasi terhadap budaya organisasi

   Hipotesis Statistik:

$$H_0 : \beta_{Y21} \leq 0$$

$$H_1 : \beta_{Y21} > 0$$

F. LATIHAN:

1. Sebutkan alasan mengapa memahami variabel sangat diperlukan dalam penelitian yang akan Anda lakukan.
2. Uraikan pengertian variabel menurut para ahli dan buatlah definisi menurut Anda sendiri.
3. Jelaskan pengertian variabel independen, dependen serta variabel kontrol. Berikan contoh dalam tiga buah judul penelitian.
4. Jelaskan persamaan dan perbedaan antara variabel moderator dan intervening. Berikan contoh masing-masing variabel tersebut.
5. Ada tiga jenis data pada penelitian. Jelaskan ketiga jenis data tersebut beserta

contohnya.

6. Gambarkan uji hipotesis pihak kanan, kiri serta dua pihak. Jelaskan perbedaan nya menurut Anda ketiga uji hipotesis tersebut.
7. Jelaskan istilah-istilah uji hipotesis berikut ini dan taraf signifikansi.
8. Buatlah rumusan masalah, hipotesis penelitian dan statistik judul-judul penelitian di bawah ini!
   a. Tingkat kecerdasan emosional siswa pada lembaga sekolah...
   b. Hubungan antara motivasi belajar dan kedisiplinan mahasiswa di Fakultas...
   c. Pengaruh model pembelajaran degeneratif terhadap pemahaman konsep matematika siswa...
   d. Pengaruh kemampuan manajerial, kemampuan pengendalian diri dan gaya memimpin terhadap motivasi bekerja di lembaga ... (*path analysis*)

BAB

4

ANALISIS DATA STATISTIK DESKRIPTIF

Ada tiga macam analisis deskriptif, yaitu: (1) ukuran pemusatan data; (2) ukuran letak data; dan (3) ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data diukur dengan menggunakan mean, median, dan modus. Untuk ukuran letak data menggunakan kuartil, desil, dan persentil. Adapun ukuran penyebaran data diukur di antaranya menggunakan simpangan baku dan varian. Berdasarkan pengelompokan, analisis deskriptif terbagi menjadi dua yaitu: untuk data tunggal dan data berkelompok.

A. UKURAN PEMUSATAN DATA

Ukuran pemusatan data merupakan suatu bilangan yang dapat mereprentasikan atau mewakili suatu kelompok. Wahyuni mengatakan bahwa pada umumnya serangkaian data mempunyai kecenderungan terkonsentrasi pada bilangan yang menjadi ukuran gejala pusat. Bilangan yang menjadi wakil dari pemusatan data dapat dijadikan dasar untuk melakukan analisis statistik deskriptif. Djarwanto mengatakan ukuran pemusatan data yang baik apabila ukuran untuk menunjukkan tendensi pusat dari suatu distribusi dan dapat mewakili seluruh nilai pengamatannya.

1. Ukuran Pemusatan untuk Data Tunggal

a. Mean (rata-rata)

Pada umumnya pengertian mean adalah nilai rata-rata sebuah data. Nilai rata-rata merupakan total penjumlahan dibagi dengan jumlah data. Simbol dari nilai rata-rata adalah $\overline{X}$ (dibaca: eks bar). Ada banyak untuk mengukur rata-rata data di antaranya: (1) rata-rata hitung (*arithmetic mean*); (2) rata-rata ukur (*geometric mean*); dan (3) rata-rata pertumbuhan.

1) Rata-rata Hitung (*arithmetic mean*)

Rumus dari rata-rata hitung pada data tunggal adalah:

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Di mana:

$X_i = X_1, X_2 X_3 \ldots\ldots X_n$

N =banyak data

Contoh 4.1

Diketahui nilai hasil belajar dari 7 siswa = 75, 80, 85, 70, 90, 75, 80. Berdasarkan data ini maka rata-rata hitungnya adalah:

$$\bar{x} = \frac{75+80+85+70+90+75+80}{7}$$

$$\bar{x} = \frac{555}{7} = 79,29$$

Hasil penghitungan di atas dengan menggunakan rata-rata hitung dapat diartikan bahwa dari 7 siswa yang memperoleh hasil belajar 75, 80, 85, 70, 90, 75, 80, nilai rata-ratanya ($\bar{x}$) adalah: 79,29.

Untuk data berbobot atau memiliki frekuensi lebih dari satu atau memiliki data yang cukup banyak, rumus yang digunakan untuk mencari rata-ratanya adalah:

$$\bar{x} = \frac{\sum fx_i}{n}$$

Contoh 4.2

Diketahui terdapat 40 siswa yang mendapatkan nilai ujian matematika sebagaimana tersaji pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1. Nilai Ujian Matematika

Nilai	f	fx
65	4	260
70	5	350
75	9	675
80	14	1120
85	3	255
90	3	270
95	2	190
	$\sum f = 40$	$\sum fx = 3120$

Dari data di atas dapat dihitung rata-ratanya sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{3120}{40}$$

$$\bar{x} = 78$$

Hasil penghitungan di atas dari 40 siswa yang memperoleh hasil 65, 70, 75, 80, 85 dan 90 pada 40 siswa, nilai rata-ratanya ($\overline{x}$) adalah: 78.

2) Rata-rata Ukur (*geometric mean*)

Rata-rata geometrik menurut Hasan () merupakan rata-rata yang digunakan untuk mengukur terhadap data laju, indeks, dan rasio perubahan atau pertambahan modal, laba, rugi, riba, tabungan, harga, biaya, dan indikator lainnya. Simbolnya adalah $\overline{X}_g$. Di dalam pendidikan, rata-rata ukur dapat digunakan untuk mengukur perubahan-perubahan hasil belajar, prestasi akademik serta pertumbuhan siswa. Ada dua rumus untuk menentukan rata-rata ukur berdasarkan banyaknya data yang dimiliki. Rumus yang digunakan untuk mengukur rata-rata ukur dengan data yang tidak terlalu banyak adalah:

$$\overline{X}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=n}^{n} X_i}$$

Prosedur untuk mengetahui laju pertumbuhan dengan menggunakan rata-rata geometri adalah sebagai berikut:

- Menghitung persentase perubahan setiap tahunnya dengan cara membagi data tahun sekarang dengan tahun sebelumnya.
- Setelah diperoleh data persentase setiap tahun, mencari nilai $\overline{X}_g$
- Mengurangi nilai rata-rata geometri dengan angka 100 untuk mengetahui laju pertumbuhannya.
- Menarik kesimpulan.

Contoh 4.3

Di suatu sekolah terdapat data nilai rata-rata Ujian Nasional dari tahun 2012 sampai 2015. Diketahui bahwa pada tahun 2013 sekolah tersebut mengalami kenaikan cukup signifikan, akan tetapi pada tahun 2014 dan 2015 kembali mengalami penurunan. Untuk itu pihak sekolah berkeinginan mengetahui laju pertumbuhan nilai UN. Data hasil rata-rata UN tersaji pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.2. Nilai UN

Tahun	Rata-Rata Hasil UN
2012	5,5
2013	6,0
2014	5,8
2015	5,3

Dengan menggunakan langkah-langkah di atas, dapat dicari laju pertumbuhan nilai UN pada sekolah tersebut yaitu:

(1) Menghitung persentase perubahan nilai UN setiap tahun (baris pertama tidak dihitung karena tidak memiliki data pembanding).

Tabel 4.3. Persentase Perubahan Nilai UN

Tahun	Rata-Rata Hasil UN	Persentase Perubahan
2012	5,5	-
2013	6,0	$\frac{6,0}{5,5} \times 100 = 109,09$
2014	5,8	$\frac{5,8}{6,0} \times 100 = 96,67$
2015	5,3	$\frac{5,3}{5,8} \times 100 = 91,38$

(2) Mencari nilai $\overline{X}_g$ dengan memasukkan data perubahan setiap tahun:

$$\overline{X}_g = \sqrt[3]{109,09 \times 96,67 \times 91,38}$$

$$\overline{X}_g = \sqrt[3]{963668,834}$$

$$\overline{X}_g = 98,77$$

(3) Mengurangi nilai $\overline{X}_g$ – 100 sehingga diperoleh nilai pertumbuhan. Penghitungannya adalah: 98,77 – 100 = - 1,23

(4) Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penghitungan di atas adalah nilai hasil Ujian Nasional pada sekolah tersebut mengalami penurunan sebanyak 1,23% pertahun.

Rumus di atas baik digunakan untuk mengukur laju pertumbuhan dengan jumlah data yang tidak terlalu banyak. Untuk mengukur data yang banyak pada rata-rata geometrik dapat menggunakan rumus:

$$\log \overline{X}_g = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

Langkah-langkah menggunakan rumus rata-rata geometrik adalah:

- Menghitung log masing-masing data.
- Mencari $\overline{X}_g$ dengan cara menjumlahkan semua log data dibagi dengan banyaknya jumlah data.
- Mencari antilog dari data penjumlahan log.
- Mengurangi nilai rata-rata geometri dengan 100 untuk mencari rata-rata pertumbuhannya ($\overline{X}_g$ – 100).
- Menarik kesimpulan.

Contoh 4.4

Diperoleh data pertumbuhan jumlah mahasiswa pada perguruan tinggi dari tahun 2006 sampai 2015, sebagaimana tabel tabel di bawah ini, maka rata-rata geometrinya dengan menggunakan langkah-langkah di atas adalah:

(1) Hasil penghitungan log pada masing-masing data yakni:

Tabel 4.4. Penghitungan Log

Tahun	Jumlah	Persentase Perubahan	Log
2006	250	-	-
2007	1000	400,00	2,602
2008	1500	150,00	2,176
2009	2500	166,67	2,222
2010	2250	90,00	1,954
2011	3000	133,33	2,125
2012	4500	150,00	2,176
2013	4000	88,89	1,949
2014	3950	98,75	1,995
2015	4250	107,59	2,032

(2) Penjumlahan log dan kemudian mencari anti lognya

$$\log \overline{X}_g = \frac{2{,}602 + 2{,}176 + 2{,}222 + 1{,}954 + 2{,}125 + 2{,}176 + 1{,}995 + 2{,}03}{9}$$

$$\log \overline{X}_g = \frac{19{,}230}{9} = 2{,}137$$

$$\overline{X}_g = \text{antilog } (2{,}137) = 137{,}088$$

(3) Mengurangi nilai $\overline{X}_g$ dengan angka 100 sehingga: 137,088 – 100 = 37,088

(4) Kesimpulannya adalah laju pertumbuhan mahasiswa pada perguruan tinggi tersebut pada kurun waktu selama 10 tahun mengalami kenaikan 37,088%.

3) Rata-Rata Pertumbuhan

Jika rata-rata geometri digunakan untuk mencari laju pertumbuhan berdasarkan keseluruhan periode, maka rata-rata pertumbuhan digunakan untuk mencari laju pertumbuhan berdasarkan periodisasi. Rumus rata-rata pertumbuhan adalah:

$$\overline{X}_b = \sqrt[n]{\frac{X_t}{x_0}} - 1$$

Di mana:
$\overline{X}_b$ = rata-rata pertumbuhan
$\overline{X}_t$ = data periode akhir
$\overline{X}_0$ = data periode awal
n = periode pertumbuhan

Contoh 4.5

Dengan menggunakan contoh laju pertumbuhan mahasiswa pada Tabel 4.4, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$\overline{X}_b = \sqrt[10]{\frac{4250}{250}} - 1$$

$$\overline{X}_b = \sqrt[10]{17} - 1$$

$$\overline{X}_b = 1,328 - 1 = 0,328$$

Selanjutnya, nilai $\overline{X}_b$ dari penghitungan di atas, dikalikan dengan 100% sehingga 0,328 X 100 % = 32,80%. Dengan menggunakan rata-rata pertumbuhan diperoleh kesimpulan bahwa rata-rata pertumbuhan jumlah mahasiswa di perguruan tinggi tersebut sebesar = 32,80% per tahun.

b. Modus

Modus merupakan nilai yang sering muncul atau yang memiliki frekuensi paling banyak dalam data. Cara penghitungan modus sebagai ukuran pemusatan data sangat mudah yaitu hanya mencari nilai yang paling sering muncul. Untuk data tunggal, dapat dilihat pada contoh berikut:

6,7,7,7,8,8,9 ⟶ modusnya adalah 7

6,7,7,8,8,9,10 ⟶ modusnya adalah 7 dan 8

6,7,8,9,10 ⟶ tidak memiliki modus

Contoh 4.6

Untuk data berbobot atau memiliki frekuensi lebih dari satu, dengan menggunakan tabel 4.1, diperoleh modusnya adalah 80 sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 4.5. Menentukan Modus

Nilai	*f*	
65	4	
70	5	
75	9	
80	14	⟶ Modus
85	3	
90	3	
95	2	
Σ	$\Sigma f = 40$	

c. Median

Median adalah nilai tengah yang membagi kelompok data menjadi sama besar. Cara mencari median adalah dengan mengurutkan data yang terkecil sampai yang terbesar. Ada dua tipe data mediannya yakni, *pertama*: apabila data tersebut memiliki gugusan data berjumlah ganjil dan *kedua*: apabila gugusan data tersebut berjumlah genap.

1) **Median Data Ganjil**

Rumus untuk mencari median data ganjil adalah:

$$Me = \frac{1}{2}(n+1)$$

Contoh 4.7

Diketahui data 60,70,75,40,80,55,85. Untuk mencari median langkah pertama yaitu mengurutkan data tersebut di mulai dari terkecil sampai terbesar, sehingga diperoleh urutan data sebagai berikut:

$$\frac{40}{1}, \frac{55}{2}, \frac{60}{3}, \frac{70}{4}, \frac{75}{5}, \frac{80}{6}, \frac{85}{7} \longrightarrow \boxed{\text{Nomor urut dan banyaknya data}}$$

Selanjutnya adalah mencari median dengan rumus di atas sehingga diperoleh:

$$Me = \frac{1}{2}(7+1)$$

$$Me = 4$$

Jadi, nilai median berada pada nomor urut 4 sehingga diketahui nilai mediannya adalah: 70.

2) **Median Data Genap**

Untuk mencari nilai median pada data genap dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Me = \frac{1}{2}\left(X_{\frac{nd}{2}} + X_{\frac{nd}{2}+1}\right), \text{dimana}$$

nd = nomor urut dan banyak data

Contoh 4.8

Diketahui data dari 10 siswa yang memperoleh nilai hasil ujian sebagai berikut:

60,70,75,40,80,55,85,60,75,90

Untuk mencari mediannya yakni mengurutkan kembali data tersebut dari terkecil sampat terbesar:

$$\boxed{\text{Nomor urut dan banyaknya data}} \longleftarrow \frac{40}{1}, \frac{55}{2}, \frac{60}{3}, \frac{60}{4}, \frac{70}{5}, \frac{75}{6}, \frac{75}{7} \frac{80}{8}, \frac{85}{9}, \frac{90}{10}$$

Langkah berikutnya adalah mencari posisi median dengan rumus di atas:

$$Me = \frac{1}{2}\left(X_{\frac{10}{2}} + X_{\frac{10}{2}+1}\right)$$

$$Me = \frac{1}{2}(X_5 + X_6)$$

Data tersebut terletak antara nomor 5 dan 6 sehingga nilai mediannya:

$$Me \;= \frac{1}{2}(70 + 75)$$

$$= 72{,}5$$

Jadi, nilai median atau nilai tengah dari gugusan data di atas adalah 72,5.

2. Ukuran Pemusatan untuk Data Berkelompok

Data berkelompok diartikan sebagai data yang disusun atau dikelompokkan berdasarkan interval. Penyusunan data secara berkelompok dikarenakan data yang akan diolah memiliki jumlah yang cukup banyak. Pengelompokan data dimaksudkan untuk memudahkan seorang peneliti dalam menghitung ukuran pemusatan data jika dibandingkan cara menghitungnya dengan menggunakan rumus penghitungan ukuran pemusatan data untuk data tunggal.

a. Mean

Ada dua cara untuk menghitung nilai rata-rata pada data berkelompok yaitu pertama: dengan menggunakan cara biasa dan kedua menggunakan cara *coding*.

Cara pertama. Untuk mencari rata-rata hitung data berkelompok dengan cara biasa dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\overline{X} = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f}$$

Contoh 4.9

Misalkan diperoleh data tentang skor tes bahasa Inggris pada ujian masuk perguruan tinggi sebagaimana tersaji pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.6. Hasil Tes Bahasa Inggris

Nilai	f
41 – 45	10
46 – 50	15
51 – 55	35
56 – 60	64
61 – 65	31
66 – 70	16
71 – 75	9
	$\sum f = 180$

Untuk menentukan rata-rata hitung skor tes bahasa Inggris di atas langkah yang dilakukan adalah mencari nilai tengah interval pada masing-masing baris kelas interval (X_i). Langkah berikutnya yaitu mengalikan nilai tengah tersebut dengan jumlah frekuensi ($\Sigma f_i X_i$). Untuk lebih jelasnya hasil penghitungan tersaji pada tabel berikut ini:

Tabel 4.7. Tabel Penolong untuk Mencari Nilai Rata-rata

Nilai	X_i	f	$f_i X_i$
41 – 45	43	10	430
46 – 50	48	15	720
51 – 55	53	35	1855
56 – 60	58	64	3712
61 – 65	63	31	1953
66 – 70	68	16	1088
71 – 75	73	9	657
	-	$\Sigma f = 180$	$\Sigma f_i X_i = 10415$

Setelah diperoleh nilai $\Sigma f_i X_i = 10415$, maka penghitungan rata-rata hitungnya sebagai berikut:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma f_i X_i}{\Sigma f}$$

$$\overline{X} = \frac{10415}{180} = 57{,}86$$

Jadi, nilai rata-rata skor tes bahasa Inggris masuk perguruan tinggi pada 180 calon mahasiswa adalah 57,86.

Cara kedua. Cara kedua untuk menentukan nilai rata-rata hitung adalah dengan cara coding atau mengodekan data. Cara ini menurut Kadir (2014) digunakan untuk menghindari kesalahan penghitungan akibat bekerja dengan jumlah dan angka yang besar. Langkah untuk mencari rata-rata hitung dengan menggunakan *coding* adalah:

1) Menentukan skor yang digunakan untuk menjadi rata-rata sementara (X_0). Rata-rata sementara dapat dipilih secara sembarang.
2) Mencari nilai *coding* dengan rumus:

$$U_i = \frac{X_i - X_0}{p}$$

Untuk selanjutnya hasil penghitungan U_i dijadikan patokan yakni untuk data ke atas diberikan kode -1, -2, -3 dan seterusnya. Untuk data ke bawah diberikan kode 1, 2, 3 dan seterusnya.

3) Menghitung nilai $\overline{u}$ dengan rumus:

$$\overline{u} = p.\frac{\Sigma f_i X_i}{n}$$

4) Mencari rata-rata dengan cara menjumlahkan nilai $\bar{u}$ dan x_0:

$$\bar{X} = x_0 + \bar{u}$$

Contoh 4.10

Dengan menggunakan Tabel 4.7 dapat dicari rata-rata dari data berkelompok sebagai berikut:

Tabel 4.8. Tabel Penolong Mencari Nilai Rata-rata dengan *Coding*

Nilai	X_i	f	U_i	$f_i U_i$
41 – 45	43	10	-3	- 30
46 – 50	48	15	-2	- 30
51 – 55	53	35	-1	- 35
56 – 60	58	64	0	0
61 – 65	63	31	1	31
66 – 70	68	16	2	32
71 – 75	73	9	3	27
	-	$\Sigma f = 180$	-	$\Sigma f_i U_i = -5$

Berdasarkan prosedur atau langkah di atas maka:

1) Diperoleh nilai $X_0 = 58$
2) Nilai *coding*-nya adalah:

$$U_i = \frac{58-58}{5} = 0$$

3) Nilai $\bar{U}$ nya adalah: $\bar{u} = p.\frac{\Sigma f_i u_i}{n} = 5.\frac{-5}{180} = -0,14$
4) Nilai $\bar{X}$ adalah:

$$\bar{X} = x_0 + \bar{u} = 58 - 0,14 = 57,86$$

Cara pertama dan kedua menghasilkan nilai rata-rata yang sama

b. Modus

Untuk menghitung data yang paling sering muncul (modus) pada data berkelompok dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M_o = t + p\left(\frac{d_1}{d_1 + d_2}\right)$$

Di mana:

M_o = modus

t = tepi bawah kelas modus

p = panjang kelas

d_1 = selisih frekuensi kelas modus dengan frekuensi kelas sebelumnya

d_2 = selisih frekuensi kelas modus dengan frekuensi setelahnya

Langkah untuk menghitung nilai modus pada data berkelompok adalah:

1) Menentukan nilai t atau kelas modus dengan memperhatikan frekuensi terbanyak.
2) Mencari d_1 dengan cara frekuensi kelas modus dikurangi kelas sebelumnya.
3) Mencari d_2 dengan cara frekuensi kelas modus dikurangi kelas sebelumnya.
4) Mencari modus dengan menggunakan rumus di atas.

Contoh 4.11

Dengan menggunakan data pada Tabel 4.6, diperoleh penghitungan modus sebagai berikut:

Tabel 4.9. Modus pada Data Berkelompok

Nilai	f	
41 – 45	10	
46 – 50	15	
51 – 55	35	
56 – 60	64	$\longrightarrow$ Modus
61 – 65	31	
66 – 70	16	
71 – 75	9	

Dengan menggunakan langkah di atas, modus dihitung sebagai berikut:

1) Nilai $t = 56 - 0{,}5 = 55{,}5$
2) Nilai $d_1 = 64 - 35 = 29$
3) Nilai $d_2 = 64 - 31 = 33$
4) Nilai modusnya adalah:

$$M_o = t + p\left(\frac{d_1}{d_1 + d_2}\right)$$
$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{29}{29 + 33}\right)$$
$$= 55{,}5 + 2{,}39 = 57{,}84$$

Jadi, modus untuk data di atas adalah 57,84.

c. Median

Untuk mencari nilai median pada data berkelompok dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M_e = b_w + p\left(\frac{\frac{1}{2}n - fk_b}{fM_e}\right)$$

Di mana:

M_e = Median

bw = batas bawah kelas median

p = panjang kelas

n = banyaknya data

fk_b = frekuensi kumulatif sebelum kelas median

fM_e= frekuensi median

Contoh 4.12

Untuk mencari nilai median pada data kelompok, langkah utamanya adalah menentukan letak median dengan rumus $\frac{n}{2}$, sehingga dengan menggunakan data sebelumnya diperoleh letak median = $\frac{180}{2}$ = 90. Untuk angka 90 mediannya adalah 124 (angka 90 terletak pada frekuensi 124 karena pada frekuensi 60 belum memuat angka 90). Nilai batas bawah (b_w) adalah: 56 – 0,5 = 55,5. Untuk frekuensi kumulatif sebelum kelas median (fk_b) = 60. Nilai frekuensi mediannya (fM_b) = 64, p = 5 dan n = 180.

Tabel 4.10. Tabel Penolong untuk Mencari Nilai Median Data Kelompok

Nilai	f	f_{kum}
41 – 45	10	10
46 – 50	15	25
51 – 55	35	60
56 – 60	64	124
61 – 65	31	155
66 – 70	16	171
71 – 75	9	180

Setelah diperoleh nilai b_w = 55,5, fk_b = 60, fM_e= 64, p = 5 dan n = 180, nilai mediannya adalah:

$$M_e = b_w + p\left(\frac{\frac{1}{2}n - fk_b}{fM_e}\right)$$

$$= 55,5 + 5\left(\frac{90-60}{64}\right)$$

$$= 55,5 + 5\left(\frac{30}{64}\right)$$

$$= 55,5 + 2,34 = 57,84$$

Berdasarkan penghitungan di atas diperoleh nilai mediannya: 57,84.

B. UKURAN LETAK DATA

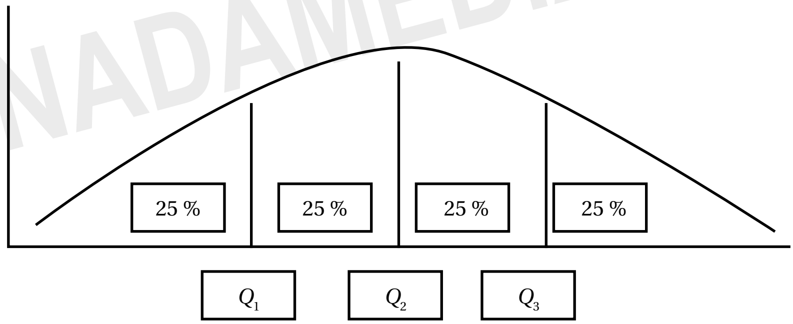
Hidayatullah mengatakan bahwa ukuran letak adalah sekumpulan ukuran/data yang diurutkan nilainya menjadi bagian-bagian yang sama seperti empat, sepuluh, dan seratus bagian yang sama. Di dalam statistik membagi data menjadi empat bagian disebut kuartil, sepuluh bagian disebut desil dan seratus bagian disebut persentil. Sama dengan ukuran pusat data, ukuran letak data terbagi menjadi dua yaitu ukuran letak data tunggal dan berkelompok.

1. Ukuran Letak untuk Data Tunggal

a. Kuartil

Menurut Riduwan (2010), kuartil ialah nilai atau angka yang membagi data dalam empat bagian yang sama, setelah disusun dari yang terkecil sampai data terbesar atau sebaliknya dari data terbesar sampai data terkecil. Empat bagian data tersebut terbagi menjadi LQ_1, LQ_2 , dan LQ_3. Tiga bentuk kuartil tersebut adalah:

1) Kuartil pertama (LQ_1) ialah nilai dalam distibusi yang membatasi 25% frekuensi di bagian atas dan 75% frekuensi di bagian bawah distribusi.
2) Kuartil kedua (LQ_2) ialah nilai dalam distribusi yang membatasi 50% frekuensi di bagian atas dan 50% di bawahnya.
3) Kuartil ketiga (LQ_3) ialah nilai dalam distribusi yang membatasi 75% frekuensi di bagian atas dan 25% frekuensi bagian bawah.



Gambar 4.1. Distribusi Data Kuartil

Untuk mencari nilai ukuran letak kuartil dirumuskan dengan:

$$LQ_i = \frac{i(n+1)}{4}$$

Di mana:

LQ_i = letak Quartil ke 1,2 dan 3)

i = kuartil ke 1, 2 dan 3

1 dan 4 = bilangan konstan

Contoh 4.13

Diketahui sebanyak 11 gugusan data sebagaimana tersaji sebagai berikut untuk dicari quartilnya:

65, 55, 60, 70, 45, 45, 65, 40, 60, 70, 50

Setelah diurutkan datanya menjadi:

40, 45, 45, 50, 55, 60, 60, 65, 65, 70, 70

Dari gugusan data yang telah diurutkan dapat dicari kuartilnya sebagai berikut:

- **Untuk letak kuartil ke - 1 (LQ_1)**

$$LQ_i = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{1.(11+1)}{4} = 3$$

LQ_1 terletak pada urutan data ke -3 yaitu: 45.

- **Untuk letak kuartil ke-2 (LQ_2)**

$$LQ_i = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{2.(11+1)}{4} = 6$$

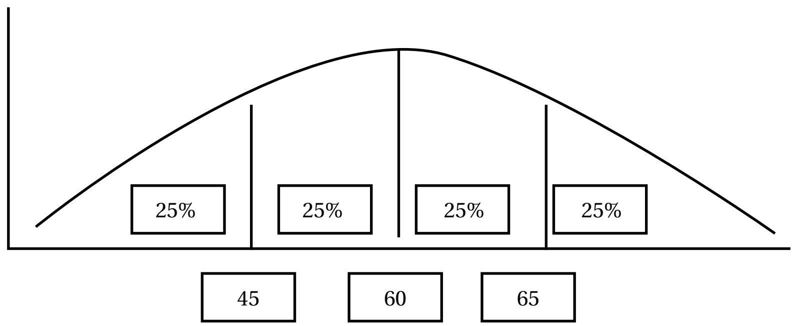
LQ_2 terletak pada urutan data ke -6 yaitu: 60

- **Untuk letak kuartil ke-3 (LQ_3)**

$$LQ_i = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{3.(11+1)}{4} = 9$$

LQ_3 terletak pada urutan data ke-9, yaitu: 65.

Jika penghitungan di atas disajikan dalam bentuk gambar kuartil, akan nampak seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.2. Distribusi Kuartil

b. Desil

Apabila kuartil membagi data menjadi empat bagian yang sama, desil adalah membagi data menjadi 10 bagian yang sama sehingga data tersebut terbagi menjadi LD_1, LD_2, ... LD_9. Ukuran letak desil dirumuskan dengan:

$$LD_i = \frac{i.(n+1)}{10}$$

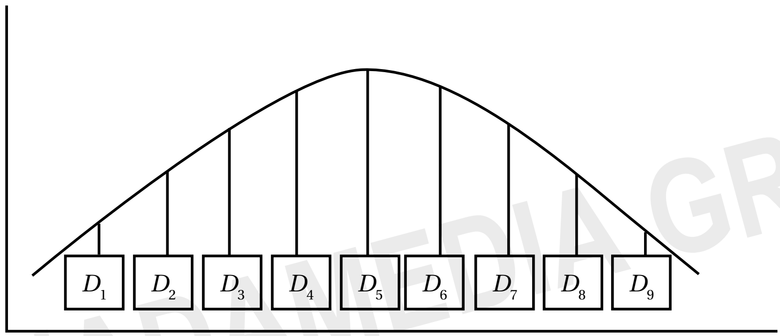
Di mana:

LD_i = Letak Desil ke 1,2, 3 sampai 9

i = Desil ke 1, 2, 3 sampai 9

1 dan 10 = bilangan konstan

Untuk ukuran letak desil, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.3. Distribusi Data Desil

Contoh 4.14

Diketahui sebanyak 10 gugusan data sebagaimana tersaji sebagai berikut untuk dicari desil ke-5, yaitu:

45, 75, 65, 90, 50, 60, 80, 30, 80, 95

Setelah diurutkan datanya menjadi:

30, 45, 50, 60, 65, 75, 80, 80, 90, 95

Urutan data desilnya sebagai berikut:

- **Untuk letak desil ke-5 (LD_5)**

$$LD_5 = \frac{i.(n+1)}{10}$$

$$= \frac{5.(10+1)}{10} = 5{,}5$$

LD_5 terletak di antara data ke- 5 dan ke-6.

Untuk mencari nilai desil terdapat dua cara:

Cara 1

$LD_5 = \frac{1}{2}$ (data ke-5 + data ke-6)

$LD_5 = \frac{1}{2}$ (65 + 75)=70

Jadi, desil ke-lima (LD_5) adalah: 70.

Cara 2

LD_5 = data ke-5 + 0,5 (data ke-6 dan data ke-5)

LD_5 = 65 + 0,5 (75 – 65) = 65 + 5 = 70

Jadi, desil ke-lima (LD_5) adalah: 70.

Contoh berikut untuk letak desil ke-7 (LD_7) yaitu:

$$LD_7 = \frac{(n+1)}{10}$$

$$= \frac{7(10+1)}{10} = 7,7$$

LD_7 terletak di antara data ke-7 dan ke-8.

Untuk mencarinya terdapat dua cara pula yakni:

Cara 1

$LD_7 = \frac{1}{2}$ (data ke-7 dan ke-8)

$LD_7 = \frac{1}{2}$ (80 + 80) = 80

Jadi, desil ketujuh (LD_7) adalah: 80

Cara 2

LD_5 = data ke-7 + 0,5 (data ke-8 – data ke-7)

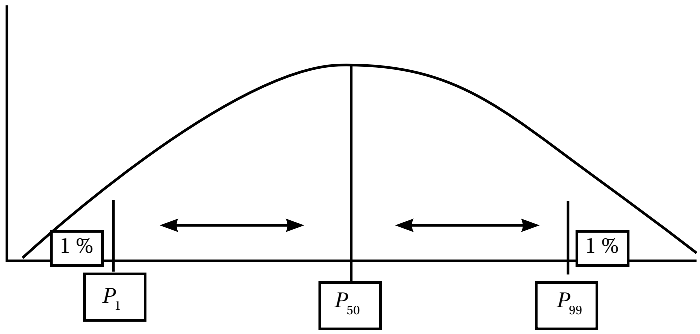
LD_5 = 80 + 0,7 (80 – 80) = 80 + 0 = 80

Jadi, desil ketujuh (LD_7) adalah: 80.

Silakan untuk mencari nilai desil-desil lainnya seperti $LD_1, LD_2, LD_3, LD_4, LD_6, LD_8$ dan LD_9.

c. Persentil

Jika desil membagi data menjadi sepuluh bagian yang sama, persentil adalah ukuran letak data yang membagi data menjadi 100 bagian yang sama. Artinya, data-data tersebut terdistribusi menjadi 99 bagian data di mulai dari LP_1, LP_2, LP_3... LP_{99}.



Gambar 4.4. Distribusi Data Persentil

Rumus untuk mencari letak persentil adalah sebagai berikut:

$$LP_i = \frac{i.(n+1)}{100}$$

Di mana:

LP_i = Letak Persentil (1,2,3 sampai 99)

i = Persentil ke 1,2,3 sampai 99

1 dan 1000 = bilangan konstan

Contoh 4.15

Diketahui sebanyak 14 gugusan data sebagaimana tersaji sebagai berikut:

65, 55, 60, 70, 45, 45, 65, 90, 40, 60,40, 70, 50, 80

Setelah diurutkan datanya menjadi:

40, 40, 45, 45, 50, 55, 60, 60, 65, 65, 70, 70, 80, 90

Misalnya yang dicari adalah persentil ke-60 (LP_{60}) dan persentil ke-75 (LP_{75}) maka penghitungannya adalah:

$$LP_{60} = \frac{i.(n+1)}{100}$$

$$= \frac{60.(14+1)}{100} = 9$$

LP_{60} terletak pada urutan data ke -9 yaitu: 65.

Sedangkan untuk persentil ke-75 (LP_{75}) adalah:

$$LP_{75} = \frac{i.(n+1)}{100}$$

$$= \frac{75.(14+1)}{100} = 11,25$$

LP_{75} terletak pada urutan data ke -11 dan ke-12 sehingga cara menghitungnya memiliki dua cara yakni:

Cara 1

$LP_{75} = \frac{1}{2}$ (data ke-11 + data ke-12)

$LP_{75} = \frac{1}{2}$ (70 + 70) = 70.

Jadi, persentil ke-75 (LP_{75}) adalah: 70.

Cara 2

LD_5 = data ke-7 + 0,25 (data ke-8 – data ke-7)

LD_5 = 70 + 0,25 (70 – 70) = 70 + 0 = 70

Jadi, persentil ke-75 (LP_{75}) adalah: 70.

2. Ukuran Letak Data Berkelompok

a. Kuartil

Untuk menentukan kuartil atau membagi data menjadi empat bagian pada data berkelompok, rumusnya adalah:

$$LQ_i = bw + P\left(\frac{\frac{in}{4} - fk}{f}\right)$$

Di mana:

LQ_i = Letak kuartil ke-i

bw = Batas bawah

P = Panjang kelas

i = Kuartil ke 1, 2 dan 3

n = Jumlah data

fk = Frekuensi kumulatif sebelum kelas kuartil

f = Frekuensi kelas kuartil ke-i

Contoh 4.16

Dengan menggunakan tabel di bawah ini dapat dicari kuartilnya sebagai berikut:

Tabel 4.11. Tabel Penolong untuk Mencari Kuartil Data Berkelompok

Nilai	F	f_{kum}
41 – 45	10	10
46 – 50	15	25
51 – 55	35	60
56 – 60	64	124
61 – 65	31	155
66 – 70	16	171
71 – 75	9	180

- **Letak kuartil 1 (LQ_1)**

  Letak kuartil 1 ditentukan dengan:

$LQ_1 = 1 \times P\dfrac{180}{4} = 45$, yang berarti kuartil ke-1 terletak pada interval kelas ke-3 karena angka 45 berada pada pada f_k = 60 sehingga dapat dicari nilai LQ_1 sebagai berikut:

$$LQ_1 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{4} - fk}{f}\right)$$

$$= 50{,}5 + 5\left(\frac{\frac{180}{4} - 25}{35}\right)$$

$$= 50{,}5 + 5\left(\frac{20}{35}\right)$$

$$= 50{,}5 + 2{,}86 = 53{,}36$$

Jadi, nilai kuartil ke-1 adalah: 53,36.

- **Letak kuartil ke-2 (LQ_2)**

  Letak kuartil 2 ditentukan dengan:

$LQ_2 = 2 \times \dfrac{180}{4} = 90$, yang berarti kuartil ke-2 terletak pada interval kelas ke-4 karena angka 90 berada pada pada f_k = 124 sehingga dapat dicari nilai LQ_2 sebagai berikut:

$$LQ_2 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{4} - fk}{f}\right)$$

$$= 50{,}5 + 5\left(\frac{\frac{360}{4} - 60}{64}\right)$$

$$= 50{,}5 + 5\left(\frac{30}{64}\right)$$

$$= 50{,}5 + 0{,}47 = 55{,}97$$

Jadi, nilai kuartil ke-2 adalah: 55,97.

- **Letak kuartil ke-3 (LQ_3)**

  Dihitung $LQ_3 = 3 \times \dfrac{180}{4} = 135$, yang berarti kuartil ke-3 terletak pada interval kelas ke-5 karena angka 135 berada pada pada f_k = 155 sehingga diperoleh nilai LQ_3, yaitu:

$$LQ_3 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{4} - fk}{f}\right)$$

$$= 60{,}5 + 5\left(\frac{\frac{540}{4} - 124}{31}\right)$$

$$= 60{,}5 + 5\left(\frac{11}{31}\right)$$

$$= 60{,}5 + 0{,}35 = 60{,}85$$

Jadi, nilai kuartil ke-3 adalah: 60,85.

b. Desil

Untuk membagi data menjadi sepuluh bagian yang sama pada data berkelompok, rumus yang digunakan yaitu:

$$LD_i = bw + P\left(\frac{\frac{in}{10} - f_k}{f}\right)$$

Di mana:

LD_i = Letak desil ke-i
bw = Batas bawah
P = Panjang kelas
i = Desil ke 1, 2, 3 sampai 9
n = Jumlah data
f_k = Frekuensi kumulatif sebelum kelas desil
f = Frekuensi kelas desil ke-i

Contoh 4.17

Dengan menggunakan data pada Tabel 4.15, dapat dicari desil ke-4 dan ke-6 sebagai berikut:

- **Letak Desil ke-4 (LD_4)**

$LD_4 = 4 \times \frac{180}{10} = 72$, desil ke-4 terletak pada interval kelas ke-4 karena angka 72 berada pada pada f_k = 124 sehingga nilai LD_4 adalah:

$$LD_4 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{10} - f_k}{f}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{\frac{720}{10} - 60}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{6}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 0{,}09 = 55{,}59$$

Jadi, nilai desil ke-4 adalah: 55,59.

- **Letak Desil ke-6 (*LD_6*)**

$LD_6 = 6 \times \frac{180}{10} = 108$, desil ke-6 terletak sama pada interval kelas ke-4 karena angka 108 berada pada pada f_k= 124 sehingga dapat dicari nilai LD_6, yaitu:

$$LD_6 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{10} - f_k}{f}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{\frac{1080}{10} - 60}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{48}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 0{,}80 = 56{,}30$$

Jadi, nilai desil ke-6 adalah: 56,30. Silakan Anda menghitung desil lainnya.

c. Persentil

Adapun rumus untuk menghitung persentil yang membagi kelompok menjadi 100 bagian pada data berkelompok adalah:

$$LP_i \quad = bw + P\left(\frac{\frac{in}{10} - f_k}{f}\right)$$

Di mana:

LP_{i} = Letak persentil ke-i

bw = Batas bawah

P = Panjang kelas

i = Persentil ke 1, 2, 3 sampai 99

n = Jumlah data

f_k = Frekuensi kumulatif sebelum kelas desil

f = Frekuensi kelas desil ke-i

Contoh 4.18

Berdasarkan data pada Tabel 4.10, dapat dicari nilai persentil ke-65 yakni:

- **Letak Persentil ke-65 (*LD*$_{65}$)**

  $LP_{65} = 65 \times \frac{180}{100} = 117$, persentil ke-65 terletak pada interval kelas ke-4 karena angka 117 berada pada f_k= 124 sehingga diperoleh nilai LP_{65}, yaitu:

$$LD_6 = bw + P\left(\frac{\frac{in}{100} - f_k}{f}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{\frac{11700}{100} - 60}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 5\left(\frac{57}{64}\right)$$

$$= 55{,}5 + 0{,}80 = 56{,}39$$

Jadi, nilai persentil ke-65 adalah: 56,39.

Selamat mencoba mencari nilai persentil lainnya.

C. UKURAN PENYEBARAN DATA

Sering kali secara sepintas seorang peneliti akan memberikan analisis yang sama terhadap dua atau sekelompok data yang mempunyai nilai yang sama. Dua orang objek penelitian akan disimpulkan memperoleh prestasi yang sama apabila keduanya memiliki nilai rata-rata yang sama. Tetapi menurut penghitungan ukuran penyebaran data, dua data yang sama tidak bisa diinterpretasikan sama pula. Di dalam ukuran penyebaran data, semakin besar variasi data semakin kurang representatif data tersebut, begitu pula sebaliknya. Ilustrasi data di bawah ini dari hasil tes dua mahasiswa dapat dijadikan contoh untuk memahaminya, yakni:

Tabel 4.12. Perbandingan Hasil Ujian Dua Mahasiswa

Mahasiswa	Hasil Ujian					
A	60	75	65	70	70	80
B	35	90	95	75	60	65

Mahasiswa A: $\overline{X}_A$ = 70, variasi nilai 60 – 80

Mahasiswa B: $\overline{X}_B$ = 70, variasi nilai 35 – 95

Walaupun dua mahasiswa tersebut memiliki nilai rata-rata yang sama, akan tetapi variasi hasil belajar mahasiswa A lebih kecil dibandingkan dengan mahasiswa B. Hasil belajar mahasiswa A lebih konsisten jika dibandingkan dengan mahasiswa B. Ini berarti walaupun memiliki nilai rata-rata yang sama, berdasarkan ukuran penyebaran data, prestasi mahasiswa A lebih konsisten (lebih baik) dibandingkan dengan mahasiswa B.

Kadir (2015) menjelaskan ukuran penyebaran atau variabilitas digunakan untuk menggambarkan bagaimana menyebarnya atau berpencarnya data. Hidayatullah mengatakan ukuran penyebaran data atau ukuran variabilitas data adalah berbagai macam ukuran statistik yang dapat digunakan untuk mengetahui luas penyebaran data, variasi data, homogenitas data, atau stabilitas data.

Dari kedua pendapat di atas dapat diartikan bahwa ukuran penyebaran data atau variabilitas data adalah statistika deskriptif yang digunakan untuk mengukur penyebaran data, variasi data, homogenitas, dan stabilitas data. Beberapa ukuran penyebaran data di antaranya: pengukuran jangkauan, pengukuran deviasi kuartil, rata-rata simpangan, simpangan baku, dan koefisien varian.

1. Ukuran Penyebaran pada Data Tunggal

a. Pengukuran Jangkauan (*range*)

Pengukuran ini merupakan pengukuran yang paling sederhana dalam ukuran penyebaran data. Pengukuran jangkauan atau *range* adalah bilangan selisih antara pengukuran tertinggi dan terendah. Rumusnya adalah:

$$R = X_{maks} - X_{min}$$

Di mana:

R = *range*

X_{maks} = nilai maksimum data

X_{min} = nilai minimum data

Contoh 4.19

Diketahui hasil belajar 15 siswa pada dua kelas yang akan dicari perbandingan nilai jangkauannya, yaitu:

Pada kelas pertama diperoleh data sebagai berikut:

40, 55, 55, 60, 60, 65, 70, 75, 75, 80, 80, 85, 85, 90, 90

$\overline{X} = 71{,}00$

Range-nya adalah: 90 – 40 = 50,00

Pada kelas kedua terdapat hasil belajar pada kelas lainnya, yaitu:

60, 60, 60, 60, 65, 65, 65, 75, 75, 75, 75,75, 80, 85, 90

$\overline{X} = 71{,}00$

Range-nya adalah: 90 – 60 = 30,00

Dari kedua contoh di atas terlihat dua kelas tersebut memiliki nilai rata-rata yang sama, yaitu 70. Akan tetapi, kedua kelas tersebut memiliki range yang berbeda di mana pada kelas pertama memiliki range = 50, sedangkan kelas kedua memiliki *range* = 30. Nilai masing-masing range menunjukkan tingkat variabilitas masing-masing data. Semakin tinggi nilai jangkauan, menunjukkan semakin tinggi pula tingkat keragaman data, begitu pula sebaliknya. Kedua contoh di atas menunjukkan bahwa data pertama dengan range=50 menunjukkan distribusi data yang lebih bervariasi dibandingkan dengan data pertama. Artinya, dapat dianalisis bahwa kelas kedua lebih homogen dalam distribusi data dibandingkan data pada kelas pertama.

b. Rentang antar Quartil (RAQ)

Untuk menghitung rentang antar Quartil adalah menghitung antara kuartil pertama dengan kuartil ketiga.

$$RAQ = LQ_3 - LQ_1$$

Dengan menggunakan contoh pada kuartil data tunggal sebelumnya diperoleh LQ_1= 45 dan LQ_3= 65, diperoleh $RAQ = 65 - 45 = 20$.

c. Deviasi Kuartil

Deviasi kuartil adalah jumlah setengah dari batas bawah dan atas kuartil sehingga rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Qd = \frac{1}{2}\ (LQ_{3\,-}\ LQ_1)$$

Contoh 4.20

Dengan menggunakan contoh hasil belajar siswa di atas yakni:

40, 55, 55, 60, 60, 65, 70, 75, 75, 80, 80, 85, 85, 90, 90

Diperoleh harga deviasi kuartil sebagai berikut:

Nilai kuartil ke-1:

$$LQ_1 = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{1.(15+1)}{4} = \frac{16}{4}$$
$$= 4\ (LQ_1 \text{ pada baris ke} - 4 \text{ yaitu: } 60)$$

4 (pada baris ke-4 yaitu: 60)

Nilai kuartil ke-3:

$$LQ_3 = \frac{i.(n+1)}{4}$$

$$= \frac{3.(15+1)}{4} = \frac{18}{4}$$
$= 12$ (LQ_3 pada baris ke -12 yaitu: 85)

Sehingga nilai deviasi kuartilnya adalah: $Qd = \frac{1}{2}$ (85 – 60) = 12,5

d. Simpangan Rata-rata

Simpangan rata-rata adalah simpangan nilai rata-rata yang disebut juga mean deviasi yang dilambangkan dengan huruf S_R. Nilai simpangan rata-rata bersifat mutlak sehingga meskipun hasil penghitungannya negatif tetap dianggap positif. Rumusnya adalah:

$$S_R = \frac{\sum \left| X_i - \bar{X} \right|}{n}$$

Contoh 4.21

Diperoleh nilai hasil ujian Bahasa Inggris dari 10 siswa sebagai berikut:

4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 9

Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari rata-rata dari data di atas yakni:

$$\bar{X} = \frac{4+5+5+6+6+7+7+8+8+9}{10} = \frac{65}{10} = 6{,}5$$

Setelah diperoleh rata-rata, kemudian dihitung rata-rata simpangannya dengan menghitung selisih masing-masing data (hasil penghitungan bersifat positif):

$$RS = \frac{|4-6{,}5| + 2|5-6{,}5| + 2|6-6{,}5| + 2|7-6{,}5| + 2|8-6{,}5| + |9-6{,}5|}{10}$$
$$= \frac{2{,}5+3+1+1+3+2{,}5}{10} = \frac{13}{10} = 1{,}3$$

Jadi, simpangan rata-rata (S_R) adalah: 1,3 dari rata-rata 6,5.

e. Simpangan Baku dan Varians

Simpangan baku atau standar deviasi merupakan cara untuk mengukur penyebaran data yang paling sering digunakan. Simbol yang digunakan untuk sampel yaitu *s* dan untuk populasi yakni σ. Masing-masing rumusnya adalah sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum X_1^2 - \frac{\left(\sum X_i\right)^2}{n}}{n-1}} \text{ untuk sampel dan } \sigma = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{\left(\sum X_i\right)^2}{n}}{n}} \text{ untuk populasi}$$

Contoh 4.22

Pada data 4,5,6,7,8,9,10 dapat dihitung simpangan bakunya dengan menggunakan tabel di bawah ini:

Tabel 4.13. Tabel Penolong untuk Mencari Standar Deviasi

No	X	X^2
1	4	16
2	5	25
3	6	36
4	7	49
5	8	64
6	9	81
7	10	100
	$\Sigma X = 49$	$\Sigma X^2 = 371$

Setelah diperoleh harga ΣX = 49 dan ΣX^2 = 371 dapat dihitung simpangan baku pada sampel yaitu:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{371 - \frac{(49)^2}{7}}{7-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{371 - 343}{6}} = 2{,}16$$

Jadi standar deviasi pada sampel sebesar: 2,16.

Adapun standar deviasi pada populasi, penghitungannya tersaji dibawah ini:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma X_i^2 - \left(\frac{\Sigma X_i}{n}\right)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{371 - \left(\frac{49}{7}\right)^2}{7}}$$

$$= \sqrt{4{,}00} = 2{,}00$$

Jadi, standar deviasi pada populasi adalah: 2,00.

Adapun varian adalah kuadrat dari simpangan baku sehingga rumus simpangan baku untuk sampel adalah: $V = S^2$ sehingga nilai varian dari data di atas adalah: $v = 2^2 = 4$, sedangkan varian pada populasi rumusnya yakni: $v = \sigma^2$ sehingga variannya adalah $v = 2{,}16^2 = 4{,}67$.

f. Koefisien Varians (kv)

Koefisien korelasi merupakan perbandingan simpangan baku dengan rata-rata yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Koefisien korelasi dirumuskan sebagai berikut:

$$KV = \frac{S}{\overline{X}} X 100\%$$

Contoh 4.23

Dengan menggunakan data di atas di mana diperoleh nilai s = 2,16 dan $\overline{X} = 7$ (diperoleh dari $\frac{49}{7} = 7$), koefisien variansnya yaitu:

$$KV = \frac{2{,}16}{7} X 100\% = 30{,}86\%$$

Jadi, koefisien varian pada data di atas adalah: 30,86%.

2. Ukuran Penyebaran pada Data Berkelompok

a. Pengukuran Jangkauan

Sebagaimana dijelaskan bahwa pengukuran jangkauan atau *range* adalah selisih antara pengukuran tertinggi dan terendah. Hidayatullah menjelaskan bahwa fungsi dan kegunaan dari rentang adalah untuk memperoleh gambaran tentang penyebaran data secara singkat dan cepat. Kelemahannya yaitu: (1) rentang sifatnya sangat dan kurang teliti karena besar kecilnya rentang sangat tergantung pada data terkecil dan terbesar; dan (2) tidak memperhatikan distribusi yang terdapat di dalam rentang tersebut sehingga tidak dapat diketahui secara pasti bagaimana sebenarnya bentuk distribusi data yang diteliti.

Pada data kelompok nilai *range* baik nilai maksimum dan minimum data ditentukan dengan menggunakan nilai tengah dari kelompok tersebut sebagaimana contoh berikut:

Tabel 4.14. Tabel Penolong untuk Mencari *Range*

Interval	f
35 – 39	5
40 – 44	7
45 – 49	15
50 – 54	22
55 – 59	10
60 – 64	7

Contoh 4.24

Contoh 4.24. Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai minimum berdasarkan median adalah: 37, sedangkan nilai maksimumnya= 62, sehingga dapat ditentukan nilai *range*-nya adalah $R = X_{maks} - X_{min} = 62 - 37 = 25$

b. Rentang antar Quartil (RAQ)

Sama dengan cara menghitung rentang antar Quartil pada data tunggal, RAQ pada data berkelompok juga menghitung selisih antara kuartil pertama dengan kuartil ketiga.

$$RAQ = LQ_3 - LQ_1$$

Contoh 4.25

Dengan menggunakan Contoh 4.16 pada kuartil data kelompok sebelumnya diperoleh LQ_1= 53,36 dan LQ_3 = 60,85, diperoleh RAQ = 60,85 – 53,36= 7,49.

c. Deviasi Kuartil

Cara mencari deviasi kuartil atau simpangan kuartil sama dengan menghitung kuartil yang telah dipelajari sebelumnya yakni dengan cara menghitung terlebih dahulu f_{kum} nya. Berdasarkan contoh tabel di atas, dapat dicari deviasi kuartilnya yakni:

Tabel 4.15. Tabel Penolong untuk Mencari Deviasi Kuartil

Interval	f	f_{kum}
35 – 39	5	5
40 – 44	7	12
45 – 49	15	27
50 – 54	24	51
55 – 59	10	61
60 – 64	7	68

Contoh 4.26

Dari tabel di atas diperoleh LQ_1 = 46,17 dan LQ_3 = 54,50 (cara penghitungannya telah dipelajari), sehingga deviasi kuartilnya: $Qd = \frac{1}{2}(54{,}50 - 46{,}17) = 4{,}17$.

d. Simpangan Rata-rata

Untuk mencari rata-rata simpangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_R = \frac{\Sigma f\left|X_i - \bar{X}\right|}{n}$$

Contoh 4.27

Seorang peneliti menghitung simpangan rata-rata dari data hasil ujian mata kuliah Statistik. Data hasil ujian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.16. Tabel Penolong untuk Mencari Simpangan Rata-rata

Interval	f	x	$f.X$	$\bar{X}$	$\lvert X_1 - \bar{X}\rvert$	$f.\lvert X_1 - \bar{X}\rvert$
55 – 59	3	57	171	76,80	19,8	59,4
60 – 64	5	62	310	76,80	14,8	74,0
65 – 69	7	67	469	76,80	9,8	68,6
70 – 74	15	72	1.080	76,80	4,8	72,0
75 – 79	36	77	2.772	76,80	0,2	7,2
80 – 84	21	82	1.772	76,80	5,2	109,2
85 – 89	8	87	696	76,80	10,2	81,6
90 – 95	5	92	460	76,80	15,2	76,0
Σ	$\Sigma f = 100$	-	$\Sigma fX = 7680$	-	-	$\Sigma f.\lvert X_1 - \bar{X}\rvert = 548$

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh simpangan rata-ratanya adalah:

$$S_R = \frac{\Sigma f\lvert X_i - \bar{X}\rvert}{n}$$

$$= \frac{548}{100} = 5,48$$

Jadi, nilai hasil ujian statistik dari 100 mahasiswa di atas mempunyai deviasi sebesar 5,48 dari rata-ratanya 76,80.

e. Simpangan Baku dan Varians

Simpangan baku pada data berkelompok baik untuk data populasi dan sampel, rumusnya sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_1^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}} \text{ untuk sampel dan } \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_i^2 - \left(\frac{\Sigma f.X_i}{n}\right)^2}{n}} \text{ untuk populasi}$$

Contoh 4.28

Dengan menggunakan data pada Tabel 4.16 pada hasil ujian statistik mahasiswa diperoleh simpangan bakunya sebagai berikut:

Tabel 4.17. Tabel Penolong untuk Mencari Simpangan Baku Data Kelompok

Interval	f	X	$f.X$	X^2	$f.X^2$
55 – 59	3	57	171	3249	9747
60 – 64	5	62	310	3844	19220
65 – 69	7	67	469	4489	31423
70 – 74	15	72	1080	5184	77760
75 – 79	36	77	2772	5929	213444
80 – 84	21	82	1772	6724	141204
85 – 89	8	87	696	7569	60552
90 – 95	5	92	460	8464	42320
Jumlah	$\Sigma f = 100$	-	$\Sigma f.X = 7680$	-	$\Sigma f.X^2 = 595670$

Dari perhitungan di atas simpangan bakunya pada sampel adalah:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_1^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{595670 - \frac{(7680)^2}{100}}{100-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{595670 - 589824}{99}}$$

$$= \sqrt{59{,}05} = 7{,}68$$

Jadi, standar deviasinya = 7,68.

Adapun simpangan baku pada populasi yaitu:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_i^2 - \left(\frac{\Sigma f.X_i}{n}\right)^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{595670 - \left(\frac{7680}{100}\right)^2}{100}}$$

$$= \sqrt{\frac{595670 - 589824}{100}}$$

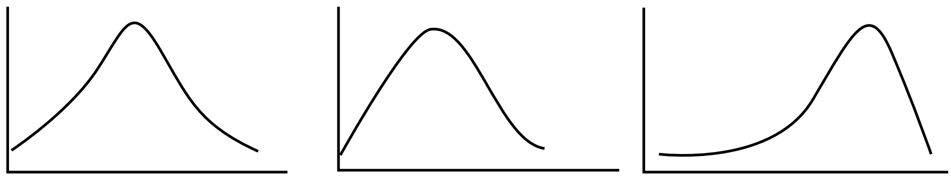
$$= \sqrt{58{,}46} = 7{,}65$$

Jadi, standar deviasi pada populasi = 7,65.

Sedangkan varian pada sampel yaitu: $V = S^2 = 7{,}68^2 = 59{,}05$, untuk varian pada populasi yakni: $v = \sigma^2 = 7{,}65^2 = 58{,}46$.

D. UKURAN KEMENCENGAN (SKEWNESS)

Di dalam membahas tentang kurva, diketahui bahwa kurva terbagi menjadi dua jenis yaitu simetris dan tidak simetris. Ketidaksimetrisan kurva terbagi menjadi dua yaitu menceng ke kanan dan ke kiri. Apabila kurva menceng ke kiri disebut model kurva negatif, kurva ke kanan disebut sebagai model kurva positif. Kurva yang semakin miring baik ke kanan maupun ke kiri menunjukkan semakin ketidaksimetrisan suatu distribusi frekuensi.



Kurva Simetris | Kurva miring ke kanan | Kurva Miring ke kiri

Gambar 4.5. Kemencengan Kurva

Ukuran untuk mengukur tingkat kesimetrisan dan kemencengan sebuah kurva aturannya sebagai berikut:

1) $SK = 0$, maka kurva berbentuk simetris
2) $SK > 0$, maka kurva berbentuk positif (miring ke kanan)
3) $SK < 0$, maka kurva berbentuk negatif (miring ke kiri)
4) Apabila nilai kurva $-2{,}0 < SK < 2{,}0$, maka data dapat diinterpretasikan berdistribusi normal atau mendekati normal.

1. Kemencengan Kurva untuk Data Tunggal

Ada beberapa rumus untuk menentukan kemencengan suatu kurva di antaranya rumus dari Karl Pearson dan Bowley, yaitu:

a. Metode Karl Pearson

Pearson mengatakan bahwa dalam pengukuran kemencengan kurva didasarkan atas perbedaan antara nilai mean dan mode. Semakin besar perbedaan kedua nilai itu menunjukkan derajat ketidaksimetrisan yang semakin besar pula. Rumus pertama Pearson untuk kemiringan kurva adalah:

$$SKP = \frac{\bar{X} - M_o}{s}$$

Di mana:

SKP = Koefisien Kemiringan Pearson

$\bar{X}$ = nilai mean

M_o = nilai modus

s = standar deviasi

Contoh 4.29

Sebagai contoh diketahui berat badan dari tujuh siswa yang telah diurutkan sebagai berikut:

30, 35, 42, 42, 43, 45, 47, 48,50

Untuk menjawab contoh soal di atas digunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 4.18. Tabel Penolong untuk Mencari *Skewness*

No	X	X^2
1	30	900
2	35	1225
3	42	1764
4	42	1764
5	43	1849
6	45	2025
7	47	2209
8	48	2304
9	50	2500
Σ	$\Sigma X = 382$	$\Sigma X^2 = 16540$

Dari data di atas diketahui bahwa:

Modus : 42

Median : 43

Untuk nilai rata-rata penghitungannya sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{30+35+42+42+43+45+47+48+50}{9} = 42,44$$

Jadi, $\bar{X} = 42,44$.

Sedangkan untuk standar deviasinya adalah:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{16540 - \frac{(382)^2}{9}}{9-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{16540 - 16213,78}{8}}$$

$$= \sqrt{40,78} = 6,39$$

Setelah diketahui Mod = 42, Med = 43, $\bar{X} = 42{,}44$, dan $s = 6{,}39$, maka nilai koefisien skewnessnya adalah:

$$\begin{aligned} SKP &= \frac{\bar{X} - M_o}{s} \\ &= \frac{42{,}44 - 42}{6{,}39} = 0{,}07 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *SK* data berat badan di atas adalah= 0,07. Nilai Koefisien Skewness ini bisa diartikan bahwa:

1 Distribusi frekuensi mempunyai kemiringan ke arah kanan karena menghasilkan penghitungan yang positif.

2 Karena nilai penghitungan *SK* adalah: -0,2 < 0,07 < 2,0, maka data diasumsikan terdistribusi mendekati normal.

Rumus lainnya yang digunakan Pearson untuk mengukur kemencengan adalah dengan menghitung nilai mediannya. Rumusnya sebagai berikut:

$$SKP = \frac{3\left(\bar{X} - Md\right)}{s}$$

Contoh 4.30

Dengan menggunakan contoh di atas diperoleh penghitungan rumus kedua yakni:

$$SKP = \frac{3(42{,}44 - 43)}{6{,}39} = -1{,}68$$

(Kedua rumus Pearson menghasilkan penghitungan yang berbeda)

b. Metode Bowley

Untuk menentukan kemiringan suatu kurva, Bowley mempertimbangkan nilai kuartil pada data. Bowley dalam Hanafiah mengatakan bahwa bentuk kurva disusun atas dasar hubungan antara statisik LQ_1 , LQ_3 dan median (m=LQ_2). Rumus yang ditemukan Bowley tersaji di bawah ini:

$$SKB = \frac{\left(LQ_3 + LQ_1 - 2LQ_2\right)}{\left(LQ_3 - LQ_1\right)}$$

Menurut Bowley, nilai kemiringan kurva bervariasi ± 1 dan memiliki arti apabila:

a) SKB = ± 0,10 berarti kemiringan kurva tidak bermakna atau dianggap simetris
b) SKB = ± (> 0,10 – 0,30) berarti kemiringan kurva telah bermakna
c) SKB = ± (> 0,30 – 0,75) berarti kemiringan kurva sangat bermakna
d) SKB = mendekati ± 1,00 atau > 0,75 berarti kemiringan kurva sangat ekstrem

Contoh 4.31

Dari contoh di atas diketahui $LQ_1 = 38{,}5$, $LQ_2 = 43$, $LQ_3 = 47{,}5$ sehingga kemencengannya adalah:

$$SKB = \frac{(47{,}5 + 38{,}5 - 2.43)}{(47{,}5 - 38{,}5)}$$

$$= \frac{0}{9} = 0$$

Jadi, nilai *SK* data berat badan di atas dengan menggunakan metode Bowley adalah = 0,00. Nilai Koefisien *Skewness* ini bisa diartikan bahwa kemiringan kurva tidak bermakna atau simetris.

Baik dengan menggunakan rumus Pearson 1 dan 2 serta rumus Bowley, dengan data yang sama ketiga rumus tersebut menghasilkan penghitungan kemencengan yang berbeda-beda.

2. Kemencengan Kurva pada Data Berkelompok

Cara untuk menghitung kemencengan kurva pada data berkelompok sama dengan menggunakan rumus mencari kemencengan kurva pada data tunggal yakni:

$$SK = \frac{\bar{X} - M_o}{s}$$

Contoh 4.32

Dengan menggunakan Tabel 4.16 sebagaimana di bawah ini dapat dijelaskan kemencengan kurvanya:

Tabel 4.19. Tabel Penolong untuk Mencari *Skewness* Data Berkelompok

Interval	f	X	$f.X$	X^2	$f.X^2$
55 – 59	3	57	171	3249	9747
60 – 64	5	62	310	3844	19220
65 – 69	7	67	469	4489	31423
70 – 74	15	72	1080	5184	77760
75 – 79	36	77	2772	5929	213444
80 – 84	21	82	1772	6724	141204
85 – 89	8	87	696	7569	60552
90 – 95	5	92	460	8464	42320
Σ	$\Sigma f = 100$	-	$\Sigma f.X = 7680$	-	$\Sigma f.X^2 = 595670$

Diketahui: $\bar{X}$ = 76,80, Mod = 77,42, $s = 7{,}68$ sehingga kemencengan kurvanya adalah:

$$SK = \frac{\overline{X} - M_o}{s}$$

$$= \frac{76,80 - 77,42}{7,68}$$

= –0,08 sehingga angka ini dapat diartikan:

1) Distribusi frekuensi mempunyai kemiringan ke arah kiri karena menghasilkan penghitungan yang negatif.
2) Karena nilai penghitungan *SK* adalah: -0,2 < -0,08 < 2,0, maka data diasumsikan terdistribusi mendekati normal.

E. UKURAN KERUNCINGAN DATA (KURTOSIS)

Kurtosis merupakan ukuran keruncingan dari sebuah frekuensi data yang digambarkan dalam tiga bentuk yakni leptokurtik, platikurtik, dan mesokurtik. Kurva berbentuk leptokurtik berarti data tersebut membentuk kurva runcing karena data tersebar pada bagian ujungnya. Platikurtik membentuk kurva agak mendatar yang berarti frekuensi data tersebar agak merata pada seluruh kelas. Mesokurtik membentuk kurva yang tidak terlalu runcing dan tidak terlalu datar karena data telah tersebar merata pada seluruh kelas. Mesokurtik disebut pula kurva distribusi normal yang menandakan apabila hasil penghitungan menunjukkan kurva tersebut mesokurtik, maka frekuensi data disebut normal.

Gambar 4.25 Keruncingan Kurva

1. Kurtosis pada Data Tunggal

Simbol untuk keruncingan adalah α_4. Ada dua cara atau rumus untuk menentukan tingkat keruncingan suatu kurva. **Rumus yang pertama** sebagaimana tersaji di bawah ini:

$$\alpha_4 = \frac{\Sigma\left(X_i - \overline{X}\right)^4}{n.s^4}$$

Dengan menggunakan rumus di atas, ketentuan keruncingan sebuah kurva ialah:

a) $\alpha_4 = 3$, kurva berbentuk mesokurtik yang berarti distribusi normal.
b) $\alpha_4 < 3$, kurva berbentuk platikurtik yang berarti data mendekati normal.
c) $\alpha_4 > 3$, kurva berbentuk leptokurtik yang berarti distribusi data meruncing.

Contoh 4.33

Diperoleh data hasil penghitungan kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran matematika yakni: 60, 62, 70, 70, 75, 80, 80, 83, 90. Berdasarkan data diketahui $\bar{X}$: 74,44, dengan menggunakan tabel bantu dapat diketahui data lainnya yakni:

Tabel 4.20. Tabel Penolong untuk Mencari Kurtosis Data Tunggal

No	X	X^2	$X-\bar{X}$	$(X-\bar{X})^4$
1	60	3600	-14,44	43477,92
2	62	3844	-12,44	23948,68
3	70	4900	-4,44	388,63
4	70	4900	-4,44	388,63
5	75	5625	0,56	0,10
6	80	6400	5,56	955,65
7	80	6400	5,56	955,65
8	83	6889	8,56	5369,02
9	90	8100	15,56	58619,00
	$\Sigma X = 670$	$\Sigma X^2 = 50658$	-	$\Sigma\left(X-\bar{X}\right)^4 = 134103,27$

Standar deviasinya adalah:

$$s=\sqrt{\frac{\Sigma X_1^2-\frac{\left(\Sigma X_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

$$=\sqrt{\frac{50658-\frac{(670)^2}{9}}{9-1}}$$

$$=\sqrt{\frac{50658-49877,78}{8}}$$

$$=\sqrt{97,53}=9,88$$

Setelah diketahui harga di atas, keruncingan frekuensi datanya adalah:

$$\alpha_4=\frac{\Sigma\left(X_i-\bar{X}\right)^4}{n.s^4}$$

$$=\frac{134103,27}{9.9,88^4}$$

$$=\frac{134103,27}{85757,14}=1,56$$

Jadi, nilai keruncingan datanya adalah 1,56 < 3 sehingga kurva berbentuk platikurtik yang berarti data mendekati normal.

Rumus kedua: Dengan mempertimbangkan nilai kuartil ke-3 dan ke-1 serta persentil ke-10 dan ke-90 sehingga:

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{2}(LQ_3 - LQ_1)}{LP_{90} - LP_{10}}$$

Apabila menggunakan rumus ini, ketentuan keruncingan sebuah kurva adalah:

a) α_4 = 0,263, kurva berbentuk mesokurtik yang berarti distribusi normal
b) α_4 < 0,263, kurva berbentuk platikurtik yang berarti data mendekati normal
c) α_4 > 0,263, kurva berbentuk leptokurtik yang berarti distribusi data meruncing

Contoh 4.34

Dengan menggunakan data di atas, maka kuartil ke-3 dan ke-1 serta persentil ke-10 dan ke-90 yaitu:

Kuartil

- Untuk letak kuartil ke -1 (LQ_1)

$$LQ_1 = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{1.(9+1)}{4}$$

= 2,5 yang berarti data terletak antara 2 dan 3 sehingga

$$LQ_1 = \frac{1}{2}(62 + 70) = 66$$

- Untuk letak kuartil ke -3 (LQ_3)

$$LQ_3 = \frac{i.(n+1)}{4}$$
$$= \frac{3.(9+1)}{4}$$

= 7,5 yang berarti data terletak antara 7 dan 8 sehingga

$$LQ_3 = \frac{1}{2}(80 + 83) = 81{,}5$$

Persentil

- Untuk letak persentil ke-10 (LP_{10})

$$LP_{10} = \frac{i.(n+1)}{100}$$
$$= \frac{10.(9+1)}{100} = 1$$

LP_{10} terletak pada urutan data ke-1 yaitu: 60.

Untuk letak persentil ke-90 (LP_{90})

$$LP_{90} = \frac{i.(n+1)}{100}$$

$$= \frac{90.(9+1)}{100} = 9$$

LP_{90} terletak pada urutan data ke-9 yaitu: 90.

Setelah diketahui harga $LQ_1 = 66$, $LQ_3 = 81{,}5$, $LP_{10} = 60$, $LP_{90} = 90$, maka keruncingan kurvanya adalah:

$$\alpha_4 = \frac{\frac{1}{2}(81{,}5 - 66)}{90 - 60}$$

$$= \frac{7{,}75}{30} = 0{,}258$$

Jadi, harga keruncingannya adalah $\alpha_4 = 0{,}258 < 0{,}263$, artinya kurva berbentuk platikurtik yang berarti data mendekati normal.

2. Kurtosis pada Data Berkelompok

Rumus untuk menentukan harga kurtosis untuk data berkelompok sebagaimana tersaji di bawah ini:

$$\alpha_4 = \frac{\Sigma f_i \left(X_i - \bar{X}\right)^4}{n.s^4}$$

Contoh 4.35

Dengan menggunakan contoh pada Tabel 4.19 telah diketahui: $\bar{X} = 76{,}8$, $s = 7{,}68$, sedangkan harga lainnya sebagai berikut:

Tabel 4.21. Tabel Penolong untuk Mencari Kurtosis Data Berkelompok

Interval	f	X	$f.X$	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^4$
55 – 59	3	57	171	-19,8	153695,3616
60 – 64	5	62	310	-14,8	47978,5216
65 – 69	7	67	469	-9,8	9223,6816
70 – 74	15	72	1080	-4,8	530,8416
75 – 79	36	77	2772	0,2	0,0016
80 – 84	21	82	1772	5,2	731,1616
85 – 89	8	87	696	10,2	10824,3216
90 – 95	5	92	460	15,2	53379,4816
Σ	$\Sigma f = 100$	-	$\Sigma f.X = 7680$	-	$\Sigma\left(X - \bar{X}\right)^4 = 276363{,}3728$

Setelah diperoleh harga di atas dapat dihitung keruncingan kurvanya sebagaimana di bawah ini yaitu:

$$\alpha_4 = \frac{\Sigma f_i \left(X_i - \bar{X}\right)^4}{n.s^4}$$

$$\alpha_4 = \frac{276363{,}37}{100.7{,}68^4}$$

$$\alpha_4 = \frac{276363{,}37}{347892{,}35} = 0{,}79$$

Karena 0,79 < 3, kurva berbentuk platikurtik yang berarti data mendekati normal.

F. LATIHAN:

1. Hitunglah mean data nilai ujian Bahasa Indonesia berikut:

Nilai	5	6	7	8	9
Frekuensi	6	17	14	5	3

2. Berapakah nilai mean, median dan modus dari sekumpulan data : 3, 6, 7, 5, 5, 8, 4, 6, 10,12

3. Diketahui pertumbuhan lembaga sekolah di suatu kota pada periode tahun 2008 – 2015 yaitu:

Tahun	**Jumlah Sekolah**
2008	125
2009	140
2010	155
2011	160
2012	250
2013	245
2014	260
2015	275

Berdasarkan data di atas hitunglah:

a) Rata-rata ukur (geometri mean)

b) Rata-rata pertumbuhan

4. Desil ke 4 dari data : 5, 8, 12, 3, 6, 8, 7, 14, 10, 9, 11, 8, 13, 8, 10 adalah...

5. Berdasarkan data berkelompok di bawah ini:

Interval	Frekuensi
21-25	3
26-30	7
31-35	11
36-40	6
41-45	4
46-50	2

Tentukan:

a) Nilai rata–rata, median dan modusnya.

b) Quartil (Q_1, Q_2, dan Q_3).
c) Desil (D_3, Q_7 dan Q_8).
d) Persentil (P_{35}, P_{64}, P_{75} dan P_{82}).
e) Rentang.
f) Rentang antar quartil.

6. Hitunglah simpangan baku sampel dan populasi berdasarkan data di bawah ini:

Nilai	F
40-49	6
50-59	9
60-69	20
70-79	25
80-89	8
90-100	4

7. Hitung dan Gambarlah kemencengan kurva dengan menggunakan metode Pearson data di bawah ini:

No	*X*
1	35
2	42
3	50
4	50
5	56
6	63
7	67
8	71
9	75
10	80
11	85
12	92

8. Hitung dan gambarlah kemencengan dan keruncingan kurva berdasarkan data di bawah ini:

Interval	*f*
55 – 59	7
60 – 64	10
65 – 69	15
70 – 74	23
75 – 79	37
80 – 84	28
85 – 89	9
90 – 95	7

BAB

5

PELUANG DAN DISTRIBUSI PELUANG

A. POHON PROBABILITAS, PERMUTASI, GENERALISASI PERMUTASI, KOMBINASI DAN GENERALISASI KOMBINASI

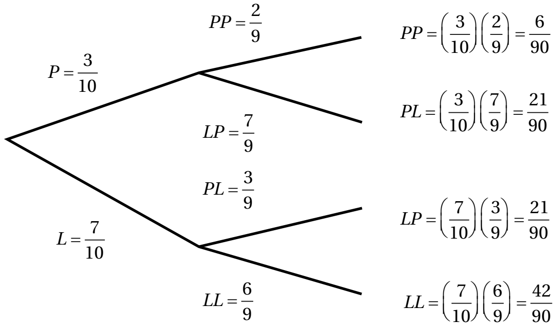
Sebelum membahas secara komprehensif mengenai peluang, ada beberapa aturan dasar untuk menghitung peluang yang akan terjadi yaitu pohon probabilitas, permutasi, generalisasi permutasi, kombinasi, dan generalisasi kombinasi:

1. Pohon Probabilitas

Pohon probabilitas merupakan metode yang efektif dan sederhana di dalam menggambarkan peluang. Gambaran kemungkinan peluang yang akan terjadi dalam pohon probabilitas diwakili oleh garis yang menyerupai pohon.

Contoh 5.1

Seorang guru memiliki 10 siswa pandai di dalam kelas terdiri dari 7 murid laki-laki (L) dan 3 murid perempuan (P). Secara acak, guru tersebut akan memilih 2 siswa yang akan mewakili kelas tersebut dalam sebuah perlombaan. Berapakah peluang atau probabilitas bahwa yang terpilih nantinya adalah 2 murid perempuan?



Berdasarkan pohon probabilitas di atas, peluang terpilihnya 2 perempuan adalah: $\frac{6}{90}$ = 0,067.

2. Permutasi

Cara kedua untuk menguji probabilitas atau peluang terjadinya sesuatu dengan menggunakan permutasi. Definisi permutasi adalah penyusunan suatu objek dalam urutan yang berbeda dari urutannya semula. Di dalam permutasi, urutan sangat penting supaya tidak terjadi pengulangan atau setiap objek yang dihasilkan harus berbeda antara satu dengan yang lain. Urutan huruf XYZ, berbeda dengan ZYX, atau YZX. Dalil permutasi sebagai berikut:

n! = n x (n – 2) (n – 1) x .... 3 x 2 x 1, di mana

n! = n faktorial

1! = 1 dan 0! = 1

Contoh 5.2

Hitunglah banyaknya jumlah permutasi dari 6!

Penyelesaian:

Banyaknya permutasi dari 6! adalah:

6! = 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1 = 720.

Ini berarti banyaknya permutasi pada bilangan 6 sebanyak 720 cara.

Untuk menghitung jumlah permutasi benda n dari benda yang berbeda, notasi yang digunakan adalah:

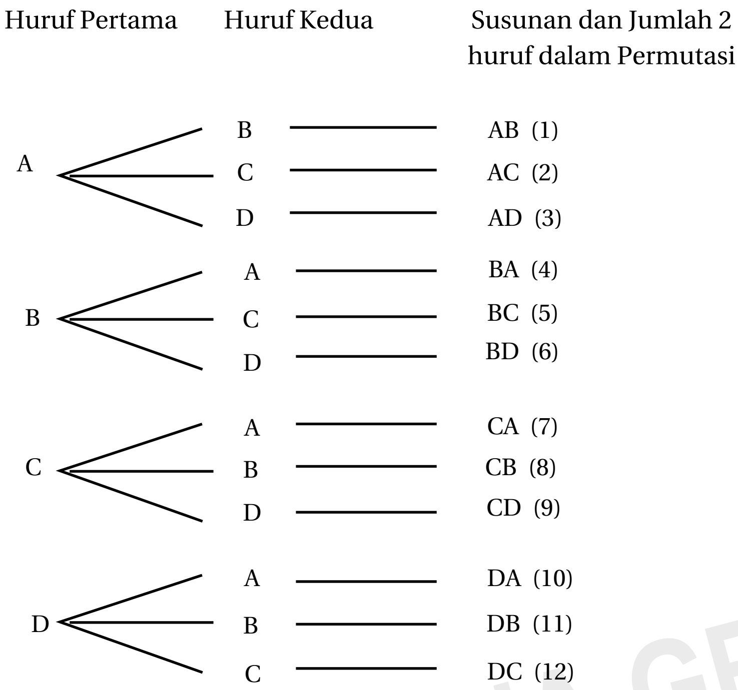
$$P_k^n = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Contoh 5.3

Hitunglah berapa banyak permutasi yang mungkin terjadi pada 2 huruf yang diambil dari huruf-huruf A, B, C, dan D? Dengan menggunakan aturan di atas, dapat dihitung permutasi sebagai berikut:

$$\mathrm{P}_2^4 = \frac{4!}{(4-2)!} = \frac{4\,x\,3\,x\,2\,x\,1}{2\,x\,1} = 4\,x\,3 = 12$$

Dari penghitungan di atas, banyaknya permutasi 2 huruf dari huruf A, B, C dan D sebanyak 12 kali susunan. Susunan tersebut adalah AB, AC, AD, BA, BC, BD, CA, CB, CD, DA, DB, dan DC. Dengan diagram pohon, permutasi di atas dapat digambarkan sebagai berikut:



Contoh 5.4

Pada sebuah sekolah akan dilakukan pemilihan pengurus OSIS di mana terdapat 7 siswa yang memiliki kemampuan untuk melaksanakan tugas tersebut. Apabila pengurus tersebut terdiri dari ketua, wakil ketua, sekretaris, dan bendahara, ada berapa macam susunan kepengurusan yang akan terbentuk?

Penyelesaian:

Ada 7 siswa yang akan terpilih menjadi ketua. Seandainya ketua OSIS telah terpilih, berarti terdapat 6 pilihan untuk menjadi wakil ketua OSIS. Apabila wakil ketua OSIS telah terpilih, maka ada 5 pilihan untuk menjadi sekretaris. Jika sekretaris telah dipilih, berarti tinggal 4 siswa yang akan dipilih menjadi bendahara. Jadi banyaknya peluang susunan pengurus dalam bentuk faktorial yaitu:

$$P_4^7 = \frac{7!}{(7-4)!} = \frac{7 x 6 x 5 x 4 x 3 x 2 x 1}{3 x 2 x 1} = 7 x 6 x 5 x 4 = 840$$

Dari hasil penghitungan peluang susunan dari 7 siswa yang akan menjadi ketua, wakil ketua, sekretaris, dan bendahara sebanyak 840 cara.

3. Generalisasi Permutasi

Apabila dalam permutasi objek yang disusun harus dalam urutan yang berbeda, maka dalam generalisasi permutasi, objek diperbolehkan untuk disusun berdasarkan pengulangan-pengulangan objek. Teorema dasar dari generalisasi permutasi adalah:

$$\frac{n!}{n_1!n_2!\ldots n_t!}$$

Langkah atau prosedur yang dilakukan untuk kemungkinan dengan menggunakan generalisasi permutasi adalah:

a) Menghitung jumlah objek yang akan dicari jumlah permutasinya.
b) Tempatkan posisi $n_1$unsur yang sama untuk jenis 1 pada n posisi yang tersedia sehingga C (n, n_1) cara.
c) Setelah n_1 unsur telah diletakkan, maka terdapat n - n_1 posisi yang tersedia sehingga untuk menempatkan posisi n_2 unsur yang sama untuk jenis 2 pada n -n_1 posisi yang tersedia adalah C (n - $n_{1,}$ n_2).
d) Demikian pula untuk unsur $n_t$unsur yang sama untuk jenis t dilakukan dengan cara C (n -n_1– n_2– ...– n_{t-2}, n_t).
e) Dengan menggunakan prinsip perkalian, diperoleh:

$$C(n,n_1).C(n-n_1,\ n_2).C(n-n_1-n_{2,}n_3).C(n-n_1-n_2\ldots-n_{t\ 1},\ n_t)$$
$$=\frac{n!}{n_1!(n-n_1)!}\ \frac{n!}{n_2!(n-n_1-n_2)!}\cdots\frac{n-n_1-n_2\ldots-n_{t\ 1},\ n_t}{n\ !0!}$$
$$\frac{}{n_1!n_2!\ldots n\ !}$$

Contoh 5.5

Hitunglah berapa banyak cara untuk menyusun dari kata PAPIMAMI!

Penyelesaian:

Dengan menggunakan prosedur di atas, diperoleh penghitungan cara menyusun kata PAPIMAMI sebagai berikut:

a) Jumlah huruf PAPIMAMI sebanyak 8 huruf sebagai posisi kosong.
b) Menempatkan 2 huruf P pada 8 posisi kosong yang dapat dilakukan dengan C (8, 2) cara.
c) Setelah 2 huruf P ditempatkan, maka terdapat 8 – 2 = 6 posisi kosong. Berikutnya dengan menempatkan 2 huruf A pada 6 posisi kosong, yang dapat dilakukan dengan C (6,2) cara.
d) Selanjutnya 2 huruf, terdapat C (4, 2) cara untuk menempatkan 2 huruf I pada 4 posisi kosong.
e) Terakhir adalah 2 huruf, terdapat C (2,2) cara untuk menempatkan 2 huruf M pada 2 posisi kosong.

Dari susunan di atas, diperoleh harga n = 8, $n_1 = 2$, $n_2 = 2$, $n_3 = 2$, dan $n_4 = 2$ sehingga:

$$\frac{8!}{2!2!2!2!} = 4\,x\,7\,x\,3\,x\,5\,x\,2\,x\,3 = 2.520$$

Berdasarkan penghitungan di atas, untuk mengurutkan kata-kata PAPIMAMI dilakukan sebanyak 2.520 cara.

4. Kombinasi

Berbeda dengan permutasi yang sangat memperhatikan urutan objek, kombinasi merupakan peluang yang tidak memperhatikan urutan objek. Susunan huruf YZ dan ZY dianggap sama sehingga kombinasi tersebut tidak akan terulang.

Contoh 5.6

Misalkan akan dipilih 2 orang mahasiswa untuk mewakili kelompok yang terdiri dari orang 4 (misalnya: Ali, Bina, Eka, dan Siti) untuk mengikuti kegiatan seminar. Dalam kombinasi, urutan tidak diperhatikan karena tidak ada perbedaan antara Ali, Bina, Eka dan Siti. Adapun kemungkinan yang terpilih sebanyak 2 orang yang mewakili mahasiswa untuk mengikuti kegiatan seminar adalah:

1	Ali dan Bina
2	Ali dan Eka
3	Ali dan Siti
4	Bina dan Eka
5	Bina dan Siti
6	Eka dan Siti

Berdasarkan ilustrasi di atas, jumlah kemungkinan terpilihnya 2 mahasiswa yang mengikuti kegiatan seminar sebanyak 6 cara.

Untuk menentukan banyaknya cara dengan menggunakan kombinasi rumus yang digunakan adalah:

$$C_k^n = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

Dengan menggunakan contoh di atas kemungkinan terpilihnya 2 mahasiswa dari 4 mahasiswa yang mengikuti kegiatan seminar dengan n = 4 dan k = 2 adalah:

$$C_k^n = \frac{4!}{2!(4-2)!} = \frac{4!}{2!.2!} = \frac{4\,x\,3\,x\,2}{\cancel{(2\,x\,1)}(2\,x\,1)} = \frac{4\,x\,3}{2\,x\,1} = 2\,x\,3 = 6$$

Contoh 5.7

Suatu sekolah ingin membentuk sebuah kepanitiaan acara hari besar yang terdiri dari 2 panitia siswa dan 2 panitia siswi yang berasal dari 5 siswa dan 6 siswi. Berapa banyakkah kepanitiaan yang bisa dibentuk?

Penyelesaian:

Untuk menghitung banyaknya kombinasi kepanitiaan di atas, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

a) Menentukan 2 panitia laki-laki dari 5 siswa yang ada, yaitu:

$$C_2^5 = \frac{5!}{2!(5-2)!} = \frac{5!}{2!.3!} = \frac{5x4x3}{(2x1)(3x2x1)} = \frac{5x4}{2x1} = 5x2 = 10$$

b) Menentukan 2 panitia perempuan dari 6 siswi, yaitu:

$$C_2^6 = \frac{6!}{2!(6-2)!} = \frac{6!}{2!.4!} = \frac{6x5x4}{(2x1)(4x3x2x1)} = 3x5 = 15$$

Dengan menggunakan aturan perkalian, banyak peluang pembentukan panitia yang terdiri dari 2 siswa dan 2 siswi yang bisa dipilih dari 5 siswa dan 6 siswi adalah:

$$C_2^5 \text{ x } C_2^6 = 10 \text{ X } 15 = 150$$

Jadi, banyaknya kepanitiaan yang dapat dibentuk yang terdiri dari 2 siswa dan 2 siswi adalah 150 cara.

5. Generalisasi Kombinasi

Generalisasi kombinasi merupakan pengembangan dari model kombinasi di mana pada model ini membolehkan terjadinya pengulangan suatu objek. Teorema yang mendasari generalisasi kombinasi adalah:

$$C(k+t-1, t-1) = C(k+t-1, k)$$

Contoh 5.8

Berapa banyak cara memilih 5 kelereng dari sebuah kantong yang berisi paling sedikit 4 kelereng yang berwarna merah, kuning, hijau. Karena ada 3 warna kelereng dan 5 kelereng yang akan dipilih, maka t = 3 dan k = 4, sehingga banyaknya cara pemilihan kelereng tersebut adalah:

$$C(5+3-1, 3-1) = \frac{8!}{(8-2)!2!} = 28$$

Berdasarkan penghitungan di atas, banyaknya cara pemilihan 5 kelereng dengan tiga warna sebanyak 28 cara.

B. PELUANG

1. Pengertian Peluang

Di dalam kegiatan sehari-hari, kita sering kali dihadapkan kepada beberapa pilihan yang jawabannya dengan cara menebak peluang terjadinya peristiwa tersebut.

Ketika melihat mendungnya awan, kita akan memprediksi hari ini akan hujan sehingga kita akan membawa payung atau jas hujan. Kita sering kali membuat ramalan peluang seberapa besar seseorang bisa menjadi ketua kelas ketika yang maju menjadi calon ketua kelas lebih dari 3 orang. Atau di dalam pertandingan sepakbola, apabila ada 11 tim yang bertanding, seberapa besar masing-masing tim berpeluang untuk menjadi juara.

Ilustrasi di atas menunjukkan peluang-peluang yang akan terjadi seperti mendungnya awan mengakibatkan 75% turunnya hujan. Seorang siswa memiliki peluang 25 % untuk menjadi ketua kelas apabila ada empat orang yang mencalonkan diri untuk menjadi ketua kelas dan setiap tim sepakbola memiliki kesempatan 1/11 untuk menjadi juara. Pertanyaannya adalah, apakah awan mendung pasti hujan? Apakah seseorang yang maju menjadi kandidat ketua kelas pasti terpilih? Apakah tim sepakbola kesayangan kita pasti menjadi pemenangnya? Jawabannya "belum tentu pasti". Inilah definisi sederhana tentang peluang (Wasserman, tt) yaitu sesuatu kejadian yang belum terjadi dan diprediksi akan terjadi. Maka, peristiwa masa lampau atau yang telah terjadi tidak disebut sebagai peluang karena peristiwa tersebut telah terjadi.

Supardi (2014) menjelaskan bahwa setidaknya ada 3 kejadian, yaitu: (1) kepastian; (2) kemungkinan/peluang; dan (3) kemustahilan. Kepastian merupakan kejadian yang pasti dan telah terjadi sehingga nilai probabilitasnya = 1. Sebagai contoh kepastian adalah matahari terbit dari sebelah timur dan setiap makhluk hidup akan mati. Kemungkinan atau peluang adalah rangkaian peristiwa yang ekslusif secara bersama-sama dan masing-masing memiliki kesempatan yang sama untuk muncul. Contohnya adalah pemilihan ketua kelas yang diikuti oleh 4 kandidat di mana setiap kandidat memiliki peluang 25% untuk menjadi ketua kelas. Kemustahilan merupakan kebalikan dari kepastian yaitu suatu kejadian yang tidak mungkin terjadi sehingga nilai probabilitasnya adalah 0 (nol). Sebagai contoh, seorang pria melahirkan dan matahari terbit dari sebelah barat. Di dalam statistika, yang dibahas adalah tipe kejadian kedua yaitu kejadian yang mungkin akan terjadi.

2. Istilah-Istilah dalam Peluang

Untuk memahami peluang dalam statistik, ada beberapa istilah di dalam peluang yaitu:

a. Percobaan Acak

Keller (2012) mendefinisikan percobaan acak sebagai suatu tindakan atau proses yang mengarah kepada beberapa kemungkinan keberhasilan. Adapun menurut Asfenhelter (tt) percobaan acak mengandung dua makna, yaitu: (1) suatu percobaan di mana memungkinkan terjadinya hasil yang berbeda; dan (2) adanya unsur ketidakpastian dalam hasil percobaan. Jadi, percobaan acak didefinisikan sebagai tindakan yang mengandung unsur percobaan dan terdapat ketidakpastian terhadap hasilnya. Pengertian ketidakpastian hasil diartikan sebagai hasil percobaan tersebut memungkinkan terjadinya hasil yang berbeda.

Berikut ini beberapa ilustrasi yang menggambarkan definisi percobaan acak:

Ilustrasi 1	Percobaan	Melempar koin
	Hasil	Kepala atau ekor
Ilustrasi 2	Percobaan	Nilai yang diperoleh dalam perkuliahan
	Hasil	A, B, C, D, E
Ilustrasi 3	Percobaan	Partai Pemenang Pemilu
	Hasil	Partai A, Partai B, Partai C, Partai D,.........

Tiga ilustrasi di atas menunjukkan hasil yang tidak pasti dari suatu percobaan atau eksperimen. Walaupun sudah dilakukan percobaan melempar koin beberapa kali, kita tidak dapat memastikan bahwa pelemparan koin tertentu akan menghasilkan kepala dan pelemparan koin berikutnya akan menghasilkan ekor. Demikian pula nilai seorang mahasiswa yang akan diperoleh dalam perkuliahan. Mahasiswa tidak dapat memastikan pada mata kuliah mana yang bisa dipastikan memperoleh nilai A karena terdapat nilai lainnya yaitu B, C, D dan E. Sama halnya dengan percobaan dengan menimbang partai mana yang akan menang dalam Pemilu karena jumlah kontestan dalam pemilu terdiri dari empat partai yaitu Partai A, Partai B, C ,dan D.

b. Ruang Sampel

Ruang sampel diartikan sebagai daftar semua kemungkinan dari hasil percobaan. Di dalam percobaan sebagaimana ilustrasi sebelumnya, kita tidak dapat memastikan pelemperan koin mana yang menghasilkan kepala atau ekor. Meskipun demikian, kita dapat memastikan bahwa setiap percobaan pasti memiliki peluang, dan kita dapat mengetahui peluang tersebut berasal dari percobaan yang kita lakukan. Seluruh kemungkinan yang akan terjadi dari rangkaian percobaan disebut sebagai ruang sampel dengan notasi S dan tiap hasil dalam ruang sampel disebut sebagai unsur atau titik sampel. Apabila dalam pelemparan koin terdapat dua sisi yaitu Kepala dan Ekor, maka ruang sampel dapat ditulis S = {KE}.

Untuk notasi ruang sampel dan hasilnya adalah sebagai berikut:

$$S = \{O_1\ O_2\ O_3 \ldots O_n\}$$

Contoh 5.9

Apabila kita melempar sebuah dadu dengan angka 1, 2, 3, 4, 5 dan 6, maka ruang sampelnya adalah:

$$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

Apabila pada percobaan pelemparan dadu bilangannya adalah ganjil dan genap, maka ruang sampelnya ditulis:

$$S = \{\text{Ganjil, Genap}\}$$

Pada dua contoh di atas, terlihat bahwa suatu percobaan yang dilakukan akan menghasilkan lebih dari satu ruang sampel. Perbedaannya adalah banyaknya informasi yang diperoleh dari percobaan pertama dan kedua di mana pada percobaan pertama dengan melempar dadu dengan angka 1,2,3,4,5, dan 6 akan memberikan informasi yang lebih banyak jika dibandingkan dengan melempar dadu pada bilangan ganjil dan genap.

c. Kejadian

Pengertian kejadian dalam peluang adalah kumpulan satu atau lebih peristiwa dalam ruang sampel. Jika kejadian tersebut memuat satu titik sampel saja, maka kejadian ini disebut sebagai kejadian sederhana. Apabila kejadian ini memuat lebih dari satu peristiwa atau titik sampel dan merupakan gabungan dari peristiwa-peristiwa sederhana, kejadian ini disebut sebagai kejadian majemuk.

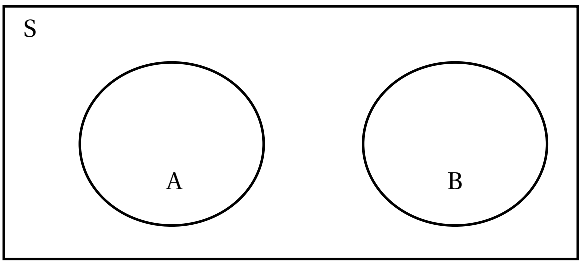
Misalkan pada percobaan melempar dadu, kita ingin mengetahui hasil pelemparan dadu adalah bilangan ganjil. Ini berarti yang kita inginkan adalah kejadian munculnya dadu pada bilangan ganjil, yaitu $A = \{1,3,5\}$. Pada contoh ini, menjadi jelas bahwa kejadian $A = \{1,3,5\}$ merupakan himpunan bagian dari ruang sampel $S = \{1,2,3,4,5,6\}$. Berdasarkan ilustrasi ini dapat dipahami bahwa kejadian merupakan himpunan bagian dari ruang sampel.

Apabila pada penarikan kelereng warna biru dari sekotak kelereng merupakan himpunan bagian A = {biru} dari ruang sampel S = {merah, kuning, hijau, dan biru}. Kejadian A disebut kejadian sederhana. Pada kejadian penarikan kelereng warna merah B = {merah} dari ruang sampel S = {merah, kuning, hijau, dan biru} merupakan kejadian majemuk karena B = {biru $\cup$ merah} = {biru, merah}.

d. Diagram Venn

Diagram venn merupakan adalah diagram yang menunjukkan semua kemungkinan hasil, ruang sampel dan kejadian. Ruang sampel ditunjukkan dengan bangunan empat persegi panjang. Sedangkan kejadian ditunjukkan dengan gambar lingkaran. Diagram ini pertama kali diperkenalkan pertama kali oleh John Venn pada tahun 1880 untuk menunjukkan hubungan-hubungan sederhana dalam bidang logika, probabilitas, statistik, serta linguistik.

