

- Brady, M. E. (1988). J.M. Keynes' position on the general applicability of mathematical, logical and statistical methods in economic and social sciences. *Synthese*, 76, 1-24.
- Kerlinger, F. N. & Lee, H.B. (2000). *Foundation of behavioral research*, fourth edition. Harcourt College Publishers.
- Lord, F. (1972). On the statistical treatment of football numbers. In R. E. Kirk (Ed.) *Statistical issues: A reader for the behavioral sciences* (pp. 52-54). Belmont, CA: Wadsworth.
- Prokasy, W. F. (1962). Inference from analysis of variance of ordinal data. *Psychological Reports*, 10, 35-39.
- Zimmerman, D. W. (1995a). Increasing the power of the ANOVA F-test for outlier prone distributions by modified ranking methods. *Journal of General Psychology*, 122, 83-94.
- Zimmerman, D. W. (1995b). Increasing the power of nonparametrics tests by detecting and downweighting outlier. *Journal of Experimental Education*, 64, 71-78.
- Zimmerman, D. W. & Zumbo, B. D. (1992). Parametric alternatives to the student t-test under violation of normality and homogeneity of variance. *Perceptual & Motor Skills*, 74, 835-844.
- Zimmerman, D. W. & Zumbo, B. D. (1993a). relative power of the Wilcoxon test, The Friedman test, and repeated measures ANOVA on ranks. *Journal of Experimental education*, 62, 75-86.

KASUS REGRESI: IKUT-IKUTAN MENGHAKIMI ASUMSI DAN MEMPERTANYAKAN UJI SIGNIFIKANSI?

Soetartinah Sukadji

Tidak semua masyarakat penggemar penelitian kuantitatif, memiliki pengetahuan sempurna mengenai matematika yang mendasari statistika. Banyak peneliti, termasuk penulis sendiri, adalah orang-orang yang tidak canggung menggunakan statistika meski hanya sebagai *a true believer*, yaitu penganut setia pendapat pakar-pakar statistika. Walau begitu, kita dapat menggunakan kemampuan *reading comprehension* dan logika kita, untuk merunut pikiran pakar-pakar tersebut: apakah benar logikanya, dan apakah terbukti pada hasil olahan data observasi atau simulasi.

Saya termasuk penganut setia Kang Nurjia J. Noruis (/SPSS Inc). Ia telah memperkaya kehidupan saya (melalui projek-projek penelitian dan kesempatan mengurusi orang lain), dan memberi fasilitas (SPSS) sehingga kehidupan saya dalam dunia penelitian dan bimbingan skripsi-tesis-disertasi menjadi nyaman. Oleh karena itu pengalaman intim dengan Kang Nurjia saya manfaatkan dalam membeberkas kasus ini.

KENALIKAN, INI DIA: REGRESI MAJEMUK

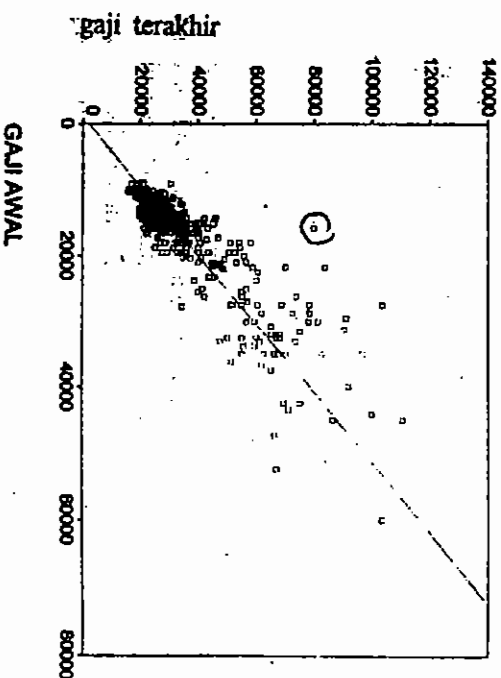
Aliasnya adalah *Multiple Regression*, yang nge-top di kalangan mahasiswa. Ada pepatah "tidak dikenal, maka tidak dicinta". Tetapi, pepatah ini tidak berlaku untuk Regresi Majemuk (RM). Banyak mahasiswa tidak kenal, tetapi toh tetap bergelut, bercinta dan memuja-muja RM. Tidak hanya mahasiswa psikologi yang cantik-cantik itu yang gandrung sama RM, tetapi juga mahasiswa ekonomi yang cakap dan merasa sok cakap itu pun, dari S1 sampai S3, jatuh cinta sama RM. Memang RM itu *oullier*! Apa sih rahasianya? Wah, itu sih, tidak semudah diceritakan seperti iklan shampoo. *Multiple regression*? Siapa takut? Hiii.

