

DOSEN MUDA



LAPORAN PENELITIAN

PENENTUAN FAKTOR UTAMA PENYEBAB GANGGUAN LISTRIK

DI KOTA SEMARANG

DENGAN METODE VALIDASI-SILANG DAN BOOTSTRAP

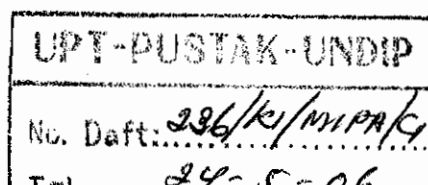
Oleh:

Drs. Tarno, M.Si.
Drs. Rukun Santoso, M.Si.

Dibiayai Oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Nomor: 031/SPP/PP/DP3M/IV/2005 tanggal 11 April 2005

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG

NOPEMBER 2005



SISTEMATIKA LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	iii
RINGKASAN DAN <i>SUMMARY</i>	iv
PRAKATA	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	6
IV. METODE PENELITIAN	7
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	9
VI. KESIMPULAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	24

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN DOSEN MUDA

1. a. Judul Penelitian : Penentuan Faktor Utama Penyebab Gangguan Listrik di Kota Semarang dengan Metode Validasi-Silang dan Bootstrap
 - b. Bidang Ilmu : MIPA (Statistika Terapan)
 - c. Kategori Penelitian : Pengembangan IPTEKS (I)
 2. Ketua Peneliti :
 - a. Nama lengkap dan gelar : Drs. Tarno, M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Golongan Pangkat dan NIP : IIIc / Penata / 131 931 640
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Fakultas / Jurusan : MIPA / Matematika
 - f. Pusat Penelitian : Laboratorium Statistika FMIPA UNDIP
 3. Alamat Ketua Peneliti :
 - a. Alamat Kantor : Kampus FMIPA UNDIP Tembalang, Semarang Telp/Fax: 024(7499493)
 - b. Alamat Rumah : Jl. Dinar Mas VII/25 Puri Dinar Mas Meteseh, Tembalang, Semarang, HP. 081325709047
 4. Jumlah Anggota Peneliti : 1 orang
 Nama anggota peneliti I : Drs. Rukun Santoso, M.Si
 5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Statistika FMIPA UNDIP dan Kantor PT. PLN Cabang Semarang
 6. Lama Penelitian : 8 bulan.
 7. Biaya yang diperlukan : Rp. 6.000.000,-
 - a. Sumber dari Depdiknas : Rp. 6.000.000,-
 - b. Sumber Lain : -Jumlah : Rp. 6.000.000,- (Enam juta rupiah)
-

Mengetahui :
Dekan Fakultas MIPA

DR. Wahyu Setia Budi, MS
NIP. 130.459.438



Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian

Dr. Ign. Riwanto
NIP. 130.529.454

Semarang, 11 Nopember 2005

Ketua Peneliti,

Drs. Tarno, M.Si
NIP. 131 931 640

**PENENTUAN FAKTOR UTAMA PENYEBAB GANGGUAN LISTRIK
DI KOTA SEMARANG
DENGAN METODE VALIDASI-SILANG DAN BOOTSTRAP**

Oleh : Tarno, Rukun Santoso
Program Studi Statistika FMIPA UNDIP

RINGKASAN

Di kota Semarang sering terjadi gangguan cuaca seperti: angin kencang dan banjir. Gangguan cuaca tersebut seringkali menyebabkan kerusakan fasilitas umum seperti kerusakan fasilitas yang dimiliki oleh PT PLN sebagai penyedia listrik untuk masyarakat. Fasilitas PLN yang sering terjadi kerusakan antara lain: jaringan transmisi, sedangkan kerusakan trafo, fuse/sekring seringkali disebabkan oleh pemakaian listrik yang berlebihan. Oleh karena itu sering muncul dugaan bahwa kerusakan 3 jenis peralatan tersebut merupakan faktor utama yang berpengaruh secara signifikan terhadap pemadaman listrik di Semarang.