Misalkan A menyatakan kejadian seorang wanita yang suka memasak yang dipilih secara acak di sebuah ruangan. Pada B menyatakan seorang pria yang menyukai bola basket yang dipilih secara acak pada ruangan yang sama. Maka dari kedua kejadian ini $A \cap B = \emptyset$ yang berarti A dan B tidak memiliki persekutuan. Kedua kejadian ini dapat digambarkan dengan diagram venn sebagai berikut:



3. Pendekatan Peluang

Ada dua model pendekatan peluang, yaitu: (1) model klasik; dan (2) model empirik. Penjelasan kedua pendekatan ini adalah:

a. Pendekatan Klasik

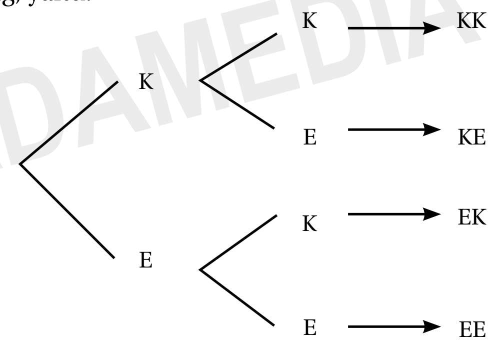
Pada model pendekatan klasik, rangkaian peristiwa yang terjadi secara bersama-sama dan masing-masing kejadian memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul. Notasi jumlah kejadian dalam pendekatan klasik dinyatakan dengan huruf E dengan asumsi setiap kejadian mempunyai kesempatan yang sama. Apabila E terdiri dari n kejadian sederhana, probabilitas peristiwa E merupakan rasio kejadian yang diinginkan dengan S sebagai seluruh kejadian, maka rumusnya adalah:

$$P(E) = \frac{n(E)}{n(S)}$$

Contoh 5.10

Dimisalkan suatu percobaan melemparkan sebuah coin sebanyak 2 kali, berapa kalikah kemungkinan: a) keduanya muncul kepala (K), b) muncul kepala dan ekor, c) keduanya muncul ekor (E).

Berdasarkan contoh di atas, dihitung terlebih dahulu jumlah S dengan menggunakan pohon peluang, yaitu:



Dari pohon peluang di atas, diperoleh ruang sampel S = {KK, KE, EK dan EE) dan n (S) = 4.

1) Peluang dua percobaan munculnya kepala

$$P(KK) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{1}{4} = 0,25$$

2) Peluang munculnya ekor dan kepala

$$P(KE) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{2}{4} = 0,50$$

3) Peluang munculnya ekor

$$P(EE) = \frac{n(E)}{n(S)} = \frac{1}{4} = 0,25$$

b. Pendekatan Empirik

Pendekatan empirik merupakan pendekatan menentukan peluang kejadian berdasarkan pengalaman atau pendapat para ahli. Notasi peluang dengan menggunakan pendekatan empirik adalah:

$$p(A) = lim \frac{t}{N}$$

Contoh 5.11

Misalnya di sekolah, berdasarkan pendapat guru tentang "KANTIN KEJUJURAN", di dalam 150 siswa yang berbelanja, terdapat 10 siswa yang tidak membayar. Suatu hari, seorang siswa bernama Fulan berbelanja di kantin tersebut. Berapa peluang bahwa si Fulan tidak membayar di kantin tersebut?

Berdasarkan teorema, dapat dihitung kemungkinan Fulan tidak membayar yaitu:

$$p(Fulan) = \frac{10}{150} = 0{,}067 = 6{,}67\%$$

Dari perhitungan di atas, probabilitas si Fulan tidak membayar di kantin kejujuran sebesar 6,67%.

4. Karakteristik Kejadian

Di dalam teori peluang, ada beberapa karakteristik peluang di antaranya peluang kejadian saling lepas, peluang kejadian bersyarat, peluang kejadian saling bebas, dan peluang kejadian gabungan. Pembahasan karakteristik kejadian dapat dilihat pada bahasan di bawah ini:

a. Peluang Saling Lepas

Peluang kejadian disebut saling lepas apabila dua kejadian tersebut tidak dapat terjadi secara bersamaan. Irisan dari dua kejadian saling lepas merupakan himpunan kosong. Jika dimisalkan ada himpunan A dan B, maka himpunan tersebut saling lepas, sehingga $A \cap B = \varnothing$. Karena P $\{A \cap B = \varnothing\}$, maka:

$$P\ (A \cup B) = P(A) + P(B)$$

Contoh 5.12

Dimisalkan sebuah dadu dilemparkan sebanyak 1 kali, berapa kalikah kemungkinan munculnya mata dadu ganjil dan genap?

Penyelesaian:

$$A = \{1,3,5\} = n(A) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$B = \{2,4,6\} = n(B) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$P(A\ \ B) = P(A) + P(B) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

b. Peluang Bersyarat

Peluang bersyarat adalah peluang munculnya suatu kejadian jika diketahui kejadian yang lain telah muncul atau terjadi. Apabila himpunan A dan B merupakan dua kejadian dalam ruang sampel S dan P (A) ≠ 0, maka rumus untuk peluang bersyarat adalah:

$$P(A\ \mathrm{B}) = P(A)\, x\, P\left(B/_{A}\right) = P\left(B/_{A}\right) = \frac{P(A\ \mathrm{B})}{P(A)}$$

Contoh 5.13

Sebuah dadu dilempar. Berapa kemungkinan bahwa pelemparan itu menghasilkan angka kurang dari 5, jika dilakukan secara adil? Berapa kemungkinan munculnya angka ganjil pada pelemparan tersebut?

Penyelesaian:

1) Diasumsikan bahwa A adalah kejadian munculnya angka kurang dari 5:

A = {1,2,3,4}, maka

$$P(1) = P(2) = P(3) = P(4) = \frac{4}{6}$$

2) Kemungkinan munculnya angka ganjil pada pelemparan, yaitu:

A = {1,3,5}, maka

$$P(1) = P(3) = P(5) = \frac{3}{6}$$

A ∩ B = {1,3}

$$P(A\ \mathrm{B}) = P(1) + P(3) = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

Maka:

$$P\left(B/_{A}\right) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{6}} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

c. Peluang Kejadian Saling Bebas

Dua kejadian disebut saling bebas apabila satu kejadian tidak memengaruhi kejadian yang lain seperti melempar koin dua kali, hasil lemparan pertama tidak memengaruhi lemparan kedua. Apabila kembali pada contoh.... suatu percobaan melemparkan sebuah koin sebanyak 2 kali, diperoleh ruang sampel S = {KK, KE, EK dan EE) dan n (S) = 4. Pada kejadian mata uang pertama muncul K_1 dan mata uang kedua muncul K_2, maka P (K_1) = 1/2 dan P(K_2) =1/2. Kejadian K_1 dan K_2 adalah dua kejadian yang saling bebas. Maka, P(G_1,G_2) = P($G_1 \cap G_2$) = P(G_1) x P(G_2) = 1/2 x 1/2 =1/4. Apabila himpunan A dan B merupakan dua kejadian yang saling bebas maka peluang kejadian A dan B adalah :

$$P(A\ \mathrm{B}) = P(A)\, X\, P(B)$$

Contoh 5.14

Di dalam sebuah kantong terdapat 20 kelereng, terdiri dari 15 kelereng berwarna merah dan 5 kelereng berwarna kuning. Akan diambil dua kelereng. Berapa kemungkinan akan terambil jika kedua-duanya berwarna merah?

Penyelesaian:

1) Jika kejadian terambilnya kelereng merah pada pengambilan pertama:

$$P(A)=\frac{15}{20}$$

2) Jika kejadian terambilnya kelereng merah pada pengambilan kedua:

$$P(B)=\frac{14}{19}$$

Jadi:

$$P(A\cap \mathrm{B})=P(A)\,X\,P(B)=\frac{15}{20}x\frac{14}{19}=\frac{210}{380}=\frac{21}{38}$$

Contoh 5.15

Pada setumpuk kartu, diambil secara berturut-turut sebanyak 2 kali. Tentukan peluang yang terambil kartu pertama adalah King dan Kartu Kedua adalah As!

Penyelesaian

- Jumlah kartu = 52 sehingga n (S) = 52
- Jumlah kartu King = 4 sehingga P (King) = 4/52
- Jumlah kartu As = 4 sehingga P (As) = 4/51
- Jadi:

$$P(A\cap \mathrm{B})=P(King)\,X\,P(As)=\frac{4}{52}x\frac{4}{51}=\frac{16}{2652}=\frac{4}{663}$$

d. Peluang Kejadian Gabungan

Disebut sebagai peluang kejadian gabungan adalah apabila kejadian A dan B merupakan dua kejadian yang berbeda yang berada pada ruang sampel (S). Rumusnya adalah:

$$n(A\cap \mathrm{B})=n(A)+n(B)-n(A\cap \mathrm{B})\text{sehingga}:$$
$$P(A\cup \mathrm{B})=P(A)+n(B)-n(A\cap \mathrm{B})$$

Contoh 5.16

Dimisalkan sebuah dadu bersisi enam dilempar satu kali. Berapa peluang munculnya mata dadu angka ganjil atau angka prima.

Penyelesaian:

1) Diketahui jumlah mata dadu adalah S = {1,2,3,4,5,6}.
2) Peluang Kejadian A mata dadu angka ganjil: A {1,3,5} sehingga n(A) = 3.

$$P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{3}{6}=\frac{1}{2}$$

3) Peluang Kejadian B mata dadu angka prima, B ={2,3,5} sehingga n(B) = 3.

$$P(B)=\frac{n(B)}{n(S)}=\frac{3}{6}=\frac{1}{2}$$

4) Kejadian A $\cap$ B adalah {3,5}, sehingga n(A $\cap$ B) = 2.

$$P(\mathrm{A}\cup\mathrm{B})=\frac{n(A\cap\mathrm{B})}{n(S)}=\frac{2}{6}=\frac{1}{3}$$

5) Peluang munculnya mata angka dadu angka ganjil dan prima:

$$P(A\cup\mathrm{B})=P(A)+n(B)-n(A\cap\mathrm{B})$$
$$P(A\cup\mathrm{B})=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}-\frac{1}{3}=\frac{2}{3}$$

6) Jadi peluang kejadian munculnya mata dadu angka ganjil atau angka prima adalah $\frac{2}{3}$.

Contoh 5.17

Misalkan suatu data menyebutkan bahwa prestasi siswa di sekolah pada sebuah kota sebanyak 250 orang. Model belajar siswa berprestasi sebanyak 100 karena belajar di waktu pagi, 100 orang karena belajar di malam hari dan 50 di antaranya belajar pada waktu pagi dan malam hari. Tentukan Jika salah seorang siswa berprestasi, berapa peluangnya bahwa siswa tersebut adalah belajar di waktu pagi atau sore.

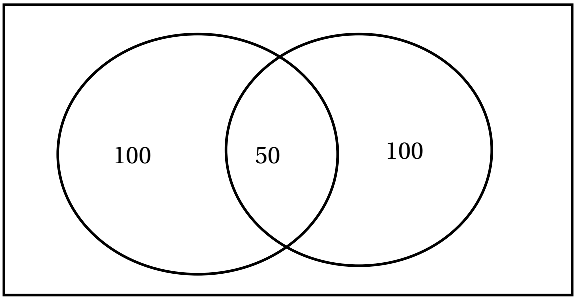
Penyelesaian:

1) Diketahui belajar pagi = P (A) = 100
2) Diketahui belajar sore = P (B) = 100
3) Diketahui belajar pagi dan sore = $n(A \cap B)$ = 50
   Maka:

$$P(A\cup\mathrm{B})=P(A)+n(B)-n(A\cap\mathrm{B})$$
$$P(A\cup\mathrm{B})=\frac{100}{250}+\frac{100}{250}-\frac{50}{250}=\frac{150}{250}=0{,}60$$

4) Jadi, peluang prestasi siswa karena belajar pagi dan sore adalah 0,60 atau 60%.

5) Peluang prestasi siswa dapat digambar dengan diagram venn di bawah ini:



C. DISTRIBUSI PELUANG

Distribusi peluang dapat diartikan sebagai besarnya probabilitas dari setiap hasil yang muncul dari percobaan random. Pembentukan peluang berdasarkan jenis data yang dimiliki oleh sebuah data. Ada dua jenis distribusi peluang berdasarkan jenis data yaitu: (1) distribusi peluang dengan variabel acak diskrit; dan (2) distribusi peluang dengan variabel acak kontinum.

1. Distribusi Peluang Variabel Diskrit

Distribusi Peluang Variabel Diskrit adalah distribusi peluang yang ruang sampelnya terhingga atau terhitung seperti jumlah orang = 1, 2 atau 3 orang (tidak mungkin jumlah orang = 1/2, atau 1/3. Terdapat 4 jenis menentukan peluang dengan menggunakan Peluang Variabel diskrit yaitu: 1) distribusi Poison, 2) Distribusi Binomial, 3) Distribusi Multinomial, dan 4) distribusi Hipergeometrik.

a. Distribusi Poisson

Distribusi peluang Poison pertama kali diperkenalkan oleh statiskawan bernama Simeon-Denis Poisson (1781–1840). Teori distribusi ini diterbitkan pertama kali bersamaan dengan karyanya yang berjudul *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile* ("Penelitian Probabilitas Hukum Masalah Pidana dan Perdata"). Distribusi probabilitas diskret yang menyatakan peluang jumlah peristiwa yang terjadi pada periode waktu tertentu apabila rata-rata kejadian tersebut diketahui dan dalam waktu yang saling bebas sejak kejadian terakhir (Wikipedia).

Fungsi dari distribusi Poisson adalah dapat mengukur secara akurat tingkat terjadinya peluang kejadian yang akan terjadi pada waktu bersamaan. Terjadinya kecelakaan mobil di jalan tol, kesalahan mengetik pada sebuah buku, atau kegagalan sebuah produk merupakan beberapa contoh peristiwa yang sulit untuk diprediksi karena terjadi secara acak dan jarang terjadi. Salah satu distribusi peluang yang mampu untuk mengukur kemungkinan-kemungkinan yang terjadi secara tepat adalah dengan menggunakan distribusi Poisson.

Asumsi yang mesti dipenuhi dengan menggunakan distribusi Poisson di antaranya:

1) Proses atau kemungkinan yang diamati merupakan dua peristiwa (berdasarkan teori Bernoulli).

2) Harus ada bilangan rata-rata dari peristiwa yang sedang diukur atau diamati dalam waktu dan ruang.
3) Percobaan dilakukan dalam bentuk kontinu atau bukan percobaan tunggal.

Rumus distribusi Poisson dinyatakan sebagai berikut:

$$P(X=x)=\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \text{di mana}$$

e adalah basis logaritma natural (*e* = 2.71828...)
x adalah jumlah kejadian suatu peristiwa – peluang yang diberikan oleh fungsi ini.
x! adalah faktorial dari *k*
λ adalah bilangan riil positif, sama dengan nilai harapan peristiwa yang terjadi dalam interval tertentu

Contoh 5.18

Berdasarkan pengalaman seorang redaksi, tingkat kesalahan penulisan dalam sebuah buku bahwa rata-rata dalam 900 kata, terdapat 4 kata salah tulis. Ada sebuah buku yang terdiri dari 3.000 kata. Berapa peluang bahwa di dalam buku tersebut terdapat 5 kata yang salah tulis?

Penyelesaian:

Jika dihitung bahwa probabilitas kesalahan tulisan adalah, p = 4/1000 = 1/250 dan banyaknya kata atau n = 3.000 sehingga λ = np = (3.000) x (1/250) = 12. Peluang untuk 5 kesalahan kata atau (x) = 5 adalah:

$$P(X=5)=\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!}=\frac{e^{-12}(12)^{5}}{5!}=0{,}0013$$

Berdasarkan penghitungan di atas, peluang dari kesalahan tulisan dari buku yang terdiri dari 3000 kata terdapat 5 kesalahan tulisan adalah 0,13%.

b. Distribusi Binomial

Distribusi Binomial merupakan distribusi peluang berdasarkan jumlah keberhasilan dalam n percobaan ya/tidak atau berhasil/gagal yang saling bebas di mana setiap percobaan memiliki probabilitasnya. Ada beberapa kriteria untuk terpenuhinya distribusi Binomial yaitu:

1) Proses atau peristiwa terdiri dari dua kejadian saja seperti ya/tidak atau berhasil/gagal.
2) Peluang terjadinya peristiwa harus sama pada setiap percobaan dan tidak boleh berubah.
3) Setiap percobaan harus independen dengan percobaan lain atau dengan kata lain satu percobaan tidak memengaruhi percobaan lainnya.

Sebagai ilustrasi asumsi di atas, diambil contoh percobaan melempar sebuah dadu. Sebagaimana yang diketahui setiap satu kali pelemparan dadu akan menghasilkan satu dari enam peristiwa. Jika dadu yang dilempar adalah dadu yang *fair*, maka peluang munculnya setiap angka dalam setia percobaan tidak akan berubah-rubah meskipun dadu tersebut dilemparkan sebanyak 1.000 kali, tetap saja kemungkinan munculnya sebuah angka adalah 1/6. Jika yang diinginkan angka dalam sebuah dadu adalah angka 5, maka tetap saja kemungkinan kemunculan angka 5 adalah 1/6 walaupun dilempar sebanyak 1.000 kali.

Notasi distribusi Binomial sebagai berikut:

$$P(X=x)=\binom{n}{x}C_k^x p^x q^x=\frac{n!}{x!(n-x)!}p^x.q^{n-x}$$

Contoh 5.19

Diketahui bahwa sekitar 10 % makanan yang diproduksi oleh sebuah perusahaan adalah rusak. Dilakukan pemeriksaan pada 4 sampel makanan secara acak. Dari keempat makanan tersebut tentukan peluang yang rusak yaitu: (1) 1 makanan yang rusak, (2) 0 makanan yang rusak, dan (3) kurang dari 2 yang rusak.

Penyelesaian:

Peluang makanan yang rusak adalah p = 10% = 0,1, berarti peluang yang baik adalah q = 1 – 0,1 = 0,9. Misalkan X adalah variabel acak yang menunjukkan makanan yang rusak, maka:

$$(1)P(X=1)=\binom{4}{1}(0{,}1)^1(0{,}9)^{4-1}=\frac{4!}{1!3!}(0{,}1)^1(0{,}9)^3=0{,}2916$$

$$(2)P(X=0)=\binom{4}{0}(0{,}1)^1(0{,}9)^{4-0}=(0{,}1)^0(0{,}9)^4=0{,}6561$$

$$(3)P(X<2)=P(X=1)+P(X=0)=0{,}2916+0{,}6561=0{,}9477$$

Dari perhitungan di atas diperoleh kesimpulan bahwa: (1) peluang 1 makanan yang rusak adalah 0,2916 atau 29,16%, (2) peluang 0 makanan yang rusak adalah 0,6561 atau 65,61% dan (3) peluang makanan yang rusak < 2 = 0,9477 atau 94,77%.

Contoh 5.20

Sepasang pengantin baru merencanakan memiliki 6 anak. Berapa peluang jika 3 di antara anaknya itu adalah perempuan!

Penyelesaian:

Diketahui p (laki-laki) = q (perempuan) = 1/2

$$(1)P(X=3)=\binom{6}{3}(0{,}5)^3(0{,}5)^{3-1}=\frac{6!}{3!3!}(0{,}5)^3(0{,}5)^2=0{,}625$$

Jadi, peluang pengantin baru untuk memperoleh 3 anak perempuan dari 6 anak adalah 62,50%.

c. Distribusi Multinomial

Distribusi Multinomial merupakan distribusi perluasan dari distribusi peluang Binomial. Apabila sebuah eksperimen menghasilkan peristiwa-peristiwa E_1, E_2, ..., E_k dengan peluang masing-masing adalah $P(E_1) = \pi_1, P(E_2) = \pi_2 ..., P(E_k) = \pi_k = \pi_k$, di mana $\pi_1 + \pi_2 + ... + \pi_k = 1$. Jika pada sebuah eksperimen dilakukan sebanyak N kali, maka peluang akan terdapat x_1 peristiwa E_1, x_2 peristiwa E_2, ..., x_k peristiwa E_k dapat ditentukan dengan distribusi Multinom yakni:

$$p(x_1 x_2 \ldots x_k) = \left(\frac{n!}{x_1 x_2 \ldots x_k} \right) \pi_1^{x_1} \pi_2^{x_2} \ldots \pi_k^{x_k}$$

Contoh 5.21

Sebuah kotak berisikan 2 barang yang dihasilkan oleh mesin produksi A, 3 barang oleh mesin produksi B dan 5 barang oleh mesin produksi C. Sebuah barang diambil secara acak dari kotak tersebut kemudian dicatat identitas mesin produksinya dan disimpan kembali ke dalam kotak kembali. Jika 5 barang diambil dengan cara yang demikian, tentukan peluang di antara ke lima barang tersebut diperoleh 1 dari mesin produksi A, 2 dari mesin B dan 3 dari mesin produksi C.

Penyelesaian :

A : Peristiwa terambilnya barang dari mesin A.

B : Peristiwa terambilnya barang dari mesin B.

C : Perisitiwa terambilnya barang dari mesin C.

Maka:

P(A) = 2/10 ; P(B) = 3/10 ; P(C) = 5/10

$N = 5$; $x_1 = 1$, $x_2 = 2$, dan $x_3 = 3$

Selanjutnya:

$$p(x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3) = \left(\frac{5!}{1!2!3!} \right) \left(2/10 \right)^1 \left(3/10 \right)^2 \left(5/10 \right)^3$$
$$p(x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3) = 0{,}0225$$

Contoh 5.22

Dalam pemilihan ketua kelas, para siswa mempunyai pilihan untuk memilih 4 calon ketua kelas dengan probabilitas: Ali = 25%, Ahmad= 30%, Shinta = 25%, dan Wati = 20%. Berapa probabilitas bahwa di antara 12 siswa sebanyak 3 siswa memilih Ali, 4 siswa memilih Ahmad, 3 siswa memilih Shinta, dan 2 siswa memilih Wati.

Penyelesaian:

Dari contoh soal di atas, dapat diurut kemungkinan sebagai berikut:

E_1 = 3 siswa memilih Ali

E_2= 4 siswa memilih Ahmad

E_3 = 3 siswa memilih Shinta

E_4 = 2 siswa memilih Wati

Setiap ulangan kemungkinan yang terjadi adalah: p_1 = 0,25, p_2 = 0,30, p_3 = 0,25, dan p_4 = 0,20 dan x_1 = 3, x_2 = 4, x_3 = 3, dan x_4= 2, maka dapat dihitung distribusi multinomnya yaitu:

$$p(x_1 = 3, x_2 = 4, x_3 = 3, x_4 = 2) = \left(\frac{12!}{3!4!3!2!}\right)(0,25)^3(0,30)^4(0,25)^3(0,20)^2$$

$$p(x_1 = 3, x_2 = 4, x_3 = 3, x_4 = 2) = 0,022$$

d. Distribusi Hipergeometrik

Dalam teori probabilitas dan statistik, distribusi hipergeometrik merupakan distribusi probabilitas yang menggambarkan probabilitas keberhasilan pada k di n, tanpa penggantian atau pencuplikan data yang telah diambil tidak dimasukkan kembali dalam penghitungan populasi. Ciri dari distribusi hipergeometrik di antaranya: 1) sampel diambil secara acak berukuran n dari sampel berukuran N, dan 2) k dari N objek dikategorisasi sebagai sukses dan $N - k$ disebut sebagai gagal.

Rumus distribusi hipergeometrik adalah sebagai berikut:

$$p(X = x) = p(x) = \frac{\binom{k}{x}\binom{N-k}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

Di mana: x = 0, 1, ..., n

Contoh 5.23

Terdapat 30 mobil di dalam sebuah gudang dan 3 di antaranya akan keluar pada tanggal 23 Maret. Dari kumpulan mobil tersebut dipilih 5 secara acak. Berapakah peluang bahwa ke 5 mobil tersebut:

- Tidak keluar pada tanggal 23 Maret.
- Terdapat tidak lebih dari 1 mobil yang keluar pada tanggal 23 Maret.

Penyelesaian:

Diketahui n = 5 yang keluar tanggal 23 Maret, N = 30, k = 3, p_1= 0, dan p_2= 1, sehingga:

a) $p(X=x)=p(x)=\dfrac{\dbinom{k}{x}\dbinom{N-k}{n-x}}{\dbinom{N}{n}}$

$$p(X=0)=p(0)=\frac{\dbinom{3}{0}\dbinom{30-3}{5-0}}{\dbinom{30}{5}}=0{,}567$$

b) $p(X=x)=p(x)=\dfrac{\dbinom{k}{x}\dbinom{N-k}{n-x}}{\dbinom{N}{n}}$

$$p(X=1)=p(1)=\frac{\dbinom{3}{1}\dbinom{30-3}{5-1}}{\dbinom{30}{5}}=0{,}073$$

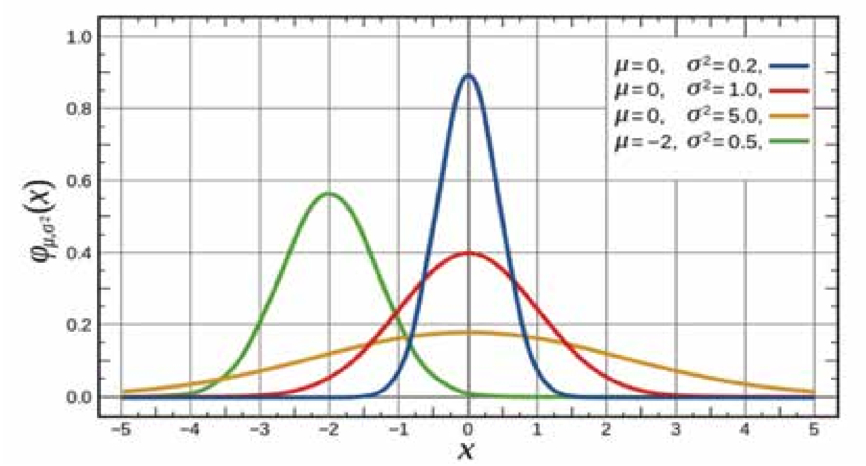
Jadi, peluang dari ke lima mobil yang paling banyak keluar pada tanggal 23 Maret adalah 0,567 + 0,073 = 0,64

2. Distribusi Peluang Variabel Kontinu

Distribusi peluang variabel kontinu merupakan sebuah distribusi peluang yang dapat memuat bilangan pecahan maupun *range* atau rentang nilai tertentu. Ada beberapa tipe distribusi peluang variabel kontinu, di antaranya: a) distribusi normal, b) distribusi t, c) distribusi Kai Kuadrat (x^2), dan distribusi F.

a. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi yang sangat populer dalam bidang statistik. Dsitribusi peluang ini dipopulerkan oleh statiskawan bernama Gauss sehingga distribusi ini disebut pula distribusi Gauss. Distribusi normal bersifat simetris di antara nilai rata-ratanya sehingga memiliki rata-rata= 0, dan simpangan baku =1. Distribusi ini juga dijuluki *kurva lonceng* (*bell curve*) karena grafik fungsi kepekatan probabilitasnya mirip dengan bentuk lonceng sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 5.1. Kurva Normal

Sumber: Wikipedia

Berdasarkan gambar di atas, karakteristik distribusi normal adalah:

1) Kurvanya membentuk gambar lonceng yang sempurna.
2) Membagi sama besar atau simetris terhadap nilai rata-rata.
3) Kedua ujung ekor semakin mendekati sumbu absisnya dan masing-masing kurva pada gambar di atas, tidak pernah memotong.

Parameter distribusi normal terdiri dari dua parameter yaitu rata–ratanya μ dan simpangan baku σ sehingga secara matematis dapat ditulis:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \text{ di mana :}$$

$e = 2{,}71828$, $\pi = 3{,}1416$

Distribusi normal pada variabel acak kontinu x dengan nilai parameter rata–ratanya μ dan simpangan baku σ, dapat dirubah menjadi distribusi normal kumulatif dengan standar *z*, yaitu:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Ketika hasil penghitungan distribusi normal, menghasilkan harga *z*, maka harga ini dikonsultasikan dengan menggunakan tabel z sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Tabel Z

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	0.0763
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
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Catatan: harga z secara lengkap dapat dilihat pada daftar lampiran.

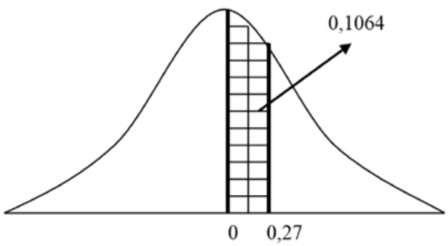
Contoh 5.24

Dengan melihat tabel z di atas, dapat dicari distribusi data sebagai berikut:

1) Peluang p (z $\geq$ 0,27).
2) Peluang p (z < 0,39).
3) Peluang p (0 $\leq$ z $\geq$ 0,63).
4) Peluang p (-0,43 $\leq$ z $\geq$ 1,08).

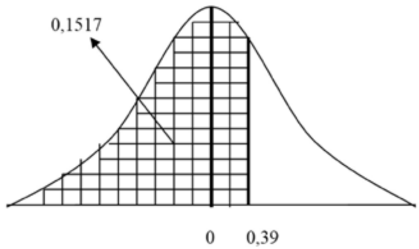
Penyelesaian:

1) Untuk melihat daerah distribusi peluang p (z $\geq$ 0,27), dapat dilihat pada gambar berikut:



Gunakan Daftar Distribusi Normal:
Lihat nilai pada kolom z yaitu 0,2 kemudian tarik ke kanan sehingga ditemukan angka 7 pada baris paling atas. Selanjutnya tarik lagi ke bawah sampai angka 0,27 adalah 0,1064. Jadi luas daerah dari 0 sampai 0,27 adalah 0,1064 sehingga 0,5 – 0,1064=0,3936 atau P (z $\geq$ 0,27) = 0,3936

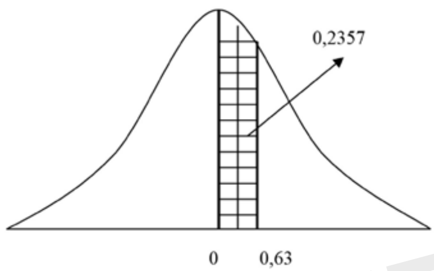
2) Untuk melihat daerah distribusi peluang p (z < 0,39), dapat dilihat pada gambar berikut:



Gunakan Daftar Distribusi Normal:

Lihat nilai pada kolom z yaitu 0,3 kemudian tarik ke kanan sehingga ditemukan angka 9 pada baris paling atas. Selanjutnya tarik lagi ke bawah sampai angka 0,39 adalah 0,1517. Jadi luas yang dicari 0,5 + 0,1517=0,6517 atau P (z < 0,39) = 0,6517

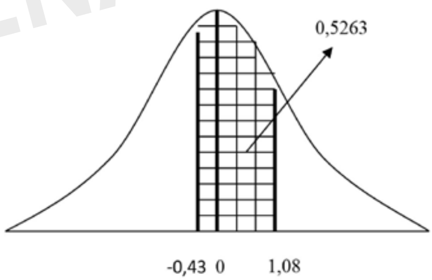
3) Untuk melihat daerah distribusi peluang p ($0 \leq z \geq 0{,}63$), dapat dilihat pada gambar berikut:



Gunakan Daftar Distribusi Normal:

Lihat nilai pada kolom z yaitu 0,6 kemudian tarik ke kanan sehingga ditemukan angka 3 pada baris paling atas. Selanjutnya tarik lagi ke bawah sampai angka 0,63 adalah 0,2357. Jadi luas daerah dari 0 sampai 0,63 adalah 0,2357 atau P ($0 \leq z \geq 0{,}27$) = 0,2357

4) Untuk melihat daerah distribusi peluang p ($-0{,}43 \leq z \geq 1{,}08$) dapat dilihat pada di bawah ini:



Gunakan Daftar Distribusi Normal:

Luas z 1,08 = 0,3599, luas dari -0,43 = 0,1664 (nilai positif dari z =0,43). Maka, luas daerah yang dicari adalah = 0,3599 + 0,1664 = 0,5263 atau p ($-0{,}43 \leq z \geq 1{,}08$) = 0,5236

Contoh 5.25

Sebuah kantin di sekolah setiap hari memesan daging ayam kepada distributor. Jika diperoleh rata-rata berat ayam potong 2,00 kg dengan simpangan baku 1,60 kg. Apabila seekor ayam diambil secara acak, tentukan peluang:

1) Peluang berat ayam kurang dari 2,50 kg.
2) Peluang berat ayam lebih dari 3,50 kg.
3) Peluang berat ayam antara 1,75 kg sampai 2,80 kg.

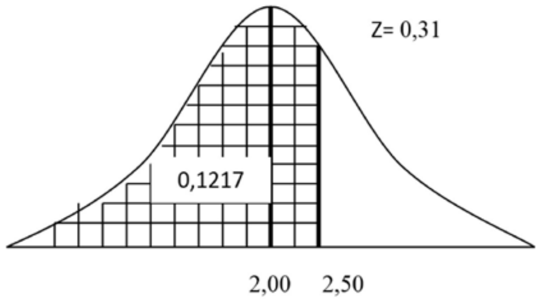
Penyelesaian:

a) Peluang berat ayam kurang dari 2,50 kg atau p (x < 2,50 kg)

Dengan menggunakan transformasi z, ditentukan:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} = \frac{2,50-2,00}{1,60} = 0,3125\ (0,31)$$

Karena yang akan dicari adalah berat ayam kurang dari 2,50 (< 2,50), berarti yang dicari adalah daerah sebelah kiri kurva hingga z = 0,31 sehingga gambar arsiran kurva sebagai berikut:



Gambar di atas menunjukkan bahwa luas daerah dari titik 0 sampai dengan titik z = 0,31 adalah 0,1217. Dengan demikian peluang berat ayam kurang dari 2,50 kg adalah: 0,5 + 0,1217 = 0,6217 atau dengan notasi:

$$p(x < 2,50) = 0,5 + 0,1217 = 0,6217$$

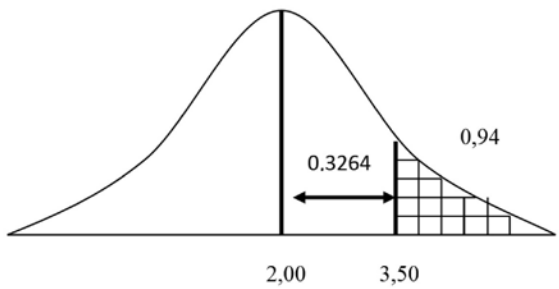
Artinya, peluang terambilnya ayam pada data di atas dengan berat kurang dari 2,50 kg adalah 62,17%.

b) Peluang berat ayam kurang lebih dari 3,50 kg atau p (x > 3,50 kg)

Dengan menggunakan transformasi z, ditentukan:

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} = \frac{3,50-2,00}{1,60} = 0,9375\ (0,94)$$

Karena yang akan dicari adalah berat ayam kurang lebih dari 3,50 (> 3,50), berarti yang dicari adalah daerah sebelah kanan kurva hingga z = 0,94 sehingga gambar arsiran kurva sebagai berikut:



Gambar di atas menunjukkan bahwa luas daerah dari titik 0 sampai dengan titik z = 0,94 adalah 0,3264. Dengan demikian peluang berat ayam lebih dari 3,50 kg adalah: 0,5 - 0,3264 = 0,1736 atau dengan notasi:

$$p(x > 3{,}50) = 0{,}5 - 0{,}3264 = 0{,}1736$$

Artinya, peluang terambilnya ayam pada data di atas dengan berat lebih dari 3,50 kg adalah 17,36%.

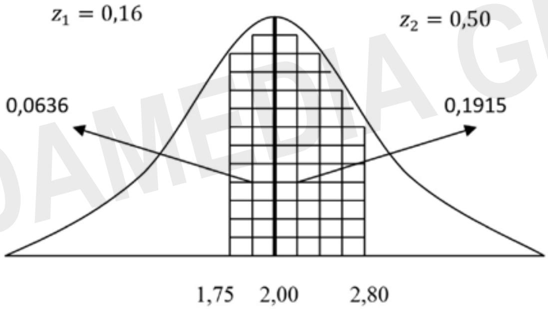
c) Peluang berat ayam antara 1,75 kg sampai 2,80 kg atau p (1,75 ≤ z ≤ 2,80)

Pemecahan peluang di atas dilakukan dengan dua cara yaitu mencari harga z_1 dan z_2:

$$z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma} = \frac{1{,}75 - 2{,}00}{1{,}60} = -0{,}1562(-0{,}16); \text{luas daerah} = 0{,}0636$$

$$z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma} = \frac{2{,}80 - 2{,}00}{1{,}60} = 0{,}50; \text{luas daerah} = 0{,}1915$$

Berdasarkan harga dari tabel z, dapat digambarkan daerah penerimaan sebagai berikut:



Dari gambar di atas, dapat dihitung peluang yakni:

$$p(1{,}75 \leq z \leq 2{,}80) = luas\, z_1 + luas\, z_2 = 0{,}0636 + 0{,}1915 = 0{,}2551$$

Artinya, peluang terambilnya ayam dengan berat antara 1,75 kg dan 2,80 kg adalah 25,51%.

b. Distribusi –t

Distribusi student-t atau yang dikenal dengan distribusi –t merupakan bagian dari distribusi pada variabel kontinu. Distribusi ini diperkenalkan oleh statiskawan bernama W.S. Gosset, dengan nama samarannya *student.* Distribusi ini digunakan pada sampel kecil dan standar deviasi populasinya tidak diketahui. Sama dengan distribusi normal dengan menggunakan transformasi pada *z* dengan menggunakan tabel z, penentuan harga t_{tab} dilakukan dengan menggunakan tabel –t sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 5.2. Tabel t

Level of significance for one-tailed test					
d.f	$t_{0.10}$	$t_{0.05}$	$t_{0.25}$	$t_{0.01}$	$t_{0.005}$
Level of significance for one-tailed test					
d.f	$t_{0.20}$	$t_{0.10}$	$t_{0.05}$	$t_{0.02}$	$t_{0.01}$
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63, 657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845

Cat: daftar t tabel lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Sebagai contoh untuk menentukan harga t_{tab} pada df = 15 pada uji dua pihak α = 0,05, dan α = 0,01 adalah:

a) Untuk α = 0,05, maka t_{tab} nya adalah: $t_{0,05:15}$= 2,131 dan untuk α = 0,01 t_{tab} nya adalah: $t_{0,01:15}$ = 2,947.

b) Untuk harga negatif hanya dengan mengubah tanda saja sehingga untuk α = 0,05, maka t_{tab} nya adalah: $t_{0,05:15}$= - 2,131 dan untuk α = 0,01 t_{tab} nya adalah: $t_{0,01:15}$ = - 2,947.

Berdasarkan pada teorema pada limit sentral bahwa suatu populasi berdistribusi normal dengan rata-rata μ dan varians σ^2, maka sampel akan berdistribusi normal apabila $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ sehingga rumus pada distribusi-t sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Contoh 5.26

Rata-rata lamanya 30 siswa untuk pergi ke sekolah dengan menggunakan angkutan umum adalah 60 menit dengan standar deviasinya 25 menit. Dengan menggunakan bus sekolah, rata-rata lamanya siswa pergi ke sekolah hanya 40 menit dengan standar deviasinya 15 menit. Untuk itu akan diuji hipotesa bahwa dengan menggunakan bus sekolah, maka perjalanan siswa lebih cepat jika dibandingkan dengan angkutan umum.

Penyelesaian:

Diketahui n = 30, μ = 50, $\bar{X}$ = 40, dan s = 15. Maka uji hipotesis dengan menggunakan distribusi –t adalah:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{40 - 50}{\frac{15}{\sqrt{30}}} = \frac{-10}{2,74} = -3,65$$

Dari penghitungan di atas diperoleh harga t = 3,65. Hipotesis yang akan diuji sebagai berikut:

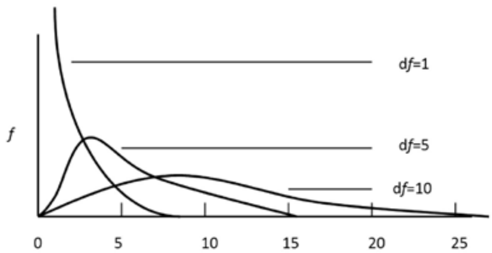
H_0 : μ = 60 menit

H_1 : μ < 60 menit

Adapun harga t_{tab}pada df = 30 pada uji dua pihak α = 0,05, dan α = 0,01 adalah $t_{0,05:30}$ = 2,042, $t_{0,01:30}$ = 2,750 (misalkan saja diambil $t_{0,05:30}$ = 2,042 untuk uji hipotesis, maka $t_{hit} > t_{tab}$ atau 3,65 > 2,042 sehingga dapat disimpulkan H_0 ditolak. Dengan kata lain, rata-rata lama perjalanan dengan bus sekolah lebih cepat dibandingkan dengan bus angkutan umum.

c. Distribusi Kai Kuadrat

Distribusi kai kuadrat memiliki fungsi untuk menguji hipotesis pada varian populasi (σ^2). Simbol dari kai kuadrat dalam penghitungan statistik ditulis dengan x^2. Distribusi Kai Kuadrat disusun berdasarkan teori probabilitas asimetrikal distribusi. Rentang penerimaan nilai tes Kai Kuadrat adalah: $0 \leq x^2 \leq \infty$ sehingga nilai dari x^2 tidak akan negatif. Jika dalam proses penghitungan diperoleh harga x^2 negatif, ini berarti proses penghitungan yang kita lakukan salah dan perlu dilakukan pengecekan data dan perhitungan ulang. Distribusi harga Kai Kuadrat dapat dilihat pada gambar sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 5.2. Distribusi Kai Kuadrat

Dari gambar di atas dapat dijelaskan yakni:

1) Semakin rendah tingkat derajat kebebasannya (df =10), maka akan semakin positif keruncingan distribusinya.
2) Semakin tinggi tingkat derajat kebebasannya (df = 5 dan 1), maka akan semakin simetri distribusinya.

Penentuan harga χ^2_{tab} dilakukan dengan menggunakan tabel Kai Kuadrat sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 5.3. Tabel Kai Kuadrat

df	Taraf Signifikansi					
	50%	**30%**	**20%**	**10%**	**5%**	**1%**
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.481	6.635
2	0.139	2.408	3.219	3.605	5.591	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.017	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217
13	12.340	15.19	16.985	19.812	22.368	27.688
14	13.332	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141
15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578

Cat: Daftar Tabel Kai Kuadrat lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Sebagai contoh dalam penggunaan tabel di atas, untuk menentukan harga χ^2_{tab} pada df = 10 dengan α = 0,05, dan α = 0,01, yaitu dengan cara mencari bilangan sepuluh pada kolom df, dan kemudian tarik ke sebelah kanan sampai menjumpai kolom yang memuat angka 5 % (0,05) atau 1 % (0,01) sehingga diperoleh harga 18,307 dan 23,209. Dengan demikian diperoleh harga $\chi^2_{0,05:10}$ = 18,307 dan harga $\chi^2_{0,01:10}$ = 23,209.

d. Distribusi F

Dalam teori probabilitas dan statistik, distibusi F merupakan bagian dari distribusi variabel pada data kontinu. Distribusi F dikembangkan oleh dua statiskawan yaitu R.A. Fisher dan George W. Snedecor. Uji ini berasal dari distribusi probabilitas normal baku melalui distribusi Kai Kuadrat sehingga pada distribusi F terdapat dua derajat kebebasan yaitu derajat kebebasan pembilang atau db atas dan derajat pembilang penyebut atau db bawah. Contoh tabel distribusi F dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.4. Tabel F

Dk Penyebut	Dk pembilang									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98

Cat: Contoh ini hanya pada derajat 5 % saja. Daftar Tabel F lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Sebagai contoh dalam penggunaan tabel di atas, untuk menentukan harga F_{tab} dengan dk penyebut = 4 dan dk pembilang = 8 dengan α = 0,05. Dengan cara mencari bilangan 4 pada baris dk penyebut, dan mencari bilangan 8 pada baris dk pembilang, dapat dijumpai harga F_{tab} = 6,04. Dengan demikian diperoleh harga $F_{(0,05:4:8)}$ = 6,04.

D. LATIHAN:

1. Jelaskan istilah dari teori probabilitas berikut:

   Pohon Probabilitas, Permutasi, Generalisasi Permutasi, Kombinasi, Generalisasi Kombinasi, Peluang, Percobaan Acak, Ruang Sampel, Kejadian, Diagram Venn

2. Ada dua karakteristik dalam pendekatan peluang. Coba Anda jelaskan kedua karakteristik tersebut!
3. Jelaskan 4 karakteristik kejadian menurut Anda. Berikan contoh masing-masing karakteristik tersebut!
4. Jelaskan pula distribusi peluang menurut Anda beserta contohnya!
5. Hitunglah:
   a. 8!
   b. 12!
   c. p_3^7
   d. p_2^8

6. Tentukan probabilitas p untuk masing-masing peristiwa sebagai berikut:
   a. Sebuah bilangan genap yang akan muncul pada pelemparan satu kali dadu.
   b. Sedikitnya satu gambar (kepala atau ekor) yang akan muncul dalam tiga kali pelemparan koin.
   c. Peluang munculnya angka 3 yang muncul pada sepasang dadu yang dilempar.

7. Misalkan terjadi angka putus kuliah sebanyak 15 mahasiswa dari 500 mahasiswa yang kuliah di sebuah perguruan tinggi. Berapakah peluang mahasiswa fulan yang akan putus kuliah?

8. Sebuah karung, terdapat bola 100 bola berwarna hijau, 125 bol berwarna kuning, dan 75 berwarna coklat. Hitunglah kemungkinan sebagai berikut:
   a) Kejadian terambilnya 5 bola warna hijau.
   b) Kejadian terambilnya 10 bola warna kuning.
   c) Kejadian terambilnya 10 bola warna coklat.
   d) Kemungkinan terambil 3 warna hijau pada 3 kali pengambilan bola.
   e) Kemungkinan terambilnya 15 warna kuning pada 2 kali pengambilan bola.

9. Terdapat 10 baris kursi pada sebuah kantin sekolah. Jika terdapat 12 siswa yang akan menduduki kursi tersebut, ada berapa banyak peluang susunan kursi tersebut?

10. Hitunglah berapa banyak cara untuk menyusun kata SAYASEHAT!

11. Dari 4 orang ahli Biologi dan 6 ahli genetika hendak membentuk komite tentang rekayasa Genetika yang terdiri dari 2 ahli Biologi dan 4 ahli matematika. Berapa carakah pembentukan komite ini terjadi jika:
    a) Sembarang Ahli Biologi dan Ahli matematika yang dapat dilibatkan dalam pembentukan komite rekayasa genetika.
    b) 2 ahli matematika ditempatkan dalam komite rekayasa genetika.
    c) 1 orang ahli Biologi yang tidak ditempatkan dalam komite rekayasa genetika.

12. Jika diperoleh persamaan Poisson $P(X) = \frac{e^{-\lambda} 0{,}81^x}{x!}$
    Hitunglah (a) p (0), (b) p (1), (c) p (2), (d) p (3), dan p (4)

13. Di dalam percobaan yang dilakukan anak SMK, seperlima alat yang dihasilkan dalam sebuah proses produksi adalah cacat. Hitunglah probabilitas bahwa dalam 15 sampel alat yang dipilih secara acak, 3 di antaranya merupakan alat yang cacat. Hitunglah dengan menggunakan distribusi Binomial!

14. Di sebuah perguruan tinggi, terdapat 10 wisudawan dari Fakultas A, 12 wisudawan dari Fakultas B, dan 8 wisudawan fakultas C. Jika diambil secara acak dari keseluruhan jumlah wisudawan yang akan diambil 4 wakil wisudawan, dengan menggunakan distribusi multinomial, tentukan peluang keempat wakil wisudawan tersebut jika yang diambil dari Fakultas A sebanyak 5 orang, Fakultas B sebanyak 7 orang, dan 3 dari Fakultas C.

15. Carilah dan gambarlah distribusi data dengan menggunakan distribusi z sebagai berikut:
    a) Peluang p ($z \geq 0{,}51$)
    b) Peluang p ($z < 0{,}79$)
    c) Peluang p ($0 \leq z \geq 0{,}48$)
    d) Peluang p ($-0{,}23 \leq z \geq 1{,}32$)

16. Carilah dknya apabila diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

    $t_{0,01:14}$ =

    $t_{0,05:14}$ =

    $\chi^2_{0,05:15}$ =

    $F_{0,05:9:7}$ =

    $F_{0,01:10:15}$ =

BAB
6

UJI STATISTIK SATU SAMPEL

A. STATISTIK PARAMETRIK SATU SAMPEL

Sebagaimana dijelaskan pada bahasan sebelumnya bahwa ada dua penggolongan statistika yaitu parametrik dan nonparametrik dalam menguji hipotesis. Statistika parametrik memerlukan persyaratan sebelum melakukan uji hipotesisnya, yaitu: (1) data hasil penelitian berbentuk interval/rasio; (2) sampel dipilih secara *random*; dan (3) distribusi data diasumsikan normal. Adapun untuk pengujian hipotesis dengan menggunakan statistika nonparametrik tidak menggunakan persyaratan tersebut.

Beberapa rumus statistika parametrik untuk menguji hipotesis satu sampel sebagai berikut:

1. Uji z Satu Sampel

Selain persyaratan statistika parametrik, uji z harus memenuhi asumsi lainnya yakni pertama: uji z dilakukan apabila simpangan bakunya (σ) diketahui dan kedua: digunakan dalam sampel besar (n ≥ 25). Untuk penggunaan uji z baik uji hipotesis satu sisi dan dua sisi, ukuran dan nilai derajat kebebasannya (df) sebagai berikut:

a) Pada uji hipotesis satu sisi (*one tailed*) pada uji signifikansi 1% (α = 0,01), harga z-tabelnya adalah: 2,33, sedangkan pada taraf 5% (α = 0,05), harga z-tabelnya: 1,65.
b) Pada uji hipotesis dua sisi (*two tailed*) pada uji signifikansi 1% (α = 0,01), harga z-tabelnya adalah: 2,58, sedangkan pada taraf 5% (α = 0,05), harga z-tabelnya: 1,65.

Tabel 6.1. Harga z 0,05 dan 0,01 pada 1 Sisi dan 2 Sisi

	$Z,_{05}$	$Z,_{01}$
Uji Hipotesis 2 sisi	1,96	2,58
Uji Hipotesis 1 sisi	1,65	2,33

a. **Uji z Satu Sampel Uji Dua Pihak**

Prosedur atau langkah untuk uji z satu sampel menguji hipotesis dua pihak yaitu:

1) Merumuskan hipotesis. Dalam hal ini uji hipotesisnya adalah uji hipotesis dua pihak yaitu:

$$H_o : \mu = \mu_0$$
$$H_o : \mu \neq \mu_0$$

2) Mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2 dengan menggunakan tabel kerja bantu.
3) Mencari nilai rata-rata data dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX_i}{n}$$

4) Mencari standar deviasi populasi dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_i^2 - \left(\frac{\Sigma f.X_i}{n}\right)^2}{n}}$$

5) Menentukan nilai standar error rata-rata populasi dengan rumus:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

6) Mencari harga z dengan rumus:

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}}$$

7) Menentukan harga z_{tab} pada satu sisi atau dua sisi baik pada α = 0,05 atau α = 0,01
8) Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan harga z_{hit} dan z_{tab}. Terima H_0 apabila $z_{hit} < z_{tab}$.

Contoh 6.1

Seorang dosen menduga bahwa nilai perkuliahan dari 30 mahasiswa pada mata kuliah Metodologi Penelitian adalah 7,5 (μ= 7,5). Dosen tersebut membuktikan hipotesis yang dibuat berdasarkan data hasil ujian mahasiswa sebagaimana di bawah ini:

4	7	5	6	8	7
6	9	7	10	9	8
10	7	4	8	6	7
6	8	7	9	5	8
7	5	9	6	8	7

Dengan menggunakan langkah di atas, dapat diuji hipotesisnya dengan menggunakan uji z yaitu:

1) Uji hipotesis yang digunakan yakni uji hipotesis dua pihak:

H_o: rata-rata nilai hasil belajar mahasiswa = 7,5

H_1: rata-rata nilai hasil belajar mahasiswa ≠ 7,5

Untuk hipotesis statistiknya adalah:

$$H_o : \mu = 7{,}5$$
$$H_1 : \mu \neq 7{,}5$$

2) Mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2 dengan menggunakan tabel kerja bantu sebagaimana tersaji di bawah ini:

Tabel 6.2. Tabel Penolong Mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2

No	X	f	$f.X$	X^2	$f.X^2$
1	4	2	8	16	32
2	5	3	15	25	75
3	6	5	30	36	180
4	7	8	56	49	392
5	8	6	48	64	384
6	9	4	36	81	324
7	10	2	20	100	200
Σ	-	$\Sigma f = 30$	$\Sigma fX = 123$	-	$\Sigma fX^2 = 1587$

3) Mencari nilai rata-rata frekuensi data yaitu:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX_i}{n}$$
$$= \frac{213}{30} = 7{,}1$$

4) Mencari standar deviasi populasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_i^2 - \left(\frac{\Sigma f.X_i}{n}\right)^2}{n}}$$
$$= \sqrt{\frac{1587 - \left(\frac{213}{30}\right)^2}{30}}$$
$$= \sqrt{2{,}49} = 1{,}58$$

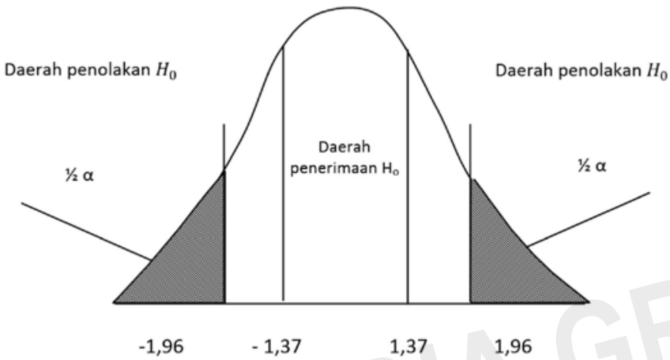
5) Menentukan nilai standar error rata-rata populasi:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}58}{\sqrt{30}} = 0{,}29$$

6) Mencari harga z:

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{7{,}1 - 7{,}5}{0{,}29} = -1{,}37$$

7) Membandingkan dengan z tabel dengan catatan apabila harga z bertanda minus seperti di atas ($z = -1{,}37$), tanda negatif bukan dimaksudkan untuk penjumlahan atau perkalian sebagaimana pada operasi bilangan aritmatika. Tanda negatif hanya untuk menunjukkan daerah penerimaan dan penolakan H_0. Pada sisi kanan untuk nilai z bertanda positif, sebelah kiri untuk nilai z bertanda negatif. Standar normal distribusi pada uji z adalah $-\infty \leq z \leq +\infty \leq +\infty$, sehingga daerah penerimaan H_0 nya pada taraf signifikansi 5 % adalah: $-1{,}96 \leq -1{,}37$.
Untuk lebih jelasnya daerah penerimaan H_0, dapat dilihat pada kurva normal sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 6.1. Kurva Normal Dua Sisi

8) Menarik kesimpulan. Karena harga z = -1,37 pada taraf signifikansi α = 0,05 berada pada daerah penerimaan H_o, dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil belajar mahasiswa dengan sampel 30 orang pada mata kuliah Metodologi Penelitian dengan skor = 7,5 dapat diterima.

b. Uji z Satu Sampel Uji Pihak Kanan

Untuk rumusan hipotesis dengan menggunakan uji pihak kanan pada tes z satu sampel sebagai berikut:

$$H_o : \mu \leq \mu_0$$
$$H_1 : \mu > \mu_0$$

Contoh 6.2

Diduga rata-rata kemampuan guru berdiri ketika mengajar di kelas perminggu adalah 15 jam/minggu. Untuk membuktikan dugaan tersebut, maka rumusan hipotesisnya adalah:

H_o: Kemampuan guru berdiri di kelas rata-rata paling sedikit 15 jam/minggu.

H_1: Kemampuan guru berdiri di kelas rata-rata lebih dari 15 jam/minggu.

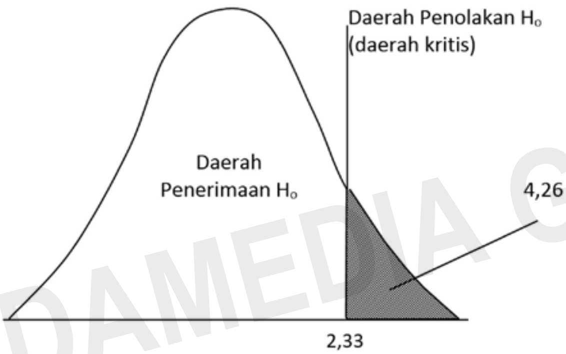
Hipotesis statistiknya sebagai berikut:

$$H_o : \mu \leq 15 \text{ jam/minggu}$$
$$H_1 : \mu > 15 \text{ jam/minggu}$$

Dengan menggunakan langkah di atas diasumsikan data berdistribusi normal dan jika diperoleh data sebagai berikut: $\bar{X} = 25$, $\mu = 15$ dan $\sigma \bar{X} = 2{,}35$, pada derajat 1 % maka dapat dicari harga z sebagaimana tersaji di bawah ini:

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{25 - 15}{2{,}35} = 4{,}26$$

Dari harga z sebesar 4,26 pada taraf 1 % = 2,33, dapat digambar kurvanya sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 6.2. Kurva Normal Satu Sisi

Dari hasil penghitungan z = 4,26, harga ini terletak pada daerah kritis atau di daerah penolakan yang berarti H_o ditolak atau H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan guru berdiri di kelas rata-rata lebih dari 15 jam/minggu.

c. Uji z Satu Sampel Uji Pihak Kiri

Untuk rumusan hipotesa dengan menggunakan uji pihak kiri berdasarkan H_o dan H_1 adalah:

$$H_o : \mu \geq \mu_0$$
$$H_1 : \mu < \mu_0$$

Contoh 6.3

Jika diduga hasil belajar dari 25 siswa di sebuah sekolah pada mata pelajaran Pendidikan Agama Islam yakni 70. Berdasarkan perhitungan guru tersebut diperoleh nilai rata-rata nilai tersebut 68. Untuk membuktikan hipotesis tersebut langkah pertama yang digunakan adalah merumuskan hipotesisnya sebagai berikut:

H_o : rata-rata hasil belajar siswa pada pelajaran Bahasa Indonesia lebih dari 70.

H_1 : rata-rata hasil belajar siswa pada pelajaran Bahasa Indonesia kurang dari 70.

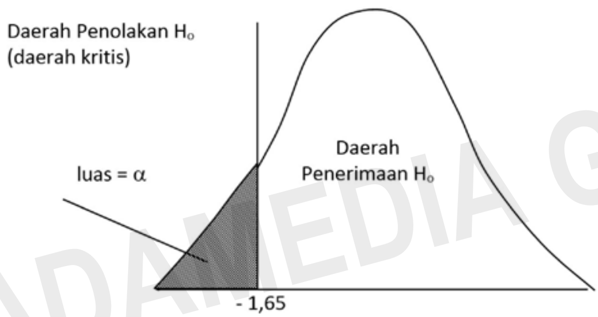
Hipotesis statistiknya adalah:

$$H_o: \mu \geq 70$$
$$H_1: \mu < 70$$

Dengan menggunakan asumsi data berdistribusi normal dan dimisalkan diperoleh data sebagai berikut: $\bar{X} = 68$, $\mu = 70$ dan $\sigma\bar{X} = 1{,}74$, pada derajat 5% maka dapat dicari harga z sebagaimana tersaji di bawah ini:

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{68 - 70}{1{,}74} = -1{,}15$$

Dari harga z sebesar -1,15 pada taraf 5% = 1,65, dapat digambar kurvanya pada uji pihak kanan sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 6.3. Kurva Normal Satu Sisi

Dari hasil penghitungan z = -1,15, harga ini terletak pada daerah penerimaan H_o yang berarti H_o diterima atau H_1 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa dugaan guru terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Bahasa Indonesia lebih 70 tidak dapat diterima. Atau dengan kata lain rata-rata hasil belajar Bahasa Indonesia kurang dari 70.

2. Uji t Satu Sampel

Tes t untuk satu sampel dalam istilah yang lain disebut pula *the single-sample t Test*, merupakan salah satu uji statistika parametrik berdasarkan dari distribusi "t". Perbedaannya dengan uji z adalah pertama: apabila pada uji z digunakan simpangan baku dari populasinya diketahui, sedangkan pada uji t simpangan bakunya tidak diketahui, dan kedua; pada uji z sampel yang digunakan dalam penelitian dalam jumlah yang besar (n ≥ 25), sedangkan pada uji t, sampel yang digunakan dalam jumlah yang kecil (n < 25).

Uji t bertujuan untuk menguji dan mengetahui apakah rata-rata suatu data atau sampel secara statistik ($\bar{X}$) sama atau tidak dengan populasi (μ). Syarat untuk melakukan uji dengan menggunakan uji t sebagai bagian dari statistika parametrik adalah sebagai berikut:

1) Sampel yang diambil dari populasi adalah *random.*
2) Data harus berdistribusi normal.
3) Data berbentuk interval atau rasio.
4) Digunakan pada data yang kecil (n < 25).

a. Uji t Satu Sampel Hipotesis Dua Pihak

Prosedur atau langkah untuk tes t satu sampel untuk uji hipotesis dua pihak adalah:

1) Merumuskan uji hipotesis. Dalam hal ini uji hipotesisnya adalah uji hipotesis dua pihak, yaitu:

$$H_o : \mu = \mu_0$$
$$H_o : \mu \neq \mu_0$$

2) Mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2 dengan menggunakan tabel kerja bantu
3) Mencari nilai rata-rata data dengan rumus:

$$\overline{X} = \frac{\Sigma fX_i}{n}$$

4) Mencari standar deviasi pada sampel dengan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 - \frac{\left(\Sigma X_i\right)^2}{n}}{n-1}}$$

5) Menentukan nilai standar eror rata-rata pada sampel dengan rumus:

$$s_{\overline{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

6) Mencari harga t dengan rumus:

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{s_{\overline{X}}}$$

7) Menentukan t_{tab} dengan cara harga: $dk = n - 1$
8) Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan harga t_{hit} dan t_{tab}. Terima H_0 apabila $t_{hit} < t_{tab}$.

Contoh 6.4

Pada sebuah sekolah dilakukan pengukuran berat badan pada 16 siswa. Diduga berat badan rata-rata dari seluruh siswa tersebut adalah 38 kg. Adapun data berat badan dari seluruh siswa sebagai berikut:

35	42	37	44	30	30	36	37
40	45	35	33	41	36	30	34

Dengan menggunakan langkah di atas, dapat diuji hipotesisnya yaitu:

1) Uji hipotesis dua pihak:

H_o : rata-rata berat badan siswa = 38

H_1 :rata-rata berat badan siswa ≠ 38

Untuk hipotesis statistiknya:

$$H_o : \mu = 38$$
$$H_1 : \mu \neq 38$$

2) Mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2 dengan menggunakan tabel kerja bantu:

Tabel 6.3. Tabel Penolong Mencari Harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2

No	*X*	*f*	*f.x*	x^2	$f.x^2$
1	30	3	90	900	2700
2	33	1	33	1089	1089
3	34	1	34	1156	1156
4	35	2	70	1225	2450
5	36	2	72	1296	2592
6	37	2	74	1369	2738
7	40	1	40	1600	1600
8	41	1	41	1681	1681
9	42	1	42	1764	1764
10	44	1	44	1936	1936
11	45	1	45	2025	2025
Σ	-	$\Sigma f = 16$	$\Sigma fX = 585$	-	$\Sigma fX^2 = 21731$

3) Mencari nilai rata-rata data yaitu:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX_i}{n} = \frac{585}{16} = 36{,}56$$

4) Mencari standar deviasi pada sampel:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma fX_1^2 - \frac{(\Sigma fX_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{21731 - \left(\frac{585}{16}\right)^2}{15}}$$

$$= \sqrt{22{,}80} = 4{,}77$$

5) Menentukan nilai standar error rata-rata pada sampel:

$$s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{4{,}77}{\sqrt{16}} = 1{,}19$$

6) Mencari harga t:

$$t = \frac{\overline{X} - \mu}{s_{\overline{X}}} = \frac{36{,}56 - 38}{1{,}19} = -1{,}21$$

7) Membandingkan harga *t* dengan t tabel dengan menggunakan cara:
$df = n - 1 = 16 - 1 = 15$

Setelah dikonsultasikan dengan tabel *t* diperoleh dfnya sebagai berikut:

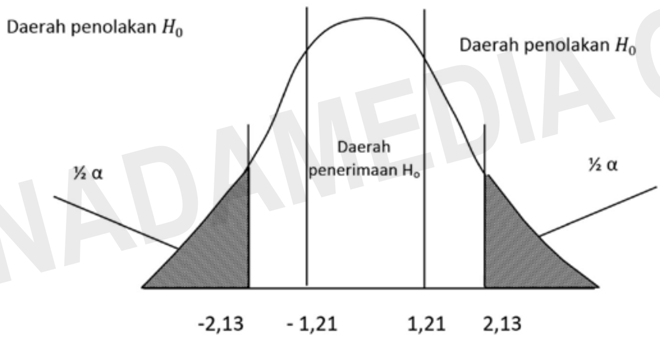
Tabel 6.4. Harga t 0,05 dan 0,01 pada 1 Sisi dan 2 Sisi

	$t_{,05}$	$t_{,01}$
Uji Hipotesis 2 ekor	2,13	2,95
Uji Hipotesis 1 ekor	1,75	2,60

Sehingga diperoleh daerah penerimaan H_0 nya pada derajat 5% adalah:

$$-2{,}13 \leq -1{,}21 \leq 2{,}13.$$

Berdasarkan daerah penerimaan di atas, dapat digambarkan kurvanya sebagai berikut:



Gambar 6.4. Kurva Normal 2 Sisi

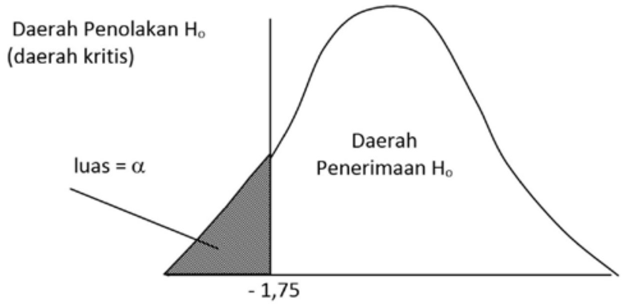
8) Menarik kesimpulan. Karena harga t = -1,21 pada taraf signifikansi α = 0,05 berada pada daerah penerimaan H_0, dapat disimpulkan bahwa rata-rata berat badan dengan sampel 16 siswa = 38 kg dapat diterima.

b. Uji t Satu Sampel Hipotesis Pihak Kiri

Untuk uji t satu sampel dengan hipotesis pihak kiri dapat dilihat pada contoh berikut ini:

Contoh 6.5

Dengan menggunakan contoh 6.4, apabila diketahui harga t = -1,21, dengan menggunakan uji hipotesis pihak kiri, kurvanya sebagaimana tersaji pada gambar di bawah ini:



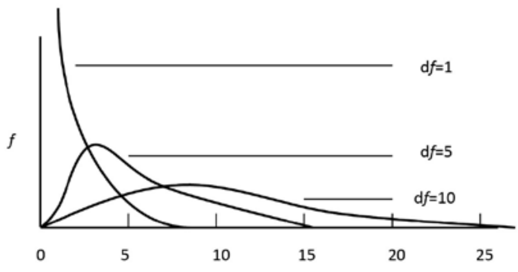
Gambar 6.5. Kurva Normal 1 Sisi

Dari hasil penghitungan t = - 1,21, harga ini terletak pada daerah penerimaan H_0 yang berarti H_0 diterima atau H_1 ditolak. Ini berarti kesimpulan yang diperoleh dengan menggunakan uji hipotesis pihak kiri sama dengan kesimpulan pada uji hipotesis dua pihak bahwa rata-rata berat badan dengan sampel 16 siswa = 38 kg dapat diterima.

3. Uji Kai Kuadrat untuk Varian Populasi

Tes kai kuadrat untuk satu sampel dalam istilah yang lain disebut pula *the single-sample Chi-Square Test,* merupakan salah satu uji statistika parametrik berdasarkan dari distribusi kai kuadrat. Berbeda dengan uji "t"di mana uji hipotesisnya berasal dari standar deviasi, tes kai kuadrat varian populasi memiliki fungsi untuk menguji hipotesis apakah sampel pada varian populasi S^2 berasal dari populasi dengan varian σ^2. Simbol dari kai kuadrat dalam penghitungan statistik ditulis dengan X^2.

Distribusi Kai Kuadrat disusun berdasarkan teori probabilitas asimetrikal distribusi. Rentang penerimaan nilai tes Kai Kuadrat adalah: $0 \leq X^2 \leq \infty$ sehingga nilai dari X^2 tidak akan negatif. Jika dalam proses penghitungan diperoleh harga X^2 negatif, ini berarti proses penghitungan yang kita lakukan salah dan perlu dilakukan pengecekan data dan perhitungan ulang. Distribusi harga Kai Kuadrat dapat dilihat pada gambar sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 6.6. Distrubisi X^2

Dari gambar di atas dapat dijelaskan yakni:

a) Semakin rendah tingkat derajat kebebasannya (df=10), maka akan semakin positif keruncingan distribusinya.

b) Semakin tinggi tingkat derajat kebebasannya (df= 5 dan 1), maka akan semakin simetri distribusinya.

Syarat untuk melakukan uji dengan menggunakan uji kai sebagai bagian dari statistika parametrik adalah sebagai berikut:

1) Sampel yang diambil dari populasi adalah *random.*
2) Data harus berdistribusi normal.
3) Data berbentuk interval atau rasio.

Sampel Kecil. Prosedur atau langkah untuk tes Kai Kuadrat satu sampel untuk sampel kecil (n < 30) adalah:

1) Merumuskan uji hipotesis. Dalam hal ini uji hipotesisnya menggunakan uji hipotesis dua pihak pada derajat 5% yaitu:

$$H_o : \sigma^2 = \sigma_0^2$$
$$H_1 : \sigma^2 \neq \sigma_0^2$$

2) Membuat tabel kerja bantu untuk mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2.
3) Mencari standar deviasi dengan rumus:

$$s^2 = \frac{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}}{n-1}$$

4) Mencari harga Kai Kuadrat dengan rumus:

$$\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

5) Mencari harga χ^2_{tab} dengan menggunakan cara: $df = n-1$
6) Menarik kesimpulan dengan membandingkan harga χ^2_{hit} dengan χ^2_{tab}. Terima H_0 apabila $X^2_{0,025} < \chi^2_{hit} < X^2_{0,975}$

Contoh 6.6

Diperoleh data bahwa dari 10 siswa kelas 1 SD diduga kemampuan mereka untuk menyerap pelajaran sebanyak 7 jam perhari. Sebelumnya diketahui variansnya adalah 5 $(\sigma^2 = 5)$. Berdasarkan hasil pengamatan, dari ke-10 siswa tersebut setelah diuji kemampuan menyerap pelajaran dihitung dari perjam/hari diperoleh sebaran data di bawah ini:

2, 3, 4, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8

Dengan menggunakan langkah di atas, dapat diuji hipotesisnya dengan menggunakan uji Kai Kuadrat yaitu:

1) Merumuskan uji hipotesis. Dalam hal ini uji hipotesisnya adalah uji hipotesis dua pihak yaitu:

$H_o:\sigma^2 =$ varian populasi kemampuan menyerap pelajaran siswa kelas 3 SD sama dengan 5 jam/hari.

$H_1:\sigma^2 \neq$ varian populasi kemampuan menyerap pelajaran siswa kelas 3 SD tidak sama dengan 5 jam/hari

Hipotesis statistiknya yakni:

$$H_o:\sigma^2 = 5 \text{ jam}$$
$$H_1:\sigma^2 \neq 5 \text{ jam}$$

2) Membuat tabel kerja bantu untuk mencari harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2 sebagaimana tersaji di bawah ini:

Tabel 6.5. Tabel Penolong Mencari Harga $\Sigma f, \Sigma fX$ dan ΣfX^2

No	*X*	*f*	*f.x*	x^2	$f.x^2$
1	2	1	2	4	4
2	3	1	3	9	9
3	4	2	8	16	32
4	5	3	15	25	75
5	6	1	6	36	36
6	7	1	7	49	49
7	8	1	8	64	64
Σ	-	Σf=16	ΣfX= 585	-	ΣfX^2=21731

3) Mencari standar deviasi:

$$s^2 = \frac{\Sigma fX^2 - \frac{(\Sigma fX)^2}{n}}{n-1}$$

$$= \frac{269 - \frac{(49)^2}{10}}{10-1}$$

$$= \frac{269 - 240{,}10}{9} = 3{,}21$$

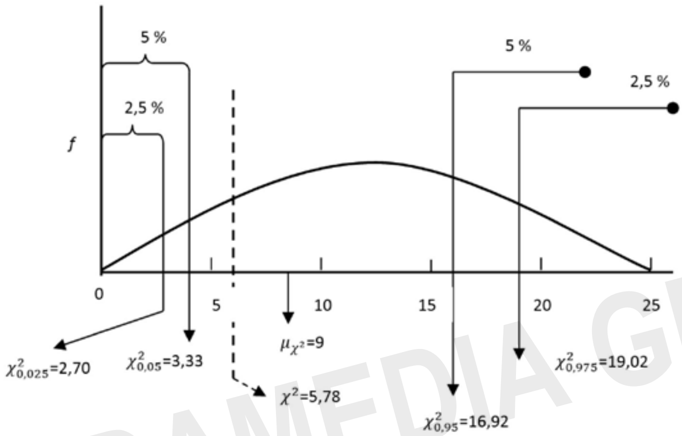
4) Mencari harga kai kuadrat:

$$\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

$$= \frac{(10-1)3{,}21}{5} = 5{,}78$$

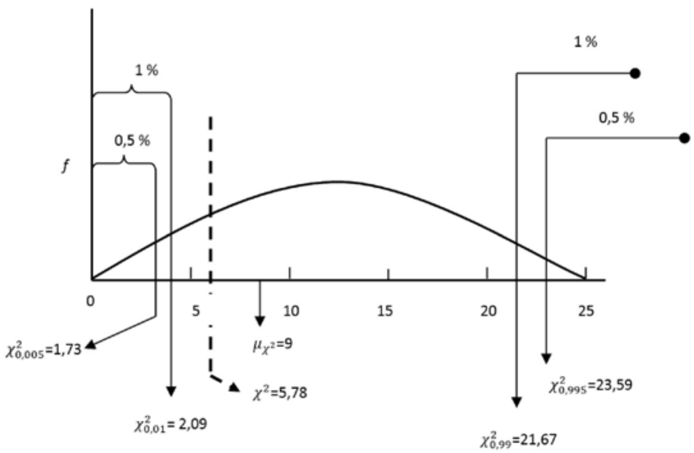
5) Membandingkan harga Kai Kuadrat dengan tabel Kai Kuadrat dengan menggunakan cara $dk = n-1 = 10-1 = 9$ Dengan *df* = 9 pada uji hipotesis dua pihak pada derajat 5% harga Kai Kuadrat terletak antara antara 0,025 dan 0,975 sehingga harga kai kuadratnya $X^2_{0{,}025} = 2{,}70$ dan $X^2_{0{,}975} = 19{,}02$. Apabila menggunakan uji hipotesis satu pihak pada derajat 5% harga Kai Kuadrat terletak antara 0,05 dan 0,95 sehingga harga kai kuadratnya $X^2_{0{,}05} = 3{,}33$ dan $X^2_{0{,}975} = 16{,}92$.

6) Menarik kesimpulan. Karena harga $X^2 = 5,78$ dan terletak di antara 2,70 dan 19,02 ($2,70 < 5,78 < 19,02$) pada hipotesis dua pihak derajat 5%, dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima sehingga varian populasi kemampuan menyerap pelajaran untuk anak SD kelas 3 adalah 5 jam/hari. Sedangkan untuk uji hipotesis satu pihak diperoleh harga ($3,33 < 5,78 < 16,92$) sehingga diperoleh kesimpulan yang sama yakni varian populasi kemampuan menyerap pelajaran untuk anak SD kelas 3 adalah 5 jam/hari. Untuk menggambarkan daerah penerimaan hipotesa pada derajat 5% (0,05) baik pada uji dua pihak dan satu pihak pada Kai Kuadrat dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6.7.Tabel Kritik Uji Hipotesis Satu dan Dua Sisi Derajat 5% dan df = 9

Adapun untuk uji hipotesis baik dua pihak dan satu pihak pada derajat 1% (0,01) dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 6.8. Tabel Kritik Uji Hipotesis Satu dan Dua Pihak Derajat 1% dan df = 9

Sampel Besar. Untuk menguji hipotesis dengan menggunakan rumus Kai Kuadrat pada sampel yang lebih besar (n ≥ 30), rumus yang digunakan adalah:

$$z = \frac{s - \sigma}{\frac{\sigma}{\sqrt{2n}}}$$

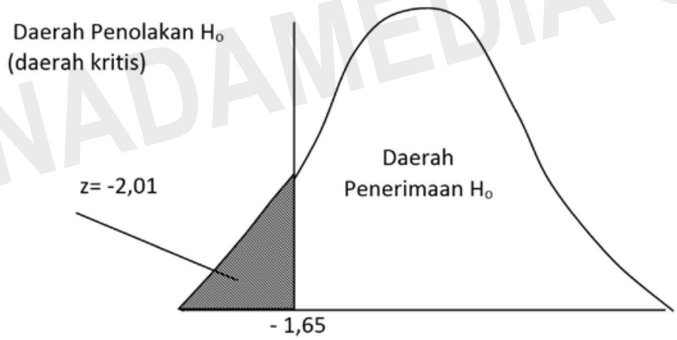
Contoh 6.7

Dengan menggunakan contoh 3.5 apabila diketahui $n = 50$, $\sigma^2 = 5$, dan $S^2 = 3{,}21$ sehingga harga $\sigma = 2{,}24$, dan $s = 1{,}79$. Berdasarkan data ini diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$z = \frac{1{,}79 - 2{,}24}{\frac{2{,}24}{\sqrt{(2)(50)}}} = \frac{-0{,}45}{0{,}224} = -2{,}01$$

Apabila uji hipotesa dengan menggunakan satu sisi pada derajat 5 %, diperoleh harga $z_{0{,}05} = 1{,}65$. Ini berarti harga $z = -2{,}01$ berada pada daerah penolakan H_0 yang berarti H_1 diterima. Kesimpulannya adalah varian populasi kemampuan menyerap pelajaran untuk anak SD kelas 3 adalah tidak 5 jam/hari.

Untuk melihat daerah penolakan H_0 dapat dilihat pada gambar kurva berikut:



Gambar 6.9.Kurva Normal 1 Sisi

B. STATISTIKA NON-PARAMETRIK SATU SAMPEL

Statistika non-parametrik merupakan statistika yang menguji hipotesa dengan mengabaikan asumsi-asumsi distribusi data normal sebagaimana statistika parametrik. Karena itu statistika nonparametrik juga disebut statistika bebas distribusi (*distribution free statistic*) dan uji bebas asumsi (*assumption free test*). Beberapa asumsi yang digunakan dalam statistik non parametrik adalah:

1) Sampel tidak dipilih secara *random.*
2) Data tidak berdistribusi normal.
3) Digunakan pada sampel ukuran kecil (n ≤ 25).

Beberapa tes statistik non-parametrik yang digunakan untuk menguji hipotesis penelitian adalah:

1. Tes Peringkat Bertanda Wilcoxon

Uji hipotesis dengan menggunakan tes Peringkat Bertanda Wilcoxon merupakan bagian dari statistika nonparametrik satu sampel di mana uji ini untuk melihat apakah nilai median tersebut sama dengan suatu nilai tertentu. Lambang atau notasi dari uji ini adalah ɵ (dibaca theta). Prosedur menarik kesimpulan tes peringkat bertanda Wilcoxon yaitu dengan cara membandingkan harga Wilcoxon terkecil (notasi ω_E) dengan harga tabel Wilcoxon (ω_{tab}). Persyaratan atau asumsi sebelum menggunakan uji Wilcoxon di antaranya:

a) Sampel berasal dari populasi yang diambil secara *random*.
b) Skor asli diperoleh dari data yang bersifat interval/rasio yang kemudian dikonversi menjadi data berperingkat.
c) Distribusi populasi harus simetris.

Sampel Kecil. Adapun prosedur atau langkah menggunakan uji Peringkat Bertanda Wilcoxon untuk sampel kecil (N ≤ 25) sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis penelitian dan derajatnya.
2) Membuat tabel penolong untuk mencari selisih antara skor dengan median.
3) Membuat data berperingkat dari skor asli.
4) Mencari jumlah peringkat positif dan negatif.
5) Menguji kebenaran penghitungan peringkat dengan rumus:

$$\Sigma R(+) + \Sigma R(-) = \frac{n(n+1)}{2}$$

6) Mengkonsultasikan jumlah N dengan tabel Wilcoxon.
7) Menarik kesimpulan dengan mengambil nilai terkecil untuk dibandingkan dengan tabel Wilcoxon. Tolak H_0 apabila $\omega_E < \omega_{tab}$.

Contoh 6.8

Seorang guru Bimbingan dan Konseling menduga bahwa kunjungan siswa ke ruangannya pada tahun ini adalah 6 kali pertahun. Data ini diambil berdasarkan jumlah kunjungan siswa pada tahun kemarinnya. Guru tersebut berkeinginan menguji hipotesis bahwa median dari kunjungan siswa tersebut adalah 6 kali dalam setahun. Dengan mengambil secara random dari 10 siswa diperoleh data kunjungannya selama setahun sebagaimana tersaji sebagai berikut:

2, 8, 0, 9, 10, 7, 4, 15, 10, 11

Dengan menggunakan prosedur uji hipotesis Peringkat Bertanda Wilcoxon, penghitungannya adalah sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitiannya dengan menggunakan derajat 5% adalah:

H_0 : Median kunjungan siswa sama dengan 6 kali setahun

H_1 : Median kunjungan siswa tidak sama dengan 6 kali setahun

Untuk hipotesis statistiknya adalah:

$$H_o: \theta = 6 \text{ kali setahun}$$
$$H_1: \theta \neq 6 \text{ kali setahun}$$

2) Membuat tabel penolong untuk mencari selisih antara skor dengan median (θ= 6) sebagaimana tersaji di bawah ini:

Tabel 6.6. Tabel Penolong untuk Mencari Nilai D

Sampel	Skor (X)	D = X – θ
1	2	-4
2	8	2
3	0	-6
4	9	3
5	10	4
6	7	1
7	4	-2
8	15	9
9	10	4
10	11	5

3) Membuat data berperingkat dari skor asli

Tabel 6.7. Data Peringkat

Nomor Subjek	**6**	**7**	**2**	**4**	**1**	**5**	**9**	**10**	**3**	**8**
Perbedaan skor	1	-2	2	3	-4	4	4	5	-6	9
Skor absolut	1	2	2	3	4	4	4	5	6	9
Ranking	1	2,5	2,5	4	6	6	6	8	9	10
Nomor Urut	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)

Sebagai catatan harga data berperingkat dihitung sebagai berikut:

a) Subjek nomor 6 merupakan angka terendah dan diberi peringkat nomor 1.

b) Subjek berikutnya yaitu nomor 7 dan 2 menjadi peringkat nomor 2,5 di mana penghitungannya berdasarkan nomor urut yaitu: (2+3/2=2,5). Peringkat selanjutnya berdasarkan nomor urut yaitu 4 bukan 3.

c) Apabila terdapat tiga subjek yang memiliki angka yang sama seperti sampel nomor 1, 5, dan 9, penghitungan peringkatnya adalah: (5+6+7/3=6). Peringkat selanjutnya adalah 8, 9, dan 10.

4) Mencari jumlah peringkat positif dan negatif dengan menggunakan tabel penolong sebagaimana di bawah ini:

Tabel 6.8. Data Peringkat Positif dan Negatif

Sampel	Skor (X)	D = X – θ	Ranking (+)	Ranking (-)
1	2	-4	6	-6
2	8	2	2,5	2,5
3	0	-6	9	-9
4	9	3	4	4
5	10	4	6	6
6	7	1	1	1
7	4	-2	2,5	-2,5
8	15	9	10	10
9	10	4	6	6
10	11	5	8	8
				ΣR (+) = 37,5
				ΣR (–) =17,5

5) Menguji kebenaran penghitungan peringkat yaitu:

$$\Sigma R(+)+\Sigma R(-)=\frac{n(n+1)}{2}$$

$$37{,}5+17{,}5=\frac{(10)(11)}{2}=55$$

Berdasarkan uji ini, penghitungan peringkat dapat dikatakan sudah benar.

6) Mengonsultasikan harga peringkat bertanda dengan tabel Wilcoxon di mana N=10 sehingga harga tabelnya sebagai berikut:

Tabel 6.9. Harga Tabel Wilcoxon 0,05 dan 0,01 pada 2 Sisi dan 1 Sisi

	$T_{0,05}$	$T_{0,01}$
Uji Hipotesis 2 sisi	8	3
Uji Hipotesis 1 sisi	10	5

7) Menarik kesimpulan. Karena harga $\omega_E > \omega_{tabel}$ (17,5 > 8) pada taraf 5% atau pada α = 0,05, maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa median kunjungan siswa kepada guru Bimbingan dan Konseling adalah 6 kali dalam setahun.

Apabila di dalam penelitian jumlah sampel dalam jumlah relatif besar atau ≥ 25, untuk menguji hipotesis dengan menggunakan uji tanda Wilcoxon dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$z=\frac{\omega_E-\frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$ di mana:

ω_E : Nilai terkecil Wilcoxon

n : Jumlah sampel

Contoh 6.9

Dengan menggunakan contoh 6.7 jika telah diketahui $T_E = 17{,}5$ dan $n = 10$, penghitungannya adalah:

$$z = \frac{17{,}5 - \frac{10(10+1)}{4}}{\sqrt{\frac{10(10+1)(2.10+1)}{24}}}$$

$$= \frac{17{,}5 - \frac{10(11)}{4}}{\sqrt{\frac{10(11)(21)}{24}}}$$

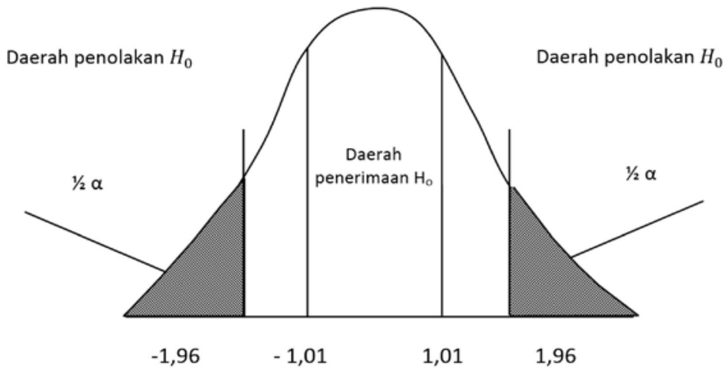
$$= \frac{-10}{\sqrt{96{,}25}} = -1{,}01$$

Setelah diperoleh harga $Z = -1{,}01$, untuk menyimpulkan hasil penelitian dengan menggunakan tabel z baik pada taraf 1% atau 5% pada dua sisi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 6.10. Harga Tabel Uji z 0,05 dan 0,01 pada 2 Sisi dan 1 Sisi

	$Z_{,05}$	$Z_{,01}$
Uji Hipotesis 2 ekor	1,96	2,58
Uji Hipotesis 1 ekor	1,65	2,33

Dengan menggunakan derajat 5% diperoleh standar normal distribusi pada uji z adalah $-\infty \le z \le +\infty$, sehingga: $-1{,}96 \le -1{,}01 \le 1{,}96$. Untuk lebih jelasnya daerah penerimaan H_0, dapat dilihat pada kurva normal sebagaimana tersaji di bawah ini:



Gambar 6.20. Kurva Normal 2 Sisi

Menarik kesimpulan. Karena harga z = -1,01 pada taraf signifikansi α = 0,05 berada pada daerah penerimaan H_0, atau H_1 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa median kunjungan siswa kepada guru Bimbingan dan Konseling adalah 6 kali dalam setahun.

2. Uji Binomial

Uji Binomial merupakan statistika untuk menguji hipotesis apabila proporsi populasi terdiri dari dua kelas dengan jumlah sampel kecil. Dua kelas yang dimaksud dalam uji ini seperti: laki-laki dan perempuan, sekolah dan tidak sekolah, siang dan malam, dewasa dan anak-anak dan sebagainya. Uji Binomial dapat digunakan pada data berbentuk nominal dengan dua kategori seperti: suka atau tidak suka, ya atau tidak, setuju atau tidak setuju.

Uji ini disebut uji binomial karena uji ini didasarkan pada distrubisi binomial di mana untuk memperoleh probabilitas "x" objek dalam suatu kategori dan N-x objek dihitung dengan:

$$p(x) = \binom{N}{x} p^x q^{N-x}$$

dengan

$$\binom{N}{x} = \frac{N!}{x!\,(N-x)!} \text{ di mana}$$

p = Proporsi yang muncul dalam salah satu kategori

q = 1-p = Proporsi yang muncul dalam kategori lainnya

N = Jumlah sampel

x = Jumlah pengamatan terbesar

Selain dengan cara di atas, untuk uji hipotesis binomial dapat dilakukan dengan cara sederhana yaitu dengan mencari nilai terkecil dari jumlah N. Selanjutnya jumlah N kemudian dikonversi dengan menggunakan nilai pada p_{tab} pada tabel binom. Berdasarkan nilai pada p_{tab}, kita dapat menerima atau menolak hipotesis. Asumsi yang digunakan adalah apabila nilai p > 0,5, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sampel Kecil. Prosedur yang digunakan untuk menguji hipotesa dengan menggunakan uji Binomial pada sampel kecil yaitu:

1) Menentukan uji hipotesa dan signifikansinya.
2) Menentukan pengamatan (x) dari jumlah N.
3) Mencari harga p dengan cara mengkonversi nilai x berdasarkan N dengan menggunakan tabel binom.
4) Menjumlah semua harga p.
5) Membandingkan harga p dengan derajat kesalahan yaitu:
   a. Jika derajat kesalahan yang digunakan 1% maka uji hipotesisnya adalah:
      Tolak H_0 apabila harga $p \leq \alpha_{0,01}$
      Terima H_1 apabila harga $p > \alpha_{0,01}$

b. Jika derajat kesalahan yang digunakan 5 %, maka uji hipotesisnya adalah:
Tolak H_0 apabila harga $p \leq \alpha_{0,05}$
Terima H_1 apabila harga $p > \alpha_{0,05}$

6) Membuat kesimpulan dengan menerima atau menolak H_0.

Contoh 6.10

Dilakukan penelitian dari 12 siswa untuk mengetahui kecenderungan apakah guru laki-laki atau perempuan yang disukai dalam mengajar. Ternyata setelah ditanya terdapat 5 siswa yang menyukai guru laki-laki dan 7 siswa lainnya menyukai guru perempuan. Untuk itu akan diuji dugaan bahwa peluang siswa menyukai guru laki-laki dan perempuan adalah sama.

Dengan menggunakan prosedur uji binomial di atas, maka:

1) Hipotesa penelitian adalah:

H_0 : Tidak ada perbedaan antara guru laki-laki dan perempuan yang disukai oleh siswa

H_1 : Ada perbedaan antara guru laki-laki dan perempuan yang disukai oleh siswa

Hipotesa statistiknya adalah:

$$H_0 : \pi_1 \leq 0,5$$
$$H_1 : \pi_1 > 0,5$$

2) Dengan menggunakan tabel bantu diperoleh nilai pengamatan (x) dari N yakni:

Tabel 6.11. Tabel Bantu untuk Mencari Harga X

Guru yang Disukai	Frekuensi Jawaban Siswa
Laki-Laki	5
Perempuan	7

Dari tabel di atas diperoleh harga x = 7.

3) Konversi harga x=7, N=12 dengan menggunakan tabel binom sehingga diketahui harga p = 0,193
4) Diketahui probabilitas pertama adalah 7/12, maka probabilitas berikutnya adalah: 8/12, 9/12, 10/12, 11/12, 12/12. Dengan menggunakan tabel binom diperoleh harga p berturut-turut adalah: 7/12 = 0,193, 8/12 = 0,121, 9/12 = 0,054, 10/12= 0,061, 11/12 = 0,003, dan 12/12 = 0,000
5) Menjumlahkan semua harga probabilitas (p) yaitu: 0,913 + 0,121 + 0,054 + 0,016 + 0,003 + 0,000 = 0,387
6) Menarik kesimpulan. Karena harga 0,387 < 0,05, maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan antara guru laki-laki dan perempuan yang disukai oleh siswa.

Sampel Besar. Sedangkan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan tes binomial apabila jumlah sampelnya besar (≥ 25), rumusnya adalah:

$$z = \frac{p_1 - \pi_1}{\sqrt{\frac{\pi_1 \pi_2}{n}}}$$

Contoh 6.11

Apabila diketahui jumlah sampel sebanyak 300 siswa terdiri dari 175 siswa menyukai guru laki-laki dan 125 siswa menyukai guru perempuan, apakah peluang siswa menyukai guru laki-laki dan perempuan adalah sama jika hipotesisnya: $\pi_1 = 0,5$ dan $\pi_2 = 1 - \pi_1 = 0,5$?

Berdasarkan data ini da1at diperoleh harga $p_1 = \frac{175}{300} = 0,58$, dan harga $p_2 = \frac{125}{300} = 0,42$ sehingga:

$$z = \frac{0,58 - 0,5}{\sqrt{\frac{(0,5)(0,5)}{300}}}$$

$$z = \frac{0,08}{0,03} = 2,67$$

Kesimpulan. Berdasarkan harga z = 2,67 uji hipotesa satu sisi pada derajat 5% =1,65 $(z_{0,05} = 1,65)$ adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara guru laki-laki dan perempuan yang disukai oleh siswa dalam mengajar.

3. Uji Kecocokan Kai Kuadrat

Uji Kecocokan Kai Kuadrat digunakan untuk menguji hipotesis apabila terdapat populasi yang terbagi menjadi dua kelas atau lebih. Tes ini akan menguji apakah terdapat kecocokan antara banyaknya atau frekuensi objek yang diamati dengan objek yang diharapkan. Objek yang diamati dan diharapkan disusun dalam bentuk tabel terdiri dari *k* sel di mana setiap merepresentasikan setiap kategori *k*. Pada Tabel 6.22, C_1 mewakili i^{th} dari sel atau kategori, O_1 menunjukkan jumlah observasi. Tes Uji Kecocokan Kai Kuadrat cocok digunakan pada jumlah sampel yang besar.

Tabel 6.12. Tabel Kai Kuadrat

		Jumlah Observasi
Kategori	C_1 C_2 ... C_i ... C_k	
Frekuensi Observasi	O_1 O_2 ... O_i ... O_k	n

Asumsi atau persyaratan sebelum digunakannya uji kecocokan Kai Kuadrat sebagai berikut:

1) Data berbentuk kategori atau nominal.
2) Data yang diukur merupakan data yang berasal dari sampel yang dipilih secara *random*.
3) Satu data pada setiap observasi hanya mewakili satu data saja.
4) Frekuensi pada setiap sel minimal 5 atau lebih. Apabila frekuensi atau k = 2, maka uji tes yang tepat digunakan adalah uji tes binomial sebagaimana telah dibahas sebelumnya.

Rumus untuk mencari harga Kai Kuadrat adalah:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right] \text{ di mana:}$$

X^2 = Kai Kuadrat

O_1 = frekuensi yang diobservasi

E_i = frekuensi yang diharapkan

Langkah-langkah yang digunakan untuk uji hipotesis dengan menggunakan Uji Kecocokan Kai Kuadrat adalah:

1) Menentukan hipotesis dan derajat signifikansi.
2) Menggunakan tabel bantu untuk mencari harga X^2.
3) Mencari $_{tabel}$ dengan cara df = k – 1. Setelah df diperoleh, harga tersebut dicari dengan menggunakan tabel Kai Kuadrat.
4) Membandingkan harga Kai Kuadrat dengan tabel dan menguji hipotesis dengan asumsi:

Tolak H_0 apabila harga $X^2 > X^2_{tabel}$

Terima H_1 apabila harga $X^2 \leq X^2_{tabel}$

5) Menarik kesimpulan.