Apa sih, artinya regresi? Mau tahu saja. Lihat kamus, dong. Tetapi, kira-kira artinya adalah "kembali ke yang sederhana, yang simpel, yang umum". Lha, data yang

dianggap simple dan yang umum, itu yang seperti apa? Gampang jawabnya: yang ke arah *mean*. Ada istilah *regression toward mean*. Contohnya, orangtua yang jangkung-jangkung maupun cebol-cebol, anak-anaknya tidak cenderung makin jangkung atau makin cebol, tetapi justru makin ke arah rata-rata. Itu yang disebut *regression toward mean*. Tentu saja ini tidak dapat diterapkan untuk kekayaan keluarga. *Mean* memiliki *meaning* yang penting. Meramalkan sesuatu menjadi mudah bila kita dapat meramalkan *mean*-nya. Apakah data dari segala macam tingkat pengukuran dapat diramalkan *mean*-nya? Tentu dong, kecuali bila data itu tipe kategorial. Jadi regresi bisa dipakai untuk data dengan tingkat pengukuran mulai yang ordinal (peringkat) sampai yang rasio. Hebat bukan? Apa pula *outlier*?

OUTLIERS PATUT DICURIGAI, MESKIPUN BUKAN PENIPU

Sebelum kita mengolah, lebih dulu kita cermati datanya, antara lain untuk menemukan *outliers*. Menggunakan *plot* data kita dapat menemukan titik-titik yang letaknya terpencil dari gerombolan data yang lain. Titik-titik yang menyendiri ini patut kita curigai, sebab menyimpang dari kumpulan titik-titik yang lain. Titik-titik yang menyimpang letaknya inilah yang disebut *outliers*. Mengapa patut kita curigai? *Outliers* mungkin terjadi karena kekeliruan pada saat mengumpulkan, koding, atau entri data. Contoh di *plot* Gambar 1 adalah *plot* titik-titik gaji awal dengan gaji akhir.



Gambar 1. Titik terpencil yang disebut *outlier*.

Kita lihat titik yang kita lingkari. Meskipun besarnya gaji awal (Rp. 15.000) dan gaji terakhir (Rp. 80.000) tidak unik, artinya gaji awal maupun gaji terakhir seperti itu umum, tetapi bila keduanya digabung, posisinya menjadi lain daripada yang lain. Ini merupakan salah satu *outliers* yang patut dicurigai.

Outliers mungkin sulit diatasi. Seandainya *outliers* tersebut hanya akibat kesalahan koding atau entri data, dengan mudah kita koreksi dan kita *run* kembali analisisnya. Tetapi bila tidak jelas alasannya, kita terpaksa berusaha melihat interaksinya dengan variabel-variabel lain. Misalnya, bila *outlier* mungkin menggambarkan seorang karyawan yang tidak keberatan pada awalnya dipekerjakannya sebagai juru tulis bergaji rendah, asal di samping kerja ia dapat meneruskan kuliah MM. Nah, lulus MM, posisinya lalu melejit. Dengan begitu pula dapat kita simpulkan bahwa variabel pendidikan merupakan variabel yang menjelaskan karakteristik gaji karyawan yang unik tersebut. Subjek semacam ini lebih baik tidak kita ikutkan dalam analisis, sebab bisa-bisa *outlier* ini mendominasi hasil analisis.