Untuk menjawab dugaan tersebut dilakukan penelitian tentang penentuan faktor utama penyebab pemadaman listrik di Semarang dengan menggunakan teknik analisis regresi linier berdasarkan metode resampling yaitu: validasi-silang dan bootstrap. Dengan melibatkan 3 faktor tersebut dibentuk model regresi yang menyatakan hubungan antara kerusakan jaringan, trafo dan fuse(sekring) terhadap pemadaman listrik di kota Semarang. Prosedur pemilihan model regresi terbaiknya dilakukan dengan menentukan estimasi sesatan prediksi atas semua model yang mungkin yaitu sebanyak $2^3 - 1 = 7$ model. Model yang terpilih adalah model yang memiliki rata-rata sesatan prediksi terkecil dan melibatkan variabel prediktor sesedikit mungkin.

Prosedur pemilihan model terbaik dengan menggunakan metode validasi-silang dilakukan dengan menggunakan metode validasi-silang lepas-1 dan lepas-d ($1 < d < n$). Pemilihan model dengan validasi-silang lepas-d konsisten untuk

$\frac{d}{n} \rightarrow 1$ dan $(n - d) \rightarrow \infty$ dengan n : ukuran sampel. Prosedur pemilihan model regresi

linier terbaik juga dilakukan dengan menggunakan metode bootstrap residual (RB) dan bootstrap data berpasangan (PB). Pemilihan model terbaik dengan bootstrap konsisten untuk ukuran sampel n dengan replikasi bootstrap sebanyak B ($n \ll B \ll n''$). Sedangkan pemilihan model dengan bootstrap untuk ukuran sampel m , juga konsisten untuk $\frac{m}{n} \rightarrow 0$ dan $m \rightarrow \infty$.

Berdasarkan simulasi yang dilakukan dengan software R yang diterapkan pada data pemadaman listrik sebagai respon dengan melibatkan 3 variabel prediktor: kerusakan jaringan, kerusakan trafo dan kerusakan sekering, diperoleh model regresi terbaik dengan melibatkan 2 variabel predictor yaitu kerusakan jaringan dan kerusakan sekering. Dengan demikian faktor utama penyebab pemadaman listrik di kota Semarang adalah kerusakan jaringan dan kerusakan sekering.

THE MAIN FACTOR SELECTION THAT CAUSE ELECTRICITY DISTURBANCES IN SEMARANG BY CROSS-VALIDATION AND BOOTSTRAP

By : Tarno, Rukun Santoso
Program studi Statistika FMIPA UNDIP

SUMMARY

Climate disturbance frequently happened in Semarang such as: flood and wind. The climate disturbance frequently destroy public facility such as facility of Government Electricity Firm (PT PLN). The facility of Government Electricity Firm that frequently damage are transmission network, trafo and fuse. Then we predict that the main factor that caused electricity disturbance are transmission network damage, trafo damage and fuse damage.

To ask this conjecture, we investigate about the main factor selection that cause electricity disturbances in Semarang by linear regression technique based on resampling methods: cross validation and bootstrap. We construct regression models that explain relationship between electricity disturbances with transmission network damage, trafo damage and fuse damage in Semarang. Procedure of the best linear regression model selection is done by finding estimation of prediction error over all the possible models. There are $2^3 - 1 = 7$ models. The best model is the model with minimal prediction error and involve predictors as small as possible.

Procedure of the best model selection by cross validation is done with cross validation delete-1 and delete-d ($1 < d < n$) where n : sample size. Cross-validation delete-d is consistent as $\frac{d}{n} \rightarrow 1$ and $(n-d) \rightarrow \infty$. Procedure of the best model selection is also done by residual bootstrap (RB) and paired bootstrap (PB). Procedure of the best model selection for sample size n is consistent with bootstrap

replication B ($n \ll B \ll n''$). Bootstrap selection model with sample size m is consistent as $\frac{m}{n} \rightarrow 0$ and $m \rightarrow \infty$.