Contoh 6.12

Seorang pustakawan pada sebuah perguruan tinggi mencatat bahwa selama satu minggu (perpustakaan di buka selama 5 hari: Senin-Jumat) mahasiswa yang meminjam buku sebagai berikut: Senin= 30, Selasa= 25, Rabu = 21, Kamis = 32, dan Jumat = 17. Pustakawan menduga bahwa jumlah buku yang dipinjam oleh mahasiswa sama dalam setiap harinya.

Dengan menggunakan Kai Kuadrat, hipotesa tersebut dapat diuji sebagai berikut:

1) Hipotesa penelitian:

H_0 : jumlah buku yang dipinjam setiap harinya sama

H_1 : jumlah buku yang dipinjam setiap harinya tidak sama

Hipotesa statistik:

$$H_0 : O_i = \varepsilon_i$$
$$H_1 : O_i \neq \varepsilon_i$$

2) Mencari harga kai kuadrat dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 6.13. Tabel Bantu untuk Mencari Harga Kai Kuadrat

Sel	O_i	E_i	$(O_i - E_i)$	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
Senin	30	25	5	25	1
Selasa	25	25	0	0	0
Rabu	21	25	-4	16	0,64
Kamis	32	25	7	49	1,96
Jumat	17	25	-8	64	2,56
Σ	ΣO_i=125	$\Sigma\Sigma_i$=125	$\Sigma(O_i - E_i) = 0$	-	X^2= 6,16

Berdasarkan penghitungan di atas, maka diketahui harga X^2 = 6,16.

3) Mencari harga X^2_{tabel} dengan cara df = k – 1= 5 – 1 = 4. Sehingga harga X^2_{tabel} pada taraf 0,05 = 9,49.

4) Dari penghitungan di atas diperoleh perbandingan antara harga Kai Kuadrat dan tabel Kai Kuadrat yakni: 6,16 < 9,19.

5) Membuat kesimpulan. Karena harga $X^2 \leq X^2_{tabel}$ (6,16 < 9,49), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan jumlah buku yang dipinjam setiap harinya tidak sama.

4. Uji Kecocokan Kolmogorov-Smirnov

Uji Kecocokan Kolmogorov-Smirnof satu sampel merupakan uji tes yang dikembangkan oleh Kolmogorov tahun 1933. Pada awalnya, uji kecocokan ini hanya digunakan pada satu sampel saja hingga pada tahun 1939, oleh Smirnov rumus ini dikembangkan pada dua sampel. Hingga saat ini baik uji pada satu sampel dan dua sampel disebut uji kecocokan Kolmogorov-Smirnov.

Uji kecocokan Kolmogorov-Smirnov digunakan untuk mengetahui apakah ada kesesuaian antara distribusi skor sampel dengan distribusi teoretis tertentu. Uji ini memiliki asumsi bahwa distribusi variabel yang diuji bersifat kontinum. Data yang digunakan dalam analisis berbentuk ordinal. Data dalam bentuk ordinal diperoleh dari distribusi frekuensi kumulatif.

Prinsip uji hipotesis Kolmogorof-Smirnov adalah menghitung selisih antara distribusi frekuensi kumulatif $[S(X_{i-1})]$ dengan fungsi distribusi kumulatif teoretis $[F_0(X_i)]$. Hipotesis dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov pada dua sisi dinyatakan sebagai berikut:

$$H_0 : F(X) = F_o(X)$$
$$H_1 : F(X) \neq F_o(X)$$

Untuk uji pihak kiri dinyatakan dengan:

$$H_0 : F(X) < F_o(X)$$
$$H_1 : F(X) > F_o(X)$$

Sedangkan uji pihak kanan dinyatakan dengan:

$$H_0 : F(X) > F_o(X)$$
$$H_1 : F(X) < F_o(X)$$

Untuk selisih antara frekuensi kumulatif dan fungsi distribusi kumulatif teoretis disebut dengan D atau deviasi maksimum. Nilai D diperoleh dari:

$$D = [S(X_{i-1})] - [F_0(X_i)]$$

Nilai D kemudian dibandingkan dengan nilai kritis yang diperoleh dari tabel D pada ukuran "n" dan "a". Hipotesis nol (H_0) ditolak apabila nilai D lebih besar daripada D_{tabel} . Apabila H_0 ditolak, dapat disimpulkan bahwa distribusi yang diamati dengan distibusi teoretis berbeda. Sebaliknya apabila H_0 diterima, dapat pula disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara distibusi yang diamati dengan distribusi teoretis.

Untuk menguji hipotesis dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, langkah-langkahnya sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis dan derajat signifikansinya.
2) Menyusun data dari yang terkecil sampai terbesar, kemudian mencari nilai rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (s).
3) Menggunakan tabel bantu untuk mencari harga D. Untuk harga D ditentukan dengan nilai terbesar yang diperoleh setelah penghitungan.
4) Mencari harga D_{tab} dengan menggunakan tabel Kolmogorov-Smirnof berdasarkan jumlah N.
5) Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan antara harga D_{hit} dan D_{tab}. Terima H_0 apabila harga $D_{hit} < D_{tab}$.

Contoh 6.13

Seorang peneliti berkeinginan untuk mengukur tingkat kecemasan pada 20 siswa yang sedang mengalami pubertas. Rata-rata usia masa pubertas adalah 15 tahun. Data tingkat kecemasan yaitu sebagai berikut:

Tabel 6.14. Data Tingkat Kecemasan

35	22	45	30	41	55	40	37	13	29
27	17	15	21	36	38	20	33	56	24

Dengan menggunakan langkah di atas diperoleh penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis yang digunakan pada dua sisi yaitu:

H_0 = Data sampel berasal dari distribusi normal

H_1 = Data sampel tidak distribusi normal
Hipotesis statistik:

$$H_0 : F(X) \leq F_o(X)$$
$$H_1 : F(X) > F_o(X)$$

2) Data yang telah diurutkan dari terkecil dan terbesar serta mean dan SDnya:

Tabel 6.15. Tabel Bantu untuk Mencari Harga $\Sigma X, \Sigma X^2$ dan $\bar{X}$

No	*X*	*X*²
1	13	169
2	15	225
3	17	289
4	20	400
5	21	441
6	22	484
7	24	576
8	27	729
9	29	841
10	30	900
11	33	1.089
12	35	1.225
13	36	1.296
14	37	1.369
15	38	1.444
16	40	1.600
17	41	1.681
18	45	2.025
19	55	3.025
20	56	3.136
	$\Sigma X = 634$	$\Sigma X^2 = 22944$
	$\bar{X} = 31,7$	

Setelah diketahui $\bar{X}$ =31,7, penghitungan selanjutnya mencari harga standar deviasinya yakni:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{22944 - \frac{(634)^2}{20}}{20-1}} = 12,24$$

3) Mencari nilai D dengan menggunakan tabel bantu sebagaimana tersaji sebagai berikut:

No	A (X)	B (Z)	C (p)	D ($F_o(X_i) = p \pm 0,5$)	E $S(X_i)$	F $\lvert S(X_i) - F_o(X_i)\rvert$	G $\lvert S(X_{i-1}) - F_o(X_i)\rvert$
1	13	-1,53	0,4370	0,0630	1/20=0,0500	0,0130	|0 - 0,0630|= 0,0630
2	15	-1,36	0,4131	0,0869	2/20=0,1000	0,0131	|0,0500 - 0,0869|=0,0369
3	17	-1,20	0,3849	0,1151	3/20=0,1500	0,0349	|0,1000 - 0,1151|=0,0151
4	20	-0,96	0,3315	0,1685	4/20=0,2000	0,0315	|0,1500 - 0,1685|=0,0185
5	21	-0,87	0,3078	0,1922	5/20=0,2500	0,0578	|0,2000 - 0,1922|=0,0078
6	22	-0,79	0,2852	0,2148	6/20=0,3000	0,0852	|0,2500 - 0,2148|=0,0352
7	24	-0,63	0,2357	0,2643	7/20=0,3500	**0,0857**	|0,3000 - 0,2643|=0,0357
8	27	-0,38	0,1480	0,3520	8/20=0,4000	0,0480	|0,3500 - 0,3520|=0,0020
9	29	-0,22	0,0871	0,4129	9/20=0,4500	0,0371	|0,4000 - 0,4129|=0,0129
10	30	-0,14	0,0557	0,4443	10/20=0,5000	0,0557	|0,4500 - 0,4443|=0,0057
11	33	0,11	0,0438	0,5438	11/20=0,5500	0,0062	|0,5000 - 0,5438|=0,0438
12	35	0,27	0,1064	0,6064	12/20=0,6000	0,0064	|0,5500 - 0,1064|=0,0564
13	36	0,35	0,1368	0,6368	13/20=0,6500	0,0132	|0,6000 - 0,6368|=0,0368
14	37	0,43	0,1664	0,6664	14/20=0,7000	0,0336	|0,6500 - 0,1664|=0,0164
15	38	0,51	0,1950	0,6950	15/20=0,7500	0,0550	|0,7000 - 0,1950|=0,0050
16	40	0,68	0,2517	0,7517	16/20=0,8000	0,0483	|0,7500 - 0,2517|=0,0017
17	41	0,76	0,2764	0,7764	17/20=0,8500	0,0736	|0,8000 - 0,2764|=0,0236
18	45	1,09	0,3621	0,8621	18/20=0,9000	0,0379	|0,8500 - 0,8621|=0,0121
19	55	1,90	0,4713	0,9713	19/20=0,9500	0,0213	|0,9000 - 0,9713|=0,0713
20	56	1,99	0,4767	0,9767	20/20=1,0000	0,0233	|0,9500 - 0,9767|=0,0267

Untuk mencari perhitungan di atas caranya adalah:

a) Pada kolom A merupakan data yang telah diurutkan mulai dari data terkecil sampai data terbesar.
b) Data pada kolom B merupakan z skor (skor standar deviasi) di mana rumusnya adalah:

$$z = \frac{\left(X - \bar{X}\right)}{s}$$

Adapun harga yang telah diketahui yakni untuk X = 13 dan $\bar{X}$ = 31,7 dan s = 12,24 sehingga pada baris ke-1, nilai z skornya adalah:

$$z = \frac{(13 - 31,7)}{12,24} = -1,53$$

Pada baris ke ke-20 dengan X=56, dapat dicari nilai z skornya yaitu:

$$z = \frac{(56 - 31{,}7)}{12{,}24} = 1{,}99$$

Sebagai catatan: untuk memudahkan mencari z tabel pada langkah berikutnya, semua hasil perhitungan pada z skor menggunakan dua angka dibelakang koma (dua contoh di atas seperti -1,53 dan 1,99).

c) Pada kolom C, merupakan angka yang berasal dari z_{tabel} sehingga dengan menggunakan baris ke-1 dengan X = 13, dan z = -1,53 diperoleh z_{tabel} = 0,4370.

d) Pada kolom D merupakan proporsi yang dicari berdasarkan nilai ($p \pm 0{,}5$) sehingga pada baris ke-1 proporsinya dapat dicari yaitu: 0,5000 – 0,4370=0,0630. Sedangkan pada baris ke-12 adalah: 0,5000 + 0,1064 = 0,6064. (perhatikan tanda + dan – pada kolom B).

e) Kolom E merupakan proporsi kumulatif yang berasal dari nomor urut dibagi dengan jumlah sampel, sehingga pada baris ke-1 proporsinya adalah (1/20=0,0500). Sedangkan pada baris ke-20, harga proporsi kumulatifnya adalah (20/20=1,0000).

f) Pada kolom F merupakan nilai absolut (nilainya positif) berasal dari pengurangan antara proporsi antara kolom E dan D atau $F_i = |E_i - D_i|$ Penghitungan pada baris ke-1 di mana $D_i = F_o(X_i) =$ 0,0500 dan $E_i = S(X_i) =$ 0,0630 sehingga:

$F_i = |E_i - D_i| = S(X_i) - F_o(X_i) = |0{,}0500 - 0{,}0630| = -0{,}0130$

$(\textit{skor ini diubah menjadi skor absolut} = 0{,}0130)$

g) Pada kolom G merupakan skor absolut yang berasal dari pengurangan antara kolom D = $F_o(X_i)$ kolom E = $S(X_{i-1})$ sehingga $G_i = |S(X_{i-1}) - F_o(X_i|$. Sebagai contoh apabila dihitung pada baris ke-8 di mana $D_i = F_o(X_i)$ = 0,3250 dan E= $S(X_{i-1})$ =0,3500, maka:

$G_i = |S(X_{i-1}) - F_o(X_i| = 0{,}3250 - 0{,}3500 = -0{,}0020$

$(\textit{angka ini diubah menjadi skor absolut} = 0{,}0020)$

Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga D= 0,0857.

4) Mencari harga D_{tab} dengan menggunakan tabel Kolmogorof-Smirnof pada n= 20 pada derajat 5%, sehingga harga $D_{tab:\,0,05}$ = 0,294

5) Menarik kesimpulan. Karena harga $D_{hit} < D_{tab}$ (0,0857 < 0,294), maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa data sampel berasal distribusi normal pada tingkat kecemasan siswa pada rata-rata usia 15 tahun.

5. Uji Run

Uji run merupakan salah satu prosedur uji statistik untuk menguji apakah sampel yang mewakili suatu populasi sudah terambil secara acak (*random*) atau tidak. Apabila dalam sebuah penelitian dengan menggunakan uji run, ditemukan bahwa distribusi populasi tidak terambil secara random, maka dapat dijelaskan bahwa sampel tidak mewakili populasi. Dalam uji run, setiap percobaan, hasilnya harus menjadi k = 2 alternatif. Satu alternatif disebut sebagai percobaan n_1 dan alternatif lainnya disebut percobaan n_2, sehingga $n_1 + n_2 = N$.

Untuk memahami lebih lanjut pengertian *run*, digambarkan melalui ilustrasi di bawah ini pada jumlah percobaan tiga kali melempar koin dengan jumlah lemparan sepuluh kali lemparan.

Tabel 6.16 Data Percobaan Lempar Koin

Percobaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Seri A	M	M	T	T	M	M	M	T	T	T
Seri B	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
Seri C	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Pada percobaan seri A dan B jumlah $n_1 = 5$ (hitung jumlah M dan T), dan $n_2 = 5$. Sedangkan pada percobaan seri C jumlah $n_1 = 10$, dan $n_2 = 0$ (lihat lagi hanya jumlah T yang muncul, sedangkan M tidak).

Pada seri A, jumlah run yang muncul adalah 4 run. Run pertama terdiri dari percobaan 1 dan 2. Run kedua terdiri dari percobaan 3 dan 4. Run ketiga yaitu percobaan 5, 6, dan 7. Run keempat merupakan percobaan 8, 9, dan 10. Data hasil pelemparan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\underline{MM}\ \ \underline{TT}\ \ \underline{MMM}\ \ \underline{TTT}$$

Pada seri B terdapat 10 run. Setiap percobaan mewakili run sehingga dapat digambarkan:

$$\underline{M}\ \underline{T}\ \underline{M}\ \underline{T}\ \underline{M}\ \underline{T}\ \underline{M}\ \underline{T}\ \underline{M}\ \underline{T}$$

Sedangkan pada seri C tidak memiliki run karena pada percobaan ini tidak memunculkan perbedaan alternatif sehingga pada percobaan ini digambarkan:

T T T T T T T T T T

Sampel Kecil. Langkah untuk menguji hipotesis dengan menggunakan uji run pada sampel kecil sebagai berikut:

1) Membuat hipotesis penelitian.
2) Menghitung jumlah run.
3) Mencari harga r_1 dan r_2 dengan menggunakan tabel run.
4) Membuat kesimpulan dengan menerima atau menolak H_o

Contoh 6.14

Seorang Kepala Sekolah mendengar bahwa hasil belajar siswa pada semester ini kurang baik. Kepala Sekolah tersebut ingin mengetahui apakah terjadinya hasil belajar yang jelek itu terjadi kebetulan ataukah karena proses pembelajaran yang kurang baik. Untuk itu diambil 20 siswa yang dijadikan sampel dengan hasil sebagai berikut:

B B J B B B J J B B B J J J B J J B J J

Ket:

B = Baik

J = Jelek

Dengan menggunakan prosedur menggunakan uji Run, dapat dihitung sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitiannya, yaitu:

   H_0 = Jeleknya hasil belajar berasal dari *random* sampel

   H_1 = Jeleknya hasil belajar bukan dari dari *random* sampel

2) Menghitung jumlah run.

   Berdasarkan data di atas dari jumlah sampel sebanyak 20 siswa diperoleh jumlah *r* nya= 10 run. Perhitungan jumlah run yakni: B B (run 1), J (run 2), B B B (run 3), J J (run 4), B B B (run 5), J J J (run 6), B (run 7), JJ (run 8), B (run 9) dan JJ (run 10). Ilustrasi jumlah run dapat dilihat dibawah ini:

   $$\underline{BB}\ \underline{J}\ \underline{BBB}\ \underline{JJ}\ \underline{BBB}\ \underline{JJJ}\ \underline{B}\ \underline{JJ}\ \underline{B}\ \underline{JJ}$$

3) Mencari harga r_{tab} dengan menggunakan tabel run. Dengan data n_1 = 10 dan n_2 = 10, maka $r_{tab:1}$ = 6 dan $r_{tab:2}$ = 16

4) Kesimpulan. Karena harga *r*= 10 terletak antara $r_{tab:1}$= 6 dan $r_{tab:2}$ = 16, berarti H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa sampel berasal dari *random* sehingga jeleknya hasil belajar masih dapat ditolerir karena jeleknya hasil belajar dari ini 20 siswa bersifat acak. Jeleknya hasil belajar bukan karena faktor proses belajar mengajar.

Untuk menguji hipotesis dengan jumlah N yang besar (N≥25) dengan menggunakan uji run, rumusnya adalah:

$$z = \frac{r - u_r}{\sigma_r} = \frac{r - \left[\dfrac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1\right]}{\sqrt{\dfrac{2n_1n_2\,|2n_1n_2 - n_1 - n_2|}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}}$$

Dengan menggunakan contoh di atas di mana *r* =10, n_1 = 10, dan n_1 = 10, maka perhitungannya adalah:

$$z = \frac{10 - \left[\dfrac{2(10)(10)}{10 + 10} + 1\right]}{\sqrt{\dfrac{2(10)(10)\,|2(10)(10) - 10 - 10|}{(10 + 10)^2(10 + 10 - 1)}}}$$

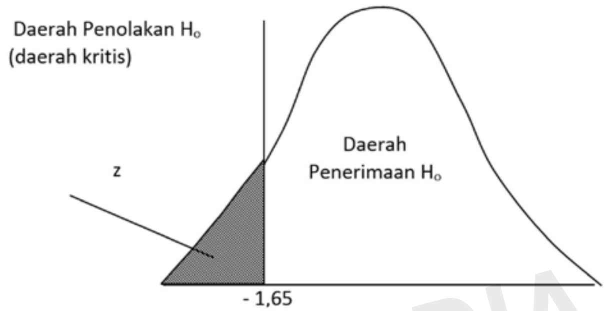
$$z = \frac{-1}{\sqrt{94,49}} = -0,10$$

Setelah diperoleh harga *z* = -0,10, untuk menyimpulkan hasil penelitian dengan menggunakan tabel z baik pada taraf 1% atau 5% pada uji hipotesis satu sisi sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 6.17. Harga z 0,05 dan 0,01 pada Satu Sisi dan Dua Sisi

	$z_{0,05}$	$z_{0,01}$
Uji Hipotesis 2 ekor	1,96	2,58
Uji Hipotesis 1 ekor	1,65	2,33

Apabila uji hipotesa dengan menggunakan satu sisi pada derajat 5%, diperoleh harga $z_{0,05}$ = 1,65. Ini berarti harga z = -0,10 berada pada daerah penerimaan H_0 yang berarti H_1 ditolak. Untuk melihat daerah penerimaan H_0 dapat dilihat pada gambar kurva berikut:



Gambar 6.21. Kurva Normal Satu Sisi

Menarik kesimpulan. Karena harga z = -0,10 pada taraf signifikansi α = 0,05 berada pada daerah penerimaan H_0, dapat disimpulkan yang sama bahwa bahwa sampel berasal dari *random* sehingga jeleknya hasil belajar masih dapat ditolerir karena jeleknya hasil belajar dari 20 siswa diperoleh secara acak, bukan karena faktor proses belajar mengajar.

C. LATIHAN:

1. Sebuah lembaga pendidikan menyatakan bahwa rata-rata hasil belajar murid yang mengikuti kegiatan les adalah 80. Dengan menggunakan data sebanyak 20 murid yang mengikuti les sebagai berikut:

70	65	65	80	50	85	85	70	75	75
90	70	75	55	55	80	90	75	80	60

Dengan menggunakan uji t satu sampel, maka:

a) Buatlah uji hipotesis penelitian dan statistiknya!
b) Hitunglah harga t nya!
c) Buatlah gambar kurvanya baik pada uji pihak kanan, kiri, atau dua pihak!
d) Tarik kesimpulan penelitian!

2. Ada dugaan bahwa nilai rata-rata ujian nasional pada sebuah daerah adalah 5,5. Diperoleh data dari 50 siswa yang mengikuti Ujian Nasional sebagai berikut:

3,50	3,25	4,00	7,25	8,00	5,50	5,75	4,35	5,45	7,25
8,25	7,00	3,25	4,75	4,25	7,25	8,50	3,35	7,50	6,00
6,00	3,95	7,25	4,85	7,85	6,00	6,50	7,00	6,45	3,35
7,00	4,25	5,00	8,55	7,50	8,00	6,00	7,50	6,75	7,25
4,75	5,50	7,00	3,30	5,00	7,25	4,25	7,65	7,00	8,25

Dengan menggunakan uji z satu sampel, maka:
a) Buatlah uji hipotesis penelitian dan statistiknya
b) Hitunglah harga t nya
c) Buatlah gambar kurvanya baik pada uji pihak kanan, kiri, atau dua pihak
d) Tarik kesimpulan penelitian

3. Dengan menggunakan data di atas, uji pula hipotesisnya dengan menggunakan rumus Kai Kuadrat satu sampel.

4. Telah diuji dua model pembelajaran terbaru di dalam kelas. Setelah kedua model pembelajaran tersebut dilakukan, guru akan menguji model pembelajaran mana yang lebih disukai siswa. Dengan jumlah sampel sebanyak 150 siswa diperoleh data sebagai berikut:

Metode yang disukai	Frekuensi Jawaban Siswa
Model Pembelajaran Jigsaw	80
Model Pembelajaran NGT	70

Dengan menggunakan uji Binomial, berdasarkan data di atas, buatlah:
a) Uji hipotesis penelitian dan statistiknya!
b) Hitung harga Binomialnya!
c) Tarik kesimpulan penelitian

5. Sebuah layanan Bimbingan dan Konseling menerima layanan selama 6 bulan dengan data sebagai berikut:

Bulan	Frekuensi Kunjungan
1	50
2	45
3	55
4	60
5	50
6	40

Ujilah hipotesis yang menyatakan bahwa jumlah orang yang melakukan kunjungan pada setiap bulannya adalah sama.

6. Diperoleh data sebagai berikut:

35	40	45	42	30	30	45	75	75	60	65	60
55	45	60	65	70	45	30	50	60	65	60	55

Ujilah data di atas apakah berdistribusi dengan normal!

7. Dari hasil ujian yang dilakukan oleh sekolah dari 30 siswa yang dikategori Lulus (L) dan tidak Lulus (T), diperoleh data sebagai berikut:

L	T	T	L	T	L	L	T	T	L
L	T	T	L	T	L	T	T	T	L

Dengan menggunakan uji run, buktikan bahwa data di atas berasal dari *random sampling.*

BAB
7

UJI ASUMSI KLASIK DAN POST HOC

A. UJI ASUMSI KLASIK UNTUK STATISTIK PARAMETRIK

Pada bahasan sebelumnya telah dibahas bahwa di dalam statistik inferensial terdiri dari dua jenis yaitu statistik parametrik dan non parametrik. Statistik nonparametrik adalah statistik yang tidak membutuhkan uji persyaratan di dalam melakukan analisis data. Sedangkan statistik parametrik merupakan statistik yang membutuhkan beberapa persyaratan dan asumsi sebelum menggunakan rumus statistik. Beberapa persyaratan dan asumsi yang dilakukan dalam statistik parametrik adalah uji normalitas, homogenitas, linieritas, kolinieritas, otokorelasi, dan homosdekastisitas.

1. Uji Normalitas Data

Statitika parametrik membutuhkan asumsi kenormalan sebuah data dengan tujuan untuk memilih uji statistik yang akan digunakan. Apabila data yang diuji menunjukkan data tersebut normal, uji statistik yang digunakan yaitu statistik parametrik. Sebaliknya, apabila data yang diuji menunjukkan data tersebut berdistribusi tidak normal, sebaiknya uji statistik yang digunakan adalah statistik non-parametrik (pengelompokan uji dan rumus statistik parametrik dan non parametrik dapat dilihat pada BAB I). Beberapa rumus untuk menguji kenormalan suatu data di antaranya dengan menggunakan uji Lilliefors, Kolmogorov-Smirnov dan Kai Kuadrat.

a. Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov-Smirnov digunakan apabila data yang diuji berupa data tunggal atau bukan berbentuk interval. Konsep dasar dari uji ini adalah dengan membandingkan distribusi data dengan distribusi normal baku di mana distribusi normal baku didistribusikan ke dalam bentuk z-skor. Langkah-langkah uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov-Smirnov sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis uji normalitas data
- Menyusun data dari terkecil hingga terbesar
- Menentukan proporsi kumulatif (KP)
- Menentukan mean dan standar deviasi data
- Menentukan angka baku dengan menggunakan rumus:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s}$$

- Mencari nilai z_{tab} dengan tabel z berdasarkan angka Z_i
- Menghitung nilai a_1 dengan cara:

$$a_1 = KP - Z_{tab}$$

- Menghitung nilai a_0 dengan cara:

$$a_0 = P - a_1$$

- Mencari nilai maksimum pada a_1 atau a_0
- Mencari harga D_{tab} dengan menggunakan tabel Kolmogorov-Smirnov
- Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan nilai a_{max} dan D_{tab}. Terima H_0 apabila $a_{max} < D_{tab}$.

Contoh 7.1

Diperoleh data penelitian tentang Kemampuan Berpikir Kreatif dari 20 siswa sebagai berikut:

Tabel 7.1. Skor Kemampuan Berpikir Kreatif

35	68
37	70
40	70
40	70
50	73
50	75
52	78
57	81
59	84
63	90

Dengan menggunakan uji normalitas Lilliefors diperoleh penghitungan sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis uji normalitas data

   H_0 = data berdistribusi normal

   H_1 = data tidak berdistribusi normal

Hipotesis statistik normalitas data:

$$H_0 : D_{hit} \leq D_{tab}$$
$$H_1 : D_{hit} > D_{tab}$$

2) Menghitung mean dan standar deviasi data dengan menggunakan tabel bantu yaitu:

Tabel 7.2. Harga $\Sigma f_i.X_i$ dan $\Sigma f\left(X_i - \bar{X}\right)^2$

No	X_i	f_i	$f_i . X_i$	$(X_i - \bar{X})^2$	$f_i(X_i - \bar{X})^2$
1	35	1	35	-27,1	734,41
2	37	1	37	-25,1	630,01
3	40	2	80	-22,1	976,82
4	50	2	100	-12,1	292,82
5	52	1	52	-10,1	102,01
6	57	1	57	-5,1	26,01
7	59	1	59	-3,1	9,61
8	63	1	63	0,9	0,81
9	68	1	68	5,9	34,81
10	70	3	210	7,9	187,23
11	73	1	73	10,9	118,81
12	75	1	75	12,9	166,41
13	78	1	78	15,9	252,81
14	81	1	81	18,9	357,21
15	84	1	84	21,9	479,61
16	90	1	90	27,9	778,41
		20	1242		5147,8

a) Untuk rata-rata data di atas yaitu:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f X_i}{n} = \frac{1242}{20} = 62,10$$

b) Untuk mencari standar deviasi yaitu:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma f\left(X - \bar{X}\right)^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{5147,8}{20-1}} = 16,46$$

3) Menentukan harga a_{max} dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.3. Harga a_{max}

X_1	f	P	KP	Z_1	Z_{tab}	a_0	a_1
35	1	0,05	0,05	-1,6464	0,0495	0,050	0,001
37	1	0,05	0,10	-1,5249	0,0643	0,014	0,036
40	2	0,10	0,20	-1,3426	0,0901	0,010	0,110
50	2	0,10	0,30	-0,7351	0,2296	0,030	0,070
52	1	0,05	0,35	-0,6136	0,2877	0,012	0,062
57	1	0,05	0,40	-0,3098	0,3783	0,028	0,022
59	1	0,05	0,45	-0,1883	0,4247	0,025	0,025
63	1	0,05	0,50	0,0547	0,5199	0,070	0,020
68	1	0,05	0,55	0,3584	0,6406	0,141	0,091
70	3	0,15	0,70	0,4800	0,6488	0,099	0,051
73	1	0,05	0,75	0,6622	0,7291	0,029	0,021
75	1	0,05	0,80	0,7837	0,7823	0,032	0,018
78	1	0,05	0,85	0,9660	0,834	0,034	0,016
81	1	0,05	0,90	1,1482	0,8749	0,025	0,025
84	1	0,05	0,95	1,3305	0,9082	0,008	0,042
90	1	0,05	1,00	1,6950	0,9554	0,005	0,045

Cat:

- Pada kolom ke-5 baris pertama dengan harga $X = 35$, harga Z_i dengan cara:

  $$Z_i = \frac{35 - 62{,}10}{16{,}46} = -1{,}6464$$

  Cara ini digunakan untuk mencari nilai Z_i pada baris lainnya.

- Pada kolom ke-8 baris pertama dengan harga KP = 0,05 dan Z_{tab} = 0,0495, diperoleh harga a_1 = 0,05 – 0,0495 = 0,001
  Cara ini digunakan untuk mencari nilai a_1 pada baris lainnya.

- Pada kolom ke-7 baris kesembilan dengan harga P = 0,05 dan a_1 = -0,091, diperoleh harga a_0= 0,05 – (-0,091) = 0,141. Nilai -0,091 merupakan nilai asli sebelum dihilangkan tanda minusnya. Cara ini digunakan untuk mencari nilai a_0 pada baris lainnya.
  Dari penghitungan di atas diperoleh nilai a_{max} = 0,141

4) Dengan n = 20 pada α = 0,05, diperoleh harga $D_{tab:0{,}05:20} = 0{,}294$
5) Menarik kesimpulan. Karena harga $a_{max} < D_{tab}$ (0,141 < 0,294), maka H_0 diterima. Kesimpulannya adalah data hasil Berpikir Kreatif dari 20 siswa berdistribusi normal.

b. Uji Lilliefors

Uji Lilliefors dikembangkan oleh seorang profesor di bidang statistik Universitas George Washington yang bernama Hubert Lilliefors. Uji ini dikembangkan berdasarkan uji normalitas Kolmogorov Smirnov. Beberapa persyaratan data dengan menggunakan uji normalitas Lilliefors adalah:

(1) Data dalam bentuk skala rasio atau interval.
(2) Data berbentuk data tunggal atau data tidak dalam bentuk interval atau kelompok
(3) Digunakan dalam sampel kecil.

Untuk prosedur atau langkah menggunakan uji normalitas Lilliefors sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis uji normalitas data.
- Menentukan harga L_o dengan melihat harga L_o terbesar.
- Mencari harga L_{tab} dengan menggunakan tabel Lilliefors.
- Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan nilai L_o dan L_{tab}. Terima H_o apabila $L_o < L_{tab}$.

Contoh 7.2

Dengan menggunakan data pada 7.1 diperoleh penghitungan normalitas data dengan menggunakan uji Lilliefors sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis

H_o = data berdistribusi normal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

Hipotesis statistik normalitas data:

$$H_o : L_o \le L_{tab}$$
$$H_1 : L_o > L_{tab}$$

2) Menentukan harga L_o dengan menggunakan tabel bantu yaitu:

Tabel 7.4. Harga L_o

No	X_1	f_i	$fkum\le$	Z_i	Z_{tab}	$f\|Z_i\|$	$S\|Z_i\|$	$f\|Z_i\| - S\|Z_i\|$
1	35	1	1	-1,65	0,4505	0,0495	0,0500	0,0005
2	37	1	2	-1,52	0,4357	0,0643	0,1000	0,0357
3	40	2	4	-1,34	0,4099	0,0901	0,2000	**0,1099**
4	50	2	6	-0,74	0,2703	0,2297	0,3000	0,0703
5	52	1	7	-0,61	0,2291	0,2709	0,3500	0,0791
6	57	1	8	-0,31	0,1217	0,3783	0,4000	0,0217
7	59	1	9	-0,19	0,0753	0,4247	0,4500	0,0253
8	63	1	10	0,05	0,0199	0,5199	0,5000	0,0199
9	68	1	11	0,36	0,1406	0,6406	0,5500	0,0906
10	70	3	14	0,48	0,1844	0,6844	0,7000	0,0156
11	73	1	15	0,66	0,2454	0,7454	0,7500	0,0046
12	75	1	16	0,78	0,2823	0,7823	0,8000	0,0177
13	78	1	17	0,97	0,334	0,834	0,8500	0,0160
14	81	1	18	1,15	0,3749	0,8749	0,9000	0,0251
15	84	1	19	1,33	0,4082	0,9082	0,9500	0,0418
16	90	1	20	1,70	0,4554	0,9554	1,0000	0,0446

Keterangan:

(1) Untuk mencari Z_i pada kolom 3 rumusnya adalah:

$$Z_i = \frac{X - \bar{X}}{SD}$$

Sebagai contoh perhatikan pada baris pertama di mana X = 35. Dengan menggunakan rumus di atas diperoleh harga Z_i sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{35 - 62{,}10}{16{,}46} = -1{,}65$$

(2) Untuk mencari harga z tabel sebagaimana pada kolom 4 adalah dengan menggunakan z tabel dengan mengabaikan tanda negatif. Perhatikan pada Z_i = –1,65 atau 1,65. Langkah selanjutnya adalah melihat harga 1,65 pada z tabel dengan cara mengambil satu angka setelah koma untuk menentukan kolom dan harga mana yang akan dipilih. Artinya pada tabel z perhatikan baris harga 1,6 dan perhatikan kolom pada harga 5 sehingga ditemukan harga z tabel untuk 1,65 = 0,4505.

(3) Untuk mencari harga $F|Z_i|$ adalah dengan mengurangi angka 0,5 dengan harga Z_{tab} apabila Z_i bertanda negatif. Sebaliknya menambahkan angka 0,5 dengan harga Z_{tab} apabila Z_i bertanda positif. Perhatikan pada baris pertama di mana Z_i = -1,65 (bertanda negatif) sehingga $F|Z_i|$ = 0,5 – 0,4505 = 0,0495. Perhatikan pada baris ke-10 di mana Z_i = 0,05 (bertanda positif) sehingga perhitungan harga $F|Z_i|$ = 0,5 + 0,0199 = 0,5199.

(4) Untuk menghitung harga $S|Z_i|$ adalah menghitung frekuensi kumulatif nyata masing-masing baris dengan rumus:

$$S|Z_i| = \frac{f_{kum\leq}}{n}$$

Perhatikan baris ke-4 pada X = 50 di mana $f_{kum\leq}$ adalah 6 sehingga:

$$S|Z_i| = \frac{6}{20} = 0{,}30$$

Perhatikan pula baris ke-20 di mana X = 90 di mana $f_{kum\leq}$ adalah 20 sehingga:

$$S|Z_i| = \frac{20}{20} = 1{,}0000$$

(5) Untuk kolom terakhir abaikan tanda (-) apabila ditemukan tanda negatif pada hasil pengurangan.

Dari data di atas diperoleh L_O = 0,1099

3) Mencari harga L_{tab} di mana n=20 sehingga $L_{0,05:20}$ = 0,190

4) Kesimpulan. Karena harga $L_o < L_{tab}$ atau 0,1099 < 0,190 sehingga H_O diterima. Kesimpulannya adalah data terdistribusi dengan normal.

c. Uji Kai Kuadrat

Salah satu rumus untuk menguji kenormalan sebuah data adalah dengan menggunakan rumus uji Kecocokan Kai Kuadrat atau dikenal pula dengan sebutan uji

Goodness of Fit Distribution Normal. Kai kuadrat merupakan uji untuk membandingkan antara data empirik (*observed*) dan data harapan (*expected*). Uji Kai Kuadrat digunakan apabila jumlah sampel besar (n>30) dan data berbentuk kelompok serta disusun dengan menggunakan kelas atau interval. Rumus uji Kai Kuadrat sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_e - f_o)^2}{f_e}$$

Prosedur atau langkah uji normalitas dengan menggunakan rumus Kai Kuadrat yaitu:

- Membuat interval atau kelas pada data kelompok.
- Menentukan hipotesis uji normalitas data.
- Mencari rata-rata dan standar deviasi masing-masing kelompok data.
- Mencari harga Kai Kuadrat dengan menentukan harga-harga berikut:
  a) Menentukan tepi kelas (TK) bawah dan atas
  b) Mencari harga $F(Z_i)$ dengan rumus:
  $$F(Z_i) = \frac{TK - \bar{X}}{s}$$
  c) Mencari harga $F(Z_i)$ dengan ketentuan:
  Jika Z_i bertanda minus maka $F(Z_i) = 0{,}50 - Z_{tab}$
  Jika Z_i bertanda positif maka $F(Z_i) = 0{,}50 + Z_{tab}$
  d) Mencari harga L_i dengan rumus:
  $$L_i = F(Z_i) - F(Z_{i-1})$$
- Menentukan harga Kai Kuadrat.
- Mencari harga χ^2_{tab} dengan cara dk = k – 1.
- Mengambil kesimpulan dengan membandingkan harga χ^2_{hit} dan χ^2_{tab}. Terima H_0 apabila $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tab}$.

Contoh 7.3

Diperoleh sebuah data penelitian tentang Kompetensi Kepala Sekolah dari 50 sampel yang telah disusun secara berkelompok sebagai berikut:

Tabel 7.5. Skor Kompetensi Kepala Sekolah

No	Interval	*f*
1	45 – 49	4
2	50 – 54	7
3	55 – 59	12
4	60 – 64	20
5	65 – 69	4
6	70 – 74	3

Berdasarkan prosedur langkah uji normalitas dengan menggunakan Kai Kuadrat diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis uji normalitas sebagai berikut:

H_0 = Data berdistribusi normal

H_1 = Data tidak berdistribusi normal

Hipotesis statistik:

$$H_o : \chi^2_{hit} \leq \chi^2_{tab}$$
$$H_1 : \chi^2_{hit} > \chi^2_{tab}$$

2) Penghitungan nilai rata-rata dan standar deviasi data sebagai berikut:

Tabel 7.6. Harga $\Sigma f_o, \Sigma f_o.X_i, \Sigma f.\left(X_i - \bar{X}\right)^2$

Interval	f_o	X_i	$f_o.X_i$	$(X_i - \bar{X})^2$	$f.(X_i - \bar{X})^2$
45 - 49	3	47	141	179,56	538,68
50 - 54	6	52	312	70,56	423,36
55 - 59	10	57	570	11,56	115,60
60 - 64	20	62	1240	2,56	51,20
65 - 69	7	67	469	43,56	304,92
70 - 74	4	72	288	134,56	538,24
	50		3020		1972

Dari data di atas diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi data sebagai berikut:

a) a) Untuk rata-rata data yaitu:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma f X_i}{n} = \frac{3020}{50} = 60,40$$

b) Untuk harga standar deviasi data yaitu:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma f\left(X - \bar{X}\right)^2}{n-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{1972}{50-1}} = 6,34$$

3) Menghitung harga Kai Kuadrat dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.7. Harga Kai Kuadrat

Interval	f_0	Tepi Kelas	Z_i	Z_{tab}	$f(Z_i)$	L_i	L_e	$\frac{\left(f_e - f_o\right)^2}{f_e}$
		44,5	-2,51	0,494	0,006			
45 – 49	3					0,0367	1,835	0,74
		49,5	-1,72	0,4573	0,0427			
50 – 54	6					0,1335	6,675	0,07
		54,5	-0,93	0,3238	0,1762			
55 – 59	10					0,2681	13,405	0,86
		59,5	-0,14	0,0557	0,4443			

Interval	f_0	Tepi Kelas	Z_i	Z_{tab}	$f(Z_i)$	L_i	L_e	$\frac{(f_e - f_o)^2}{f_e}$
60 – 64	20					0,2814	14,07	2,5
		64,5	0,65	0,2257	0,7257			
65 – 69	7					0,1994	9,97	0,88
		69,5	1,44	0,4251	0,9251			
70 – 74	4					0,0617	3,085	0,27
		74,5	2,22	0,4868	0,9868			
						1		χ^2 **= 5,32**

Untuk menghitung harga pada masing-masing kolom dengan menggunakan cara sebagai berikut:

1) Pada kolom ke-4 baris pertama dengan harga TK=44,5, harga Z_i diperoleh dengan cara:

$$Z_i = \frac{44,50 - 60,40}{6,34} = -2,51$$

Cara ini digunakan untuk mencari nilai Z_i pada baris lainnya.

2) Pada kolom ke-6 pada baris pertama dengan harga $Z_i = -2,51$ (bertanda negatif), $Z_{tab} = 0,494$, maka harga $F(Z_i) = 0,50 - 0,494 = 0,006$. Perhatikan pula pada baris ke-9 di mana harga $Z_i = 0,65$ (bertanda positif), Z_{tab}=0,2257, maka harga $F(Z_i) = 0,50 + 0,2257 = 0,7257$.
3) Pada kolom ke-7 pada baris ke- 1 (0,006) dan ke-3 (0,0427), maka harga L_i = 0,006 – 0,0427 = 0,0367 (tanda minus dihilangkan).
4) Untuk kolom ke-8 pada baris ke dua di mana harga L_i = 0,0367, harga f_e diperoleh dengan cara: f_e = 0,0367 X 50 = 1,835.

- Mencari harga χ^2_{tab} di mana dk – 1 = 6 – 1= 5 sehingga $\chi^2_{0,05:5}$ = 11,07
- Karena harga $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tab}$ atau 5,32 < 11,07 sehingga H_O diterima.
  Kesimpulannya adalah data pada penelitian Kompetensi Kepala Sekolah berdistribusi normal.

2. Uji Homogenitas Data

Uji Homogenitas data adalah merupakan uji untuk memberikan informasi bahwa data penelitian masing-masing kelompok data berasal dari populasi yang tidak berbeda jauh keragamannya. Hal ini dijelaskan oleh Kadir (2014) bahwa homogenitas data mempunyai makna bahwa data memiliki variasi atau keragaman nilai sama atau secara statistik sama. Hasil uji homogenitas yang baik apabila hasil uji tersebut apabila simpangan estmasinya mendekati angka 0 (nol). Uji ini dilakukan sebagai salah satu syarat uji statistika parametrik di antaranya uji t, uji regresi dan Anava.

Ada dua model untuk menguji homogenitas data yaitu: (1) uji homogenitas untuk dua kelompok data; dan (2) uji homogenitas data dua kelompok atau lebih. Untuk uji homogenitas dua kelompok dapat menggunakan uji T dan uji F, sedangkan untuk data berkelompok baik untuk dua data atau lebih, uji homogenitas yang digunakan adalah dengan uji Hartley F_{maks} dan uji Bartlett.

a. Uji t untuk Homogenitas Sampel Dependen

Uji t untuk uji homogenitas sampel dependen adalah untuk menguji asumsi homogenitas varian dari dua data pada kelompok kelas yang berasal dari kelompok atau sampel yang sama. Rumus uji t untuk homogenitas yaitu:

$$t = \frac{(s_t - s_r)\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{4 s_t s_r \left(1 - r_{x_1 x_2}^2\right)}} \text{ di mana}$$

S_t = standar deviasi tinggi dari varian populasi

S_t = standar deviasi rendah dari varian populasi

Prosedur untuk melakukan tes homogenitas uji t pada sampel dependen adalah sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis uji homogenitas
- Mencari harga standar deviasi masing-masing kelompok dengan rumus:

$$s_i = \sqrt{\frac{\Sigma X_i^2 - \frac{(\Sigma X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

- Mencari harga rata-rata standar deviasi rata-rata masing-masing kelompok dengan rumus:

$$s_{\bar{x}_i} = \frac{s_i}{\sqrt{n}}$$

- Mencari nilai korelasi antara X_1 dan X_2 dengan rumus:

$$r_{x_1 x_2} = \frac{\sum X_1 X_2 - \frac{(\sum X_1)(\sum X_2)}{N}}{\sqrt{\left[\sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{N}\right]\left[\sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{N}\right]}}$$

- Mencari harga t_{tab} dengan menggunakan tabel distribusi t dengan melihat jumlah n atau sampel dengan rumus: dk = $n - 2$
- Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan nilai L_o dan L_{tab}. Tolak H_0 apabila $L_o > L_{tab}$.

Contoh 7.4

Diperoleh data penelitian dari dua model pembelajaran untuk diuji homogenitas datanya sebagaimana di bawah ini:

Tabel 7.8. Skor Model TGT dan Ceramah

Model TGT	5, 7, 8 , 6, 9, 7, 8, 9, 4, 10
Ceramah	3, 5, 7, 7, 5, 6, 7, 4, 5, 6

Dengan menggunakan prosedur atau langkah uji homogenitas uji t diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis uji homogenitas uji t yaitu:
   H_O = Data memiliki varians yang sama atau homogen
   H_1 = Data tidak memiliki varians yang sama atau homogen
   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

2) Menentukan harga standar deviasi dan rata-rata standar deviasi masing-masing kelompok dengan menggunakan tabel bantu yaitu:

Tabel 7.9. Harga $\Sigma X_1, \Sigma X_1^2, \Sigma X_2, \Sigma X_2^2, \Sigma X_1 X_2$

X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_1X_2
5	25	3	9	15
7	49	5	25	35
8	64	7	49	56
6	36	7	49	42
9	81	5	25	45
7	49	6	36	42
8	64	7	49	56
9	81	4	16	36
4	16	5	25	20
10	100	6	36	60
$\Sigma X_1 = 73$	$\Sigma X_1^2 = 565$	$X_2 = 55$	$X_2^2 = 319$	$\Sigma X_1 X_2 = 407$

3) Berdasarkan tabel bantu di atas, diperoleh harga untuk S_1 dan S_1 yaitu:

$$s_1 = \sqrt{\frac{565 - \frac{(73)^2}{10}}{10-1}} = 1{,}90$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{319 - \frac{(55)^2}{10}}{10-1}} = 1{,}35$$

4) Untuk harga rata-rata standar deviasi $s_{\bar{x}_1}$ dan $s_{\bar{x}_2}$ yaitu:

$$s_{\bar{x}_1} = \frac{s_1}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}90}{\sqrt{10}} = 0{,}60$$

$$s_{\bar{x}_2} = \frac{s_2}{\sqrt{n}} = \frac{1{,}35}{\sqrt{10}} = 0{,}43$$

5) Harga korelasi antara X_1 dan X_2 yaitu:

$$r_{y_1 y_2} = \frac{407 - \frac{(73)(55)}{10}}{\sqrt{\left[565 - \frac{(73)^2}{10}\right]\left[319 - \frac{(55)^2}{10}\right]}} = 0,01$$

6) Mencari harga t yaitu:

$$t = \frac{(s_t - s_r)\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{4 s_t s_r \left(1 - r^2_{x_1 x_2}\right)}}$$

$$t = \frac{(0,60 - 0,43)\sqrt{(10-2)}}{\sqrt{4(0,60)(0,43)(1 - 0,01^2)}} = 0,47$$

7) Mencari harga t_{tab} di mana dk = n – 2 = 10 – 2 = 8 sehingga $t_{:0,05:8}$ = 2,31.

8) Menarik kesimpulan. Karena harga $t_{hit} < t_{tab:0,05:8}$ atau 0,47 < 2,31 maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

b. Uji F (Fisher)

Uji homogenitas dengan menggunakan uji F adalah dengan cara membandingkan antara varian terbesar dengan varian terkecil. Uji ini digunakan apabila data yang akan diuji hanya terdiri dari 2 kelompok data saja. Adapun langkah pengujian homogenitas dengan menggunakan uji F sebagai berikut:

- Menentukan uji hipotesis homogenitas.
- Mencari nilai rata-rata masing-masing kelompok.
- Mencari varian data masing-masing kelompok dengan menggunakan rumus:

$$s_i^2 = \frac{\Sigma\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2}{n-1}$$

- Mencari nilai F_{hit} dengan menggunakan rumus:

$$F_{hit} = \frac{varian\,terbesar}{varian\,terkecil}$$

- Mencari harga F_{tab} di mana dk pembilang (varian terbesar) dan dk penyebut (varian terkecil).
- Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan nilai F_{hit} dan F_{tab}. Tolak H_0 apabila $F_{hit} > F_{tab}$.

Contoh 7.5

Berdasarkan contoh 7.3 diperoleh hasil penghitungan dengan menggunakan uji F sebagai berikut:

1) Hipotesis uji homogenitas dengan menggunakan uji F, yaitu:

H_0 = Data memiliki varians yang sama atau homogen
H_1 = Data tidak memiliki varians yang sama atau homogen
Hipotesis statistik:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

2) Menentukan harga rata-rata untuk X_1 dan X_2 yaitu:

$$\bar{X}_1 = \frac{\Sigma f X_1}{n} = \frac{73}{10} = 7,30$$
$$\bar{X}_2 = \frac{\Sigma f X_2}{n} = \frac{55}{10} = 5,50$$

3) Menentukan harga varian masing-masing kelompok data dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.10. Harga $\Sigma\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2$ dan $\Sigma\left(X_2 - \bar{X}_2\right)^2$

Kelompok A		Kelompok B	
X_1	$\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2$	X_2	$\left(X_2 - \bar{X}_2\right)^2$
5	5,29	3	6,25
7	0,09	5	0,25
8	0,49	7	2,25
6	1,69	7	2,25
9	2,89	5	0,25
7	0,09	6	0,25
8	0,49	7	2,25
9	2,89	4	2,25
4	10,89	5	0,25
10	7,29	6	0,25
$X_1 = 73$	$\Sigma\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2 = 32,1$	$X_2 = 55$	$\Sigma\left(X_2 - \bar{X}_2\right)^2 = 16,5$

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh varian pada kelompok A dan B sebagai berikut:

a) Varian data pada kelompok data A:

$$s_A^2 = \frac{\Sigma\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2}{n-1} = \frac{32,1}{9} = 3,57$$

b) Varian data pada kelompok data B:

$$s_B^2 = \frac{\Sigma\left(X_2 - \bar{X}_2\right)^2}{n-1} = \frac{16,5}{9} = 1,83$$

4) Menghitung nilai F_{hit} yaitu:

$$F_{hit} = \frac{varian\,terbesar}{varian\,terkecil} = \frac{3{,}57}{1{,}83} = 1{,}95$$

5) Mencari harga F_{tab} di mana dk pembilang = n – 1 = 10 – 1 = 9 (varian terbesar) dan dk penyebut = n – 1 = 10 – 1 = 9 (varian terkecil) sehingga harga $F_{tab:0,05:9:9} =$ 3,18.

6) Menarik kesimpulan. Karena harga $F_{hit} < F_{tab:0,05:9:9}$ atau 1,95 < 3,18 maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

c. Uji F_{maks} Hartley

Uji ini adalah uji homogenitas yang paling sederhana di antara uji homogenitas lainnya karena Uji $\boldsymbol{F_{maks}}$ Hartley dilakukan dengan cara membandingkan antara varian terbesar dan terkecil dari dua data atau lebih. Karakteristik uji ini di antaranya: 1) dapat digunakan untuk uji homogenitas pada uji t sampel independen dan 2) dapat menguji data kelompok ≥ 2. Karena hanya membandingkan varian terbesar dan terkecil, uji ini dipandang kurang kuat tingkat akurasi dan presisi jika dibandingkan dengan uji homogenitas lainnya. Rumus uji homogenitas $\boldsymbol{F_{maks}}$ Hartley yaitu:

$$F_{max} = \frac{s_{terbesar}}{s_{terkecil}}$$

Untuk uji homogenitas dengan menggunakan uji $\boldsymbol{F_{maks}}$ Hartley dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis homogenitas.
- Mencari standar deviasi terbesar dan terkecil pada masing-masing data dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari harga $\boldsymbol{F_{maks\,tabel}}$ dengan cara di mana dk pembilang = n – 1 (varian terbesar) dan dk penyebut = n – 1 (varian terkecil).
- Mengambil kesimpulan dengan membandingkan harga $\boldsymbol{F_{maks\,hit}}$ dan $\boldsymbol{F_{maks\,tabel}}$. Terima H_0 apabila $\boldsymbol{F_{maks\,hit}} < \boldsymbol{F_{maks\,tabel}}$.

Contoh 7.6

Diperoleh data penelitian tentang Pengaruh Gaji dan Efikasi Diri terhadap Kepuasan Kerja. Masing-masing data penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 7.11. Skor Gaji dan Efikasi Diri

Gaji	40,25,33,16,21,30,22,23,30,30
Efikasi Diri	41,24,23,27,35,22,28,27,31,28
Kepuasan Kerja	34,25,18,31,39,20,25,30,22,30

Dengan menggunakan prosedur penghitungan dengan Uji F_{maks} Hartley, hasil penghitungannya yakni:

1) Hipotesis uji homogenitas dengan menggunakan rumus Hartley F_{maks} yaitu:

H_O = Data memiliki varians yang sama atau homogen

H_1 = Data tidak memiliki varians yang sama atau homogen

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

2) Menentukan harga standar deviasi masing-masing kelompok data sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 7.12. Harga $X_1, X_1^2, X_2, X_2^2, X_3$ dan X_3^2

X_1	X_1^2	X_2	X_2^2	X_3	X_3^2
40	1600	41	1681	34	1156
25	625	24	576	25	625
33	1089	23	529	18	324
16	256	27	729	31	961
21	441	35	1225	39	1521
30	900	22	484	20	400
22	484	28	784	25	625
23	529	27	729	30	900
30	900	31	961	22	484
30	900	28	784	30	900
270	7724	286	8482	274	7896

Berdasarkan data di atas ditentukan standar deviasi masing-masing kelompok yaitu:

$$s_1 = \sqrt{\frac{7724 - \frac{(270)^2}{10}}{10-1}} = 6{,}94$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{8482 - \frac{(286)^2}{10}}{10-1}} = 5{,}80$$

$$s_3 = \sqrt{\frac{7896 - \frac{(274)^2}{10}}{10-1}} = 6{,}57$$

3) Menghitung harga F_{max} yakni:

$$F_{max} = \frac{6{,}94}{5{,}80} = 1{,}20$$

4) Mencari harga F_{tab} di mana dk pembilang = n – 1 = 10 – 1 = 9 (varian terbesar) dan dk penyebut = n – 1 = 10 – 1 = 9 (varian terkecil) sehingga harga $F_{tab:0,05:9:9} = 3{,}18$.

5) Menarik kesimpulan. Karena harga $F_{hit} < F_{tab:0,05:9:9}$ atau 1,20 < 3,18 maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

d. Uji Bartlett

Uji homogenitas data dengan menggunakan Bartlett diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli statistik bernama M.S. Bartlett (1937). Uji ini digunakan untuk menguji sampel yang berasal dari dua kelompok atau lebih. Rumus uji homogenitas dengan menggunakan uji Bartlett sebagai berikut:

$$\chi^2 = (\ln 10)\left(B - \Sigma dk\left(\log s^2\right)\right)$$

Prosedur untuk menggunakan uji homogenitas Barrlett yaitu:

- Menentukan hipotesis homogenitas
- Menentukan varian data masing-masing kelompok dengan menggunakan rumus:

$$s_i^2 = \frac{\Sigma\left(X_1 - \bar{X}_1\right)^2}{n-1}$$

- Mencari varian gabungan dengan menggunakan rumus:

$$s_{gab}^2 = \frac{\Sigma(dk)s_i^2}{\Sigma dk}$$

- Mencari harga log s_{gab}^2 dan harga B. Rumus untuk mencari harga B adalah:

$$B = \left(logs^2\right)\left(\acute{O}dk\right)$$

- Mencari harga χ^2 dengan rumus: $\chi^2 = (\ln 10)\left(B - \Sigma dk\left(\log s^2\right)\right)$
- Menentukan harga χ_{tab}^2 yaitu dengan cara dk = k – 1
- Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan harga χ_{hit}^2 dan χ_{tab}^2. Terima H_0 apabila $\chi_{hit}^2 < \chi_{tab}^2$

Contoh 7.7

Dengan menggunakan contoh pada Tabel 7.11 diperoleh penghitungan homogenitas data sebagai berikut:

1) Uji hipotesis homogenitas dengan menggunakan Bartlett:
   H_o = Data memiliki varians yang sama atau homogen
   H_1 = Data tidak memiliki varians yang sama atau homogen

   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

2) Diperoleh harga rata-rata dan varian masing-masing kelompok dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.13. Harga $\Sigma X_1, \Sigma X_2, \Sigma X_3, \Sigma\left(X_1-\bar{X}_1\right)^2, \Sigma\left(X_2-\bar{X}_2\right)^2, \Sigma\left(X_3-\bar{X}_3\right)^2$

X_1	$\left(X_1-\bar{X}_1\right)^2$	X_2	$\left(X_2-\bar{X}_2\right)^2$	X_3	$\left(X_3-\bar{X}_3\right)^2$
40	169	41	153,76	34	43,56
25	4	24	21,16	25	5,76
33	36	23	31,36	18	88,36
16	121	27	2,56	31	12,96
21	36	35	40,96	39	134,56
30	9	22	43,56	20	54,76
22	25	28	0,36	25	5,76
23	16	27	2,56	30	6,76
30	9	31	5,76	22	29,16
30	9	28	0,36	30	6,76
$\Sigma X_1 = 270$	$\Sigma\left(X_1-\bar{X}_1\right)^2 = 434$	$\Sigma X_2 = 286$	$\Sigma\left(X_1-\bar{X}_1\right)^2 = 302,4$	$\Sigma X_3 = 274$	$\Sigma\left(X_1-\bar{X}_1\right)^2 = 388,4$
$\bar{X}_1 = 27$		$\bar{X}_2 = 28,6$		$\bar{X}_2 = 27,4$	

Dari data di atas, maka diketahui varian harga masing-masing kelompok sebagai berikut:

$$s_1^2 = \frac{434,00}{9} = 48,22$$

$$s_2^2 = \frac{302,40}{9} = 33,60$$

$$s_3^2 = \frac{388,40}{9} = 43,12$$

3) Ditentukan harga s_{gab}^2 dengan menggunakan tabel bantu yaitu:

Tabel 7.14. Harga $\Sigma dk\, s_i^2$

Kelompok	Dk	s_i^2	$log\, s_i^2$	$(dk) log\, s_i^2$	$(dk) s_i^2$
X_1	9	48,22	1,68	15,12	433,98
X_2	9	33,60	1,53	13,77	302,40
X_3	9	43,12	1,63	14,67	388,08
Σ	27	-	-	43,56	1124,46

Dari penghitungan di atas diperoleh harga s_{gab}^2 sebagai berikut:

$$s_{gab}^2 = \frac{\Sigma(dk)s_i^2}{\Sigma dk} = \frac{1124,46}{27} = 41,65$$

4) Diperoleh harga $\log s_{gab}$ dan B yaitu:

$$\log s_{gab}^2 = \log(41,65) = 1,62$$

$$B = \left(log\, s_{gab}^2\right)(\Sigma dk) = 1,62\, X\, 27 = 43,74$$

5) Dari penghitungan di atas, diperoleh harga χ^2 yakni:

$$\chi^2 = (\ln 10)\left(B - \Sigma dk\left(\log s^2\right)\right)$$
$$\chi^2 = (2{,}3026)(43{,}74 - 43{,}56)$$
$$\chi^2 = 0{,}41$$

6) Ditentukan harga χ^2_{tab} yaitu dk = k – 1 = 3 – 1 = 2 sehingga $\chi^2_{tab:0,05:2} = 5{,}99$
7) Menarik kesimpulan. Karena harga $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tab:0,05:2}$ atau 0,41 < 5,99 maka dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen atau data dari ketiga kelompok yaitu Gaji, Efikasi Diri dan Kepuasan Kerja adalah homogen.

3. Uji Linieritas Data

Uji linieritas data digunakan untuk mengetahui apakah dua variabel atau lebih mempunyai hubungan yang linier atau tidak. Uji ini biasanya digunakan sebelum menggunakan analisis regresi dan analisis jalur. Apabila hasil uji linieritas menunjukkan signifikansi linier, ini berarti data yang diperoleh dari penelitian menunjukkan kekonsistenan pada data. Sebaliknya, apabila hasil penghitungan diperoleh bahwa data tidak linier, ini mengindikasikan bahwa data hasil penelitian kurang konsisten pada data. Ini berarti apabila hasil ujinya kurang konsisten, maka analisis atau pengolahan data tidak dapat dilanjutkan ke dalam uji statistiknya seperti analisis regresi dan analisis jalur.

Contoh 7.8

Diperoleh data hasil penelitian Gaya Kepemimpinan dan Motivasi Kerja dari 30 sampel sebagai berikut:

Tabel 7.15. Skor Gaya Kepemimpinan dan Motivasi Kerja

No	Gaya Kepemimpinan (X)	Motivasi Kerja (Y)
1	87	99
2	86	97
3	100	107
4	85	106
5	97	103
6	83	100
7	88	98
8	88	101
9	103	113
10	99	110
11	94	97
12	95	100
13	97	101

No	Gaya Kepemimpinan (X)	Motivasi Kerja (Y)
14	99	96
15	91	97
16	92	94
17	89	94
18	87	91
19	99	91
20	95	103
21	96	107
22	92	95
23	94	96
24	96	96
25	94	98
26	97	93
27	99	99
28	90	99
29	95	106
30	100	105

Berdasarkan data di atas, dapat dihitung linieritas data beserta langkah-langkah sebagai berikut yaitu:

1) Ditentukan uji hipotesis:

H_O = Regresi Berpola Linier

H_1 = Regresi tidak Berpola Linier

Hipotesis statistik:

$$H_o : Y = a + bx$$
$$H_1 : Y \neq a + bx$$

2) Menentukan harga ΣX, ΣY, ΣX^2, ΣY^2 dan ΣXY sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 7.16. Harga ΣX, ΣY, ΣX², ΣY² dan ΣXY

X	*X*²	*Y*	*Y*²	*XY*
87	7569	99	9801	8613
86	7396	97	9409	8342
100	10000	107	11449	10700
85	7225	106	11236	9010
97	9409	103	10609	9991
83	6889	100	10000	8300
88	7744	98	9604	8624

X	X^2	Y	Y^2	XY
88	7744	101	10201	8888
103	10609	113	12769	11639
99	9801	110	12100	10890
94	8836	97	9409	9118
95	9025	100	10000	9500
97	9409	101	10201	9797
99	9801	96	9216	9504
91	8281	97	9409	8827
92	8464	94	8836	8648
89	7921	94	8836	8366
87	7569	91	8281	7917
99	9801	91	8281	9009
95	9025	103	10609	9785
96	9216	107	11449	10272
92	8464	95	9025	8740
94	8836	96	9216	9024
96	9216	96	9216	9216
94	8836	98	9604	9212
97	9409	93	8649	9021
99	9801	99	9801	9801
90	8100	99	9801	8910
95	9025	106	11236	10070
100	10000	105	11025	10500
ΣX=2807	ΣX^2=263421	ΣY=2992	ΣY^2=299278	ΣXY =280234

3) Menghitung nilai koefisien a yaitu:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$a = \frac{(2992)(263421) - (2807)(280234)}{(30)(263421) - (2807)^2} = 65,81$$

4) Menghitung nilai koefisien b yaitu:

$$b = \frac{(N.\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{(30)(280234) - (2807)(2992)}{(30)(263421) - (2807)^2} = 0,36$$

Berdasarkan penghitungan koefisien a dan b diperoleh persamaan regresinya sebagai berikut:

$$Y = 65{,}81 + 0{,}36X$$

5) Menentukan nilai Kuadrat Total yaitu:
JK (T) = $\Sigma Y^2 = 299278$

6) Menentukan nilai Regresi JK (a) yaitu:

$$JK(a) = \frac{(\Sigma Y)^2}{N} = \frac{(2992)^2}{30} = 298402{,}13$$

7) Menentukan nilai kuadrat regresi JK (b/a) yaitu:

$$JK\left(b/a\right) = b\left(\Sigma XY - \frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{N}\right)$$

$$JK\left(b/a\right) = 0{,}36\left(280234 - \frac{(2807)(2992)}{30}\right) = 101{,}712$$

8) Menentukan harga kuadrat sisa JK (S):

$$JK(S) = JK(Tot) - JK(a) - JK\left(b/a\right)$$

$$JK(S) = 299278 - 298402{,}13 - 101{,}712 = 774{,}155$$

9) Menghitung jumlah kuadrat kekeliruan:

$$JK(G) = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{N}$$

Perhitungan JK (galat) selanjutnya dihitung dengan menggunakan tabel sebagai berikut:

Tabel 7.17. Harga JK Galat

X	*k*	*Y*	Y^2	ΣY	ΣY^2	$\Sigma(Y^2)$	*jk(G)*
83	1	99	9801	-	-	-	-
85	2	97	9409	-	-	-	-
86	3	107	11449	-	-	-	-
87	4	106	11236	209	43681	21845	4,5
87		103	10609	-	-	-	
88	5	100	10000	198	39204	19604	2
88		98	9604	-	-	-	-
89	6	101	10201	324	104976	35070	78
90		113	12769	-	-	-	-
91		110	12100	-	-	-	-
92	7	97	9409	197	38809	19409	4,5
92		100	10000	-	-	-	-
94	8	101	10201	294	86436	28826	14

X	*k*	*Y*	*Y²*	*ΣY*	*ΣY²*	*Σ(Y²)*	*jk(G)*
94		96	9216	-	-	-	-
94		97	9409	-	-	-	-
95	9	94	8836	279	77841	25953	6
95		94	8836	-	-	-	-
95		91	8281	-	-	-	-
96	10	91	8281	194	37636	18890	72
96		103	10609	-	-	-	-
97	11	107	11449	298	88804	29690	88,67
97		95	9025	-	-	-	-
97		96	9216	-	-	-	-
99	12	96	9216	386	148996	37270	21
99		98	9604	-	-	-	-
99		93	8649	-	-	-	-
99		99	9801	-	-	-	-
100	13	99	9801	205	42025	21037	24,5
100		106	11236	-	-	-	-
103	14	105	11025	-	-	-	-
				-	-	-	-
							$\Sigma JK(G) = 315{,}17$

Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga *jK(G)* = 315,17

1) Menghitung nilai Kuadrat Tuna Cocok JK (TC)
$JK(TC) = JK(S) - JK(G) = 774{,}155 - 315{,}17 = 458{,}985$

2) Menghitung nilai varian regresi (RJK b/a) = JK (b/a)/1 = 101,712

3) Menghitung varian residu (S^2reg) = RJK (S) yaitu:
$$RJK(S) = \frac{JK(S)}{N-2} = \frac{774{,}155}{28} = 27{,}65$$

4) Menghitung varian tuna cocok (S^2 *tc*)= RJK (TC) yaitu:
$$RJK(S) = \frac{JK(S)}{N-2} = \frac{774{,}155}{28} = 27{,}65$$

5) Menghitung varian kekeliruan (S^2 *G*) = RJK (G) yakni:
$$RJK(G) = \frac{JK(G)}{K-2} = \frac{315{,}17}{12} = 26{,}26$$

6) Menentukan nilai derajat kebebasan (dk) masing-masing sumber varian:
   - dk total = N = 30
   - dk reg (a) = 1
   - dk reg (b/a) = 1

- dk sisa = N – 2 = 30 – 2 = 28
- dk tuna cocok = N – K = 30 – 14 = 16
- dk kekeliruan = K – 2 = 14 – 2 = 12

7) Menghitung Kelinieran Persamaan Regresi:

$$F_o = \frac{RJK(TC)}{RJK(G)} = \frac{28,69}{26,26} = 1,093$$

8) Menentukan F_{tab} di mana dk pembilang= N – K = 30 – 14 = 16 dan dk penyebut= k – 2 = 14 – 2 = 12 sehingga $F_{(tab:0,05:16:12)}$=2,60

9) Membuat ringkasan penghitungan dengan tabel penolong sebagai berikut:

Tabel 7.18. Tabel Penolong Anava

Varian	JK	Dk	RJK	F_{hit}	F_{tab}
Total	299278	30	-	1,093	2,60
Regresi (a)	298402,13	1	298402,13		
Regresi (a/b)	101,712	1	101,712		
Sisa	774,155	28	27,65		
Galat	315,17	12	26,26		
Tuna Cocok	458,985	16	28,69		

10) Membuat kesimpulan. Karena harga $F_{hit} < F_{tab:0,05:16:12}$ atau 1,093 < 2,60 maka dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi $Y = 65,81 + 0,36X$ adalah linier.

4. Uji Autokolerasi

Uji autokorelasi merupakan bagian dari uji asumsi klasik yang digunakan untuk melihat bentuk gangguan dari pengamatan yang berbeda (e_i, e_j). Dengan kata lain uji autokorelasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah dalam model regresi linier terdapat korelasi yang kuat secara positif maupun negatif. Apabila hasil perhitungan ditemukan adanya korelasi pada data, maka hal tersebut diasumsikan terjadinya permasalahan auto korelasi.

Salah satu untuk menguji apakah terjadi korelasi pada data, digunakan uji Durbin-Watson. Uji ini diperkenalkan oleh dua ahli statistik J. Durbin dan G.S. Watson sehingga uji ini dikenal dengan uji Durbin-Watson. Simbol uji Durbin Watson adalah d. Untuk pengambilan keputusan ada tidaknya autokorelasi dengan menggunakan uji Durbin-Watson, dapat dilihat pada tabel di berikut ini:

Tabel 7.19. Nilai Durbin-Watson

H_0	Keputusan	Apabila
Tidak ada korelasi positif	Tolak H_0	0 < d < dL
Tidak ada autokorelasi positif	Tidak ada kesimpulan	dl ≤ d ≤ dU
Tidak ada korelasi negatif	Tolak H_0	4 – dL < d < 4
Tidak ada korelasi negatif	Tidak ada kesimpulan	4- dU ≤ d ≤ 4 - dL
Tidak ada autokorelasi baik positif maupun negatif	Terima H_0	dU < d < 4 - dU

Ket:

d = nilai Durbin-Watson

dL = batas bawah tabel Durbin-Watson

dU = batas atas tabel Durbin-Watson

Rumus untuk menguji auto korelasi dengan menggunakan Durbin-Watson sebagai berikut:

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

Prosedur atau langkah uji autokorelasi dengan menggunakan Durbin-Watson sebagai berikut:

- Menentukan hipotesa uji asumsi autokorelasi
- Menentukan persamaan regresi dengan menggunakan rumus:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{(N.\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

- Mencari harga Durbin-Watson dengan menggunakan tabel bantu
- Mencari harga dU dan dL dengan menggunakan tabel Durbin-Watson
- Menarik kesimpulan. Terima H_0 apabila dU < d < 4 – dU.

Contoh 7.9

Dengan menggunakan data pada Tabel 7.15 diperoleh penghitungan nilai Durbin-Watson sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis uji Durbin Watson yaitu:
   H_0 = Tidak ada autokorelasi pada data
   H_2 = Ada autokorelasi pada data
   Untuk hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho = 0$$
$$H_1 : \rho \neq 0$$

2) Menentukan persamaan regresi. Berdasarkan contoh 7.5 diperoleh persamaan regresinya adalah: $\hat{Y} = 65{,}81 + 0{,}36X$

3) Mencari harga Durbin-Watson dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.20. Harga $\Sigma e_t - e_{t-1}{}^2$ dan Σe_t^2

X	Y	$\hat{Y}$	e_t	e_{t-1}	$e_t - e_{t-1}$	$e_t - e_{t-1}{}^2$	e_t^2
87	99	97,13	1,87				3,50
86	97	96,77	0,23	-2,45	2,68	7,18	0,05
100	107	101,81	5,19	-3,73	8,92	79,57	26,94
85	106	96,41	9,59	2,67	6,92	47,89	91,97
97	103	100,73	2,27	2,03	0,24	0,06	5,15
83	100	95,69	4,31	0,11	4,2	17,64	18,58
88	98	97,49	0,51	-1,81	2,32	5,38	0,26
88	101	97,49	3,51	-3,09	6,6	43,56	12,32
103	113	102,89	10,11	-1,17	11,28	127,24	102,21
99	110	101,45	8,55	6,51	2,04	4,16	73,10
94	97	99,65	-2,65	4,59	-7,24	52,42	7,02
95	100	100,01	-0,01	-3,73	3,72	13,84	0,00
97	101	100,73	0,27	-1,81	2,08	4,33	0,07
99	96	101,45	-5,45	-1,17	-4,28	18,32	29,70
91	97	98,57	-1,57	-4,37	2,8	7,84	2,46
92	94	98,93	-4,93	-3,73	-1,2	1,44	24,30
89	94	97,85	-3,85	-5,65	1,80	3,24	14,82
87	91	97,13	-6,13	-5,65	-0,48	0,23	37,58
99	91	101,45	-10,45	-7,57	0,00	0,00	109,20
95	103	100,01	2,99	-7,57	10,56	111,51	8,94
96	107	100,37	6,63	0,11	6,52	42,51	43,96
92	95	98,93	-3,93	2,67	-6,6	43,56	15,44
94	96	99,65	-3,65	-5,01	1,36	1,85	13,32
96	96	100,37	-4,37	-4,37	0,00	0,00	19,10
94	98	99,65	-1,65	-4,37	2,72	7,40	2,72
97	93	100,73	-7,73	-3,09	-4,64	21,53	59,75
99	99	101,45	-2,45	-6,29	3,84	14,75	6,00
90	99	98,21	0,79	-2,45	0,00	0,00	0,62
95	106	100,01	5,99	-2,45	8,44	71,23	35,88
100	105	101,81	3,19	2,03	-	-	10,18
						748,67	775,17

Untuk mencari harga masing-masing kolom dengan menggunakan cara sebagai berikut:

- Untuk mencari harga $\hat{Y}$ pada kolom 3 dengan cara memasukkan nilai X pada persamaan regresi. Sebagai contoh, pada baris ke 3 dengan X = 100, diperoleh penghitungan: $Y = 65{,}81 + 0{,}36\ (100) = 101{,}81$. Digunakan untuk mencari harga $\hat{Y}$ lainnya
- Untuk menghitung harga residual atau e_t, dengan cara $Y - \hat{Y}$. Perhatikan pada data baris ke-11 di aman harga Y = 97 dan $\hat{Y}$ = 99,65 sehingga ditentukan harga e_t= 97 – 99,65= -2,65.

- Berdasarkan hasil penghitungan di atas, diperoleh harga Durbin-Watson sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n}\left(e_t - e_{t-1}\right)^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2} = \frac{775,17}{748,67} = 1,04$$

4) Mencari harga Durbin Watson di mana N = 30, dan k=1 sehingga harga dU = 1,35 dan dL = 1,49.
5) Menarik kesimpulan. Karena harga d = 1,04 atau 0 < 1,04 < 1,49 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa regresi tidak memenuhi asumsi tentang tidak adanya autokorelasi dari nilai gangguan atau dengan kata lain terjadi autokorelasi pada data.

5. Uji Kolinieritas/Multikolinieritas

Menurut Ghozali, uji multikolinieritas atau kolinieritas bertujuan untuk mengetahui apakah model regresi pada data penelitian terjadi korelasi antar variabel bebas (independen) atau tidak. Pengujian yang baik adalah tidak terjadi kolinieritas atau multikolinieritas antar variabel bebas. Masalah multikolieritas pertama kali diperkenalkan oleh statiskawan yang bernama Ragnar Frisch (1934) dan kemudian mendefinisikan multikolinieritas sebagai hubungan linear yang sempurna di antara sebagian atau semua variabel bebas pada suatu model regresi.

Ada beberapa model untuk menjelaskan multikolinieritas dalam data penelitian dan salah satu di antaranya dengan menggunakan metode *Varian Inflation Factor* atau VIF. Batas VIF adalah jika nilai VIF lebih besar dari 10 atau dengan kata lain apabila hasil penghitungan dengan model ini > 10, dapat disimpulkan bahwa terjadi gejala multikolinieritas dalam data. Rumus untuk menentukan nilai VIF untuk menguji kolinieritas dan multikolinieritas sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{\left(1 - R_j^2\right)}$$

Langkah atau prosedur untuk pengujian multikolinieritas dengan model VIF sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis uji Kolinieritas/Multikolinieritas
2) Menghitung harga $r_{y_1 y_2}$ berdasarkan tabel bantu
3) Menentukan harga VIF
4) Menarik kesimpulan. Tolak H_o apabila harga $VIF > 10$

Contoh 7.10

Diperoleh dua data pada variabel penelitian Kepercayaan Diri dan Kinerja Guru sebagai berikut:

Tabel 7.21. Skor Kepercayaan Diri dan Kinerja Guru

No	Kepercayaan Diri	Kinerja Guru
1	85	70
2	105	87
3	75	69
4	80	75
5	83	80
6	65	70
7	78	70
8	92	92
9	60	65
10	100	85
11	88	70
12	73	62

Berdasarkan langkah uji multikolinieritas model VIF, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis uji Mulkolinieritas:

  H_o = Terjadi Multikolinieritas pada data

  H_1 = Tidak terjadi Multikolinieritas pada data

  Hipotesis statistik:

$$H_0 : VIF > 10$$
$$H_1 : VIF < 10$$

5) Menentukan harga $\Sigma X_1, \Sigma X_2, \Sigma X_1^2, \Sigma X_2^2, \Sigma X_1 X_2$ dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 7.22. Harga $\Sigma X_1, \Sigma X_2, \Sigma X_1^2, \Sigma X_2^2, \Sigma X_1 X_2$

No	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	$X_1 X_2$
1	85	70	7225	4900	5950
2	105	87	11025	7569	9135
3	75	69	5625	4761	5175
4	80	75	6400	5625	6000
5	83	80	6889	6400	6640
6	65	70	4225	4900	4550
7	78	70	6084	4900	5460
8	92	92	8464	8464	8464
9	60	65	3600	4225	3900
10	100	85	10000	7225	8500
11	88	70	7744	4900	6160
12	73	62	5329	3844	4526
Σ	984	895	82610	67713	74460

6) Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga r_{x_1x} sebagai berikut:

$$r_{y_1y_2} = \frac{N.\Sigma X_1X_2 - (\Sigma X_1)(\Sigma X_2)}{\sqrt{N\Sigma Y_1^2 - (\Sigma Y_1)^2}\sqrt{N\Sigma Y_2^2 - (\Sigma Y_2)^2}}$$

$$r_{y_1y_2} = \frac{12.74460 - (984)(895)}{\sqrt{(12.82610) - (984)^2}\sqrt{(12.67713) - (895)^2}}$$

$$r_{y_1y_2} = \frac{12840}{16308{,}18} = 0{,}79$$

7) Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga VIF yaitu:

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_j^2)} = \frac{1}{(1 - 0{,}79^2)} = 2{,}63$$

8) Menarik kesimpulan. Karena harga VIF < 10,00 atau 2,63 < 10,00, maka H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan tidak terjadi kolinieritas/multikolinieritas pada dua data dalam model regresi.

6. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heterosdekastisitas merupakan uji untuk mengetahui apakah dalam sebuah model regresi dalam penelitian, terjadi ketidaksamaan varian dari residual yang diamati. Apabila varian yang diamati bersifat tetap atau ajeg, keadaan ini disebut sebagai homoskedastisitas. Sebaliknya jika varian yang diamati berubah dari satu pengamatan dengan pengamatan lain, kondisi data disebut heteroskedastisitas. Model regresi yang baik apabila tidak terdapat indikasi heteroskedastisitas pada data.

Beberapa cara untuk melihat indikasi heteroskedastisitas, yaitu: (1) dengan mengamati *scatter plot* antara nilai prediksi terikat (ZPRED) dengan residual (SRESID). Apabila titik-titik membentuk pola teratur pada sumbu X dan Y, data terindikasi terjadi heteroskedastisitas. Cara ini dapat dilihat dengan menggunakan program SPSS; dan (2) dengan menggunakan rumus uji statistik di antaranya: Uji Park, Uji Glejser, Uji White, Uji Goldfeld-Quandt dan Uji Korelasi Peringkat Spearman. Pada buku ini akan dibahas uji heteroskedastisitas dengan menggunakan Uji Korelasi Peringkat Spearman baik pada dua variabel atau lebih sebagaimana proses penghitungan di bawah ini:

a. Uji Korelasi Peringkat Spearman untuk Dua Variabel

Untuk menguji heteroskedastisitas dengan menggunakan uji Korelasi Peringkat Spearman pada dua variabel, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan uji hipotesis.
- Menentukan peringkat pada masing-masing data untuk mencari harga d^2 dengan menggunakan tabel bantu.
- Menentukan harga r_s dengan menggunakan rumus korelasi Spearman.

- Mentransformasi harga r_s ke harga t.
- Mencari harga t_{tab} dengan harga dk = n – 2.
- Menarik kesimpulan dengan membandingkan harga t_{hit} dan t_{tab}. Terima H_o apabila $t_{hit} < t_{tab}$.

Contoh 7.11

Diperoleh dua data penelitian tentang Efikasi Diri dan Dukungan Keluarga dari 10 sampel sebagai berikut:

Tabel 7.23. Skor Efikasi Diri dan Dukungan Keluarga

Efikasi Diri (X)	Dukungan Keluarga (Y)
120	117
127	83
130	134
105	111
95	120
97	102
125	130
105	106
110	114
113	112

Dengan menggunakan langkah di atas, diperoleh hasil penghitungan uji Heteroskedastisitas sebagai berikut:

1) Menentukan uji hipotesis:

H_o = Tidak terjadi heteroskedastisitas pada data

H_1 = Terjadi heteroskedastisitas pada data

Hipotesis statistik:

$$H_0 : t_{hit} < t_{tab}$$
$$H_1 : t_{hit} > t_{tab}$$

2) Mencari harga d^2 dengan cara membuat peringkat pada masing-masing data sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 7.24. Harga Σd^2

X	*Y*	Peringkat X	Peringkat Y	*d*	d^2
120,00	117,00	7,00	7,00	0,00	0,00
127,00	83,00	9,00	1,00	8,00	64,00
130,00	134,00	10,00	10,00	0,00	0,00
105,00	111,00	3,50	4,00	-0,50	0,25
95,00	120,00	1,00	8,00	-7,00	49,00
97,00	102,00	2,00	2,00	0,00	0,00
125,00	130,00	8,00	9,00	-1,00	1,00
105,00	106,00	3,50	3,00	0,50	0,25

X	Y	Peringkat X	Peringkat Y	d	d^2
110,00	114,00	5,00	6,00	-1,00	1,00
113,00	112,00	6,00	5,00	1,00	1,00
				0,00	$\Sigma d^2 = 116,50$

3) Mencari harga harga r_s yaitu:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{N\left(N^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{6\ .166,5}{10\left(10^2 - 1\right)} = 0,29$$

4) Transformasi data dari r_s ke t sebagai berikut:

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

$$t = \frac{0,29\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-\left(0,29\right)^2}} = 0,85$$

5) Menentukan harga t_{tab} di mana dk = N – 2 = 8 sehingga diperoleh harga $t_{tab:0,05:8} = 2,31$

6) Menarik kesimpulan. Karena harga $t_{hit} < t_{tab}$ atau 0,85 < 2,31, maka H_o diterima sehingga tidak terjadi heterosdekastisitas pada data.

b. Uji Korelasi Peringkat Spearman untuk lebih dari dua variabel

Untuk menghitung heteroskedastisitas lebih dari dua variabel dengan contoh sebagai berikut.

Contoh 7.12

Diperoleh tiga data penelitian tentang Efikasi Diri, Dukungan Keluarga dan Prestasi Akademik dari 10 sampel sebagai berikut:

Tabel 7.25. Skor Efikasi Diri, Dukungan Keluarga, dan Prestasi Akademik

Efikasi Diri (X_1)	Dukungan Keluarga (X_2)	Prestasi Akademik (Y)
120,00	117,00	9,0
127,00	83,00	7,0
130,00	134,00	8,5
105,00	111,00	8,5
95,00	120,00	7,5
97,00	102,00	6,5
125,00	130,00	7,0
105,00	106,00	8,0
110,00	114,00	7,0
113,00	112,00	7,5

Berdasarkan data di atas dapat dihitung heteroskedastisitas pada X_1 dan X_2 sebagai berikut:

1) Menentukan uji hipotesis

H_o = Tidak terjadi heteroskedastisitas pada data

H_1 = Terjadi heteroskedastisitas pada data

Hipotesis statistik:

$$H_0 : t_{hit} \leq t_{tab}$$
$$H_1 : t_{hit} > t_{tab}$$

2) Menentukan model persamaan regresi berdasarkan data di atas adalah:

$$\hat{Y} = 4,293 + 0,011X_1 + 0,019X_2$$

Cat: untuk pembahasan dan penghitungan model regresi, akan dibahas pada BAB XIII pada model Regresi Berganda.

3) Menentukan korelasi r_s pada variabel X_1 dan X_2 dengan galat *e* (Y) yaitu:

a. Menentukan korelasi r_s pada variabel X_1 dengan galat *e* (Y):

Tabel 7.26. Harga Σd²

X_1	Y	Peringkat (X_1)	Peringkat Y	d_1	d_1^2
120,00	1,164	7	10	-3,00	9,00
127,00	-0,267	9	4	5,00	25,00
130,00	0,231	10	7	3,00	9,00
105,00	0,943	3,5	9	-5,50	30,25
95,00	-0,118	1	6	-5,00	25,00
97,00	-0,798	2	2	0,00	0,00
125,00	-1,138	8	1	7,00	49,00
105,00	0,538	3,5	8	-4,50	20,25
110,00	-0,669	5	3	2,00	4,00
113,00	-0,164	6	5	1,00	1,00
				0,00	$\Sigma d_1^2 = 172,50$

b. Menentukan korelasi r_s pada variabel X_2 dengan galat *e*(Y):

Tabel 7.27. Harga Σd²

X_2	Y	Peringkat (X_2)	Peringkat (Y)	d_2	d_2^2
117,00	1,164	7	10	-3,00	9,00
83,00	-0,267	1	4	-3,00	9,00
134,00	0,231	10	7	3,00	9,00
111,00	0,943	4	9	-5,00	25,00
120,00	-0,118	8	6	2,00	4,00
102,00	-0,798	2	2	0,00	0,00
130,00	-1,138	9	1	8,00	64,00
106,00	0,538	3	8	-5,00	25,00
114,00	-0,669	6	3	3,00	9,00
112,00	-0,164	5	5	0,00	0,00
				0,00	$d_2^2 = 154$

4) Menentukan harga ΣT_{x_1} dan ΣT_y pada X_1 dan X_2:

a. Untuk harga ΣT_x dan ΣT_y pada X_1 yaitu:

$$\Sigma T_{x_1} = \Sigma \frac{t_i^3 - t}{N}$$

$$\Sigma T_{x_1} = \frac{2^3 - 2}{10} = 0,6$$

Cat: harga 2^3 diperoleh dari pengelompokan data di mana pada data X_1 diperoleh dua kelompok data yang sama yaitu 3,5.

$$\Sigma T_y = \Sigma \frac{t_i^3 - t}{N} = 0,00$$ (tidak ada pengelompokan data pada Y)

b. Untuk harga ΣT_{x_2} dan ΣT_y pada X_2 yaitu:

$$\Sigma T_{x_2} = \Sigma \frac{t_i^3 - t}{N} = 0,00$$ (tidak ada pengelompokan data pada X_2)

$$\Sigma T_y = \Sigma \frac{t_i^3 - t}{N} = 0,00$$

5) Menentukan harga ΣX^2 dan ΣY^2 pada X_1 dan X_2:

a. Untuk harga ΣX^2 dan ΣY^2 pada X_1 adalah:

$$\Sigma X_1^2 = \frac{N^3 - N}{N} - \Sigma T_{x_1} = \frac{10^3 - 10}{10} - 0,60 = 98,4$$

$$\Sigma Y^2 = \frac{N^3 - N}{N} - \Sigma T_{x_1} = \frac{10^3 - 10}{10} - 0,00 = 99$$

b. Untuk harga ΣX^2 dan ΣY^2 pada X_2 adalah:

$$\Sigma X_2^2 = \frac{N^3 - N}{N} - \Sigma T_{x_1} = \frac{10^3 - 10}{10} - 0,00 = 99$$

$$\Sigma Y^2 = \frac{N^3 - N}{N} - \Sigma T_{x_1} = \frac{10^3 - 10}{10} - 0,00 = 99$$

6) Menentukan harga r_s pada X_1 dan X_2:

a. Untuk harga r_s pada X_1 diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$r_{s_{x_1}} = \frac{\Sigma X_1^2 + \Sigma Y^2 - \Sigma d_1^2}{2\sqrt{\Sigma X_1^2 . \Sigma Y^2}}$$

$$r_{s_{x_1}} = \frac{98,4 + 99 - 172,5}{2\sqrt{98,4.99}} = 0,126$$

b. Untuk harga r_s pada X_2 diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$r_{s_{x_2}} = \frac{\Sigma X_2^2 + \Sigma Y^2 - \Sigma d_2^2}{2\sqrt{\Sigma X_1^2 . \Sigma Y^2}}$$

$$r_{s_{x_2}} = \frac{99 + 99 - 154}{2\sqrt{98,4.99}} = 0,22$$

7) Menentukan harga t pada X_1 dan X_2:

a. Untuk harga t_1 pada X_1 diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$t_1 = \frac{r_{s_{x_1}}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}}$$

$$t_2 = \frac{0,126\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-(0,126)^2}} = 0,360$$

b. Untuk harga t_2 pada X_2 diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$t_2 = \frac{r_{s_{x_2}}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}}$$

$$t_2 = \frac{0,220\sqrt{10-2}}{\sqrt{1-(0,220)^2}} = 0,64$$

8) Menentukan harga t_{tab} pada X_1 dan X_2 di mana dk = N – 2 = 8 sehingga diperoleh harga $t_{tab:0,05:8} = 2,31$.

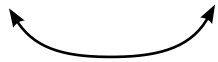
9) Menarik kesimpulan. Karena pada t_1, harga $t_1 < t_{tab}$ atau 0,36 < 2,31 dan pada t_2, harga $t_1 < t_{tab}$ atau 0,64 < 2,31, dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi heterosdekastisitas data pada X_1 dan X_2.

B. UJI POST HOC/UJI LANJUT

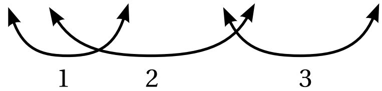
Di dalam penelitian kuantitatif, uji hipotesis penelitian mengarah kepada dua kemungkinan yaitu menolak H_o dan menerima H_1 atau sebaliknya. Pada penelitian komparatif apabila hasil penelitian menerima H_o, kesimpulan penelitian adalah tidak ada perbedaan rata-rata pada variabel yang diteliti. Sebaliknya apabila hasil penelitian menolak H_o, ini berarti H_1 diterima atau dengan kata lain pada kesimpulan terdapat perbedaan rata-rata pada variabel. Masalahnya adalah pada Anava atau Anacova yang berbeda dengan uji t. Perbedaan ketiga uji statistik tersebut terlihat pada jumlah variabel. Pada uji t hanya terdapat dua data yang secara langsung dapat dibandingkan satu dengan yang lain. Pada Anava atau Anacova apabila kesimpulan penelitian H_1 diterima, peneliti tidak dapat memberikan kesimpulan perlakuan mana yang lebih baik di antara perlakuan lainnya. Ini disebabkan pada dua uji statistik ini memiliki variabel lebih dari dua. Sebagai contoh apabila terdapat tiga buah rata-rata yaitu rata-rata hasil belajar dengan Model PBM, jigsaw dan ceramah, peneliti tidak akan bisa membuat kesimpulan mana yang lebih baik di antara model dan metode tersebut. Dengan ketiga model dan metode tersebut, terdapat kemungkinan beberapa uji lanjut di antaranya, yaitu: (1) antara μ_1 dan μ_2; (2) μ_1 dan μ_2, dan selanjutnya; (3) μ_2 dan μ_3.

Tabel 7.28. Rata-Rata Skor pada Uji T dan Anava

Uji T	
μ_1 PBM	μ_2 Ceramah
8,9	4,3



Anava		
μ_1 PBM	μ_2 Jigsaw	μ_3 Ceramah
8,9	6,7	4,3



Untuk bisa menjawab metode atau model mana tingkat rata-ratanya lebih tinggi di antara yang lain, di dalam uji Anava dan Anacova disebut sebagai uji Post Hoc atau uji lanjut. Ketika kesimpulan penelitian mengindikasikan H_1 diterima atau terdapat perbedaan rata-rata masing-masing variabel, maka diperlukan uji lanjut untuk melihat variabel mana yang lebih baik. Jika melihat pada Tabel 7.1. di atas, maka uji lanjutnya, yaitu: (1) perbedaan antara model PBM dan Jigsaw; (2) perbedaan antara model PBM dan ceramah; dan (3) perbedaan antara model Jigsaw dan ceramah.

Di dalam uji lanjut, terdapat berbagai macam rumus di antaranya Uji Fisher LSD, Uji Bonferoni, Uji Bonferoni-Dunn, Uji Tukey, Uji Scheffe, Uji Dunnet, dan Uji Newman-Keuls. Aturannya adalah apabila jumlah n pada variabel sama, sebaiknya uji lanjut yang digunakan adalah Uji Fisher, Uji Tukey, Uji Dunnet, Uji Scheffe dan Uji Newman-Keuls. Apabila jumlah n pada variabel tidak sama, untuk uji lanjut pada dianjurkan menggunakan Uji Scheffe.

1. Uji Fisher LSD

Uji ini dikembangkan oleh Robert Fisher (1935) di mana uji ini berdasarkan dari uji t. Rumus yang digunakan untuk uji lanjut dengan menggunakan uji Fisher LSD adalah:

$$CD_{LSD} = \sqrt{F_{(1;df_{ant})}}\sqrt{\frac{2\left(RJK_{dal}\right)}{n}}$$

Prosedur untuk menentukan perbedaan rata-rata dengan menggunakan uji Fisher yaitu:

1) Mencari harga F_{tab} di mana harga pembilang = 1, dan harga penyebut = N – k
2) Menghitung nilai CD_{LSD} dengan menggunakan uji Fisher.
3) Membuat kesimpulan dengan cara membandingkan harga CD_{LSD} pada selisih rata-rata masing-masing kelompok.

Contoh 7.13

Diperoleh hasil penghitungan pada Anava diperoleh harga n =1 0, RJK_{dal}= 1,21 dan N= 30, dengan menggunakan uji lanjut dengan menggunakan uji Fisher diperoleh hasil sebagai berikut:

1) Menentukan harga Ftab di mana harga pembilang = 1, dan harga penyebut = 30 – 3 = 27 sehingga $F_{0,05:1:27}$ = 4,21.
2) Mencari harga F, yaitu:

$$CD_{LSD} = \sqrt{4,21}\sqrt{\frac{2(1,21)}{10}}$$
$$CD_{LSD} = 2,05.0,49 = 1,01$$

3) Menarik kesimpulan uji lanjut. Diperoleh rata-rata pada masing-masing kelompok yang diuji lanjut sebagaimana pada Tabel 7.27, yaitu:
   a. $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 = 8,9\ -\ 6,7\ =\ 2,2$
   b. $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_3 = 8,9\ -\ 4,3\ =\ 4,6$
   c. $\bar{Y}_2 - \bar{Y}_3 = 6,7\ -\ 4,3\ =\ 2,4$

   Berdasarkan penghitungan di atas dapat ditarik kesimpulan:
   a. Karena harga 2,20 > 1,01 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara Ȳ_1dan Ȳ_2 atau dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara Model PBM dan Jigsaw.
   b. Karena harga 4,60 > 1,01 dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara Ȳ_1dan Ȳ_3 atau dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara Model PBM dan ceramah
   c. Karena harga 2,40 > 1,01 dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan antara Ȳ_2 dan Ȳ_3 atau dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara Model Jigsaw dan ceramah.