Mari kita kenali asumsi-asumsi yang mendasari RM melalui bahasan yang disajikan oleh Kang Marjia Noruis. Sebelumnya banyak bahasan versi lain, tetapi rasanya edisi yang menjelaskan SPSS 6.1 yang paling enak dlihatap. Katanya sih, uji hipotesis dengan regresi majemuk baru sah bila asumsi-asumsinya dipenuhi.

Kita ingat, bahaw hipotesis yang kita ajukan tidak hanya berlaku untuk sampel yang terjaring, tetapi berlaku untuk populasi yang diwakili sampel itu. Begitu-lah biasanya, peneliti ingin bisa menarik kesimpulan mengenai hubungan antara variabel-variabel tidak hanya dalam sampel tetapi juga dalam populasi yang sampelnya diambil. (Dalam naskah ulasan ini kata "estimasi" dipakai untuk menunjukkan kesimpulan yang dihitung dari sampel untuk menyimpulkan sampel, yang juga disebut statistik sampel. Sedang kata "prediksi" sering kita pakai tidak mengikuti kaidah tata bahasa DM untuk meningkatkan kalimat. Misalnya, yang dimaksud "estimasi nilai variabel dependen" adalah nilai variabel dependen yang diestimasikan dari sampel; "prediksi nilai *mean*" adalah nilai *mean* hasil prediksi).

Untuk membangun garis regresi yang cocok menyimpulkan hubungan dua variabel, selain tingkat pengukuran variabel minimal ordinal, juga perlu diamati apakah hubungan antara kedua variabel linear. Untuk menarik kesimpulan mengenai nilai populasi berdasar hasil sampel, tambahan asumsi berikut ini diperlukan.

- Semua pengamatan harus independensi. Artinya, dikuisertakannya satu kasus dalam sampel tidak ada pengaruh keikutsertaan sampel lain. Misalnya, karena seorang anak menjadi sampel, maka kakaknya juga harus menjadi sampel maka

pengamatan ini tidak independen. Jadi, setiap pengamatan sama sekali tidak dipengaruhi oleh pengamatan lain. Contoh lain pengukuran yang tidak independen adalah bila observasi didasari oleh pengukuran berulang (*repeated measurements*) dari unit eksperimen yang sama. Bila dari empat anggota keluarga masing-masing didapat tiga observasi, kedua belas observasi yang diperoleh tidak independen.

- Untuk setiap nilai variabel independen, distribusi nilai variabel dependen harus normal. Untuk setiap nilai tertentu variabel independen X , distribusi variabel dependen Y adalah normal. Kalau kita memperdeksikan gaji akhir, asumsi ini menjelaskan bahwa tidak semua karyawan dengan gaji awal sama mendapat gaji akhir yang sama. Gaji akhir untuk setiap gaji awal, bervariasi dengan bentuk distribusi normal.

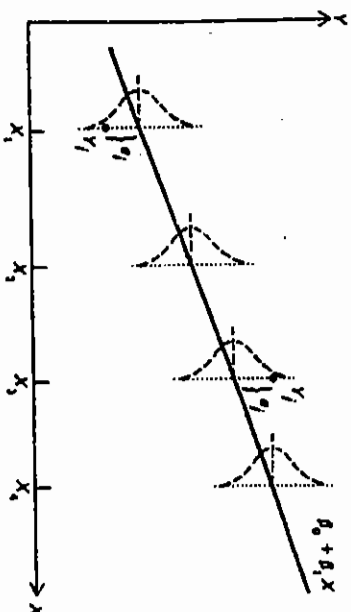
- Varians distriusi variabel dependen harus sama untuk setiap nilai variabel independen. Artinya, distribusi-distribusi normal dependen variabel tersebut di atas memiliki varians yang sama untuk setiap nilai variabel independen. Dengan demikian meskipun *mean* distribusi berbeda-beda, distribusi-distribusi ini memiliki varians yang setara yaitu σ^2 . Makanya disebut juga sebagai "homogenitas varians".

- Hubungan antara variabel dependen dengan independen dalam populasi harus linear. Dengan kata lain, *mean* distribusi-distribusi variabel dependen harus terletak pada garis lurus. Ini jelas, karena yang kita hitung adalah regresi linear.