Based on simulation result with "R" system that implemented to observation data, is found the best model with 2 predictors: trafo damage and fuse damage. So the main factor that caused electricity disturbances in Semarang are trafo damage and fuse damage.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan taufiq-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Akhir Penelitian yang berjudul **“Penentuan Faktor Utama Penyebab Gangguan Listrik di Kota Semarang dengan Metode Validasi-Silang dan Bootstrap”**. Peneliti menyadari bahwa dalam rangka pelaksanaan penelitian mulai persiapan penelitian hingga terusunnya Laporan ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak baik tenaga, dana maupun pemikiran-pemikiran, sehingga pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. dr. Ign Riwanto, SP.BD selaku Ketua Lembaga Penelitian UNDIP Semarang
2. DR. Wahyu Setia Budi, M.S, selaku Dekan Fakultas MIPA UNDIP
3. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan dana penelitian ini
4. Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si, selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA UNDIP
5. Pengelola Laboratorium Kumputer Jurusan Matematika FMIPA UNDIP
6. Pimpinan PT PLN (Persero) kota Semarang
7. Rekan-rekan di kelompok Laboratorium Statistika Jurusan Matematika FMIPA UNDIP serta pihak-pihak yang tidak dapat peneliti sebut satu per satu.

Lebih lanjut peneliti mengharapkan masukan serta saran dari para pembaca demi kesempurnaan penelitian untuk masa yang akan datang. Dan akhirnya peneliti berharap semoga Laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Peneliti

DAFTAR TABEL :

Tabel 1: Estimasi mse untuk 7 model dengan Validasi-silang (CV).

Tabel 2: Estimasi mse untuk 7 model dengan Bootstrap.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar riwayat hidup Peneliti

Lampiran 2: Daftar Program simulasi untuk metode Validasi-silang (CV) dan Bootstrap menggunakan system/software R

Lampiran 3: Data Pengamatan tentang Jumlah Gangguan Listrik, jumlah kerusakan jaringan transmisi, jumlah kerusakan trafo dan jumlah kerusakan sekering

I. PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) merupakan Badan Usaha yang memberikan jasa pelayanan listrik kepada masyarakat. Keberhasilan PT. PLN dalam menyediakan jasa pelayanan listrik sangat tergantung pada alat-alat yang digunakan sebagai sarana penyampaian jasa listrik tersebut. Gangguan-gangguan pada peralatan sangat memungkinkan terjadinya pemadaman listrik di suatu wilayah tertentu. Dengan adanya pemadaman listrik tersebut berarti PT PLN dapat mengakibatkan kerugian pada masyarakat pengguna listrik dan juga bagi PT PLN sendiri. Pemadaman listrik di suatu wilayah tidak selalu disebabkan oleh kerusakan alat, karena dalam kurun waktu tertentu, pemadaman listrik dapat dilakukan secara rutin pada saat pemeliharaan peralatan.

Kerusakan peralatan yang sering dapat menimbulkan pemadaman listrik antara lain: kerusakan trafo, kerusakan fuse/sekring, kerusakan jaringan transmisi. Bila sering terjadi pemadaman listrik, maka jumlah pemakaian listrik oleh konsumen menjadi sedikit, sehingga PT. PLN akan mengalami kerugian. Jika pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan alat sering terjadi, maka PT. PLN perlu mengambil langkah yang tepat untuk melakukan perbaikan terhadap faktor-faktor penyebab pemadaman tersebut.

Kerusakan peralatan yang dapat menyebabkan gangguan atau pemadaman listrik seringkali terjadi di kota Semarang. Secara geografis kota Semarang terletak di daerah perbukitan, dimana wilayahnya dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu Semarang atas dan Semarang bawah. Terkait dengan kondisi geografis tersebut Semarang atas sering terjadi gangguan cuaca seperti: angin kencang dan petir, sedangkan di Semarang bawah sering terjadi banjir. Faktor-faktor alam tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan transmisi PLN, sedangkan kerusakan trafo, fuse/sekring seringkali disebabkan oleh pemakaian listrik yang berlebihan.

Berdasarkan argumen-argumen diatas, maka dalam penelitian ini dilakukan pengkajian terhadap data gangguan listrik di kota Semarang yang diduga disebabkan oleh kerusakan/gangguan peralatan antara lain: kerusakan trafo, sekring dan jaringan transmisi. Diduga jumlah kerusakan peralatan tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah pemadaman listrik dan mempunyai hubungan linier, sehingga hubungan fungsional antara jumlah kerusakan peralatan dengan jumlah gangguan listrik

selama periode tertentu dapat dinyatakan dalam suatu model matematika. Adapun model matematika yang sesuai dengan kenyataan tersebut adalah model regresi linier:

$$y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

dengan y_i adalah respon ke- i menyatakan jumlah pemadaman pada kurun waktu ke- i , x_i : 3-vektor variabel prediktor (jumlah kerusakan/gangguan trafo, fuse/sekring dan jaringan transmisi) yang berkaitan dengan y_i , β : 3-vektor parameter yang tidak diketahui dan ε_i : sesatan random.