2. Uji Bonferroni-Dunn

Uji ini diperkenalkan oleh salah satu ahli statistik yang bernama Dunn (1961), di mana uji ini didasari dari model ketidaksamaan Bonferroni. Apabila dibandingkan dengan uji lanjut sebelumnya, jika pada Uji Fisher untuk menguji rata-rata perbedaan pada setiap perlakuan atau kesimpulan yang diambil adalah membandingkan harga t dengan t tabel, pada Bonferroni kesimpulan yang diambil dengan membandingkan harga Bonferroni-Dunn (notasi: $CD_{B/D}$) dengan harga perbedaan kritis (notasi: P_k). Rumus yang digunakan untuk uji lanjut dengan menggunakan uji Bonferroni-Dunn, yaitu:

$$CD_{B/D} = t_{B/D}\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}$$

Langkah untuk uji lanjut dengan menggunakan uji Boferroni-Dunn sebagai berikut:
1) Menentukan hipotesis.
2) Mencari harga $t_{B/D}$ rumusnya adalah:

$$t_{B/D} = z + \frac{z^3 + z}{4(df_{ant} - 2)}$$

   Sedangkan untuk mencari harga *z*, langkahnya sebagai berikut:

a) Mencari harga α dengan rumus:

$$\alpha = \frac{0,05}{d_p} \text{ di mana:}$$

0,05 = Angka yang diperoleh dari kesalahan tipe 1
d_p = Jumlah data yang dijadikan perbandingan (lihat pada Tabel 7.1 di mana $d_p = 3$)

b) Menstubstitusi harga α menjadi harga z pada tabel dengan cara α / 2.

3) Langkah berikutnya adalah mencari harga $CD_{B/D}$ dengan menggunakan rumus Bonferroni-Dunn.
4) Membandingkan harga $CD_{B/D}$ dengan harga perbedaan kritis (P_k) di mana rumus untuk mencari harga P_k adalah:

$$P_k = \sqrt{F(1;df_{ant})}\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}} \text{ di mana}$$

$F(1;df_{ant})$: Substitusi antara harga df pembilang = 1 dan df_{ant} sebagai penyebut pada tabel kritik F.

5) Menarik kesimpulan. Apabila $CD_{B/D} > P_k$ dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara $\bar{Y}_i, \bar{Y}_2$, dan $\bar{Y}_k$.

Contoh 7.14

Dengan menggunakan contoh di atas pada Tabel 7.27 di mana diperoleh harga $\bar{Y}_1 = 8{,}5$ (model pembelajaran PBM) $\bar{Y}_2 = 4{,}3$ (model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw) $RJK_{dal} = 1{,}21$ dan $n = 10$, maka dengan menggunakan uji lanjut diperoleh hasil sebagai berikut:

1) Mencari harga α yakni:

$$\alpha = \frac{0,05}{3} = 0,0167$$

2) Substitusi harga α yaitu 0,0167/2 = 0,0083 sehingga $z = 2{,}39$ (lihat pada tabel z di lampiran pada buku ini).
Setelah diketahui harga $z = 2{,}39$, maka harga $t_{B/D}$ adalah:

$$t_{\frac{B}{D}} = 2,39 + \frac{(2,39)^3 + 2,39}{4(27-2)} = 2,55$$

3) Setelah diketahui harga $t_{B/D} = 2{,}55$, maka uji post hoc dengan menggunakan uji Bonferroni-Dunn adalah:

$$CD_{\frac{B}{D}} = 2,55\sqrt{\frac{(2)(1,21)}{10}} = 1,25$$

4) Mencari harga perbedaan kritis (pk) yakni:

$$P_k = \sqrt{F(1;27)}\sqrt{\frac{2(1,21)}{10}}$$

$$P_k = \sqrt{4,21}\sqrt{\frac{2,42}{10}} = 1,01$$

5) Menarik kesimpulan. Karena harga $CD_{B/D} > P_k$ (1,25 > 1,01), dapat disimpulkan yaitu terdapat perbedaan yang signifikan antara $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_3$ atau dengan kata lain terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara Model PBM dan ceramah. Atau, hasil belajar dengan menggunakan model PBM lebih baik jika dibandingkan dengan metode ceramah. (silakan mencari perbedaan lainnya dengan menggunakan rumus Bonferroni-Dunn).

3. Uji Tukey

Coladarci (2011) mengatakan bahwa uji Tukey sebagai uji lanjut pada Anava merupakan tes yang digunakan untuk membuat perbandingan antar semua kelompok. Rumus ini dikembangkan oleh Tukey (1953) di mana jumlah perbandingan pada setiap perlakuan dihitung dengan cara: $[k(k-1)]/2$ sehingga apabila terdapat k = 3 maka kelompok yang dimungkinkan untuk dibandingkan adalah: $\frac{[3(3-1)]}{2} = 3$ yaitu: (1) μ_1 dan μ_2 ; (2) μ_1 dan μ_3; dan (3) μ_2 dan μ_3 .

Rumus untuk uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey sebagai berikut:

$$q = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{JK_{dal}}{n}}}$$

Contoh 7.15

Dengan menggunakan contoh di mana $\bar{Y}_1$ = 8,9 (PBM), dan $\bar{Y}_3$ = 4,3 (ceramah). Diketahui pula harga RJK_{dal} = 1,21 dan n = 10, maka uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey adalah:

$$q = \frac{8,9 - 4,3}{\sqrt{\frac{1,21}{10}}}$$

$$q = \frac{4,6}{0,35} = 13,14$$

Setelah diperoleh harga q = 13,14, langkah berikutnya adalah membandingkan harga q hitung dengan q tabel dengan cara menghitung jumlah dfnya. Apabila q_{thit} > q_{tab}, ini berarti H_o ditolak dan terima H_1. Adapun untuk df dicari dengan menggunakan tabel q pada k=3, dan n=27. Karena pada tabel tidak ditemukan harga pada n= 27, maka dilakukan dengan cara interpolasi dengan rumus interpolasi diperoleh:

$$C = C_0 + \frac{(C_1 - C_0)}{(B_1 - B_0)}(B - B_0)$$

$$C = 3{,}53 + \frac{(3{,}40 - 3{,}52)}{(30 - 24)}(27 - 24)$$

$$C = 3{,}51$$

Dari penghitungan dengan menggunakan rumus interpolasi di atas diperoleh $q_{0,05:3:27}$ = 3,51. Karena $q_{hit} > q_{tab}$ (13,14 > 3,51), dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_3$. Atau dengan kata lain rata-rata hasil belajar kelompok atau kelas menggunakan model PBM lebih tinggi daripada kelompok atau kelas yang menggunakan metode ceramah.

4. Uji Newman-Keuls

Uji Newman-Keuls (notasi $CD_{N/K}$) dikembangkan oleh salah satu ahli stastik bernama Keuls (1952). Uji ini digunakan apabila pengujian lanjut antar dua rerata tidak direncanakan sebelum eksperimen dilakukan. Karakteristik uji Newman-Keuls yaitu di dalam proses penghitungannya uji ini mensyaratkan proses pemeringkatan rata-rata pada kelompok perlakuan. Selanjutnya menghitung jumlah perlakuan yang dipasangkan (notasi: r). Masing-masing jumlah r, selain jumlah df, menjadi dasar untuk mencari harga q tabel.

Untuk memahami penghitungan menggunakan uji Newman-Keuls, prosedur untuk melakukan uji lanjut sebagai berikut:

1) Susun rata-rata perbedaan masing-masing grup dari terkecil hingga tersebar.
2) Menghitung perlakuan yang dipasangkan (dinotasikan dengan r).
3) Mencari harga minimum perbedaan dua rata-rata Newman-Keuls pada data terbesar dan terkecil terlebih dahulu. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan pada kedua data, maka dilanjutkan dengan uji lanjut kelompok berikutnya. Sebaliknya apabila tidak terdapat perbedaan yang signifikan, maka uji lanjut pada kelompok berikutnya tidak usah dilanjutkan. Rumus untuk uji perbedaan dengan menggunakan uji Newman-Keuls, yaitu:

$$CD_{N/K} = q_{r;df}\sqrt{\frac{JK_{dal}}{n}} \text{ di mana}$$

$CD_{N/K}$: harga minimum perbedaan dua rata-rata Newman-Keuls
$q_{r;df}$: harga q tabel pada r dan df

4) Menarik kesimpulan.

Contoh 7.16

Dengan menggunakan contoh di atas pada Tabel 7.27 maka uji lanjut dengan menggunakan prosedur prosedur uji Newman-Keuls sebagai berikut:

1) Menyusun rata-rata perbedaan grup dari terkecil sampai terbesar yaitu:

Grup 3	Grup 2	Grup 1
4,3	6,7	8,9

2) Menghitung jumlah urutan pasangan berdasarkan peringkat yaitu:
   - r_1 = Menyusun data
   - r_2 = Grup yang dipasangkan yaitu Grup 1 dengan Grup 2, kemudian grup 2 dipasangkan dengan grup 3
   - r_3 = Grup 1 dengan 3
3) Menghitung masing-masing perbedaan grup dengan persyaratan penghitungan dimulai dari yang terbesar dan terkecil. Ini berarti yang dihitung pertama kali adalah r_3 .
   a) Dengan rumus Newman-Keuls diperoleh harga perbedaan minimun pada r_3 yaitu:

   $$CD_{N/K} = q_{3:27}\sqrt{\frac{1,21}{10}}$$

   $$CD_{N/K} = 3,51\sqrt{\frac{1,21}{10}}$$

   $$CD_{N/K} = 1,22$$

   Data disebut ada perbedaan apabila harga $\bar{Y}_1 \quad \bar{Y}_3$ > harga $CD_{N/K}$. Berdasarkan penghitungan di atas diperoleh $|8,9-4,3| = 4,6 > 1,22$. Berdasarkan penghitungan ini diperoleh kesimpulan bahwa ada perbedaan rata-rata antara grup 1 dan grup 3. Karena ada perbedaan, maka uji lanjut dapat dilakukan pada grup berikutnya yaitu pada grup 1 dengan grup 2, kemudian grup 2 dengan grup 3.

   b) Dengan rumus Newman-Keuls diperoleh harga perbedaan minimum pada r_2 yaitu:

   $$CD_{N/K} = q_{:2:27}\sqrt{\frac{1,21}{10}}$$

   $$CD_{\frac{N}{K}} = 2,91\sqrt{\frac{1,21}{10}} = 1,01$$

   (untuk mencari $q_{:2:27} = 2,91$ gunakan rumus interpolasi)

   Berdasarkan penghitungan di atas diperoleh $|8,9-6,7| = 2,20 > 1,01$ diperoleh kesimpulan bahwa ada perbedaan rata-rata antara grup 1 dan 2. Pada grup 2 dan 3 diperoleh penghitungan $|6,7-4,3| = 2,40 > 1,01$ sehingga terdapat perbedaan yang signifikan di antara keduanya.
4) Kesimpulan. Dari 2 buah pasangan rata-rata perlakuan yang dibandingkan dengan uji rata-rata berpasangan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang berarti antara Model Pembelajaran PBM dengan Model Jigsaw dan ceramah.

5. Uji Scheffe

Uji Scheffe yang dikembangkan oleh Scheffe (1952) sebagaimana uji Newman-Keulls digunakan apabila pengujian lanjut antar dua rerata tidak direncanakan sebelum eksperimen dilakukan. Berbeda dengan uji lanjut sebelumnya, uji Scheffe digunakan tidak saja pada jumlah sampel yang sama, tetapi dapat juga digunakan pada jumlah sampel yang tidak sama. Rumus untuk melakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Scheffe sebagai berikut:

$$M_{d_{12}} = \sqrt{(k-1)(F_{tab})(RJK_{dal})\left(\frac{1}{n}+\frac{1}{n}\right)}$$

Contoh 7.17

Sebagai contoh, diperoleh hasil penelitian Anava sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_0	F_{tab} α = 0,05
Antar	31	2	14,3	24,18	3,12
Dalam	12	20	0,712		
Total	33	22	-		

Dengan harga k=3, F_{tab} = 3,12, RJK_{dal} = 0,712, F_{tab} = 3,12, n_1 = 8 dan n_2 = 6 maka diperoleh penghitungan uji lanjut dengan Scheffe sebagai berikut:

$$M_{d_{12}} = \sqrt{(3-1)(3{,}12)(0{,}712)\left(\frac{1}{8}+\frac{1}{6}\right)}$$

$$M_{d_{12}} = \sqrt{(2)(3{,}12)(0{,}712)(0{,}125+0{,}167)} = 1{,}14$$

Apabila diperoleh data $\overline{Y}_1$ = 7,5 dan $\overline{Y}_2$ = 6,8 sehingga $|7{,}5-7{,}0| = 0{,}5 < 1{,}14$. Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata antara $\overline{Y}_2$ dan $\overline{Y}_2$ atau $\overline{Y}_1$ tidak memiliki pengaruh terhadap $\overline{Y}_2$.

6. Uji Dunnet

Uji lanjut Dunnet dikembangkan oleh ahli statistika yang bernama Dunn (1964). Uji ini digunakan untuk menguji perbandingan dua rata-rata dengan jumlah perbandingan $(k-1)$. Uji lanjut Dunnet memiliki kesamaan rumus dengan uji lanjut Fisher. Rumus uji Dunner sebagai berikut:

$$t_D = \frac{\overline{Y}_i - \overline{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

Contoh 7.18

Dengan menggunakan Tabel 7. di mana Y_1 = 8,9 dan Y_3 = 4,3 maka diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$t_D = \frac{8,90 - 4,30}{\sqrt{\frac{2(1,21)}{10}}}$$

$$t_D = \frac{4,60}{0,49} = 9,39$$

Langkah selanjutnya adalah mencari harga t_D tabel, di mana diketahui harga k = 3 dan df = 27 sehingga $t_{D:3:27:0,05}$ = 1,99 (karena df = 27 tidak ada dalam daftar, gunakan rumus interpolasi). Karena $t > t_D$ (9,39 > 1,99), maka H_1 diterima. Kesimpulannya adalah terdapat perbedaan rata-rata antara model PBM dengan ceramah. Dengan kata lain rata-rata hasil belajar model PBM lebih tinggi dari rata-rata hasil belajar dengan metode ceramah.

C. LATIHAN:

1. Apakah pengertian uji normalitas dan homogenitas data?
2. Apakah yang Anda ketahui tentang uji linieritas data, uji autokorelasi, kolinieritas dan heterosdekastisitas data?
3. Ujilah normalitas data berikut dengan menggunakan Kolmogorof-Smirnov dan Lilliefors dari data berikut:

X	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
f	3	3	5	5	7	8	9	10	8	7	6	5	4	3

4. Diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut:

X_1	X_2	X_3	X_4
7	9	8	7
8	8	7	6
8	7	6	5
9	7	5	5
9	8	7	7
9	8	7	5
9	7	7	4
7	7	6	5
8	5	5	4
8	6	7	5

Berdasarkan data di atas, dengan menggunakan uji F_{maks} Hartley dan Bartlett, apakah kedua uji tersebut menyimpulkan bahwa data tersebut homogen?

5. Diperoleh data dari 30 sampel penelitian sebagai berikut:

9	6	7	4	7	6	7	5	7	7
7	9	8	6	5	7	6	6	8	7
6	7	7	4	7	6	7	6	5	7

Ujilah data tersebut apakah linier atau tidak!

6. Berdasarkan soal pada nomor 4, ujilah data tersebut apakah terjadi heteroskedastisitas atau tidak pada data.

7. Ujilah dengan menggunakan uji autokorelasi pada data berikut:

X_1	X_2
7	8
8	7
8	6
9	5
9	7
9	7
9	7
7	6
8	5
8	7

Berdasarkan data di atas, tariklah kesimpulan apakah terjadi autokorelasi pada data atau tidak.

8. Diperoleh data hasil pengujian dengan menggunakan Anava sebagai berikut:

Anava		
Y_1 NGT	Y_2 Script	Y_3 Ceramah
88,90	80,35	55,75

Jika diasumsikan $n = 7$, $RJK_{dal} = 1{,}75$, N = 21, maka:

a) Dengan menggunakan uji Fisher, hitunglah perbedaan rata-rata antara $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_3$.

b) Dengan menggunakan uji Bonferroni-Dunn, hitunglah perbedaan rata-rata antara $\bar{Y}_2$ dan $\bar{Y}_3$.

c) Ujilah perbedaan masing-masing grup dengan menggunakan uji Neuman-Keuls.

9. Jika diasumsikan bahwa $k = 3$, $F_{tab} = 4{,}02$, $RJK_{dal} = 1{,}75$, $F_{tab} = 5{,}80$, $n_1 = 18$ dan n_2=16, dengan menggunakan posthoc Scheffe, hitunglah perbedaan rata-rata pada soal no. 8.

BAB
8

UJI PERBANDINGAN DUA SAMPEL INDEPENDEN

A. PENGERTIAN UJI PERBANDINGAN DUA SAMPEL INDEPENDEN

Di dalam statistik, uji perbandingan baik sampel independen dan sampel dependen terkategori sebagai statistik komparatif. Secara etimologi, komparasi berasal dari kata *compare* yang berarti "bandingan atau tara; *comparability* mengandung arti "sifat bisa dibandingkan/disamakan; *comparable* berarti sebanding, atau dapat dibandingkan/disamakan; *comparative* artinya yang bertalian dengan perbandingan; sedangkan *comparison* berarti perbandingan atau pembandingan. Komparasi secara bahasa adalah membandingkan atau perbandingan. Yusri (2009) menambahkan bahwa uji komparasi adalah untuk mengetahui atau membandingkan ada tidaknya perbedaan antara dua sampel (variabel) penelitian. Sugiono menjelaskan menguji hipotesis komparatif berarti menguji parameter populasi yang berbentuk perbandingan melalui ukuran sampel yang juga berbentuk perbandingan di mana perbandingan yang dilakukan berasal dari dua sampel atau lebih.

Ada dua model dalam uji analisis komparasi yakni komparasi antara dua sampel yang berpasangan dan tidak berpasangan. Disebut sebagai dua sampel berpasangan apabila kelompok sampel-sampel yang menjadi objek penelitian tidak dipisahkan secara tegas atau anggota pada satu kelompok ada yang menjadi anggota kelompok lainnya. Sedangkan sampel tidak berpasangan adalah apabila anggota sampel yang dijadikan objek penelitian dipisahkan secara tegas atau tidak ada satu sampel dari satu kelompok menjadi anggota sampel kelompok lainnya. Pada jumlah variabel, penelitian komparasi pun dibagi menjadi dua yaitu analisis komparatif untuk dua variabel dan analisis komparatif untuk lebih dari dua variabel.

Pengertian tentang dua sampel yang tidak atau berpasangan dan jumlah variabel yang diteliti, harus dipahami bagi seorang peneliti. Hal ini disebabkan banyaknya kelompok sampel dan variabel serta berpasangan atau tidak, menentukan alat statistik yang akan digunakan. Sebagai contoh, apabila ada penelitian dengan satu grup atau kelompok yang dibagi menjadi sebelum dan sesudah perlakuan (*treatment*) dan terdiri dari dua variabel, maka uji analisis statistik yang digunakan adalah uji-t untuk kelompok yang berpasangan, bukan t test independen. Uji t pada sampel dua kelompok dengan perlakuan yang berbeda satu sama lainnya, maka digunakan uji t independen. Jika terdapat penelitian lebih dari dua kelompok dan variabel, maka uji analisis statistik yang digunakan tidak mungkin menggunakan uji-t. Dalam hal ini Analisis of Varians (Anava) baik satu dan dua jalur merupakan salah satu uji statistik yang lebih tepat dibandingkan dengan uji-T.

Untuk membandingkan dua populasi dengan menggunakan teknik komparasi, parameter yang digunakan dengan menggunakan lambang μ (mu) sehingga hipotesisnya adalah:

$H_o : \mu_1 \leq \mu_2$ (menunjukkan tidak ada perbedaan atau pengaruh antarvariabel).

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$(menunjukkan ada perbedaan atau pengaruh antarvariabel).

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai uji perbandingan pada dua variabel dengan menggunakan t test pada sampel independen. Uji t test digolongkan kepada uji statistik parametrik di mana sebelum data digunakan syarat datanya harus normal dan homogen. Teknik analisis selanjutnya adalah uji komparasi nonparametrik pada dua variabel seperti Mann-Whitney U, Median Test dan sebagainya. Teknik ini digunakan apabila uji persyaratan pada t-test berupa homogenitas dan normalitas data tidak terpenuhi.

B. UJI PERBANDINGAN DUA SAMPEL INDEPENDEN

Uji perbandingan rata-rata dua variabel parametrik yang akan dipelajari adalah uji komparatif t-test bebas (independen). Uji analisis dengan menggunakan uji t diperkenalkan oleh William Sealy Gosset seorang ahli kimia dan matematika. Disebut uji t karena merupakan huruf terakhir dari penemunya yaitu Gosset.

1. Uji t Dua Sampel Independen

Uji t merupakan uji statistika untuk mencari perbedaan rata-rata dari populasi yang diwakili oleh sampel. Pada uji t untuk dua sampel independen, dua rata-rata sampel dengan notasi $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_2$ digunakan untuk menghitung dan mewakili nilai dari rata-rata populasi dengan notasi $\mu 1$ dan $\mu 2$. Apabila hasil penelitian menunjukkan adanya signifikansi pada data, ini berarti kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan rata-rata pada kedua sampel.

Sebelum menggunakan uji t sebagai uji hipotesis data, harus memenuhi asumsi sebagai berikut:

(1) Sampel di dalam penelitian dipilih secara *random.*
(2) Distribusi data harus normal. Untuk mengetahui kenormalan data, diuji dengan menggunakan uji normalitas.

(3) Varian populasi dari sampel 1 adalah sama dengan varian populasi dari sampel 2 $\left(\sigma_1^2 = \sigma_1^2\right)$.

(4) Apabila salah satu persyaratan ini tidak dilakukan, maka harus dilanjutkan dengan uji reliabilitas pada data.

a. Uji t untuk Jumlah Sampel Sama

Rumus untuk menentukan perbedaan atau pengaruh dengan menggunakan uji statistik uji t dua sampel independen pada jumlah sampel yang sama sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}} \text{ di mana}$$

t = lambang t test

$\bar{Y}_1$ = skor rata-rata pada kelompok 1

$\bar{Y}_2$ = skor rata-rata pada kelompok 2

$S_{\bar{Y}_1}$ = standar eror pada kelompok 1

$S_{\bar{Y}_2}$ = standar eror pada kelompok 2

Untuk mencari standar error pada sampel 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$, rumus yang digunakan adalah:

$$S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} \text{ di mana}$$

$S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}$ = lambang standar eror pada kelompok 1 dan 2

n_1 = banyaknya sampel pada kelompok 1

n_1 = banyaknya sampel pada kelompok 2

s_1^2 = varians pada kelompok 1

s_2^2 = varians pada kelompok 2

2 = bilangan konstan

Jumlah sampel sama. Prosedur untuk uji analisis dengan menggunakan uji statistik t-tes tidak berpasangan sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Menentukan koefisien α baik pada signifikansi 0,01 (1 %) atau 0,05 (5 %)
- Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$ dengan menggunakan tabel bantu
- Mencari varian pada kelompok 1 dan 2 dengan menggunakan rumus:

$$s_1^2 = \frac{\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N_1}}{N_1 - 1} \text{ dan } s_2^2 = \frac{\sum Y_2^2 - \frac{\left(\sum Y_2\right)^2}{N_2}}{N_2 - 1}$$

- Menentukan harga standar error pada kelompok 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$.
- Menentukan harga t dengan menggunakan rumus uji t tes independen.
- Konsultasikan harga t yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan t_{tabel} pada taraf signifikansi yang telah ditentukan sebelumnya (pada taraf 1% atau 5%). Untuk menentukan dk dengan rumus: $dk = n_A + n_B - 2$
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_o atau H_1. Terima H_1 apabila harga $t_{hit} > t_{tab}$.

Contoh 8.1

Sebuah penelitian dengan judul "*Pengaruh Strategi Pembelajaran Active Learning untuk Meningkatkan Kepercayaan Diri Siswa.*" Tujuan penelitian ini untuk mencari perbedaan kepercayaan diri siswa ketika menggunakan Strategi Pembelajaran *Active Learning* pada mata pelajaran IPS. Terdapat dua kelas yang menjadi uji coba di mana kelas pertama dan kedua terdiri dari 15 siswa. Kelas pertama diberikan perlakuan dengan menggunakan strategi *Active Learning*, dan kelas kedua diberikan metode ceramah. Setelah dibagikan angket untuk mengukur tingkat kepercayaan diri pada siswa, diperoleh data sebagai berikut:

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
AL	43	37	42	28	35	42	36	24	47	31	40	33	28	37	42
Ceramah	33	29	47	31	30	35	35	39	23	19	35	36	21	25	32

1) Hipotesis berdasarkan judul di atas adalah:

   H_o = Rata-rata Tingkat Kepercayaan Diri pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* lebih rendah atau sama dengan siswa yang diberi metode ceramah

   H_1 = Rata-rata Tingkat Kepercayaan Diri pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* lebih tinggi daripada siswa yang diberi metode ceramah

   Hipotesis statistik:

$$H_o = \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_1 = \mu_1 \leq \mu_2$$

2) Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$ dengan menggunakan tabel bantu:

Tabel 8.1. Harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$

No	Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2
1	43	1849	33	1089
2	37	1369	29	841
3	42	1764	37	1369
4	28	784	31	961
5	35	1225	30	900

6	42	1764	35	1225
7	36	1296	35	1225
8	24	576	39	1521
9	47	2209	23	529
10	31	961	19	361
11	40	1600	20	400
12	33	1089	36	1296
13	28	784	21	441
14	37	1369	25	625
15	42	1764	30	900
Σ	$\Sigma Y_1 = 545$	$\Sigma Y_1^2 = 20403$	$\Sigma Y_2 = 443$	$\Sigma Y_2^2 = 13683$
$\bar{Y}_1$	36,30	-	-	-
$\bar{Y}_2$	29,50	-	-	-

3) Mencari varian pada kelompok 1 dengan rumus:

$$s_1^2 = \frac{\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N_1}}{N_1 - 1} = \frac{20403 - \frac{(545)^2}{15}}{15-1}$$

$$s_1^2 = \frac{601,333}{14} = 42,952$$

4) Mencari varian pada kelompok 2 dengan rumus:

$$s_2^2 = \frac{\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N_1}}{N_1 - 1} = \frac{13683 - \frac{(443)^2}{15}}{15-1}$$

$$s_2^2 = \frac{599,733}{14} = 42,838$$

5) Menentukan harga standar eror pada kelompok 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$, yakni:

$$S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2} = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}$$

$$= \sqrt{\frac{(15-1)42,952 + (15-1)42,838}{15+15-2}\left(\frac{1}{15}+\frac{1}{15}\right)}$$

$$= \sqrt{42,895.0,1333} = 2,389$$

6) Mencari t_{hit} dengan rumus:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}}$$

$$t = \frac{36,3 - 29,5}{2,389} = 2,846$$

7) Mencari harga $\mathrm{t_{tab}}$ di mana dk = 30 – 2 = 28 sehingga diketahui $\mathrm{t_{tab}}$ pada $\alpha_{0,05:28}$ = 1,701.

8) Menarik kesimpulan. Karena harga $t_{hitung} > t_{tab:0,05:28}$ (2,846 > 1,701) pada taraf $\alpha_{0,05}$, maka H_o ditolak atau H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kepercayaan diri pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* dan metode ceramah.

9) Mengukur besar pengaruh variabel perlakuan terhadap variabel terikat.

Setelah harga t_{hitung} diperoleh, analisis dapat dilanjutkan dengan mencari besar pengaruh perlakuan (model dan metode pembelajaran) terhadap variabel terikat (motivasi belajar). Rumus yang digunakan adalah:

$$R^2 = \frac{\frac{(\Sigma Y_1)^2}{N_1} + \frac{(Y_2)^2}{N_2} - \frac{(\Sigma Y_1 + \Sigma Y_2)^2}{N_{tot}}}{\Sigma Y_1^2 + \Sigma Y_2^2 - \frac{(\Sigma Y_1 + \Sigma Y_2)^2}{N_{tot}}}$$

$$= \frac{\frac{(545)^2}{15} + \frac{(443)^2}{15} - \frac{(545+443)^2}{30}}{20403 + 13683 - \frac{(545+443)^2}{30}}$$

$$= \frac{346,8}{1547,867} = 0,2241$$

Berdasarkan koefisien determinasi di atas diketahui bahwa tingkat kepercayaan diri dengan menggunakan *Active Learning* sebesar 22, 41%. Sedangkan 77,59% ditentukan oleh faktor-faktor lain yang tidak diketahui.

b. Uji t untuk Jumlah Sampel Berbeda

Rumus Uji t di atas dapat pula digunakan apabila jumlah sampel antara kelompok pertama dan kedua tidak sama. Misalkan pada kelompok pertama jumlah sampelnya adalah 10 siswa, sedangkan jumlah sampel kelompok kedua adalah 8 siswa, sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 8.2. Tabel dengan Perbedaan Jumlah Sampel

Jumlah Sampel Kelompok I	Y_1	Jumlah Sampel Kelompok I	Y_2
1		1	
2		2	
3		3	
4		4	
5		5	
6		6	
7		7	
8		8	
9		-	
10		-	

Contoh 8.2

Suatu penelitian dengan judul "*Pengaruh Model Pembelajaran Role Playing Terhadap Kemampuan Berkomunikasi pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam* (*PAI*)." Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berkomunikasi pada mata pelajaran PAI. Terdapat dua kelas yang menjadi kelas uji coba di mana kelas pertama terdiri dari 12 siswa dengan menggunakan Model Pembelajaran *Role Playing* (*treatment*) dan kelas kedua terdiri dari 14 siswa yang menggunakan metode ceramah (kontrol). Setelah dilakukan tes unjuk kerja, diperoleh data kemampuan berkomunikasi sebagai berikut:

Tabel 8.3. Skor Kemampuan Berkomunikasi Tipe Jigsaw dan Ceramah

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Jigsaw	76	83	65	70	93	68	85	60	81	91	60	75	-	-
Ceramah	63	70	45	65	72	63	75	50	80	74	70	60	50	72

Berdasarkan prosedur di atas, untuk mencari pengaruh antara Model Pembelajaran Tipe Jigsaw, yakni:

1) Menentukan hipotesis kerja, yaitu:

H_o = Tidak ada pengaruh *Model Role Playing* terhadap Kemampuan Berkomunikasi

H_1 = Ada pengaruh Model Role Playing terhadap Kemampuan Berkomunikasi

Hipotesis statistik:

$$H_o = \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_o = \mu_1 \leq \mu_2$$

2) Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$ dengan menggunakan tabel bantu:

Tabel 8.4. Harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$

No	**Y_1**	**Y_1**	**Y_1^2**	**Y_2^2**
1	76	5776	63	3969
2	83	6889	70	4900
3	65	4225	45	2025
4	70	4900	65	4225
5	93	8649	72	5184
6	68	4624	63	3969
7	85	7225	75	5625
8	78	6084	50	2500
9	81	6561	80	6400
10	91	8281	74	5476
11	60	3600	70	4900
12	75	5625	60	3600

No	Y_1	Y_1	Y_1^2	Y_2^2
13	-	-	50	2500
14	-	-	72	5184
Σ	925	72439	909	60457
$\bar{Y}_1$	77,083	-	-	-
$\bar{Y}_2$	64,929	-	-	-

3) Mencari varian pada kelompok 1 dengan rumus:

$$s_1^2 = \frac{\Sigma Y_1^2 - \frac{(\Sigma Y_1)^2}{N_1}}{N_1 - 1}$$

$$= \frac{72439 - \frac{(925)^2}{12}}{12 - 1} = 103,356$$

4) Mencari varian pada kelompok 2 dengan rumus:

$$s_2^2 = \frac{\Sigma Y_2^2 - \frac{(\Sigma Y_2)^2}{N_2}}{N_2 - 1}$$

$$= \frac{60457 - \frac{(909)^2}{14}}{14 - 1} = 110,533$$

5) Menentukan harga standar error pada kelompok 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$ dengan rumus:

$$S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

$$= \sqrt{\frac{(12 - 1)103,356 + (14 - 1)110,533}{12 + 14 - 2}\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{14}\right)}$$

$$= \sqrt{107,2435.0,154} = 4,064$$

6) Mencari t_{hitung} dengan rumus:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}}$$

$$t = \frac{77,083 - 64,929}{4,064} = 2,991$$

7) Mencari harga t_{tab} di mana dk = $n_1 + n_2 - 2$= 14 + 12 - 2 = 24 sehingga diketahui $t_{tab:0,05} = 1,711$

8) Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ (2,991 > 1,711) pada taraf $\alpha_{0,05}$, maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata Kemampuan Berkomunikasi antara menggunakan Model *Role Playing* dengan ceramah. Atau dengan kata lain dengan menggunakan model *Role Playing*, rata-rata kemampuan berkomunikai lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode ceramah.

Selain dengan menggunakan rumus di atas, dapat pula menggunakan rumus lainnya yaitu:

$$t = \frac{\overline{Y}_1 - \overline{Y}_2}{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

Dengan menggunakan data di atas di mana $\overline{Y}_1$ = 77,083, $\overline{Y}_2$ = 64,929, n_1 = 12, n_2 = 14, s_1^2 = 103,356, s_2^2 = 110,533, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$\frac{77{,}083 \quad 64{,}929}{\frac{(12-1)+(14-1)110{,}533}{12+14-2}\left(\frac{1}{12} \quad \frac{1}{14}\right)}$$

$$\frac{77{,}083 \quad 64{,}929}{4{,}064}$$

$$2{,}991 \text{ (diperoleh hasil yang sam })$$

Setelah harga t_{hitung} diperoleh, analisis selanjutnya mencari besar pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat. Rumus yang digunakan adalah:

$$R^2 = \frac{\frac{(\Sigma Y_1)^2}{N_1} + \frac{(Y_2)^2}{N_2} - \frac{(\Sigma Y_1 + \Sigma Y_2)^2}{N_{tot}}}{\Sigma Y_1^2 + \Sigma Y_2^2 - \frac{(\Sigma Y_1 + \Sigma Y_2)^2}{N_{tot}}}$$

$$= \frac{\frac{(925)^2}{12} + \frac{(909)^2}{14} - \frac{(925+909)^2}{26}}{72439 + 60457 - \frac{(925+909)^2}{26}}$$

$$= \frac{954{,}616}{3528{,}462} = 0{,}271$$

Berdasarkan koefisien determinasi di atas diketahui bahwa pengaruh Model Pembelajaran *Role Playing* terhadap Kemampuan Berkomunikasi sebesar 27,10%. Adapun 72,90% ditentukan oleh faktor-faktor lain yang tidak diketahui.

Selain dengan menggunakan rumus R^2 di atas, untuk mengukur pengaruh perlakuan terhadap variabel terikat dapat menggunakan rumus *omega squared*, yakni:

$$\tilde{\omega}^2 = \frac{t^2 - 1}{t^2 + n_1 + n_2 - 1}$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas di mana diketahui nilai t = 2,991, n_1 = 12, dan n_2 = 14, maka penghitungannya adalah:

$$\tilde{\omega}^2 = \frac{(2{,}991)^2 - 1}{(2{,}991)^2 + 12 + 14 - 1}$$

$$\tilde{\omega}^2 = 0{,}234$$

Berdasarkan koefisien determinasi di atas diketahui bahwa pengaruh Model Pembelajaran *Role Playing* terhadap Kemampuan Berkomunikasi sebesar 23,41%. Sedangkan 76,59% ditentukan oleh faktor-faktor lain yang tidak diketahui.

2. Uji Welch t'

Lomax (2001) mengatakan bahwa uji Welch t' digunakan untuk mengukur perbedaan di mana varian populasi dan sampelnya berbeda. Disebut berbeda apabila satu kelompok memiliki jumlah sampel yang berbeda dengan kelompok lainnya. Asumsi penggunaan rumus ini apabila terpenuhi persyaratan normalitas pada data dan berasal dari kelompok bebas (*independent group*).

Rumus untuk menguji perbedaan dengan menggunakan uji Welch t-test adalah:

$$t' = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{S_{\bar{Y}_1}{}^2 + S_{\bar{Y}_2}{}^2}} \text{ di mana}$$

t' = lambang Welch t tes
$\bar{Y}_1$ = skor rata-rata pada kelompok 1
$\bar{Y}_2$ = skor rata-rata pada kelompok 2
$S_{\bar{Y}_1}$ = standar eror pada kelompok 1
$S_{\bar{Y}_2}$ = standar eror pada kelompok 2

Untuk mencari standar error pada sampel 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$, rumus yang digunakan adalah:

$$S_{\bar{Y}_1}{}^2 = \frac{S_1^2}{N_1} \text{ dan } S_{\bar{Y}_2}{}^2 = \frac{S_1^2}{N_2} \text{ di mana}$$

$S_{\bar{Y}_1}$ dan $S_{\bar{Y}_2}$ = lambang standar eror pada kelompok 1 dan 2
n_1 = banyaknya sampel pada kelompok 1
n_2 = banyaknya sampel pada kelompok 2
s_1^2 = varians pada kelompok 1
s_2^2 = varians pada kelompok 2

Prosedur untuk uji analisis dengan menggunakan uji statistik Welch tes t' tidak berpasangan sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2$, dan $\sum Y_2^2$ dengan menggunakan tabel kerja.

  Mencari varian pada kelompok 1 dan 2 dengan menggunakan rumus:

$$s_1^2 = \frac{\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N_1}}{N_1 - 1} \text{ dan } s_2^2 = \frac{\sum Y_2^2 - \frac{\left(\sum Y_2\right)^2}{N_2}}{N_2 - 1}$$

- Menentukan harga standar eror pada kelompok 1 dan 2 $\left(S_{\bar{Y}_1} - S_{\bar{Y}_2}\right)$ dengan menggunakan rumus di atas.
- Menentukan harga t dengan menggunakan rumus uji t tes independen.
- Konsultasikan harga t yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan t_tab pada taraf signifikansi yang telah ditentukan sebelumnya (pada taraf

1% atau 5%). Untuk menentukan db pada Welch tes t' dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{\left(S_{\bar{Y}_1}{}^2 + S_{\bar{Y}_2}{}^2\right)^2}{\frac{\left(S_{\bar{Y}_1}{}^2\right)^2}{N_1} + \frac{\left(S_{\bar{Y}_2}{}^2\right)^2}{N_1}}$$

- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 8.3

Dengan menggunakan contoh 8.2 di atas, telah ditentukan harga $\bar{Y}_1 = 77{,}083$, $\bar{Y}_2 =$ 64,929, $s_1^2 = 103{,}356$ dan $s_2^2 = 110{,}533$. Langkah selanjutnya adalah menentukan standar eror pada sampel 1 dan 2 yakni:

$$S_{\bar{Y}_2}{}^2 = \frac{S_1^2}{N_2} = \frac{103{,}356}{12} = 8{,}613$$

$$S_{\bar{Y}_2}{}^2 = \frac{S_1^2}{N_2} = \frac{110{,}533}{14} = 7{,}895$$

Maka, dengan menggunakan rumus Welch t-tes diperoleh harga "t" sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{S_{\bar{Y}_1}{}^2 + S_{\bar{Y}_2}{}^2}} = \frac{77{,}083 - 64{,}929}{\sqrt{8{,}613 + 7{,}895}} = \frac{12{,}154}{4{,}063}$$

$$t = 2{,}991 \text{ (hasil perhitungan antara tes t dan Welch adalah sama)}$$

Prosedur berikutnya adalah mencari dk dengan rumus:

$$\mathrm{v} = \frac{\left(S_{\bar{Y}_1}{}^2 + S_{\bar{Y}_2}{}^2\right)^2}{\frac{\left(S_{\bar{Y}_1}{}^2\right)^2}{N_1} + \frac{\left(S_{\bar{Y}_2}{}^2\right)^2}{N_1}} = \frac{(8{,}613 + 7{,}895)^2}{\frac{(8{,}613)^2}{12} + \frac{(7{,}895)^2}{14}}$$

$$\mathrm{v} = \frac{272{,}514}{6{,}182 + 4{,}452} = \frac{272{,}514}{10{,}634}$$

$$\mathrm{v} = 25{,}627 \text{ (dibulatkan menjadi 26)}$$

- Setelah diperoleh dk = 26, mencari harga t_tabel diketahui t_{tabel} pada $\alpha_{0,05:26}$= 1,706.
- Karena harga $t_{hitung} > t_{tabel}$ (2,991 > 1,706) pada taraf $\alpha_{0,05}$, maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh Model Pembelajaran *Role Playing* terhadap Kemampuan Berkomunikasi pada Mata Pelajaran PAI.

3. Uji z

Uji z untuk dua sampel independen memiliki fungsi yang sama dengan uji t, yaitu sama-sama menguji perbedaan rata-rata antara dua sampel. Beberapa perbedaan antara uji z dan uji t di antaranya adalah: *pertama*, pada uji z dapat digunakan pada jumlah sampel yang besar (N > 30), dan *kedua*: pada uji z tidak mensyaratkan varian homogenitas pada data sebagaimana pada uji t, dan *ketiga*: hasil penghitungan pada uji z, dibandingkan dengan tabel z. Sedangkan pada uji t, hasil penghitungan dibandingkan dengan tabel t.

Rumus ***Pertama***. Rumus pertama yang digunakan untuk menguji hipotesis dengan menggunakan uji z untuk dua sampel independen adalah:

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

Contoh 8.4

Dengan menggunakan contoh 8.1 ketika diketahui harga $\bar{Y}_1$ = 36,30, $\bar{Y}_2$ = 29,50 $\sigma_1^2 = 42{,}952$, $\sigma_2^2 = 42{,}838$, n_1 =15 dan n_2 = 15. Berdasarkan contoh tersebut, hipotesis penelitiannya adalah:

H_o = Tidak ada perbedaan kepercayaan diri pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* dan metode ceramah

H_1 = Ada perbedaan kepercayaan pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* dan metode ceramah

Dari harga-harga tersebut dapat dihitung nilai z sebagai berikut:

$$z = \frac{36{,}30 - 29{,}50}{\sqrt{\frac{42{,}952}{15} + \frac{42{,}838}{15}}} = 2{,}85$$

Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kanan pada derajat 5%, diketahui harga z_{tab}= 1,65, diperoleh perbandingan bahwa $z > z_{tab}$ (2,85 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah Ada perbedaan kepercayaan diri pada siswa yang diberi strategi *Active Learning* dan metode ceramah.

Rumus *Kedua*. Rumus uji z yang kedua untuk menentukan rata-rata terhadap dua sampel independen adalah:

$$z = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sigma\sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}}} \text{di mana:}$$

z : lambang bilangan uji z
$\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_2$: nilai rata-rata Y_1 dan Y_2
σ : standar deviasi untuk distribusi binomial
m_1 dan m_2 : jumlah sampel kelompok 1 dan kelompok 2

Salah satu kelebihan dengan menggunakan uji z sebagaimana rumus di atas adalah uji tersebut melibatkan jumlah alat tes atau instumen yang digunakan di dalam penelitian yang dikonversi ke dalam distribusi binomial dengan notasinya adalah σ. Sebagai contoh, apabila seorang peneliti memiliki jumlah soal tes mengukur hasil belajar sebanyak 50 buah, maka jumlah soal tersebut harus dicari harga σ nya. Rumus untuk menentukan harga σ sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2} \text{ di mana :}$$

σ : lambang standar deviasi distribusi binomial
n : jumlah soal atau instrumen penelitian
n_1 : harga proporsi 0,5
n_2 : harga proporsi 0,5

Langkah atau prosedur untuk menghitung nilai rata-rata dengan menggunakan rumus uji z di atas adalah:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Menentukan nilai rata-rata Y_1 dan $Y_{2.}$
- Menentukan harga σ dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2}$$

- Mencari harga *z*.
- Menentukan harga z_{tab}.
- Menarik kesimpulan dengan menerima atau menolak baik $H_{0.}$

Contoh 8.5

Seorang peneliti ingin membandingkan tingkat motivasi belajar siswa. Sebelumnya siswa terbagi menjadi menjadi dua kelompok yaitu kelompok A siswa yang belajar dipengaruhi oleh motivasi instrinsik dan kelompok B siswa belajar yang dipengaruhi oleh motivasi ekstrinsik. Masing-masing kelompok sebanyak 10 orang siswa. Dengan menggunakan tes motivasi sebanyak 75 soal diperoleh skor motivasi sebagai berikut:

Tabel 8.5. Skor Motivasi pada Kelompok A dan B

Kelompok	Skor Motivasi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	29	31	38	44	46	50	51	57	60	61
B	33	37	45	45	50	53	58	60	63	67

Dengan menggunakan rumus uji z di atas, maka uji hipotesis tersebut dapat dilakukan sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitian :

H_o = Tidak ada perbedaan rata-rata tingkat motivasi antara kelompok A dan B

H_1 = Ada perbedaan rata-rata tingkat motivasi antara kelompok A dan B

Uji hipotesis statistiknya:

$$H_o: \mu \leq \mu_0$$
$$H_1: \mu > \mu_0$$

2) Mencari nilai rata-rata $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_2$ yakni:

$$\bar{Y}_1 = \frac{\Sigma Y_i}{n} = \frac{467}{10} = 46{,}70$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{\Sigma Y_i}{n} = \frac{511}{10} = 51{,}10$$

3) Mencari harga σ yakni:

$$\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2}$$

$$\sigma = \sqrt{75(0{,}5)(0{,}5)} = 4{,}33$$

4) Mencari harga z yaitu:

$$z = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sigma\sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}}}$$

$$z = \frac{46{,}70 - 51{,}10}{4{,}33\sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}}$$

$$z = \frac{-4{,}40}{1{,}94} = -2{,}26$$

5) Harga z_{tab} pada derajat 5% pada uji satu sisi adalah: 1,65 (untuk menentukan z_{tab} telaha dibahas pada uji z satu sampel).

6) Menarik kesimpulan. Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kiri pada derajat 5%, diketahui harga z_{tab}= 1,65 diperoleh perbandingan bahwa $z > z_{tab}$ (2,26 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah ada perbedaan rata-rata tingkat motivasi antara kelompok A yang diberikan motivasi intrinsik dan kelompok B yang diberikan motivasi ekstrinsik.

Rumus *ketiga.* Rumus lainnya untuk menguji rata-rata dua sampel dengan menggunakan uji z yakni:

$$z = \frac{\bar{Y} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{m}}}$$

Rumus uji z ini digunakan untuk mencari atau menentukan apakah salah satu kelompok memiliki perbedaan dengan nilai rata-rata dari kelompok lainnya. Dengan menggunakan rumus ini maka harga μ dicari dengan menggunakan rumus: $\mu = n\pi_1$ di mana n merupakan jumlah instrumen yang digunakan, sedangkan π_1= harga proporsi 0,5. Sedangkan untuk mencari harga σ, sama dengan menggunakan rumus sebelumnya yaitu $\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2}$.

Contoh 8.6

Dengan menggunakan contoh di atas, maka diperoleh nilai $\bar{Y}$ = 46,70, nilai μ = 75.0,5 = 35, m = 10 dan σ = 4,33, sehingga:

$$z = \frac{46,70 - 35}{\frac{4,33}{\sqrt{10}}} = 8,54$$

Dari penghitungan di atas, diperoleh harga z = 8,54, sehingga harga ini lebih besar jika dibandingkan dengan harga z_{tab} = 1,65 (8,54 >1,65). Ini berarti harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau dengan kata lain H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah rata-rata tingkat motivasi siswa kelompok A berbeda dengan tingkat motivasi kelompok B.

4. Uji Mann-Whitney

Uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji hipotesis apabila data yang digunakan tidak berdistribusi normal (non-parametrik). Data yang diuji berasal dari dua kelompok yang berbeda (bebas). Data dari kedua kelompok dapat berupa interval, rasio maupun ordinal yang ditransformasi menjadi data (*rank*). Untuk itu, uji Mann-Whitney dapat pula disebut sebagai uji Wilcoxon Rank Test. Uji Mann-Whitney hanya dapat dilakukan untuk dua kelompok.

Asumsi yang harus terpenuhi dalam Mann Whitney U Test, yaitu:

1. Skala data variabel terikat adalah ordinal, interval atau rasio. Apabila skala interval atau rasio, asumsi normalitas tidak terpenuhi. (Normalitas dapat diketahui setelah uji normalitas).
2. Data berasal dari 2 kelompok yang berbeda. (Apabila data berasal dari 3 kelompok atau lebih, maka sebaiknya gunakan uji Kruskall Wallis).
3. Variabel independen satu dengan yang lainnya, artinya data berasal dari kelompok yang berbeda atau tidak berpasangan.
4. Varians kedua kelompok sama atau homogen. (Karena distribusi tidak normal, maka uji homogenitas yang tepat dilakukan adalah uji Levene's Test. Di mana uji Fisher F diperuntukkan bila asumsi normalitas terpenuhi). (***http://www.statistikian.com***).

Uji Mann-Whitney yang digunakan untuk dua kelompok yang tidak berpasangan digunakan baik pada sampel kecil dan besar. Rumus uji Mann-Whitney pada sampel kecil adalah:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_2$$

Untuk uji Mann-Whitney dengan sampel besar, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 n_2 + 1)}{12}}}$$

Langkah atau prosedur untuk uji Mann-Whitney adalah:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Membuat tabel bantu berdasarkan data dari dua kelompok untuk membuat peringkat masing-masing data.
- Menentukan *rank* pada data dengan cara mengurutkan peringkat dari yang terendah sampai tertinggi. Apabila terdapat dua data dengan skor yang sama, maka kedua data tersebut dijumlahkan kemudian dibagi dua (n1 + n2 / 2).
- Mencari harga U_{hit}.
- Mencari harga U_{tabel} dengan menggunakan tabel Mann Whitney.
- Membuat kesimpulan dengan cara membandingkan harga U yang terkecil dengan U_{tabel} di mana apabila $U \leq U_{tabel}$, maka H_o ditolak. Sebaliknya apabila $U > U_{tabel}$, maka H_o diterima.

Contoh 8.7

Seorang peneliti ingin membandingkan dua model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar. Dua model pembelajaran tersebut adalah model A dan model B. Untuk menentukan hasilnya, peneliti melalukan uji eksperimen dengan menggunakan dua kelas di mana masing-masing kelas terdiri dari 10 siswa. Setelah melakukan tes hasil belajar, diperoleh data pada masing-masing kelompok sebagai berikut:

Tabel 8.6. Skor Pada Kelompok 1 dan Kelompok 2

Kel. 1	77	70	75	71	82	78	76	79	81	50
Kel. 2	81	85	75	73	80	55	82	83	80	-

Berdasarkan data di atas, dengan mengikuti prosedur uji hipotesis Mann Whitney, maka:

1) Hipotesis penelitian:

H_o = Rata-rata hasil belajar kelompok yang diberi model Jigsaw lebih rendah atau sama dengan hasil belajar kelompok yang diberi metode ceramah

H_1 = Rata-rata hasil belajar kelompok yang diberi model Jigsaw lebih tinggi dari hasil belajar kelompok yang diberi metode ceramah

Hipotesis statistik:

$$H_o = \mu_1 \geq \mu_2$$
$$H_1 = \mu_1 < \mu_2$$

2) Tabel bantu untuk menentukan peringkat (*rank*), dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 8.7. Harga Peringkat Kelompok 1 dan Kelompok 2

Ceramah			Jigsaw		
No	Skor	Peringkat	No	Skor	Peringkat
1	50	1	1	55	2
2	70	3	2	73	5
3	71	4	3	75	6,5
4	75	6,5	4	80	12,5
5	76	8	5	80	12,5
6	77	9	6	81	14,5
7	78	10	7	82	16,5
8	79	11	8	83	18
9	81	14,5	9	85	19
10	82	16,5	-	-	-
∑	-	83,5	-	-	106,5

3) Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga U pada U_1 dan U_2 dengan rumus:

Untuk U_1:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1 = (10)(9) + \frac{10(10+1)}{2} - 83{,}5$$

$$U_1 = 90 + \frac{110}{2} - 83{,}5 = 145 - 83{,}5 = 61{,}50$$

Untuk U_2:

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_1 = (10)(9) + \frac{9(9+1)}{2} - 83{,}5$$

$$U_2 = 90 + \frac{90}{2} - 106{,}5 = 135 - 106{,}5 = 28{,}50$$

Setelah diperoleh harga U_1= 61,50 dan U_1= 28,50, nilai U untuk menguji hipotesis adalah nilai U yang terkecil yang diperoleh yaitu: 28,5.

Sedangkan untuk menguji kebenaran penghitungan dengan Mann-Whitney, dapat digunakan rumus:

$n_1 . n_2 = U_1 + U_2$ Maka, 9.10 = 61,5 + 28,5 (penghitungan di atas benar)

4) Dengan menggunakan tabel Mann Whitney, diketahui bahwa pada taraf 0,05 $U_{(0,05)(10:9)}$ = 24.

5) Kesimpulan. Karena $U > U_{(0,05)(10:9)}$ atau 28,5 > 24, maka H_o ditolak atau H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok yang diberi metode Jigsaw rata-rata hasil belajarnya lebih tinggi daripada kelompok yang hanya diberi metode ceramah.

5. Uji Kolmogorov Smirnov

Uji Kolmogorov Smirnov merupakan statistika untuk menguji perbandingan dua distribusi frekuensi kumulatif yang berasal dari dua sampel independen. Sama pada uji Kolmogorof-Smirnov satu sampel, uji dua sampel ini didasarkan kepada prinsip frekuensi kumulatif. Pada prinsipnya, apabila terdapat perbedaan pada frekuensi kumulatif terhadap dua sampel, dapat diartikan bahwa terdapat pengaruh yang tinggi terhadap sampel yang berasal dari populasi yang berbeda. Karakteristik uji data menggunakan Kolmogorov-Smirnov dua sampel tergolong data ordinal karena data tersebut merupakan data yang berasal dari frekuensi kumulatif.

Prosedur dalam menggunakan uji Kolomogorov-Smirnov dapat dilihat sebagai berikut:

- Menentukan hipotesa penelitian.
- Menghitung harga D dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari harga D_{tab} dengan menggunakan tabel Kolmogorov Smirnov dua sampel
- Menarik kesimpulan.

Contoh 8.8

Diperoleh data kreativitas kerja lulusan dari dua sekolah yang berbeda yakni satu kelompok dari sekolah kejuruan dan yang lainnya berasal dari sekolah SMA. Dengan mengambil sampel *random*, diperoleh 12 siswa sebagai sampel dengan tingkat kreativitas sebagai berikut:

Tabel 8.8. Skor Kreativitas SMA dan SMK

Kelompok	Sampel					
	1	2	3	4	5	6
SMA	2	3	3	6	7	7
SMK	4	5	7	8	9	9

Dengan menggunakan langkah di atas, penghitungan penelitian dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dua sampel sebagai berikut:

1) Rumusan hipotesisnya adalah:

   H_o = Kreativitas lulusan SMA dan SMK dalam bekerja adalah sama

   H_1 = Kreativitas lulusan SMA dan SMK dalam bekerja tidak sama

   Untuk hipotesis statistiknya yaitu:

$$H_o : F_1(X) \leq F_2(X)$$
$$H_1 : F_1(X) > F_2(X)$$

2) Menggunakan tabel bantu untuk mencari harga D sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 8.9. Harga D_{maks}

A (X_1)	B $S_1(X)$	C (X_2)	D $S_2(X)$	E $S_1(X) - S_2(X)$
2	1/6 = 0,17	-	0	0,17 – 0,00 = 0,17
3,3	3/6 = 0,50	-	0	0,50 – 0,00 = **0,50**
6	4/6 = 0,67	4	1/6 = 0,16	0,67 – 0,17 = **0,50**
-	5/6 = 0,83	5	2/6 = 0,33	0,83 – 0,33 = **0,50**
-	5/6 = 0,83	7	3/6 = 0,50	0,83 – 0,50 = 0,33
-	5/6 = 0,83	8	4/6 = 0,67	0,83 – 0,67 = 0,16
7,7	6/6 = 1,00	9,9	6/6 = 1,00	1,00 – 1,00 = 0,00

Untuk mencari harga di atas, langkahnya sebagai berikut:

(1) Pada kolom A merupakan data yang berasal dari kelompok pertama, dan apabila terdapat data yang sama maka ditulis (3,3) atau (7,7) yang berarti terdapat nilai yang sama dari sampel yang berasal dari kelompok pertama.

(2) Pada kolom B dengan notasi $S_1(X)$ merupakan frekuensi kumulatif dari kelompok pertama di mana jumlah sampelnya adalah 6. Pada baris ke-1 dengan X = 2, terletak pada baris pertama sehingga penghitungan frekuensi kumulatifnya adalah 1/6 = 0,17. Pada baris ke-2 di mana X nya terdiri dua data, kedua data ini terletak pada nomor urut 2, dan 3 (sebelumnya nomor urut ke -1 adalah X = 2), sehingga yang diambil adalah nomor urut teratas dari skor yang sama yakni nomor urut 3 sehingga frekuensi kumulatifnya adalah 3/6 = 0,50. Demikian selanjutnya.

(3) Pada kolom C merupakan data yang berasal kelompok kedua.

(4) Pada kolom D dengan notasi $S_2(X)$ merupakan frekuensi kumulatif data dari kelompok dua.

(5) Adapun kolom E merupakan pengurangan dari frekuensi kumulatif 1 dan frekuensi kumulatif 2 ($S_1(X) - S_2(X)$. Sebagai contoh pada baris pertama dapat dihitung 0,17 – 0,00 = 0,17.

Berdasarkan penghitungan di atas diperoleh harga D_{maks} = 0,500

- Menggunakan tabel untuk mencari harga D_{tab} dari n_1= 5, dan n_2= 5, pada derajat 5% pada dua sisi yakni: $D_{(tab:0,01)}$= 0,800 dan $D_{(tab:0,05)}$= 0,800.
- Kesimpulan: karena harga $D < D_{(tab:0,01)}$ (0,500 < 0,800), maka H_0 diterima dan H_1 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan kreativitas kerja antara lulusan SMA dan SMK.

Untuk uji hipotesis dengan menggunakan sampel besar pada Kolmogorov-Smirnov dua sampel independen, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\chi^2 = 4D^2\left(\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}\right)$$

Dengan menggunakan contoh di atas di mana D = 0,50, n_1 dan n_2 = 6, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$\chi^2 = 4(0{,}50)^2\left(\frac{(6)(6)}{6+6}\right)$$

$$= 1\left(\frac{(6)(6)}{6+6}\right) = 3{,}00$$

Dari hasil penghitungan di atas, diperoleh harga χ^2 = 3,00 di mana harga ini akan dibandingkan dengan menggunakan χ^2_{tab}. Dengan jumlah df= 2 diperoleh harga $\chi^2_{0,05} = 5{,}99$ dan $\chi^2_{0,01} = 9{,}21$. Karena hipotesis yang digunakan adalah H_o: F_1 (X)< $F_2(X)$, maka baik pada derajat 1% (3,00 < 5,99), dan derajat 5% (3,00 < 9,21), H_0 diterima. Kesimpulan penelitian adalah tidak ada perbedaan kreativitas kerja antara lulusan SMA dan SMK.

5. Uji Chi-Square/Kai Kuadrat

Uji Korelasi Kai Kuadrat adalah salah satu teknik untuk menguji hipotesis dua variabel bebas atau berasal dari dua sampel yang berbeda. Analisis ini untuk memprediksi secara akurat jumlah kejadian yang diamati dan jumlah kejadian yang diharapkan. Uji Korelasi Kai Kuadrat digunakan apabila peneliti akan mengobservasi dua data yang bersifat kategorik (nominal). Lambang korelasi Chi-Square adalah χ^2. Sifat data yang dianalisis dengan menggunakan Kai Kuadrat berdasarkan tabel kontingensi dengan aturan baris x kolom (b x k). Contoh tabel kontingensi Kai Kuadrat dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 8.10. Tabel Kontingensi Kai Kuadrat

		Variabel Pada Kolom						Jumlah Baris
		k_1	k_1	...	k_j	...	k_c	
	b_1	o_{11}	o_{12}	...	o_{1j}	...	o_{1c}	$o_{1.}$
	b_2	o_{21}	o_{22}	...	o_{2j}	...	o_{2c}	$o_{2.}$
Variabel pada Baris	...	...	...	...	...	...	...	...
	b_i	o_{i1}	o_{i2}	...	o_{ij}	...	o_{ic}	$o_{i.}$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	b_r	o_{r1}	o_{r2}	...	o_{rj}	...	o_{rc}	$o_{r.}$
Jumlah Kolom		$o_{.1}$	$o_{.2}$	...	$o_{.j}$	...	$o_{.c}$	N

Tabel di atas merupakan contoh tabel kontingensi baris x kolom (b x k). Notasi k_1 dan k_j menunjukkan data pada kolom ke-1 dan kolom ke-j. Notasi b_1 atau b_r menunjukkan baris ke-1 atau baris ke–r. Notasi o_{11} menunjukkan data observasi kolom dan baris ke-1. Notasi o_{ij} merupakan data baris ke- i^{th} dan kolom ke- j^{th}. Notasi o_i merupakan jumlah observasi dari baris ke- i^{th} dan notasi $o_{.j}$ menunjukkan jumlah observasi dari kolom ke- j^{th}.

Rumus *Pertama*. Rumus Kai Kuadrat untuk membandingkan antara frekuensi observasi pada tabel kontingensi 2 x 2 adalah:

$$\chi^2 = \sum \frac{\left(f_e - f_o\right)^2}{f_e} \text{ di mana}$$

f_e = frekuensi observasi
f_o = frekuensi harapan

Prosedur untuk menganalisis data dengan menggunakan Kai Kuadrat sebagai berikut:

- Membuat hipotesis penelitian yang akan digunakan, apakah dengan menggunakan uji pihak kiri, uji satu pihak atau dua pihak. Untuk frekuensi harapan dan observasi dari populasi notasiny adalah o (Yunani: omicron) dan epsilon (ε).
- Mencari f_e atau frekuensi observasi pada masing-masing kolom dan baris dengan cara:

$$f_e = \frac{(\text{jumlah baris ke} - \text{i})\text{x}(\text{jumlah baris ke} - j)}{N}$$

- Membuat tabel kerja untuk menghitung harga χ^2.
- Mencari harga χ^2_{tab} dengan cara dk (derajat kebebasan) = (b (baris) - 1) x (k (kolom) – 1).
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1 .

Contoh 8.9

Diperoleh data asal sekolah mahasiswa dengan kecenderungan memilih fakultas di perguruan tinggi. Sampel penelitian berjumlah 65 mahasiswa sehingga diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 8.11. Data Kecenderungan Memilih Fakultas

Asal Sekolah	Kecenderungan Memilih Fakultas		Jumlah
	Fakultas A	Fakultas B	
Umum	15	17	32
Agama	18	12	30
∑	33	29	62

Dengan menggunakan prosedur di atas, pengujian hipotesis dilakukan sebagai berikut:

1) Menetapkan hipotesis penelitian:

H_0 = Frekuensi observasi dan harapan adalah sama

H_1 = Frekuensi observasi dan harapan tidak sama

Hipotesis statistik:

$$H_0 : O_{ij} = \varepsilon_{ij}$$
$$H_1 : O_{ij} \neq \varepsilon_{ij}$$

2) Menghitung f_e atau frekuensi observasi pada masing-masing kolom dan baris dengan rumus:

$$f_e = \frac{(\text{jumlah baris ke} - \text{i})\,\text{x}\,(\text{jumlah baris ke} - j)}{N}$$

Berdasarkan rumus di atas, diperoleh penghitungan f_e sebagai berikut:

$$f_e = \frac{32\,x\,33}{62} = 17{,}03$$
$$f_e = \frac{32\,x\,29}{62} = 14{,}97$$
$$f_e = \frac{30\,x\,33}{62} = 15{,}97$$
$$f_e = \frac{30\,x\,29}{62} = 14{,}03$$

3) Membuat tabel kerja untuk menghitung harga Kai Kuadrat

Tabel 8.12. Harga Kai Kuadrat

Asal Sekolah	Fakultas	f_o	f_e	$(f_o - f_e)$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
Umum	A	15	17,03	- 2,03	4,12	0,24
	B	17	14,97	2,03	4,12	0,28
Agama	A	18	15,97	2,03	4,12	0,26
	B	12	14,04	- 2,04	4,16	0,30
	Σ	62				1,07

Dari penghitungan di atas, diperoleh harga χ^2 = 1,07

1) Mencari dk yakni (2-1) x (2-1) = 1 sehingga diperoleh harga $\chi^2_{tab:0,05:2}$ = 3,84.
2) Menarik kesimpulan. Setelah diperoleh χ^2 = 1,07, untuk menguji tingkat signifikansi data dikonsultasikan dengan tabel kai kuadrat di mana dknya adalah 1 sehingga $\chi^2_{tab:0,05:1} = 3{,}84$. Ternyata $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tabel}$ $(1{,}07 < 3{,}84)$ atau H_0 di terima sehingga frekuensi observasi dan harapan adalah sama. Ini berarti dapat tidak ada hubungan antara asal sekolah mahasiswa dengan kecenderungan memilih fakultas.

Rumus Kedua. Rumus kedua Kai Kuadrat untuk membandingkan antara frekuensi observasi pada tabel kontingensi 2 x 3 adalah:

$$\chi^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Contoh 8.10

Dengan menggunakan contoh penelitian pada tabel di atas diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{62(15.12 - 17.18)^2}{(15+17)(18+12)(15+18)(17+12)}$$

$$\chi^2 = \frac{984312}{918720} = 1{,}07$$

Menarik kesimpulan. Penggunaan rumus pertama dan kedua menghasilkan penghitungan yang sama sehingga kesimpulan yang dihasilkanpun sama yaitu tidak ada hubungan antara asal sekolah mahasiswa dengan kecenderungan memilih fakultas. Berikut ini sebuah contoh penggunaan rumus Kai Kuadrat apabila tabel kontingensinya 2 x 3:

Contoh 8.11

Sebuah penelitian dengan judul "*Pengaruh antara Asal Sekolah dan Kecenderungan Memilih Fakultas*". Penelitian ini memilih 98 orang dipilih secara random terdiri dari 48 orang yang berasal dari sekolah umum, dan 50 orang yang berasal dari sekolah agama. Dari 48 orang yang berasal dari sekolah umum, kecenderungan memilih Fakultas A = 15, Fakultas B = 17, dan Fakultas C = 16 orang. Dari 52 orang yang berasal dari sekolah keagamaan, diperoleh data yang memilih fakultas A = 18, fakultas B = 12, dan fakultas C = 20. Data hasil penelitian berdasarkan angket yang disebarkan oleh peneliti disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 8.13. Data Kecenderungan Memilih Fakultas

Asal Sekolah	Kecenderungan Memilih Fakultas			Jumlah
	Fakultas A	Fakultas B	Fakultas C	
Umum	15	17	16	48
Keagamaan	18	12	20	50
∑	33	29	36	98

Untuk menghitung harga χ^2 yaitu dengan cara sebagai berikut:

1) Menetapkan uji hipotesis penelitian yaitu:

H_o = Kecenderungan asal sekolah dalam memilih fakultas adalah sama.

H_1 = Kecenderungan asal sekolah dalam memiliki fakultas tidak sama.

Hipotesis statistik:

$$H_0 : O_{ij} = \varepsilon_{ij}$$
$$H_1 : O_{ij} \neq \varepsilon_{ij}$$

2) Langkah berikutnya adalah menghitung f_e atau frekuensi observasi pada masing-masing kolom dan baris dengan rumus:

$$f_e = \frac{(\text{jumlah baris ke} - \text{i})\,\text{x}\,(\text{jumlah baris ke} - \text{j})}{N}$$

Berdasarkan rumus di atas, diperoleh penghitungan f_e sebagai berikut:

$$f_e = \frac{48\,x\,33}{98} = 16{,}16$$

$$f_e = \frac{48\,x\,29}{98} = 14{,}20$$

$$f_e = \frac{48\,x\,36}{98} = 17{,}63$$

$$f_e = \frac{50\,x\,33}{98} = 16{,}84$$

$$f_e = \frac{50\,x\,29}{98} = 14{,}79$$

$$f_e = \frac{50\,x\,36}{98} = 18{,}37$$

3) Membuat tabel kerja untuk menghitung Kai Kuadrat yakni:

Tabel 8.14. Harga Kai Kuadrat

Asal sekolah	Fakultas	f_o	f_e	$(f_o - f_e)$	$(f_o - f_t)^2$	$\frac{(f_e - f_o)^2}{f_e}$
Umum	Fakultas A	15	16,16	-1,16	1,34	0,08
	Fakultas B	17	14,20	2,80	7,84	0,55
	Fakultas C	16	17,63	-1,63	2,66	0,15
Agama	Fakultas A	18	16,84	1,16	1,34	0,08
	Fakultas B	12	14,79	-2,79	7,78	0,52
	Fakultas C	20	18,37	1,63	2,66	0,14
Σ		98	-	-	-	1,52

4) Mencari dk yakni (2-1) x (3-1) = 2 sehingga diperoleh harga $\chi^2_{\text{tab:0,05:2}}$ = 5,99

Menarik kesimpulan. Setelah diperoleh χ^2 = 1,52, untuk menguji tingkat signifikansi data dikonsultasikan dengan tabel Kai Kuadrat di mana dbnya adalah 2 sehingga $\chi^2_{\text{tab:0,05:2}}$= 5,99. Ternyata $\chi^2_{\text{hit}} < \chi^2_{\text{tabel}}$ (1,52 < 5,99) atau H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan hasil penelitian bahwa kecenderungan asal sekolah terhadap pemilihan fakultas adalah sama.

C. LATIHAN:

1. Jelaskan pengertian penelitian komparatif dan perbedaannya dengan penelitian korelasional!
2. Apa yang Anda pahami tentang dua sampel independen dan dependen dalam penelitian komparatif!

3. Sebutkan jenis analisis statistik parametrik dan non-parametrik pada penelitian komparatif dua sampel independen!
4. Dilakukan sebuah penelitian dengan judul "*Pengaruh Strategi Mind Mapping dalam Meningkatkan Daya Ingat Siswa.* Data hasil penelitian dari 15 siswa yang dijadikan sampel sebagai berikut:

No	$\bar{Y}_1$	$\bar{Y}_2$
1	5	7
2	6	8
3	4	5
4	5	7
5	8	8
6	5	8
7	6	7
8	7	7
9	4	6
10	5	4
11	5	7
12	6	9
13	4	7
14	7	9
15	4	8

Berdasarkan data hasil penelitian, lakukanlah:

a. Membuat hipotesis penelitian dan statistiknya.
b. Dengan menggunakan uji t, ujilah hipotesis tersebut dengan membuat kesimpulan penelitian.

5. Dengan menggunakan data yang sama, uji pula hipotesis dengan menggunakan uji z dua sampel independen.
6. Diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut:

Kelompok 1	X_1	**Kelompok 2**	X_2
Sampel 1.1	7 5	Sampel 1.2	95
Sampel 1.2	35	Sampel 2.2	90
Sampel 1.3	30	Sampel 2.3	80
Sampel 1.4	40	Sampel 2.4	80
Sampel 1.5	40	Sampel 2.5	38
Sampel 1.6	25	Sampel 2.6	40
Sampel 1.7	25	Sampel 2.7	40
Sampel 1.8	25	Sampel 2.8	40
Sampel 1.9	25	Sampel 2.9	30
Sampel 1.10	20	Sampel 2.10	30

Apabila judul penelitian "*Peningkatan Kreativitas Belajar dengan Menggunakan*

Model Pembelajaran CTL pada siswa SD....", analisislah dengan menggunakan uji Mann-Whitney. Tulislah hipotesis penelitian dan tariklah sebuah kesimpulan dengan menggunakan data tersebut.

7. Diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut:

Asal Sekolah	Tingkat Kedisiplinan Kuliah		Jumlah
	Rajin	Tidak Rajin	
Laki-Laki	29	45	
Perempuan	81	16	
$\sum$			

Menggunakan analisis Kai Kuadrat, buatlah uji hipotesis penelitian dan tariklah kesimpulan penelitian.

8. Jika soal nomor 8 diberikan variasi penelitian dengan desain sebagai berikut:

Asal Sekolah	Tingkat Kedisiplinan Kuliah			Jumlah
	Rajin	Cukup Rajin	Tidak Rajin	
Laki Laki	18	11	45	
Perempuan	60	21	16	
$\sum$				

Dengan menggunakan analisis Kai Kuadrat, buatlah uji hipotesis penelitian dan tariklah kesimpulan penelitian.

BAB

9

UJI PERBANDINGAN DUA SAMPEL DEPENDEN

A. KONSEP DASAR SAMPEL DEPENDEN (BERPASANGAN)

Pada bahasan sebelumnya telah dijelaskan tentang konsep dan beberapa rumus uji komparatif pada dua sampel independen baik parametrik maupun non-parametrik. Pada bab ini akan dijelaskan tentang definisi serta rumus statistika untuk uji komparatif dua sampel dependen baik parametrik maupun parametrik. Clarke dkk menjelaskan bahwa sampel disebut dependen dapat dilihat dengan dua cara yaitu:

1) Dua rata-rata $\left(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2\right)$ berasal dari individu (sampel) yang sama atau dari satu kelompok yang dijadikan sampel penelitian. Model ini dikenal dengan *repeated-measures design*. Penelitian "sebelum-sesudah" dan "pretest-posttest" menjadi desain dalam penelitian ini. Desain penelitian "sebelum atau pre tes dapat diartikan menjadi dua yaitu, **pertama**: sebelum treatmen, kelas atau kelompok diberikan tes. Setelah pre tes, peneliti melakukan perlakuan (treatment) kepada kelas yang sama dan kemudian diberikan *posttest*. Selanjutnya peneliti akan membandingkan rata-rata hasil belajar pre test ($\bar{Y}_1$) dan *posttest* ($\bar{Y}_2$). **Kedua:** pada satu kelompok, peneliti melakukan dua kali percobaan. Pada percobaan ke-1, peneliti menggunakan sebuah metode dalam belajar, kemudian dilakukan tes hasil belajar dan pada percobaan ke-2 peneliti melakukan treatmen dengan menggunakan salah satu model pembelajaran, kemudian dilakukan tes hasil belajar. Selanjutnya peneliti membandingkan rata-rata hasil belajar dengan menggunakan sebuah metode belajar ($\bar{Y}_1$) dengan rata-rata hasil belajar pada saat kelas telah diberikan model pembelajaran ($\bar{Y}_2$).
2) Disebut berpasangan, apabila individu yang berbeda digunakan untuk dua kondisi penelitian, namun sebelum dibentuk kelompok peneliti harus mencocokkan sampel penelitian pada karakteristik atau sifat sampel yang sama. Sebagai contoh, ketika peneliti ingin mengetahui perbandingan hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran pada 50 siswa, maka peneliti harus menge-

lompokkan 50 siswa tersebut dalam 2 kelompok dengan karakteristik yang sama. Karakter yang homogen (atau hampir homogen), bisa dilihat dari prestasi belajar mereka sebelumnya. Dengan kata lain pada 50 siswa, kelompok dibagi dua, yaitu kelompok yang memiliki prestasi belajar yang baik dan jelek. Penentuan kelas mana yang diberikan perlakuan (*treatment*) dengan cara *random* (bisa undian atau lempar koin). Pada akhir penelitian, diberikan sebuah tes untuk mengukur pencapaian hasil belajar. Peneliti kemudian akan membandingkan rerata hasil belajar kelompok 1 yang diberi perlakuan), dan rerata hasil belajar kelompok 2 yang tidak diberi perlakuan). Desain penelitian ini dikenal dengan *matched-subjects design.*

B. UJI PERBANDINGAN PARAMETRIK DUA SAMPEL DEPENDEN

1. Uji t

Uji t dua sampel berpasangan merupakan uji hipotesis untuk mengukur rata-rata dua sampel berpasangan. Hasil pengukuran sebelum dilakukan perlakuan diberi notasi $\bar{Y}_1$ dan setelah perlakuan diberi notasi $\bar{Y}_2$. Kedua pengukuran ini mewakili nilai dari rata-rata populasi dengan notasi μ_1 dan μ_2. Apabila hasil penelitian menunjukkan adanya signifikansi pada data, ini berarti kesimpulan penelitian bahwa terdapat perbedaan rata-rata pada kedua sampel berpasangan.

Persyaratan atau asumsi yang dipenuhi rumus uji t dua sampel berpasangan adalah:

(a) Sampel yang digunakan dalam penelitian berasal dari *random sampling.*
(b) Distribusi data harus normal. Untuk mengetahui kenormalan data, diuji dengan menggunakan uji normalitas.
(c) Data yang digunakan pada dua kelompok variannya harus sama.
(d) Data berbentuk interval atau rasio.

Rumus *Pertama.* Rumus untuk mencari perbandingan dengan menggunakan uji t berpasangan adalah:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\frac{\sum d^2}{N(N-1)}}} \text{ di mana}$$

t : lambang t test
$\bar{Y}_1$: rerata skor "sebelum" atau pretest
$\bar{Y}_2$: rerata skor "sesudah" atau posttest
$\sum d^2$: jumlah rerata skor gain
N : jumlah sampel
1 : bilangan konstan

Prosedur untuk uji analisis dengan menggunakan uji statistik t-tes berpasangan sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis kerja dan statistik.

- Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum \bar{d}$, dan $\sum d^2$ dengan menggunakan tabel kerja.
- Mencari harga t dengan analisis uji t-berpasangan.
- Konsultasikan harga t yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan pada taraf signifikansi yang telah ditentukan sebelumnya (pada taraf 1% atau 5%). Untuk menentukan dk dengan rumus: dk = n - 1.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_o atau H_1 .

Contoh 9.1

Seorang guru bahasa Inggris berkeinginan meningkatkan kemampuan *pronounciation* siswanya dalam pelajaran bahasa Inggris. Untuk itu, guru tersebut menggunakan metode menghapal lagu-lagu barat untuk meningkatkan *pronounciation* murid-muridnya. Sampel diambil dari satu kelas dengan jumlah siswa sebanyak 20 orang dan diberi perlakuan sebelum dan sesudah menggunakan lagu-lagu Barat. Skor *pronounciation* sebelum dan sesudah menggunakan lagu-lagu barat disajikan sebagai berikut:

Tabel 9.1. Skor Pronounciation Sebelum dan Sesudah

Sampel	Sebelum	Sesudah
1	7	5
2	5	8
3	7	9
4	6	7
5	6	8
6	5	6
7	4	6
8	7	7
9	5	8
10	3	5
11	4	6
12	6	8
13	4	5
14	5	6
15	5	5
16	7	8
17	4	5
18	3	6
19	8	8
20	5	7

Dengan menggunakan prosedur di atas, untuk uji analisis perbedaan rata-rata dengan menggunakan uji t berpasangan adalah:

1) Menentukan hipotesis kerja yaitu:

H_o = Tidak ada perbedaan rata-rata hasil belajar pada kelompok pertama dan kedua

H_1 = Ada perbedaan rata-rata hasil belajar pada kelompok pertama dan kedua

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_o : \mu_1 > \mu_2$$

2) Mencari harga $d, \bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum \bar{d}$, dan $\sum d^2$ dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 9.2. Harga d, $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum \bar{d}$, dan $\sum d^2$

Sampel	Y_1	Y_2	d	$(d - \bar{d})$	$(d - \bar{d})^2$
1	7	5	2	3,4	11,56
2	5	8	-3	-1,6	2,56
3	7	9	-2	-0,6	0,36
4	6	6	0	1,4	1,96
5	6	8	-2	-0,6	0,36
6	5	6	-1	0,4	0,16
7	4	6	-2	-0,6	0,36
8	7	7	0	1,4	1,96
9	5	8	-3	-1,6	2,56
10	3	5	-2	-0,6	0,36
11	4	6	-2	-0,6	0,36
12	6	8	-2	-0,6	0,36
13	4	6	-2	-0,6	0,36
14	5	6	-1	0,4	0,16
15	5	5	0	1,4	1,96
16	7	8	-1	0,4	0,16
17	4	5	-1	0,4	0,16
18	3	6	-3	-1,6	2,56
19	8	7	1	2,4	5,76
20	5	9	-4	-2,6	6,76
$\sum$	106	134	-28	0	40,80
	-	-	-1,40	-	-
$\bar{Y}_1$	5,30	-	-	-	
$\bar{Y}_2$	6,70	-	-	-	-

3) Mencari harga t dengan rumus:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\frac{\sum d^2}{N(N-1)}}} = \frac{5,30 - 6,70}{\sqrt{\frac{40,80}{20(20-1)}}}$$

$$= \frac{-1,4}{\sqrt{0,1073}} = \frac{-1,4}{0,328} = -4,268$$

4) Mencari dk dengan rumus dk = n – 1 = 20 – 1
= 19

sehingga diperoleh $t_{tabel:0,05:19}$ = 1,729.

5) Kesimpulan. Karena $t_{hit} > t_{tab:0,5:19}$ (4,268 > 1,729) maka ditolak atau diterima sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan rata-rata hasil belajar pada kelompok pertama dan kedua. Atau dapat pula disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lagu-lagu Barat terhadap *pronounciation* siswa.

Rumus *Kedua*. Selain rumus di atas, untuk mencari harga t berpasangan dapat pula menggunakan rumus di bawah ini:

$$t = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{S^2_{\bar{Y}_1} + S^2_{\bar{Y}_2} - 2\left(r_{y_1 y_2}\right)\left(S_{\bar{Y}_1}\right)\left(S_{\bar{Y}_2}\right)}} \text{ di mana}$$

t : lambang uji t
$\bar{Y}_1$: rerata skor kelompok "sebelum" atau *pretest*
$\bar{Y}_2$: rerata skor kelompok "sesudah" atau *posttest*
$S_{\bar{Y}_1}$: rata-rat simpangan baku kelompok sebelum atau *pretest*
$S_{\bar{Y}_2}$: rata-rata simpangan baku kelompok sesudah atau *posttest*
$S_{\bar{Y}_1^2}$: kuadrat dari rata-rata simpangan baku kelompok sebelum atau *pretest*
$S_{\bar{Y}_2^2}$: kuadrat dari rata-rata simpangan baku kelompok sesudah atau *pretest*
$r_{y_1 y_2}$: korelasi pada dua sampel y_1 dan y_2

Prosedur untuk uji statistik dengan menggunakan rumus di atas selain menentukan hipotesa dan signifikansi, yaitu:

- Mencari harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_1 Y_2$ dengan menggunakan tabel kerja.
- Mencari harga simpangan baku pada kelompok 1 dan 2 dengan rumus:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_1^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}} \text{ dan } s_2 = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_2^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

- Mencari harga rata-rata simpangan baku pada kelompok 1 dan 2 dengan rumus:

$$S_{\bar{Y}_1} = \frac{S_1}{\sqrt{N_1}} \text{ dan } S_{\bar{Y}_2} = \frac{S_2}{\sqrt{N_2}}$$

- Mencari kuadrat dari rata-rata simpangan baku.
- Mencari harga korelasi antara y_1 dan y_2 (r_{y1y2}) dengan rumus:

$$r_{y_1y_2} = \frac{\sum Y_1Y_2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)\left(\sum Y_2\right)}{N}}{\sqrt{\left[\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N}\right]\left[\sum Y_2^2 - \frac{\left(\sum Y_2\right)^2}{N}\right]}}$$

- Mencari harga t dengan rumus uji t-berpasangan.
- Konsultasikan harga t yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan pada taraf signifikansi yang telah ditentukan sebelumnya (pada taraf 1% atau 5%). Untuk menentukan dk dengan rumus: db = n – 1 .
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_o atau H_1

Contoh 9.2

Berdasarkan contoh judul dan data penelitian di atas pada Tabel 9.1, diketahui harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_1Y_2$ sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 9.3. Harga $\overline{\Sigma Y}_1, \overline{\Sigma Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_1Y_2$

Nomor Sampel	Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2	Y_1Y_2
1	7	49	5	25	35
2	5	25	8	64	40
3	7	49	9	81	63
4	6	36	6	36	36
5	6	36	8	64	48
6	5	25	6	36	30
7	4	16	6	36	24
8	7	49	7	49	49
9	5	25	8	64	40
10	3	9	5	25	15
11	4	16	6	36	24
12	6	36	8	64	48
13	4	16	6	36	24
14	5	25	6	36	30
15	5	25	5	25	25
16	7	49	8	64	56
17	4	16	5	25	20

Nomor Sampel	Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2	Y_1Y_2
18	3	9	6	36	18
19	8	64	7	49	56
20	5	25	9	81	45
Σ	$\Sigma Y_1 = 106$	$\Sigma Y_1^2 = 600$	$\Sigma Y_2 = 134$	$\Sigma Y_2^2 = 932$	$\Sigma Y_1 Y_2 = 726$
$\overline{Y}_1$	5,3	-	-	-	-
$\overline{Y}_2$	6,7	-	-	-	-

- Mencari harga simpangan baku pada kelompok 1 yakni:

$$s_1 = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_1^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{600 - \frac{(106)^2}{20}}{20-1}}$$

$$s_1 = 1,42$$

- Harga simpangan baku pada kelompok 2 adalah:

$$s_2 = \sqrt{\frac{\Sigma f.X_1^2 - \frac{(\Sigma f.X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{932 - \frac{(134)^2}{20}}{20-1}}$$

$$s_2 = 1,34$$

- Harga rata-rata simpangan baku pada kelompok 1 dan 2 $\left(S_{\overline{y}_1} \text{ dan } S_{\overline{y}_2}\right)$ yaitu:

$$S_{\overline{y}_1} = \frac{s_1}{\sqrt{n}} = \frac{1,42}{\sqrt{20}} = 0,32$$

$$S_{\overline{y}_2} = \frac{s_1}{\sqrt{n}} = \frac{1,34}{\sqrt{20}} = 0,30$$

- Harga kuadrat rata-rata simpangan baku yakni:

$$s_{\overline{y}_1}^2 = (0,32)^2 = 0,102$$

$$s_{\overline{y}_2}^2 = (0,30)^2 = 0,090$$

- Mencari harga korelasi antara y_1 dan y_2 (r_{y1y2}) dengan rumus:

$$r_{y_1y_2}=\frac{\sum Y_1Y_2-\frac{\left(\sum Y_1\right)\left(\sum Y_2\right)}{N}}{\sqrt{\left[\sum Y_1^2-\frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N}\right]\left[\sum Y_2^2-\frac{\left(\sum Y_2\right)^2}{N}\right]}}$$

$$r_{y_1y_2}=\frac{726-\frac{(106)(134)}{20}}{\sqrt{\left[600-\frac{(106)^2}{20}\right]\left[932-\frac{(134)^2}{20}\right]}}$$

$$r_{y_1y_2}=0,44$$

- Mencari harga t pada sampel berpasangan berpasangan dengan rumus:

$$t=\frac{\bar{Y}_1-\bar{Y}_2}{\sqrt{S_{\bar{Y}_1}^2+S_{\bar{Y}_2}^2-2\left(r_{y_1y_2}\right)\left(S_{\bar{Y}_1}\right)\left(S_{\bar{Y}_2}\right)}}$$

$$t=\frac{5,30-6,70}{\sqrt{0,102+0,090-2(0,44)(0,32)(0,30)}}$$

$$t=\frac{-1,40}{0,328}=-4,268$$

t = – 4,268 (hasil perhitungan sama dengan menggunakan rumus pertama)

- Kesimpulan yang diperoleh juga sama yaitu ada perbedaan rata-rata hasil belajar pada kelompok pertama dan kedua. Atau dapat pula disimpulkan bahwa terdapat pengaruh lagu-lagu barat terhadap *pronounciation* siswa.

Untuk mengukur pengaruh perlakuan variabel bebas terhadap variabel terikat dapat menggunakan rumus *omega squared*, yakni:

$$\tilde{\omega}^2=\frac{t^2-1}{t^2+2(n)-1}$$

Dengan menggunakan perhitungan di atas di mana diketahui nilai t = -4,268, n= 20 penghitungannya adalah:

$$\tilde{\omega}^2=\frac{(-4,268)^2-1}{(-4,268)^2+2(20)-1}$$

$$\tilde{\omega}^2=0,301$$

Berdasarkan koefisien determinasi di atas diketahui bahwa pengaruh penggunaan lagu-lagu barat terhadap *pronunciation* sebesar 30,09%. Adapun 69,91% ditentukan oleh faktor-faktor lain yang tidak diketahui.

2. Uji A Sandler

Selain menggunakan rumus uji t dependen di atas, Sandler mengembangkan rumus yang sederhana untuk menghitung tingkat signifikansi dua sampel dependen.

Rumus tersebut dinamakan uji Sandler sebagaimana nama penemu dari rumus tersebut. Rumus uji A Sandler dapat dilihat di bawah ini:

$$A = \frac{\Sigma D^2}{(\Sigma D)^2}$$

Contoh 9.3

Dengan menggunakan contoh penghitungan pada Tabel 9.1, maka diperoleh harga ΣD dan ΣD^2 sebagai berikut:

Tabel 9.4 Harga $\Sigma D \text{ dan } \Sigma D^2$

Sampel	**Y_1**	**Y_2**	**d**	**d_2**
1	7	5	2	4
2	5	8	-3	9
3	7	9	-2	4
4	6	6	0	0
5	6	8	-2	4
6	5	6	-1	1
7	4	6	-2	4
8	7	7	0	0
9	5	8	-3	9
10	3	5	-2	4
11	4	6	-2	4
12	6	8	-2	4
13	4	6	-2	4
14	5	6	-1	1
15	5	5	0	0
16	7	8	-1	1
17	4	5	-1	1
18	3	6	-3	9
19	8	7	1	1
20	5	9	-4	16
			$\Sigma D+ = 3$ $\Sigma D- = -31$ $\Sigma D = -28$	$\Sigma D^2 = 80$

- Setelah diperoleh harga $\Sigma D = -28$ dan ΣD^2 =80, maka harga A adalah:

$$A = \frac{\Sigma D^2}{(\Sigma D)^2}$$

$$A = \frac{80}{(-28)^2} = 0{,}102$$

- Mencari harga df dengan menggunakan tabel Sandler di mana n= 19 pada α = 0,05. Dari tabel diperoleh $A_{0,05:19} = 0,368$.
- Kesimpulan. Karena harga $A < A_{:0,05:19}$ atau $0{,}102 < 0{,}368$ sehingga H_o diterima atau H_1 ditolak. Dapat disimpulkan tidak terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar pada kelompok pertama dan kedua. Atau dapat pula disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh lagu-lagu barat terhadap *pronounciation* siswa.

3. Uji z Dua Sampel Dependen

Uji z yang dibahas pada bab ini adalah uji z dua sampel dependen dengan menggunakan distribusi binomial di mana rumusnya adalah:

$$z = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sigma\sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{m} - \frac{2(r_{y_1y_2})}{m}}} \text{ di mana}$$

z : lambang bilangan uji z
$\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_2$: nilai rata-rata Y_1 dan Y_2
σ : standar deviasi untuk distribusi binomial
m_1 dan m_2 : jumlah sampel kelompok 1 dan kelompok 2
: korelasi antara $\bar{Y}_1$ dan $\bar{Y}_2$

Sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa salah satu keistimewaan dengan menggunakan uji z sebagaimana rumus di atas adalah uji ini juga menghitung jumlah alat tes atau instumen yang digunakan dikonversi ke dalam distribusi binomial dengan notasinya adalah σ. Sebagai contoh, apabila seorang peneliti memiliki jumlah soal tes mengukur hasil belajar sebanyak 100 buah, maka jumlah soal tersebut harus dicari harga σ nya. Rumus untuk menentukan harga σ sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2} \text{ di mana :}$$

σ : lambang standar deviasi distribusi binomial
n : jumlah soal atau instrumen penelitian
n_1 : harga proporsi 0,5
n_2 : harga proporsi 0,5

Contoh 9.4

Suatu penelitian ingin mengetahui tingkat fokus belajar terhadap siswa dengan menggunakan musik klasik dalam ruangan belajar. Dengan menggunakan satu kelompok sebanyak 10 siswa, peneliti membagi kelas tersebut menjadi dua kondisi yaitu pada kondisi pertama: pada saat belajar kelas tanpa menggunakan musik dan perlakuan kedua kelas diberikan musik klasik ketika belajar. Dengan menggunakan instrumen sebanyak 100 buah soal, hasil pengukuran fokus belajar siswa sebagai berikut:

Tabel 9.5. Skor Fokus Belajar

Perlakuan	Fokus Belajar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dengan musik	71	88	93	95	64	78	53	90	58	82
Tanpa Musik	60	70	65	80	55	63	42	90	31	75

Dengan menggunakan langkah uji hipotesis dengan menggunakan uji z dua sampel, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis kerja, yaitu:

   H_o = Rata-rata hasil belajar dengan menggunakan musik klasik lebih rendah atau sama dengan rata-rata hasil belajar

   H_1 = Rata-rata hasil belajar dengan menggunakan musik klasik lebih tinggi daripada rata-rata hasil belajar tanpa menggunakan musik

   Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 \leq \mu_2$$
$$H_o : \mu_1 > \mu_2$$

2) Diketahui harga $\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_1 Y_2$ sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 9.6. Harga $\overline{\Sigma Y}_1, \overline{\Sigma Y}_2, \sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_1 Y_2$

No	Y_1	Y_2	Y_1^2	Y_2^2	$Y_1 Y_2$
1	53	42	2809	1764	2226
2	58	31	3364	961	1798
3	64	55	4096	3025	3520
4	71	60	5041	3600	4260
5	78	63	6084	3969	4914
6	82	75	6724	5625	6150
7	88	70	7744	4900	6160
8	90	90	8100	8100	8100
9	93	65	8649	4225	6045
10	95	80	9025	6400	7600
	ΣY_1 =772	ΣY_2 =631	ΣY_1^2 =61636	Y_2^2 =42569	$\sum Y_1 Y_2$ =50773
	$\bar{Y}_1$ =77,2	$\bar{Y}_2$ =63,1	-	-	-

3) Mencari harga σ yakni:

$$\sigma = \sqrt{n\pi_1\pi_2}$$
$$\sigma = \sqrt{100(0,5)(0,5)}$$
$$\sigma = \sqrt{25} = 5$$

4) Menghitung nilai $r_{y_1y_2}$ yakni:

$$r_{y_1y_2} = \frac{\sum Y_1Y_2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)\left(\sum Y_2\right)}{N}}{\sqrt{\left[\sum Y_1^2 - \frac{\left(\sum Y_1\right)^2}{N}\right]\left[\sum Y_2^2 - \frac{\left(\sum Y_2\right)^2}{N}\right]}}$$

$$r_{y_1y_2} = \frac{50773 - \frac{(772)(631)}{10}}{\sqrt{\left[61636 - \frac{(772)^2}{10}\right]\left[42569 - \frac{(631)^2}{10}\right]}} = 0,87$$

5) Menghitung nilai z yakni:

$$z = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sigma\sqrt{\frac{1}{m} + \frac{1}{m} - \frac{2\left(r_{y_1y_2}\right)}{m}}}$$

$$z = \frac{77,20 - 63,10}{5\sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10} - \frac{2(0,87)}{10}}}$$

$$z = \frac{14,10}{0,81} = 17,41$$

6) Menentukan harga $z_{tab:0,05} = 1,65$

7) Menarik kesimpulan. Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kanan pada derajat 5%, diketahui harga z_{tab} = 1,65, diperoleh perbandingan bahwa $z > z_{tab}$ (17,41 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah ada perbedaan rata-rata fokus belajar dengan menggunakan musik klasik.

(Silakan Anda mengukur besarnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen baik menggunakan rumus R^2 atau $\tilde{\omega}^2$.

Uji Komparatif Non-Parametrik merupakan prosedur untuk analisis data tanpa perlu membuat asumsi tentang sifat populasi dari sampel yang diambil (Kurtz:). Uji komparatif non parametrik tidak mensyaratkan normalitas dan homogenitas pada distribusi data. Ada beberapa uji statistik yang sering digunakan untuk menguji perbedaan dua sampel dependen yaitu: uji Tanda, uji Wilcoxon, uji Binomial, dan uji Mc.Nemar.

4. Uji Tanda

Uji Tanda merupakan bagian dari statistik non-parametrik uji perbandingan dua sampel dependen. Kadir (2014) mengatakan bahwa *sign test* atau uji tanda untuk mempelajari suatu perbedaan tanpa mengukur besar perbedaannya. Karakteristik dari uji ini adalah pada sampel diberi tanda plus (+), jika terjadi kenaikan skor setelah perlakuan, tanda minus (-) jika terjadi penurunan skor setelah perlakuan, dan tanda nol (0) jika tidak terjadi perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan. Lambang uji tanda adalah "p". Untuk menguji perbedaan pada kedua sampel yang berpasangan dengan menggunakan uji Tanda, diperoleh dengan tabel binomial. Uji ini digunakan apabila data yang digunakan berpasangan.