Asumsi-asumsi ini lebih terlihat jelas terlihat pada Gambar 2, yang menggambarkan variabel independennya hanya satu. Model persamaannya:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + e_1$$

Slope dan *intercept* parameter populasi ditunjukkan dengan β_1 dan β_0 . Nilai e_1 , yang sering disebut sebagai *error* atau goyangan, adalah perbedaan antara lain pengamatan Y_1 dengan *mean* subpopulasi Y_1 pada titik X_1 . Nilai e_1 diasumsikan sebagai variabel yang distribusinya normal, independen dan random, dengan *mean* = 0 dan varians σ^2 . Konsep e_1 ini penting untuk difahami, sebab akan muncul berulang kali dalam pembahasan regresi. Titik Y_1 yang tepat ada di garis regresi, *error*-nya tentusaja sama dengan 0 (ada di *mean* variasi *error*). Makin jauh dari garis regresi makin besar *error*-nya. Mudah-mudahan gambar ini dapat membantu memahami, mengapa asumsi-asumsi ini diperlukan untuk regresi linear.

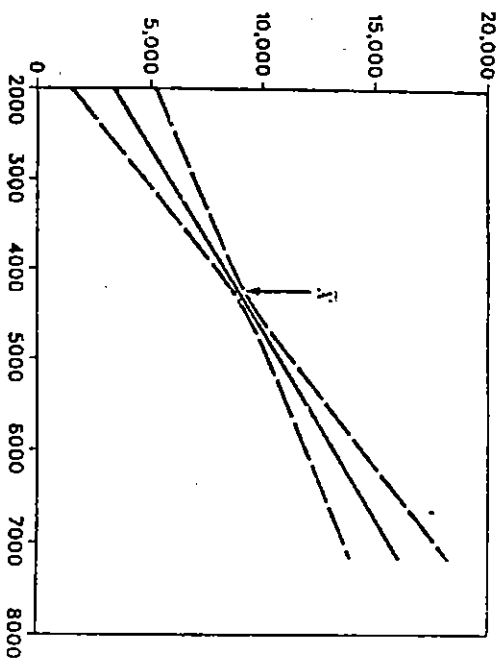


Gambar 2. Asumsi Regresi Linear

CONFIDENCE INTERVAL

Statistik yang dihitung dari sampel menghasilkan suatu estimasi titik yang merupakan estimasi parameter yang tidak diketahui. Suatu estimasi titik ini dapat dipikirkan sebagai tebakan tunggal terbaik untuk nilai populasi. Meskipun nilai hasil estimasi yang diperoleh melalui sampel umumnya berbeda dari nilai parameter populasi yang tidak diketahui, yang diharapkan adalah bahwa nilai tersebut tidak terlalu jauh bedanya. Berdasarkan estimasi sampel tersebut dimungkinkan menghitung rentang nilai yang mencakup nilai populasi tersebut, dengan peluang ketepatannya ditentukan. Rentang semacam itu disebut *confidence interval* (interval kepercayaan). Misalnya, kita ambil contoh Gambar 3, ditentukan *confidence interval* sebesar 95% untuk *mean* X (populasi). Angka rentang yang tertera di situ rentangnya makin menyempit bila mendekati nilai *mean* X , dan makin melebar bila jarak dengan *mean* X bertambah.

Confidence interval 95% berarti bahwa bila dari suatu populasi dalam kondisi yang sama, berulang kali diambil sampel, dan 95% *confidence interval* dihitung, 95% interval-interval tersebut akan berisi parameter yang tidak diketahui. Karena nilai parameter tidak diketahui, tidak mungkin dipastikan apakah parameter tersebut tercakup atau tidak dalam interval tertentu.



Gambar 3. Confidence Interval Mean X.

Bandingkan dengan arti taraf signifikansi dalam uji hipotesis nol. Misalkan dalam hipotesis nol perbedaan mean ditolak dengan $p \leq 0,05$. Interpretasinya di sini lebih langsung, yaitu bahwa probabilitas perbedaan *mean* yang minimal sebesar perbedaan pengamatan itu padahal kedua *mean* sama, hanya mungkin terjadi paling banyak 0,05 kali pengamatan.