Prosedur uji hipotesis dengan menggunakan perbedaan uji tanda adalah:

- Membuat hipotesis statistik.
- Menentukan jumlah sampel yang bertanda +, -, dan 0.
- Menentukan harga p dengan menggunakan tabel binomial.
- Membuat kesimpulan dengan menerima atau menolak H_o .

Contoh 9.5

Seorang peneliti akan mengetahui perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan teknik permainan komunikatif terhadap kemampuan menyerap pelajaran fisika. Setelah dilakukan percobaan, diperoleh data kemampuan menyerap pelajaran sebagaimana tersaji sebagai berikut:

Tabel 9.7. Skor Sebelum dan Sesudah Menggunakan Teknik Permainan Komunikatif

4	2	2	3	5	3	3	5	2	2	2	2
7	6	8	3	5	6	3	4	6	3	5	6

Dengan menggunakan langkah uji hipotesis dengan menggunakan uji z dua sampel, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitian:

H_o = Tidak ada perbedaan kemampuan menyerap pelajaran sebelum dan sesudah menggunakan teknik permainan komunikatif

H_1 = Ada perbedaan kemampuan menyerap pelajaran sebelum dan sesudah menggunakan teknik permainan komunikatif

Hipotesis statistiknya yaitu:

$$H_o = p \geq 0,5$$
$$H_1 = p < 0,5$$

2) Menentukan jumlah sampel yang bertanda +, -, dan 0.

Tabel 9.8. Tabel Penghitungan Tanda +, -, dan 0

Sampel	Sebelum	Sesudah	Tanda
1	4	7	+
2	2	6	+
3	2	8	+

Sampel	Sebelum	Sesudah	Tanda
4	3	3	0
5	5	5	0
6	3	6	+
7	3	3	0
8	5	4	-
9	2	6	+
10	2	3	+
11	2	5	+
12	2	6	+
Jumlah tanda positif	8		
Jumlah tanda negatif	1		
Jumlah	9		

Dari data di atas diperoleh jumlah sampel bertanda + = 8, - = 1, dan 0 = 3. Pada uji tanda, jumlah tanda 0 diabaikan sehingga diperoleh jumlah data baik positif dan negatif = 9 (n = 9). Sedangkan untuk menentukan nilai (r), diperoleh dari data terkecil yakni tanda negatif (r) = 1. Dari tabel probabilitas binomial, jika n = 9, x = 1 dan p = 0,5, diperoleh harga P (1) = 0,0176.

3) Dari hasil perhitungan dan tabel binomial, diperoleh bahwa 0,05 > 0,0176 atau H_o ditolak. Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah terdapat perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan model pembelajaran.

5. Uji Kecocokan Berperingkat Wilcoxon

Uji Wilcoxon merupakan uji statistika dua sampel dependen non-parametrik yang dikembangkan oleh Wilcoxon. Ada dua model uji wilcoxon, yaitu: (1) *Wilcoxon signed rank test* (uji berperingkat Wilcoxon); dan (2) *Wilcoxon Matched Pair Signed-Ranks Test* (uji kecocokan berperingkat Wilcoxon). Uji Wilcoxon yang kedua merupakan pengembangan dari rumus uji Wilcoxon yang pertama. Data yang digunakan untuk uji hipotesis dengan menggunakan Wilcoxon berbentuk ordinal (*ranking*). Notasi untuk melakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji kecocokan berperingkat Wilcoxon adalah θ_D . Apabila hasil perhitungan menunjukkan tingkat signifikansi, hasil penelitian mengindikasikan terdapat perbedaan antara dua kondisi sampel.

Sampel Kecil. Untuk menguji hipotesis dengan menggunakan Uji Kecocokan Berperingkat Wilcoxon pada sampel kecil, prosedurnya sebagai berikut:

- Menentukan uji hipotesis dan tingkat signifikansinya.
- Mencari peringkat masing-masing data dengan menggunakan tabel bantu.
- Menghitung $R+$ (positif) dan $R-$ (negatif).
- Uji coba penghitungan dengan menggunakan rumus:

$$\Sigma R(+) + \Sigma R(-) = \frac{n(n+1)}{2}$$

(catatan: apabila hasil penghitungan ditemukan pada "n" angka 0 (nol), maka "n" tidak dihitung).

- Mencari harga T dengan menggunakan tabel Wilcoxon.
- Menarik kesimpulan.

Contoh 9.6

Dengan menggunakan contoh data pada uji tanda pada Tabel 9.7, diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitian adalah:

   H_o = Tidak ada perbedaan kemampuan menyerap pelajaran sebelum dan sesudah menggunakan teknik permainan komunikatif

   H_1 = Ada perbedaan kemampuan menyerap pelajaran sebelum dan sesudah menggunakan teknik permainan komunikatif

   Hipotesis statistik:

$$H_o : \sigma_D \geq 0$$
$$H_1 : \sigma_D < 0$$

2) Ditentukan peringkat pada masing-masing data:

Tabel 9.9. Peringkat Data

Nomor	4	5	7	8	10	1	6	11	2	9	12	3
Perbedaan Skor	0	0	0	-1	1	3	3	3	4	4	4	6
Skor absolut perbedaan skor	-	-	-	1	1	3	3	3	4	4	4	6
Peringkat	-	-	-	1,5	1,5	4	4	4	7	7	7	9

3) Menghitung $R+$ (positif) dan $R-$ (negatif) sebagaimana tabel di bawah ini:

Tabel 9.10. Jumlah $R+$ (positif) dan $R-$ (negatif)

Sampel	Sebelum	Sesudah	Selisih	Peringkat	Tanda (+)	Tanda (-)
1	4	7	+3	4	4	-
2	2	6	+4	7	7	-
3	2	8	+6	9	9	-
4	3	3	0	0	-	-
5	5	5	0	0	-	-
6	3	6	+3	4	4	-
7	3	3	0	0	-	-
8	5	4	-1	1,5	-	1,5
9	2	6	+4	7	7	-
10	2	3	+1	1,5	1,5	-
11	2	5	+3	4	4	-
12	2	6	+4	7	7	-
$\sum$					43,5	1,5

4) Menguji ketepatan penghitungan:

$$\Sigma R(+) + \Sigma R(-) = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$43{,}5 + 1{,}5 = \frac{9(9+1)}{2}$$

$$45 = 45$$

(Perhatikan pada tabel di atas terdapat tiga angka nol yang diabaikan pada kolom 5 sehingga n menjadi 9, bukan 12).

5) Mencari harga df. Dari data di atas, diperoleh nilai yang lebih kecil yang menjadi dasar untuk uji Wilcoxon adalah T= 1,5. Adapun n = 9 dengan α = 0,05, diperoleh harga Wilcoxon = 5.

6) Menarik kesimpulan. Karena $T \le T_{tab}$ atau 1,5 < 5, maka H_o ditolak atau H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan kemampuan menyerap pelajaran dengan menggunakan teknik permainan komunikatif.

Rumus Pertama Pada Sampel Besar. Untuk menguji hipotesis dengan menggunakan Uji Kecocokan Berperingkat Wilcoxon pada sampel besar (n ≥ 25), rumusnya adalah:

$$z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Contoh 9.7

Dengan menggunakan contoh data 9.6 di mana harga T = 1,5 dan n = 9, maka diperoleh harga z sebagai berikut:

$$z = \frac{1{,}5 - \frac{9(9+1)}{4}}{\sqrt{\frac{9(10)(19)}{24}}}$$

$$z = \frac{-21}{8{,}44} = -2{,}49$$

Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kanan pada derajat 5%, diketahui harga z_{tab} = 1,65, diperoleh perbandingan bahwa $z >$ z_{tab} (2,49 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan atau diterima. Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan kemampuan menyerap pelajaran dengan menggunakan teknik permainan komunikatif.

Rumus Pertama Pada Sampel Besar. Rumus pertama untuk menguji hipotesis pada sampel besar adalah dengan mencari harga t^3. Untuk mencari harga t^3 adalah dengan cara mengurutkan data peringkat. Harga Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$z = \frac{T - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24} - \frac{\Sigma t^3 - \Sigma t}{48}}}$$

Contoh 9.8

Berdasarkan data peringkat sebelumnya, diperoleh harga t^3 sebagaimana tersaji di bawah ini:

Tabel 9.11. Harga t³

Peringkat	t	t^3
1, 1	2	8
3, 3, 3	3	27
4, 4, 4	3	27
6		
	$\Sigma t = 8$	$\Sigma t^3 = 62$

Setelah diperoleh harga $\Sigma t = 8$, dan Σt^3 = 62, maka nilai z adalah:

$$z = \frac{1{,}5 - \frac{9(10)}{4}}{\sqrt{\frac{9(10)(19)}{24} - \frac{62-8}{48}}}$$

$$z = \frac{-21}{8{,}37} = -2{,}51$$

Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kanan pada derajat 5%, diketahui harga z_{tab} = 1,65, diperoleh perbandingan bahwa $z >$ z_{tab} (2,51 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan kemampuan menyerap pelajaran dengan menggunakan teknik permainan komunikatif.

Rumus Kedua Pada Sampel Besar. Rumus kedua yang dapat digunakan untuk menghitung tingkat signifikansi dengan menggunakan uji z pada sampel besar, yaitu:

$$z = \frac{\left| T - \frac{n(n+1)}{4} \right| - 0{,}5}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Contoh 9.9

Dengan menggunakan data di atas di mana harga T= 1,5 dan n = 9, maka:

$$z = \frac{\left|1{,}5 - \frac{9(9+1)}{4}\right| - 0{,}5}{\sqrt{\frac{9(9+1)(2(9)+1)}{24}}}$$

$$z = \frac{\left|1{,}5 - \frac{9(9+1)}{4}\right| - 0{,}5}{\sqrt{\frac{9(9+1)(2(9)+1)}{24}}}$$

$$z = \frac{-20{,}5}{8{,}44} = -2{,}43$$

Dengan menggunakan uji hipotesis pihak kanan pada derajat 5 %, diketahui harga z_{tab} = 1,65, diperoleh perbandingan bahwa $z > z_{tab}$ (2,43 > 1,65), maka harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan kemampuan menyerap pelajaran dengan menggunakan teknik permainan komunikatif.

6. Uji McNemar

Uji McNemar sebagai uji statistika non parametrik pada dua sampel berhubungan, merupakan statistika untuk menguji tingkat signifikansi kelas perlakuan (*treatmen*) terhadap kelas kontrol (tanpa perlakuan). Ini berarti, uji McNemar digunakan pada desain penelitian semu eksperimen *one group pretest-posttest design* atau satu grup desain pretest-post test. Untuk model desain penelitian dengan menggunakan uji McNemar sebagai berikut:

Tabel 9.12. Tabel Kontingensi McNemar

		Kondisi 2/PostTest/Sesudah		
		Kategori 1	Kategori 2	Jumlah Baris
Kondisi 1/Pre test/Sebelum	Kategori 1	a	b	$a+b=n_1$
	Kategori 2	c	d	$c+d=n_2$
	Jumlah Kolom	$a+c$	$b+d$	n

Asumsi untuk menggunakan uji Mc. Nemar adalah sebagai berikut:

a) Sampel pada "n" subjek dipilih secara *random.*

b) Setiap sampel pada tabel kontingensi independen satu sama lain.

c) Data berkategori dikotomus.
d) Digunakan pada sampel yang besar.

Rumus yang digunakan untuk menghitung harga pada uji Mcnemar yaitu:

$$\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c}$$

Prosedur atau langkah untuk uji hipotesis dengan menggunakan uji McNemar sebagai berikut:

- Merumuskan hipotesis.
- Mencari harga χ^2 dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari df di mana untuk uji Mc.Nemar, jumlah df = 1.
- Menarik kesimpulan dengan menerima atau menolak H_1 .

Contoh 9.10

Seorang guru olahraga sedang mengukur detak denyut nadi pada saat sebelum siswa melakukan dan setelah melakukan olahraga. Diketahui bahwa denyut nadi normal seseorang adalah 70 – 80 kali/menit (diberi tanda +) dan tidak normal > (di atas) atau < (di bawah) 80 kali/menit (diberi tanda -). Dari 20 siswa yang dipilih secara *random*, data denyut nadinya sebagai berikut:

Tabel 9.13. Data Denyut Nadi Sebelum dan Sesudah Olahraga

Sampel	Sebelum	Sesudah
1	+	-
2	+	-
3	-	-
4	+	+
5	+	-
6	-	+
7	+	-
8	+	+
9	+	-
10	-	+
11	-	-
12	+	-
13	+	-
14	-	+
15	-	-
16	+	-
17	+	-

Sampel	Sebelum	Sesudah
18	+	-
19	+	-
20	+	-

Ket:

Data pada baris pertama pada sampel nomor 1, sebelum melakukan olahraga denyut nadinya normal, namun setelah berolahraga denyutnya menjadi tidak normal. Perhatikan pula pada sampel nomor 15, sebelum melakukan olahraga denyut nadinya tidak normal, setelah berolahraga menjadi normal.

Dengan menggunakan prosedur di atas, dapat dihitung harga χ^2 dengan menggunakan uji McNemar sebagai berikut:

1) Hipotesis penelitian sebagai berikut:

H_o = Tidak terdapat perbedaan denyut nadi siswa sebelum dan sesudah melakukan olahraga

H_1 = Ada perbedaan denyut nadi siswa sebelum dan sesudah melakukan olahraga

Hipotesa statistik:

$$H_o : \pi_b \leq \pi_c$$
$$H_1 : \pi_b > \pi_c$$

2) Mencari harga b dan c sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 9.14. Tabel Perhitungan dengan Menggunakan Kontingensi Mc.Nemar

		Sesudah		
		+	–	Jumlah Baris
Sebelum	+	a=2	b=12	4
	-	c=3	d=3	16
Jumlah Kolom		5	15	ΣB dan $K = 20$

Ket:

Data di atas menunjukkan:

(1) Sebanyak 2 siswa memiliki detak denyut nadi normal sebelum dan sesudah berolahraga.

(2) Sebanyak 12 siswa yang memiliki denyut nadi tidak normal setelah berolahraga.

(3) Sebanyak 3 siswa menunjukkan sebelum berolahraga denyut nadi tidak normal, namun setelah berolahraga menjadi normal.

(4) Sebanyak 3 siswa menunjukkan denyut nadi yang tidak normal baik sebelum dan sesudah olahraga.

Berdasarkan perhitungan di atas, selanjutnya mencari harga x^2 dengan menggunakan uji McNemar yaitu:

$$\chi^2 = \frac{(b-c)^2}{b+c}$$

$$\chi^2 = \frac{(12-3)^2}{12+3}$$

$$\chi^2 = \frac{81}{15} = 5{,}40$$

3) Mencari harga χ^2_{tabel} di mana harga df= 1 adalah 3,84.
4) Menarik kesimpulan. Karena harga $\chi^2 > \chi^2_{0{,}05:1}$ atau 5,40 > 3,84 maka H_o ditolak atau H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan denyut nadi sebelum dan sesudah melakukan olahraga. Dengan kata lain, olahraga dapat memengaruhi perubahan denyut nadi siswa.

7. Uji Order Gart

Uji Order Gart berfungsi untuk menguji perbedaan data pada dua sampel dependen di mana data bersifat kategori. Uji Order Gart pada umumnya digunakan untuk uji hipotesis desain eksperimen. Uji Order Gart digunakan sebagaimana pada uji McNemar di mana jumlah tabel kontingensinya adalah 2 X 2. Perbedaannya adalah jika pada uji McNemar, desain penelitiannya adalah sebelum dan sesudah, sedangkan pada uji Order Gart, desainnya adalah perlakuan dan tanpa perlakuan. Desain untuk uji Order Gart pada tabel Kontingensi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 9.15. Tabel Kontingensi Ordert Gart

		Perlakuan		
		Perlakuan	Tanpa Perlakuan	Jumlah Baris
Hasil	+	n_{11}	n_{12}	$n_{12} + n_{22}$
	-	n_{21}	n_{22}	$n_{21} + n_{22}$
Jumlah Kolom		$n_{11} + n_{21}$	$n_{12} + n_{22}$	ΣB dan K

Berdasarkan tabel desain di atas untuk uji Order Gart rumus yang digunakan adalah:

$$\chi^2 = \frac{\Sigma B \,\&\, K\left[(n_{11}n_{22}) - (n_{12}n_{21})\right]^2}{(n_{11}+n_{12})+(n_{21}+n_{22})+(n_{11}+n_{21})(n_{12}+n_{22})}$$

Untuk mencari harga uji Order Gart digunakan prosedur sebagai berikut:

- Merumuskan hipotesis.
- Mencari harga χ^2 dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari df di mana untuk uji Mc.Nemar, jumlah dfnya = 1.
- Menarik kesimpulan.

Contoh 9.11

Seorang guru hendak mengukur apakah siswanya merasa senang atau tidak senang dengan menggunakan metode humor dalam proses pembelajaran yang dilaksanakannya. Dari 70 siswa diberikan angket respon tentang suka atau tidak suka dengan menggunakan metode tersebut.

Dengan menggunakan prosedur uji Order Gart, penghitungannya sebagai berikut:

1) Merumuskan hipotesis

   H_o = Tidak terdapat pengaruh penggunaan metode humor dalam proses pembelajaran

   H_1 = Terdapat pengaruh penggunaan metode humor dalam proses pembelajaran

2) Mencari harga χ^2 dengan menggunakan tabel bantu:

Tabel 9.16. Tabel Bantu untuk Mencari Harga Kai Kuadrat

		Perlakuan		Jumlah Baris
		Humor	Tanpa Humor	
Hasil	Suka	25 n_{11}	8 n_{12}	33
	Tidak Suka	7 n_{21}	30 n_{22}	37
Jumlah Kolom		32	38	70

Berdasarkan hasil penghitungan pada tabel di atas, diperoleh harga χ^2 dengan model uji Gart sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{\Sigma B \,\&\, K\left[\left(n_{11}n_{22}\right)-\left(n_{12}n_{21}\right)\right]^2}{\left(n_{11}+n_{12}\right)+\left(n_{21}+n_{22}\right)+\left(n_{11}+n_{21}\right)\left(n_{12}+n_{22}\right)}$$

$$\chi^2 = \frac{70\left[(25)(30)-(8)(7))\right]^2}{(25+8)+(7+30)+(25+7)(8+30)}$$

$$\chi^2 = \frac{3327000}{1484736} = 22,45$$

3) Mencari harga χ^2_{tab} di mana harga df= 1 adalah 3,84.

4) Menarik kesimpulan. Karena harga $\chi^2 > \chi^2_{0,05;1}$ atau 22,45 > 3,84 maka H_o ditolak atau H_1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan metode humor dalam proses pembelajaran. Dengan kata lain siswa memberikan respons suka terhadap metode humor dalam proses pembelajaran.

C. LATIHAN:

1. Jelaskan pemahaman Anda tentang data sampel berpasangan. Berikan contohnya!

2. Diberikan data hasil penelitian dari 15 siswa pada satu kelas sebelum dan sesudah menggunakan pembelajaran *connected mathematic project* terhadap kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika. Data tersebut tersaji sebagai berikut:

No	Sebelum	Sesudah
1	67	75
2	70	80
3	55	75
4	45	70
5	66	73
6	71	80
7	38	65
8	75	75
9	82	90
10	59	65
11	63	75
12	67	85
13	55	65
14	73	80
15	45	60

Berdasarkan data di atas dengan menggunakan uji t sampel dependen, buatlah:

a. Uji hipotesis penelitian dan statistiknya.
b. Hitunglah berapa nilai t_{hit} nya.
c. Carilah dknya pada taraf $\alpha = 0{,}05$.
d. Buatlah kesimpulan penelitian.
e. Besarnya pengaruh variabel independen terhadap dependen.

3. Berdasarkan data di atas, uji pula hipotesis penelitian dengan menggunakan uji z sampel dependen jika diketahui jumlah soal untuk mengukur kemampuan berpikir kritis sebanyak 10 soal berupa esai.

4. Diperoleh data dari 10 sampel penelitian dengan menggunakan model pembelajaran *Think Pair Shared* untuk meningkatkan Hasil Belajar siswa sebagaimana tersaji di bawah ini:

No	**Sebelum**	**Sesudah**
1	50	80
2	75	90
3	63	68
4	70	70
5	71	85
6	40	75
7	35	60
8	50	60
9	70	85
10	45	65

Dengan menggunakan data di atas, buatlah:

a. Uji hipotesis penelitian dan statistiknya.
b. Hitunglah dengan menggunakan Uji Wilcoxon.
c. Carilah dknya pada taraf $\alpha = 0{,}05$.
d. Buatlah kesimpulan penelitian.
e. Besarnya pengaruh variabel independen terhadap dependen.

5. Dengan menggukan contoh data pada soal no. 4, ujilah hipotesis penelitian dengan menggunakan Uji Tanda.

6. Diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut:

Sampel	Sebelum	Sesudah	Sampel	Sebelum	Sesudah
1	-	-	13	-	+
2	+	+	14	-	+
3	-	-	15	+	+
4	+	+	16	+	-
5	+	-	17	-	+
6	-	+	18	-	+
7	+	-	19	-	-
8	+	-	20	-	-
9	+	-	21	+	+
10	-	+	22	-	+
11	-	-	23	+	+
12	+	-	24	-	+

Dengan judul penelitian "*Pengaruh Sanksi Terhadap Perubahan Belajar Siswa*", dengan menggunakan uji Mc.Nemar, hitunglah harga χ^2_{hit} dengan cara:
a. Uji hipotesis penelitian dan statistiknya.
b. Hitunglah berapa nilai χ^2_{hit} dengan menggunakan Uji Mc.Nemar.
c. Carilah dknya pada taraf $\alpha = 0{,}05$.
d. Buatlah kesimpulan penelitian.

BAB 10

UJI ANAVA SAMPEL INDEPENDEN

A. KONSEP DASAR ANAVA

Uji Analisis Varian merupakan bagian dari statistik inferensial yang dikenal dengan berbagai nama seperti analisis ragam, sidik ragam, dan analisis varian atau Anava. Uji ini banyak digunakan dalam desain eksperimen bidang pendidikan, psikologi dan bidang sosial lainnya. Uji Anava secara luas digunakan sebagai model untuk menguji dua varian berdasarkan hipotesis yang menyebutkan bahwa kedua ragam atau varian tersebut adalah sama. Metode analisis ini diperkenalkan oleh salah satu statistikawan bernama Sir Ronald Ailmer Fisher yang juga menemukan teknik analisis uji F. Tidaklah mengherankan apabila pada Anava baik satu jalur dan dua jalur melibatkan uji F dalam analisis dan uji hipotesisnya.

Teknik analisis Anava digunakan untuk mengatasi kelemahan Uji t di mana analisis statistik Uji t tidak dapat digunakan untuk menguji rata-rata lebih dari dua kelompok. Kurtz dan Mayo (1979) mengatakan apabila ada lebih dari dua variabel yang akan diuji hipotesisnya akan menyulitkan menentukan taraf signifikansinya jika hanya menggunakan Uji t. Coladarci dkk. (2001) mengatakan bahwa ketika tes atau uji coba dilakukan secara berulang, maka kemungkinan kesalahan pada tipe I (α) akan semakin meningkat. Jackson (2009) menambahkan bahwa suatu penelitian yang menggunakan tiga kali percobaan atau eksperimen dengan menggunakan uji-t sebanyak 3 kali, akan memperbesar taraf signifikansi dari $\alpha = 0{,}05$ menjadi $1 - (1 - a)^c$ di mana c sama dengan jumlah perbandingan yang dilakukan. Dengan demikian tingkat signifikansinya adalah $1 - (1 - 0{,}05)^3 = 1 - 0{,}95^3 = 1 - 0{,}86 = 0{,}14$. Artinya, probabilitas kesalahan tipe I yang terjadi sebesar 0,14 atau 14% bukan lagi 0,05 atau 5%. Apabila ada empat kelompok yang akan diuji seperti kelompok A, B, C, dan D, maka uji hipotesis tersebut dapat dilakukan pada kelompok AB, AC, AD, BC, BD, dan CD. Uji kelompok sebanyak 6 kali dengan menggunakan uji t tes menyebabkan kesalahan pada tipe I menjadi $1 - (1 - 0{,}05)^6 = 1 - 0{,}95^6 = 1 - 0{,}72 = 0{,}28$. Probabilitas kesalahan tipe I pada empat kelompok dengan 6 kali pengujian hipotesis menggunakan uji t adalah 0,28 atau 28%, bukan 0,05 atau 5%.

Triola (tt) menjelaskan Anava merupakan teknik analisis untuk membandingkan rata-rata dari dua atau lebih variabel independen. Menurut Jackson (2009) Anava merupakan uji statistik inferensial yang digunakan untuk membandingkan rata-rata terhadap tiga atau lebih kelompok di mana data berupa rasio atau interval. Rusefendi dalam Kadir (2014) menjelaskan konsep yang mendasari Anava adalah varians antar kelompok yaitu varians dari skor yang bertumpu pada dua sumber yakni varians yang disebabkan perlakuan dan varians dalam kelompok yang disebabkan oleh kekeliruan sampel. Apabila varians kelompok disimbolkan RJK_{ant} dan varians kekeliruan disimbolkan dengan RJK_{dal} , maka perbedaan rata-rata dengan menggunakan Anova dirumuskan dengan uji statistik F di mana $F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{dal}}$. Apabila dijumpai harga $RJK_{ant} > RJK_{dal}$ maka nilai perbandingannya akan menghasilkan harga F yang cukup besar, maka H_o ditolak pada α atau signifikansi tertentu (pada umumnya tingkat signifikansi α= 5%, atau 1%). Sebaliknya, apabila $RJK_{ant} \leq RJK_{dal}$ atau kedua sumber varians cukup mirip sehingga menghasilkan harga F yang lebih kecil, maka H_o diterima.

Ada beberapa uji jalur (faktor) yang dilakukan dengan menggunakan Anava yakni Anava satu jalur dan dua jalur. Supardi (2014) mengatakan bahwa dalam Anava satu jalur, ada dua jenis hipotesa penelitian yang perlu diuji, yakni: (1) hipotesis *main effect,* sebanyak satu buah, yaitu hipotesis dari pengaruh variabel *treatment* terhadap variabel terikat. Adapun hipotesis *simple effect* tergantung dari banyaknya kelompok data, karena hipotesis ini merupakan hipotesis yang membandingkan antar dua kelompok data; (2) pada anava dua jalur hipotesis penelitian yang perlu diuji ada tiga macam yaitu *hipotesis interaction effect, hipotesis main effect,* dan *hipotesis simple effect.*

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa karakteristik uji statistik Anava adalah:
1. Uji statistik untuk membandingkan rata-rata pada tiga kelompok atau lebih.
2. Terdiri dari dua atau lebih variabel independen dan satu variabel dependen.
3. Karena bagian dari statistik inferensial, data yang dianalisis berupa data interval atau rasio.
4. Uji Anava sangat baik digunakan untuk penelitian eksperimen. Pada non-eksperimen digunakan pada penelitian *expost facto* (penelitian setelah kejadian).
5. Jika terjadi interaksi, dapat dilakukan dengan cara membandingkan rata-rata data dua kelompok. Uji ini biasanya disebut uji *post hoc* atau uji lanjut. Uji ini dengan menggunakan uji Tukey, t-Dunnet dan sebagainya.

Beberapa persyaratan dan asumsi dalam menggunakan Anava menurut Triola (tt) adalah:

1. Populasi mendekati normal (apabila populasi tidak normal, maka uji Anava diganti dengan uji komparatif non parametrik di antaranya uji Kruskall-Wallis).
2. Populasi memiliki varians yang sama.
3. Sampel berasal dari *random sampling.*
4. Varians antara populasi yang dibandingkan adalah homogen.
5. Sampel yang dianalisis berasal dari dua kelompok yang berbeda (bukan sampel berpasangan.
6. Data bersifat interval atau rasio.

B. ANALISIS VARIAN (ANAVA) SATU JALUR

Desain penelitian dengan menggunakan Anava dapat dilihat dari jumlah kelompok dan perlakuan yang akan diuji. Secara umum, Anava satu jalur terdiri dari dua kelompok atau lebih yang dilakukan perlakuan sehingga desain penelitiannya terdiri dari satu baris dan lebih dari 2 kolom. Eksperimen yang digunakan dalam Anava 1 Jalur menggunakan 2 kelas atau lebih yang dijadikan kelas treatment atau perlakuan, dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol yang dijadikan kelas pembanding. Desain penelitian untuk Anava satu jalur dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.1 Desain Uji Anava

	Variabel X_1	Variabel X_2	Variabel X_3	Variabel X_n
	↑	↑	↑	↑
No.	A_1	A_2	A_3	A_n
1	75	85	63	53
2	63	81	66	45
3	85	80	75	76
4	42	47	56	50
5	55	67	60	63
dst	-	-	-	-
	↓	↓	↓	↓
	Variabel Y_1	Variabel Y_2	Variabel Y_3	Variabel Y_n

Baris

Kolom

Tabel 10.1 menunjukkan desain penelitian dengan menggunakan Anava satu jalur. Pada gambar tersebut terdapat lebih dari tiga variabel X sebagai variabel independen yakni variabel A_1 sebagai variabel X_1, variabel A_2 sebagai variabel X_2, variabel A_3 sebagai Variabel X_3, dan variabel A_n sebagai Variabel X_n. Salah satu dari variabel X dapat dijadikan kelas kontrol atau kelas pembanding. Demikian pula hasil belajar sebagai variabel Y terdiri dari Y_1, Y_2, Y_3 dan Y_n. Variabel-variabel ini dimaknai bahwa variabel Y_1merupakan hasil dari variabel X_1, variabel Y_2 merupakan hasil dari variabel X_2, variabel Y_3 merupakan hasil dari variabel X_3, dan variabel Y_n merupakan hasil dari variabel X_n.

Prosedur atau langkah untuk analisis hipotesa dengan menggunakan uji statistik Anava satu jalur yakni:

- Menentukan hipotesis penelitian dan statistik.
- Menghitung $\sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_3, \sum Y_n, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_3^2$ dan $\sum Y_n^2$ dengan menggunakan tabel bantu.
- Menghitung jumlah kuadrat dengan menggunakan tabel kerja.
- Menghitung JK atau Jumlah Kuadrat dari masing-masing sumber varians, yaitu: total (tot), Antar (ant), dan dalam (dal). Rumus ketiga sumber varians tersebut adalah:

$$JK_{tot} = \sum Y_{tot}^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N}$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right]$$

- Menghitung harga derajat kebebasan (db) pada sumber varian dengan cara:

$$db_{tot} = n_{tot} - 1$$
$$db_{ant} = n_{ant} - 1$$
$$db_{dal} = n_{tot} - n_{ant}$$

- Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK) pada RJK_{ant} dan RJK_{dal} dengan rumusnya:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}} \qquad RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}}$$

Menghitung harga F_h dengan rumus:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{dal}}$$

- Setelah mendapatkan harga-harga di atas, maka perlu disusun tabel penolong Anava yaitu:

Tabel 10.2. Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	JK_{ant}	db_{ant}	RJK_{ant}	Harga F_{hitung}	Signifikansi α = 0,05 atau α = 0,01
Dalam	JK_{dal}	db_{dal}	RJK_{dal}		
Total	JK_{tot}	db_{tot}	-		

- Bandingkan nilai F_h yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan F_{tabel} di mana db_{ant} menjadi pembilang, dan db_{dal} menjadi penyebut.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.
- Melakukan uji lanjut (*post hoc*) dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antar kelompok yang berbeda signifikan. Pada uji lanjut dapat menggunakan rumus Uji t-Dunnet atau uji lainnya.

Contoh 10.1

Terdapat judul penelitian "*Pengaruh Model PBM, Jigsaw dan Konvensional terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*" Mahasiswa di Fakultas X. Data kemampuan berpikir kritis sebagai variabel Y dapat dilihat di bawah ini:

Model PBM

8	8	6	7	9	6	8	7	9	7

Model Jigsaw

7	6	7	6	7	7	8	9	8	9

Metode Konvensional

4	6	3	5	6	6	5	6	7	5

Untuk menguji hipotesis berdasarkan judul di atas, maka langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Hipotesa penelitian:

  H_0= Tidak terdapat perbedaan rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok siswa yang diberi Model PBM, Jigsaw dan Konvensional

  H_1= Terdapat perbedaan rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok siswa yang diberi Model PBM, Jigsaw dan Konvensional

  Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1 : Bukan\ H_0$$

- Mencari harga $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$, $\sum Y_n$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$, dengan menggunakan tabel kerja. Berdasarkan data di atas harga-harga tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.3. Harga $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$, $\sum Y_n$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$

No.	Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2	Y_3	Y_3^2
1	8	64	7	49	4	16
2	8	64	6	36	6	36
3	6	36	7	49	3	9
4	7	49	6	36	5	25
5	9	81	7	49	6	36
6	6	36	7	49	6	36
7	8	64	8	64	5	25
8	7	49	9	81	6	36
9	9	81	8	64	7	49
10	7	49	9	81	5	25
$\sum$	75	573	74	558	53	293

- Menghitung ΣN, ΣY_i, ΣY_i^2, Σy_i^2, $\overline{Y}_1$ untuk menghitung jumlah kuadrat dengan menggunakan tabel kerja yakni:

Tabel 10.4. Harga ΣN_i, ΣY_i, ΣY_i^2, Σy_i^2, $\overline{Y}_1$

Statistik	X_1	X_2	X_3	Jumlah
N	10	10	10	30
ΣY_i	75	74	53	202
ΣY_i^2	573	558	293	1424
Σy_i^2	10,50	10,40	12,10	33
$\overline{Y}_1$	7,50	7,40	5,30	20,20

- Mencari harga JK pada masing-masing sumber varian, yaitu:

$$JK_{tot} = \sum Y_{tot}^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}} = 1424 - \frac{202^2}{30} = 63,86$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}} = \frac{75^2}{10} + \frac{74^2}{10} + \frac{53^2}{10} - \frac{202^2}{30} = 30,87$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right] = 33$$

- Mencari harga derajat bebas (db) yakni:

  a) $db_{tot} = 30 - 1 = 29$

  b) $db_{ant} = 3 - 1 = 2$

  c) $db_{dal} = 30 - 3 = 27$

- Menentukan harga rata-rata jumlah kuadrat:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}} = \frac{30,87}{2} = 15,44$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}} = \frac{33}{27} = 1,22$$

- Menghitung harga F_h:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{dal}} = \frac{15,44}{1,22} = 12,656$$

- Membuat tabel Penolong Anava sebagaimana di bawah ini:

Tabel 10.5. Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	30,87	2	15,44	12,656	Signifikansi
Dalam	33,00	27	1,22		α = 0,05 = 3,35
Total	63,86	29	-		α = 0,01 = 5,49

- Mencari harga F_{tab} di mana harga df pembilang= 2 dan df penyebut = 27 sehingga $F_{0,05:2:27} = 3,35$ dan $F_{0,01:2:27} = 5,49$.

- Kesimpulan. Data di atas menjelaskan bahwa $F_{hitung} > F_{0,05}$ (12,656 > 3,35) atau (12,656 > 5,49) sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian ini adalah "*Terdapat Perbedaan Rata-rata antara Model PBM, Jigsaw dan Konvensional Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis.*"

- Uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antarkelompok dengan menggunakan rumus t-Dunnet. Perbandingan tersebut antara Y_1 dengan Y_2, Y_1 dengan Y_3 dan Y_2 dengan Y_3. Langkah pertama adalah membuat hipotesis pada masing-masing kelompok yakni:

  Dengan menggunakan uji lanjut t-Dunnet, maka:

a) Hipotesis

   H_0 = Tidak ada perbedaan rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM dan Jigsaw

   H_1 = Ada perbedaan rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM dan Jigsaw

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 z$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Penyelesaian:

$$t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$
$$= \frac{7,5 - 7,4}{\sqrt{\frac{2(1,22)}{30}}} = \frac{0,10}{0,29} = 0,34$$

Kesimpulan: Diketahui harga $t_{Dhit} < t_D$:3:27:0,05 (0,34 < 1,99), maka H_o diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan Model PBM dengan Model Jigsaw.

b) Hipotesis:

H_0 = Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM lebih rendah atau sama dengan Kemampuan Berpikir Kritis kelompok dengan metode konvensional

H_1 = Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM lebih tinggi atau sama dengan Kemampuan Berpikir Kritis kelompok dengan metode konvensional

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_2 \leq \mu_3$$
$$H_o : \mu_2 > \mu_3$$

Penyelesaian:

$$t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$
$$= \frac{7,5 - 5,30}{\sqrt{\frac{2(1,22)}{30}}} = \frac{2,20}{0,29} = 7,59$$

Kesimpulan: Diketahui harga $t_{Dhit} > t_D$:3:27:0,05 (7,59 > 1,99), maka H_o ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis kelompok yang diberi model PBM lebih tinggi daripada kelompok yang diberi metode konvensional.

c) Hipotesis

H_0 = Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM lebih rendah atau sama dengan Kemampuan Berpikir Kritis kelompok dengan metode konvensional

H_1 = Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis kelompok PBM lebih tinggi atau sama dengan Kemampuan Berpikir Kritis kelompok dengan metode konvensional

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_2 \leq \mu_3$$
$$H_o : \mu_2 > \mu_3$$

Penyelesaian:

$$t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$
$$= \frac{7,40 - 5,30}{\sqrt{\frac{2(1,22)}{30}}} = \frac{2,10}{0,29} = 7,24$$

Diketahui harga $t_{Dhit} > t_{D:3:27:0,05}$ (7,24 > 1,99), maka H_o ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis kelompok yang diberi model Jigsaw lebih tinggi daripada kelompok yang diberi metode konvensional.

- Mengukur besarnya pengaruh efek perlakuan

  Untuk mengukur besarnya pengaruh efek perlakuan dengan menggunakan rumus omega *squared* sebagai berikut:

$$\tilde{\omega}^2 = \frac{JK_{ant} - (k-1)RJK_{dal}}{JK_{tot} + RJK_{dal}}$$

Diketahui harga JK_{ant} = 30,87, k = 3, RJK_{dal} = 1,22, JK_{tot} = 63,87 sehingga:

$$\tilde{\omega}^2 = \frac{30,87 - (3-1)1,22}{63,86 + 1,22} = \frac{28,43}{65,08} = 0,44$$

Harga $\tilde{\omega}^2$ = 0,44 mengindikasikan bahwa sebanyak 44% varian pada variabel dependen atau Kemampuan Berpikir Kritis dipengaruhi oleh model pembelajaran (variabel independen). Adapun sebanyak 56% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

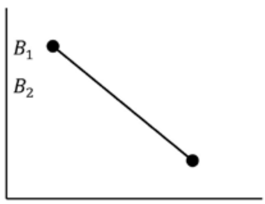
C. UJI ANAVA DUA JALUR

1. Konsep Dasar Anava Dua Jalur

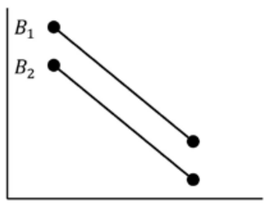
Pada umumnya, tidak ada perbedaan antara uji hipotesis Anava satu jalur dan dua jalur. Sebagaimana Anava satu jalur, Anava dua jalur juga menguji data yang berasal rerata yang berasal lebih dari 2 kelompok data. Perbedaannya adalah jika dalam Anava satu jalur, hanya memiliki variabel kolom, akan tetapi pada Anava 2 jalur memiliki variabel kolom dan baris. Karena terdapat variabel kolom dan baris, maka dimungkinkan terjadinya interaksi antara variabel kolom dan baris yang tidak dijumpai dalam Anava satu jalur. Anava dua jalur memiliki lebih dari 2 kolom, dan hanya terdapat dua baris saja. Analisis varian 2 jalur disebut pula dengan Analisis Varian Desain Faktorial yang mencerminkan banyaknya faktor-faktor yang dimanipulasi di dalam penelitian.

Istilah yang biasanya digunakan dalam analisis 2 jalur yaitu interaksi (*interaction*), efek utama (*main effect*), dan efek interaksi (*interaction effect*). Kerlinger (2010) menyatakan bahwa interaksi merupakan kerja sama dua atau lebih variabel independen (bebas) dalam memengaruhi variabel terikat. Artinya, kerja sama antara variabel independen dan dependen menunjukkan interaksi akan terjadi manakala variabel independen menunjukkan pengaruhnya terhadap variabel dependen. Implikasi adanya interaksi ini menyebabkan efek perubahan pada variabel di mana dalam analisis varian dikenal dengan dua istilah yakni efek utama (*main effect*) dan efek interaksi (*interaction effect*). Huck (2012) mengatakan efek utama merupakan faktor yang berasal dari variabel independen yang memengaruhi variabel dependen. Demikian pula Jackson (2009) menyatakan bahwa efek utama merupakan pengaruh yang terjadi yang berasal dari variabel bebas. Adapun efek interaksi adalah pengaruh masing-masing variabel independen pada variabel independen lainnya. Maksudnya adalah efek utama merupakan efek yang ditimbulkan oleh satu variabel independen tanpa melibatkan variabel lainnya. Namun, untuk efek interaksi merupakan efek yang terjadi yang diakibatkan oleh suatu variabel independen lainnya.

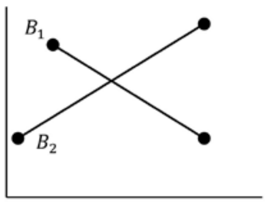
Ada beberapa jenis interaksi di dalam Anava 2 jalur sebagaimana pada gambar berikut:



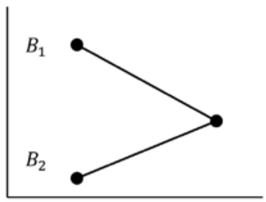
1) Interaksi Tidak Signifikan



2) Interaksi Tidak Signifikan



3) Interaksi Signifikan
(Disordinal)



4) Interaksi Signifikan
(Ordinal)

Pada gambar (1) menunjukkan tidak adanya interaksi pada variabel karena B_1 dan B_2 menunjukkan satu pola garis. Pada gambar (2) juga menunjukkan tidak adanya interaksi karena garis B_1 dan B_2 menunjukkan sama atau paralel satu sama lain. Gambar (3) menunjukkan adanya interaksi pada variabel karena garis B_1dan B_2 saling berpotongan satu sama lain. Disebut disordinal karena garis pada B_2 lebih tinggi daripada garis B_1. Sedangkan pada gambar (4) mengindikasikan adanya interaksi pada variabel karena garis B_1 dan B_2 saling berpotongan satu sama lain. Disebut ordinal karena garis pada B_1 relatif memiliki panjang dan tinggi yang sama dengan garis B_1.

Supardi (2014) menjelaskan, ada tiga jenis hipotesis penelitian yang perlu diuji yaitu: (1) hipotesis *interaction effect;* (2) *main effect;* dan (3) *simple effect.* Jumlah hipotesis pada *interaction effect* hanya satu buah, yaitu hipotesis pengaruh interaksi variabel *treatment* (perlakuan) 1 dengan variabel *treatment* (perlakuan) 2 terhadap variabel terikat. Hipotesis *main effect* ada dua, yakni: (1) hipotesis tentang pengaruh variabel bebas (treatment 1) terhadap variabel terikat, dan (2) hipotesis tentang pengaruh variabel bebas 2/atribut (*treatment* 2) terhadap variabel terikat. Banyaknya hipotesis *simple main effect* tergantung banyaknya kelompok data atau teori dari variabel atribut. Pada Anava dengan desain 2 X 2, banyaknya hipotesis *main effect* yang dapat diajukan sebanyak 4 hipotesis. Persyaratan dari *uji simple effect* dapat dilakukan apabila pada pengujian hipotesis pengaruh interaksi (*interaction effect*) ditemukan adanya interaksi atau H_o ditolak. Sebaliknya, apabila pengujian hipotesis pengaruh interaksi disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi atau H_o diterima, maka uji analisis *simple effect* disarankan untuk tidak dilakukan.

2. Desain Penelitian Anava Dua Jalur

Kadir (2015) mengatakan Anava dua jalur dapat digunakan untuk menguji hipotesis yang menyatakan perbedaan rata-rata antara kelompok sampel yang menggunakan desain dua faktor (*two factorial design*) maupun dengan desain bertingkat (*treatment by level design*). Creswell menyebutkan desain faktorial adalah modifikasi desain yang terdiri dari dua atau lebih. Artinya, dalam penelitian desain faktorial terdapat dua atau lebih variabel independen yang diteliti oleh peneliti, dan variabel-variabel tersebut terbagi ke dalam beberapa faktor.

Sebagai contoh, judul penelitian dengan desain 2 X 2 Pengaruh Model Pembelajaran Terhadap Kemampuan Penalaran Matematika. Untuk faktornya merupakan jenis tes yaitu *pretest* dan *posttest* sehingga desain penelitian dengan menggunakan desain faktorial sebagaimana gambar di bawah ini:

Tabel 10.6. Desain Penelitian Anava 2 Jalur

	Jenis Tes	**Perlakuan**	
		Model Pembelajaran CTL (A_1)	Konvensional(A_2)
Kontrol	Pre Test (B_1)	$A_1 B_1$	$A_2 B_1$
	Post Test (B_2)	$A_1 B_2$	$A_2 B_2$

Adapun *treatment by level design* atau bertingkat menunjukkan adanya pengelompokan berdasarkan level di antaranya tinggi dan rendah, dan laki-laki atau perempuan. Dengan menggunakan judul penelitian "*Pengaruh Model PBM dan Tingkat Kecerdasan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*", rancangan eksperimen dalam penelitian ini seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.7. Desain Penelitian 2 Jalur Pengaruh Model PBM dan Tingkat Kecerdasan

	Tingkat Kecerdasan	**Perlakuan**	
		Model Pembelajaran Berbasis Masalah (A_1)	Konvensional (A_2)
Kontrol	Kecerdasan Tinggi (B_1)	$A_1 B_1$	$A_2 B_1$
	Kecerdasan Rendah (B_2)	$A_1 B_2$	$A_2 B_2$

Untuk desain penelitian dengan menggunakan 2 X 3 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.8. Desain Penelitian Anava 2 Jalur untuk 2 x 3

	Tingkat Kecerdasan	**Perlakuan**		
		Model Pembelajaran Berbasis Masalah (A_1)	Jigsaw (A_2)	Konvensional (A_2)
Kontrol	Kecerdasan Tinggi (B_1)	$A_1 B_1$	$A_2 B_1$	$A_3 B_1$
	Kecerdasan Rendah (B_2)	$A_1 B_1$	$A_2 B_2$	$A_3 B_2$

Tabel 10.8 memperlihatkan desain penelitian Anava di mana terdapat 2 pengelompokan bertingkat yaitu kecerdasan tinggi dan rendah. Adapun jumlah perlakuan yang digunakan dalam penelitian sebanyak tiga perlakuan yaitu kelompok pertama diberikan perlakuan model pembelajaran Berbasis Masalah, kelompok kedua diberikan perlakuan model pembelajaran Jigsaw dan kelompok terakhir diberikan metode pembelajaran konvensional.

3. Uji Hipotesis Anava 2 Jalur 2 X 2

Prosedur atau langkah untuk analisis hipotesa dengan menggunakan uji statistik anava dua jalur yakni:

- Menentukan hipotesis penelitian dan statistik.
- Menghitung $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$,$\sum Y_n$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$ dan $\sum Y_n^2$ dengan menggunakan tabel bantu.
- Menghitung jumlah kuadrat dengan menggunakan tabel bantu.

- Menghitung JK atau Jumlah Kuadrat dari masing-masing sumber varians, yaitu: Total (tot), Antar (A), Antar (B), Interaksi (AB), dan Dalam (dal). Rumus sumber varians tersebut adalah:

$$JK_{tot} = \sum Y_{tot}^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{\left(\sum Y_j\right)^2}{N_j} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_{AB} = \sum_{j=1,\, i=1}^{ab} \left[\frac{\left(Y_{ij}\right)^2}{N_{ij}} - \frac{\left(\sum Y_t\right)^2}{N_{tot}} - JK_A - JK_{AB} \right]$$

$$JK_{dal} = \sum_{j=1,\; i=1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right]$$

- Menghitung harga derajat kebebasan (db) pada sumber varian dengan cara:
  a) $db_{\text{tot}} = \text{n}_{\text{tot}} - 1$
  b) $db_{\text{A}} = \text{n}_{\text{a}} - 1$
  c) $db_{\text{B}} = \text{n}_{\text{b}} - 1$
  d) $db_{\text{AB}} = (\text{n}_{\text{a}} - 1)\ (\text{n}_{\text{b}} - 1)$
  e) $db_{\text{dal}} = \text{n}_{\text{tot}}(\text{n}_{\text{a}})\ (\text{n}_{\text{b}})$

- Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK) pada RJK_A, RJK_B, RJK_{AB} dan RJK_{dal} dengan rumusnya:

$$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A} \qquad RJK_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}}$$

$$RJK_B = \frac{JK_B}{db_B} \qquad RJK_{dal} = \frac{JK_D}{db_D}$$

- Menghitung harga F_h Antar A, Antar B, dan interaksi AB dengan rumus:

$$F_{h(A)} = \frac{RJK_A}{RJK_{dal}} \qquad F_{h(B)} = \frac{RJK_B}{RJK_{dal}} \qquad F_{h(AB)} = \frac{RJK_{AB}}{RJK_{dal}}$$

- Setelah mendapatkan harga-harga di atas, maka perlu disusun tabel Anava yaitu:

Tabel 10.9. Tabel Penolong Anava 2 Jalur

Sumber Varian	JK	db	RJK	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar A	JK_A	db_A	RJK_A	$F_{h(A)} = \dfrac{RJK_A}{RJK_{dal}}$	
Antar B	JK_B	db_B	RJK_B	$F_{h(B)} = \dfrac{RJK_B}{RJK_{dal}}$	
Interaksi AB	JK_{AB}	db_{AB}	RJK_{AB}	$F_{h(AB)} = \dfrac{RJK_{AB}}{RJK_{dal}}$	
Dalam	JK_{dal}	db_{dal}	RJK_{dal}	-	
Total	JK_{tot}	db_{tot}	-	-	

- Bandingkan nilai F_h yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan F_{tabel} di mana db_{ant} menjadi pembilang, dan db_{dal} menjadi penyebut.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.
- Melakukan uji lanjut (*post hoc*) dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antarkelompok yang berbeda signifikan. Pada contoh kali ini dengan menggunakan uji Scheffe rumus berikut:

$$Md_{ij} = \sqrt{(k-1)(F_{tab})(RJK_D)\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

Contoh 10.2

Terdapat judul penelitian "*Pengaruh Model PBM dan Tingkat Kecerdasan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*". Data kemampuan berpikir kritis sebagai variabel Y pada kelompok kecerdasan tinggi dan rendah dengan menggunakan model pembelajaran PBM dan konvensional dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 10.10. Skor PBM Konvensional dan Tingkat Kecerdasan

Tingkat Kecerdasan	**Perlakuan**	
	Model Pembelajaran Berbasis Masalah (A_1)	Konvensional (A_2)
Kecerdasan Tinggi (B_1)	8,0 7,0 7,5 8,0 8,5	6,0 6,5 7,0 6,5 7,0

Tingkat Kecerdasan	Perlakuan	
	Model Pembelajaran Berbasis Masalah (A_1)	Konvensional (A_2)
	8,0	6,0
	8,5	7,0
	9,5	7,5
	8,0	6,0
	7,5	7,5
	9,0	8,0
	7,0	-
Kecerdasan Rendah (B_2)	6,0	3,0
	7,0	4,0
	6,0	4,0
	6,0	3,0
	7,5	3,0
	7,0	5,0
	6,0	4,0
	8,0	3,5
	7,0	4,5
	6,0	3,0
	7,0	4,0
	-	3,0

Keterangan:

$A_1\,B_1$ = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah

$A_2\,B_1$ = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajarkan dengan metode konvensional

$A_1\,B_2$ = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah

$A_2\,B_2$ = Kelompok siswa yang memiliki kecerdasan rendah yang diajarkan dengan metode konvensional

Untuk mencari perbedaan rerata berdasarkan data di atas dengan menggunakan anava dua jalur, prosedurnya sebagai berikut:

- Hipotesa pada Anava yakni:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1 \text{: } Bukan\ H_o$$

- Mencari harga $\sum A_1\,B_1$, $\sum A_1\,B_2$, $\sum A_2\,B_1$, $\sum A_2B_2$, $\sum A_1B_1^{\,2}$, $\sum A_1B_2^{\,2}$, $\sum A_2B_1^{\,2}$, $\sum A_2B_2^{\,2}$ dengan menggunakan tabel kerja. Berdasarkan data di atas harga-harga tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.11. Harga $\sum A_1 B_1$, $\sum A_1 B_2$, $\sum A_2 B_1$, $\sum A_2B_2$, $\sum A_1B_1{}^2$, $\sum A_1B_2{}^2$, $\sum A_2B_1{}^2$, $\sum A_2B_2{}^2$

No	$A_1 B_1$	$(A_1 B_1)^2$	$A_1 B_2$	$(A_1 B_2)^2$	A_2B_1	$(A_2 B_2)^2$	$A_2 B_2$	$(A_2 B_2)^2$
1	8	64	6	36	6	36	3	9
2	7	49	6,5	42,25	7	49	4	16
3	7,5	56,25	7	49	6	36	4	16
4	8	64	6,5	42,25	6	36	3	9
5	8,5	72,25	7	49	7,5	56,25	3	9
6	8	64	6	36	7	49	5	25
7	8,5	72,25	7	49	6	36	4	16
8	9,5	90,25	7,5	56,25	8	64	3,5	12,25
9	8	64	6	36	7	49	4	16
10	7,5	56,25	7,5	56,25	6	36	3	9
11	9	81	8,5	72,25	7	49	4	16
12	7	49	-	-	-	-	3	9
$\sum$	96,5	782,25	75,5	524,25	73,5	496,25	43,5	162,25

- Menghitung ΣN, $\sum Y_i$, $\sum Y_i^2$, $\sum y_i^2$, $\overline{Y}_1$ yakni:

Tabel 10.12. Harga ΣN_i, $\sum Y_i$, $\sum Y_i{}^2$, $\sum y_i{}^2$, $\overline{Y}_1$

Statisik	A_1B_1	A_1B_2	A_2B_1	A_2B_2	Jumlah
N	12	11	11	12	46
$\sum Y_i$	96,50	75,50	73,50	43,50	289
$\sum Y_i^2$	782,25	524,25	496,25	162,25	1965
$\sum y_i^2$	6,23	6,05	5,14	4,56	21,97
$\overline{Y}_1$	8,04	6,86	6,68	3,63	25,21

- Menghitung JK atau Jumlah Kuadrat dari masing-masing sumber varians, yaitu: Total (tot), Antar (A), Antar (B), Interaksi (AB), dan Dalam (dal). Rumus sumber varians tersebut adalah:

$$JK_{tot} = \sum Y_t^2 - \frac{\left(\sum Y_t\right)^2}{N_t} = 1965 - \frac{(289)^2}{46} = 149,33$$

$$JK_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_A = \frac{(96,50+73,50)^2}{23} + \frac{(75,50+43,50)^2}{23} - \frac{(289)^2}{46} = 56,54$$

$$JK_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{\left(\sum Y_j\right)^2}{N_j} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_B = \frac{(96,5+75,50)^2}{23} + \frac{(73,50+43,50)^2}{23} - \frac{(289)^2}{46} = 65,76$$

$$JK_{AB} = \sum_{j=1,\, i=1}^{ab} \left[\frac{\left(Y_{ij}\right)^2}{N_{ij}} - \frac{\left(\sum Y_t\right)^2}{N_{tot}} - JK_A - JK_B \right]$$

$$JK_{AB} = \frac{(96,50)^2}{12} + \frac{(75,50)^2}{11} + \frac{(73,50)^2}{11} + \frac{(43,50)^2}{12} - \frac{(289)^2}{46} - 56,54 - 65,76$$

$$JK_{AB} = 5,06$$

$$JK_{dal} = \sum_{j=1,\, i=1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right] = 21,97$$

- Menghitung derajat bebas masing-masing sumber varian:
  a) $db_{tot} = n_{tot} - 1 = 46 - 1 = 45$
  b) $db_A = n_a - 1 = 2 - 1 = 1$
  c) $db_B = n_b - 1 = 2 - 1 = 1$
  d) $db_{AB} = (n_a - 1)\ (n_b - 1) = (2 - 1)\ (2 - 1) = 1$
  e) $db_{dal} = n_{tot} - (n_a)\ (n_b) = 46 - (2)\ (2) = 42$

- Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK) pada RJK_A, RJK_B, RJK_{AB} dan RJK_{dal}:

$$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A} = \frac{56,54}{1} = 56,54$$

$$RJK_B = \frac{JK_B}{db_B} = \frac{65,76}{1} = 65,76$$

$$RJK_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}} = \frac{5,06}{1} = 5,06$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_D}{db_D} = \frac{21,97}{42} = 0,52$$

- Menghitung harga F_h Antar A, Antar B, dan interaksi AB dengan rumus:

$$F_{h(A)} = \frac{RJK_A}{RJK_{dal}} = \frac{56,54}{0,52} = 108,73$$

$$F_{h\,(B)} = \frac{RJK_B}{RJK_{dal}} = \frac{65,76}{0,52} = 126,46$$

$$F_{h\,(AB)} = \frac{RJK_{AB}}{RJK_{dal}} = \frac{5,06}{0,52} = 9,73$$

- Membuat tabel bantu Anava:

Tabel 10.13. Tabel Bantu Anava 2 Jalur

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar A	56,54	1	56,54	108,73	4,06
Antar B	65,76	1	65,76	126,46	4,06
Interaksi AB	5,06	1	5,06	9,73	4,06
Dalam	21,97	42	0,52	-	-
Total	149,33	45	-	-	-

- Membuat kesimpulan dari hipotesis, yaitu:

  a) Perbedaan antar A:

  Diketahui antar A pada α= 0,05 diperoleh harga $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ (108,73 > 4,06) sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis mahasiswa yang diberikan model pembelajaran PBM dan konvensional.

  b) Perbedaan antar B:

  Diketahui antar B pada α= 0,05 diperoleh harga $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ (120,406 > 4,06) sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis mahasiswa pada kecerdasan tinggi dan rendah.

  c) Pengaruh Interaksi AB

  Diketahui interaksi AB pada α = 0,05 diperoleh harga $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ (9,73 > 4,06) sehingga H_o ditolak. Artinya, terdapat pengaruh interaksi antara Model Pembelajaran dan Tingkat Kecerdasan terhadap kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

- Uji Lanjut

  Untuk melakukan uji lanjut diperlukan penghitungan sebagai berikut :

  Diketahui $JK_A = 56{,}54, JK_B = 65{,}76, JK_{AB} = 5{,}06,$ maka:

$$JK_{AY} = 56{,}54 + 65{,}76 + 5{,}06 = 127{,}36$$
$$Db_{AY} = n_{AY} - 1 = 4 - 1 = 3$$
$$RJK_{AY} = \frac{JK_{AY}}{Db_{AY}} = \frac{127{,}36}{3} = 42{,}45$$
$$RJK_{DY} = RJK_D = 0{,}52; db_{dal} = 42$$

Sehingga:

$$F_h = \frac{RJK_{AY}}{RJK_{DY}} = \frac{42{,}45}{0{,}52} = 81{,}63$$

Karena $F_h > F_{0{,}05:3:42}$ atau 81,63 > 2,83 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata keempat perlakuan pada masing-masing sel. Dengan demikian, uji lanjut atau post hoc dapat dilanjutkan. Untuk uji lanjut dengan menggunakan uji Scheffe dengan rumus sebagai berikut:

$$Md_{ij} = \sqrt{(k-1)(F_{tab})(RJK_D)\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

Sehingga:

$$Md = \sqrt{(4-1)(4{,}06)(0{,}52)\left(\frac{1}{12}+\frac{1}{11}\right)} = 1{,}05$$

Untuk perbedaan rata-rata pada masing-masing sel dapat dilihat pada tabel berikut:

	$A_1\,B_1$	$A_1\,B_2$	$A_2\,B_1$	$A_2\,B_2$
$A_1\,B_1$	-	8,04 – 6,86 =1,18	8,04 – 6,68 = 1,36	-
$A_1\,B_2$	-	-	6,86 – 6,68 = 0,18	6,86 – 3,63 = 3,23
$A_2\,B_1$	-	-	-	6,68 – 3,63 = 3,05
$A_2\,B_2$	-	-	-	-

Dengan menggunakan kriteria apabila nilai Md_{ij} > Md maka ditolak, dari data penghitungan di atas diperoleh kesimpulan untuk uji lanjut pada perlakuan sebagai berikut:

a) Uji hipotesis perbedaan Y antara kelompok dan $A_1\,B_1$ dan $A_2\,B_1$
Karena hasil perhitungan nilai $Md_{ij} > A_1B_1 - A_2B_1\,(1{,}36 > 1{,}05)$, maka kesimpulannya adalah H_0 ditolak atau dengan kata lain ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kecerdasan tinggi yang diajar PBM dan kecerdasan tinggi dengan metode konvensional.

b) Uji hipotesis perbedaan Y antara kelompok $A_1\,B_2$ dan $A_2\,B_2$
Karena hasil perhitungan nilai $Md_{ij} > A_1B_2 - A_2B_2\;(3{,}23 > 1{,}05)$, maka H_0 ditolak. Kesimpulannya adalah ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kelompok kelas yang memiliki kecerdasan tinggi yang diajar metode konvensional dan kecerdasan rendah dengan metode konvensional

c) Uji hipotesis perbedaan Y antara kelompok dan
Diperoleh hasil perhitungan nilai $Md_{ij} < A_1B_2 - A_2B_1\;(0{,}18 < 108)$, maka H_0 diterima. Kesimpulannya adalah tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kelompok yang memiliki kecerdasan rendah dengan model PBM dengan kecerdasan tinggi dengan metode konvensional. Kesimpulan ini sekaligus membuktikan bahwa model PBM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa walaupun rata-rata memiliki kecerdasan yang cukup rendah.

d) Uji hipotesis perbedaan Y antara kelompok $A_1\ B_1$ dan $A_1\ B_2$

Karena hasil perhitungan nilai $Md_{ij} > A_1B_1 - A_1B_2$ (1,18 > 1,05), maka H_0 ditolak. Kesimpulannya adalah terdapat perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kecerdasan tinggi yang diajar PBM dan kecerdasan rendah dengan metode konvensional

e) Uji hipotesis perbedaan Y antara kelompok $A_2\ B_1$ dan $A_2\ B_2$

Karena hasil perhitungan nilai $Md_{ij} > A_2B_1 - A_2B_2$ (3,05 > 1,05), maka H_0 ditolak. Terdapat kesimpulan uji lanjutnya yaitu Ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kritis antara kecerdasan tinggi yang diajar metode konvensional dan kecerdasan rendah dengan metode konvensional

D. UJI KRUSKAL-WALLIS

Uji Anava satu jalu Kruskal-Wallis dikembangkan oleh Kruskal dan Wallis pada tahun 1952. Uji Anava ini digunakan untuk menganalisis data yang bersifat ordinal di mana desain penelitian terdiri dari 2 atau lebih sampel independen. Apabila hasil uji Kruskall-Wallis menunjukkan signifikansi pada dua sampel atau lebih, hasil ini memberikan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan rata-rata median masing-masing *k* median.

Rumus untuk menguji hipotesis dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis adalah:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^{k} \left[\frac{(\Sigma R_j)^2}{n_j} \right] - 3(N+1)$$

Prosedur atau langkah dalam menggunakan Uji Kruskal-Wallis sebagai berikut:

- Merumuskan uji hipotesis penelitian.
- Menentukan peringkat dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari harga ΣR_1, ΣR_2, ΣR_3, dengan tabel bantu.
- Menghitung statistik uji Kruskall-Wallis.
- Mencari harga derajat bebas dengan rumus: df= k – 1 dan mengonsultasikannya dengan distribusi χ^2.
- Menarik kesimpulan dengan menerima atau menolak H_o.

Contoh 10.3

Seorang peneliti berkeinginan untuk meneliti pengaruh penggunaan musik di dalam proses pembelajaran terhadap fokus belajar. Musik yang dijadikan perlakuan adalah musik klasik dan musik lainnya yang diujicobakan pada dua kelas. Pada satu kelas lainnya tidak diberikan musik. Untuk itu peneliti membagi sampel penelitian menjadi 3 kelas di mana masing-masing kelas terdiri dari 5 siswa. Berdasarkan penelitian ini diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 10.14. Skor Kelompok

No	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
	Tanpa Musik	Metal	Klasik
1	5	4	8
2	7	5	7
3	6	3	8
4	8	6	9
5	4	2	7

Berdasarkan prosedur penggunaan uji Kruskall-Wallis di atas, maka:

- Hipotesis penelitian:

  H_o = Tidak ada perbedaan median antara kelompok 1, 2, dan 3

  H_1 = Ada perbedaan median antara kelompok 1, 2, dan 3

  Hipotesis statistik:

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \theta_3$$
$$H_1 : \text{bukan } H_0$$

- Mencari peringkat data dengan menggunakan tabel bantu yaitu:

Tabel 10.15. Peringkat Data

Skor Data	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9
Urut data	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peringkat Data	1	2	3,5	3,5	5,5	5,5	7,5	7,5	10	10	10	13	13	13	15

- Mencari harga ΣR_1, ΣR_2 ,ΣR_3, dengan tabel bantu, yaitu:

Tabel 10.16. Harga ΣR_1, ΣR_2 ,ΣR_3

No	Kelompok 1		Kelompok 2		Kelompok 3	
	Y_1	R_1	Y_2	R_2	Y_2	R_3
1	5	5,5	4	3,5	8	13
2	7	10	5	5,5	7	10
3	6	7,5	3	2	8	13
4	8	13	6	5,5	9	15
5	4	3,5	2	1	7	10
		ΣR_1= 39,5		ΣR_2=17,5		ΣR_2= 61

- Menghitung harga Kruskall-Wallis yaitu:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^{k} \left[\frac{(\Sigma R_j)^2}{n_j} \right] - 3(N+1)$$

$$H = \frac{12}{15(15+1)} \left[\frac{(39,5)^2}{5} + \frac{(17,5)^2}{5} + \frac{(61)^2}{5} \right] - (3)(15+1)$$

$$H = 0,05(312,05 + 61,25 + 744,20) - 48$$

$$H = 7,875$$

- Mencari harga derajat bebas dengan rumus: df= k – 1 = 3 – 1 = 2. Harga ini dikonsultasikan dengan distrubis Kai Kuadrat sehingga $\chi^2_{0,05:2} = 5{,}99$.
- Kesimpulan. Karena hasil perhitungan $H > \chi^2_{0,05:2}$ (7,875 > 5,99), maka kesimpulannya adalah H_o ditolak atau dengan kata lain ada perbedaan rata-rata median antara kelompok tanpa musik, musik rock dan musik klasik.

E. UJI VAN DER WAERDEN ANAVA UNTUK *K* INDEPENDEN SAMPEL

Uji Van Der Waerden adalah uji yang dikembangkan oleh Van der Waerden (1952) yang berfungsi untuk mencari varian pada sampel di mana data berupa ordinal. Uji ini digunakan untuk *k* independen sampel yang berarti analisis data terdiri dari dua atau lebih sampel independen. Karakteristik dari uji Van Der Waerden adalah mengkonversi normal skor menjadi data berperingkat sebagaimana pada uji Kruskal-Wallis. Setelah data dibentuk dalam bentuk peringkat, data tersebut ditranformasi menjadi skor z untuk selanjutnya dicari standar deviasinya.

Rumus untuk uji Van Der Waerden Anava untuk k independen sampel sebagai berikut:

$$\chi^2_{vdw} = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j \left(z_j\right)^2}{s^2}$$

Untuk uji hipotesis dengan menggunakan Van Der Waerder Anava untuk k independen sampel sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Mencari harga $\sum z_1$, $\sum z_2$, $\sum z_3$, $\bar{z}_1$, $\bar{z}_2$, dan $\bar{z}_3$ dengan menggunakan tabel bantu. Untuk mencari $\sum z_1$ rumusnya:

$$\Sigma z_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i}{N}$$

(digunakan juga untuk mencari harga untuk $\sum z_2$ dan $\sum z_3$)

Untuk mencari harga $\bar{z}_1$ dengan rumus:

$$\bar{z}_1 = \frac{\Sigma z_1}{N}$$

(digunakan juga untuk mencari harga untuk $\bar{z}_2$, dan $\bar{z}_3$)

- Langkah berikutnya adalah mencari standar deviasi pada skor z dengan rumus:

$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n} z_{ij}^2}{N-1}$$

- Menghitung statistik Van Der Waerder Anava untuk k independen.
- Menarik kesimpulan dengan menerima atau menolak H_o.

Contoh 10.4

Dengan menggunakan data sebelumnya pada contoh 10.3, maka diperoleh langkah perhitungan sebagai berikut:

- Membuat hipotesis penelitian:

  H_o= Tiga kelompok data berasal dari populasi yang sama

  H_1 = Tiga kelompok data bukan berasal dari populasi yang sama

  Hipotesis statistik:

$$H_o : \bar{z}_1 = \Sigma z_2 = \Sigma z_3$$
$$H_1 : Bukan\, H_o$$

- Mencari harga Σz_1, Σz_2, Σz_3, $\bar{z}_1$, $\bar{z}_2$, dan $\bar{z}_3$ sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 10.17. Harga Σz_1, Σz_2, Σz_3, $\bar{z}_1$, $\bar{z}_2$, dan $\bar{z}_3$

Kelompok 1			Kelompok 2			Kelompok 3		
Y_1	R_1	z_1	Y_2	R_2	z_2	Y_3	R_3	z_3
5	5,5	-0,40	4	3,5	-0,78	8	13	0,89
7	10	0,32	5	5,5	-0,4	7	10	0,32
6	7,5	-0,08	3	2	-1,25	8	13	0,89
8	13	0,89	6	5,5	-0,08	9	15	1,53
4	3,5	-0,78	2	1	-1,53	7	10	0,32
	Σz_1= -0,05			Σz_2= -4,04			Σz_3= 3,95	
	$\bar{z}_1$ = -0,010			$\bar{z}_2$ = -0,808			$\bar{z}_3$ = 0,790	

Ket:

(1) Untuk mencari harga z sebagai berikut:

(a) Secara umum, apabila normal skor proporsi (P) lebih besar dari 0,5000 (P > 0,5000), maka tabel yang digunakan yaitu pada kolom 2 tabel A1 pada tabel normal z (lihat lampiran). Sebaliknya apabila P lebih kecil dari 0,5000 (P < 0,5000), maka tabel yang digunakan yaitu pada kolom 3 tabel A1 pada tabel normal z (lihat lampiran).

(b) Perhatikan data ke-1 pada kelompok 1 di mana Y_1= 5 dan R_1= 5,5. Untuk mencari nilai P adalah: $\frac{R_{ke-i}}{1+N}$ sehingga $\frac{5,5}{16}$ = 0,3438 sehingga P < 0,5000 (diberikan tanda negatif (-) pada nilai z). Lihat angka 0,3438 pada kolom 3 tabel A1 tabel normal z diperoleh nilai z = -0,40.

(c) Perhatikan data ke-1 pada kelompok 3 di mana Y_3 = 8 dan R_3 = 13. Untuk mencari nilai P adalah: $\frac{R_{ke-i}}{1+N}$ sehingga $\frac{13}{16}$ = 0,8125 sehingga P > 0,5000 (tanda positif) sehingga untuk mencari nilai z = 0,8125 – 0,5000 = 0,3125. Lihat angka 0,3125 pada kolom 2 tabel A1 tabel normal z diperoleh nilai z = 0,89.

(2) Untuk mencari harga Σ_{z1} yaitu:

$$\Sigma z_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} z_i}{N}$$

$$\Sigma z_1 = \frac{-0,40+0,32-0,08+0,89-0,78}{5} = -0,05$$

(3) Untuk mencari harga $\bar{z}_1$:

$$\bar{z}_1 = \frac{\Sigma z_1}{N}$$

$$\bar{z}_1 = \frac{-0,05}{5} = -0,01$$

- Mencari standar deviasi pada skor z yakni:

$$s^2 = \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n} z_{ij}^2}{N-1}$$

$$s^2 = \frac{(-0,40)^2+(0,32)^2+\ldots+(1,53)^2+(0,32)^2}{15-1}$$

$$s^2 = 0,730$$

- Mencari harga Van Der Waerden yaitu:

$$\chi^2_{vdw} = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j\left(z_j\right)^2}{s^2}$$

$$\chi^2_{vdw} = \frac{(5)(-0,010)^2+(5)(-0,808)^2+(5)(0,790)^2}{0,730}$$

$$\chi^2_{vdw} = 8,75$$

- Mencari harga df yaitu df= 3 – 1 = 2 di mana $\chi^2_{(0,05:2)} = 5,99$
- Menarik kesimpulan. Karena hasil perhitungan $H > \chi^2_{(0,05:2)}$ (8,75 > 5,99), maka kesimpulannya adalah H_o ditolak atau tiga kelompok data bukan berasal dari populasi yang sama. Dengan kata lain ada perbedaan antara kelompok tanpa musik, metal dan musik klasik terhadap fokus belajar siswa pada proses pembelajaran.

F. LATIHAN

1. Jelaskan mengapa pada desain penelitian dengan menggunakan lebih dari dua kelompok dianjurkan analisisnya dengan menggunakan Anava ketimbang menggunakan uji t!
2. Jelaskan persyaratan yang harus dilakukan sebelum menggunakan Anava se-

bagai alat uji statistik!

3. Suatu penelitian tentang perbandingan tingkat kedisiplinan dari tiga sekolah negeri yang diambil secara *random* yaitu SMAN A, SMAN B, dan SMAN C. Skor kedisiplinan ketiga sekolah tersebut tersaji pada tabel di bawah ini:

No	SMA A	SMA B	SMA C
1	80	60	61
2	85	73	60
3	60	66	50
4	75	75	65
5	93	78	70
6	64	60	45
7	81	71	71
8	77	70	62
9	90	85	60
10	71	70	72
11	55	50	41
12	80	71	69
13	72	60	50
14	74	70	70
15	88	65	55

Berdasarkan data di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik.

b. Lakukan uji hipotesis terhadap perbedaan rata-rata skor kedisiplinan dari ketiga sekolah tersebut.

c. Lakukan uji lanjut (*post hoc test*) untuk mengetahui tingkat disiplin sekolah mana yang lebih baik.

d. Hitung pula pengaruh efek perlakuan terhadap variabel dependen dengan menggunakan rumus omega *squared*.

4. Terdapat judul penelitian *"Pengaruh Model Pembelajaran Snowball Throwing dan Konvensional terhadap Hasil Belajar"* dengan mempertimbangkan waktu sekolah pagi dan sore hari. Data hasil penelitian dapat dilihat Tabel halama berikut.

Jenis Tes	Perlakuan	
	Model Pembelajaran Snowball Throwing (A_1)	Konvensional (A_2)
Pagi Hari (B_1)	8	6
	7	6
	9	7
	7	5
	10	5
	8	4
	8	7
	9	7
	7	5
	8	6
Sore Hari (B_2)	7	4
	8	3
	7	3
	7	6
	9	7
	7	5
	6	4
	7	5
	8	5
	8	3

Berdasarkan data di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik.
b. Lakukan uji hipotesis terhadap perbedaan rata-rata skor kedisiplinan dari ketiga sekolah tersebut.
c. Lakukan uji lanjut (*post hoc test*) untuk mengetahui tingkat disiplin sekolah mana yang lebih baik.

5. Hasil penelitian tentang efektivitas ketiga metode ceramah terhadap kemampuan berkomunikasi dapat dilihat sebagai berikut:

No	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
	Ceramah	Diskusi	Debat
1	4	7	7
2	3	5	9
3	5	3	8
4	7	7	9
5	4	8	8

No	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
	Ceramah	Diskusi	Debat
6	3	5	7
7	5	5	7
8	7	7	8
9	3	5	8
10	4	5	7

Dengan menggunakan uji Statistik Kruskall-Wallis:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik.

b. Buatlah kesimpulan penelitian.

6. Berdasarkan data hasil penelitian di atas, uji pula hipotesis penelitian dengan menggunakan uji Van Der Waerden.

BAB

11

UJI ANAVA SAMPEL DEPENDEN

A. UJI ANAVA SAMPEL DEPENDEN

1. Uji Anava Sampel Dependen untuk *k* = 3

Uji Anava (Analisis Varian) untuk sampel dependen merupakan uji statistik untuk mengukur tingkat perbedaan rata-rata tiga atau lebih variabel dependen. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, variabel dependen diartikan sebagai: 1) berasal dari individu atau kelompok yang sama sehingga satu kelompok diberikan beberapa perlakuan yang berbeda, dan 2) berasal dari karakteristik atau sifat yang sama seperti prestasi belajar dan peringkat sekolah. Sebagai contoh, ketika peneliti ingin mengetahui perbandingan hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran pada 50 siswa, maka peneliti harus mengelompokkan 50 siswa tersebut dalam 2 kelompok dengan karakteristik yang sama. Karakter yang homogen (atau hampir homogen), bisa dilihat dari prestasi belajar mereka sebelumnya. Dengan kata lain pada 50 siswa, kelompok dibagi dua yaitu kelompok yang memiliki prestasi belajar yang baik dan kurang baik.

Hasil uji statistik Anava untuk sampel dependen berdasarkan hasil uji dengan menggunakan tabel distribusi F di mana tingkat signifikansinya $0 \leq F \leq \infty$. Apabila hasil penelitian menunjukkan hasil yang signifikan, dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang berarti setidaknya dua rata-rata sampel dari *k* rata-rata. Kesimpulan penelitian yang diambil adalah terdapat perbedaan rata-rata setidaknya dua sampel.

Asumsi atau persyaratan menggunakan rumus Uji Anava Parametrik untuk sampel dependen adalah:

1) Pemilihan sampel berasal dari random *sampling*.
2) Distribusi data pada setiap sampel berdistribusi normal.

3) Data harus bersifat interval atau rasio.
4) Desain penelitian yang diujicoba dengan menggunakan uji ini berasal dari desain *true experiment*, atau *counterbalanced design* (lihat bahasan pada bab II tentang desain eksperimen).

Prosedur atau langkah untuk analisis hipotesa dengan menggunakan uji statitik anava pada sampel dependen yakni:

- Menentukan hipotesis kerja dan statistik.
- Menghitung $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$, $\sum Y_n$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$ dan $\sum Y_n^2$ dengan menggunakan tabel bantu
- Menentukan harga N_i, $\sum Y_i$, $\sum Y_i^2$, dan $\overline{Y}_1$ dengan menggunakan tabel bantu.
- Menghitung JK atau Jumlah Kuadrat dari masing-masing sumber varians, yaitu: total (tot), Antar (ant), dalam (dal), dan residu (res). Rumus ketiga sumber varians tersebut adalah:

$$JK_{tot} = \sum Y_T^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N}$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a}\left[\frac{\left(\Sigma X_i\right)^2}{n}\right] - \frac{\left(\sum Y_T\right)^2}{N}$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a}\left[\left[\frac{\left(\Sigma Y_i\right)^2}{k}\right] - \frac{\left(\sum Y_T\right)^2}{N}\right]$$

$$JK_{res} = JK_t - JK_{ant} - JK_{dal}$$

- Menghitung harga derajat kebebasan (db) pada sumber varian dengan cara:
  a) $db_{tot} = N - 1$ (di mana N = jumlah total sampel)
  b) $db_{ant} = k - 1$ (di mana k = jumlah perlakuan)
  c) $db_{dal} = n - 1$ (di mana n = banyaknya sampel yang berpasangan)
  d) $db_{res} = (n-1)(k-1)$
- Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK) pada RJK_{ant}, RJK_{dal} dan RJK_{re} dengan rumusnya:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}}$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}}$$

$$RJK_{res} = \frac{JK_{res}}{db_{res}}$$

- Menghitung harga F_h dengan rumus:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{res}}$$

- Mencari harga F_{tabel} di mana db_{ant} menjadi pembilang dan db_{dal} menjadi penyebut.
- Setelah mendapatkan harga-harga di atas, maka disusun Tabel Anava, yaitu:

Tabel 11.1 Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	JK	db	RJK	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	JK_{ant}	db_{ant}	RJK_{ant}	Harga F_{hitung}	Signifikansi α = 0,05 atau α = 0,01
Dalam	JK_{dal}	db_{dal}	RJK_{dal}		
Residual	JK_{res}	db_{res}	RJK_{res}		
Total	JK_{tot}	db_{tot}	-		

- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_O atau H_1

Contoh 11.1

Dicari perbandingan efektivitas tiga metode belajar terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran Sejarah. Ketiga metode tersebut yaitu metode ceramah, diskusi dan karya wisata. Dengan menggunakan desain eksperimen *counterbalance design*, diperoleh hasil belajar sebagai berikut:

Tabel 11.2 Skor Prestasi Belajar

No	Ceramah	Diskusi	Karyawisata
1	3	5	8
2	6	6	7
3	5	7	8
4	2	4	7
5	7	5	8
6	5	7	9
7	4	5	6

Dengan menggunakan data di atas, diperoleh penghitungan uji Anava sampel dependen sebagai berikut:

- Ditentukan Uji Hipotesis Penelitian yaitu:

  H_O = Tidak terdapat perbedaan rata-rata prestasi belajar pada siswa yang diberi metode belajar ceramah, diskusi dan karyawisata

  H_1 = Terdapat perbedaan rata-rata prestasi belajar pada siswa yang diberi metode belajar ceramah, diskusi dan karyawisata

  Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1\text{: } Bukan\ H_0$$

- Dihitung harga $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$, , $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$ dengan menggunakan tabel kerja. Berdasarkan data di atas harga-harga tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11.3 Harga $\sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_3, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_3^2$

Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2	Y_3	Y_3^2	S_1
3	9	5	25	8	64	16
6	36	6	36	7	49	19
5	25	7	49	8	64	20
2	4	4	16	7	49	13
4	16	5	25	8	64	17
5	25	7	49	9	81	21
4	16	5	25	6	36	15
ΣY_1=29	ΣY_1^2=131	ΣY_2=39	ΣY_2^2=225	ΣY_3=53	ΣY_2^3=407	ΣY_T=121

- Ditentukan jumlah ΣN_T, ΣY_T, ΣY_T^2, dan $\bar{Y}_i$ dengan menggunakan tabel bantu yakni:

Tabel 11.4 Harga $\sum N_T, \sum Y_T^2, \sum Y_T^2, \Sigma \bar{Y}_i$

N	7	7	7	$\Sigma N_T = 21$
Y_i	29	39	53	ΣY_T =121
Y_i^2	131	225	407	ΣY_T^2 =763
$\bar{Y}_i$	4,143	5,571	7,571	$\Sigma \bar{Y}_T$ =17,285

- Dicari harga JK pada masing-masing sumber varian yaitu:

$$JK_T = \sum Y_T^2 - \frac{\left(\sum Y_T\right)^2}{N} = 763 - \frac{(121)^2}{21} = 65{,}81$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}} = \frac{(29)^2}{7} + \frac{(39)^2}{7} + \frac{(53)^2}{7} - \frac{(121)^2}{21} = 41{,}52$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a} \left[\left[\frac{(\Sigma S_i)^2}{k_i} \right] - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right]$$

$$JK_{dal} = \frac{(16)^2}{3} + \frac{(19)^2}{3} + \frac{(20)^2}{3} + \frac{(13)^2}{3} + \frac{(17)^2}{3} + \frac{(21)^2}{3} + \frac{(15)^2}{3} - \frac{(121)^2}{21} = 16{,}46$$

$$JK_{res} = JK_t - JK_{ant} - JK_{dal}$$

$$JK_{res} = 65{,}81 - 41{,}52 - 16{,}46 = 7{,}83$$

- Ditentukan harga derajat bebas (db) yakni:

  a) db_{tot}= 21– 1 = 20

  b) db_{ant}= 3 – 1 = 2

  c) db_{res}= (7 – 1) (3 – 1) = 12

  d) db_{dal}= 7– 1 = 6

- Menentukan harga rata-rata jumlah kuadrat:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}} = \frac{41,52}{2} = 20,76$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}} = \frac{16,46}{6} = 2,74$$

$$RJK_{res} = \frac{JK_{res}}{db_{res}} = \frac{7,83}{12} = 0,65$$

- Menghitung harga F_h:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{res}} = \frac{20,76}{0,65} = 31,94$$

- Menentukan nilai F_{tab} berdasakan nilai db_{ant} = 2 sebagai pembilang, dan d_{bres} = 12 sebagai penyebut. Dengan menggunakan tabel *F*, diperoleh harga F_{tabel} untuk d_{bant} = 2, dan d_{bres}= 12 pada α = 0,01 yaitu: $F_{(2:12:0,01)}$= 6,93, dan pada α = 0,05 yaitu: $F_{(2:12:0,05)}$= 3,88.

- Membuat tabel anava sebagaimana di bawah ini:

Tabel 11.5. Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	41,52	2	20,76	31,94	Signifikansi
Dalam	16,46	6	3,47		α = 0,05 = 3,88
Residual	7,83	12	0,65		α = 0,01 = 6,93
Total	65,81	20	-		

- Kesimpulan. Berdasarkan data di atas bahwa $F_{hitung} > F_{0,01}$ (31,94 > 6,93) sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian ini adalah "Terdapat Perbedaan Rata-rata antara Metode Ceramah, Diskusi dan Karyawisata terhadap Prestasi Belajar siswa pada Mata Pelajaran Sejarah".
- Uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar kelompok dengan menggunakan rumus t-Dunnet. Perbandingan tersebut antara Y_1 dengan Y_2, Y_1 dengan Y_3 dan Y_2 dengan Y_3. Langkah pertama adalah membuat hipotesis pada masing-masing kelompok yakni:

a) Hipotesis:

H_o = Tidak ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan ceramah dan diskusi

H_o = Ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan ceramah dan diskusi

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Penyelesaian:

$$t\left(A_1 - A_2\right) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2\left(RJK_{dal}\right)}{n}}}$$

$$t\left(A_1 - A_2\right) = t_D = \frac{4{,}143 - 5{,}571}{\sqrt{\frac{2\left(2{,}74\right)}{7}}} = \frac{-1{,}428}{0{,}885} = -1{,}614$$

Kesimpulan: Diketahui harga $t_{hit} < t_{tabel}$ (1,614 < 1,895), maka H_o diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dan diskusi. Atau prestasi kelas siswa yang diberi metode ceramah sama dengan kelompok yang diberi metode diskusi.

b) Hipotesis:

H_o = Rata-rata prestasi belajar dengan menggunakan metode ceramah lebih tinggi atau sama dengan metode karyawisata

H_o = Rata-rata prestasi prestasi belajar dengan menggunakan metode ceramah lebih rendah dengan metode karyawisata

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_3$$
$$H_1 : \mu_1 < \mu_3$$

Penyelesaian:

$$t\left(A_1 - A_3\right) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2\left(RJK_{dal}\right)}{n}}}$$

$$t\left(A_1 - A_3\right) = t_D = \frac{4{,}143 - 7{,}571}{\sqrt{\frac{2\left(1{,}394\right)}{7}}} = \frac{-3{,}428}{0{,}885} = -3{,}873$$

Kesimpulan. Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel}$ (3,873 > 1,895), maka *Ho* ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelas menggunakan metode ceramah dan karyawisata. Atau prestasi kelas siswa yang diberi metode ceramah lebih rendah daripada kelompok yang diberi metode karyawisata.

c) Hipotesis:

H_o = Rata-rata prestasi belajar dengan menggunakan metode diskusi lebih tinggi atau sama dengan metode karyawisata

H_o = Rata-rata prestasi prestasi belajar dengan menggunakan metode diskusi lebih rendah dengan metode karyawisata

Hipotesis statistik:

$$H_o : \mu_2 \geq \mu_3$$
$$H_1 : \mu_2 < \mu_3$$

$$t(A_2 - A_3) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_2 - A_3) = t_D = \frac{5,571 - 7,571}{\sqrt{\frac{2(0,914)}{7}}} = \frac{-2,00}{0,885} = -2,260$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel}$ (2,260 > 1,895), maka H_o ditolak. Dengan demikan dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelas menggunakan metode diskusi dan karyawisata. Atau prestasi kelas siswa yang diberi metode diskusi lebih rendah daripada kelompok yang diberi metode karyawisata.

2. Uji Anava Sampel Dependen untuk k = 3 dengan Membandingkan Perlakuan 1 dengan gabungan Perlakuan 2 dan 3

Salah satu cara alternatif untuk menguji rerata pada tiga kelompok perlakuan atau Anava Sampel Dependen untuk k=3, adalah dengan cara membandingkan perlakuan 1 (Y_1) dengan perlakuan 2 dan 3 (Y_2 dan Y_3).

Contoh 11.2

Dengan menggunakan contoh pada tabel 11.2, diperoleh perhitungan gabungan sebagaimana pada tabel berikut:

Perlakuan 1 (Y_1)	$(Y_1)^2$	Perlakuan 2 dan 3 (Y^2 dan Y_3)	(Y^2 dan Y_3)^2	ΣY_i
3	9	6,5	42,25	9,5
6	36	6,5	42,25	12,5
5	25	7,5	56,25	12,5
2	4	5,5	30,25	7,5
7	49	6,5	42,25	13,5
5	25	8	64	13
4	16	5,5	30,25	9,5
ΣY_1=32	ΣY_1^2 = 164	ΣY_2 dan Y_3 = 46	ΣY_T^2 = 307,5	ΣY_T = 78

Untuk menguji hipotesis dengan menggunakan cara ini, prosedur penghitungannya sebagai berikut:

- Menentukan harga ΣX_T^2 dengan rumus:

$\Sigma X_T^2 = \Sigma Y_1^2 + \Sigma Y_T^2$, sehingga

$\Sigma X_T^2 = 164 + 307,5 = 471,5$

- Menentukan harga ΣY_T dengan rumus:

  $\sum Y_T = \Sigma Y_1 + \Sigma Y_2$ dan Y_3, sehingga

  $\sum Y_T = 32 + 46 = 78$

- Mencari harga JK_T , yaitu:

$$JK_T = \sum Y_T^2 - \frac{\left(\sum Y_T\right)^2}{N} = 471{,}5 - \frac{(78)^2}{14} = 36{,}93$$

- Mencari harga JK_{ant}, dengan rumus:

$$JK_{ant} = \left[\frac{(\Sigma Y_1)^2}{n} + \frac{(\Sigma Y_2\, dan\, Y_3)^2}{n}\right] - \frac{(\Sigma Y_T)^2}{N}$$

$$JK_{ant} = \left[\frac{(32)^2}{7} + \frac{(46)^2}{7}\right] - \frac{(78)^2}{14} = 14{,}00$$

- Mencari harga JK_{dal} dengan rumus sebagai berikut:

$$JK_{dal} = \left[\frac{(\Sigma Y_1)^2}{k} + \ldots \frac{(\Sigma Y_7)^2}{k}\right] - \frac{(\Sigma Y_T)^2}{N}$$

$$JK_{dal} = \left[\frac{(9{,}5)^2}{2} + \frac{(12{,}5)^2}{2} \ldots \frac{(9{,}5)^2}{2}\right] - \frac{(78)^2}{14} = 15{,}69$$

- Menghitung harga JK_{res} :

  $JK_{res} = JK_t - JK_{ant} - JK_{dal}$

  $JK_{res} = 36{,}93 - 14{,}00 - 15{,}69 = 7{,}24$

a) Menentukan harga derajat bebas (db) yakni:

   a) $db_{tot} = 14 - 1 = 13$

   b) $db_{ant} = 2 - 1 = 1$

   c) $db_{res} = (7-1)(2-1) = 6$

   d) $db_{dal} = 7 - 1 = 6$

b) Menentukan harga rata-rata jumlah kuadrat:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}} = \frac{14{,}00}{1} = 14{,}00$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}} = \frac{15{,}69}{6} = 2{,}62$$

$$RJK_{res} = \frac{JK_{res}}{db_{res}} = \frac{7{,}24}{6} = 1{,}21$$

c) Menghitung harga F_h:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{res}} = \frac{14{,}00}{1{,}21} = 11{,}57$$

d) Menentukan F_{tabel} berdasakan nilai $db_{ant} = 1$ sebagai pembilang, dan $db_{res} = 6$ sebagai penyebut. Dengan menggunakan tabel F, diperoleh harga F_{tabel} untuk $db_{ant} = 1$, dan $db_{res} = 6$ pada $\alpha = 0{,}01$ yaitu: $F_{(1:6:0{,}01)} = 13{,}74$, dan pada $\alpha = 0{,}05$ yaitu: $F_{(1:6:0{,}05)} = 5{,}99$.

e) Membuat tabel Anava sebagaimana di bawah ini:

Tabel 11.6 Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	14,00	1	14,00	11,57	Signifikansi $\alpha = 0{,}05 = 5{,}99$ $\alpha = 0{,}01 = 13{,}74$
Dalam	15,69	6	2,62		
Residual	7,24	6	1,21		
Total	36,93	13	-		

Kesimpulan. Berdasarkan data di atas diperoleh dua kesimpulan yaitu:

1) Pada taraf α=0,01 bahwa $F_{hitung} < F_{0{,}01}(11{,}57 < 13{,}74)$ sehingga H_o diterima. Kesimpulan penelitian ini adalah "Tidak terdapat perbedaan rata-rata antara Metode Ceramah, Diskusi dan Karyawisata terhadap Prestasi Belajar siswa pada Mata Pelajaran Sejarah".

2) Pada taraf $\alpha = 0{,}05$ bahwa $F_{hitung} > F_{0{,}05}(11{,}57 > 5{,}59)$ sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian ini adalah "Terdapat perbedaan rata-rata antara Metode Ceramah, Diskusi dan Karyawisata terhadap Prestasi Belajar siswa pada Mata Pelajaran Sejarah".

Apabila seorang peneliti menghadapi situasi hasil penelitian seperti ini, maka keputusan menggunakan α pada taraf 0,01 atau 0,05 merupakan keputusan dari peneliti. Ada implikasi yang mesti diambil jika mengambil salah satu keputusan tersebut yaitu apabila seorang peneliti mengambil taraf $\alpha = 0{,}01$ sebagaimana pada kesimpulan (1), ini berarti diterima dan tidak diperlukan uji lanjut atau post hoc. Sebaliknya apabila peneliti mengambil taraf $\alpha = 0{,}05$, sebagaimana pada kesimpulan (2) berarti H_o ditolak. Untuk itu diperlukan uji lanjut untuk melihat perbedaan rata-rata pada masing-masing kelompok.

3. Uji Anava Sampel Dependen untuk k = 4

Uji Anava untuk sampel dependen dapat pula digunakan untuk uji perbedaan rata-rata pada $k = 4$ atau lebih. Prosedur untuk uji Anava pada k = 4 sama dengan prosedur Anava sebelumnya yaitu:

- Menentukan hipotesis penelitian dan statistik.
- Menghitung $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$ $\sum Y_n$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$ dan $\sum Y_n^2$ dengan menggunakan tabel kerja.
- Menghitung jumlah N_i, $\sum Y_i$, $\sum Y_i^2$, dan $\overline{Y}_1$ dengan menggunakan tabel bantu.

- Menghitung JK atau Jumlah Kuadrat dari masing-masing sumber varians, yaitu: total (tot), Antar (ant), dan dalam (dal). Rumus ketiga sumber varians tersebut adalah:

$$JK_{tot} = \sum Y_{tot}^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N}$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right]$$

- Menghitung harga derajat kebebasan (db) pada sumber varian dengan cara:
  a) $db_{tot} = n_{tot} - 1$
  b) $db_{ant} = n_{ant} - 1$
  c) $db_{dal} = n_{tot} - n_{ant}$
  d) $db_{res} = (n-1)(k-1)$
- Menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK) pada RJK_{ant} dan RJK_{dal} dengan rumusnya:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}}$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}}$$

- Menghitung harga F_h dengan rumus:

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{dal}}$$

- Mencari harga F_{tabel} di mana db_{ant} menjadi pembilang dan db_{dal} menjadi penyebut.
- Setelah mendapatkan harga-harga di atas, maka disusun tabel Anava yaitu:

Tabel 11.7 Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	JK	db	RJK	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	JK_{ant}	db_{ant}	RJK_{ant}	Harga	Signifikansi
Dalam	JK_{dal}	db_{dal}	RJK_{dal}	F_{hitung}	α = 0,05 atau
Total	JK_{tot}	db_{tot}	-		α = 0,01

- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 11.3

Menggunakan skor pada contoh 12.1 dan ditambah dengan metode resitasi, diperoleh data hasil belajar sebagai berikut:

Tabel 11.8 Skor Prestasi Akademik

No	Ceramah	Diskusi	Karyawisata	Resitasi
1.	3	5	8	4
2.	6	6	7	6
3.	5	7	8	7
4.	2	4	7	3
5.	7	5	8	4
6.	5	7	9	3
7.	4	5	6	3

Berdasarkan prosedur atau langkah menggunakan uji Anava pada sampel dependen, maka diperoleh penghitungan sebagai berikut:

- Uji Hipotesis Penelitian:

  H_0 = Tidak terdapat perbedaan rata-rata prestasi belajar pada siswa yang diberi metode belajar ceramah, diskusi, karyawisata dan resitasi

  H_1 = Terdapat perbedaan rata-rata prestasi belajar pada siswa yang diberi metode belajar ceramah, diskusi, karyawisata dan resitasi

  Hipotesis statistik sebagai berikut:

$$H_o : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$
$$H_1 : Bukan\, H_o$$

- Ditentukan harga $\sum Y_1$, $\sum Y_2$, $\sum Y_3$ $\sum Y_4$, $\sum Y_1^2$, $\sum Y_2^2$, $\sum Y_3^2$, $\sum Y_3^2$ dengan menggunakan tabel kerja. Berdasarkan data di atas harga-harga tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11.9 Harga $\sum Y_1, \sum Y_2, \sum Y_3\, \sum Y_4, \sum Y_1^2, \sum Y_2^2, \sum Y_3^2, \sum Y_3^2$

Y_1	Y_1^2	Y_2	Y_2^2	Y_3	Y_3^2	Y_4	Y_4^2	Y_i
3	9	5	25	8	64	4	16	20
6	36	6	36	7	49	6	36	25
5	25	7	49	8	64	7	49	27
2	4	4	16	7	49	3	9	16
4	16	5	25	8	64	4	16	21
5	25	7	49	9	81	3	9	24
4	16	5	25	6	36	3	9	18
29	131	39	225	53	407	30	144	151

a) Dihitung jumlah ΣN_i, ΣY_i, ΣY_1^2, $dan\, \bar{Y}_i$ dan kuadrat dengan menggunakan tabel kerja yakni:

Statistik	X_1	X_2	X_3	X_4	**Jumlah**
N	7	7	7	7	$\Sigma N_T = 28$
Y_i	29	39	53	30	$\Sigma Y_T = 151$
Y_1^2	131	225	407	144	$\sum Y_T^2 = 907$
y_i^2	10,86	7,71	5,71	15,43	$\Sigma y_i^2 = 39{,}71$
$\bar{Y}_i$	4,14	5,57	7,57	4,29	$\Sigma \bar{Y}_T = 21{,}57$

b) Dihitung harga JK pada masing-masing sumber varian yaitu:

$$JK_{tot} = \sum Y_{tot}^2 - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}} = 907 - \frac{(151)^2}{28} = 92{,}68$$

$$JK_{ant} = \sum_{i=1}^{a} \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} - \frac{\left(\sum Y_{tot}\right)^2}{N_{tot}}$$

$$JK_{ant} = \frac{(29)^2}{7} + \frac{(39)^2}{7} + \frac{(53)^2}{7} + \frac{(30)^2}{7} - \frac{(151)^2}{28} = 52{,}97$$

$$JK_{dal} = \sum_{i-1}^{a} \left[\sum Y_i^1 - \frac{\left(\sum Y_i\right)^2}{N_i} \right] = 39{,}71$$

c) Ditentukan harga derajat bebas (db) yakni:

a) $db_{tot} = 28 - 1 = 27$

b) $db_{ant} = 4 - 1 = 3$

c) $db_{dal} = 28 - 4 = 24$

d) $db_{res} = (7-1)(4-1) = 18$

d) Ditentukan harga rata-rata jumlah kuadrat:

$$RJK_{ant} = \frac{JK_{ant}}{db_{ant}} = \frac{52{,}97}{3} = 17{,}66$$

$$RJK_{dal} = \frac{JK_{dal}}{db_{dal}} = \frac{39{,}71}{24} = 1{,}65$$

e) Dihitung harga F_h :

$$F_h = \frac{RJK_{ant}}{RJK_{dal}} = \frac{17{,}66}{1{,}65} = 10{,}70$$

f) Dengan menggunakan tabel F, diperoleh harga F_{tabel} untuk $db_{ant} = 1$, dan $db_{res} = 6$ pada α = 0,01 yaitu: $F_{(3:18:0,01)} = 5{,}09$, dan pada α = 0,05 yaitu: $F_{(3:18:0,05)} = 3{,}16$.

g) Membuat tabel Anava sebagaimana di bawah ini:

Tabel 11.10. Tabel Penolong Anava

Sumber Varian	*JK*	*db*	*RJK*	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	52,97	3	17,66	10,70	Signifikansi
Dalam	39,71	24	1,65		α = 0,05 = 5,09
Total	92,68	27	-		α = 0,01 = 3,16

h) Kesimpulan. Berdasarkan data di atas bahwa $F_{hitung} > F_{1:6:0,05}(10,70 > 3,16)$ sehingga H_o ditolak. Kesimpulan penelitian ini adalah "Terdapat perbedaan rata-rata antara Metode Ceramah, Diskusi, Karyawisata dan Resitasi terhadap Prestasi Belajar siswa pada Mata Pelajaran Sejarah".

i) Uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar kelompok dengan menggunakan rumus Dunnet. Perbandingan tersebut antara Y_1 dengan Y_2, Y_1 dengan Y_3, Y_1 dengan Y_4, Y_2, dengan Y_3, Y_2 dengan Y_4 dan Y_3 dengan Y_4. Langkah pertama adalah membuat hipotesis pada masing-masing kelompok yakni:

1) $H_o: \mu_1 \geq \mu_2$

   $H_1: \mu_1 < \mu_2$

2) $H_o: \mu_1 \geq \mu_3$

   $H_1: \mu_1 < \mu_3$

3) $H_o: \mu_1 \geq \mu_4$

   $H_1: \mu_1 < \mu_4$

4) $H_o: \mu_2 \geq \mu_3$

   $H_1: \mu_2 < \mu_3$

5) $H_o: \mu_2 \leq \mu_4$

   $H_1: \mu_2 > \mu_4$

6) $H_o: \mu_3 \leq \mu_4$

   $H_1: \mu_3 > \mu_4$

j) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dengan diskusi.

$$t(A_1 - A_2) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_1 - A_2) = t_D = \frac{4,14 - 5,57}{\sqrt{\frac{2(0,98)}{7}}} = \frac{-1,43}{0,53} = -2,70$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel}(2,70 > 1,771)$, maka H_o ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dan diskusi. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode ceramah lebih rendah daripada kelas atau kelompok yang diberikan metode diskusi.

2) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dengan karyawisata.

$$t(A_1 - A_3) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_1 - A_3) = t_D = \frac{4{,}14 - 7{,}57}{\sqrt{\frac{2(0{,}98)}{7}}} = \frac{-3{,}43}{0{,}53} = -6{,}47$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel} (6{,}47 > 1{,}771)$, maka H_o ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dan diskusi. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode ceramah lebih rendah daripada kelas atau kelompok yang diberi metode diskusi.

3) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dengan karyawisata:

$$t(A_1 - A_4) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_1 - A_4) = t_D = \frac{4{,}14 - 4{,}29}{\sqrt{\frac{2(0{,}98)}{7}}} = \frac{-0{,}15}{0{,}53} = -0{,}28$$

Diketahui harga $t_{hit} < t_{tabel} (0{,}28 < 1{,}771)$, maka H_o diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode ceramah dan resitasi. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode ceramah sama dengan daripada kelas atau kelompok yang diberi metode resitasi.

4) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode diskusi dengan karyawisata:

$$t(A_2 - A_3) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_2 - A_3) = t_D = \frac{5{,}57 - 7{,}57}{\sqrt{\frac{2(0{,}98)}{7}}} = \frac{-2{,}00}{0{,}53} = -3{,}77$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel} (3{,}77 > 1{,}771)$, maka H_o ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode diskusi dan karyawisata. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode diskusi lebih rendah daripada kelas yang diberi metode karyawisata.

5) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode diskusi dengan resitasi:

$$t(A_2 - A_4) = t_D = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_2 - A_4) = t_D = \frac{5,57 - 4,29}{\sqrt{\frac{2(0,98)}{7}}} = \frac{1,28}{0,53} = 2,42$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel} (2,42 > 1,771)$, maka H_o ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode diskusi dan resitasi. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode diskusi lebih tinggi daripada kelas yang diberi metode resitasi.

6) Perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode karyawisata dengan resitasi:

$$t(A_3 - A_4) = \frac{\bar{Y}_i - \bar{Y}_j}{\sqrt{\frac{2(RJK_{dal})}{n}}}$$

$$t(A_3 - A_4) = \frac{7,57 - 4,29}{\sqrt{\frac{2(0,98)}{7}}} = \frac{3,28}{0,53} = 6,19$$

Diketahui harga $t_{hit} > t_{tabel} (6,19 > 1,771)$, maka H_o ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata prestasi antara kelompok menggunakan metode karyawisata dan resitasi. Atau prestasi kelompok siswa yang diberi metode karyawisata lebih tinggi daripada kelompok yang diberi metode resitasi.

4. Uji Cochran Q

Uji Cochran Q yang dikembangkan oleh Cochran (1950) merupakan bagian dari uji Anava non Parametrik sampel dependen. Uji ini digunakan juga untuk desain penelitian dengan k=2 atau lebih. Data yang dianalisis pada uji Cochran Q berupa data dikotomis (1 dan 0). Lambang 1 bisa diartikan sebagai "berhasil, "memilih", "laki-laki", sedangkan lambang 0 diartikan sebagai lawan dari lambang 1 seperti: "gagal", "tidak memilih", "perempuan".

Beberapa ahli statistik di antaranya Siegel dan Castellan mengatakan bahwa uji statistik Cochran Q dapat berfungsi dengan baik sebagai uji hipotesis apabila jumlah sampelnya kecil ($n < 25$). Notasi atau lambang dari uji Cochran Q adalah Q. Asumsi atau persyaratan sebelum menggunakan uji ini sebagai berikut: 1) sampel yang digunakan dalam penelitian berasal dari random sampling dan 2) data dari hasil penelitian berkategori dikotomis

Rumus yang digunakan dalam uji hipotesis dengan menggunakan uji Cochran Q adalah:

$$Q = \frac{(k-1)\left[(k)(C)-(T)^2\right]}{(k)(T)-R}$$

Prosedur atau langkah yang digunakan dalam menggunakan uji Cochran Q sebagai berikut:

- Menentukan hipotesis penelitian.
- Mencari harga ΣR_i dan ΣR_i^2 dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari harga C dengan rumus:
  $C = (\Sigma C_1)^2 + (\Sigma C_2)^2 + (\Sigma C_3)^2$
- Menghitung harga Q dengan menggunakan rumus uji Cochran Q.
- Mencari harga df dengan rumus df = k – 1
- Menarik kesimpulan penelitian dengan menerima atau menolak H_o .

Contoh 11.4

Seorang guru berkeinginan untuk mengetahui kecenderungan siswa memilih waktu dalam belajar. Ada tiga pilihan waktu yang digunakan yakni pagi, sore dan malam. Dari 10 siswa yang ditanya tentang waktu belajar diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 11.11. Pilihan Waktu Belajar

Siswa	Pilihan
1	Tidak memilih pagi, tetapi memilih siang dan malam
2	Hanya memilih malam
3	Hanya memilih pagi dan malam, tidak siang
4	Tidak memilih pagi, hanya siang dan malam
5	Hanya memilih malam
6	Hanya memilih malam
7	Memilih pagi, siang dan malam
8	Tidak memilih ketiga-tiganya
9	Hanya memilih siang dan malam
10	Memilih ketiga-tiganya

Dengan menggunakan prosedur di atas maka penggunaan uji Qochran dapat dilihat sebagai berikut:

- Ditentukan hipotesis penelitian

  H_o = Semua perlakuan yang diuji mempunyai proporsi pilihan jawaban yang sama

H_1 = Tidak semua perlakuan yang diuji mempunyai proporsi pilihan jawaban yang sama

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \pi_1 = \pi_2 = \pi_3$$
$$H_1 : \text{Bukan } H_0$$

- Mencari harga ΣR_i dan ΣR_i^2 dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 11.12. Harga ΣR_i dan ΣR_i^2

No	Pilihan Belajar			R_i	R_i^2
	Pagi (C_1)	Siang (C_2)	Malam (C_3)		
1	0	1	1	2	4
2	0	0	1	1	1
3	1	0	1	2	4
4	0	1	1	2	4
5	0	0	1	1	1
6	0	0	1	1	1
7	1	1	1	3	9
8	0	0	0	0	0
9	0	1	1	2	4
10	1	1	1	3	9
	$\Sigma C_1 = 3$	$\Sigma C_2 = 5$	$\Sigma C_3 = 9$	$\Sigma R_i = 17$ (T)	$\Sigma R_i^2 = 37$

- Dicari harga C yaitu:

$$C = (\Sigma C_1)^2 + (\Sigma C_2)^2 + (\Sigma C_3)^2$$
$$C = (3)^2 + (5)^2 + (9)^2$$
$$C = 81$$

- Menghitung harga Q yaitu:

$$Q = \frac{(k-1)\left[(k)(C) - (T)^2\right]}{(k)(T) - R}$$

$$Q = \frac{(3-1)\left[(3)(81) - (17)^2\right]}{(3)(17) - 37} = 14{,}07$$

- Ditentukan nilai df = 3 – 1 = 2. Harga dikonversi pada tabel x^2 pada α=0,05 yaitu: $\chi^2_{0,05:2} = 5{,}99$.

- Ditarik kesimpulan. Karena hasil perhitungan $Q > \chi^2_{0,05:2}$ (14,07 > 5,99), maka kesimpulannya adalah H_o ditolak atau H_1 diterima. Dengan kata lain kesimpulannya adalah tidak semua perlakuan yang diuji mempunyai proporsi pilihan jawaban yang sama.

B. LATIHAN:

1. Jelaskan pengertian sampel dependen dalam uji statistik Anava.
2. Berikan interpretasi atau kesimpulan anda terhadap hasil penelitian sebagaimana tabel Anava berikut:

Sumber Varian	JK	db	RJK	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar	12,06	1	12,06	10,86	Signifikansi α = 0,05 = 5,32 α = 0,01 = 11,26
Dalam	21,23	8	2,65		
Residual	8,84	8	1,11		
Total	36,93	17	-		

3. Terdapat hasil penelitian dengan menggunakan 3 model pembelajaran dan satu metode belajar dengan data sebagai berikut:

No	PBM	Jigsaw	NGT	Ceramah
1.	35	55	80	40
2.	60	60	70	45
3.	70	70	85	70
4.	50	40	50	30
5.	70	60	60	40
6.	75	55	90	35
7.	40	50	45	30

Berdasarkan data di atas, buatlah:
a. Hipotesis penelitian dan hipotesis statistik.
b. Tentukan F_{hit} nya.
c. Sebutkan kesimpulan penelitian.
d. Uji lanjut dengan menggunakan Dunnet.

4. Diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

Anava		
$\bar{Y}_1$ Karyawisata	$\bar{Y}_2$ Diskusi	$\bar{Y}_3$ Ceramah
8,8	7,5	5,3

Ujilah perbedaan rata-rata di atas dengan menggunakan Uji Fisher jika diketahui n=10, RJK_{dal} = 1,23.

5. Terdapat hasil pilihan sebanyak 15 siswa terhadap tiga model pembelajaran, yaitu model TPS, Discovery, dan STAD:

Siswa	Pilihan
1	Memilih ketiga-tiganya
2	Tidak memilih TPS, tetapi memilih Discovery dan STAD
3	Hanya memilih STAD
4	Hanya memilih TPS dan STAD, tidak Discovery
5	Tidak memilih TPS, hanya Discovery dan STAD
6	Hanya memilih STAD
7	Hanya memilih STAD
8	Memilih ketiga-tiganya
9	Tidak memilih ketiga-tiganya
10	Hanya memilih TPS
11	Memilih ketiga-tiganya
12	Hanya memilih Discovery, tidak memilih TPS dan STAD
13	Hanya memilih STAD, tidak memilih Discovery dan TPS
14	Tidak memilih ketiga-tiganya
15	Hanya memilih TPS dan Discovery, tidak memilih STAD

Ket:
TPS = Think Pair Share
STAD = Student Team Achievement Division

Berdasarkan data di atas:

a. Susunlah hipotesis penelitian dan hipotesis statistik.
b. Tentukan Q_{hit} nya.
c. Sebutkan kesimpulan penelitian.

BAB

12

UJI STATISTIK KORELASI

A. KONSEP DASAR KORELASI

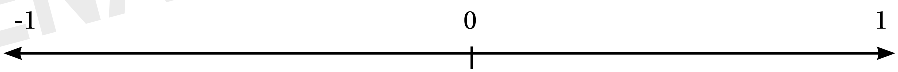
Apabila kita memiliki data berat badan dan tinggi dari sekelompok remaja, secara deskriptif kita dapat mengukur rata-rata (mean), modus, median berat badan dan tinggi badan mereka beserta standar deviasinya. Akan tetapi statistik deskriptif tidak dapat mengukur dan menganalisa apakah ada hubungan atau korelasi antara berat badan dan tinggi badan pada sekelompok remaja tersebut. Contoh lain ketika kita menemukan fenomena bahwa ada kecenderungan motivasi yang berbeda antara orangtua yang berpendidikan tinggi atau rendah dengan motivasi menyekolahkan anaknya ke perguruan tinggi, secara deskriptif mungkin peneliti akan menemukan data tentang jumlah orangtua yang memiliki tingkat pendidikan dengan dan kemudian diambil rata-rata, median atau standar deviasinya saja. Akan tetapi, ketika variabel itu kemudian dihubungkan dengan tingkat motivasi menyekolahkan anaknya ke perguruan tinggi, perlu alat ukur statistik lainnya untuk menganalisa fenomena hubungan kedua variabel tersebut.

Salah satu jenis statistik untuk memberikan analisis serta kesimpulan mengenai tinggi rendahnya hubungan antara dua atau lebih variabel digunakan statistik korelasi. Secara sederhana, pengertian korelasi menurut Kurz dan Mayo (1979) merupakan teknik analisis apabila terdapat dua variabel atau lebih yang berkorelasi satu sama lain. Spiegel dan Stephen (2004) mengatakan yang sama bahwa teknik korelasi merupakan teknik yang merepresentasikan derajat hubungan antara variabel-variabel penelitian. Colacardi dkk (2011) mengartikan korelasi sebagai statistik bivariat yang mengukur tingkat asosiasi linear antara dua variabel kuantitatif. Adapun Supardi

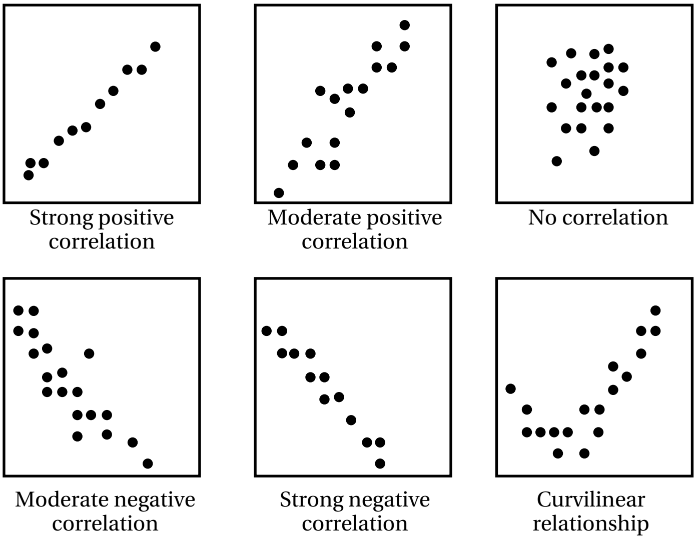
(2014) mengatakan bahwa korelasi merupakan istilah yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel.

Definisi di atas menunjukkan bahwa analisis korelasi digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih. Apabila terdapat dua variabel yang akan diukur tingkat korelasinya disebut sebagai korelasi bivariat, sedangkan lebih dari dua variabel disebut sebagai korelasi multivariat. Kedua jenis variabel ini diungkapkan oleh Gall dan Borg (2007) yakni korelasi bivariat adalah analisis statistika untuk menganalisis kekuatan hubungan antara dua variabel seperti hubungan antara tingkat perhatian siswa di kelas dengan prestasi akademik. Contoh ini menunjukkan terdapat dua variabel yakni tingkat perhatian siswa sebagai variabel X atau independen, dan prestasi akademik sebagai variabel Y atau dependen. Adapun korelasi multivariat adalah analisis statistika untuk menunjukkan kekuatan hubungan antara tiga variabel atau lebih seperti hubungan antara motivasi ekstrinsik, motivasi intrinsik, dan keinginan berprestasi. Contoh ini menunjukkan adanya tiga variabel yang terdiri dari dua variabel X atau variabel independen yakni motivasi ekstrinsik dan intrinsik, serta satu variabel Y atau dependen yakni keinginan berprestasi.

Tingkat hubungan dalam analisis korelasi dimaknai apakah hubungan antarvariabel tersebut kuat atau lemah, tinggi atau rendah. Untuk mengukur tingkat hubungan tersebut, digunakan koefisien korelasi dengan lambang “r”. Kuatnya hubungan koefisien korelasi (r) terletak pada rentang angka 1 dan -1. Angka 1 sebagai koefisien positif terbesar, angka -1 sebagai koefisien terbesar negatif, dan nol (0) merupakan koefisien terendah. Sebaran koefisien korelasi dapat dilihat pada garis kontinum di bawah ini:



Setiap nilai r positif berada di kanan, atau pada rentang 0 sampai dengan 1 menunjukkan hubungan langsung antar variabel. Semakin ke kanan atau mendekati angka 1, tingkat hubungan langsung tersebut semakin kuat. Apabila nilai r berada di sebelah kiri, menunjukkan hubungan tidak langsung kedua variabel. Semakin ke kiri atau mendekati angka -1, hubungan tidak langsung tersebut semakin kuat. Namun apabila nilai r semakin kecil atau dengan kata lain koefisien bergerak ke angka nol (0), mengindikasikan hubungan yang semakin lemah. Sebagai contoh, apabila hasil penghitungan diperoleh r = 0,80, angka ini menunjukkan hubungan antar variabel langsung yang kuat. Apabila diketahui hasil penghitungan r = -0,70 (minus 0,7), diperoleh kesimpulan bahwa antar variabel menunjukkan hubungan tidak langsung semakin kuat. Sebaliknya, apabila diketahui r = 0,10, menunjukkan hubungan antar variabel yang sangat lemah. Menurut Huck (2012), setiap r yang berada di daerah tengah sebelah kiri dan kanan garis kontinum disebut moderat. Hubungan antarvariabel dapat dilihat pada *scatter* plot di bawah ini:



Gambar 12.1. Hubungan antar Variabel

Sumber: Google.com

Untuk memudahkan interpretasi kekuatan hubungan antarvariabel dapat dilihat pada kriteria di bawah ini:

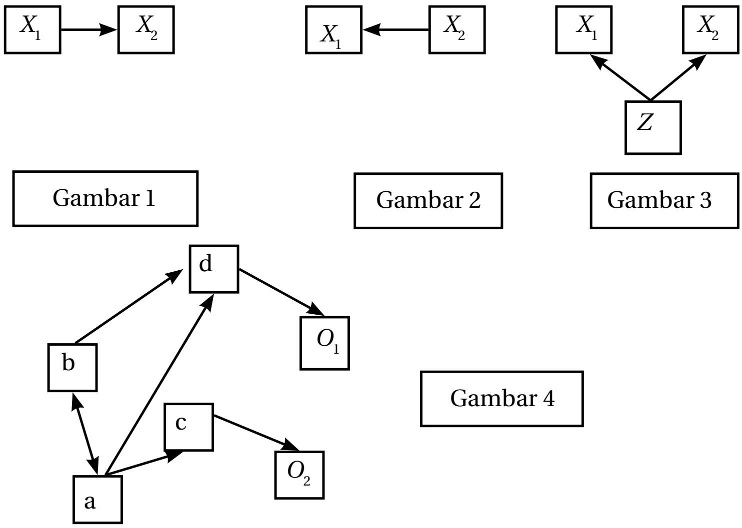
Tabel 12.1. Tabel Interpretasi Kekuatan Hubungan

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1.000	Sangat Kuat

Tabel di atas berfungsi untuk melihat tingkat korelasi tanpa harus melihat tabel korelasi (r_{tab}). Berdasarkan angka di atas mengindikasikan bahwa apabila nilai r berada pada rentang 0 – 0,199 (tanpa melihat dknya), hasil penelitian mengindikasikan tingkat korelasi langsung yang sangat rendah atau lemah. Apabila nilai r berada pada rentang 0,60 – 0,799 mengindikasikan korelasi yang kuat. Sebaliknya jika hasil penelitian menunjukkan rentang (-0,60) sampai (-0,799) menunjukkan hubungan tidak langsung yang kuat.

B. HUBUNGAN ANTARVARIABEL DALAM PENELITIAN KORELASI DAN PERBEDAANNYA DENGAN PENELITIAN KOMPARATIF

Di dalam teknik korelasi terdapat tiga kemungkinan hubungan dari variabel-variabel. Ketiga kemungkinan tersebut digambarkan sebagai berikut:



Dari gambar di atas dapat dijabarkan bahwa: *pertama*, pada gambar 1 dan 2, menjelaskan konsep mendasar tentang penelitian korelasional sekaligus yang membedakannya dengan penelitian komparatif. Hubungan ini diistilahkan dengan hubungan reciprocal atau hubungan timbal balik. Pada gambar 1 dan 2 terlihat bahwa hubungan antar kedua variabel X_1 dan X_2 adalah variabel pada X_1 dapat menyebabkan variabel X_2 dan sebaliknya variabel X_2 dapat menyebabkan variabel X_1. *Kedua* tipe hubungan variabel ini tidak akan ditemukan pada penelitian komparatif. Kedua, pada gambar 3 menunjukkan kemungkinan adanya variabel yang dapat memengaruhi hubungan antara variabel X_1 dan X_2. Variabel ini disebut sebagai variabel z. *Ketiga*, sedangkan pada Gambar 4 menunjukkan kompleksitas variabel yang tidak teridentifikasi pada variabel X_1 dan X_2. Untuk menganalisis berdasarkan pada Gambar 3 dan 4, diperlukan analisis statistik yang relatif rumit jika dibandingkan dengan analisis berdasarkan Gambar 1 dan 2.

Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai perbandingan antara judul penelitian komparasi dan korelasional dapat dilihat dua judul penelitian di bawah ini:

Tabel 12.2. Judul Penelitian Korelasional dan Komparatif

Jenis Penelitian	**Judul Penelitian**
Korelasional	"Hubungan antara Harga Diri dan Prestasi Belajar Bahasa Indonesia
Komparatif	"Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif tipe STAD terhadap Prestasi Belajar Bahasa Indonesia

Dari Tabel 12.3 dengan judul penelitian "*Hubungan antara Harga Diri dan Prestasi Belajar Bahasa Indonesia*", maka penelitian ini disebut sebagai penelitian korelasional karena bisa jadi variabel yang diukur pada Harga Diri dapat menyebabkan Prestasi Belajar, atau sebaliknya variabel Prestasi Belajar dapat menyebabkan meningkatnya harga diri. Apabila dibandingkan dengan penelitian komparatif dengan judul

“Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif tipe STAD terhadap Prestasi Belajar Bahasa Indonesia dapat dijelaskan bahwa hanya variabel Model Pembelajaran dapat meningkatkan Prestasi Belajar, dan tidak mungkin Prestasi Belajar mempengaruhi Model Pembelajaran.

C. DESAIN PENELITIAN KORELASIONAL

Setiap penelitian memerlukan desain penelitian dengan tujuan membantu peneliti untuk memudahkan peneliti menganalisis setiap variabel yang diteliti. Desain penelitian juga membantu peneliti untuk membuat berupa banyak hipotesis di dalam penelitiannya. Kothari (2004) menyebutkan bahwa dalam penelitian dengan menggunakan analisis korelasional bivariat, desain penelitiannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Tabel 12.3. Desain Penelitian Korelasional Bivariat

Sampel	**X_1**	**X_2**
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
Dst..........	-	-

Dari desain di atas dapat dijelaskan bahwa terdapat dua variabel yang akan diukur yakni instrumen pertama (X_1) dan instrumen kedua (X_2). Desain di atas dapat dipahami berdasarkan pendekatan korelasional sebagaimana telah dijelaskan yakni:

1) Variabel yang sedang diukur oleh X_1 dapat menyebabkan variabel yang diukur oleh $X_{2.}$.
2) Variabel yang sedang diukur oleh X_2dapat menyebabkan variabel yang diukur oleh $X_{1.}$
3) Adanya variabel lain baik faktor ketiga (Z) atau faktor-faktor lainnya (a,b,c,d) yang tidak diharapkan atau tidak terukur yang dapat memengaruhi korelasi kedua variabel tersebut (X_1 dan X_2).

Jika melihat judul penelitian dengan menggunakan variabel bivariat “Hubungan antara Perhatian Siswa dan Prestasi Akademik”, maka desain penelitiannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12.4. Judul Penelitian Korelasional Bivariat

Sampel	X_1 (Perhatian Siswa)	X_2 (Prestasi Akademik)
1	23	81
2	25	85
3	30	90
4	33	95
5	25	83
6	20	77
7	17	70
8	19	71
Dst..........		

Apabila terdapat penelitian korelasional multivariat dengan judul "Hubungan antara Lingkungan Sekolah dan Karakteristik Individu terhadap Prestasi Belajar", maka desain penelitian korelasionalnya seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 12.5. Judul Penelitian Korelasional Multivariat

Sampel	O_1 (Lingkungan Sekolah)	O_2 (Karakteristik Individu)	O_3 (Prestasi Belajar)
1	17	19	75
2	21	25	90
3	25	30	95
4	20	24	80
5	15	21	73
6	11	18	67
7	13	19	72
8	14	19	73
Dst..........			

Dari ilustrasi di atas terlihat bahwa judul penelitian "Hubungan antara Lingkungan Sekolah, Karakteristik Individu terhadap Prestasi Belajar" terdiri dari dua variabel independen dan satu variabel independen. Dua variabel tersebut adalah Lingkungan Sekolah dan Karakteristik Individu serta satu variabel dependen Prestasi Belajar. Berdasarkan jumlah variabel yang dianalisis, judul ini merupakan korelasional multivariat.

D. UJI HIPOTESIS PENELITIAN KORELASIONAL

1. Uji Product Moment

Rumus ini ditemukan oleh Karl Pearson seorang ahli Matematika berkebangsaan Inggris. Rumus ini dapat pula disebut *Pearson Product Moment Correlation Coefficients*, atau dikenal dengan *Product-Moment* atau *Pearson.* Pada teknik ini populasi dilambangkan dengan ρ_{xy} (rho) dan tingkat hubungan dilambangkan dengan r_{xy} sehingga hipotesis baik pada uji pihak kanan dan kiri atau uji dua pihak dilambangkan sebagai berikut:

1) Hipotesis uji pihak kanan, yaitu:

$H_0: \rho \leq 0$

$H_1: \rho > 0$

2) Hipotesis uji pihak kiri, yaitu:

$H_0: \rho \geq 0$

$H_1: \rho < 0$, dan

3) Hipotesis uji dua pihak, yakni:

$H_0: \rho = 0$

$H_1: \rho \neq 0$

Ada tiga persyaratan uji asumsi sebelum dilakukan uji analisis dengan menggunakan rumus Product Moment yaitu *pertama*: sampel yang digunakan di dalam penelitian berasal dari random sampling, *kedua*: data yang digunakan dalam analisis bersifat interval atau rasio, dan *ketiga*: data yang berasal dari dua variabel merupakan data yang berdistribusi normal (perlu uji normalitas data).

Berikut ini beberapa teknik dan rumus untuk menghitung dengan menggunakan uji korelasi product moment yakni: a. Teknik Uji Korelasi Product Moment dengan menggunakan *z score*, b. Teknik Uji Korelasi Product Moment tanpa menggunakan *z score*, dan c. Teknik Uji Korelasi Product Moment berdasarkan pada Deviasi Standar. Masing-masing uji statistika dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Uji Korelasi Product Moment Menggunakan z score

Rumus yang digunakan dalam menghitung tingkat korelasi Product Moment menggunakan z score pada rumus Pearson adalah:

$$r = \frac{\sum Z_x Z_y}{N-1} \text{ di mana :}$$

r : koefisien korelasi product moment

Z_x : skor z pada masing-masing individu variabel X

Z_y : skor z pada masing-masing individu variabel Y

N : banyaknya sampel

1 : bilangan konstan

Langkah untuk menguji hipotesis dengan menggunakan teknik ini adalah:

- Membuat hipotesis yang akan digunakan, apakah dengan menggunakan uji pihak kiri, uji pihak kanan atau dua pihak.
- Membuat tabel bantu untuk menghitung nilai $Z_x Z_y$.
- Konsultasikan nilai r_{xy} yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan tabel r product moment dengan dk = n - 2.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1. Terima H_1 apabila $r_{hit} > r_{tab}$

Contoh 12.1

Seorang peneliti memiliki judul penelitian "Hubungan antara Motivasi Orang tua Menyekolahkan Anak dan Keinginan Anak untuk Kuliah" dengan sampel sebanyak 10 orang. Peneliti menggunakan rumus korelasi Product Moment dengan menggunakan menggunakan z score untuk mengukur tingkat korelasi tersebut. Data hasil tes ujian pre test dan post tes pada mata pelajaran PAI sebagai berikut:

Tabel 12.6. Skor Motivasi Orangtua dan Keinginan Anak untuk Kuliah

Jenis Ujian	Jumlah siswa									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Motivasi Ortu	45	60	80	50	35	20	40	70	50	30
Keinginan Kuliah	30	75	85	60	50	40	55	90	70	45

Berdasarkan langkah uji korelasi di atas, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

1) Hipotesis yang digunakan dalam penelitian:

H_0 = Ada hubungan antara Motivasi Orangtua dan Keinginan Anak untuk Kuliah

H_1 = Tidak ada hubungan Motivasi Orangtua dan Keinginan Anak untuk Kuliah

Hipotesis statistiknya:

$$H_0 : \rho \leq 0$$
$$H_1 : \rho > 0$$

2) Mencari $\sum Z_x Z_y$ dengan cara menggunakan tabel bantu yakni:

Tabel 12.7. Skor Motivasi Orangua dan Keinginan untuk Kuliah

Skor Motivasi	**d_x**	**z_x**	**Skor Keinginan**	**d_y**	**z_y**	**$z_x z_y$**
45	-3	-0,16	30	-30	-1,52	0,25
60	12	0,66	75	15	0,76	0,50
80	32	1,75	85	25	1,27	2,22
50	2	0,11	60	0	0,00	0,00
35	-13	-0,71	50	-10	-0,51	0,36
20	-28	-1,53	40	-20	-1,01	1,55
40	-8	-0,44	55	-5	-0,25	0,11
70	22	1,20	90	30	1,52	1,83
50	2	0,11	70	10	0,51	0,06
30	-18	-0,98	45	-15	-0,76	0,75
$\sum z_x z_y$						7,62

3) Diperoleh skor $\sum z_x z_y = 7{,}62$ yang selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus Product Moment dengan z score, yaitu:

$$r = \frac{\sum Z_x Z_y}{N-1}$$

$$r = \frac{7{,}62}{10-1} = 0{,}850$$

4) Untuk tabel korelasi pada $\alpha = 0{,}05$ dan dk = 10 – 2 = 8, diperoleh nilai $r_{tab} = 0{,}707$.
5) Kesimpulan. Karena $r_{hit} > r_{tabel}$ (0,850 > 0,707), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Motivasi Orangtua Menyekolahkan Anak (X) dengan Keinginan Anak untuk Kuliah (Y). Jika nilai $r = 0{,}850$ dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa hubungan antara Motivasi Orangtua Menyekolahkan Anak dengan Keinginan Anak Untuk Kuliah memiliki hubungan yang sangat kuat.

b. Uji Korelasi Product Moment

Rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat korelasi dengan menggunakan Product Moment tanpa menggunakan z score sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n.\sum XY - \sum X.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n.\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}} \text{ di mana}$$

r_{xy} : koefisien korelasi product moment

n : banyaknya data

$\sum X$: penjumlahan variabel X

$\sum Y$: penjumlahan variabel Y

$\sum XY$: penjumlahan perkalian variabel X dan Y

Pengujian hipotesis dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

- Membuat hipotesis penelitian.
- Membuat tabel bantu dalam bentuk baris dan kolom untuk menghitung nilai $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, dan $\sum Y^2$.
- Menghitung skor korelasi dengan memasukkan penghitungan $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, dan $\sum Y^2$ pada rumus Korelasi Product Moment.
- Konsultasikan nilai r_{xy} yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan tabel r product moment dengan dk = n - 2.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 12.2

Sebuah judul penelitian "*Hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dengan Kemampuan Matematika*". Kemampuan Penalaran Spasial merupakan X dan Kemampuan Matematika sebagai Y. Sampel penelitian sebanyak 30 siswa. Dengan menggunakan langkah di atas, pengujian hipotesis dapat dilakukan sebagai berikut:

Tabel 12.8. Skor Kemampuan Penalaran Spasial dan Kemampuan Matematika

Sampel	X	Y
1	75	81
2	70	73
3	85	88
4	90	90
5	65	73
6	75	70
7	77	69
8	45	65
9	75	77
10	80	85
11	35	70
12	45	53
13	76	80
14	83	85
15	91	93
16	47	67
17	52	60
18	76	81
19	82	80
20	65	79
21	37	71
22	56	67
23	44	47
24	78	81
25	56	66
26	45	72
27	80	85
28	65	72
29	73	82
30	44	57

Berdasarkan data di atas, dapat dihitung korelasinya sebagai berikut:

1) Ditentukan hipotesa penelitian yaitu:

H_0 = Ada hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dan Kemampuan Matematika

H_1 = Tidak ada hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dan Kemampuan Matematika

Hipotesa yang digunakan yakni:

$$H_0: \rho \leq 0$$
$$H_1: \rho > 0$$

2) Membuat tabel kerja untuk memudahkan penghitungan $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, dan $\sum Y^2$, yaitu:

Tabel 12.9. Tabulasi Penghitungan $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, dan $\sum Y^2$

Sampel	X	Y	XY	X^2	Y^2
1	75	81	6075	5625	6561
2	70	73	5110	4900	5329
3	85	88	7480	7225	7744
4	90	90	8100	8100	8100
5	65	73	4745	4225	5329
6	75	70	5250	5625	4900
7	77	69	5313	5929	4761
8	45	65	2925	2025	4225
9	75	77	5775	5625	5929
10	80	85	6800	6400	7225
11	35	70	2450	1225	4900
12	45	53	2385	2025	2809
13	76	80	6080	5776	6400
14	83	85	7055	6889	7225
15	91	93	8463	8281	8649
16	47	67	3149	2209	4489
17	52	60	3120	2704	3600
18	76	81	6156	5776	6561
19	82	80	6560	6724	6400
20	65	79	5135	4225	6241
21	37	71	2627	1369	5041
22	56	67	3752	3136	4489
23	44	47	2068	1936	2209
24	78	81	6318	6084	6561
25	56	66	3696	3136	4356
26	45	72	3240	2025	5184
27	80	85	6800	6400	7225
28	65	72	4680	4225	5184
29	73	82	5986	5329	6724
30	44	57	2508	1936	3249
$\sum$	**$\sum X$= 1967**	**$\sum Y$ = 2219**	**$\sum XY$= 149801**	**$\sum X^2$ =137089**	**$\sum Y^2$ =167599**

3) Dihitung harga korelasi x dan y yaitu:

$$r_{xy} = \frac{n.\sum XY - \sum X.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n.\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{30.149801 - 1967.2219}{\sqrt{\left[30.\ 137089 - (1967)^2\right]\left[30.\ 167599 - (2219)^2\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{129257}{\sqrt{159168,52}} = 0,812$$

4) Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan dk = 30 – 2 = 28, diperoleh nilai r_{tab} = 0,374

5) Menarik kesimpulan. Karena $r_{hit} > r_{tabel}$ (0,812 > 0,374), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Kemampuan Penalaran Spasial (X) dengan Kemampuan Matematika (Y). Jika nilai r_{xy} – 0,812 dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dengan Kemampuan Matematika memiliki hubungan yang sangat kuat.

Selain dikonsultasikan dengan r_{tabel}, pengujian hipotesis korelasi dapat pula dengan menggunakan tabel distribusi t, dengan cara mentransformasi nilai r ke t dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$t = \frac{0,812\sqrt{30-2}}{\sqrt{1-(0,812)^2}}$$

$$t = \frac{0,812.5,29}{\sqrt{0,34}} = 7,406$$

Kesimpulan. Dari penghitungan di atas, diperoleh nilai t = 7,406. Untuk tabel distribusi t, pada α = 0,05 dan dk = 30 – 2 = 28, diperoleh nilai r_{tabel}= 2,048. Karena nilai t > r_{tabel} (7,406 > 2,048), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara penalaran spasial (X) dengan kemampuan Matematika (Y).

Menurut Sugiono (2010), dalam analisis korelasi terdapat suatu angka yang disebut Koefisien Determinasi yang besarnya adalah kuadrat dari koefisien korelasi atau r^2. Koefisien Determinasi dapat menjelaskan variabel dependen melalui varians yang terjadi pada variabel independen. Dengan menggunakan hasil penghitungan di atas r_{xy} – 0,812, diperoleh Koefisien Determinasi atau r^2 sebesar $(0,812)^2$= 0,66. Artinya, varians yang terjadi pada Kemampuan Matematika, 66% dapat dijelaskan melalui varians yang terjadi pada varians Kemampuan Penalaran Spasial, atau Kemampuan Matematika sebanyak 66% ditentukan oleh Kemampuan Penalaran Spasial, dan 34% ditentukan oleh faktor-faktor lainnya seperti Lingkungan Kelas atau Karakteristik Siswa, sehingga Kemampuan Matematika tersebut tidak dapat diduga.

c. Uji Korelasi Product Moment Berdasarkan pada Deviasi Standar

Salah satu teknik untuk mengukur tingkat korelasi antar variabel selain dengan skor asli atau skor kasar adalah dengan menggunakan Teknik Korelasi Product Moment berdasarkan pada deviasi standar. Rumus Teknik Korelasi ini adalah:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{xy}}{N.SD_x.\ SD_y}$$

Cara ini menggunakan deviasi standar dari data yang kemudian dicari korelasi antar variabelnya. Langkah-langkah teknik korelasi *product moment* dengan standar deviasi sebagai berikut:

- Membuat hipotesis penelitian.
- Membuat desain penelitian dalam bentuk baris dan kolom (tabel kerja) untuk menghitung nilai x, y, $\sum X$, $\sum Y$, $\sum xy$, $\sum x^2$, dan $\sum y^2$. Penghitungan x diperoleh dari $X_{1,} X_1, \ldots X_n - \frac{\sum X}{N}$, demikian pula penghitungan y diperoleh dari $Y_{1,} Y_1, \ldots Y_n - \frac{\sum Y}{N}$
- Mencari standar deviasi dengan menggunakan rumus $SD_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}}$, pada x dan $SD_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{N}}$, pada y.
- Menghitung skor korelasi dengan memasukkan hasil penghitungan x,y, $\sum X$, $\sum Y$, $\sum xy$, $\sum x^2$, dan $\sum y^2$ pada rumus Korelasi Product Moment berdasar Deviasi.
- Konsultasikan nilai r_{xy} yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan tabel r product moment dengan dk = n – 2.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1

Contoh 12.3

Dengan menggunakan contoh di atas dengan judul penelitian Hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dengan Kemampuan Matematika, diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

Tabel 12.10. Tabulasi Penghitungan $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, dan $\sum Y^2$

Sampel	X	Y	x	y	xy	x²	y²
1	75	81	9,44	7,04	66,46	89,11	49,56
2	70	73	4,44	-0,96	-4,26	19,71	0,92
3	85	88	19,44	14,04	272,94	377,91	197,12
4	90	90	24,44	16,04	392,02	597,31	257,28
5	65	73	-0,56	-0,96	0,54	0,31	0,92
6	75	70	9,44	-3,96	-37,38	89,11	15,68
7	77	69	11,44	-4,96	-56,74	130,87	24,60

Sampel	X	Y	x	y	xy	x^2	y^2
8	45	65	-20,56	-8,96	184,22	422,71	80,28
9	75	77	9,44	3,04	28,70	89,11	9,24
10	80	85	14,44	11,04	159,42	208,51	121,88
11	35	70	-30,56	-3,96	121,02	933,91	15,68
12	45	53	-20,56	-20,96	430,94	422,71	439,32
13	76	80	10,44	6,04	63,06	108,99	36,48
14	83	85	17,44	11,04	192,54	304,15	121,88
15	91	93	25,44	19,04	484,38	647,19	362,52
16	47	67	-18,56	-6,96	129,18	344,47	48,44
17	52	60	-13,56	-13,96	189,30	183,87	194,88
18	76	81	10,44	7,04	73,50	108,99	49,56
19	82	80	16,44	6,04	99,30	270,27	36,48
20	65	79	-0,56	5,04	-2,82	0,31	25,40
21	37	71	-28,56	-2,96	84,54	815,67	8,76
22	56	67	-9,56	-6,96	66,54	91,39	48,44
23	44	47	-21,56	-26,96	581,26	464,83	726,84
24	78	81	12,44	7,04	87,58	154,75	49,56
25	56	66	-9,56	-7,96	76,10	91,39	63,36
26	45	72	-20,56	-1,96	40,30	422,71	3,84
27	80	85	14,44	11,04	159,42	208,51	121,88
28	65	72	-0,56	-1,96	1,10	0,31	3,84
29	73	82	7,44	8,04	59,82	55,35	64,64
30	44	57	-21,56	-16,96	365,66	464,83	287,64
	∑X= 1967	∑Y= 2219	-	-	∑xy= 4308,57	∑ $\mathbf{x^2}$ = 8119,37	∑ $\mathbf{y^2}$ = 3466,97

1) Ditentukan hipotesa penelitian, yaitu:

   H_0= Tidak ada hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dan Kemampuan Matematika

   H_1= Ada hubungan antara Kemampuan Penalaran Spasial dan Kemampuan Matematika

   Hipotesa statistik:

$$H_0 : \rho = 0$$
$$H_1 : \rho \neq 0$$

2) Dari perhitungan di atas diperoleh hasil sebagai berikut: ∑X= 1967, ∑Y= 2219, ∑xy= 4308,57, $\sum x^2$ = 8119,37, $\sum y^2$ = 3466,97. Langkah selanjutnya adalah mencari standar deviasi pada x dan y. Hasil penghitungan standar deviasi x sebagai berikut:

$$SD_x = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N}}$$

$$SD_x = \sqrt{\frac{8119,37}{30}} = \sqrt{270,65} = 16,451$$

Sedangkan standar deviasi pada y sebagai berikut:

$$SD_y = \sqrt{\frac{\Sigma y^2}{N}}$$

$$SD_y = \sqrt{\frac{3466,7}{30}} = \sqrt{115,55} = 10,749$$

3) Setelah mendapat skor deviasi standar pada x dan y, langkah berikutnya mencari koefisien korelasi dengan rumus:

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{N.SD_x.SD_y}$$

$$r_{xy} = \frac{4308,57}{30.16,451.10,749}$$

$$r_{xy} = \frac{4308,57}{5304,954} = 0,812$$

(Hasilnya sama dengan menggunakan rumus Product Moment Tanpa skor z).

4) Untuk tabel korelasi pada $\alpha = 0,05$ dan dk = 30 – 2 = 28, diperoleh nilai $r_{tab} = 0,374$

5) Menarik kesimpulan. Karena r_{xy} lebih besar dari r_{tabel} (0,812 > 0,374), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Kemampuan Penalaran Spasial (X) dengan Kemampuan Matematika (Y). Jika nilai r_{xy} – 0,812 dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa korelasi antara Kemampuan Penalaran Spasial dengan Kemampuan Matematika memiliki hubungan yang sangat kuat.

2. Uji Korelasi Spearman

Teknik korelasi ini diperkenalkan oleh C.E. Spearman, seorang ahli psikologi berkebangsaan Inggris. Teknik ini digunakan untuk mengukur tingkat korelasi pada data yang bersifat ordinal (bertingkat). Data bertingkat diperoleh apabila data tersebut berbentuk urutan besar kecilnya data dan dapat pula diperoleh melalui angket (SS=5, S=4, R=3, TS=2, STS=0). Teknik analisis statistika ini merupakan teknik statistik non parametrik di mana data yang diuji bebas distribusi atau tidak melakukan uji persyaratan normalitas dan homogenitas pada data.

Koefisien Korelasi Spearman dilambangkan dengan r_S yang diinterpretasikan sebagai data bertingkat (*ranking*). Rumus untuk menyatakan besarnya Keofisien Korelasi Spearman dengan menggunakan rumus:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{N\left(N^2 - 1\right)} \text{ di mana}$$

r_S = koefisien korelasi Spearman
N = banyaknya pasangan data yang diuji
d = $r_x - r_y$ atau pengurangan antara x dan y
1 dan 6 = bilangan konstan yang tidak diubah

Untuk mendapatkan skor r_S sebagai besaran koefisien korelasi, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- Membuat rumusan hipotesis penelitian.
- Menghitung nilai $\sum d^2$ dengan menggunakan tabel bantu.
- Menghitung skor korelasi dengan hasil penghitungan $\sum d^2$ pada rumus Korelasi Spearman.
- Menentukan dk dengan menggunakan tabel Spearman.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 12.4

Terdapat hasil penjurian yang dilakukan oleh juri 1 dan 2 dalam sebuah perlombaan yang dilakukan oleh suatu sekolah. Dari kedua data tersebut pada peserta nomor 1 diberikan peringkat 2, sedangkan pada juri 2 diberikan peringkat 4. Hasil pemeringkatan berdasarkan data kedua juri tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12.11. Data Pemeringkatan Juri 1 dan Juri 2

No Peserta	Juri 1 (r_x)	Juri 2 (r_y)
1	2	4
2	4	3
3	7	6
4	10	8
5	8	9
6	1	2
7	6	5
8	9	10
9	3	1
10	5	7

1) Hipotesis Penelitian:
   H_0 = Tidak ada korelasi penilaian antara juri 1 dan 2
   H_1 = Ada korelasi penilaian antara juri 1 dan 2
   Hipotesis statistiknya adalah:

$$H_0 : \rho = 0$$
$$H_1 : \rho \neq 0$$

2) Ditentukan harga $\sum d^2$ dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 12.12. Harga $\sum d^2$

No. Peserta	Pemeringkatan Juri 1 (r_x)	Pemeringkatan Juri 2 (r_y)	d	d^2
1	2	4	-2	4
2	4	3	1	1
3	7	6	1	1
4	10	8	2	4
5	8	9	-1	1
6	1	2	-1	1
7	6	5	1	1
8	9	10	-1	1
9	3	1	2	4
10	5	7	-2	4
∑	-	-	0	22

3) Dengan penghitungan di atas, diperoleh skor $d^2 = 22$ dengan N = 10, maka:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{N\left(N^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{6.22}{10\left(10^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{132}{990} = 1 - 0{,}133 = 0{,}867$$

4) Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan N= 10, diperoleh nilai r pada tabel rho = 0,707.

5) Kesimpulan. Karena $r_S > r_{tabel}$ (0,87 > 0,707), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif atau konsistensi pemeringkatan antara juri 1 dan 2.

Koefisien rho Spearman dapat pula disubstitusi ke uji statistik uji-t dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_0 = r_s\sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}$$

$$t_0 = 0{,}87\sqrt{\frac{10-2}{1-\left(0{,}87\right)^2}} = 4{,}992$$

Dari penghitungan di atas, diperoleh nilai t = 4,992. Untuk tabel distribusi t, pada α = 0,05 dan dk= 10 – 2 = 8, diperoleh nilai t_{tabel} = 1,860. Karena nilai t_{hit} lebih besar dari t_{tabel}(4,992 > 2,048), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan yang sama bahwa terdapat korelasi positif atau konsistensi antara juri 1 dan 2.

Sering kali ketika menggunakan skor penilaian, ditemukan angka atau skor yang sama ketika menilai seseorang. Apabila terdapat skor yang sama, maka cara perangkingan adalah membagi dua nomor urut dari skor tersebut. Contoh untuk skor yang sama dan cara perangkingan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12.13. Contoh Perankingan

No. Ranking	Skor	Ranking
1	78	1
2	75	2,5
3	75	2,5

Tabel di atas menunjukkan data di mana terdapat skor yang sama yakni 75, maka cara untuk merangking skor tersebut adalah melihat nomor urut skor tersebut yakni 2 dan 3, kemudian membaginya 2+3/2 = 2,5. Jadi, skor 75 yang diperoleh berada pada nomor urut atau diberi perangkingan = 2,5.

Contoh 12.5

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari contoh penelitian di bawah ini di mana dua orang juri memberikan penilaian kepada peserta dengan skor sebagai berikut:

Tabel 12.14. Skor dan Pemeringkatan Juri 1 dan Juri 2

No Peserta	Pemeringkatan Juri 1 (r_x)	Pemeringkatan Juri 2 (r_y)	Rank r_x	Rank r_y	d	d^2
1	7 (4)	6 (4)	4,5	4,5	0	0
2	9 (1)	7 (3)	1	3	-2	4
3	6 (6)	5 (6)	6,5	6,5	0	0
4	7 (5)	6 (5)	4,5	4,5	0	0
5	5 (8)	4 (8)	8,5	8,5	0	0
6	6 (7)	5 (7)	6,5	6,5	0	0
7	8 (2)	8 (2)	2,5	2	0,5	0,25
8	8 (3)	9 (1)	2,5	1	1,5	2,25
9	5 (9)	3 (10)	8,5	10	-1,5	2,25
10	4 (10)	4 (9)	10	8,5	1,5	2,25
						$\sum \mathbf{d^2} = 11$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh koefisien sebagai berikut:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{N\left(N^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{6.11}{10\left(10^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{77}{990} = 0,922$$

Dari penghitungan di atas, diperoleh r_s= 0,922. Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan N= 10, diperoleh nilai r pada tabel rho = 0,707. Karena r_s lebih besar dari r_{tabel} (0,922 > 0,707), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif atau konsistensi pemeringkatan antara juri 1 dan 2. Anda dapat menghitung sendiri transformasi koefisien Spearman (r_s) ke statistik uji-t dengan menggunakan rumus yang dibahas sebelumnya.

Contoh 12.6

Contoh lain dari penggunaan rumus ini adalah pada saat seorang peneliti mengadakan penelitian tentang hubungan antara Motivasi Belajar dengan Keinginan Berprestasi Mahasiswa pada sebuah universitas. Motivasi Belajar sebagai variabel X dan Keinginan Berprestasi sebagai variabel Y. Data diperoleh dengan angket skala Likert yakni 5= sangat setuju, 4= setuju, 3= ragu-ragu, 2= tidak setuju, 1= sangat tidak setuju dengan jumlah butir angket sebanyak 20 butir. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan sampel sebanyak 30 orang mahasiswa. Langkah untuk menghitung koefisiennya adalah sebagai berikut:

Tabel 12.15. Perangkingan Variabel Motivasi dan Keinginan Berprestasi

Sampel	Motivasi Belajar (r_x)	Keinginan Berprestasi (r_y)	Rank r_x	Rank r_y	d	d^2
1	75 (7)	80 (7)	6,5	7,5	-1	1,00
2	81 (3)	80 (8)	3,5	7,5	-4	16,00
3	43 (25)	32 (29)	25	29	-4	16,00
4	55 (18)	50 (20)	18	20	-2	4,00
5	54 (20)	39 (26)	19,5	26	-6,5	42,25
6	73 (9)	82 (5)	8,5	5	3,5	12,25
7	75 (6)	47 (22)	6,5	22	-15,5	240,25
8	81 (4)	85 (3)	3,5	3	0,5	0,25
9	92 (1)	91 (1)	1	1	0	0,00
10	44 (24)	45 (23)	24	23	1	1,00
11	56 (17)	34 (28)	17	27,5	-10,5	110,25
12	61 (16)	60 (15)	16	15	1	1,00
13	72 (10)	71 (11)	10	11	-1	1,00
14	65 (13)	34 (27)	13	27,5	-14,5	210,25
15	90 (2)	78 (9)	2	9	-7	49,00
16	54 (19)	57 (17)	19,5	17,5	2	4,00
17	68 (11)	65 (14)	11	14	-3	9,00
18	35 (30)	40 (25)	30	25	5	25,00

Sampel	Motivasi Belajar (r_x)	Keinginan Berprestasi (r_y)	Rank r_x	Rank r_y	d	d^2
19	67 (12)	81 (6)	12	6	6	36,00
20	51 (21)	27 (30)	21,5	30	-8,5	72,25
21	73 (8)	70 (12)	8,5	12	-3,5	12,25
22	41 (26)	56 (19)	26,5	19	7,5	56,25
23	36 (29)	59 (16)	29	16	13	169,00
24	47 (23)	49 (21)	23	21	2	4,00
25	51 (22)	73 (10)	21,5	10	11,5	132,25
26	63 (15)	69 (13)	15	13	2	4,00
27	64 (14)	83 (4)	14	4	10	100,00
28	39 (28)	43 (24)	28	24	4	16,00
29	41 (27)	57 (18)	26,5	17,5	9	81,00
30	78 (5)	90 (2)	5	2	3	9,00
∑	-	-	-	-		1434,500

Dengan penghitungan di atas, diperoleh skor d^2= 1434,5 dengan N = 30, maka:

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{N\left(N^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{6.1434,50}{30\left(30^2 - 1\right)}$$

$$r_s = 1 - \frac{8607}{26970} = 0,92$$

Dari penghitungan di atas, diperoleh r_s= 0,681. Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan N= 30, diperoleh nilai r pada tabel rho = 0,364. Karena r_s lebih besar dari r_{tabel} (0,681 > 0,364), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Motivasi Belajar dengan Keinginan Berprestasi. Anda dapat menghitung sendiri transformasi koefisien Spearman (r_s) ke statistik uji-t dengan menggunakan rumus yang dibahas sebelumnya.

3. Uji Korelasi Kendall τ (Tau)

Teknik Uji Korelasi Kendall Tau merupakan teknik uji analisis korelasi bivariat berdasarkan peringkat data. Uji ini ditemukan oleh Kendall pada tahun 1938 dengan notasinya adalah τ (tau). Uji Korelasi Kendall Tau biasanya digunakan untuk mengkorelasikan dua data yang bersifat peringkat dari dua orang (dua guru, dua dosen dua penguji, dua psikiater dsbnya) sehingga hipotesis pada uji ini adalah ada/tidak ada hubungan antara penilaian dua dosen, guru, penguji atau psikiater. Data yang digunakan pada Teknik Korelasi Kendall Tau yakni berupa data ordinal. Kendall Tau juga tidak mensyaratkan data berdistribusi normal sehingga teknik ini dikelompokkan ke dalam statistik non-parametrik.

Rumus pada sampel kecil. Rumus teknik korelasi Kendall Tau pada sampel kecil (n < 10) adalah:

$$\tau = \frac{n_C - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2}\right]} \text{ di mana}$$

n_C : Jumlah pasangan sesuai peringkat

n_D : Jumlah pasangan yang tidak sesuai dengan peringkat

Untuk mendapatkan skor τ sebagai besaran koefisien korelasi, langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- Membuat hipotesis penelitian.
- Mencari ΣC dan ΣD dengan menggunakan tabel bantu.
- Mencari harga τ.
- Mencari τ_{tab} dengan menggunakan tabel Kendall Tau baik pada α=0,01 atau α=0,05.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 12.7

Dua orang dosen memberikan penilaian berdasarkan peringkat pada 5 orang mahasiswa berdasarkan tingkat prestasinya. Peringkat yang digunakan adalah 1 sampai dengan 5 yang melambangkan tingkat *ranking* tertinggi sampai terendah. Berdasarkan penilaian kedua dosen tersebut diperoleh peringkat sebagai berikut:

Tabel 12.16. Pemeringkatan Dosen 1 dan Dosen 2

Dosen 1	Dosen 2
1	1
2	3
3	4
4	2
5	6
6	7
7	8
8	5

Untuk menghitung harga Kendall Tau dengan menggunakan prosedur di atas yaitu:

- Menentukan hipotesis penelitian yaitu:
  - H_0 = Tidak ada hubungan antara dosen 1 dan 2 dalam memberikan peringkat mahasiswa
  - H_1 = Ada hubungan antara dosen 1 dan 2 dalam memberikan peringkat mahasiswa

Hipotesis statistiknya adalah:

$$H_0 : \tau \leq 0$$
$$H_0 : \tau > 0$$

- Mencari ΣC dan ΣD dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 12.17. Harga ΣC dan ΣD

R_{X_i}	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣC	ΣD
R_{y_i}	1	3	4	2	6	7	8	5		
R_{y_j}	1	C	C	C	C	C	C	C	7	0
		3	C	D	C	C	C	C	5	1
			4	D	C	C	C	C	4	1
				2	C	C	C	C	4	0
					6	C	C	D	2	1
						7	C	D	1	1
							8	D	0	1
								5	ΣΣC = 23	ΣΣD= 5

Ket:

(1) Perhatikan perhitungan di atas di mana nilai C diperoleh apabila $R_{y_j} < R_{y_i}$. Lihat pada baris ketiga di mana $R_{y_j} = 1$, dan $R_{y_i} = 3$ sehingga 1 < 3 = C.

(2) Untuk nilai D diperoleh apabila $R_{y_j} > R_{y_i}$. Lihat pada baris keempat di mana R_{yj} = 3, dan $R_{y_i} = 2$ sehingga 3 > 2 = D.

- Dari perhitungan di atas diperoleh harga ΣΣC = 23, dan ΣΣD = 5, sehingga nilai Kendall Tau adalah:

$$\tau = \frac{n_C - n_D}{\left[\frac{n(n-1)}{2}\right]}$$

$$\tau = \frac{23-5}{\left[\frac{8(8-1)}{2}\right]} = 0{,}643$$

- Mencari harga τ_{tab} dengan n = 8 pada derajat 5 % pada satu sisi yaitu: $\tau_{0,05:8}$= 0,571.
- Menarik kesimpulan. Karena harga $\tau_{hit} > \tau_{tab}$ atau 0,643 > 0,571 maka H_o ditolak sehingga diperoleh kesimpulan bahwa ada hubungan antara dosen 1 dan 2 dalam memberikan peringkat mahasiswa

Rumus pada sampel besar. Rumus teknik korelasi Kendall Tau pada sampel besar (n > 10) adalah:

$$z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

Contoh 12.8

Misal dengan menggunakan data di atas di mana harga τ = 0,643 dan n = 8, diperoleh penghitungan sebagai berikut:

$$z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

$$z = \frac{1{,}929\sqrt{56}}{\sqrt{42}} = 2{,}228$$

Dari penghitungan di atas, diperoleh harga z = 2,228, sehingga harga ini lebih besar jika dibandingkan dengan harga z_{tab} = 1,65 (2,228 >1,65). Ini berarti harga z di luar dari daerah penerimaan H_o atau dengan kata lain H_1 diterima. Kesimpulan penelitian adalah terdapat korelasi penilaian antara juri 1 dan juri 2.

4. Uji Korelasi Koefisien Kontingensi

Teknik uji korelasi Koefisien Kontingensi memiliki tujuan analisis data dan langkah yang sama dengan Kai Kuadrat. Data pada analisis ini berupa data nominal, dan koefisien korelasi Kai Kuadrat ditransformasi ke rumus Korelasi Koefisien Kontingensi dengan rumus:

$$C = \sqrt{\frac{x^2}{x^2 + N}}$$

Setelah diperoleh nilai C, maka ditransformasi dengan menggunakan rumus Phi (ϕ) yaitu:

$$\Phi = \frac{C}{\sqrt{1 - C^2}}$$

Prosedur uji hipotesis dengan menggunakan rumus uji korelasi koefisien Kontingensi adalah:

1) Menentukan uji hipotesis penelitian dan statistik.
2) Menghitung f_e atau frekuensi observasi pada masing-masing kolom dan baris.
3) Mencari harga "r" dengan menggunakan tabel product moment.
4) Menarik kesimpulan penelitian dengan menerima atau menolak $H_{0.}$

Contoh 12.9

Dengan menggunakan data penelitian yang berjudul "Hubungan antara Asal Sekolah dengan Kecenderungan Memilih Fakultas" di mana datanya sebagai berikut:

Tabel 12.18. Data Kecenderungan Memilih Fakultas

Asal Sekolah	Kecenderungan Memilih Fakultas			Jumlah
	Fakultas A	Fakultas B	Fakultas C	
Umum	15	17	16	48
Keagamaan	18	12	20	50
∑	33	29	36	98

Untuk menghitung harga χ^2 yaitu dengan cara sebagai berikut:

1) Langkah berikutnya adalah menghitung f_e atau frekuensi observasi pada masing-masing kolom dan baris dengan rumus:

$$f_e = \frac{(\text{jumlah baris ke} - \text{i}) \times (\text{jumlah baris ke} - \text{j})}{\text{N}}$$

$$f_e = \frac{48 \times x33}{98} = 16{,}16$$

$$f_e = \frac{48 \times 29}{98} = 14{,}20$$

$$f_e = \frac{48 \times 36}{98} = 17{,}63$$

$$f_e = \frac{50 \times 33}{98} = 16{,}84$$

$$f_e = \frac{50 \times 29}{98} = 14{,}79$$

$$f_e = \frac{50 \times 36}{98} = 18{,}37$$

2) Membuat tabel bantu untuk menghitung Kai Kuadrat yakni:

Tabel 12.19. Harga Kai Kuadrat

Asal sekolah	Fakultas	f_o	f_e	$(f_o - f_e)$	$(f_o - f_t)^2$	$\frac{(f_e - f_o)^2}{f_e}$
Umum	Fakultas A	15	16,16	-1,16	1,34	0,08
	Fakultas B	17	14,20	2,80	7,84	0,55
	Fakultas C	16	17,63	-1,63	2,66	0,15
Agama	Fakultas A	18	16,84	1,16	1,34	0,08
	Fakultas B	12	14,79	-2,79	7,78	0,52
	Fakultas C	20	18,37	1,63	2,66	0,14
∑		98	-	-	-	1,52

3) Setelah diperoleh harga χ^2 = 1,52, maka diperoleh harga C yaitu:

$$C = \sqrt{\frac{x^2}{x^2 + N}} = \sqrt{\frac{1{,}52}{1{,}52^2 + 98}}$$

$$\text{C} = \sqrt{0{,}015} = 0{,}122$$

Selanjutnya harga C yang telah diperoleh yakni C = 0,122, ditransformasi ke rumus Phi (ϕ):

$$\Phi = \frac{\text{C}}{\sqrt{1 - \text{C}^2}} = \frac{0{,}122}{\sqrt{1 - 0{,}122^2}}$$

$$\Phi = \frac{0{,}122}{\sqrt{1 - 0{,}014}} = \frac{0{,}122}{0{,}993} = 0{,}123$$

4) Mencari harga "r" dengan menggunakan tabel product moment dengan cara mencari dknya terlebih dahulu yaitu: N – nr = 98 – 2 = 96. Dengan df 96 pada taraf 5 % diperoleh harga $r_{tabel} = 0{,}1671$.
5) Kesimpulan. Diperoleh $\phi < r_{tabel}$ (0,123 < 0,1671), atau H_0 di terima sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara asal sekolah mahasiswa dengan kecenderungan memilih fakultas.

5. Uji Korelasi Phi

Sudijono mengatakan bahwa teknik Korelasi Phi adalah salah satu teknik analisa korelasional yang digunakan apabila data yang dikorelasikan adalah data yang benar-benar dikotomik atau diskrit murni, seperti: sekolah – tidak sekolah, siang – malam, lulus – tidak lulus, gembira – sedih, laki-laki – perempuan, dan sebagainya.

Apabila ada satu variabel baik pada variabel x atau y data masih berbentuk interval atau ordinal, maka data tersebut harus dirubah menjadi data diskrit atau dikotomik. Sebagai contoh apabila ada penelitian dengan judul "Hubungan antara Jenis Kelamin dengan Hasil Belajar", maka terlihat bahwa jenis kelamin adalah data diskrit yakni berjenis kelamin laki-laki dan perempuan (1 = laki-laki, 0 = perempuan). Akan tetapi, data hasil belajar berupa skor 45, 50, 65, 70, 85 merupakan data interval yang harus diubah menjadi data diskrit seperti jelek – baik, atau lulus – tidak lulus (1 = baik/lulus, 0 = jelek/tidak lulus).

Lambang teknik Uji Korelasi Phi adalah ϕ, di mana terdapat tiga rumus yakni:

1) $$\Phi = \frac{(ad - bc)}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

2) $$\Phi = \frac{\alpha\delta - \beta\gamma}{\sqrt{(p)(q)(p')(q')}}$$

3) $\Phi = \sqrt{\frac{x^2}{N}}$, di mana sebelumnya dihitung dulu harga Kai Kuadrat dengan menggunakan rumus Kai Kuadrat:

$$x^2 = \sum \frac{(f_e - f_o)^2}{f_e}$$

Contoh 12.10

Penggunaan rumus 1: Sebuah penelitian dengan judul "Hubungan antara Jenis Kelamin dan Tingkat Kelulusan Ujian". Sampel yang digunakan berjumlah 16 orang yaitu 9 orang laki-laki dan 7 orang perempuan. Jenis Kelamin menjadi dua yaitu: 1= laki-laki, dan 0 = perempuan. Tingkat Kecerdasan diubah menjadi data diskrit yakni: 1 = Cerdas dan 0 = Tidak Cerdas. Data penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12.20. Tingkat Kercerdasan Laki-Laki dan Perempuan

No	Jenis Kelamin (X)	Tingkat Kecerdasan (Y)
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	1
5	1	1
6	0	0
7	1	1
8	1	1
9	0	0
10	1	1
11	0	1
12	1	0
13	1	1
14	1	1
15	0	1
16	0	1

1) Setelah diperoleh data di atas, maka diperlukan tabel kerja bantu dengan memberikan label a,b,c, dan d pada baris dan kolom.

Tabel 12.21. Tabel Bantu Korelasi Phi

		Jenis Kelamin		Jumlah
		X = 1 Laki-Laki	Y = 0 Perempuan	
Kelulusan	Lulus X = 1	a = 7	b = 5	a + b = 12
	Tidak Lulus Y = 0	c = 2	d = 2	c + d = 4
Jumlah		a + c = 9	b + d = 7	n = 16

2) Menghitung korelasi Phi dengan menggunakan rumus pertama yaitu:

$$\Phi = \frac{(ad - bc)}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}} = \frac{(7x2 - 5x2)}{\sqrt{(7+5)(2+2)(7+2)(5+2)}}$$

$$\Phi = \frac{4}{\sqrt{3024}} = 0{,}073$$

2) Jumlah N dikonsultasikan dengan tabel kai kuadrat dengan cara mencari dknya terlebih dahulu yaitu: (2 – 1)(2 – 1) = 1. Pada taraf 5% (α= 0,05) diperoleh harga $\chi^2_{\text{tab : 0,05 : 1}}$ = 3,841.

3) Dengan demikian, $\chi^2 < x^2_{\text{tab : 0,05 : 1}}$(0,073 < 3,841), atau dengan kata lain H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara jenis kelamin dengan tingkat kecerdasan.

Contoh 12.11

Penggunaan rumus kedua dengan judul penelitian yang sama dapat dicari hubungan antara jenis kelamin dengan tingkat kecerdasan dengan tabel perhitungan berikut ini:

Tabel 12.22. Tabel Bantu Korelasi Phi

		X = 1 Laki-Laki	Y = 0 Perempuan	Jumlah
Kelulusan	Lulus X = 1	α = 7/16 = 0,44	β = 5/16 = 0,31	p = 12/16 = 0,75
	Tidak Lulus Y = 0	γ = 2/16 = 0,12	δ = 2/16 = 0,12	q = 4/16 = 0,25
Jumlah		ṕ = 9/16 = 0,56	q́ = 7/16 = 0,44	n = 16

Setelah diperoleh harga di atas, dihitung korelasinya dengan menggunakan rumus Phi yang kedua yaitu:

$$\Phi = \frac{\alpha\delta - \beta\gamma}{\sqrt{(p)(q)(p')(q')}} = \frac{(0,44)(0,12)-(0,31)(0,12)}{\sqrt{(0,75)(0,25)(0,56)(0,44)}}$$

$$\Phi = \frac{0,053}{\sqrt{0,0462}} = 0,074$$

Jika dilihat dari penghitungan di atas, maka terdapat hasil yang sama pada penggunaan rumus pertama dan kedua sehingga penelitian ini setelah dikonsultasikan dengan tabel Kai Kuadrat juga menghasilkan kesimpulan yang sama yakni tidak terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan tingkat kecerdasan.

Untuk penggunaan rumus ketiga, Anda dapat mencobanya sendiri karena rumus Kai Kuadrat sudah dijelaskan sebelumnya. Selamat mencoba.

6. Uji Korelasi Point Biserial

Jackson (2009) mengatakan bahwa Teknik Uji Korelasi Point Biserial adalah salah satu uji hipotesis untuk mengukur tingkat korelasi dari dua data di mana satu data berupa data interval/rasio, dan data lainnya merupakan data nominal dan dikotomik. Lambang dari Point Biserial adalah r_{pbi}.

Rumus untuk mengukur korelasi dengan menggunakan Point Biserial di mana variabel X data interval, dan variabel Y berupa data nominal dikotomik (1, 0), yakni (Kadir: 2015):

$$r_{pbi} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_x}\sqrt{p.q} \text{ di mana:}$$

r_{pbi} = koefisien korelasi point biserial

p = proporsi untuk kategori 1

q = proporsi untuk kategori 0

$\bar{X}_p$ = rerata X yang mempunyai kategori 1

$\bar{X}_q$ = rerata X yang mempunyai kategori 0

S_x = standar deviasi variabel X

Prosedur untuk menguji hipotesis korelasi dengan menggunakan rumus Korelasi Point Biserial adalah:

- Membuat hipotesis yang akan digunakan, apakah dengan menggunakan uji pihak kiri, uji pihak kanan atau dua pihak di mana untuk uji hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \rho_{pbi} : \leq 0$$
$$H_1 : \rho_{pbi} > 0$$

- Mencari harga p,q, X_p, X_q dan standar deviasi (S) dengan menggunakan tabel kerja.
- Menghitung harga p dengan rumus: $p = \frac{\text{jumlah Y berkode 1}}{N}$
- Menghitung harga q dengan rumus: $q = \frac{\text{jumlah Y berkode 0}}{N}$
- Penghitungan X_p diperoleh dari $\bar{X}_p = \frac{\sum X_p}{N_p}$ di mana,

  $\sum X_p$ = penjumlahan yang memiliki kode 1
  N_p = jumlah cases yang memiliki kode 1

  Demikian pula penghitungan X_q diperoleh dari $\bar{X}_q = \frac{\sum X_q}{N_q}$ di mana,
  $\sum X_q$= penjumlahan yang memiliki kode 0
  N_q = jumlah cases yang memiliki kode 0
- Mencari standar deviasi (S_x)dengan rumus:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left\{\frac{\sum X}{N}\right\}^2}$$

- Konsultasikan harga r_{pbi} yang diperoleh dari hasil penghitungan dengan menggunakan tabel product moment.
- Menarik kesimpulan dari hipotesis dengan cara menerima atau menolak baik H_0 atau H_1.

Contoh 12.12

Sebuah penelitian akan meneliti hubungan antara prestasi belajar dengan asal sekolah di sebuah universitas. Peneliti membagi asal sekolah menjadi dua: negeri dan swasta. Untuk asal sekolah swasta diberi kode 0, dan negeri diberi kode 1. Sedangkan prestasi belajar diperoleh dari tes yang diberikan oleh peneliti kepada sampel. Jumlah sampel yang diteliti sebanyak 10 orang dan diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 12.23. Skor Prestasi Belajar Berdasarkan Asal sekolah

No	X (Prestasi Belajar)	Y (Asal Sekolah)
1	45	0
2	70	1
3	85	1
4	90	1
5	55	0
6	70	1
7	75	1
8	80	1
9	30	0
10	40	0

Diperoleh hasil penghitungan dengan menggunakan langkah-langkah uji Korelasi Point Biserial sebagai berikut:

- Ditentukan uji hipotesis yaitu:
  H_0= Tidak ada korelasi antara Prestasi Belajar dengan Asal Sekolah
  H_1 = Ada korelasi antara Prestasi Belajar dengan Asal Sekolah
  Hipotesis statistik:

$$H_0: \rho_{pbi} \leq 0$$
$$H_1: \rho_{pbi} > 0$$

- Mencari skor p, q, X_p, X_q dengan menggunakan tabel bantu sebagaimana di bawah ini:

Tabel 12.24. Harga p, q, X_p, X_q

No	Prestasi Belajar (X)	X^2	Asal Sekolah (Y)
1.	45 (X_q)	2025	0
2.	70 (X_p)	4900	1
3.	85 (X_p)	7225	1
4.	90 (X_p)	8100	1

No	Prestasi Belajar (X)	X^2	Asal Sekolah (Y)
5	55 (X_q)	3025	0
6	70 (X_p)	4900	1
7	75 (X_p)	5625	1
8	80 (X_p)	6400	1
9	30 (X_q)	900	0
10	40 (X_q)	1600	0
$\sum$	640	44700	-
p	0,6		
q	0,4		
$\bar{X}_p$	78,33		
$\bar{X}_q$	42,5		

- Menghitung harga p dengan rumus: $p = \frac{\text{jumlah Y berkode 1}}{N} = \frac{6}{10} = 0{,}6$
- Menghitung harga q dengan rumus: $q = \frac{\text{jumlah Y berkode 0}}{N} = \frac{4}{10} = 0{,}4$
- Menghitung $\bar{X}_p$ yang diperoleh dari $\bar{X}_p = \frac{\sum X_p}{N_p} = \frac{470}{6} = 78{,}33$
- Menghitung $\bar{X}_q$ yang diperoleh dari $\bar{X}_q = \frac{\sum X_q}{N_q} = \frac{170}{4} = 42{,}50$
- Menghitung standar deviasi (S_x) dengan rumus:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left\{\frac{\sum X}{N}\right\}^2} = \sqrt{\frac{44700}{10} - \left\{\frac{640}{10}\right\}^2}$$

$$S_x = \sqrt{374} = 19{,}34$$

- Setelah diperoleh harga p = 0,6, q = 0,4, $\bar{X}_p$ = 78,33, $\bar{X}_q$ = 42,50, dan S_x= 19,34, maka diperoleh harga r_{pbi} dengan menggunakan rumus korelasi Point Biserial yaitu:

$$r_{pbi} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_x}\sqrt{p.q} = \frac{78{,}33 - 42{,}50}{19{,}34}\sqrt{0{,}6 \text{ x} 0{,}4}$$

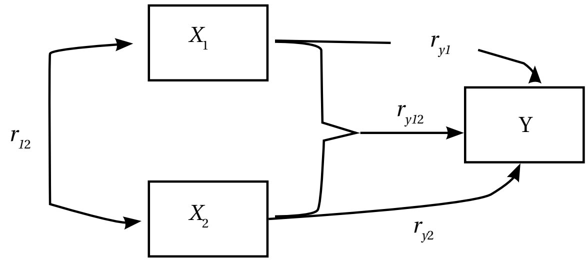
$$r_{pbi} = 1{,}85 \text{ x } 0{,}49 = 0{,}908$$

- Mencari db yaitu: N – nr = 10 – 2 = 8. Dengan df= 8 pada taraf 5% diperoleh harga r_{tabel} = 0,549.
- Kesimpulan. Diperoleh harga $r_{pbi} > r_{tabel}$ (0,908 > 0,549), atau dengan kata lain H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa ada hubungan antara asal sekolah dan prestasi belajar.

E. ANALISIS STATISTIKA KORELASI MULTIVARIAT (KORELASI GANDA)

Disebut sebagai korelasi multivariat atau ganda adalah apabila terdapat 3 variabel yang akan dianalisis. Supardi mengatakan korelasi ganda adalah korelasi antara dua atau lebih variabel bebas (*independent*) secara bersama-sama dengan satu variabel terikat (*dependent*). Sementara itu menurut Riduwan (2012) korelasi ganda adalah suatu nilai yang memberikan kuatnya pengaruh atau hubungan dua variabel atau lebih secara bersama-sama dengan variabel lain. Korelasi Ganda (*multiple correlation*).

Untuk memahami korelasi ganda dapat dilihat pada konstelasi jalur di bawah ini:



Gambar 12.2 Korelasi Multivariat

Dari konstelasi di atas terlihat bahwa secara sederhana terdapat empat hubungan antar variabel yakni:

1) Hubungan antara variabel X_1 dengan variabel Y dengan garis konstelasi r_{y1}.
2) Hubungan antara variabel X_2 dengan variabel Y dengan garis konstelasi r_{y2}.
3) Hubungan antara variabel X_1 dengan X_2 dengan garis konstelasi r_{12}.
4) Hubungan bersama antara variabel X_1 dan X_2 terhadap Y dengan garis konstelasi r_{y12} (Korelasi Ganda)

Hubungan di atas dapat pula dipahami bahwa korelasi ganda bukan penjumlahan antara X_1 dan X_2 saja, akan tetapi merupakan korelasi secara bersama-sama antara X_1 dan X_2 terhadap variabel Y sehingga rumus pada korelasi ganda dilambangkan dengan r_{y12}. Rumus secara lengkap korelasi ganda dua variabel bebas dan satu variabel terikat adalah:

$$r_{y12} = \sqrt{\frac{r_{y1}^2 + r_{y2}^2 - 2r_{y1}.r_{y2}.r_{12}}{1 - r_{12}^2}}$$

r_{y12} : koefisien korelasi ganda

r_{y1} : harga koefisien korelasi antara X_1 dengan Y

r_{y2} : harga koefisien korelasi antara X_2 dengan Y

r_{12} : harga koefisien korelasi antara X_1 dan X_2

Setelah diperoleh harga r_{y12}, pengujian hipotesis dengan menggunakan uji F dengan terlebih dahulu menentukan derajat kebebasan (dk). Dk pada uji F terdiri dari dk_1= dk pembilang, dan dk_2 = dk penyebut. Nilai koefisien korelasi yang telah dikonversi ke rumus uji F akan dibandingkan dengan F_{tabel}. Untuk rumus uji F dapat dilihat di bawah ini:

$$F_h = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1-R^2}{n-k-1}} \, di\, mana$$

F_h : koefisien F

R^2 : kuadrat dari koefisien korelasi ganda

k : jumlah variabel independent

n : banyaknya data

1 : bilangan konstan

Untuk melakukan uji hipotesis dengan menggunakan teknik korelasi multivariat, prosedurnya sebagai berikut:

1) Menentukan hipotesis penelitian.
2) Mencari harga $\sum X_1$, $\sum X_2$, $\sum X_1^2$, $\sum X_2^2$, $\sum Y$,$\sum Y^2$,$\sum X_1Y$, $\sum X_2Y$, dan $\sum X_1X_2$ dengan menggunakan tabel kerja.
3) Hubungan antara variabel X_1 dengan variabel Y, X_2 dengan variabel Y, hubungan antara variabel X_1 dan X_2, dan Hubungan bersama antara variabel X_1 dan X_2 terhadap Y.
4) Mencari dk masing-masing garis konstelasi penelitian.
   a. Untuk r_{y1}, r_{y2}, r_{12} dengan rumus dk = n – 2.
   b. Untuk r_{y12}, dk pembilang = k (banyaknya variabel bebas), dan penyebut = n – k – 1 (di mana n banyaknya sampel).
5) Menarik kesimpulan dengan menolak atau menerima H_0.

Contoh 12.13

Diperoleh data hasil penelitian tentang hubungan antara Kemampuan Intelektual dan Kemampuan Emosional terhadap Konsep Diri. Dari 20 mahasiswa yang dijadikan sampel diperoleh data sebagai berikut:

Skor Kemampuan Intelektual

65	80	60	42	65	58	65	55	47	45
75	70	92	78	35	20	85	30	62	63

Skor Kemampuan Emosional

36	41	30	20	46	37	45	35	33	30
45	40	42	47	30	35	50	30	40	40

Skor Konsep Diri

30	50	45	25	42	35	40	42	30	20
50	36	47	44	37	27	46	32	41	35

Dengan menggunakan data di atas, maka prosedur pengujian hipotesis teknik analisis korelasi multivariat adalah:

1) Menentukan hipotesis penelitian. Berdasarkan judul penelitian, maka terdapat empat hipotesis penelitian yaitu:

   a. Hubungan antara variabel X_1 dengan variabel Y

   H_0 = Tidak terdapat korelasi antara Kemampuan Intelektual dengan Konsep Diri

   H_1 = Terdapat korelasi antara Kemampuan Intelektual dengan Konsep Diri

   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho_{y1} = 0$$
$$H_1 : \rho_{y1} \neq 0$$

   b. Hubungan antara variabel X_2 dengan variabel Y

   H_0 = Tidak terdapat korelasi antara Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri

   H_1 = Terdapat korelasi antara Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri

   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho_{y2} = 0$$
$$H_1 : \rho_{y2} \neq 0$$

   c. Hubungan antara variabel X_1 dan X_2

   H_0 = Tidak terdapat korelasi antara Kemampuan Intelektual dengan Kemampuan Emosional

   H_1 = Terdapat korelasi antara Kemampuan Intelektual dengan Kemampuan Emosional

   Hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho_{y12} = 0$$
$$H_1 : \rho_{y12} \neq 0$$

   d. Hubungan bersama antara variabel X_1 dan X_2 terhadap Y

   H_0 = Tidak terdapat korelasi antara Kemampuan Intelektual dan Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri

   H_1 = Terdapat korelasi antara Kemampuan Emosional dan Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \rho_{y12} = 0$$
$$H_1 : \rho_{y12} \neq 0$$

2) Selanjutnya dari data skor di atas, dicari $\sum X_1$, $\sum X_2$, $\sum X_1^2$, $\sum X_2^2$, $\sum Y$, $\sum Y^2$, $\sum X_1 Y$, $\sum X_2 Y$, dan $\sum X_1 X_2$ dengan menggunakan tabel kerja sebagai berikut:

No	X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
1	65	36	30	4225	1296	900	1950	1080	2340
2	80	41	50	6400	1681	2500	4000	2050	3280
3	60	30	45	3600	900	2025	2700	1350	1800
4	42	20	25	1764	400	625	1050	500	840
5	65	46	42	4225	2116	1764	2730	1932	2990
6	58	37	35	3364	1369	1225	2030	1295	2146
7	65	45	40	4225	2025	1600	2600	1800	2925
8	55	35	42	3025	1225	1764	2310	1470	1925
9	47	33	30	2209	1089	900	1410	990	1551
10	45	30	20	2025	900	400	900	600	1350
11	75	45	50	5625	2025	2500	3750	2250	3375
12	70	40	36	4900	1600	1296	2520	1440	2800
13	92	42	47	8464	1764	2209	4324	1974	3864
14	78	47	44	6084	2209	1936	3432	2068	3666
15	35	30	37	1225	900	1369	1295	1110	1050
16	20	35	27	400	1225	729	540	945	700
17	85	50	46	7225	2500	2116	3910	2300	4250
18	30	30	32	900	900	1024	960	960	900
19	62	40	41	3844	1600	1681	2542	1640	2480
20	63	40	35	3969	1600	1225	2205	1400	2520
Σ	1192	752	754	77698	29324	29788	47158	29154	46752

3) Hubungan antara variabel X_1 dengan variabel Y, X_2 dengan variabel Y, hubungan antara variabel X_1 dan X_2, dan hubungan bersama antara variabel X_1 dan X_2 terhadap Y.

a. Hubungan antara variabel X_1 dengan variabel Y dengan garis konstelasi r_{y1}, yaitu:

$$r_{y1} = \frac{n.\sum X_1Y - \sum X_1.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\sum X_1^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n.\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{y1} = \frac{20.47158 - 1192.754}{\sqrt{\left[20.77698 - (1192)^2\right]\left[20.29788 - (754)^2\right]}}$$

$$r_{y1} = \frac{44392}{\sqrt{3626067424}} = \frac{44392}{60216,837} = 0,737$$

Koefisien Determinasi

$$KD = r_{y1}{}^2 = (r_y 1^2)^2 \times 100\%$$

$$r_{y1}^2 = (0,737)^2 \times 100\ \%$$

$$r_{y1}^2 = 0,54 \times 100\ \%$$

$$r_{y1}^2 = 54\ \%$$

Dengan menggunakan hasil penghitungan di atas r_{y1} = 0,737, diperoleh Koefisien Determinasi atau $r_{y1}{}^2$ sebesar 54%. Artinya, kontribusi Kemampuan Intelektual terhadap Konsep Diri hanya sebesar 54%, sedangkan 46% varian Konsep Diri ditentukan oleh faktor atau variabel lain.

b. Hubungan antara variabel X_2 dengan variabel Y dengan garis konstelasi r_{y2}:

$$r_{y2} = \frac{n.\sum X_1Y - \sum X_1.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\sum X_1^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n.\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{y2} = \frac{20.29154 - 752.754}{\sqrt{\left[20.29324 - (752)^2\right]\left[20.29788 - (754)^2\right]}}$$

$$r_{y2} = \frac{16072}{\sqrt{571470144}} = \frac{16072}{23905,442} = 0,672$$

Koefisien Determinasi

$$KD = r_{y2}^2 = \left(r_{y1}^2\right)^2 \times 100\%$$

$$r_{y2}^2 = (0,672)^2 \times 100\%$$

$$r_{y2}^2 = 0,45 \times 100\%$$

$$r_{y2}^2 = 45\%$$

Dengan menggunakan hasil penghitungan di atas r_{y2}=0,672, diperoleh Koefisien Determinasi atau $r_{y2}{}^2$sebesar 45%. Artinya, kontribusi Kemampuan Emosional terhadap Konsep Diri hanya sebesar 45%, sedangkan 55% varian Konsep Diri ditentukan oleh faktor atau variabel lain.

c. Hubungan antara variabel X_1 dan X_2 dengan garis konstelasi $r_{12.}$

Untuk mengukur tingkat korelasi antara variabel X_1 dan X_2, juga menggunakan rumus korelasi Product Moment, yaitu:

$$r_{12} = \frac{n.\sum X_1X_2 - \sum X_1.\sum X_2}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_1^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n.\ \sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{20.46752 - 1192.752}{\sqrt{\left[20.77698 - (1192)^2\right]\left[20.29324 - (752)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{38656}{\sqrt{2791821696}} = \frac{38656}{52837{,}692} = 0{,}732$$

d. Hubungan bersama antara variabel X_1 dan X_2 terhadap Y dengan garis konstelasi r_{y12}(Korelasi Ganda)

Koefisien Korelasi Ganda Y atas X_1 dan X_2adalah:

$$r_{y12} = \sqrt{\frac{r_{y1}^2 + r_{y2}^2 - 2r_{y1}.r_{y2}.r_{12}}{1 - r_{12}^2}}$$

$$r_{y12} = \sqrt{\frac{(0{,}737)^2 + (0{,}672)^2 - 2(0{,}737).(0{,}672).(0{,}732)}{1 - (0{,}732)^2}}$$

$$r_{y12} = \sqrt{\frac{0{,}995 - 0{,}725}{0{,}464}} = 0{,}762$$

Setelah diperoleh harga r_{y12} = 0,763, maka langkah selanjutnya adalah uji signifikansi koefisien korelasi ganda Y atas X_1 dan X_2, dengan menggunakan rumus:

$$F_h = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{1 - R^2}{n - k - 1}} = \frac{\frac{0{,}762^2}{2}}{\frac{1 - 0{,}762^2}{20 - 2 - 1}}$$

$$F_h = \frac{0{,}291}{\frac{1 - 0{,}581}{20 - 2 - 1}} = \frac{0{,}291}{0{,}025}$$

$$F_h = 11{,}64$$

4) Mencari dk masing-masing garis konstelasi penelitian:

a. Untuk r_{y1}, r_{y2}, r_{12} adalah: dk = 20 – 2 = 18. Harga r_{tab} = 0,468.

b. Untuk r_{y12}, dk pembilang = 2, dan penyebut = 20 – 2 – 1 = 17. Harga F_{tab} = 11,64

5) Berdasarkan hipotesis yang diajukan sebelumnya, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Dari penghitungan diperoleh r_{y1} = 0,737. Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan dk = 20 – 2 = 18, diperoleh nilai r Product Moment = 0,468. Karena r_{y1} lebih besar dari r_{tabel} (0,737 > 0,468), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Kemampuan Intelektual (X_1) dengan Konsep Diri (Y). Jika nilai r_{y1} = 0,737 dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa hubungan antara Kemampuan Intelektual dengan Konsep Diri memiliki hubungan yang kuat.

b. Dari penghitungan diperoleh r_{y2} = 0,672. Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan dk= 20 – 2 = 18, diperoleh nilai r *Product Moment* = 0,468. Karena r_{y2} lebih besar dari r_{tabel} (0,672 > 0,468), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Kemampuan Intelektual (X_1) dengan Konsep Diri (Y). Jika nilai r_{y2} = 0,672 dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa hubungan antara Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri memiliki hubungan yang kuat.

c. Dari penghitungan diperoleh r_{12} = 0,732. Untuk tabel korelasi pada α = 0,05 dan dk= 20 – 2 = 18, diperoleh nilai r *Product Moment* = 0,468. Karena r_{12} lebih besar dari r_{tabel} (0,732 > 0,468), maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara Kemampuan Intelektual (X_1) dengan Konsep Diri (Y). Jika nilai r_{12} = 0,732 dikonsultasikan pula dengan kriteria korelasi, dapat pula disimpulkan bahwa hubungan antara Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri memiliki hubungan yang kuat.

d. Dari penghitungan diperoleh harga F_{hit} =11,64. Karena harga $F_h > F_{tab}$ atau 11,64 > 3,59 dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi secara bersama-sama antara Kemampuan Intelektual dan Kemampuan Emosional dengan Konsep Diri.

F. LATIHAN:

1. Jelaskan pengertian korelasional dan apa perbedaannya dengan penelitian komparatif (perbandingan).
2. Jelaskan tingkat hubungan dalam penelitian korelasional berdasarkan arah panah korelasional.
3. Sebuah judul penelitian korelasional "*Hubungan antara Gender dan Kemampuan Akademik*". Berdasarkan hubungan ini, coba Anda jelaskan.
   a. Desain penelitian dan interpretasinya.
   b. Jika diperoleh hasil penelitian r_{xy} = 0,75, apa kesimpulan yang diperoleh.
   c. Jika diperoleh hasil penelitian r_{xy} = – 0,41, apa kesimpulannya.
4. Seorang peneliti mengadakan penelitian tentang hubungan antara kualitas layanan akademik dan kenyamanan tempat kerja. Dari 20 sampel yang diambil, diperoleh data sebagai berikut:

No	X	Y
1	70	75
2	74	73
3	83	88
4	90	90
5	65	73
6	75	70
7	60	45

No	X	Y
8	45	65
9	75	77
10	80	85
11	35	70
12	45	53
13	76	80
14	83	85
15	91	93
16	40	35
17	52	60
18	76	81
19	82	80
20	65	79

Berdasarkan data di atas, ujilah dengan menggunakan korelasi Product Moment tanpa skor z, yaitu:

a. Buatlah rumusan uji hipotesis dan statistiknya.

b. Buatlah kesimpulan penelitiannya.

c. Transformasilah nilai r_{xy} ke nilai t dan buat pula kesimpulan penelitiannya.

5. Dengan contoh soal di atas, uji pula tingkat korelasi antar dua variabel dengan menggunakan rumus korelasi Product Moment berdasarkan deviasi standar.
6. Data berikut diasumsikan data yang tidak berdistribusi normal dan homogen. Judul penelitiannya adalah "*Korelasi antara Kemampuan Menulis dan Kualitas Karya Ilmiah*". Dengan menggunakan uji korelasi Spearman, buatlah kesimpulan penelitiannya. Data hasil penelitian sebagai berikut:

X	Y
63	60
56	55
62	70
57	50
71	80
50	53
63	70
81	85
85	90
85	92
50	51
84	80
85	83

7. Berdasarkan data di atas, ujilah hipotesis penelitian dengan menggunakan statistik Kendall Tau.
8. Diperoleh data penelitian berjudul "*Korelasi antara Jenis Kelamin dengan Keberhasilan Belajar*" sebagai berikut:

Jenis Kelamin	Keberhasilan Belajar			Jumlah
	Tinggi	Sedang	Rendah	
Laki-Laki	20	22	23	
Perempuan	23	18	20	
Σ				

Buatlah uji hipotesis penelitian dan tariklah kesimpulannya.