Mau menolak taraf signifikansi? Dari perbandingan kedua paragraf tersebut kita dapat menyimpulkan, kapan digunakan *confidence interval* dan kapan digunakan taraf signifikansi.

GOODNESS OF FIT

Prosedur statistik apa pun yang dipakai untuk menyusun model analisa data, yang penting adalah tercapainya kecocokan antara model dengan data sebaik mungkin. Bagaimana mendeteksi kemungkinan penyimpangan asumsi persyaratan yang dikenakan pada data yang dianalisis? Ada caranya, yaitu dengan menganalisis residu, bisa di-*pilot* dengan nilai prediksi, bisa dengan nilai setiap variabel independen, dan bisa pula diperiksa plot regresi parsialnya (yang lebih menampakkan pelanggaran asumsi linearitas).

BILA ASUMSI TAMPAK DILANGGAR

Bila ada bukti asumsi terlanggar, kita dapat melangkah ke salah satu dari dua strategi. Kita dapat merumuskan model alternatif, seperti menggunakan bobot *least square*, atau mentransformasikan variabel-variabel sehingga model yang ada akan lebih memadai. Misalnya, menggunakan log, akar, atau kebalikan, dapat menstabilkan varians dan mendapatkan normalitas, atau linearitas hubungan.

MENGUBAH HUBUNGAN NONLINEAR KE LINEARITAS

Dalam usaha mencapai linearitas, kita dapat mentransformasi variabel-variabel independen maupun dependen, atau keduanya. Bila kita mengubah skala variabel-variabel independen, linearitas dapat dicapai tanpa mempengaruhi distribusi variabel dependen. Jadi, bila variabel dependen distribusinya normal dengan varians konstan untuk masing-masing nilai X, kondisinya tetap begitu.

Bila variabel-variabel yang kita transformasikan, distribusinya berubah. Distribusi baru ini harus memastikan asumsi analisis. Misalnya bila log nilai variabel dependen diambil, log Y, bukan Y, harus normal distribusinya dengan varians konstan.

Pilihan transformasi tergantung pada beberapa pertimbangan. Bila bentuk model sesungguhnya yang mengarahkan hubungan telah diketahui, kondisi ini mendikte pilihan. Misalnya, bila diketahui bahwa $Y = AC^X$ adalah model yang memadai, menggunakan log untuk kedua sisi persamaan menghasilkan persamaan berikut ini.

$$\log Y_i = (\log A) + (\log C) X_i$$

Jadi, hubungan log Y dengan X linear.

Bila model-sebenarnya tidak diketahui, kita harus memilih transformasi dengan memeriksa plot data. Sering kali, hubungan tampak seperti linear untuk sebagian data tetapi melengkung untuk sisanya. Transformasi lain mungkin mengurangi lengkungan adalah akar Y, atau $-1/Y$. Pilihan tergantung pada konteks tertentu, pada beratnya masalah.

MENGATASI KEJULINGAN

Bila distribusi residu variabel dependen juring kekanan (*positively skewed*, atau kempes sebelah kanan), transformasi log sering dapat mengatasinya. Untuk distribusi yang juring ke kiri, kita biasa memakai transformasinya. Untuk distribusi yang juring ke kiri, kita biasa memakai transformasi kuadrat. Harus diperhatikan bahwa uji-F

digunakan dalam uji hipotesis regresi biasanya sangat tidak sensitif terhadap penyimpangan normalitas yang moderat.

STABILITAS VARIANS

- Bila varians residu tidak konstan, kita dapat mencoba berbagai sarana remedial.
- Bila varians residu proporsional dengan *mean Y* untuk *X* tertentu, gunakan akar *Y* bila semua *Y* (prediksi individual) positif.
- Bila deviasi standar residu proporsional dengan *mean-nya*, kita coba menggunakan transformasi logaritma.
- Bila deviasi standar residu proporsional dengan kuadrat *mean-nya*, gunakan kebalikan *Y*.
- Bila *Y* berbentuk proporsi atau peringkat, transformasi ke *arc sinus* mungkin dapat menstabilisasi varians.

KOMENTAR AKHIR MENGENAI ASUMSI

Jarang ada prosedur analisis regresi atau analisis statistik lain yang tidak melanggar asumsi. Meskipun demikian, ini bukan alasan pembelar untuk mengabaikan asumsi-asumsi. Langsung tancap regresi tanpa memikirkan kemungkinan penyimpangan asumsi-asumsi yang dibutuhkan dapat menyesatkan interpretasi dan pemanfaatan hasil. Taraf signifikansi, *confidence interval*, dan hasil-hasil lain itu peka terhadap tipe pelanggaran tertentu, dan tidak dapat diinterpretasi dengan cara yang sama, bila penyimpangan serius.

Dengan memperhatikan baik-baik residu, dan bila dibutuhkan menggunakan transformasi atau metode analisis yang lain, kita berada dalam posisi yang lebih baik untuk melakukan analisis yang menyelesaikan masalah yang kita teliti. Meskipun tidak semuanya sempurna, kita paling tidak dapat menilai dengan pengetahuan yang kita miliki seberapa kemungkinan kesulitan yang kita hadapi. Amien.

DAFTAR PUSTAKA

- Norusis, M.J. (1990) *SPSS/PC+Statistics™ 4.0*. Chicago: SPSS Inc.
- Norusis, M.J. (nd) *SPSS 6.1 Guide to Data Analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

CURRICULUM VITAE

Surtisno Hadi Notowidagdo

Surtisno Hadi Notowidagdo merupakan Guru Besar Fakultas Psikologi UGM (1972, diperpanjang 1995 – 2000). Gelar BA diperoleh tahun 1954 dari Fakultas Ilmu Pendidikan UGM, Drs. Pendidikan diperoleh tahun 1958 juga dari Fakultas Ilmu Pendidikan UGM sedang gelar M.A. Psikologi diraih dari Arizona State University USA pada tahun 1959. Karier: Asisten Ahli Fak. Ilmu Pendidikan UGM (1955), Lektor Muda Fak. Ilmu Pendidikan UGM (1960), Lektor (1962) juga dari Fak. Ilmu Pendidikan UGM sedang Lektor Kepala (1965) dari Fak. Psikologi UGM.

Tahun 1962-1963 dan 1963-1964 pernah menjabat sebagai Dekan Fak. Ilmu Pendidikan UGM, 1964-1965 sebagai pelaksana tugas Fak. Psikologi UGM, 1965-1966 Anggota Presidium IKIP Yogyakarta, 1966-1979 dan 1970-1974 Rektor IKIP Yogyakarta, 1969-1975 pejabat Rektor IKIP Yogyakarta. 1967-1972 Staff Ahli Menteri P&K. Karya dalam bentuk beberapa buku antara lain Ilmu Statistika dan Metodologi Riset Perangkat Lunak untuk Pengolahan data SPS-2000 Membimbing lebih dari 50 disertasi.

Saifuddin Azwar

Sekarang menjabat sebagai dekan fakultas Psikologi UGM. Memperoleh derajat Sarjana Muda Psikologi pada tahun 1972 dan derajat Sarjana pada tahun 1976 dari Fakultas Psikologi UGM. Pada tahun 1982 memperoleh derajat Master of Arts dalam bidang Statistika dan Pengukuran Pendidikan dari The University of Iowa, kota Aiowa, AS. Kemudian memperdalam bidang Psikologi Belajar di Universitas yang sama. Kini masih aktif mengajar di Fakultas Psikologi UGM dan beberapa universitas lain; UII, UMS, UNWAMA dsb.

Asmadi Alsua

Mendapatkan gelar Drs dan SU dari Fakultas Psikologi UGM dan mengajar di almamaternya pada program-program S-1, Profesi dan Pra-Pasca Sarjana. Matakuliah yang diampu diantaranya adalah metodologi penelitian, statistik dan teknik penulisan