9. Seorang peneliti membuat judul penelitian "*Hubungan antara Waktu Belajar dengan Prestasi Akademik Siswa*" dengan data sebagai berikut:

X	Y
65	Siang
57	Malam
62	Siang
57	Siang
81	Malam
85	Siang
85	Malam
80	Siang
75	Malam
70	Malam
70	Siang
55	Malam

Buatlah kesimpulan penelitian berdasarkan data di atas.

10. Diperoleh hasil penelitian dengan judul "*Korelasi antara Kelas Pagi dan Sore terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa*". Kelas pagi diberi kode 0, kelas sore diberi kode 1. Prestasi Akademik yang baik diberi kode 1, dan kurang baik diberi kode 0. Data hasil penelitian sebagai berikut:

No	Waktu Belajar (X)	Prestasi Akademik (Y)
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	1
5	1	1
6	0	0

No	Waktu Belajar (X)	Prestasi Akademik (Y)
7	1	1
8	1	1
9	0	0
10	1	1
11	0	1
12	1	0

Buatlah hipotesis penelitian dan kesimpulannya.

11. Diperoleh data hasil penelitian berjudul "*Hubungan antara Kualitas Layanan Akademik, Kenyamanan Tempat Kerja terhadap Tingkat Kepuasan Layanan*", sebagai berikut:

No	X_1	X_2	Y
1	70	75	73
2	74	73	80
3	83	88	93
4	90	90	91
5	65	73	60
6	75	70	73
7	60	45	50
8	45	65	45
9	75	77	80
10	80	85	82
11	35	70	55
12	45	53	76
13	76	80	85
14	83	85	83
15	91	93	93
16	40	35	40
17	52	60	55
18	76	81	84
19	82	80	80
20	65	79	81

Berdasarkan data di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistiknya.
b. Uji Korelasi variabel Y terhadap X_1 beserta kesimpulannya.
c. Uji Korelasi variabel Y terhadap X_2 beserta kesimpulannya.
d. Uji Korelasi variabel X_1 dan X_2 beserta kesimpulannya!
e. Hitung pula koefisien determinasinya.

BAB

13

ANALISIS REGRESI

A. KONSEP DASAR ANALISIS REGRESI

Analisis regresi sebagai bagian dari alat uji statistik, diperkenalkan pertama kali oleh Francis Galton. Dalam sebuah makalah yang terkenal, Galton menemukan fakta bahwa meskipun ada kecenderungan bagi orangtua yang tinggi untuk memiliki anak tinggi dan bagi orangtua pendek untuk memiliki anak pendek, tinggi rata-rata anak yang lahir dari orangtua dari ketinggian tertentu cenderung bergerak menuju ketinggian rata-rata tinggi populasi secara keseluruhan. Dengan kata lain, tinggi anak dari orangtua yang luar biasa tinggi atau sangat pendek bergerak menuju ketinggian rata-rata penduduk. Hukum regresi universal Dalton diperkuat hasil temuan penelitian lainnya dari Karl Pearson. Ahli statistik ini mengumpulkan lebih dari seribu catatan ketinggian dari anggota kelompok keluarga. Ia menemukan bahwa tinggi rata-rata anak-anak dari kelompok bapak tinggi kurang dari ayah mereka tinggi dan tinggi rata-rata anak-anak dari kelompok bapak pendek lebih besar dari ayah mereka tinggi, sehingga "regresi" anak tinggi dan pendek sama menuju ketinggian rata-rata semua orang (Gujarati, 2004).

Secara sederhana, analisis regresi merupakan analisis yang berusaha untuk meramalkan dan memperkirakan secara matematis apa yang akan terjadi pada masa depan berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian. Tujuannya adalah untuk meminimalisir tingkat kesalahan dalam pengambilan keputusan. Istilah meramal dalam analisis regresi disebut sebagai estimasi atau menduga. Hal ini diungkapkan oleh Ashenfenter dan Levine (2006) yaitu analisis regresi merupakan alat statistik untuk mengestimasi (menduga) hubungan antar variabel. Demikian pula Keller

(2012) mengatakan bahwa analisis regresi digunakan untuk memprediksi nilai satu variabel dengan variabel lainnya. Pengertian secara lengkap disebutkan oleh Gujarati bahwa analisis regresi merupakan alat statistik yang digunakan untuk menerangkan ketergantungan variabel tak bebas (Y) dengan satu atau lebih variabel bebas (X), dengan tujuan untuk memperkirakan atau meramalkan nilai rata-rata dari variabel tak bebas apabila nilai variabel yang menerangkan sudah diketahui. Ini berarti dalam analisis regresi adalah meramal rata-rata variabel Y melalui variabel X.

Sebagai ilustrasi, seorang kepala sekolah di SMA bertanggung jawab terhadap perkembangan sekolahnya ingin memprediksi jumlah siswa yang akan mendaftar di sekolahnya. Untuk melakukan ramalan berapa jumlah lulusan siswa SMP yang mendaftar, kepala sekolah beserta para stafnya mengumpulkan informasi yang berkemungkinan memengaruhi jumlah siswa yang akan mendaftar di sekolah tersebut di antaranya:

- Uang pendaftaran dan bulanan sekolah;
- Jumlah siswa yang menamatkan SMP;
- Perbandingan uang masuk dan bulanan dari sekolah lainnya;
- *Brand image* sekolah di masyarakat;
- Efektivitas iklan sekolah di masyarakat; dan
- Jumlah siswa yang mendaftar dari tahun-tahun sebelumnya.

Dari ilustrasi ini disebutkan bahwa fungsi dan tujuan utama dalam menggunakan analisis regresi adalah untuk memprediksi atau meramal. Pada konteks contoh di atas, dengan menggunakan analisis regresi, seorang kepala sekolah dapat memprediksi jumlah siswa yang akan masuk dan mendaftar di sekolahnya dengan mempertimbangkan variabel-variabel sebagaimana yang telah disebutkan di atas di antaranya uang masuk dan bulanan, jumlah anak yang menamatkan sekolah SMP atau jumlah siswa yang mendaftar dari tahun-tahun sebelumnya.

Bentuk peramalan atau prediksi dalam analisis regresi, ditulis dalam persamaan regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Di mana:

a : konstanta, (nilai Y apabila X=0)

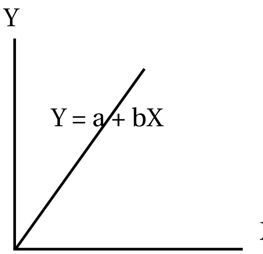
b : koefisien regresi: apabila ada kenaikan memiliki tanda + (plus) atau penurunan yang memiliki tanda - (minus) terhadap nilai Y apabila X berubah 1 unit

Y : variabel tak bebas

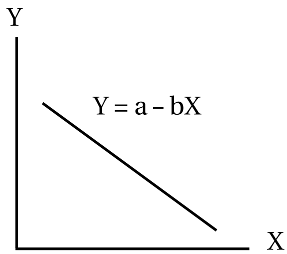
X : variabel bebas

Untuk menggambarkan koefisien regresi bertanda plus dan minus dapat dilihat pada gambar berikut:

b : positif



b : negatif



Adapun untuk mencari persamaan a dan b rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{(N.\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

Sebagai alat analisis, ada beberapa persyaratan sebelum menggunakan analisis regresi. Beberapa persyaratan tersebut adalah (Kadir, 2014):

1) Terdapat logika konseptual yang menghubungkan antara variabel bebas (*predictor*) dan variabel tak bebas (*criterion*). Artinya, hubungan *predictor* dan *criterion* mempunyai dasar rasional yang kuat atau didukung oleh teori yang kuat.
2) Pada umumnya, *predictor* mendahului *criterion*. Artinya, dalam urutan waktu, *predictor* terjadi lebih dahulu kemudian *criterion*. Sebagai contoh, pemberian renumerasi kejadiannya mendahului pengukuran kinerja pegawai sehingga dapat dipelajari bahwa kinerja pegawai sebagai pengaruh dari pemberian renumerasi.
3) Terdapat pengaruh (*direct effect*) yaitu dari *predictor* ke *criterion* atau dalam representasi simbol ditulis sebagai anak panah berkepala satu. Misalkan *predictor* = X dan *criterion* = Y, maka arah pengaruh ditulis X $\rightarrow$ Y atau pengaruh X terhadap Y, bukan sebaliknya. Hal ini berbeda dengan analisis korelasi di mana hubungan X dan Y atau sebaliknya Y dan X bermakna sama, jadi X berkorelasi dengan Y memiliki makna yang sama yakni Y berkorelasi dengan X.
4) Terdapat kontrol secara statistik sehingga pengaruh *predictor* lain dalam model terhadap *criterion* di luar *predictor* yang dipelajari dapat dikontrol pengaruhnya. Misalnya dalam analisis regresi ganda Y atau X_1 dan X_2, maka pengaruh X_1 terhadap Y adalah korelasi unik X_1 terhadap Y dengan mengontrol korelasi X_2. Begitu pula pengaruh X_2 terhadap Y adalah korelasi unik X_2 terhadap Y setelah mengontrol korelasi X_1.

Dalam analisis regresi, terdapat dua model desain penelitian, yaitu: (1) satu variabel tak bebas (Y) dan satu variabel bebas. Model ini disebut sebagai analisis regresi sederhana; dan (2) satu variabel tak bebas dan lebih dari satu variabel bebas. Model ini disebut sebagai *multiple* regresi atau regresi ganda.

B. ANALISIS REGRESI SEDERHANA

Pada analisis regresi sederhana terdapat satu variabel dependen (Y) dan satu variabel independen (X). Untuk uji analisis regresi sederhana langkah penghitungannya sebagai berikut:

- Menentukan uji hipotesis penelitian.
- Mencari harga $\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$, $\sum Y^2$, dan $\sum XY$.
- Mencari persamaan regresi sederhana Y terhadap X.
- Menguji linieritas dan tingkat signifikansi sederhana Y terhadap X.
- Menguji signifikansi koefisien persamaan regresi.
- Mencari koefisien korelasi X dan Y.

Contoh 13.1

Diperoleh data hasil penelitian dengan judul "*Pengaruh Minat Belajar dan Keinginan Berprestasi*" dari 30 sampel penelitian, yaitu:

Tabel 13.1 Skor Minat Belajar dan Keinginan Berprestasi

No	Minat Belajar	Keinginan Berprestasi
1	80	87
2	97	86
3	107	100
4	106	85
5	103	97
6	100	83
7	98	88
8	101	88
9	113	103
10	110	99
11	97	94
12	100	95
13	101	97
14	96	99
15	97	91
16	94	92
17	94	89
18	91	87
19	91	99
20	103	95
21	107	96

22	95	92
23	96	94
24	96	96
25	98	94
26	93	97
27	99	99
28	99	90
29	106	95
30	105	100

Berdasarkan data di atas, dapat dihitung pengaruh variabel X dan Y dengan menggunakan analisis regresi sebagai berikut:

a) Menentukan uji hipotesis penelitian

H_0 = Minat Belajar Berpengaruh terhadap Keinginan Berprestasi

H_1 = Minat Belajar Tidak Berpengaruh terhadap Keinginan Berprestasi

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \beta = 0$$
$$H_1 : \beta \neq 0$$

b) Mencari harga $\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$, $\sum Y^2$, dan $\sum XY$ dengan menggunakan tabel bantu sebagai berikut:

Tabel 13.2 Harga $\sum X$, $\sum Y$, $\sum X^2$, $\sum Y^2$, dan $\sum XY$

X	Y	X^2	Y^2	XY
80	87	6400	7569	6960
97	86	9409	7396	8342
107	100	11449	10000	10700
106	85	11236	7225	9010
103	97	10609	9409	9991
100	83	10000	6889	8300
98	88	9604	7744	8624
101	88	10201	7744	8888
113	103	12769	10609	11639
110	99	12100	9801	10890
97	94	9409	8836	9118
100	95	10000	9025	9500
101	97	10201	9409	9797
96	99	9216	9801	9504
97	91	9409	8281	8827

X	*Y*	*X²*	*Y²*	*XY*
94	92	8836	8464	8648
94	89	8836	7921	8366
91	87	8281	7569	7917
91	99	8281	9801	9009
103	95	10609	9025	9785
107	96	11449	9216	10272
95	92	9025	8464	8740
96	94	9216	8836	9024
96	96	9216	9216	9216
98	94	9604	8836	9212
93	97	8649	9409	9021
99	99	9801	9801	9801
99	90	9801	8100	8910
106	95	11236	9025	10070
105	100	11025	10000	10500
2973	2807	295877	263421	278581

Dari data di atas diperoleh hasil penghitungan sebagai berikut:

$\sum X = 2973$ $\qquad \sum Y^2 = 263421$

$\sum X^2 = 295877$ $\qquad \sum XY = 278581$

$\sum Y = 2807$ $\qquad \overline{Y} = 93{,}57$

$\overline{X} = 99{,}10$

c) Mencari persamaan regresi sederhana Y terhadap X dengan cara menghitung koefisien a dan b yaitu:

1) Harga koefisien a yakni:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$a = \frac{(2807)(295877) - (2973)(278581)}{(30)(295877) - (2973)^2} = 61{,}35$$

2) Harga koefisien b yaitu:

$$b = \frac{(\mathrm{N}.\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(N.\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{(30)(278581) - (2973)(2807)}{(30)(295877) - (2973)^2} = 0{,}33$$

Berdasarkan penghitungan koefisien a dan b diperoleh persamaan regresinya sebagai berikut:

$$Y = 61{,}35 + 0{,}33X$$

d) Uji linieritas dan signifikansi regresi Y terhadap X yaitu:

1) Menentukan nilai Kuadrat Total yaitu:

JK (T) = ΣY^2 = 263421

2) Menentukan nilai Regresi JK (a) yaitu:

$$JK(a)=\frac{(\Sigma Y)^2}{N}=\frac{(2807)^2}{30}=262641{,}63$$

3) Menentukan nilai kuadrat regresi JK (b/a) yaitu:

$$JK\left(b/a\right)=b\left(\Sigma XY-\frac{(\Sigma X)(\Sigma Y)}{N}\right)$$

$$JK\left(b/a\right)=0{,}33\left(278581-\frac{(2973)(2807)}{30}\right)=134{,}409$$

4) Menentukan harga kuadrat sisa JK (S):

$$JK(S)=JK(Tot)-JK(a)-JK\left(b/a\right)$$

$$JK(S)=263421-262641{,}63-134{,}409=644961$$

5) Menghitung jumlah Kuadrat Kekeliruan:

$$JK(G)=\Sigma Y^2-\frac{(\Sigma Y)^2}{N}$$

Perhitungan JK (galat) selanjutnya dihitung dengan menggunakan tabel dengan cara mengurutkan data pada variabel X dan kemudian menghitung variabel dengan skor yang sama saja. Hasil penghitungan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 13.3 Harga JK (G)

X	*k*	*Y*	*Y²*	∑*Y*	∑*Y²*	∑*(Y²)*	*JK(G)*
80	1	87	7569	-	-	-	-
91	2	86	7396	186	34596	17396	98
91		100	10000				
93	3	85	7225	-	-	-	-
94	4	97	9409	180	32400	16298	98
94		83	6889				
95	5	88	7744	-	-	-	-
96	6	88	7744	290	84100	28154	120,67
96		103	10609				
96		99	9801				
97	7	94	8836	286	81796	27270	4,67
97		95	9025				

X	***k***	***Y***	Y^2	$\sum Y$	$\sum Y^2$	$\sum(Y^2)$	***JK(G)***
97		97	9409				
98	8	99	9801	190	36100	18082	32
98		91	8281				
99	9	92	8464	181	32761	16385	4,5
99		89	7921				
100	10	87	7569	186	34596	17370	72
100		99	9801				
101	11	95	9025	191	36481	18241	0,5
101		96	9216				
103	12	92	8464	186	34596	17300	2
103		94	8836				
105	13	96	9216	-	-	-	-
106	14	94	8836	191	36481	18245	4,5
106		97	9409				
107	15	99	9801	189	35721	17901	40,5
107		90	8100				
110	16	95	9025	-	-	-	-
113	17	100	10000	-	-	-	-
							477,333

Dari penghitungan di atas diperoleh jumlah JK (G) = 477,333

6) Menghitung nilai Kuadrat Tuna Cocok JK (TC)

$JK(TC) = JK(G) = 644{,}961 - 477{,}333 = 477{,}628$

7) Menghitung nilai varian regresi (RJK b/a) = JK (b/a)/1 = 134,409

8) Menghitung varian residu ($S^2 reg$) = RJK (S) yaitu:

$$RJK(S) = \frac{JK(S)}{N-2} = \frac{644{,}961}{30-2} = 23{,}03$$

9) Menghitung varian tuna cocok ($S^2 tc$) = RJK (TC) yaitu:

$$RJK(TC) = \frac{JK(TC)}{N-K} = \frac{167{,}682}{30-17} = 12{,}89$$

10) Menghitung varian kekeliruan ($S^2 G$) = RJK (G) yakni:

$$RJK(G) = \frac{JK(\text{G})}{K-2} = \frac{477{,}333}{17-2} = 31{,}82$$

11) Menentukan nilai derajat kebebasan (dk) masing-masing sumber varian:

a) dk total = N = 30

b) dk reg (a) = 1

c) dk reg (b/a) = 1

d) dk sisa = N – 2 = 30 – 2 = 28

e) dk tuna cocok = N – K = 30 – 17 = 13

f) dk kekeliruan = K – 2 = 17 – 2 = 15

12) Menghitung Kelinieran Persamaan Regresi Y terhadap X dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta = \alpha + \beta X$$
$$H_1 : \beta \neq \alpha + \beta X$$

Penghitungan nilai F_o dihitung sebagai berikut:

$$F_o = \frac{RJK(\text{TC})}{RJK(\text{G})} = \frac{12,89}{31-82} = 0,41$$

Menentukan F_{tab} di mana dk pembilang= N – K = 30 – 17 = 13 dan dk penyebut= k – 2 = 17 – 2 = 15 sehingga $F_{tab : 0,05: 13 :15}$ = 2,45. dari penentuan harga diperoleh $F_o < F_{tab}$ (0,41 < 2,45) sehingga H_0 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi Y terhadap X berbentuk garis linear.

13) Uji Signifikansi Regresi Y terhadap X dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta = 0$$
$$H_1 : \beta \neq 0$$

Penghitungan nilai F_o dihitung sebagai berikut:

$$F_o\left({}^{b}\!/_{a}\right) = \frac{RJK\left({}^{b}\!/_{a}\right)}{RJK(\text{s})} = \frac{134,409}{23,03} = 5,836$$

14) Membuat ringkasan dengan menggunakan tabel Anova Regresi.

Tabel 13.4 Tabel Penolong Anava

Varian	JK	Dk	RJK	F_{hit}	F_{tab}
Total	263421	30	-	5,836	2,45
Regresi (a)	262641,63	1	262641,63		
Regresi (a/b)	134,409	1	134,409		
Sisa	644,961	28	23,03		
Galat	477,333	15	31,82		
Tuna Cocok	167,628	13	12,89		

15) Menentukan F_{tab} di mana di mana dk pembilang= dk reg (b/a) = 1 dan dk penyebut= dk sisa = N – 2 = 30 – 2 = 28 sehingga $F_{tab : 0,05 : 1:28}$ = 4,20. Dari penentuan harga diperoleh $F_o > F_{tab}$ (5,836 > 4,20) sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Minat Belajar Berpengaruh Terhadap Keinginan Berprestasi dan pengaruhnya bersifat linear.

e) Uji signifikansi koefisien persamaan regresi yaitu:

1) Menghitung standar error:

S_t^2= RJK (S) = 23,03

2) Menghitung dugaan untuk koefisien α dan β:

$$s_i^2 = \frac{\Sigma X^2}{n\Sigma x^2}(s_e^2) = \frac{295877}{(30)(1252,70)}(23,03) = 181,32$$

Maka: $s_i = \sqrt{181,32} = 13,47$

$$s_j^2 = \frac{s_e^2}{\Sigma x^2} = \frac{23,03}{1252,70} = 0,018$$

Maka: $s_j = \sqrt{0,018} = 0,136$

Cat: Untuk mencari harga Σx^2 yaitu:

$$\Sigma x^2 = \Sigma X^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 295877 - \frac{(2973)^2}{30} = 1252,70$$

3) Mencari statistik dengan uji t yakni:

a) Menentukan hipotesis penelitian.

H_0 = Minat Belajar Berpengaruh terhadap Keinginan Berprestasi

H_1 = Minat Belajar Tidak Berpengaruh terhadap Keinginan Berprestasi

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \beta = 0$$
$$H_1 : \beta \neq 0$$

b) Mencari signifikansi dari koefisien i dan j dengan menggunakan uji t pada persamaan regresi $Y = 61,35 + 0,33X$ yaitu:

$$t_a = \frac{a}{s_i} = \frac{61,33}{13,47} = 4,55$$

$$t_b = \frac{b}{s_i} = \frac{0,33}{0,136} = 2,42$$

Menentukan t_{tab} di mana dk sisa = N – 2 = 30 – 2 = 28 sehingga $t_{tab: 0,05 : 28}$ =2,048. Untuk $t_a > t_{tab}$ (4,55 > 2,048) sehingga H_0 ditolak yang berarti konstanta regresi signifikan. Untuk $t_b > t_{tab}$ (2,43 > 2,048) atau H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Minat Belajar Berpengaruh terhadap Keinginan Berprestasi dan pengaruhnya bersifat linear.

f) Menguji koefisien korelasi variabel X dan Y.

1) Uji koefisien korelasi X dan Y:

$$r_{xy} = \frac{n.\Sigma XY - \Sigma X.\Sigma Y}{\sqrt{\left[n.\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\right]\left[n.\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{30.278581 - 2973.2807}{\sqrt{\left[30.295877 - (2973)^2\right]\left[30.263421 - (2807)^2\right]}}$$

$$r_{xy} = \frac{12219}{29642,55} = 0,41$$

Pengujian hipotesis korelasi dilakukan dengan menggunakan tabel distribusi t, dengan cara mentransformasi nilai r ke t dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$t = \frac{0,412\sqrt{30-2}}{\sqrt{1-(0,412)^2}} = 2,40$$

Menentukan t_{tab} di mana dk sisa = N – 2 = 30 – 2 = 28 sehingga $t_{tab:0,05:28}$ = 2,048. Untuk $t_{hit} > t_{tab}$(2,40 > 2,048) sehingga H_0 ditolak yang berarti bahwa korelasi variabel X terhadap Y adalah signifikan. Ini berarti, makin tinggi minat belajar siswa maka akan semakin tinggi pula keinginan berprestasi siswa.

2) Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi merupakan koefisien yang menunjukkan seberapa besar variasi yang ditimbulkan oleh variabel Y. Untuk menghitung koefisien determinasi adalah dengan cara mengkuadratkan koefisien korelasi dan kemudian dikali 100%. Berdasarkan data di atas, dapat dicari koefisien determinasinya yaitu: $r_{xy}^2 \times 100\ \% = (0,41)^2 \times 100\ \% = 16,81\ \%$. Koefisien ini memberikan informasi bahwa 16,81% variasi keinginan berprestasi siswa dapat dijelaskan oleh variabel minat belajar. Dengan kata lain, dengan mengontrol *predictor* lain yang berkorelasi dengan variabel keinginan berprestasi, dapat disimpulkan bahwa variabel pengaruh minat belajar terhadap keinginan berprestasi sebesar 16,81%.

C. ANALISIS REGRESI GANDA

Apabila dalam analisis regresi sederhana hanya terdapat satu variabel bebas (X) yang dihubungkan dengan variabel tak bebas (Y), maka dalam analisis regresi ganda memiliki beberapa variabel bebas jumlah variabel tersebut adalah: X_1, X_2,X_3........... X_n. Sedangkan persamaan regresi untuk regresi berganda adalah:

$\widehat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 \longrightarrow$ regresi ganda dua prediktor

$\widehat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \longrightarrow$ regresi ganda tiga prediktor

$\widehat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots \dots + b_nX_n \longrightarrow$ regresi ganda n prediktor

Contoh 13.2

Diperoleh data penelitian "*Pengaruh Kompetensi Pedagogik dan Profesional terhadap Kemampuan Guru Mengajar*" dari 20 sampel penelitian, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 13.5. Skor Kompetensi Pedagogik, Kompetensi Profesional dan Kemampuan Mengajar

No	Kompetensi Pedagogik	Kompetensi Profesional	Kemampuan Mengajar
1	87	73	71
2	64	58	50
3	85	71	63
4	50	53	58
5	96	85	81
6	65	63	53
7	80	71	74
8	59	59	55
9	66	65	60
10	95	93	92
11	81	77	75
12	80	69	65
13	90	88	90
14	75	71	70
15	63	60	60
16	85	81	79
17	94	85	82
18	83	65	40
19	50	51	42
20	91	83	80

Untuk menganalisis data di atas dengan menggunakan analisis regresi ganda, langkah pengerjaannya sebagai berikut:

1. Mencari harga X_1, X_2, Y, X_1^2 , $X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y$, dan XY sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 13.6. Harga X_1, X_2, Y, X_1^2 , $X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y$, dan XY

X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	X_1Y	X_2Y	X_1Y_2
87	73	71	7569	5329	5041	6177	5183	6351
64	58	50	4096	3364	2500	3200	2900	3712
85	71	63	7225	5041	3969	5355	4473	6035

50	53	58	2500	2809	3364	2900	3074	2650
96	85	81	9216	7225	6561	7776	6885	8160
65	63	53	4225	3969	2809	3445	3339	4095
80	71	74	6400	5041	5476	5920	5254	5680
59	59	55	3481	3481	3025	3245	3245	3481
66	65	60	4356	4225	3600	3960	3900	4290
95	93	92	9025	8649	8464	8740	8556	8835
81	77	75	6561	5929	5625	6075	5775	6237
80	69	65	6400	4761	4225	5200	4485	5520
90	88	90	8100	7744	8100	8100	7920	7920
75	71	70	5625	5041	4900	5250	4970	5325
63	60	60	3969	3600	3600	3780	3600	3780
85	81	79	7225	6561	6241	6715	6399	6885
94	85	82	8836	7225	6724	7708	6970	7990
83	65	40	6889	4225	1600	3320	2600	5395
50	51	42	2500	2601	1764	2100	2142	2550
91	83	80	8281	6889	6400	7280	6640	7553
1539	1421	1340	122479	103709	93988	106246	98310	112444

2. Menentukan skor deviasi.

a) Harga deviasi pada Σx_1^2:

$$\Sigma x_1^2 = \Sigma x_1^2 - \frac{(\Sigma x_1)^2}{n}$$

$$\Sigma x_1^2 = 122479 - \frac{(1539)^2}{20} = 4052,95$$

b) Harga deviasi pada Σx_2^2 :

$$\Sigma x_2^2 = \Sigma x_2^2 - \frac{(\Sigma x_2)^2}{n}$$

$$\Sigma x_2^2 = 103709 - \frac{(1421)^2}{20} = 2746,95$$

c) Harga deviasi pada Σy^2:

$$\Sigma y^2 = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}$$

$$\Sigma y^2 = 93988 - \frac{(1340)^2}{20} = 4208$$

d) Harga deviasi pada $\Sigma x_1 y$:

$$\Sigma x_1 y = \Sigma X_1 Y - \frac{(\Sigma X_1)(\Sigma Y)}{n}$$

$$\Sigma x_1 y = 106246 - \frac{(1539)(1340)}{20} = 3133$$

e) Harga deviasi pada $\Sigma x_2 y$:

$$\Sigma x_2 y = \Sigma X_{\partial} Y - \frac{(\Sigma X_2)(\Sigma Y)}{n}$$

$$\Sigma x_2 y = 98310 - \frac{(1421)(1340)}{20} = 3103$$

f) Harga deviasi pada $\Sigma x_1 x_2$:

$$\Sigma x_1 x_2 = \Sigma X_1 X_2 - \frac{(\Sigma X_1)(\Sigma X_2)}{n}$$

$$\Sigma x_1 x_2 = 112444 - \frac{(1539)(1421)}{20} = 3098{,}05$$

3. Menentukan persamaan regresi terhadap b_1, b_2 dan a:

a) Ditentukan harga koefisien b_1 yaitu:

$$b_1 = \frac{\begin{vmatrix} \Sigma x_1 y & \Sigma x_1 x_2 \\ \Sigma x_2 y & \Sigma x_2^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \Sigma x_1^2 & \Sigma x_1 x_2 \\ \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_2^2 \end{vmatrix}} = \frac{(\Sigma x_2^2)(\Sigma x_1 y) - (\Sigma x_1 x_2)(\Sigma x_2 y)}{(\Sigma x_1^2)(\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2}$$

$$b_1 = \frac{(2746{,}95)(3133) - (3098{,}05)(3103)}{(4052{,}95)(2746{,}95) - (3098{,}05)^2} = \frac{-1007054{,}80}{1535337{,}20} = -0{,}656$$

b) Ditentukan harga koefisien b_2 yaitu:

$$b_2 = \frac{\begin{vmatrix} \Sigma x_1^2 & \Sigma x_1 y \\ \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_{2y} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \Sigma x_1^2 & \Sigma x_1 x_2 \\ \Sigma x_1 x_2 & \Sigma x_2^2 \end{vmatrix}} = \frac{(\Sigma x_1^2)(\Sigma x_2 y) - (\Sigma x_1 x_2)(\Sigma x_1 y)}{(\Sigma x_1^2)(\Sigma x_2^2) - (\Sigma x_1 x_2)^2}$$

$$b_2 = \frac{(2746{,}95)(3133) - (3098{,}05)(3103)}{(4052{,}95)(2746{,}95) - (3098{,}05)^2} = \frac{2870113{,}20}{1535337{,}20} = 1{,}869$$

c) Ditentukan harga koefisien a yakni:

$$a = \frac{\Sigma Y}{n} - b_1\left(\frac{\Sigma X_1}{n}\right) - b_2\left(\frac{\Sigma X_2}{n}\right)$$

$$a = \frac{1340}{20} - (-0{,}656)\left(\frac{1539}{20}\right) - 1{,}869\left(\frac{1421}{20}\right) = -15{,}313$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:
$\hat{Y} = -15{,}313 - 0{,}656X_1 + 1{,}869X_2$

4. Uji signifikansi Persamaan Regresi Ganda Y terhadap X_1 dan X_2:
Untuk pengujian signifikansi persamaan regresi ganda Y terhadap X_1 dan X_2= $\hat{Y} = -15{,}313 - 0{,}656X_1 + 1{,}869X_2$ dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

a) Menghitung Jumlah Kuadrat pada setiap jumlah varian:

$JK(T) = \sum y^2 = 4208$

$JK(Reg) = b_1\sum x_1y + b_2\sum x_2y$

$JK(Reg) = (-0{,}656)(3133) + (1{,}869)(3103) = 3744{,}259$

$JK(Res) = JK(T) - JK(Reg) = 4208 - 3744{,}259 = 463{,}741$

b) Menentukan dk masing-masing sumber varian:

dk (T) = n – 1 = 20 – 1 = 19

dk (reg) = k = 2 (banyaknya prediktor)

dk (res) = n – k – 1 = 20 – 2 – 1 = 17

c) Menentukan rata-rata Jumlah Kuadrat (RJK):

$$JK(Reg) = \frac{JK(Reg)}{dk(Reg)} = \frac{3744{,}259}{2} = 1872{,}130$$

$$JK(Res) = \frac{JK(Res)}{dk(Res)} = \frac{463{,}741}{17} = 27{,}279$$

d) Menentukan harga F_{hit}:

1) Untuk uji signifikansi regresi Y terhadap X_1 dan X_2 dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 \leq \beta_2$$
$$H_1 : \beta_1 > \beta_2$$

Setelah ditentukan hipotesis penelitian, langkah selanjutnya menghitung harga F_{hit} dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{hit} = \frac{RJK(Reg)}{RJK(Res)} = \frac{1872{,}130}{27{,}279} = 68{,}63$$

2) Menentukan F_{tab} di mana di mana dk pembilang= dk reg = 2 dan dk penyebut= dk sisa = n – k – 1 = 20 – 2 – 1 = 17 sehingga $F_{tab\,:\,0{,}05:\,2:17}$=3,59.

3) Kesimpulan. Dari penentuan harga diperoleh $F_{hit} > F_{tab}$ (68,63 > 3,59) sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan Kompetensi Pedagogik dan Profesional Berpengaruh terhadap Kemampuan Guru dalam Mengajar.

e) Membuat rangkuman hasil penghitungan dengan menggunakan tabel Anava:

Tabel 13.7 Tabel Penolong Anava

Sumber Varians	JK	dk	RJK	F_{hit}	F_{tab}
JK (Reg)	3744,259	2	1872,130	68,63	3,59
JK (Res)	463,741	17	27,279		
Total	4208	19			

5. Uji signifikansi Koefisien Regresi Ganda Y terhadap X_1 dan X_2 :
   a) Koefisien Korelasi Ganda

   $$R^2_{y12} = \frac{JK(Reg)}{\Sigma y^2} = \frac{3744,259}{4208} = 0,890$$

   $$R_{y12} = \sqrt{0,890} = 0,943$$

   b) Uji signifikansi Koefisien Korelasi Ganda:

   Untuk uji signifikansi Koefisien Ganda, hipotesis penelitiannya sebagai berikut:

   $$H_0 : \rho_{y12} = 0$$
   $$H_1 : \rho_{y12} \neq 0$$

   Langkah berikutnya adalah menghitung harga F dengan rumus:

   $$F_{hit} = \frac{R^2(n-k-1)}{k(1-R^2)} = \frac{(0,890)(20-2-1)}{2(1-0,890)} = 68,77$$

   Karena harga $F_{\text{hit}} > F_{\text{tab}}$ (68,63 > 3,59) sehingga H_0 ditolak. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hubungan antara Kompetensi Pedagogik dan Profesional Berpengaruh terhadap Kemampuan Guru dalam Mengajar adalah signifikan.

   c) Menghitung koefisien determinasi

   Dari hasil penghitungan di atas, diperoleh koefisien determinasinya $r^2_{xy}\, X 100\% = (0,890)^2\, X 100\% = 79,21\%$. Koefisien ini memberikan informasi bahwa 79,21 % variasi nilai persepsi siswa terhadap gaya mengajar guru dapat dijelaskan oleh variabel minat belajar. Dengan kata lain, dengan mengontrol *predictor* lain yang berkorelasi dengan variabel persepsi siswa terhadap gaya mengajar guru, dapat disimpulkan bahwa variabel pengaruh minat belajar terhadap variabel persepsi siswa terhadap gaya guru mengajar sebesar 16,81%.

6. Uji Signifikansi Koefisien Persamaan Regresi Ganda
   a) Menghitung galat baku taksiran dengan menggunakan rumus:

   $$s^2_{y12} = RJK(Res)^2 = 27,279$$

   $$s_{y12} = \sqrt{27,279} = 5,22$$

b) Menghitung harga R_i^2 dengan rumus:

$$R_1 = \frac{\Sigma x_1 x_2}{\sqrt{(\Sigma x_1^2)(\Sigma x_2^2)}}$$

$$R_1 = \frac{3098,05}{\sqrt{(4052,95)(2746,95)}} = 0,928$$

Maka: $R_1^2 = R_1^2 = (0,928)^2 = 0,862$

c) Menghitung harga S_{b1}^2 dan S_{b2}^2 dengan rumus:

$$S_{bi}^2 = \frac{S_{y12\ldots\ldots j}^2}{\Sigma x_1^2 (1 - R_1^2)}$$

$$S_{bi}^2 = \frac{27,279}{4052,95(1-0,862)} = 0,049$$

Sehingga harga $S_{b1} = \sqrt{0,049} = 0,221$

Untuk S_{b2}^2 hasil penghitungannya sebagai berikut:

$$S_{bi}^2 = \frac{S_{y12\ldots\ldots j}^2}{\Sigma x_2^2 (1 - R_1^2)}$$

$$S_{b2}^2 = \frac{27,279}{2746,95(1-0,862)} = 0,072$$

Sehingga harga $S_{b2} = \sqrt{0,072} = 0,268$

d) Menghitung signifikansi koefisien persamaan regresi $\hat{Y} = -15,313 - 0,656X_1 + 1,869X_2$ dengan menggunakan uji t:

1) Uji signifikansi koefisien persamaan regresi b_1

Untuk uji signifikansi koefisien persamaan regresi dengan menggunakan uji t, uji hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_1 \leq 0$$
$$H_1 : \beta_1 > 0$$

Untuk uji hipotesis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_1 = \frac{b_i}{S_{bi}}$$

$$t_1 = \frac{0,656}{0,221} = -2968$$

Mencari harga t_{tab} dengan dk = 17 sehingga $t_{\text{tab}:0,05:17} = 2,110$

Karena harga $t_1 > t_{\text{hit}}$ (2,968 > 2,110), berarti koefisien X_1 adalah signifikan atau tidak bisa diabaikan karena setiap penurunan satu unit variabel X_1, maka variabel Y akan mengalami penurunan sebanyak 0,656 kali dengan mengendalikan atau mengontrol variabel X_2. Diperoleh kesimpulan umum pula bahwa Kompetensi Pedagogik berpengaruh positif terhadap Kemampuan Mengajar Guru.

Untuk uji signifikansi koefisien persamaan regresi dengan menggunakan uji t, uji hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_1 \leq 0$$
$$H_1 : \beta_1 > 0$$

Untuk uji hipotesis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_1 = \frac{b_1}{S_{bi}}$$

$$t_1 = \frac{-0{,}656}{0{,}221} = -2{,}968$$

Mencari harga t_{tab} dengan dk = 17 sehingga $t_{tab\,:\,0,05\,:\,17} = 2{,}110$

Karena harga $t_1 > t_{tab}$(2,968 > 2,110), berarti koefisien X_1 adalah signifikan atau tidak bisa diabaikan karena setiap penurunan satu unit variabel X_1, maka variabel Y akan mengalami penurunan sebanyak 0,656 kali pada konstanta -15,313 dengan mengendalikan atau mengontrol variabel X_2. Diperoleh kesimpulan umum pula bahwa Kompetensi Pedagogik berpengaruh positif terhadap Kemampuan Mengajar Guru.

2) Uji signifikansi koefisien persamaan regresi b_2

Untuk uji signifikansi koefisien persamaan regresi dengan menggunakan uji t, uji hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_2 = 0$$
$$H_1 : \beta_2 \neq 0$$

Untuk uji hipotesis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_2 = \frac{b_2}{S_{bi}}$$

$$t_2 = \frac{1{,}869}{0{,}221} = 8{,}457$$

Mencari harga t_{tab} dengan dk = 17 sehingga $t_{tab\,:\,0,05\,:\,17} = 2{,}110$

Karena harga $t_2 > t_{tab}$ (8,457 > 2,110), berarti koefisien X_2 adalah signifikan atau tidak bisa diabaikan karena setiap peningkatan satu unit variabel X_2, maka variabel Y akan mengalami kenaikan sebanyak 1,869 kali pada konstanta -15,313 dengan mengendalikan atau mengontrol variabel X_1. Diperoleh kesimpulan umum bahwa Kompetensi Profesional berpengaruh positif terhadap Kemampuan Mengajar Guru.

7. Korelasi Parsial pada r_{y1}, r_{y2}, dan r_{12}

Untuk menghitung koefisien korelasi parsial pada r_{y1}, r_{y2}, dan r_{12} yakni:

$$r_{y1} = \frac{\Sigma x_1 y}{\sqrt{(\Sigma x_1^2)(\Sigma y^2)}} = \frac{3133}{\sqrt{(4052{,}95)(4208)}} = \frac{3133}{4129{,}747} = 0{,}759$$

Untuk $r_{y1}^2 = 0{,}576$

$$r_{y2} = \frac{\Sigma x_2 y}{\sqrt{(\Sigma x_2^2)(\Sigma y^2)}} = \frac{3103}{\sqrt{(2746{,}95)(4208)}} = \frac{3103}{3399{,}877} = 0{,}913$$

Untuk $r_{y2}^2 = 0{,}834$

$$r_{12} = \frac{\Sigma x_1 x_2}{\sqrt{(\Sigma x_1^2)(\Sigma x_2^2)}} = \frac{3098{,}05}{\sqrt{(4052{,}95)(2746{,}95)}} = \frac{3098{,}05}{3336{,}653} = 0{,}928$$

Untuk $r_{12}^2 = 0{,}861$

a) Koefisien korelasi antara X_1 dan Y dengan mengontrol Pengaruh X_2 (r_{y12})

Untuk menguji korelasi antara X_1 dan Y dengan mengontrol Pengaruh X_2(r_{y12}) dengan cara:

$$r_{y12} = \frac{r_{y1} - r_{y2} r_{12}}{\sqrt{(1 - r_{y2}^2)(1 - r_{12}^2)}} = \frac{0{,}759 - (0{,}913)(0{,}928)}{\sqrt{(1 - 0{,}834)(1 - 0{,}861)}} = -0{,}579$$

Uji signifikansi dengan menggunakan uji-t yaitu:

$$t_{hit} = \frac{\mathrm{r}\sqrt{\mathrm{n} - 3}}{\sqrt{1 - \mathrm{r}^2}} = \frac{-0{,}579\sqrt{20 - 3}}{\sqrt{1 - (-0{,}579)^2}} = -3{,}589$$

Karena harga $t_{\text{hit}} > t_{\text{tab}}$ (3,589 > 2,110) atau H_0 ditolak. Ini berarti koefisien korelasi antara Y dan X_1 dengan mengontrol variabel X_2 adalah signifikan. Dengan demikian, walaupun variabel kompetensi profesional telah dikontrol, variabel kompetensi pedagogik masih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel kemampuan guru dalam mengajar.

b) Koefisien korelasi antara X_2 dan Y dengan mengontrol Pengaruh X_2 (r_{y12})

Untuk menguji korelasi antara X_2 dan Y dengan mengontrol Pengaruh X_1 (r_{y12}) dengan cara:

$$r_{y21} = \frac{r_{y2} - r_{y1} r_{12}}{\sqrt{(1 - r_{y1}^2)(1 - r_{12}^2)}} = \frac{0{,}913 - (0{,}759)(0{,}928)}{\sqrt{(1 - 0{,}576)(1 - 0{,}861)}} = 0{,}860$$

Uji signifikansi dengan menggunakan uji-t yaitu:

$$t_{hit} = \frac{\mathrm{r}\sqrt{\mathrm{n} - 3}}{\sqrt{1 - \mathrm{r}^2}} = \frac{0{,}860\sqrt{20 - 3}}{\sqrt{1 - (0{,}860)^2}} = 6{,}966$$

Karena harga $t_{\text{hit}} > t_{\text{tab}}$ (6,966 > 2,110) atau H_0 ditolak. Ini berarti koefisien korelasi antara Y dan X_2 dengan mengontrol variabel X_1 adalah signifikan. Dengan demikian, walaupun variabel kompetensi pedagogik telah dikontrol, variabel kompetensi profesional masih memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel kemampuan guru dalam mengajar.

D. LATIHAN:

1. Jelaskan sejarah analisis regresi sebagai alat analisis statistik.
2. Apa yang membedakan antara analisis regresi dan korelasi.
3. Jelaskan beberapa asumsi atau persyaratan sebelum digunakannya analisis regresi.
4. Terdapat judul penelitian "*Pengaruh Minat dalam Belajar, Prestasi Akademik terhadap Tingkat Kedisiplinan Siswa*" dengan persamaan regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 19{,}76 + 0{,}323X_1 + 0{,}511X_2$$

5. Diperoleh data hasil penelitian berjudul "*Pengaruh Tingkat Kecemasan Menghadapi UN Terhadap Konsentrasi dalam Belajar*", dengan data sebagai berikut:

No	X	Y
1	7	8
2	6	5
3	8	8
4	7	6
5	6	7
6	7	6
7	7	6
8	5	4
9	7	5
10	8	7
11	5	5
12	9	10
13	7	8
14	4	4
15	8	7

Berdasarkan data di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik!
b. Persamaan regresi Y terhadap X!
c. Uji Linieritas dan signifikansi regresi Y terhadap X!
d. Tariklah kesimpulan berdasarkan judul penelitian!
e. Hitung koefisien determinasinya!

6. Data hasil penelitian tentang "*Pengaruh Sikap Guru Terhadap Profesi Guru dan Prestasi Kerja Guru*", terangkum pada data berikut:

No	X	Y
1	73	85
2	61	54

No	X	Y
3	80	80
4	75	65
5	65	77
6	78	66
7	72	61
8	50	42
9	75	55
10	83	79
11	50	50
12	90	102
13	75	87
14	45	45
15	85	75
16	93	107
17	74	80
18	61	72
19	80	80
20	71	75

Berdasarkan data hasil penelitian di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik.

b. Persamaan regresi Y terhadap X.

c. Uji Linieritas dan signifikansi regresi Y terhadap X.

d. Tariklah kesimpulan berdasarkan judul penelitian.

e. Hitung koefisien determinasinya.

7. Data analisis regresi sederhana di atas, dirubah menjadi analisis regresi berganda dengan judul "Pengaruh Sikap Guru Terhadap Profesi Guru, Kepuasan Kesejahteraan terhadap Prestasi Kerja Guru", dengan data sebagai berikut:

No	X_1	X_1	Y
1	73	103	85
2	61	77	54
3	80	83	80
4	75	50	65
5	65	45	77
6	78	60	66
7	72	75	61
8	50	40	42

No	X_1	X_1	Y
9	75	45	55
10	83	75	79
11	50	40	50
12	90	105	102
13	75	103	87
14	45	75	45
15	85	65	75
16	93	85	107
17	74	90	80
18	61	106	72
19	80	85	80
20	71	50	75

Berdasarkan data di atas:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik.

b. Buatlah persamaan regresi Y terhadap X_1 dan X_2.

c. Uji Signifikansi Y terhadap X_1 dan X_2.

d. Berikan interpretasi terhadap persamaan regresi.

e. Hitung korelasi parsial dan berikan interpretasi terhadap hasil uji tersebut.

BAB 14

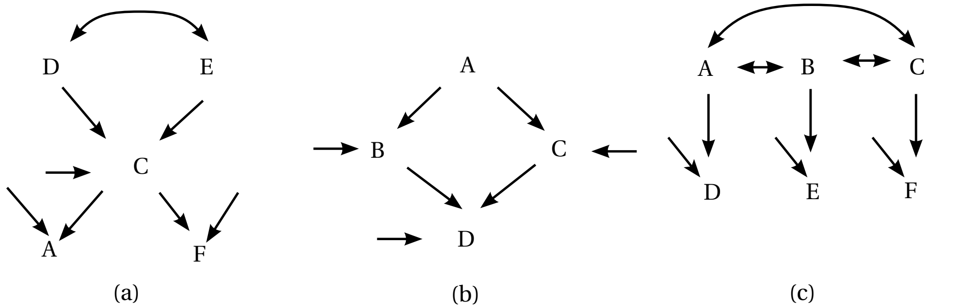
ANALISIS JALUR

A. PENGERTIAN ANALISIS JALUR

1. Sejarah Perkembangan Analisis Jalur

Analisis Jalur (*Path Analysis*) sebagai alat uji hipotesa statistik, diperkenalkan pertama kali oleh Sewal Wright seorang ahli genetika pada tahun 1934. Dijelaskan oleh Sarwono dalam sebuah tulisannya yaitu pengembangan model analisis jalur bersamaan dengan percobaannya terhadap kelinci percobaan. Wright di dalam percobaannya berhasil menyimpulkan adanya korelasi antara berbagai macam tulang yang diukurnya sehingga Wright menyusun suatu alat uji statistik yang dirancang dapat mengukur tingkat estimasi pengaruh yang diberikan yang disebabkan oleh variabel penyebab. Wright mengembangkan model analisis jalur berdasarkan uji korelasi Pearson dan regresi.

Ada tiga aturan yang dikembangkan oleh Wright dalam analisis jalur sebagaimana pada gambar berikut:



Gambar 14.1. Tiga Aturan Wright

Berdasarkan ilustrasi di atas pada gambar (a) bahwa aturan pertama dalam analisis jalur yaitu tidak ada variabel yang dapat dilewati lebih dari satu kali. Variabel gabungan ACF dapat terjadi karena melalui jalur A dan F, akan tetapi jalur ACDECF tidak dapat terjadi karena akan terjadi pengulangan jalur melalui variabel C. Aturan kedua pada gambar (b) merupakan jalur yang khas terjadi. Pada variabel gabungan BAC, alur panah menjelaskan bahwa pada jalur BAC terjadi melewati variabel B dan C, sedangkan variabel BDC tidak. Pada jalur gambar (b), terdapat jalur terbalik yang diperbolehkan yaitu jalur B ke A dan kemudian A menuju ke C. Pada aturan ketiga gambar (c), variabel DACF merupakan jalur yang melewati variabel D dan F, akan tetapi variabel DABCF tidak melewati jalur D dan F karena tidak ada hubungan di antaranya. Seperti pada variabel DABE, merupakan jalur yang melewati variabel D dan E, akan tetapi variabel DACBE tidak.

Kembali pada percobaan yang dilakukan oleh Wright, hasil percobaan yang dilakukannya terhadap hewan memberikan kesimpulan bahwa terdapat jalur pengaruh sebab akibat yang didefinisikan sebagai rasio variabilitas akibat yang diketemukan saat semua penyebab bersifat konstan kecuali satu pertanyaan, variabilitas yang dipertahankan tetap tidak berubah terhadap variabilitas total. Ini berarti, jika asumsi sebab-akibat dibuat, dan arah sebab akibat tersebut juga diasumsikan; maka orang dapat mengukur pengaruh sepanjang jalur penyebab tersebut. Gagasan ini dinotasikan sebagai berikut :

$$a^2 + b^2 + c^2 + 2bcr_{BC} = 1$$

Maksud dari persamaan tersebut adalah jika kondisi tertentu dilakukan; maka seseorang dapat menentukan implikasi-implikasi dari koefisien-koefisien yang ada di sepanjang jalur tersebut. Untuk menyatakan gagasan tersebut, Wright membuat persamaan sebagai berikut:

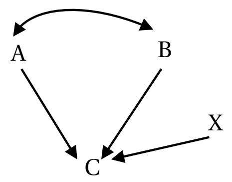
$$r_{xy} = bb' + cc' + br_{BC}c' + cr_{BC}c'$$

Persamaan ini memiliki arti bahwa korelasi antara variabel X dan Y sama dengan jumlah produk pada berbagai jalur. Sedang koefisien jalur dalam suatu sistem sebab akibat dapat dihitung jika jumlah persamaan secara bersamaan dapat dibuat yang mengekspresikan korelasi yang diketahui dalam kaitannya dengan koefisien-koefisien jalur yang tidak diketahui dan yang mengekspresikan determinasi akibat keseluruhan terhadap penyebabnya. (Sarwono, 2012)

Pada saat ini, model Wright terus dikembangkan oleh statiskawan lainnya seperti Burck dalam risetnya berjudul pengaruh relatif intelijen orangtua dan lingkungan dalam menentukan IQ anak-anaknya. Demikian pula Joreskog K.G. turut mempopulerkan analisis jalurnya dengan menggunakan alat analisis lainnya bernama *Structural Equation Modelling* (SEM).

2. Makna Panah Lurus dan Melengkung dalam Analisis Jalur

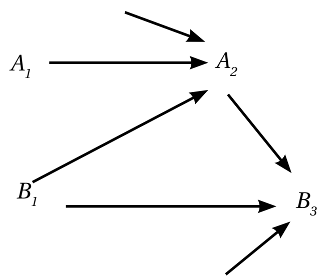
Berdasarkan Gambar 14.1 di atas pula dapat diterangkan bahwa dalam analisis jalur hubungan antar variabel terwakili melalui tanda panah. Ada dua model panah dalam analisis jalur yaitu panah lurus (→) dengan satu kepala panah menandakan hubungan kausalitas antara dua variabel, dan panah melengkung dengan dua kepala pada kedua ujung panah (↔) menunjukkan korelasi sederhana pada dua sampel. Penjelasan mengenai kedua panah dapat dijelaskan melalui beberapa gambar sebagai berikut:



Gambar 14.2. Diagram Sederhana Analisis Jalur

Dari Gambar 14.2 di atas sebagai contoh dari diagram jalur variabel A, B, dan X diasumsikan memiliki hubungan kausalitas dengan variabel C. Variabel A dan B memiliki korelasi sederhana di antara keduanya. Variabel X diasumsikan sebagai variabel efek kepada variabel C, akan tetapi tidak memiliki hubungan dengan variabel A dan B. Jika dikaitkan dengan judul penelitian "*Pengaruh Inteligensi Orangtua (A untuk ayah, dan B untuk ibu) Terhadap Inteligensi Anak* (*sebagai C*)", maka diasumsikan bahwa Inteligensi ayah dan ibu memiliki pengaruh kausal terhadap inteligensi anak. Hal ini ditandai dengan panah yang lurus dan memiliki kepala panah pada ujungnya. Sedangkan panah yang melengkung pada gambar di atas menandakan bahwa terdapat hubungan atau korelasi antara inteligensi ayah dan ibu. Panah X menandakan bahwa terdapat variabel lain yang dapat memengaruhi tingkat inteligensi anak selain ayah dan ibu.

Gambar berikut menunjukkan adanya variabel yang diukur melalui waktu, yaitu:

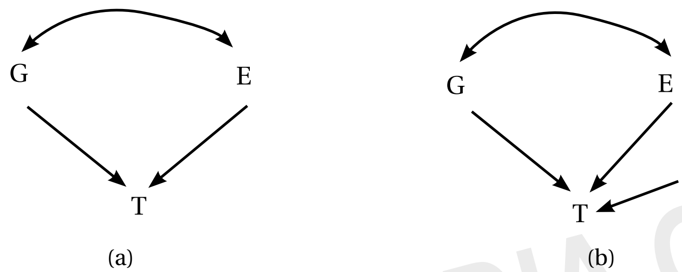


Gambar 14.3. Diagram Jalur Berdasarkan Waktu

Pada Gambar 14.3 pada variabel dengan huruf kapital A dan B digunakan untuk menunjukkan adanya dua variabel yang diukur melalui waktu. Kedua variabel yaitu

A dan B diukur pada waktu 1, variabel A diukur kembali melalui waktu 2, dan variabel B diukur kembali melalui waktu 3. Pada model ini variabel A_1 dan B_1 diasumsikan memengaruhi A_2, tetapi efek A_1 terhadap B pada waktu 3, sepenuhnya melalui jalur A_2 (tidak ada panah langsung dari A_1 ke B_3. Apabila diasumsikan bahwa variabel A dan B berkorelasi serta variabel A_2 dan B_3 yang mengalami pengaruh tambahan secara independen dari A dan B, akan diwakili dengan label anak panah. Pengaruh tambahan dapat diberikan label X dan Y. Namun biasanya dalam diagram jalur, kedua variabel ini tidak diberikan label. Hal ini disebabkan kedua variabel berpengaruh tak ditentukan. Panah ini disebut sebagai panah residual untuk mewakili penyebab residual yang secara eksplisit teridentifikasi dalam diagram jalur.

Untuk pemahaman tentang adanya penyebab residual dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14.4. Diagram Jalur dengan dan tanpa Tanda Panah Residual

Sebagai contoh dengan menggunakan Gambar 14.4 variabel G dan E sebagai pengaruh genetik dan lingkungan berpengaruh kepada T. Pada gambar (a) tidak terdapat panah residual. Gambar ini menjelaskan bahwa variasi T dipengaruhi secara menyeluruh oleh variabel G dan E atau oleh genetik dan lingkungan. Pada gambar 14.4 (a) mengasumsikan bahwa variabel G dan E tidak berpengaruh terhadap T. Ada pengaruh variabel lain yang tidak dijelaskan (*error*) selain variabel genetik dan lingkungan yang diperlukan untuk menjelaskan T sebagaimana dapat dilihat pada gambar (b).

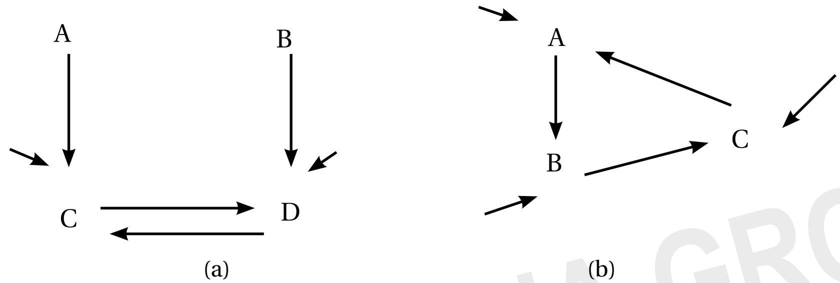
3. Pengertian Analisis Jalur

Sebagaimana dijelaskan di awal bahasan bahwa model analisis jalur merupakan pengembangan dari analisis korelasi dan regresi. Perbedaannya dengan analisis regresi, jika dalam analisis jalur, pengukuran dilakukan untuk menganalisis pengaruh baik langsung maupun tidak langsung variabel X terhadap Y, sedangkan pada analisis regresi, pengukuran hanya dilakukan untuk melihat pengaruh secara langsung saja dari variabel X terhadap variabel Y.

Analisis jalur digunakan untuk mengukur koefisien korelasi kausalitas variabel X_1, X_2..... X_n terhadap variabel Y. Hal ini diungkapkan oleh Gall dan Borg () yaitu analisis jalur adalah sebuah metode untuk menguji validitas sebuah teori tentang hubungan kausalitas antara tiga atau lebih variabel yang telah dipelajari sebelumnya dengan menggunakan desain penelitian korelasional. Demikian pula Retherford dalam Sarwono (2012) mengatakan analisis jalur merupakan suatu teknik untuk menganalisis hubungan sebab akibat yang terjadi pada regresi berganda jika variabel bebasnya memengaruhi variabel tergantung tidak hanya secara langsung tetapi juga secara tidak langsung.

Dari pengertian ini, terlihat bahwa pada prinsipnya analisis jalur merupakan pengembangan dari analisis regresi. Analisis jalur adalah sebuah metode untuk menganalisis pola hubungan kausal atau timbal balik dan pengaruh tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung.

Untuk menjelaskan hubungan kausalitas dalam analisis jalur dapat dijelaskan melalui gambar berikut:



Gambar 14.5. Hubungan Kausalitas dalam Analisis Jalur

Gambar 14.5 pada (a) menjelaskan bahwa terdapat hubungan timbal balik antara variabel C dan D yang memengaruhi keduanya. Urutan hubungan masing-masing variabel dapat dijelaskan yaitu dari variabel A ke C ke D ke C dan kembali ke D lagi. Begitu pula pada variabel B, urutannya adalah dari B ke D, ke C ke D dan kembali ke C lagi. Pada gambar 14.5 (b) terdapat efek yaitu: variabel A memberikan efek kepada variabel B ke C dan kembali lagi ke efek A.

Pada analisis jalur terdapat pula pengaruh langsung dan tidak langsung antarvariabel. Pengaruh langsung pada analisis jalur ditandai dengan arah panah di antara dua variabel. Pada Gambar 14.5 (b) variabel B merupakan pengaruh langsung terhadap variabel C. Ini berarti perubahan pada variabel B dapat diamati dengan menggunakan variabel C. Variabel A merupakan variabel tidak langsung dengan variabel C. Hal ini disebabkan tidak ada panah langsung yang menunjukkan hubungan antara variabel A dan C. Untuk itu hubungan kausal dapat digambarkan melalui variabel B. Apabila variabel A berubah, variabel B akan berubah, perubahan variabel B akan memengaruhi variabel C, apabila hal yang lain dianggap sama. Untuk itu variabel A dapat disebut memiliki efek kausal walaupun memiliki hubungan tidak langsung. Pada gambar 14.5 (a) dapat disebut variabel B merupakan pengaruh langsung terhadap variabel D, dan variabel tak langsung kepada variabel C serta tidak memiliki efek kausal sama sekali terhadap variabel A.

4. Kelebihan dan Kelemahan serta Asumsi Analisis Jalur

Sarwono mengungkapkan bahwa ada beberapa kelebihan dan kekurangan dalam analisis data menggunakan analisis jalur yaitu:

- Kelebihan Analisis Jalur
  a) Kemampuan menguji model secara keseluruhan dan parameter-parameter individual.
  b) Kemampuan pemodelan beberapa variabel moderator.
  c) Kemampuan mengestimasi dengan menggunakan persamaan yang dapat melihat semua kemungkinan hubungan sebab akibat pada semua variabel dalam model.
  d) Kemampuan melakukan dekomposisi menjadi hubungan yang bersifat sebab akibat (*causal relation*), seperti pengaruh langsung (*direct effect*) dan pengaruh tidak langsung (*indirect effect*) dan bukan sebab akibat (*non-causal association*), seperti komponen semu (*spurious*).
- Selain kelebihan, analisis jalur memiliki kelemahan di antaranya:
  a) Tidak dapat mengurangi dampak kesalahan pengukuran.
  b) Analisis jalur hanya mempunyai variabel-variabel yang dapat diobservasi secara langsung.
  c) Analisis jalur tidak memiliki indikator-indikator suatu variabel laten.
  d) Karena analisis jalur merupakan perpanjangan regresi linier berganda, maka semua asumsi dalam rumus ini harus diikuti.
  e) Sebab akibat dalam model hanya bersifat searah (*one direction*); tidak boleh bersifat timbal balik (*reciprocal*).
- Sebelum menggunakan analisis jalur, menurut Sugiono ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi, yaitu:
  a) Hubungan antar variabel yang akan dianalisis berbentuk linier, aditif dan kausal.
  b) Variabel-variabel residual tidak berkorelasi dengan variabel yang mendahuluinya dan juga tidak berkorelasi dengan variabel yang lain.
  c) Dalam model hubungan variabel hanya terdapat jalur kausal/sebab-akibat searah.
  d) Data setiap variabel yang dianalisis adalah data interval dan berasal dari sumber yang sama.
- Adapun menurut Sarwono, asumsi yang harus dipenuhi sebelum menggunakan analisis jalur:
  a) Data metrik berskala interval.
  b) Terdapat variabel independen eksogen dan dependen endogen untuk model regresi berganda dan variabel perantara untuk model mediasi dan model gabungan mediasi dan regresi berganda serta model kompleks.

c) Ukuran sampel yang memadai, sebaiknya di atas 100 dan idealnya 100 – 400 – 1000 sampel.

d) Pola hubungan antar variabel: pola hubungan antar variabel hanya satu arah tidak boleh ada hubungan timbal balik (*reciprocal*).

e) Hubungan sebab-akibat didasarkan pada teori yang sudah ada dengan asumsi sebelumnya menyatakan bahwa memang terdapat hubungan sebab akibat dalam variabel-variabel yang sedang diteliti.

B. MODEL–MODEL JALUR DALAM ANALISIS JALUR

Untuk menganalisis data dengan menggunakan analisis jalur, seorang peneliti akan membuat model jalur yang akan digunakan. Model jalur yang akan digunakan sangat bergantung kepada jumlah dan jenis variabel yang digunakan dalam penelitian. Ini berarti, diagram jalur berfungsi untuk menggambarkan posisi dan letak variabel seperti variabel bebas (X), intervening dan variabel terikat (Y). Untuk menjelaskan hubungan kausalitas dan sederhana dalam analisis jalur, digunakan anak panah. Apabila anak panah dalam analisis jalur merupakan panah lurus dengan satu kepala panah menandakan hubungan kausalitas antara dua variabel. Apabila hubungan tersebut digambarkan dengan panah melengkung dengan dua kepala pada kedua ujung panah menunjukkan korelasi sederhana pada dua sampel. Untuk variabel bebas, terikat dan intervening, dalam analisis jalur digambar dengan menggunakan kotak, sedangkan variabel lain yang tidak dianalisis pada analisis jalur yang sering disebut sebagai eror (e), ditandai dengan lingkaran atau tidak diberikan gambar.

Beberapa simbol atau notasi yang digunakan dalam analisis jalur yaitu:

(1) Notasi p_{ij} dimaknai sebagai hubungan sebab akibat di mana i menyatakan akibat (endogen), sedangkan j dinyatakan sebagai sebab (eksogen) sehingga apabila ada notasi p_{y1} bermakna pengaruh langsung variabel X_1 terhadap Y. Untuk pengaruh variabel X_2 terhadap Y dinyatakan dengan p_{y2}.

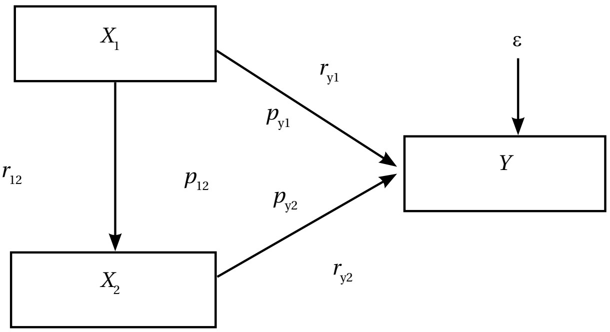
(2) Untuk menyatakan korelasi antara dua variabel diyatakan dengan notasi r_{ij} sehingga apabila ada notasi r_{21} menandakan hubungan antara variabel X_1 dan X_2. Untuk mengukur hubungan antara variabel X_1 dan Y, notasi yang digunakan adalah r_{1y}.

(3) Untuk koefisien eror dalam analisis jalur, notasi yang digunakan adalah ε yang dibaca epsilon.

Ada beberapa model yang digunakan oleh seorang peneliti untuk menggambarkan variabel dalam analisis jalur, di antaranya:

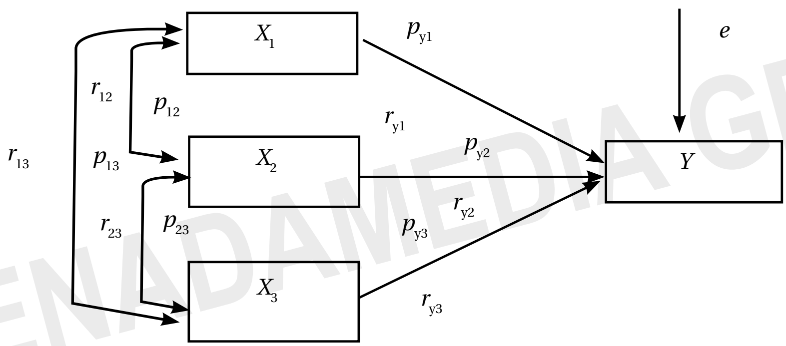
1. Analisis Jalur Regresi Berganda

Analisis jalur regresi berganda terdiri dari lebih satu variabel eksogen yaitu X_1, X_2... X_n dengan satu variabel endogen Y. Model jalur regresi berganda dapat digambarkan sebagai berikut:



Penjelasan dari analisis jalur di atas adalah variabel X_1 sebagai variabel eksogen pertama, variabel X_2 sebagai variabel eksogen kedua dan Y merupakan variabel endogen atau variabel terikat.

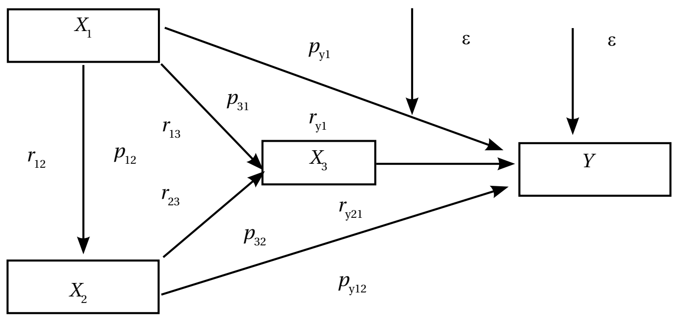
Untuk analisis jalur dengan menggunakan tiga variabel eksogen dan satu variabel endogen, diagramnya dapat dilihat sebagai berikut:



Penjelasan dari analisis jalur di atas adalah variabel X_1 sebagai variabel eksogen pertama, variabel X_2 sebagai variabel eksogen kedua dan variabel X_3 sebagai variabel eksogen ketiga serta Y merupakan variabel endogen atau variabel terikat.

2. Analisis Jalur dengan Menggunakan Variabel Intervening

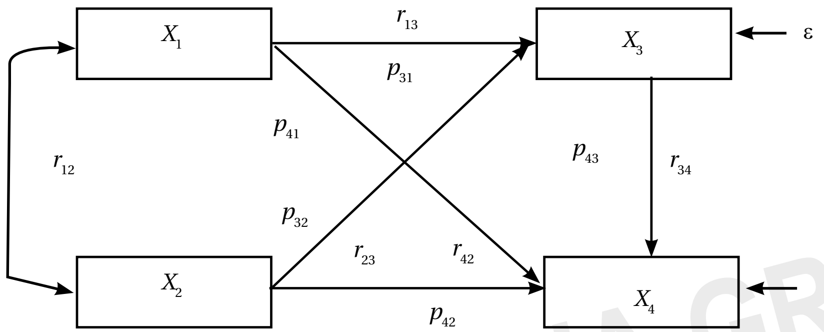
Model diagram jalur ke dua dengan menggunakan variabel eksogen (X), variabel intervening atau variabel perantara (Z) terhadap variabel eksogen (Y), dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Berdasarkan gambar di atas variabel X_1 sebagai variabel eksogen pertama, variabel X_2 sebagai variabel eksogen kedua dan variabel z sebagai variabel intervening serta Y merupakan variabel endogen atau variabel terikat. Konstelasi penelitian berdasarkan gambar analisis ini adalah 1 variabel X_1 dan X_2 sebagai variabel eksogen terhadap variabel Y dan Z, 2) variabel Z merupakan variabel endogen, 3) variabel Y menjadi variabel endogen terhadap variabel eksogen X, dan 4) variabel Y menjadi variabel endogen perantara untuk mengukur pengaruh X terhadap Z melalui Y.

3. Analisis Jalur dengan Menggunakan 4 Variabel X

Untuk gambar analisis jalur dengan menggunakan 4 variabel X yaitu:



Pada model di atas, konstelasi penelitian sebagai berikut: (1) variabel X_1 dan X_2 merupakan variabel eksogen dan bersifat korelatif; (2) variabel X_3 dan X_4 merupakan variabel endogen dan memiliki error yang dinyatakan dengan notasi ε; (3) variabel X_1 dan X_2 merupakan variabel eksogen bagi variabel endogen X_3 dan X_4, dan variabel X_3 merupakan variabel variabel bagi X_4.

C. ANALISIS JALUR REGRESI GANDA

Untuk uji analisis Jalur Regresi Ganda terdiri dari dua variabel eksogen yaitu X_1 dan X_2 dengan satu variabel endogen Y, dengan menggunakan prosedur atau langkah sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis penelitian.
2. Mencari harga X_1, X_2, Y, X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y, dan XY.
3. Menentukan koefisien korelasi antar variabel.
4. Membuat tabel matriks korelasi.
5. Mencari matriks invers dengan rumus sebagai berikut:

$$R_1 = \begin{vmatrix} 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_1x_2} & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \end{vmatrix}$$

Sehingga matriks inversnya:

$$R_1^{-1} = \frac{1}{ad-bc}\begin{vmatrix} d & -b \\ -c & a \end{vmatrix}\begin{vmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \end{vmatrix}$$

6. Menguji signifikansi Koefisien Jalur masing-masing variabel dengan menghitung standar baku sb_i dengan rumus:

   a. Rumus uji signifikansi pengaruh sederhana:

   $sb_i = \sqrt{\frac{(1-p_{ij}^2)}{n-k-1}}$ dimana k – jumlah variabel eksogen

   b. Rumus uji signifikansi pengaruh secara parsial yaitu:

   $sb_i = \sqrt{\frac{(1-R^2)D^{ii}}{(n-k-1)}}$ dimana

   D^{ii} = elemen baris dan kolom ke-i dari diagonal matriks invers

   Sedangkan untuk mencari harga R^2 rumusnya adalah:

   $$R^2 = R_{y12}^2 = (r_{iy})(p_{y1}) + (r_{2y})(p_{y2})$$

7. Mencari t hitung pada p_{21}, p_{y1},dan p_{y2} dengan menggunakan rumus:

   $$t_1 = \frac{p_{21}}{sb_i} dan\ t_2 = \frac{p_{y1}}{sb_i} dan\ t_3 = \frac{p_{y2}}{sb_i}$$

8. Menentukan t_{tab} dengan menghitung dk masing-masing jalur:

   a) Untuk p_{21} yaitu: n – k – 1

   b) Untuk p_{y1} dan p_{y2} adalah: n – k – 1

9. Menarik kesimpulan. Tolak H_0 apabila $t_{hit} > t_{tab}$.

10. Membuat diagram jalur berdasarkan harga p_{21}, r_{y1}, p_{y1} , r_{y2} dan p_{y2}.

11. Menentukan pengaruh langsung, tak langsung dan pengaruh total.

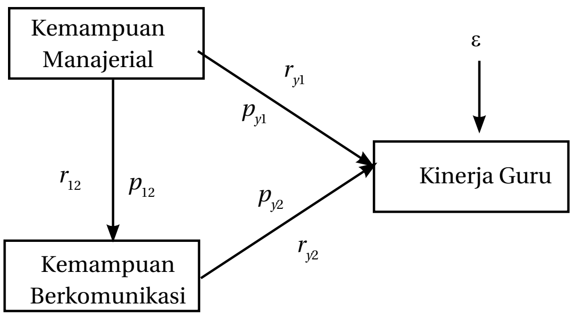
Contoh 14.1

Sebuah penelitian dengan judul "*Pengaruh Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah Terhadap Kinerja Guru*". Penelitian ini terdiri dari dua variabel eksogen yaitu X_1 (Kemampuan Manajerial) dan X_2 (Kemampuan Berkomunikasi) serta satu variabel endogen Y (Kinerja Guru). Adapun data penelitian pada tiga variabel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 14.1. Data Penelitian

Kemampuan Manajerial	Kemampuan Berkomunikasi	Kinerja Guru
15	14	16
16	15	17
7	8	9
6	5	8
19	20	22
17	15	19
7	5	6
28	14	20
8	9	10
13	6	13
14	8	9
10	15	17
7	5	8
15	18	20
15	17	16
6	3	4
17	20	22
23	27	26
15	14	17
8	9	11

Berdasarkan judul di atas, maka gambar atau model analisis jalur yang digunakan adalah:



Prosedur analisis uji hipotesis penelitian dengan menggunakan analisis jalur sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis penelitian. Berdasarkan judul di atas, ada tiga hipotesis yang akan diuji, yaitu:

a. Hipotesis Pengaruh Langsung Positif Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah.

H_0 = Tidak ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Manajerial terhadap Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah

H_1 = Ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Manajerial terhadap Ke mampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{21} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{21} > 0$$

b. Hipotesis Pengaruh Langsung Positif Kemampuan Manajerial terhadap Kinerja Guru

H_0 = Tidak ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Manajerial Kepala Se kolah terhadap Kinerja Guru

H_1 = Ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Manajerial Kepala Sekolah terhadap Kinerja Guru

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{y1} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{y1} > 0$$

c. Hipotesis Pengaruh Langsung Positif Kemampuan Berkomunikasi terhadap Kinerja Guru

H_0 = Tidak ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah terhadap Kinerja Guru

H_1 = Ada Pengaruh Positif Langsung Kemampuan Berkomunikasi Kepala Se kolah terhadap Kinerja Guru

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{y2} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{y2} > 0$$

2. Mencari harga X_1, X_2, Y, X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y, dan X_1X_2 sebagaimana pada tabel di bawah ini:

Tabel 14.2. Harga X_1, X_2, Y, X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y, dan X_1X_2

X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
15	14	16	225	196	256	240	224	210
16	15	17	256	225	289	272	255	240
7	8	9	49	64	81	63	72	56
6	5	8	36	25	64	48	40	30
19	20	22	361	400	484	418	440	380

X_1	X_2	Y	X_1^2	X_2^2	Y^2	X_1Y	X_2Y	X_1X_2
17	15	19	289	225	361	323	285	255
7	5	6	49	25	36	42	30	35
28	14	20	784	196	400	560	280	392
8	9	10	64	81	100	80	90	72
13	6	13	169	36	169	169	78	78
14	8	9	196	64	81	126	72	112
10	15	17	100	225	289	170	255	150
7	5	8	49	25	64	56	40	35
15	18	20	225	324	400	300	360	270
15	17	16	225	289	256	240	272	255
6	3	4	36	9	16	24	12	18
17	20	22	289	400	484	374	440	340
23	27	26	529	729	676	598	702	621
15	14	17	225	196	289	255	238	210
8	9	11	64	81	121	88	99	72
266	247	290	4220	3815	4916	4446	4284	3831

3. Menentukan koefisien korelasi antar variabel:

a) Koefisien Korelasi X_1 dan X_2

$$r_{12} = \frac{n.\sum X_1X_2 - \sum X_1.\sum X_2}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2\right]\left[n.\ \sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{20.3831 - (266)(247)}{\sqrt{\left[20.\ 4220 - (266)^2\right]\left[20.\ 3815 - (247)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{10918}{14444{,}04} = 0{,}756$$

b) Koefisien Korelasi X_1 dan Y

$$r_{x1y} = \frac{n.\sum X_1Y - \sum X_1.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2\right]\left[n.\ \sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{x1y} = \frac{20.4446 - (266)(290)}{\sqrt{\left[20.\ 4220 - (266)^2\right]\left[20.\ 4916 - (290)^2\right]}}$$

$$r_{x1y} = \frac{11780}{13929{,}02} = 0{,}846$$

c) Koefisien Korelasi X_2 dan Y

$$r_{x2y} = \frac{n.\sum X_2Y - \sum X_2.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]\left[n.\ \sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{x2y} = \frac{20.4284 - (247)(290)}{\sqrt{\left[20.\ 3815 - (247)^2\right]\left[20.\ 4916 - (290)^2\right]}}$$

$$r_{x2y} = \frac{14050}{14745{,}78} = 0{,}953$$

4. Berdasarkan penghitungan di atas, tabel matriks korelasi, yaitu:

r_{1j}	X_1	X_2	Y
X_1	1,000	0,756	0,846
X_2	-	1,000	0,953
Y	-	-	1,000

5. Menentukan koefisien jalur dengan cara matrik invers dengan menggunakan persamaan berikut:

$r_{12} = p_{21}$ ⟷ $0{,}756 = p_{21}$

$r_{1y} = p_{y1} + p_{y2} + p_{y3}$ ⟷ $0{,}846 = p_{y1} + 0{,}756p_{y2}$

$r_{2y} = p_{y1}r_{12} + p_{y2}$ ⟷ $0{,}953 = 0{,}756p_{y1} + p_{y2}$

Sehingga untuk mencari invers pada variabel eksogen yaitu:

$$R_1 = \begin{vmatrix} 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_1x_2} & 1 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} p_{y1} \\ py_2 \end{vmatrix} \text{di mana:}$$

$$R_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0{,}756 \\ 0{,}756 & 1 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 0{,}846 \\ 0{,}953 \end{vmatrix}$$

Sehingga matriks inversnya adalah:

$$R_1^{-1} = \frac{1}{ad - bc}\begin{vmatrix} d & -b \\ -c & a \end{vmatrix}\begin{vmatrix} p_{y1} \\ py_2 \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \frac{1}{1 - 0{,}5715}\begin{vmatrix} 1 & -0{,}756 \\ -0{,}756 & 1 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 0{,}846 \\ 0{,}953 \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \frac{1}{0{,}4285}\begin{vmatrix} 1 & -0{,}756 \\ -0{,}756 & 1 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 0{,}846 \\ 0{,}953 \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \begin{vmatrix} 2{,}334 & -1{,}764 \\ -1{,}764 & 2{,}334 \end{vmatrix}\begin{vmatrix} 0{,}846 \\ 0{,}953 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0{,}294 \\ 0{,}732 \end{vmatrix}$$

Cara kedua untuk mencari matriks invers sebagai berikut:

$$p_{y1} = \frac{\begin{vmatrix} 0{,}846 & 0{,}756 \\ 0{,}953 & 1{,}000 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1{,}000 & 0{,}756 \\ 0{,}756 & 1{,}000 \end{vmatrix}} = \frac{0{,}126}{0{,}428} = 0{,}294$$

$$p_{y2} = \frac{\begin{vmatrix} 1{,}000 & 0{,}846 \\ 0{,}756 & 0{,}953 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1{,}000 & 0{,}756 \\ 0{,}756 & 1{,}000 \end{vmatrix}} = \frac{0{,}3134}{0{,}428} = 0{,}732$$

Dari kedua penghitungan di atas, diperoleh koefisien jalur: p_{21}= 0,756, p_{y1} = 0,294, dan p_{y2} = 0,732.

6. Mencari harga kesalahan baku sb_i masing-masing jalur:

   a) Harga sb_i jalur Kemampuan Manajerial (X_1) dan Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah(X_2) yaitu:

   $$sb_i = \sqrt{\frac{\left(1-p_{21}^2\right)}{n-k-1}} = \sqrt{\frac{\left(1-0{,}756^2\right)}{20-1-1}} = 0{,}1543$$

   b) Harga sb_i jalur Kemampuan Manajerial Kepala Sekolah (X_1) dan Kinerja Guru (Y):

   $$sb_i = \sqrt{\frac{\left(1-R^2\right)D^{ii}}{(n-k-1)}} sb_i = \sqrt{\frac{(1-0{,}9463)(2{,}334)}{(20-2-1)}} = 0{,}0858$$

   (ket: untuk mencari harga $R^2 = R^2_{y12} = \left(r_{iy}\right)\left(p_{y1}\right) + \left(r_{2y}\right)\left(p_{y2}\right)$

   $$= (0{,}846)(0{,}294) + (0{,}953)(0{,}732) = 0{,}9463$$

   c) Untuk uji signifikansi $p_{y2} = p_{y1}$ sehingga harga sb_i pada p_{y2} = 0,0858

7. Mencari harga t_{hit} pada masing-masing jalur sebagai berikut:

   a) Untuk jalur p_{21} atau Kemampuan Manajerial terhadap Kemampuan Berkomunikasi:

   $$t_1 = \frac{p_{21}}{sb_i} = \frac{0{,}756}{0{,}1543} = 4{,}899$$

   b) Untuk jalur p_{y1} atau Kemampuan Manajerial terhadap Kinerja Guru, adalah:

   $$t_2 = \frac{p_{y1}}{sb_i} = \frac{0{,}294}{0{,}0858} = 3{,}427$$

   c) Untuk jalur p_{y2} atau Kemampuan Berkomunikasi terhadap Kinerja Guru, yaitu:

   $$t_3 = \frac{p_{y2}}{sb_i} = \frac{0{,}732}{0{,}0858} = 8{,}531$$

8. Mencari dk masing-masing jalur:

a) Untuk p_{21} yaitu: n – k – 1 = 20 – 1 – 1 = 18 sehingga $t_{0,05:18} = 2{,}101$

b) Untuk p_{y1} dan p_{y2} adalah: n – k – 1 = 20 – 2 – 1 = 17 sehingga $t_{0,05:17} = 2{,}110$

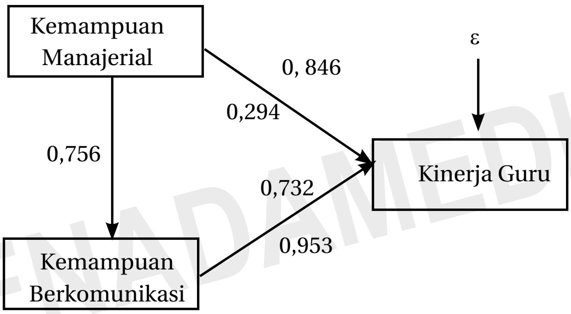
9. Menarik kesimpulan penelitian pada masing-masing jalur:

a) Untuk p_{21}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 4,899 > 2,101 maka H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial terhadap Kemampuan Berkomunikasi.

b) Untuk p_{y1}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 3,427 > 2,110 maka H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial terhadap Kinerja Guru.

c) Untuk p_{y2}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 8,531 > 2,110 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi terhadap Kinerja Guru.

10. Berdasarkan penghitungan di atas, dapat digambar jalurnya sebagai berikut:



11. Menghitung pengaruh langsung, tidak langsung dan total.

a) Untuk pengaruh langsung variabel eksogen X_1 dan X_2 terhadap variabel endogen Y adalah:

- Pengaruh X_1 terhadap X_1 (p_{21}) sebesar 0,756
- Pengaruh X_1 terhadap Y (p_{y1}) sebesar 0,294
- Pengaruh X_2 terhadap Y (p_{y2}) sebesar 0,732

b) Pengaruh tidak langsung variabel eksogen terhadap variabel endogen adalah: Pengaruh tak langsung X_1 terhadap variabel Y melalui X_1 adalah: (0,756) (0,732) = 0,553

c) Pengaruh total merupakan jumlah antara pengaruh langsung dan pengaruh tak langsung, yaitu: 0,294 + 0,553 = 0,847

D. ANALISIS JALUR BERGANDA DENGAN VARIABEL INTERVENING

Untuk melakukan pengujian hipotesis pada analisis jalur dengan menggunakan variabel intervening dengan menggunakan contoh desain penelitian berikut ini:

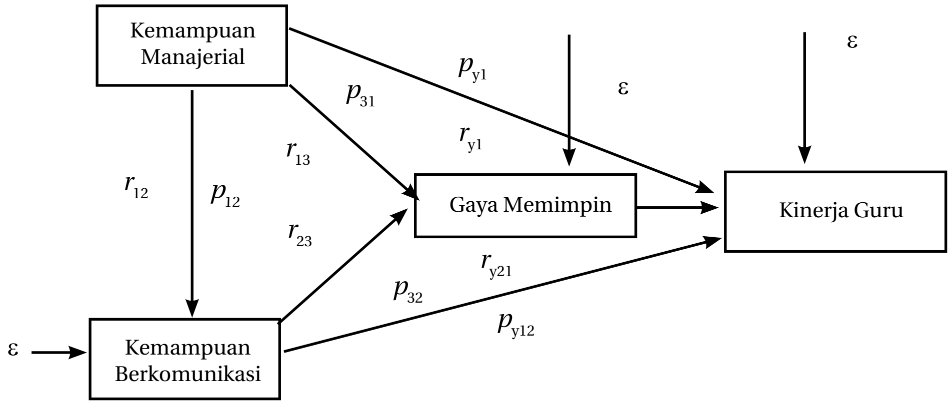
Contoh 14.2

Sebuah penelitian dengan judul "*Pengaruh Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi Kepala Sekolah serta Ketersediaan Prasarana Terhadap Kinerja Guru*". Penelitian ini terdiri dari dua variabel eksogen yaitu X_1 (Kemampuan Manajerial) dan X_2 (Kemampuan Berkomunikasi) serta satu variabel intervening Gaya Kepemimpinan (Z) dan satu variabel endogen Y (Kinerja Guru). Data penelitian pada empat variabel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 14.3. Data Penelitian

Kemampuan Manajerial	Kemampuan Berkomunikasi	Gaya Kepemimpinan	Kinerja Guru
15	14	17	16
16	15	14	17
7	8	7	9
6	5	6	8
19	20	21	22
17	15	16	19
7	5	4	6
28	14	23	20
8	9	5	10
13	6	9	13
14	8	10	9
10	15	20	17
7	5	7	8
15	18	15	20
15	17	13	16
6	3	3	4
17	20	21	18
23	27	20	26
15	14	8	17
8	9	11	7

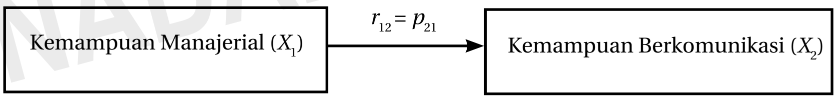
Berdasarkan judul di atas, maka gambar atau model analisis jalur yang digunakan adalah:



Dari judul Pengaruh Kemampuan Manajerial, Kemampuan Berkomunikasi dan Ketersediaan Prasarana terhadap Kinerja Guru, dengan gambar analisis jalur di atas, ada tiga model struktur jalur yang akan diuji hipotesisnya, yaitu:

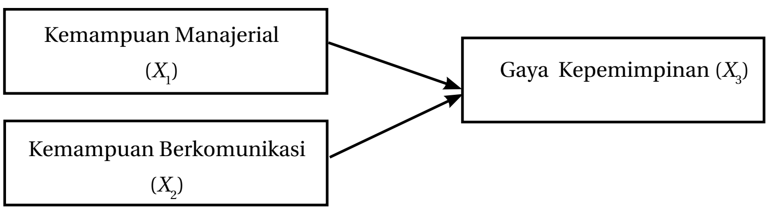
1. Model Struktural 1

Pada model struktural 1, variabel yang akan diuji hipotesisnya adalah variabel Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi. Gambar jalur dapat dilihat di bawah ini:



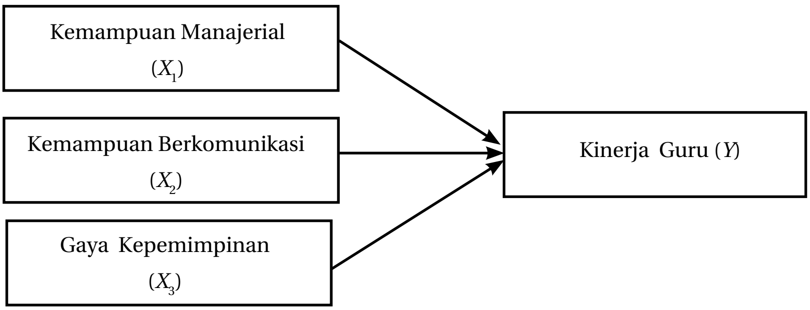
2. Model Struktural 2

Pada model struktrural 2 terdiri dari variabel eksogen Kemampuan Manajerial (X_1), Kemampuan Manajerial (X_2) dengan variabel Ketersediaan Prasarana (Z), dengan gambar jalur sebagai berikut:



3. Model Struktural 3

Pada model struktural 3 terdiri dari variabel eksogen Kemampuan Manajerial (X_1), Kemampuan Manajerial (X_2)dengan variabel Ketersediaan Prasarana (Z), terhadap Variabel Kinerja Guru (Y), dengan gambar jalur sebagai berikut:



Prosedur analisis uji hipotesis penelitian dengan menggunakan analisis jalur sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesis penelitian. Berdasarkan model struktur di atas, dapat disusun 6 buah hipotesis sebagai berikut:

   a. Hipotesis antara variabel X_1 dan X_2

   H_0= Tidak ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Kemampuan Berkomunikasi

   Hipotesis statistik:

   $$H_0 : \gamma_{21} \leq 0$$
   $$H_1 : \gamma_{21} > 0$$

   b. Hipotesis antara variabel X_1 dan X_3

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Gaya Kepemimpinan

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Gaya Kepemimpinan

   Hipotesis statistik:

   $$H_0 : \gamma_{31} \leq 0$$
   $$H_1 : \gamma_{31} > 0$$

   c. Hipotesis antara variabel X_2 dan X_3:

   H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi dan Gaya Kepemimpinan

   H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi dan Gaya Kepemimpinan

   Hipotesis statistik:

   $$H_0 : \gamma_{32} \leq 0$$
   $$H_1 : \gamma_{32} > 0$$

d. Hipotesis antara variabel X_1 dan Y:

H_0= Tidak ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Kinerja Guru

H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial dan Kinerja Guru

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{y1} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{y1} > 0$$

e. Hipotesis antara variabel X_2 dan Y:

H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi dan Kinerja Guru

H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi dan Kinerja Guru

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{y2} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{y2} > 0$$

f. Hipotesis antara variabel X_3 dan Y:

H_0 = Tidak ada pengaruh positif secara langsung Gaya Kepemimpinan dan Kinerja Guru

H_1 = Ada pengaruh positif secara langsung Gaya Kepemimpinan dan Kinerja Guru

Hipotesis statistik:

$$H_0 : \gamma_{y3} \leq 0$$
$$H_1 : \gamma_{y3} > 0$$

2. Mencari harga X_1, X_2, Y, $X_1^2, X_2^2, Y^2, X_1Y, X_2Y$, X_3Y dan XY. Berdasarkan data pada tabel 14.3, diperoleh harga sebagai berikut:

$\sum X_1 = 266$	$\sum Y = 282$	$\sum X_3^2 = 3896$	$\sum X_2Y = 4168$	$\sum X_1X_3 = 3916$
$\sum X_2 = 247$	$\sum X_1^2 = 4220$	$\sum Y^2 = 4684$	$\sum X_3Y = 4155$	$\sum X_2X_3 = 3721$
$\sum X_3 = 250$	$\sum X_2^2 = 3815$	$\sum X_1Y = 4346$	$\sum X_1X_2 = 3831$	

3. Menentukan koefisien korelasi antarvariabel:

a) Koefisien Korelasi X_1 dan X_2:

$$r_{12} = \frac{n.\sum X_1X_2 - \sum X_1.\sum X_2}{\sqrt{\left[n.\sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2\right]\left[n.\sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{20.3831 - (266)(247)}{\sqrt{\left[20.\ 4220 - (266)^2\right]\left[20.\ 3815 - (247)^2\right]}}$$

$$r_{12} = \frac{10918}{14444,04} = 0,756$$

b) Koefisien Korelasi X_1 dan X_3:

$$r_{13} = \frac{n.\sum X_1X_3 - \sum X_1.\sum X_3}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2\right]\left[n.\ \sum X_3^3 - \left(\sum X_3\right)^2\right]}}$$

$$r_{13} = \frac{20.3916 - (266)(250)}{\sqrt{\left[20.\ 4220 - (266)^2\right]\left[20.\ 3896 - (250)^2\right]}}$$

$$r_{13} = \frac{11820}{14504,843} = 0,815$$

c) Koefisien Korelasi X_2 dan X_3:

$$r_{23} = \frac{n.\sum X_2X_3 - \sum X_2.\sum X_3}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]\left[n.\ \sum X_3^3 - \left(\sum X_3\right)^2\right]}}$$

$$r_{23} = \frac{20.3721 - (247)(250)}{\sqrt{\left[20.\ 3815 - (247)^2\right]\left[20.\ 3896 - (250)^2\right]}}$$

$$r_{23} = \frac{12670}{15355,365} = 0,825$$

d) Koefisien Korelasi X_1 dan Y

$$r_{x1y} = \frac{n.\sum X_1Y - \sum X_1.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_1^2 - \left(\sum X_1\right)^2\right]\left[n.\ \sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{x1y} = \frac{20.4346 - (266)(282)}{\sqrt{\left[20.\ 4220 - (266)^2\right]\left[20.\ 4684 - (282)^2\right]}}$$

$$r_{x1y} = \frac{11908}{13897,642} = 0,857$$

e) Koefisien Korelasi X_2 dan Y

$$r_{x2y} = \frac{n.\sum X_2Y - \sum X_2.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\ \sum X_2^2 - \left(\sum X_2\right)^2\right]\left[n.\ \sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{x2y} = \frac{20.4168 - (247)(282)}{\sqrt{\left[20.\ 3815 - (247)^2\right]\left[20.\ 4684 - (282)^2\right]}}$$

$$r_{x2y} = \frac{13706}{14712,559} = 0,932$$

f) Koefisien Korelasi X_3 dan Y

$$r_{x3y} = \frac{n.\sum X_3Y - \sum X_3.\sum Y}{\sqrt{\left[n.\sum X_3^2 - \left(\sum X_3\right)^2\right]\left[n.\sum Y^2 - \left(\sum Y\right)^2\right]}}$$

$$r_{x3y} = \frac{20.4155 - (250)(282)}{\sqrt{\left[20.\ 3896 - (250)^2\right]\left[20.\ 4684 - (282)^2\right]}}$$

$$r_{x3y} = \frac{12600}{14774,489} = 0,853$$

4. Berdasarkan penghitungan di atas, tabel matriks korelasi, yaitu:

r_{1j}	X_1	X_2	X_3	Y
X_1	1,000	0,756	0,815	0,857
X_2	-	1,000	0,825	0,932
X_3	-	-	1,000	0,853
Y	-	-	-	1,000

5. Menentukan koefisien jalur pada masing-masing struktur jalur dengan menggunakan persamaan berikut:

$$p_{21} = r_{12} \quad \leftrightarrow \quad p_{21} = 0,756$$

$$p_{31} + p_{31}r_{12} = r_{13} \quad \leftrightarrow \quad p_{31} + 0,756\,p_{31} = 0,815$$

$$p_{31}r_{12} + p_{32} = r_{23} \quad \leftrightarrow \quad 0,756\,p_{31} + p_{32} = 0,825$$

$$p_{y1} + p_{y2}r_{12} + p_{y3}r_{13} = 1_y \quad \leftrightarrow \quad p_{y1} + 0,756\,p_{y2} + 0,792\,p_{y3} = 0,857$$

$$p_{y1}r_{12} + p_{y2} + p_{y3}r_{23} = 2_y \quad \leftrightarrow \quad 0,756\,p_{y1} + p_{y2} + 0,855p_{y3} = 0,932$$

$$p_{y1}r_{13} + p_{y2}r_{23} + p_{y3} = 3_y \quad \leftrightarrow \quad 0,792\,p_{y1} + 0,855p_{y2} + p_{y3} = 0,853$$

a) Koefisien Determinasi Jalur pada Struktural 1

Koefisien Determinasi pada Jalur Struktural 1 dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\varepsilon = 1 - R_{12}^2\, X\,100\%$$

$$\varepsilon = 1 - 0,756^2 = 0,4285\, X\,100 = 42,85\%$$

Angka 42,85% menunjukkan besarnya faktor lain dalam model di luar dari kedua variabel di atas. Dengan kata lain variabilitas tingkat Kemampuan Manajerial yang diterangkan melalui variabel Kemampuan Berkomunikasi adalah sebesar 57,15%. Sedangkan pengaruh sebesar 42,85% disebabkan oleh variabel-variabel lain di luar dari variabel yang diteliti.

b) Koefisien Determinasi Jalur pada Struktural 2

Koefisien Determinasi Jalur pada Struktural 2 dengan menggunakan penghitungan matriks invers yaitu:

$$R_1 = \begin{vmatrix} 1 & r_{x_1x_2} \\ r_{x_1x_2} & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} p_{31} \\ p_{32} \end{vmatrix} \text{di mana :}$$

$$R_1 = \begin{vmatrix} 1 & 0,756 \\ 0,756 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,815 \\ 0,825 \end{vmatrix}$$

Sehingga matriks inversnya adalah:

$$R_1^{-1} = \frac{1}{ad-bc} \begin{vmatrix} d & -b \\ -c & a \end{vmatrix} \begin{vmatrix} p_{31} \\ p_{32} \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \frac{1}{1-0,5715} \begin{vmatrix} 1 & -0,756 \\ -0,756 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,815 \\ 0,825 \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \frac{1}{0,4285} \begin{vmatrix} 1 & -0,756 \\ -0,756 & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,815 \\ 0,825 \end{vmatrix}$$

$$R_1^{-1} = \begin{vmatrix} 2,334 & -1,764 \\ -1,764 & 2,334 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0,815 \\ 0,825 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,447 \\ 0,488 \end{vmatrix}$$

Berdasarkan penghitungan di atas, diperoleh harga $p_{31} = 0,447$, dan $p_{32} = 0,487$. Koefisien Determinasi untuk jalur 2 adalah:

$$R^2_{3.12} = (r_{13})(p_{31}) + (r_{23})(p_{32})$$

$$R^2_{3.12} = (0,815)(0,447) + (0,825)(0,488) = 0,7669$$

Sedangkan untuk mencari variabel residu yaitu:

$$\varepsilon_2 = 1 - R^2_{3.12} \ X 100\%$$

$$R^2_{3.12} = 1 - 0,7669 \, X 100\% = 23,31\%$$

Angka 23,31% menunjukkan besarnya faktor lain dalam model di luar dari ketiga variabel di atas. Dengan kata lain, variabilitas tingkat Kemampuan Manajerial dengan variabel Kemampuan Berkomunikasi yang dapat diterangkan dengan variabel Gaya Kepemimpinan adalah sebesar 23,31%. Sedangkan pengaruh sebesar 76,69% disebabkan oleh variabel-variabel lain di luar dari variabel yang diteliti.

c) Koefisien Determinasi Jalur pada Struktural 3

Koefisien Determinasi Jalur pada Struktural 2 dengan menggunakan penghitungan matriks invers yaitu:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,756 & 0,815 \\ 0,756 & 1 & 0,825 \\ 0,815 & 0,825 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \\ p_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,857 \\ 0,932 \\ 0,853 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \\ p_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,756 & 0,815 \\ 0,756 & 1 & 0,825 \\ 0,815 & 0,825 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0,857 \\ 0,932 \\ 0,853 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \\ p_{y2} \end{bmatrix} = \frac{1}{0,1003}\begin{bmatrix} 0,3194 & -0,0836 & -0,1913 \\ -0,0836 & 0,3358 & -2,0282 \\ -0,1913 & -0,2089 & 0,4285 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0,857 \\ 0,932 \\ 0,853 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} p_{y1} \\ p_{y2} \\ p_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,1844 & -0,8335 & -1,9073 \\ -0,8335 & 3,3480 & -2,0828 \\ -1,9073 & -2,0828 & 4,2722 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0,857 \\ 0,932 \\ 0,853 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,325 \\ 0,629 \\ 0,068 \end{bmatrix}$$

Dari penghitungan di atas diperoleh $p_{y1} = 0{,}325$, $p_{y2} = 0{,}629$, $p_{y3} = 0{,}068$. Koefisien Determinasi untuk jalur 3 adalah:

$$R^2_{123} = (r_{1y})(p_{y1}) + (r_{2y})(p_{y2}) + (r_{3y})(p_{y3})$$
$$R^2_{123} = (0{,}857)(0{,}325) + (0{,}932)(0{,}629) + (0{,}853)(0{,}068) = 0{,}923$$

Sedangkan variabel residunya adalah:

$$\varepsilon_3 = 1 - R^2_{123} \ X 100\%$$
$$\varepsilon_3 = 1 - 0{,}923\, X 100\%$$
$$\varepsilon_3 = 0{,}077\, X 100 = 7{,}70\%$$

Angka 7,70% menunjukkan besarnya faktor lain dalam model di luar dari keempat variabel di atas. Dengan kata lain variabilitas tingkat Kemampuan Manajerial, variabel Kemampuan Berkomunikasi dan variabel Gaya Kepemimpinan yang dapat diterangkan melalui variabel Kinerja Guru adalah sebesar 7,70%. Sedangkan pengaruh sebesar 92,70% disebabkan oleh variabel-variabel lain di luar dari variabel yang diteliti.

6. Uji Signifikansi Koefisien dengan cara mencari harga t_{hit} pada masing-masing struktur jalur sebagai berikut:

   a. **Harga $\mathbf{t_{hit}}$ pada struktur 1**. Untuk jalur struktur 1 atau jalur p_{21} (Jalur X_1 ke X_2) Kemampuan Manajerial terhadap Kemampuan Berkomunikasi harga t_{hit} adalah:

$$t_1 = \frac{p_{21}\sqrt{n-k-1}}{\sqrt{1-p^2_{21}}}$$
$$t_1 = \frac{0{,}756\sqrt{20-1-1}}{\sqrt{1-0{,}756^2}} = 4{,}900$$

   b. **Harga $\mathbf{t_{hit}}$ pada struktur 2**:

   1.b. Untuk jalur p_{31} (Jalur X_1 ke X_3) atau Kemampuan Manajerial terhadap Gaya Kepemimpinan harga t_{hit} adalah:

$$t_2 = \frac{p_{ji}}{\sqrt{\dfrac{(1-R_{3.12})D^{ii}}{n-k-1}}}$$

$$t_2 = \frac{0,447}{\sqrt{\frac{(1-0,7669)2,334}{20-2-1}}} = 2,499$$

2.b. Untuk jalur p_{32} (Jalur X_2 ke X_3) atau Kemampuan Berkomunikasi terhadap Gaya Kepemimpinan harga t_{hit} adalah:

$$t_3 = \frac{p_{ji}}{\sqrt{\frac{(1-R_{3.12})D^{ii}}{n-k-1}}}$$

$$t_3 = \frac{0,488}{\sqrt{\frac{(1-0,7669)2,334}{20-2-1}}} = 2,728$$

c. Harga t_{hit} pada struktur 3:

1.c. Harga t_{hit} jalur p_{y1} (Jalur X_1 ke Y) atau Kemampuan Manajerial terhadap Kinerja Guru, harga t_{hit} adalah:

$$t_4 = \frac{0,325}{\sqrt{\frac{(1-R_{3.12})D^{ii}}{n-k-1}}}$$

$$t_4 = \frac{0,325}{\sqrt{\frac{(1-0,923)3,1844}{20-3-1}}} = 2,625$$

2.c. Harga t_{hit} jalur p_{y2} (Jalur X_2 ke Y) atau Kemampuan Berkomunikasi terhadap Kinerja Guru, harga t_{hit} adalah:

$$t_5 = \frac{0,629}{\sqrt{\frac{(1-R_{3.12})D^{ii}}{n-k-1}}}$$

$$t_5 = \frac{0,629}{\sqrt{\frac{(1-0,923)3,3480}{20-3-1}}} = 4,955$$

3.c. Harga t_{hit} jalur p_{y3} (JalurX_3 ke Y) atau Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja Guru, harga t_{hit} adalah:

$$t_6 = \frac{0,068}{\sqrt{\frac{(1-R_{3.12})D^{ii}}{n-k-1}}}$$

$$t_6 = \frac{0,068}{\sqrt{\frac{(1-0,923)4,2722}{20-3-1}}} = 0,474$$

7. Mencari dk masing-masing struktur:

a. Untuk p_{21} yaitu: n – k – 1 = 20 – 1 – 1 = 18 sehingga $t_{0,05:18}$ = 2,101

b. Untuk p_{31} dan p_{32} adalah: n – k – 1 = 20 – 2 – 1 = 17 sehingga $t_{0,05:17} = 2{,}110$

c. Untuk p_{y1},p_{y2} dan p_{y3} adalah: n – k – 1 = 20 – 3 – 1 = sehingga $t_{0,05:16} = 2{,}120$

8. Menarik kesimpulan penelitian pada masing-masing jalur berdasarkan hipotesis yaitu:

a. Untuk p_{21}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 4,900 > 2,101 maka H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial terhadap Kemampuan Berkomunikasi.

b. Untuk p_{31}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 2,499 > 2,110 maka H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial terhadap Gaya Kepemimpinan.

c. Untuk p_{32}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 2,728 > 2,110 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi terhadap Gaya Kepemimpinan.

d. Untuk p_{y1} . Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 2,625 > 2,120 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Manajerial terhadap Kinerja Guru.

e. Untuk p_{y2}. Karena harga $t_{hit} > t_{tab}$ atau 4,955 > 2,120 maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif secara langsung Kemampuan Berkomunikasi terhadap Kinerja Guru.

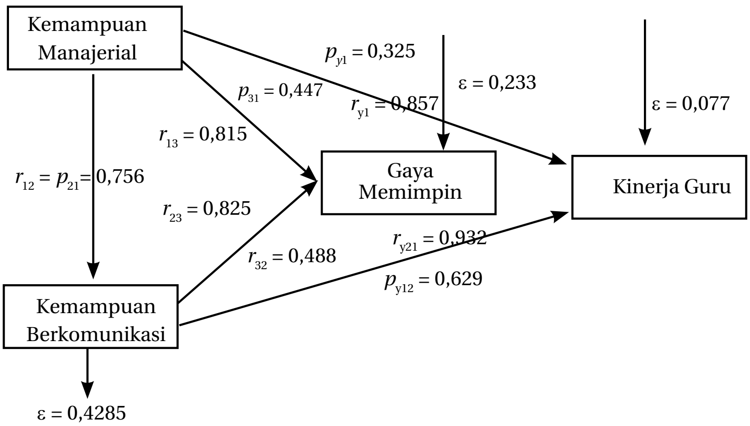
f. Untuk p_{y3}. Karena harga $t_{hit} < t_{tab}$ atau 0,474 < 2,120 maka H_0 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh positif secara langsung Gaya Kepemimpinan terhadap Kinerja Guru.

Berdasarkan uji hipotesis dari seluruh struktur jalur, ringkasannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 14.4. Tabel Ringkasan Penghitungan

Pengaruh Langsung Antar Variabel	Koefisien Jalur	t_{hit}	t_{tab}	Simpulan
Jalur X_1 ke Y	0,325	2,265	2,120	Signifikan
Jalur X_2 ke Y	0,629	4,955	2,120	Signifikan
Jalur X_3 ke Y	0,068	0,474	2,120	Tidak Signifikan
Jalur X_1 ke X_3	0,447	2,449	2,110	Signifikan
Jalur X_2 ke X_3	0,488	2,728	2,110	Signifikan
Jalur X_1 ke X_2	0,756	4,900	2,101	Signifikan

Dari hasil uji hipotesis di atas terdapat satu jalur koefisien yang tidak signifikan yaitu koefisien jalur Jalur X_3 ke Y. Karena tidak signifikan pada jalur, maka koefisien p_{y3} perlu diperbaiki dengan cara mengeluarkan X_3 dari model. Dengan demikian, hasil penghitungan pengujian hipotesis penelitian dapat digambarkan dengan model sebagai berikut:



Berdasarkan hasil uji hipotesis dan gambar analisis jalur di atas, maka persamaan regresinya sebagai berikut:

$X_1 = 0{,}447 X_1$

$X_2 = 0{,}756\ X_2 + 0{,}4285$

$X_3 = 0{,}815\ X_1 + 0{,}233$

$Y = 0{,}325\ X_1 + 0{,}629 X_2 + 0{,}077$

Berdasarkan persamaan regresi di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut:

E. LATIHAN:

1. Jelaskan pengertian analisis jalur sebagai salah satu alat analisis statistik.
2. Berikan interpretasi anda terhadap panah lurus $\rightarrow$ dan panah melengkung dalam analisis jalur.
4. Sebutkan asumsi atau persyaratan yang mesti dipenuhi di dalam menggunakan analisis jalur.
5. Diperoleh hasil penghitungan korelasi antarvariabel dengan matriks korelasinya sebagai berikut:

r_{ij}	X_1	X_2	Y
X_1	1,000	0,79	0,93
X_2	-	1,000	0,95
Y	-	-	1,000

Ket:

X_1 = Pengelolaan kelembagaan

X_2 = Penataan SDM

Y = Kualitas Lembaga

Berdasarkan matriks korelasi di atas, jawablah pertanyaan sebagai berikut:

a. Hitunglah matriks inversnya.

b. Hitunglah kesalahan baku sb_i pada masing-masing jalur.

c. Hitunglah harga t_{hit} dan kemudian tariklah kesimpulan pada $\alpha = 0,05$. Asumsikan jumlah sampel sebanyak 50 orang.

d. Tariklah kesimpulan penelitian.

e. Lukislah model diagram jalur yang dapat dibuat.

5. Dilakukan penelitian pada lembaga sekolah dasar di kota X dengan judul "*Pengaruh Gaya Kepemimpinan Kepala Sekolah, Penghargaan Terhadap SDM dan Situasi Tempat Kerja Terhadap Motivasi Bekerja*" dengan data sebagai berikut:

Gaya Kepemimpinan	**Penghargaan terhadap SDM**	**Situasi Tempat Kerja**	**Motivasi Bekerja**
16	15	12	17
17	16	10	18
7	6	7	9
8	5	7	8
19	20	17	22
17	15	16	19
7	5	4	6
28	14	15	20
8	9	5	10
13	6	9	13
14	8	10	12
10	15	20	17
7	5	7	8
15	18	15	20
18	17	13	16

Berdasarkan data di atas, jawablah pertanyaan berikut ini:

a. Buatlah hipotesis penelitian dan statistik masing-masing struktur jalur.

b. Susunlah matriks korelasi jalur berdasarkan penghitungan koefisien korelasinya.

c. Hitunglah koefisien determinasi masing-masing struktur jalur.

d. Buatlah kesimpulan penelitian.

e. Gambarlah analisis jalur yang dapat dibuat.

Lampiran
Statistik Terbaru

TABEL 1. TABEL DISTRIBUSI NORMAL

z	p(~ *toz)*	*p(z* totail)	ordinate	*z*	*p(J!* to *z)*	*p(z* to tail)	ordinate
.00	.0000	.5000	.3989	.45	.1736	.3264	.3605
.01	.0040	.4960	.3989	.46	.1772	.3228	.3589
.02	.0080	.4920	.3989	.47	.1808	.3192	.3572
.03	.0120	.4880	.3988	.48	.1844	.3156	.3555
.04	.0160	.4840	.3986	.49	.1879	.3121	.3538
.05	.0199	.4801	.3984	.50	.1915	.3085	.3521
.06	.0239	.4761	.3982	.51	.1950	.3050	.3503
.07	.0279	.4721	.3980	.52	.1985	.3015	.3485
.08	.0319	.4681	.3977	.53	.2019	.2981	.3467
.09	.0359	.4641	.3973	.54	.2054	.2946	.3448
.10	.0398	.4602	.3970	.55	.2088	.2912	.3429
.11	.0438	.4562	.3965	.56	.2123	.2877	.3410
.12	.0478	.4522	.3961	.57	.2157	.2843	.3391
.13	.0517	.4483	.3956	.58	.2190	.2810	.3372
.14	.0557	.4443	.3951	.59	.2224	.2776	.3352
.15	.0596	.4404	.3945	.60	.2257	.2743	.3332
.16	.0636	.4364	.3939	.61	.2291	.2709	.3312
.17	.0675	.4325	.3932	.62	.2324	.2676	.3292
.18	.0714	.4286	.3925	.63	.2357	.2643	.3271
.19	.0753	.4247	.3918	.64	.2389	.2611	.3251
.20	.0793	.4207	.3910	.65	.2422	.2578	.3230
.21	.0832	.4168	.3902	.66	.2454	.2546	.3209
.22	.0871	.4129	.3894	.67	.2486	.2514	.3187
.23	.0901	.4090	.3885	.68	.2517	.2483	.3166
.24	.0948	.4052	.3876	.69	.2549	.2451	.3144
.25	.0987	.4013	.3867	.70	.2580	.2420	.3123
.26	.1026	.3974	.3857	.71	.2611	.2389	.3101
.27	.1064	.3936	.3847	.72	.2642	.2358	.3079
.28	.1103	.3897	.3836	.73	.2673	.2327	.3056
.29	.1141	.3859	.3825	.74	.2704	.2296	.3034
.30	.1179	.3821	.3814	.75	.2734	.2266	.3011
.31	.1217	.3783	.3802	.76	.2764	.2236	.2989
.32	.1255	.3745	.3790	.77	.2794	.2206	.2966
.33	.1293	.3707	.3778	.78	.2823	.2177	.2943
.34	.1331	.3669	.3765	.79	.2852	.2148	.2920
.35	.1368	.3632	.3752	.80	.2881	.2119	.2897
.36	.1406	.3594	.3739	.81	.2910	.2090	.2874
.37	.1443	.3557	.3725	.82	.2939	.2061	.2850
.38	.1480	.3520	.3712	.83	.2967	.2033	.2827
.39	.1517	.3483	.3697	.84	.2995	.2005	.2803
.40	.1554	.3446	.3683	.85	.3023	.1977	.2780
.41	.1591	.3409	.3668	.86	.3051	.1949	.2756
.42	.1628	.3372	.3653	.87	.3078	.1922	.2732
.43	.1664	.3336	.3637	.88	.3106	.1894	.2709
.44	.1700	.3300	.3621	.89	.3133	.1867	.2685

TABEL 1. TABEL DISTRIBUSI NORMAL (LANJUTAN)

z	P(1i to z)	p(z to tail)	ordinate	z	*p(J.l* toz)	p(zto tail)	ordinate
.90	.3159	.1841	.2661	1.35	.4115	.0885	.1604
.91	.3186	.1814	.2637	1.36	.4131	.0869	.1582
.92	.3212	.1788	.2613	1.37	.4147	.0853	.1561
.93	.3238	.1762	.2589	1.38	.4162	.0838	.1539
.94	.3264	.1736	.2565	1.39	.4177	.0823	.1518
.95	.3289	.1711	.2541	1.40	.4192	.0808	.1497
.96	.3315	.1685	.2516	1.41	.4207	.0793	.1476
.97	.3340	.1660	.2492	1.42	.4222	.0778	.1456
.98	.3365	.1635	.2468	1.43	.4236	.0764	.1435
.99	.3389	.1611	.2444	1.44	.4251	.0749	.1415
1.00	.3413	.1587	.2420	1.45	.4265	.0735	.1394
1.01	.3438	.1562	.2396	1.46	.4279	.0721	.1374
1.02	.3461	.1539	.2371	1.47	.4292	.0708	.1354
1.03	.3485	.1515	.2347	1.48	.4306	.0694	.1334
1.04	.3508	.1492	.2323	1.49	.4319	.0681	.1315
1.05	.3531	.1469	.2299	1.50	.4332	.0668	.1295
1.06	.3554	.1446	.2275	1.51	.4345	.0655	.1276
1.07	.3577	.1423	.2251	1.52	.4357	.0643	.1257
1.08	.3599	.1401	.2227	1.53	.4370	.0630	.1238
1.09	.3621	.1379	.2203	1.54	.4382	.0618	.1219
1.10	.3643	.1357	.2179	1.55	.4394	.0606	.1200
1.11	.3665	.1335	.2155	1.56	.4406	.0594	.1182
1.12	.3686	.1314	.2131	1.57	.4418	.0582	.1163
1.13	.3708	.1292	.2107	1.58	.4429	.0571	.1145
1.14	.3729	.1271	.2083	1.59	.4441	.0559	.1127
1.15	.3749	.1251	.2059	1.60	.4452	.0548	.1109
1.16	.3770	.1230	.2036	1.61	.4463	.0537	.1092
1.17	.3790	.1210	.2012	1.62	.4474	.0526	.1074
1.18	.3810	.1190	.1989	1.63	.4484	.0516	.1057
1.19	.3830	.1170	.1965	1.64	.4495	.0505	.1040
1.20	.3849	.1151	.1942	1.65	.4505	.0495	.1023
1.21	.3869	.1131	.1919	1.66	.4515	.0485	.1006
1.22	.3888	.1112	.1895	1.67	.4525	.0475	.0989
1.23	.3907	.1093	.1872	1.68	.4535	.0465	.0973
1.24	.3925	.1075	.1849	1.69	.4545	.0455	.0957
1.25	.3944	.1056	.1826	1.70	.4554	.0446	.0940
1.26	.3962	.1038	.1804	1.71	.4564	.0436	.0925
1.27	.3980	.1020	.1781	1.72	.4573	.0427	.0909
1.28	.3997	.1003	.1758	1.73	.4582	.0418	.0893
1.29	.4015	.0985	.1736	1.74	.4591	.0409	.0878
1.30	.4032	.0968	.1714	1.75	.4599	.0401	.0863
1.31	.4049	.0951	.1691	1.76	.4608	.0392	.0848
1.32	.4066	.0934	.1669	1.77	.4616	.0384	.0833
1.33	.4082	.0918	.1447	1.78	.4625	.0375	.0818
1.34	.4099	.0901	.1626	1.79	.4633	.0367	.0804

TABEL 1. TABEL DISTRIBUSI NORMAL (LANJUTAN)

z	p(J.1 toz)	p(z to tail)	ordinate	z	p(J.1 toz)	p(z to tail)	ordinate
1.80	.4641	.0359	.0790	2.25	.4878	.0122	.0317
1.81	.4649	.0351	.0775	2.26	.4881	.0119	.0310
1.82	.4656	.0344	.0761	2.27	.4884	.0116	.0303
1.83	.4664	.0336	.0748	2.28	.4887	.0113	.0297
1.84	.4671	.0329	.0734	2.29	.4890	.0110	.0290
1.85	.4678	.0322	.0721	2.30	.4893	.0107	.0283
1.86	.4686	.0314	.0707	2.31	.4896	.0104	.0277
1.87	.4693	.0307	.0694	2.32	.4898	.0102	.0270
1.88	.4699	.0301	.0681	2.33	.4901	.0099	.0264
1.89	.4706	.0294	.0669	2.34	.4904	.0096	.0258
1.90	.4713	.0287	.0656	2.35	.4906	.0094	.0252
1.91	.4719	.0281	.0644	2.36	.4909	.0091	.0246
1.92	.4726	.0274	.0632	2.37	.4911	.0089	.0241
1.93	.4732	.0268	.0620	2.38	.4913	.0087	.0235
1.94	.4738	.0262	.0608	2.39	.4916	.0084	.0229
1.95	.4744	.0256	.0596	2.40	.4918	.0082	.0224
1.96	.4750	.0250	.0584	2.41	.4920	.0080	.0219
1.97	.4756	.0244	.0573	2.42	.4922	.0078	.0213
1.98	.4761	.0239	.0562	2.43	.4925	.0075	.0208
1.99	.4767	.0233	.0551	2.44	.4927	.0073	.0203
2.00	.4772	.0228	.0540	2.45	.4929	.0071	.0198
2.01	.4778	.0222	.0529	2.46	.4931	.0069	.0194
2.02	.4783	.0217	.0519	2.47	.4932	.0068	.0189
2.03	.4788	.0212	.0508	2.48	.4934	.0066	.0184
2.04	.4793	.0207	.0498	2.49	.4936	.0064	.0180
2.05	.4798	.0202	.0488	2.50	.4938	.0062	.0175
2.06	.4803	.0197	.0478	2.51	.4940	.0060	.0171
2.07	.4808	.0192	.0468	2.52	.4941	.0059	.0167
2.08	.4812	.0188	.0459	2.53	.4943	.0057	.0163
2.09	.4817	.0]83	.0449	2.54	.4945	.0055	.0]58
2.10	.4821	.0179	.0440	2.55	.4946	.0054	.0155
2.11	.4826	.0174	.0431	2.56	.4948	.0052	.0151
2.12	.4830	.0170	.0422	2.57	.4949	.0051	.0147
2.13	.4834	.0166	.0413	2.58	.4951	.0049	.0143
2.14	.4838	.0162	.0404	2.59	.4952	.0048	.0139
2.15	.4842	.0]58	.0396	2.60	.4953	.0047	.0136
2.16	.4846	.0154	.0387	2.61	.4955	.0045	.0132
2.17	.4850	.0150	.0379	2.62	.4956	.0044	.0129
2.18	.4854	.0146	.0371	2.63	.4957	.0043	.0126
2.19	.4857	.0143	.0363	2.64	.4959	.0041	.0122
2.20	.4861	.0139	.0355	2.65	.4960	.0040	.01l9
2.21	.4864	.0136	.0347	2.66	.4961	.0039	.01l6
2.22	.4868	.0132	.0339	2.67	.4962	.0038	.0113
2.23	.4871	.0129	.0332	2.68	.4963	.0037	.01I0
2.24	.4875	.0125	.0325	2.69	.4964	.0036	.0107

TABEL 1. TABEL DISTRIBUSI NORMAL (LANJUTAN)

z	*p(J.1toz)*	*p(z* to tail)	ordinate	*z*	*p(J.1toz)*	*p(z* to tail)	ordinate
2.70	.4965	.0035	.0104	3.15	.4992	.0008	.0028
2.71	.4966	.0034	.0101	3.16	.4992	.0008	.0027
2.72	.4967	.0033	.0099	3.17	.4992	.0008	.0026
2.73	.4968	.0032	.0096	3.18	.4993	.0007	.0025
2.74	.4969	.0031	.0093	3.19	.4993	.0007	.0025
2.75	.4970	.0030	.0091	3.20	.4993	.0007	.0024
2.76	.4971	.0029	.0088	3.21	.4993	.0007	.0023
2.77	.4972	.0028	.0086	3.22	.4994	.0006	.0022
2.78	.4973	.0027	.0084	3.23	.4994	.0006	.0022
2.79	.4974	.0026	.0081	3.24	.4994	.0006	.0021
2.80	.4974	.0026	.0079	3.25	.4994	.0006	.0020
2.81	.4975	.0025	.0077	3.26	.4994	.0006	.0020
2.82	.4976	.0024	.0075	3.27	.4995	.0005	.0019
2.83	.4977	.0023	.0073	3.28	.4995	.0005	.0018
2.84	.4977	.0023	.0071	3.29	.4995	.0005	.0018
2.85	.4978	.0022	.0069	3.30	.4995	.0005	.0017
2.86	.4979	.0021	.0067	3.31	.4995	.0005	.0017
2.87	.4979	.0021	.0065	3.32	.4995	.0005	.0016
2.88	.4980	.0020	.0063	3.33	.4996	.0004	.0016
2.89	.4981	.0019	.0061	3.34	.4996	.0004	.0015
2.90	.4981	.0019	.0060	3.35	.4996	.0004	.0015
2.91	.4982	.0018	.0058	3.36	.4996	.0004	.0014
2.92	.4982	.0018	.0056	3.37	.4996	.0004	.0014
2.93	.4983	.0017	.0055	3.38	.4996	.0004	.0013
2.94	.4984	.0016	.0053	3.39	.4997	.0003	.0013
2.95	.4984	.0016	.0051	3.40	.4997	.0003	.0012
2.96	.4985	.0015	.0050	3.41	.4997	.0003	.0012
2.97	.4985	.0015	.0048	3.42	.4997	.0003	.0012
2.98	.4986	.0014	.0047	3.43	.4997	.0003	.0011
2.99	.4986	.0014	.0046	3.44	.4997	.0003	.0011
3.00	.4987	.0013	.0044	3.45	.4997	.0003	.0010
3.01	.4987	.0013	.0043	3.46	.4997	.0003	.0010
3.02	.4987	.0013	.0042	3.47	.4997	.0003	.0010
3.03	.4988	.0012	.0040	3.48	.4997	.0003	.0009
3.04	.4988	.0012	.0039	3.49	.4998	.0002	.0009
3.05	.4989	.001l	.0038	3.50	.4998	.0002	.0009
3.06	.4989	.0011	.0037	3.51	.4998	.0002	.0008
3.07	.4989	.0011	.0036	3.52	.4998	.0002	.0008
3.08	.4990	.0010	.0035	3.53	.4998	.0002	.0008
3.09	.4990	.0010	.0034	3.54	.4998	.0002	.0008
3.10	.4990	.0010	.0033	3.55	.4998	.0002	.0007
3.11	.4991	.0009	.0032	3.56	.4998	.0002	.0007
3.12	.4991	.0009	.0031	3.57	.4998	.0002	.0007
3.13	.4991	.0009	.0030	3.58	.4998	.0002	.0007
3.14	.4992	.0008	.0029	3.59	.4998	.0002	.0006

TABEL 1. TABEL DISTRIBUSI NORMAL (LANJUTAN)

z	P(Jl toz)	*p(z* to tail)	ordinate	*z*	*p(Jl* to *z)*	*p(z* to tail)	ordinate
3.60	.4998	.0002	.0006	3.80	.4999	.0001	.0003
3.61	.4998	.0002	.0006	3.81	.4999	.0001	.0003
3.62	.4999	.0001	.0006	3.82	.4999	.0001	.0003
3.63	.4999	.0001	.0005	3.83	.4999	.0001	.0003
3.64	.4999	.0001	.0005	3.84	.4999	.0001	.0003
3.65	.4999	.0001	.0005	3.85	.4999	.0001	.0002
3.66	.4999	.0001	.0005	3.86	.4999	.0001	.0002
3.67	.4999	.0001	.0005	3.87	.4999	.0001	.0002
3.68	.4999	.0001	.0005	3.88	.4999	.0001	.0002
3.69	.4999	.0001	.0004	3.89	1.0000	.0000	.0002
3.70	.4999	.0001	.0004	3.90	1.0000	.0000	.0002
3.71	.4999	.0001	.0004	3.91	1.0000	.0000	.0002
3.72	.4999	.0001	.0004	3.92	1.0000	.0000	.0002
3.73	.4999	.0001	.0004	3.93	1.0000	.0000	.0002
3.74	.4999	.0001	.0004	3.94	1.0000	.0000	.0002
3.75	.4999	.0001	.0004	3.95	1.0000	.0000	.0002
3.76	.4999	.0001	.0003	3.96	1.0000	.0000	.0002
3.77	.4999	.0001	.0003	3.97	1.0000	.0000	.0002
3.78	.4999	.0001	.0003	3.98	1.0000	.0000	.0001
3.79	.4999	.0001	.0003	3.99	1.0000	.0000	.0001
				4.00	1.0000	.0000	.0001

TABEL 2. TABEL DISTRIBUSI T

	Uji Satu Pihak						
α / ν	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
	Uji Dua Pihak						
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.001
1	3.078	6.314	12.076	31.821	63.657	318.310	636.620
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

TABEL 3. TABEL DISTRIBUSI KAI KUADRAT

dk	Taraf Signifikansi					
	0,50	**0,30**	**0,20**	**0,10**	**0,05**	**0,01**
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.481	6.635
2	0.139	2.408	3.219	3.605	5.591	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.017	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209
11	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	24.725
12	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	26.217
13	12.340	15.19	16.985	19.812	22.368	27.688
14	13.332	16.222	18.151	21.064	23.685	29.141
15	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	30.578
16	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	32.000
17	16.337	19.511	21.615	24.785	27.587	33.409
18	17.338	20.601	22.760	26.028	28.869	34.805
19	18.338	21.689	23.900	27.271	30.144	36.191
20	19.337	22.775	25.038	28.514	31.410	37.566
21	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	38.932
22	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	40.289
23	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	41.638
24	23.337	27.096	29.553	33.194	35.415	42.980
25	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	44.314
26	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	45.642
27	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	46.963
28	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	48.278
29	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	49.588
30	29.336	33.530	36.250	40.256	43.775	50.892

TABEL 4. Tabel F untuk $\alpha = 0,05$

dk penyebut	dk Pembilang																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40	60	120	inf.
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,9	245,9	248,0	249,3	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,46	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,63	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,52	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,83	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,40	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,11	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,89	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,73	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,60	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,50	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,41	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,34	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,28	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,23	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,18	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,14	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,07	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,02	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,00	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,97	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73

TABEL 4. Tabel F untuk α = 0,05 (Lanjutan)

dk penyebut	dk Pembilang																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40	60	120	inf.
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,94	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,92	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,89	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,88	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,78	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,03	1,95	1,87	1,78	1,73	1,69	1,63	1,58	1,51	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,69	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,60	1,55	1,50	1,43	1,35	1,25
250	3,88	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	2,05	1,98	1,92	1,87	1,79	1,71	1,61	1,55	1,50	1,44	1,37	1,29	1,17
inf.	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,51	1,46	1,39	1,32	1,22	1,00

TABEL 5. Tabel F untuk α =0,01

Dk penyebut	dk Pembilang																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40	60	120	inf.
1	4052,2	4999,5	5403,4	5624,6	5763,6	5859,0	5928,4	5981,1	6022,5	6055,8	6106,3	6157,3	6208,7	6239,8	6260,6	6286,8	6313,0	6339,4	6365,9
2	98,50	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,35	27,23	27,05	26,87	26,69	26,58	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37	14,20	14,02	13,91	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89	9,72	9,55	9,45	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,30	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,06	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,26	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,71	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,31	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,01	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,76	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,57	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,41	3,35	3,27	3,18	3,09	3,00
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,28	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,16	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,07	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	2,98	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,91	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49

TABEL 5. Tabel F untuk α = 0,01 (Lanjutan)

Dk penyebut	dk Pembilang																	
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,84	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,79	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,73	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,69	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,64	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,60	2,54	2,45	2,36	2,27	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,96	2,81	2,66	2,57	2,50	2,42	2,33	2,23	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,93	2,78	2,63	2,54	2,47	2,38	2,29	2,20	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,90	2,75	2,60	2,51	2,44	2,35	2,26	2,17	2,06
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,87	2,73	2,57	2,48	2,41	2,33	2,23	2,14	2,03
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,45	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,27	2,20	2,11	2,02	1,92	1,80
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,19	3,02	2,89	2,78	2,70	2,56	2,42	2,27	2,17	2,10	2,01	1,91	1,80	1,68
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,10	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,93	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38
250	6,74	4,69	3,86	3,40	3,09	2,87	2,71	2,58	2,48	2,39	2,26	2,11	1,95	1,85	1,77	1,67	1,56	1,43	1,24
inf.	6,63	4,61	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,18	2,04	1,88	1,77	1,70	1,59	1,47	1,32	1,00

TABEL 6. Nilai Kritis T Uji Tanda-Peringkat Berpasangan Wilcoxon

n	α=0,005	α=0,01	α=0,025	α=0,05		n	α=0,005	α=0,01	α=0,025	α=0,05
1						26	76	85	98	110
2						27	84	93	107	120
3						28	92	102	117	130
4						29	100	111	127	141
5				1		30	109	120	137	152
6			1	2		31	118	130	148	163
7			2	4		32	128	141	159	175
8		2	4	6		33	138	151	171	188
9	2	3	6	8		34	149	162	183	201
10	3	5	8	11		35	160	174	195	214
11	5	7	11	14		36	171	186	208	228
12	7	10	14	17		37	183	198	222	242
13	10	13	17	21		38	195	211	235	256
14	13	16	21	26		39	208	224	250	271
15	16	20	25	30		40	221	238	264	287
16	19	24	30	36		41	234	252	279	303
17	23	28	35	41		42	248	267	295	319
18	28	33	40	47		43	262	281	311	336
19	32	38	46	54		44	277	297	327	353
20	37	43	52	60		45	292	313	344	371
21	43	49	59	68		46	307	329	361	389
22	49	56	66	75		47	323	345	379	208
23	55	62	73	83		48	339	362	397	427
24	61	69	81	92		49	356	380	415	446
25	68	77	90	101		50	373	398	434	466

TABEL 7. HARGA KRITIS PERINGKAT MANN-WHITNEY

Table 7A: α = .025 for a 1-tailed test or α = .05 for a 2-tailed test.

n_2 \ n_1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	-	6	6	7	7	8	8	9	9	10
	--	18	21	23	26	28	31	33	36	38
4	6	10	11	12	13	14	14	15	16	17
	18	26	29	32	35	38	42	45	48	51
5	6	11	17	18	20	21	22	23	24	26
	21	29	38	42	45	49	53	57	61	64
6	7	12	18	26	27	29	31	32	34	35
	23	32	42	52	57	61	65	70	74	79
7	7	13	20	27	36	38	40	42	44	46
	26	35	45	57	69	74	79	84	89	94
8	8	14	21	29	38	49	51	53	55	58
	28	38	49	61	74	87	93	99	105	110
9	8	14	22	31	40	51	62	65	68	71
	31	42	53	65	79	93	109	115	121	127
10	9	15	23	32	42	53	65	78	81	84
	33	45	57	70	84	99	115	132	139	146
11	9	16	24	34	44	55	68	81	96	99
	36	48	61	74	89	105	121	139	157	165
12	10	17	26	35	46	58	71	84	99	116
	38	51	64	79	94	110	127	146	165	184

Table 7B: α = .05 for a 1-tailed test or α = .10 for a 2-tailed test.

n_2 \ n_1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	-	6	7	8	8	9	9	10	11	11
	--	18	20	22	25	27	30	32	34	37
4	6	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	18	25	28	31	34	37	40	43	46	49
5	7	12	19	20	21	23	24	26	27	28
	20	28	36	40	44	47	51	54	58	62
6	8	13	20	28	29	31	33	35	37	38
	22	31	40	50	55	59	63	67	71	76
7	8	14	21	29	39	41	43	45	47	49
	25	34	44	55	66	71	76	81	86	91
8	9	15	23	31	41	51	54	56	59	62
	27	37	47	59	71	85	90	96	101	106
9	9	16	24	33	43	54	66	69	72	75
	30	40	51	63	76	90	105	111	117	123
10	10	17	26	35	45	56	69	82	86	89
	32	43	54	67	81	96	111	128	134	141
11	11	18	27	37	47	59	72	86	100	104
	34	46	58	71	86	101	117	134	153	160
12	11	19	28	38	49	62	75	89	104	120
	37	49	62	76	91	106	123	141	160	180

TABEL 8. TABEL TES RUN SATU SAMPEL

	n_2																		
n_1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2											2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -
3					2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	2 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -
4				2 9	2 9	2 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -	3 -	4 -	4 -	4 -	4 -	4 -
5		2 -	2 9	2 10	3 10	3 11	3 11	3 -	3 -	4 -	4 -	4 -	4 -	4 -	4 -	4 -	5 -	5 -	5 -
6		2 -	2 9	3 10	3 11	3 12	3 12	4 13	4 13	4 13	4 13	5 -	5 -	5 -	5 -	5 -	5 -	6 -	6 -
7		2 -	2 -	3 11	3 12	3 13	4 13	4 14	5 14	5 14	5 14	5 15	5 15	6 15	6 -	6 -	6 -	6 -	6 -
8		2 -	3 -	3 11	3 12	4 13	4 14	5 14	5 15	5 15	6 16	6 16	6 16	6 16	6 17	7 17	7 17	7 17	7 17
9		2 -	3 -	3 -	4 13	4 14	5 14	5 15	5 16	6 16	6 16	6 17	7 17	7 18	7 18	7 18	8 18	8 18	8 18
10		2 -	3 -	3 -	4 13	5 14	5 15	5 16	6 16	6 17	7 17	7 18	7 18	7 18	8 19	8 19	8 19	8 20	9 20
11		2 -	3 -	4 -	4 13	5 14	5 15	6 16	6 17	7 17	7 18	7 19	8 19	8 19	8 20	9 20	9 20	9 21	9 21
12	2 -	2 -	3 -	4 -	4 13	5 14	6 16	6 16	7 17	7 18	7 19	8 19	8 20	8 20	9 21	9 21	9 21	10 22	10 22
13	2 -	2 -	3 -	4 -	5 -	5 15	6 16	6 17	7 18	7 19	8 19	8 20	9 20	9 21	9 21	10 22	10 22	10 23	10 23
14	2 -	2 -	3 -	4 -	5 -	5 15	6 16	7 17	7 18	8 19	8 20	9 20	9 21	9 22	10 22	10 23	10 23	11 23	11 24
15	2 -	3 -	3 -	4 -	5 -	6 15	6 16	7 18	7 18	8 19	8 20	9 21	9 22	10 22	10 23	11 23	11 24	11 24	12 25
16	2 -	3 -	4 -	4 -	5 -	6 -	6 17	7 18	8 19	8 20	9 21	9 21	10 22	10 23	11 23	11 24	11 25	12 25	12 25
17	2 -	3 -	4 -	4 -	5 -	6 -	7 17	7 18	8 19	9 20	9 21	10 22	10 23	11 23	11 24	11 25	12 25	12 26	13 26
18	2 -	3 -	4 -	5 -	5 -	6 -	7 17	8 18	8 19	9 20	9 21	10 22	2 23	11 24	11 25	12 25	12 26	13 26	13 27
19	2 -	3 -	4 -	5 -	6 -	6 -	7 17	8 18	8 20	9 21	10 22	10 23	11 23	11 24	12 25	12 26	13 26	13 27	13 27
20	2 -	3 -	4 -	5 -	2 -	6 -	7 17	8 18	9 20	9 21	10 22	10 23	11 24	12 25	12 25	13 26	13 27	13 27	14 28

TABEL 9. HARGA KRITIK KOLMOGOROV-SMIRNOV SATU SAMPEL

n	α =.20	α =.10	α =.05	α =.02	α =.01		n	α =.20	α =.10	α =.05	α =.02	α =.01
1	.900	.950	.975	.990	.995		21	.226	.259	.287	.321	.344
2	.684	.776	.842	.900	.929		22	.221	.253	.281	.314	.337
3	.565	.636	.708	.785	.829		23	.216	.247	.275	.307	.330
4	.493	.565	.624	.689	.734		24	.212	.242	.269	.301	.323
5	.447	.509	.563	.627	.669		25	.208	.238	.264	.295	.317
6	.410	.468	.519	.577	.617		26	.204	.233	.259	.290	.311
7	.381	.436	.483	.538	.576		27	.200	.229	.254	.284	.305
8	.358	.410	.454	.507	.542		28	.197	.225	.250	.279	.300
9	.339	.387	.430	.480	.513		29	.193	.221	.246	.275	.295
10	.323	.369	.409	.457	.489		30	.190	.218	.242	.270	.290
11	.308	.352	.391	.437	.468		31	.187	.214	.238	.266	.285
12	.296	.338	.375	.419	.449		32	.184	.211	.234	.262	.281
13	.285	.325	.361	.404	.432		33	.182	.208	.231	.258	.277
14	.275	.314	.349	.390	.418		34	.179	.205	.227	.254	.273
15	.266	.304	.338	.377	.404		35	.177	.202	.224	.251	.269
16	.258	.295	.327	.366	.392		36	.174	.199	.221	.247	.265
17	.250	.286	.318	.355	.381		37	.172	.196	.218	.244	.262
18	.244	.279	.309	.346	.371		38	.170	.194	.215	.241	.258
19	.237	.271	.301	.337	.361		39	.168	.191	.213	.238	.255
20	.232	.265	.294	.329	.352		40	.165	.189	.210	.235	.252
							Over 40	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

TABLE 10. HARGA KRITIK TES LILLIEFORS

n	α =.20	α =.15	α =.10	α =.05	α =.01		n	α =.20	α =.15	α =.10	α =.05	α =.01
							26	.1406	.1472	.1562	.1699	.1985
							27	.1381	.1448	.1533	.1665	.1941
							28	.1358	.1423	.1509	.1641	.1911
4	.3027	.3216	.3456	.3754	.4129		29	.1334	.1398	.1483	.1614	.1886
5	.2893	.3027	.3188	.3427	.3959		30	.1315	.1378	.1460	.1590	.1848
6	.2694	.2816	.2982	.3245	.3728		31	.1291	.1353	.1432	.1559	.1820
7	.2521	.2641	.2802	.3041	.3504		32	.1274	.1336	.1415	.1542	.1798
8	.2387	.2502	.2649	.2825	.3331		33	.1254	.1314	.1392	.1518	.1770
9	.2273	.2382	.2522	.2744	.3162		34	.1236	.1295	.1373	.1497	.1747
10	.2171	.2273	.2410	.2616	.3037		35	.1220	.1278	.1356	.1478	.1720
11	.2080	.2179	.2306	.2506	.2905		36	.1203	.1260	.1336	.1454	.1695
12	.2004	.2101	.2228	.2426	.2812		37	.1188	.1245	.1320	.1436	.1677
13	.1932	.2025	.2147	.2337	.2714		38	.1174	.1230	.1303	.1421	.1653
14	.1869	.1959	.2077	.2257	.2627		39	.1159	.1214	.1288	.1402	.1634
15	.1811	.1899	.2016	.2196	.2545		40	.1147	.1204	.1275	.1386	.1616
16	.1758	.1843	.1956	.2128	.2477		41	.1131	.1186	.1258	.1373	.1599
17	.1711	.1794	.1902	.2071	.2408		42	.1119	.1172	.1244	.1353	.1573
18	.1666	.1747	.1852	.2018	.2345		43	.1106	.1159	.1228	.1339	.1556
19	.1624	.1700	.1803	.1965	.2285		44	.1095	.1148	.1216	.1322	.1542
20	.1589	.1666	.1764	.1920	.2226		45	.1083	.1134	.1204	.1309	.1525
21	.1553	.1629	.1726	.1881	.2190		46	.1071	.1123	.1189	.1293	.1512
22	.1517	.1592	.1690	.1840	.2141		47	.1062	.1113	.1180	.1282	.1499
23	.1484	.1555	.1650	.1798	.2090		48	.1047	.1098	.1165	.1269	.1476
24	.1458	.1527	.1619	.1766	.2053		49	.1040	.1089	.1153	.1256	.1463
25	.1429	.1498	.1589	.1726	.2010		50	.1030	.1079	.1142	.1246	.1457
	$f(n)=\frac{0.83+n}{\sqrt{n}}-0.01$						Over 50	$\frac{0.741}{f(n)}$	$\frac{0.775}{f(n)}$	$\frac{0.819}{f(n)}$	$\frac{0.895}{f(n)}$	$\frac{1.035}{f(n)}$

TABEL 11. HARGA KRITIS KOLMOGOROV-SMIRNOV UNTUK DUA SAMPEL INDEPENDEN

One-tailed		.10	.05	.025	.01	.005
Two-tailed		.20	.10	.05	.02	.01
RI	Rl					
3	3	.667	.667			
3	4	.750	.750			
3	5	.667	.800	.800		
3	6	.667	.667	.833		
3	7	.667	.714	.857	.857	
3	8	.625	.750	.750	.875	
3	9	.667.	.667	.778	.889	.889
3	10	.600	.700	.800	.900	.900
3	12	.583	.667	.750	.833	.917
4	4	.750	.750	.750		
4	5	.600	.750	.800	.800	
4	6	.583	.667	.750	.833	.833
4	7	.607	.714	.750	.857	.857
4	8	.625	.625	.750	.875	.875
4	9	.556	.667	.750	.778	.889
4	10	.550	.650	.700	.800	.800
4	12	.583	.667	.667	.750	.833
4	16	.563	.625	.688	.750	.812
5	5	.600	.600	.800	.800	.800
5	6	.600	.667	.667	.833	.833
5	7	.571	.657	.714	.829	.857
5	8	.550	.625	.675	.800	.800
5	9	.556	.600	.689	.778	.800
5	10	.500	.600	.700	.700	.800
5	15	.533	.600	.667	.733	.733
5	20	.500	.550	.600	.700	.750
6	6	.500	.667	.667	.833	.833
6	7	.548	.571	.690	.714	.833
6	8	.500	.583	.667	.750	.750
6	9	.500	.556	.667	.722	.778
6	10	.500	.567	.633	.700	.733
6	12	.500	.583	.583	.667	.750
6	18	.444	.556	.611	.667	.722
6	24	.458	.500	.583	.625	.667
7	7	.571	.571	.714	.714	.714
7	8	.482	.589	.625	.732	.750
7	9	.492	.556	.635	.714	.746
7	10	.471	.557	.614	.700	.714
7	14	.429	.500	.571	.643	.714
7	28	.429	.464	.536	.607	.643
8	8	.500	.500	.625	.625	.750
8	9	.444	.542	.625	.667	.750
8	10	.475	.525	.575	.675	.700
8	12	.458	.500	.583	.625	.667
8	16	.438	.500	.563	.625	.625
8	32	.406	.438	.500	.563	.594

TABEL 11. HARGA KRITIS KOLMOGOROV-SMIRNOV UNTUK DUA SAMPEL INDEPENDEN (LANJUTAN)

One-tailed		.10	.05	.025	.01	.005
Two-tailed		.20	.10	.05	.02	.01
n_1	n_1					
9	9	.444	.556	.556	.667	.667
9	10	.467	.500	.578	.667	.689
9	12	.444	.500	.556	.611	.667
9	15	.422	.489	.533	.600	.644
9	18	.389	.444	.500	.556	.611
9	36	.361	.417	.472	.528	.556
10	10	.400	.500	.600	.600	.700
10	15	.400	.467	.500	.567	.633
10	20	.400	.450	.500	.550	.600
10	40	.350	.400	.450	.500	.576
11	11	.454	.454	.545	.636	.636
12	12	.417	.417	.500	.583	.583
12	15	.383	.450	.500	.550	.583
12	16	.375	.438	.479	.542	.583
12	18	.361	.417	.472	.528	.556
12	20	.367	.417	.467	.517	.567
13	13	.385	.462	.462	.538	.615
14	14	.357	.429	.500	.500	.571
15	15	.333	.400	.467	.467	.533
16	16	.375	.375	.438	.500	.563
17	17	.353	.412	.412	.471	.529
18	18	.333	.389	.444	.500	.500
19	19	.316	.368	.421	.473	.473
20	20	.300	.350	.400	.450	.500
21	21	.286	.333	.381	.429	.476
22	22	.318	.364	.364	.454	.454
23	23	.304	.348	.391	.435	.435
24	24	.292	.333	.375	.417	.458
25	25	.280	.320	.360	.400	.440
For all other sample	sizes	*1.07K*	1.22K	*1.36K*	*1.52K*	*1.63K*

Dimana:

$$K = \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}$$

TABEL 12. TABEL HARGA KRITIS DUNNET

Two-Tailed Values

The .05 critical values are in lightface type, and the .01 critical values are in bold type.
k = number of treatment means, including control

dk error:	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	2.57	3.03	3.29	3.48	3.62	3.73	3.82	3.90	3.97
	4.03	**4.63**	**4.98**	**5.22**	**5.41**	**5.56**	**5.69**	**5.80**	**5.89**
6	2.45	2.86	3.10	3.26	3.39	3.49	3.57	3.64	3.71
	3.71	**4.21**	**4.51**	**4.71**	**4.87**	**5.00**	**5.10**	**5.20**	**5.28**
7	2.36	2.75	2.97	3.12	3.24	3.33	3.41	3.47	3.53
	3.50	**3.95**	**4.21**	**4.39**	**4.53**	**4.64**	**4.74**	**4.82**	**4.89**
8	2.31	2.67	2.88	3.02	3.13	3.22	3.29	3.35	3.41
	3.36	**3.77**	**4.00**	**4.17**	**4.29**	**4.40**	**4.48**	**4.56**	**4.62**
9	2.26	2.61	2.81	2.95	3.05	3.14	3.20	3.26	3.32
	3.25	**3.63**	**3.85**	**4.01**	**4.12**	**4.22**	**4.30**	**4.37**	**4.43**
10	2.23	2.57	2.76	2.89	2.99	3.07	3.14	3.19	3.24
	3.17	**3.53**	**3.74**	**3.88**	**3.99**	**4.08**	**4.16**	**4.22**	**4.28**
11	2.20	2.53	2.72	2.84	2.94	3.02	3.08	3.14	3.19
	3.11	**3.45**	**3.65**	**3.79**	**3.89**	**3.98**	**4.05**	**4.11**	**4.16**
12	2.18	2.50	2.68	2.81	2.90	2.98	3.04	3.09	3.14
	3.05	**3.39**	**3.58**	**3.71**	**3.81**	**3.89**	**3.96**	**4.02**	**4.07**
13	2.16	2.48	2.65	2.78	2.87	2.94	3.00	3.06	3.10
	3.01	**3.33**	**3.52**	**3.65**	**3.74**	**3.82**	**3.89**	**3.94**	**3.99**
14	2.14	2.46	2.63	2.75	2.84	2.91	2.97	3.02	3.07
	2.98	**3.29**	**3.47**	**3.59**	**3.69**	**3.76**	**3.83**	**3.88**	**3.93**
15	2.13	2.44	2.61	2.73	2.82	2.89	2.95	3.00	3.04
	2.95	**3.25**	**3.43**	**3.55**	**3.64**	**3.71**	**3.78**	**3.83**	**3.88**
16	2.12	2.42	2.59	2.71	2.80	2.87	2.92	2.97	3.02
	2.92	**3.22**	**3.39**	**3.51**	**3.60**	**3.67**	**3.73**	**3.78**	**3.83**
17	2.11	2.41	2.58	2.69	2.78	2.85	2.90	2.95	3.00
	2.90	**3.19**	**3.36**	**3.47**	**3.56**	**3.63**	**3.69**	**3.74**	**3.79**
18	2.10	2.40	2.56	2.68	2.76	2.83	2.89	2.94	2.98
	2.88	**3.17**	**3.33**	**3.44**	**3.53**	**3.60**	**3.66**	**3.71**	**3.75**
19	2.09	2.39	2.55	2.66	2.75	2.81	2.87	2.92	2.96
	2.86	**3.15**	**3.31**	**3.42**	**3.50**	**3.57**	**3.63**	**3.68**	**3.72**
20	2.09	2.38	2.54	2.65	2.73	2.80	2.86	2.90	2.95
	2.85	**3.13**	**3.29**	**3.40**	**3.48**	**3.55**	**3.60**	**3.65**	**3.69**
24	2.06	2.35	2.51	2.61	2.70	2.76	2.81	2.86	2.90
	2.80	**3.07**	**3.22**	**3.32**	**3.40**	**3.47**	**3.52**	**3.57**	**3.61**
30	2.04	2.32	2.47	2.58	2.66	2.72	2.77	2.82	2.86
	2.75	**3.01**	**3.15**	**3.25**	**3.33**	**3.39**	**3.44**	**3.49**	**3.52**
40	2.02	2.29	2.44	2.54	2.62	2.68	2.73	2.77	2.81
	2.70	**2.95**	**3.09**	**3.19**	**3.26**	**3.32**	**3.37**	**3.41**	**3.44**
60	2.00	2.27	2.41	2.51	2.58	2.64	2.69	2.73	2.77
	2.66	**2.90**	**3.03**	**3.12**	**3.19**	**3.25**	**3.29**	**3.33**	**3.37**
120	1.98	2.24	2.38	2.47	2.55	2.60	2.65	2.69	2.73
	2.62	**2.85**	**2.97**	**3.06**	**3.12**	**3.18**	**3.22**	**3.26**	**3.29**
00	1.96	2.21	2.35	2.44	2.51	2.57	2.61	2.65	2.69
2.58		**2.79**	**2.92**	**3.00**	**3.06**	**3.11**	**3.15**	**3.19**	**3.22**

TABEL 13. TABEL HARGA KRITIS DUNNET (LANJUTAN)

One-Tailed Values

k = number of treatment means, including control

dk error:	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	2.02	2.44	2.68	2.85	2.98	3.08	3.16	3.24	3.30
	3.37	**3.90**	**4.21**	**4.43**	**4.60**	**4.73**	**4.85**	**4.94**	**5.03**
6	1.94	2.34	2.56	2.71	2.83	2.92	3.00	3.07	3.12
	3.14	**3.61**	**3.88**	**4.07**	**4.21**	**4.33**	**4.43**	**4.51**	**4.59**
7	1.89	2.27	2.48	2.62	2.73	2.82	2.89	2.95	3.01
	3.00	**3.42**	**3.66**	**3.83**	**3.96**	**4.07**	**4.15**	**4.23**	**4.30**
8	1.86	2.22	2.42	2.55	2.66	2.74	2.81	2.87	2.92
	2.90	**3.29**	**3.51**	**3.67**	**3.79**	**3.88**	**3.96**	**4.03**	**4.09**
9	1.83	2.18	2.37	2.50	2.20	2.68	2.75	2.81	2.86
	2.82	**3.19**	**3.40**	**3.55**	**3.66**	**3.75**	**3.82**	**3.89**	**3.94**
10	1.81	2.15	2.34	2.47	2.56	2.64	2.70	2.76	2.81
	2.76	**3.11**	**3.31**	**3.45**	**3.56**	**3.64**	**3.71**	**3.78**	**3.83**
11	1.80	2.13	2.31	2.44	2.53	2.60	2.67	2.72	2.77
	2.72	**3.06**	**3.25**	**3.38**	**3.48**	**3.56**	**3.63**	**3.69**	**3.74**
12	1.78	2.11	2.29	2.41	2.50	2.58	2.64	2.69	2.74
	2.68	**3.01**	**3.19**	**3.32**	**3.42**	**3.50**	**3.56**	**3.62**	**3.67**
13	1.77	2.09	2.27	2.39	2.48	2.55	2.61	2.66	2.71
	2.65	**2.97**	**3.15**	**3.27**	**3.37**	**3.44**	**3.51**	**3.56**	**3.61**
14	1.76	2.08	2.25	2.37	2.46	2.53	2.59	2.64	2.69
	2.62	**2.94**	**3.11**	**3.23**	**3.32**	**3.40**	**3.46**	**3.51**	**3.56**
15	1.75	2.07	2.24	2.36	2.44	2.51	2.57	2.62	2.67
	2.60	**2.91**	**3.08**	**3.20**	**3.29**	**3.36**	**3.42**	**3.47**	**3.52**
16	1.75	2.06	2.23	2.34	2.43	2.50	2.56	2.61	2.65
	2.58	**2.88**	**3.05**	**3.17**	**3.26**	**3.33**	**3.39**	**3.44**	**3.48**
17	1.74	2.05	2.22	2.33	2.42	2.49	2.54	2.59	2.64
	2.57	**2.86**	**3.03**	**3.14**	**3.23**	**3.30**	**3.36**	**3.41**	**3.45**
18	1.73	2.04	2.21	2.32	2.41	2.48	2.53	2.58	2.62
	2.55	**2.84**	**3.01**	**3.12**	**3.21**	**3.27**	**3.33**	**3.38**	**3.42**
19	1.73	2.03	2.20	2.31	2.40	2.47	2.52	2.57	2.61
	2.54	**2.83**	**2.99**	**3.10**	**3.18**	**3.25**	**3.31**	**3.36**	**3.40**
20	1.72	2.03	2.19	2.30	2.39	2.46	2.51	2.56	2.60
	2.53	**2.81**	**2.97**	**3.08**	**3.17**	**3.23**	**3.29**	**3.34**	**3.38**
24	1.71	2.01	2.17	2.28	2.36	2.43	2.48	2.53	2.57
	2.49	**2.77**	**2.92**	**3.03**	**3.11**	**3.17**	**3.22**	**3.27**	**3.31**
30	1.70	1.99	2.15	2.25	2.33	2.40	2.45	2.50	2.54
	2.46	**2.72**	**2.87**	**2.97**	**3.05**	**3.11**	**3.16**	**3.21**	**3.24**
40	1.68	1.97	2.13	2.23	2.31	2.37	2.42	2.47	2.51
	2.42	**2.68**	**2.82**	**2.92**	**2.99**	**3.05**	**3.10**	**3.14**	**3.18**
60	1.67	1.95	2.10	2.21	2.28	2.35	2.39	2.44	2.48
	2.39	**2.64**	**2.78**	**2.87**	**2.94**	**3.00**	**3.04**	**3.08**	**3.12**
120	1.66	1.93	2.08	2.18	2.26	2.32	2.37	2.41	2.45
	2.36	**2.60**	**2.73**	**2.82**	**2.89**	**2.94**	**2.99**	**3.03**	**3.06**
0	1.64	1.92	2.06	2.16	2.23	2.29	2.34	2.38	2.42
	2.33	**2.56**	**2.68**	**2.77**	**2.84**	**2.89**	**2.93**	**2.97**	**3.00**

TABEL 14. TABEL DISTRIBUSI F_{max}

The .05 critical values are in lightface type, and the .01 critical values are in bold type.

n-l	***k***	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
2		39	87.5	142	202	266	333	403	475	550	626	704
		199	**448**	**729**	**1036**	**1362**	**1705**	**2063**	**2432**	**2813**	**3204**	**3605**
3		15.4	27.8	39.2	50.7	62	72.9	83.5	93.9	104	114	124
		47.5	**85**	**120**	**151**	**184**	**216***	**249***	**281***	**310***	**337***	**361***
4		9.60	15.5	20.6	25.2	29.5	33.6	37.5	41.4	44.6	48.0	51.4
		23.2	**37**	**49**	**59**	**69**	**79**	**89**	**97**	**106**	**113**	**120**
5		7.15	10.8	13.7	16.3	18.7	20.8	22.9	24.7	26.5	28.2	29.9
		14.9	**22**	**28**	**33**	**38**	**42**	**46**	**50**	**54**	**57**	**60**
6		5.82	8.38	10.4	12.1	13.7	15.0	16.3	17.5	18.6	19.7	20.7
		11.1	**15.5**	**19.1**	**22**	**25**	**27**	**30**	**32**	**34**	**36**	**37**
7		4.99	6.94	8.44	9.70	10.8	11.8	12.7	13.5	14.3	15. I	15.8
		8.89	**12.1**	**14.5**	**16.5**	**18.4**	**20.**	**22**	**23**	**24**	**26**	**27**
8		4.43	6.00	7.18	8.12	9.03	9.78	10.5	11.1	11.7	12.2	12.7
		7.50	**9.9**	**11.7**	**13.2**	**14.5**	**15.8**	**16.9**	**17.9**	**18.9**	**19.8**	**21**
9		4.03	5.34	6.31	7.11	7.80	8.41	8.95	9.45	9.91	10.3	10.7
		6.54	**8.5**	**9.9**	**11.1**	**12.1**	**13.1**	**13.9**	**14.7**	**15.3**	**16.0**	**16.6**
10		3.72	4.85	5.67	6.34	6.92	7.42	7.87	8.28	8.66	9.01	9.34
		5.85	**7.4**	**8.6**	**9.6**	**10.4**	**11.1**	**11.8**	**12.4**	**12.9**	**13.4**	**13.9**
12		3.28	4.16	4.79	5.30	5.72	6.09	6.42	6.72	7.00	7.25	7.48
		4.91	**6.1**	**6.9**	**7.6**	**8.2**	**8.7**	**9.1**	**9.5**	**9.9**	**10.2**	**10.6**
15		2.86	3.54	4.01	4.37	4.68	4.95	5.19	5.40	5.59	5.77	5.93
		4.07	**4.9**	**5.5**	**6.0**	**6.4**	**6.7**	**7.1**	**7.3**	**7.5**	**7.8**	**8.0**
20		2.46	2.95	3.29	3.54	3.76	3.94	4.10	4.24	4.37	4.49	4.59
		3.32	**3.8**	**4.3**	**4.6**	**4.9**	**5.1**	**5.3**	**5.5**	**5.6**	**5.8**	**5.9**
30		2.07	2.40	2.61	2.78	2.91	3.02	3.12	3.21	3.29	3.36	3.39
		2.63	**3.0**	**3.3**	**3.5**	**3.6**	**3.7**	**3.8**	**3.9**	**4.0**	**4.1**	**4.2**
60		1.67	1.85	1.96	2.04	2.11	2.17	2.22	2.26	2.30	2.33	2.36
		1.96	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.4**	**2.5**	**2.5**	**2.6**	**2.6**	**2.7**	**2.7**

TABEL 15. Harga Kritik untuk Product Moment

Tabel nilai kritis untuk r Pearson Product Moment								
dk=n-2	**Probabilitas 1 ekor**							
	0,10	**0,05**	**0,025**	**0,01**	**0,005**	**0,0025**	**0,001**	**0,0005**
	Probabilitas 2 ekor							
	0,20	**0,10**	**0,05**	**0,02**	**0,01**	**0,01**	**0,002**	**0,001**
1	0,951	0,988	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,800	0,900	0,950	0,980	0,990	0,995	0,998	0,999
3	0,687	0,805	0,878	0,934	0,959	0,974	0,986	0,991
4	0,608	0,729	0,811	0,882	0,917	0,942	0,963	0,974
5	0,551	0,669	0,754	0,833	0,875	0,906	0,935	0,951
6	0,507	0,621	0,707	0,789	0,834	0,870	0,905	0,925
7	0,472	0,582	0,666	0,750	0,798	0,836	0,875	0,898
8	0,443	0,549	0,632	0,715	0,765	0,805	0,847	0,872
9	0,419	0,521	0,602	0,685	0,735	0,776	0,820	0,847
10	0,398	0,497	0,576	0,658	0,708	0,750	0,795	0,823
11	0,380	0,476	0,553	0,634	0,684	0,726	0,772	0,801
12	0,365	0,458	0,532	0,612	0,661	0,703	0,750	0,780
13	0,351	0,441	0,514	0,592	0,641	0,683	0,730	0,760
14	0,338	0,426	0,497	0,574	0,623	0,664	0,711	0,742
15	0,327	0,412	0,482	0,558	0,606	0,647	0,694	0,725
16	0,317	0,400	0,468	0,543	0,590	0,631	0,678	0,708
17	0,308	0,389	0,456	0,529	0,575	0,616	0,662	0,693
18	0,299	0,378	0,444	0,516	0,561	0,602	0,648	0,679
19	0,291	0,369	0,433	0,503	0,549	0,589	0,635	0,665
20	0,284	0,360	0,423	0,492	0,537	0,576	0,622	0,652
21	0,277	0,352	0,413	0,482	0,526	0,565	0,610	0,640
22	0,271	0,344	0,404	0,472	0,515	0,554	0,599	0,629
23	0,265	0,337	0,396	0,462	0,505	0,543	0,588	0,618
24	0,260	0,330	0,388	0,453	0,496	0,534	0,578	0,607
25	0,255	0,323	0,381	0,445	0,487	0,524	0,568	0,597
26	0,250	0,317	0,374	0,437	0,479	0,515	0,559	0,588
27	0,245	0,311	0,367	0,430	0,471	0,507	0,550	0,579
28	0,241	0,306	0,361	0,423	0,463	0,499	0,541	0,570
29	0,237	0,301	0,355	0,416	0,456	0,491	0,533	0,562
30	0,233	0,296	0,349	0,409	0,449	0,484	0,526	0,554
35	0,216	0,275	0,325	0,381	0,418	0,452	0,492	0,519
40	0,202	0,257	0,304	0,358	0,393	0,425	0,463	0,490
45	0,190	0,243	0,288	0,338	0,372	0,403	0,439	0,465
50	0,181	0,231	0,273	0,322	0,354	0,384	0,419	0,443
60	0,165	0,211	0,250	0,295	0,325	0,352	0,385	0,408
70	0,153	0,195	0,232	0,274	0,302	0,327	0,358	0,380
80	0,143	0,183	0,217	0,257	0,283	0,307	0,336	0,357
90	0,135	0,173	0,205	0,242	0,267	0,290	0,318	0,338
100	0,128	0,164	0,195	0,230	0,254	0,276	0,303	0,321
150	0,105	0,134	0,159	0,189	0,208	0,227	0,249	0,264
200	0,091	0,116	0,138	0,164	0,181	0,197	0,216	0,230

TABEL 16. TABEL SPEARMAN RHO

Level of Significance				Level of Significance	
N	α = .05	α =.01	*N*	α =.05	α = .01
5	1.000	–	5	.900	1.000
6	.886	1.000	6	.829	.943
7	.786	.929	7	.714	.893
8	.738	.881	8	.643	.833
9	.700	.833	9	.600	.783
10	.648	.794	10	.564	.745
11	.618	.755	11	.536	.709
12	.587	.727	12	.503	.671
13	.560	.703	13	.484	.648
14	.538	.675	14	.464	.622
15	.521	.654	15	.443	.604
16	.503	.635	16	.429	.582
17	.485	.615	17	.414	.566
18	.472	.600	18	.401	.550
19	.460	.584	19	.391	.535
20	.447	.570	20	.380	.520
21	.435	.556	21	.370	.508
22	.425	.544	22	.361	.496
23	.415	.532	23	.353	.486
24	.406	.521	24	.344	.476
25	.398	.511	25	.337	.466
26	.390	.501	26	.331	.457
27	.382	.491	27	.324	.448
28	.375	.483	28	.317	.440
29	.368	.475	29	.312	.433
30	.362	.467	30	.306	.425
31	.356	.459	31	.301	.418
32	.350	.452	32	.296	.412
33	.345	.446	33	.291	.405
34	.340	.439	34	287	.399
35	.335	.433	35	.283	.394
36	.330	.427	36	.279	.388
37	.325	.421	37	.275	.383
38	.321	.415	38	.271	.378
39	.317	.410	39	.267	.373
40	.313	.405	40	.264	.368
41	.309	.400	41	.261	.364
42	.305	.395	42	.257	.359
43	.301	.391	43	.254	.355
44	.298	.386	44	.251	.351
45	.294	.382	45	.248	.347
46	.291	.378	46	.246	.343
47	.288	.374	47	.243	.340
48	.285	.370	48	.240	.336
49	.282	.366	49	.238	.333
50	.279	.363	50	.235	.329

TABEL 17. HARGA KRITIS KENDALL'S TAU

Critical values for both f and S are listed in the table.

Two-tailed	.01		.02		.05		.10		.20	
One tailed	.005		.01		.025		.05		.10	
n	*S*	*t*	*S*	*t*	*S*	*i*	*S*	*i*	*S*	*t*
4	8	1.000	8	l.000	8	1.000	6	1.000	6	1.000
5	12	1.000	10	1.000	10	1.000	8	.800	8	.800
6	15	1.000	13	.867	13	.867	II	.733	9	.600
7	19	.905	17	.810	15	.714	13	.619	11	.524
8	22	.786	20	.714	18	.643	16	.571	12	.429
9	26	.722	24	.667	20	.556	18	.500	14	.389
10	29	.644	27	.600	23	.511	21	.467	17	.378
II	33	.600	31	.564	27	.491	23	.418	19	.345
12	38	.576	36	.545	30	.455	26	.394	20	.303
13	44	.564	40	.513	34	.436	28	.359	24	.308
14	47	.516	43	.473	37	.407	33	.363	25	.275
15	53	.505	49	.467	41	.390	35	.333	29	.276
16	58	.483	52	.433	46	.383	38	.317	30	.250
17	64	.471	58	.426	50	.368	42	.309	34	.250
18	69	.451	63	.412	53	.346	45	.294	37	.242
19	75	.439	67	.392	57	.333	49	.287	39	.228
20	80	.421	72	.379	62	.326	52	.274	42	.221
21	86	.410	78	.371	66	.314	56	.267	44	.210
22	91	.394	83	.359	71	.307	61	.264	47	.203
23	99	.391	89	.352	75	.296	65	.257	51	.202
24	104	.377	94	.341	80	.290	68	.246	54	.196
25	110	.367	100	.333	86	.287	72	.240	58	.193
26	117	.360	107	.329	91	.280	77	.237	61	.188
27	125	.356	113	.322	95	.271	81	.231	63	.179
28	130	.344	118	.312	100	.265	86	.228	68	.180
29	138	.340	126	.310	106	.261	90	.222	70	.172
30	145	.333	131	.301	III	.255	95	.218	75	.172
31	151	.325	137	.295	117	.252	99	.213	77	.166
32	160	.323	144	.290	122	.246	104	.210	82	.165
33	166	.314	152	.288	128	.242	108	.205	86	.163
34	175	.312	157	.280	133	.237	113	.201	89	.159
35	181	.304	165	.277	139	.234	117	.197	93	.156
36	190	.302	172	.273	146	.232	122	.194	96	.152
37	198	.297	178	.267	152	.228	128	.192	100	.150
38	205	.292	185	.263	157	.223	133	.189	105	.149
39	213	.287	193	.260	163	.220	139	.188	109	.147
40	222	.285	200	.256	170	.218	144	.185	112	.144

TABEL 18. TABEL BINOMIAL

		p																		
n	*r*	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
2	0	.980	.902	.810	.723	.640	.563	.490	.423	.360	.303	.250	.203	.160	.123	.090	.063	.040	.023	.010	.002
	1	.020	.095	.180	.255	.320	.375	.420	.455	.480	.495	.500	.495	.480	.455	.420	.375	.320	.255	.180	.095
	2	.000	.002	.010	.023	.040	.063	.090	.123	.160	.203	.250	.303	.360	.423	.490	.563	.640	.723	.810	.902
3	0	.970	.857	.729	.614	.512	.422	.343	.275	.216	.166	.125	.091	.064	.043	.027	.016	.008	.003	.001	.000
	1	.029	.135	.243	.325	.384	.422	.441	.444	.432	.408	.375	.334	.288	.239	.189	.141	.096	.057	.027	.007
	2	.000	.007	.027	.057	.096	.141	.189	.239	.288	.334	.375	.408	.432	.444	.441	.422	.384	.325	.243	.135
	3	.000	.000	.001	.003	.008	.016	.027	.043	.064	.091	.125	.166	.216	.275	.343	.422	.512	.614	.729	.857
4	0	.961	.815	.656	.522	.410	.316	.240	.179	.130	.092	.062	.041	.026	.015	.008	.004	.002	.001	.000	.000
	1	.039	.171	.292	.368	.410	.422	.412	.384	.346	.300	.250	.200	.154	.112	.076	.047	.026	.011	.004	.000
	2	.001	.014	.049	.098	.154	.211	.265	.311	.346	.368	.375	.368	.346	.311	.265	.211	.154	.098	.049	.014
	3	.000	.000	.004	.011	.026	.047	.076	.112	.154	.200	.250	.300	.346	.384	.412	.422	.410	.368	.292	.171
	4	.000	.000	.000	.001	.002	.004	.008	.015	.026	.041	.062	.092	.130	.179	.240	.316	.410	.522	.656	.815
5	0	.951	.774	.590	.444	.328	.237	.168	.116	.078	.050	.031	.019	.010	.005	.002	.001	.000	.000	.000	.000
	1	.048	.204	.328	.392	.410	.396	.360	.312	.259	.206	.156	.113	.077	.049	.028	.015	.006	.002	.000	.000
	2	.001	.021	.073	.138	.205	.264	.309	.336	.346	.337	.312	.276	.230	.181	.132	.088	.051	.024	.008	.001
	3	.000	.001	.008	.024	.051	.088	.132	.181	.230	.276	.312	.337	.346	.336	.309	.264	.205	.138	.073	.021
	4	.000	.000	.000	.002	.006	.015	.028	.049	.077	.113	.156	.206	.259	.312	.360	.396	.410	.392	.328	.204
	5	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.005	.010	.019	.031	.050	.078	.116	.168	.237	.328	.444	.590	.774
6	0	.941	.735	.531	.377	.262	.178	.118	.075	.047	.028	.016	.008	.004	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

p

n	*r*	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	1	.057	.232	.354	.399	.393	.356	.303	.244	.187	.136	.094	.061	.037	.020	.010	.004	.002	.000	.000	.000
	2	.001	.031	.098	.176	.246	.297	.324	.328	.311	.278	.234	.186	.138	.095	.060	.033	.015	.006	.001	.000
	3	.000	.002	.015	.042	.082	.132	.185	.236	.276	.303	.312	.303	.276	.236	.185	.132	.082	.042	.015	.002
	4	.000	.000	.001	.006	.015	.033	.060	.095	.138	.186	.234	.278	.311	.328	.324	.297	.246	.176	.098	.031
	5	.000	.000	.000	.000	.002	.004	.010	.020	.037	.061	.094	.136	.187	.244	.303	.356	.393	.399	.354	.232
	6	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.004	.008	.016	.028	.047	.075	.118	.178	.262	.377	.531	.735
7	0	.932	.698	.478	.321	.210	.133	.082	.049	.028	.015	.008	.004	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.066	.257	.372	.396	.367	.311	.247	.185	.131	.087	.055	.032	.017	.008	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	2	.002	.041	.124	.210	.275	.311	.318	.299	.261	.214	.164	.117	.077	.047	.025	.012	.004	.001	.000	.000
	3	.000	.004	.023	.062	.115	.173	.227	.268	.290	.292	.273	.239	.194	.144	.097	.058	.029	.011	.003	.000
	4	.000	.000	.003	.011	.029	.058	.097	.144	.194	.239	.273	.292	.290	;268	.227	.173	.115	.062	.023	.004
	5	.000	.000	.000	.001	.004	.012	.025	.047	.077	.117	.164	.214	.261	.299	.318	.311	.275	.210	.124	.041
	6	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.008	.017	.032	.055	.087	.131	.185	.247	.311	.367	.396	.372	.257
	7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.004	.008	.015	.028	.049	.082	.133	.210	.321	.478	.698
8	0	.923	.663	.430	.272	.168	.100	.058	.032	.017	.008	.004	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.075	.279	.383	.385	.336	.267	.198	.137	.090	.055	.031	.016	.008	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.003	.051	.149	.238	.294	.311	.296	.259	.209	.157	.109	.070	.041	.022	.010	.004	.001	.000	.000	.000
	3	.000	.005	.033	.084	.147	.208	.254	.279	.279	.257	.219	.172	.124	.081	.047	.023	.009	.003	.000	.000
	4	.000	.000	.005	:018	.046	.087	.136	.188	.232	.263	.273	.263	.232	.188	.136	.087	.046	.018	.005	.000
	5	.000	.000	.000	.003	.009	.023	.047	.081	.124	.172	.219	.257	.279	.279	.254	.208	.147	.084	.033	.005
	6	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.010	.022	.041	.070	.109	.157	.209	.259	.296	.311	.294	.238	.149	.051

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

n	r	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	7	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.008	.016	.031	.055	.090	.137	.198	.267	.336	.385	.383	.279
	8	.000	.000	.000	.000	.000	000	.000	.000	.001	.002	.004	.008	.017	.032	.058	.100	.168	.272	.430	.663
9	0	.914	.630	.387	.232	.134	.075	.040	.021	.010	.005	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.083	.299	.387	.368	.302	.225	.156	.100	.060	.034	.018	.008	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.003	.063	.172	.260	.302	.300	.267	.216	.161	.111	.070	.041	.021	.010	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.008	.045	.107	.176	.234	.267	.272	.251	.212	.164	.116	.074	.042	.021	.009	.003	.001	.000	.000
	4	.000	.001	.007	.028	.066	.117	.172	.219	.251	.260	.246	.213	.167	.118	.074	.039	.017	.005	.001	.000
	5	.000	.000	.001	.005	.017	.039	.074	.118	.167	.213	.246	.260	.251	.219	.172	.117	.066	.028	.007	.001
	6	.000	.000	.000	.001	.003	.009	.021	.042	.074	.116	.164	.212	.251	.272	.267	.234	.176	.107	.045	.008
	7	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.010	.021	.041	.070	.111	.161	.216	.267	.300	.302	.260	.172	.063
	8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.008	.018	.034	.060	.100	.156	.225	.302	.368	.387	.299
	9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.005	.010	.021	.040	.075	.134	.232	.387	.630
10	0	.904	.599	.349	.197	.107	.056	.028	.014	.006	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.091	.315	.387	.347	.268	.188	.121	.072	.040	.021	.010	.004	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.004	.075	.194	.276	.302	.282	.233	.176	.121	.076	.044	.023	.011	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.010	.057	.130	.201	.250	.267	.252	.215	.166	.117	.075	.042	.021	.009	.003	.001	.000	.000	.000
	4	.000	.001	.011	.040	.088	.146	.200	.238	.251	.238	.205	.160	.111	.069	.037	.016	.006	.001	.000	.000
	5	.000	.000	.001	.008	.026	.058	.103	.154	.201	.234	.246	.234	.201	.154	.103	.058	.026	.008	.001	.000
	6	.000	.000	.000	.001	.006	.016	.037	.069	.111	.160	.205	.238	.251	.238	.200	.146	.088	.040	.011	.001
	7	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.009	.021	.042	.075	.117	.166	.215	.252	.267	.250	.201	.130	.057	.010
	8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.011	.023	.044	.076	.121	.176	.233	.282	.302	.276	.194	.07.
	9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	.004	.010	.021	.040	.072	.121	.188	.268	.347	.387	.315

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

n	*r*	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.006	.014	.028	.056	.107	.197	.349	.599
11	0	.895	.569	.314	.167	.086	.042	.020	.009	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.099	.329	.384	.325	.236	.155	.093	.052	.027	.013	.005	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.005	.087	.213	.287	.295	.258	.200	.140	.089	.051	.027	.013	.005	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.014	.071	.152	.221	.258	.257	.225	.177	.126	.081	.046	.023	.010	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	4	.000	.001	.016	.054	.111	.172	.220	.243	.236	.206	.161	.113	.070	.038	.017	.006	.002	.000	.000	.000
	5	.000	.000	.002	.013	.039	.080	.132	.183	.221	.236	.226	.193	.147	.099	.057	.027	.010	.002	.000	.000
	6	.000	.000	.000	.002	.010	.027	.057	.099	.147	.193	.226	.236	.221	.183	.132	.080	.039	.013	.002	.000
	7	.000	.000	.000	.000	.002	.006	.017	.038	.070	.113	.161	.206	.236	.243	.220	.172	.111	.054	.016	.001
	8	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.010	.023	.046	.081	.126	.177	.225	.257	.258	.221	.152	.071	.014
	9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.005	.013	.027	.051	.089	.140	.200	.258	.295	.287	.213	.087
	10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.005	.013	.027	.052	.093	.155	.236	.325	.384	.329
	11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.009	.020	.042	.086	.167	.314	.569
12	0	.886	.540	.282	.142	.069	.032	.014	.006	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.107	.341	.377	.301	.206	.127	.071	.037	.017	.008	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.006	.099	.230	.292	.283	.232	.168	.109	.064	.034	.016	.007	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.017	.085	.172	.236	.258	.240	.195	.142	.092	.054	.028	.012	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	4	.000	.002	.021	.068	.133	.194	.231	.237	.213	.170	.121	.076	.042	.020	.008	.002	.001	.000	.000	.000
	5	.000	.000	.004	.019	.053	.103	.158	.204	.227	.223	.193	.149	.101	.059	.029	.011	.003	.001	.000	.000
	6	.000	.000	.000	.004	.016	.040	.079	.128	.177	.212	.226	.212	.177	.128	.079	.040	.016	.004	.000	.000
	7	.000	.000	.000	.001	.003	.011	.029	.059	.101	.149	.193	.223	.227	.204	.158	.103	.053	.019	.004	.000
	8	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.008	.020	.042	.076	.121	.170	.213	.237	.231	.194	.133	.068	.021	.002

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

n	r	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.012	.028	.054	.092	.142	.195	.240	.258	.236	.172	.085	.017
	10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.007	.016	.034	.064	.109	.168	.232	.283	.292	.230	.099
	11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.008	.017	.037	.071	.127	.206	.301	.377	.341
	12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.006	.014	.032	.069	.142	.282	.540
15	0	.860	.463	.206	.087	.035	.013	.005	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.130	.366	.343	.231	.132	.067	.031	.013	.005	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.009	.135	.267	.286	.231	.156	.092	.048	.022	.009	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.031	.129	.218	.250	.225	.170	.111	.063	.032	.014	.005	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	.000	.005	.043	.116	.188	.225	.219	.179	.127	.078	.042	.019	.007	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	5	.000	.001	.010	.045	.103	.165	.206	.212	.186	.140	.092	.051	.024	.010	.003	.001	.000	.000	.000	.000
	6	.000	.000	.002	.013	.043	.092	.147	.191	.207	.191	.153	.105	.061	.030	.012	.003	.001	.000	.000	.000
	7	.000	.000	.000	.003	.014	.039	.081	.132	.177	.201	.196	.165	.118	.071	.035	.013	.003	.001	.000	.000
	8	.000	.000	.000	.001	.003	.013	.035	.071	.118	.165	.196	.201	.177	.132	.081	.039	.014	.003	.000	.000
	9	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.012	.030	.061	.105	.153	.191	.207	.191	.147	.092	.043	.013	.002	.000
	10	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.010	.024	.051	.092	.140	.186	.212	.206	.165	.103	.045	.010	.001
	11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.007	.019	.042	.078	.127	.179	.219	.225	.188	.116	.043	.005
	12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	.005	.014	.032	.063	.111	.170	.225	.250	.218	.129	.031
	13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.009	.022	.048	.092	.156	.231	.286	.267	.135
	14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	.005	.013	.031	.067	.132	.231	.343	.366
	15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	.005	.013	.035	.087	.206	.463
16	0	.851	.440	.185	.074	.028	.010	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.138	.371	.329	.210	.113	.053	.023	.009	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

n	r	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	2	.010	.146	.275	.277	.211	.134	.073	.035	.015	.006	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.000	.036	.142	.229	.246	.208	.146	.089	.047	.022	.009	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	.000	.006	.051	.131	.200	.225	.204	.155	.101	.057	.028	.011	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	5	.000	.001	.014	.056	.120	.180	.210	.201	.162	.112	.067	.034	.014	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	6	.000	.000	.003	.018	.055	.110	.165	.198	.198	.168	.122	.075	.039	.017	.006	.001	.000	.000	.000	.000
	7	.000	.000	.000	.005	.020	.052	.101	.152	.189	.197	.175	.132	.084	.044	.019	.006	.001	.000	.000	.000
	8	.000	.000	.000	.001	.006	.020	.049	.092	.142	.181	.196	.181	.142	.092	.049	.020	.006	.001	.000	.000
	9	.000	.000	.000	.000	.001	.006	.019	.044	.084	.132	.175	.197	.189	.152	.101	.052	.020	.005	.000	.000
	10	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.006	.017	.039	.075	.122	.168	.198	.198	.165	.110	.055	.018	.003	.000
	11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.014	.034	.067	.112	.162	.201	.210	.180	.120	.056	.014	.001
	12	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.011	.028	.057	.101	.155	.204	.225	.200	.131	.051	.006
	13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.009	.022	.047	.089	.146	.208	.246	.229	.142	.036
	14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.002	.006	.015	.035	.073	.134	.211	.277	.275	.146
	15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.009	.023	.053	.113	.210	.329	.371
	16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.010	.028	.074	.185	.440
20	0	.818	.358	.122	.039	.012	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.165	.377	.270	.137	.058	.021	.007	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	.016	.189	.285	.229	.137	.067	.028	.010	.003	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	.001	.060	.190	.243	.205	.134	.072	.032	.012	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	.000	.013	.090	.182	.218	.190	.130	.074	.035	.014	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	5	.000	.002	.032	.103	.175	.202	.179	.127	.075	.036	.015	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	6	.000	.000	.009	.045	.109	.169	.192	.171	.124	.075	.037	.015	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	7	.000	.000	.002	.016	.055	.112	.164	.184	.166	.122	.074	.037	.015	.005	.001	.000	.000	.000	.000	.000

TABEL 18. TABEL BINOMIAL (LANJUTAN)

n	*r*	.01	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	8	.000	.000	.000	.005	.022	.061	.114	.161	.180	.162	.120	.073	.035	.014	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	9	.000	.000	.000	.001	.007	.027	.065	.116	.160	.177	.160	.119	.071	.034	.012	.003	.000	.000	.000	.000
	10	.000	.000	.000	.000	.002	.010	.031	.069	.117	.159	.176	.159	.117	.069	.031	.010	.002	.000	.000	.000
	11	.000	.000	.000	.000	.000	.003	.012	.034	.071	.119	.160	.177	.160	.116	.065	.027	.007	.001	.000	.000
	12	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.014	.035	.073	.120	.162	.180	.161	.114	.061	.022	.005	.000	.000
	13	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.015	.037	.074	.122	.166	.184	.164	.112	.055	.016	.002	.000
	14	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.015	.037	.075	.124	.171	.192	.169	.109	.045	.009	.000
	15	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.015	.036	.075	.127	.179	.202	.175	.103	.032	.002
	16	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.005	.014	.035	.074	.130	.190	.218	.182	.090	.013
	17	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.004	.012	.032	.072	.134	.205	.243	.190	.060
	18	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.010	.028	.067	.137	.229	.285	.189
	19	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.002	.007	.021	.058	.137	.270	.377
	20	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.003	.012	.039	.122	.358

DAFTAR PUSTAKA

Ashenfenter, Orley. Philip B. Levine dan David. J. Zimmerman. t.th. *Statistics and Econometrics: Methods and Applications.*

Campbell, Donald T. dan Julian C. Stanley. 1963. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research.* Boston: Houghton Mifflin Company.

Creswell, John W. 2012. *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*, Boston: Pearson Education, Inc.

Coladarci, Theodore., Cobb, dkk. 2011. *Fundamentals of Statistical Reasoning in Education.* New Jersey: John wiley and Sons.

Corder, Gregory W. dan Dale I. Foreman. 2009. *Non Parametric Statistic for Non-Statisticians.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Darmadi, Hamid. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan dan Sosial.* Bandung: Alfabeta.

Dewberry, Chris. 2004. *Statistical Methods for Organizational Research.* London: Routledge.

Djarwanto. 1990. *Statistik Sosial Ekonomi.* Yogyakarta: BPFE.

Gall, Meredith D, Joyce P. Gall dan Walter R. Borg. 2007. *Educational Research: An Introduction.* Boston: Allyn and Bacon.

Gourieroux, Christian. 1989. *Statistics and Econometric Models.* New York: Cambridge University Press.

Gujarati, Damodar N. 2004. *Basic Econometric.* India: The Mc. Graw Hills Education.

Hanafiah, Kemas Ali. Dasar-Dasar Statistika. Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2010.

Hidayatullah, Syarif. 2015. *Cara Mudah Menguasai Statistik Deskriptif.* Jakarta: Salemba Teknika.

Healey, Joseph. 2010. *The Essentials Statistics; A Tool for Social Research.* Australia: MacMillan Publishing.

Huck, Schuyler W. 2012. *Reading Statistics and Research.* Boston: Pearson Education, inc. Publishing.

Jackson, Sherri. L. 2009. *Research Methods and Statistics.* Australia: MacMillan Publishing.

Kadir. 2015. *Statistika Terapan: Konsep, Contoh dan Analisis Data dengan Program SPSS/Lisrel dalam Penelitian.* Jakarta: RajaGrafindo Persada.

Keller, Gerald. 2012. *Statistics for Management and Economics.* Australia: South Western.

Kothari, C.R. 2004. *Research and Methodology; Methods and Technique.* New Delhi: New Age International Limited, Publisher.

Kurtz, Albert K., dan Samuel K. Mayo. t.th. *Statistical Methods in Education and Psychology.* New York: Springer-Verlag.

Kuncoro, Mudrajad. 2011. *Metod Kuantitatif.* Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.

Lomax, Richard G. 2001. *An Introduction Statistical Concepts For Education and Behavioral Sciences.* Mahwah: Lawrence Erlbauma Associates, inc. Publisher.

McClave, James T dan Terry Sincich. 2009. *Statistics.* New Jersey: Pearson Education.

Mulyatiningsih Endang. 2012. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan.* Bandung: Alfabeta.

Nolan, Susan A. dan Thomas E. Heinzen. 2012. *Statistic for Behavioral Sciences.* New York: Worth Publisher.

Peers, Ian. *Statistical Analysis for Education and Psychology Researchers.* London: The Falmer Press, 1996.

Ravid, Ruth. 2011. *Practical Statistics for Educators.* Maryland: Rowman & Littlefiled Publisher, inc.

Sanjaya, Wina. 2014. *Penelitian Pendidikan: Jenis, Metode dan Prosedur.* Jakarta: Kencana.

Sani, Fabio dan John Todman. 2006. *Experimental Design and Statistics for Psychology.* Australia: BlackWell Publishing.

Santoso, Singgih. 2012. *Statistik Parametrik: Konsep dan Aplikasi dengan SPSS.* Jakarta: Elex Media Komputindo.

Sarwono, Jonathan. 2012. *Path Analysis: Teori, Aplikasi, Prosedur Analisis untuk Riset Skripsi, Tesis dan Disertasi (Menggunakan SPSS).* Jakarta: Elex Media Komputindo,.

Sheskin, David.J. 2004. *Handbook of Parametric and Non-Parametric Statistical Procedures.* Florida: A CRC Press Company.

Siegel, Sidney. 1956. *Non Parametric Statistic for the Behavioral Sciences.* New York: Mc.Graw-Hill.

Spiegel, Murray dan Larry J. Stephens. 2007. *Statistik.* Terj. Wiwit Kastawan dan Irzam Harmein. Jakarta: Erlangga.

Sudjana, Nana. 2005. *Metode Statistika.* Bandung: Tarsito.

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan*

R&D. Bandung: Alfabeta.

______. 2010. *Statistika untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.

Supardi. 2013. *Aplikasi Statistika dalam Penelitian: Konsep Statistika yang Lebih Komprehensif.* Jakarta: Change Publication.

Sunaryo, Sony dkk. *Sejarah Perkembangan Statistika dan Aplikasinya.* Diunduh: http://journal.ipb.ac.id/index.php/statistika/article/view/5506.

Triola, Mario. F. t.th. *Elementary Statistics.* Boston: Addison Wesley.

Wahyuni, Yuyun. 2012. *Dasar-Dasar Statistik Deskriptif.* Jakarta: Nuha Medika.

Wamaer, Weynand Kofes. *Paper Statistik.* Diunduh: http://www.academia.edu

Yusri. 2009. *Statistika Sosial.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

TENTANG PENULIS

Fajri Ismail, dilahirkan di Sukamoro, Kabupaten MUBA, Provinsi Sumatra Selatan, pada tanggal 23 Maret 1976. Anak pertama dari tiga bersaudara dari ayah bernama H. Jasman dan ibu H. Emi. Pendidikan dari SD sampai SMA diselesaikan di kota Prabumulih, Sumatra Selatan. Pendidikan Sarjana diselesaikan di Fakultas Ushuluddin Jurusan Dakwah yang pada saat itu masih berstatus IAIN Raden Fatah Palembang tahun 1999 dan Magister pada program studi Metodologi Pendidikan Islam di lembaga yang sama. Pendidikan terakhir diselesaikan pada program Doktoral (S-3) pada Program Pascasarjana UNJ program studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan.

Dedikasi dalam dunia pendidikan di mulai pada saat diangkat menjadi dosen tetap di Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang tahun 2005. Pada tahun 2008 sampai dengan 2011 juga dipercaya sebagai ketua Tim Sosialisasi UIN Raden Fatah Palembang. Pada tahun 2014, berkesempatan untuk mengikuti program *Summer School* di Utrecht University selama 2 minggu.

Selain menjadi dosen pengajar, penulis juga menjadi narasumber pada kegiatan-kegiatan akademik kemahasiswaan. Menjadi tutor dalam kegiatan pengembangan dosen yang dilaksanakan oleh Kementerian Agama, Sumatra Selatan. Kegiatan non-akademik, peneliti menjadi pendakwah dan diundang di berbagai instansi pemerintahan dan non-pemerintahan seperti Pemerintah Kabupaten Ogan Ilir, Pemerintah Kabupaten Musi Banyuasin, Rumah Sakit Umum Palembang, PTBA, Pertamina, Semen Baturaja, dan berbagai instansi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Pengalaman dalam bidang penelitian, penulisan, dan publikasi ilmiah di antaranya: (1) Penelitian dengan judul "*Tingkat Religiositas Masyarakat Minangkabau di Pasar 16 Ilir Palembang*"; (2) Jurnal dengan judul "*Life Skill Education (Pendidikan Berbasis Dunia Nyata*)"; (3) Tulisan di media massa dengan judul "*Marketing Politik*"; (4) Buku dengan judul *Evaluasi Pendidikan*, serta tulisan-tulisan lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.