Apabila x_i dalam model tersebut deterministik, diasumsikan bahwa ε_i independen dengan mean 0 dan variansi σ^2 . Sedangkan apabila x_i tersebut random, maka model (1) dikatakan sebagai model korelasi. Dalam suatu model korelasi, (y_i, x_i') diasumsikan independen dan berdistribusi identik dengan momen kedua berhingga dan $E(y_i | x_i) = x_i' \beta, \sigma_i^2$ menyatakan variansi bersyarat dari y_i apabila diberikan x_i .

Parameter β dalam model tersebut dikenal sebagai parameter regresi. Dalam model regresi dengan asumsi bahwa unsur sesatan berdistribusi normal dengan mean 0 dan variansi konstan, dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, estimasi parameter dapat ditentukan dengan mendefinisikan :

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$$

dengan $X' = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ dan $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)'$.

Jika estimasi parameter telah diperoleh berarti telah diperoleh estimasi model untuk respon y yang tergantung pada prediktor x , yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi untuk nilai y yang akan datang berdasarkan prediktor x . Beberapa komponen dari x mungkin tidak menghasilkan prediksi yang akurat karena tidak berpengaruh secara signifikan terhadap respon y , oleh karena itu perlu dilakukan pemilihan model terbaik (dalam hal ini sama dengan pemilihan variabel prediktor), yang memiliki kemampuan prediksi yang paling akurat. Menurut Shao (1993), pemilihan variabel dalam model regresi linier ini dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain : Akaike Information Criterion (AIC), Cp (Mallows), Bayesian Information Criterion (BIC) dan metode yang berdasarkan resampling data pengamatan yaitu Cross-Validation (CV) dan Bootstrap.

Menurut Hjorth (1994), kriteria AIC secara eksak atau pendekatan merupakan estimator tak bias untuk model dengan semua parameternya tak nol, tetapi jika digunakan untuk memilih model dengan komponen parameternya ada yang sama dengan nol) kriteria ini kadang-kadang tidak konsisten (bias). Sedangkan untuk kriteria BIC secara asimptotis tidak konsisten untuk data pengamatan berukuran besar (banyaknya pengamatan antara 50-500) dan lebih baik apabila diterapkan pada model runtun waktu. Dan menurut Shao (1993, 1995, 1997) pemilihan model linier dengan metode validasi-silang dan bootstrap memiliki sifat konsisten untuk ukuran sampel besar keduanya saling ekuivalen.

Berdasarkan latar belakang tersebut, untuk menentukan faktor utama penyebab gangguan listrik sekaligus menentukan model terbaik yang menyatakan hubungan antara jumlah kerusakan peralatan (trafo, fuse dan jaringan) terhadap pemadaman listrik di kota Semarang, dalam penelitian ini digunakan metode pemilihan model regresi terbaik berdasarkan resampling data pengamatan yaitu metode Validasi-Silang/Cross-Validation (CV) dan bootstrap. Metode Validasi-silang dan metode Bootstrap merupakan dua metode pembangkitan data pengamatan berbasis komputer untuk mendapatkan data sampel berukuran besar, sehingga asumsi-asumsi yang disyaratkan dalam persamaan regresi akan terpenuhi terutama asumsi normalitas. Disamping itu sampel yang dikumpulkan dilapangan tidak perlu berukuran besar, sehingga peneliti dapat melakukan efisiensi waktu dan biaya untuk pengumpulan data di lapangan. Untuk mendapatkan sampel berukuran besar, cukup dilakukan pembangkitan data dengan simulasi komputer di laboratorium.

Yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan faktor utama penyebab gangguan listrik di kota Semarang sekaligus menentukan model regresi linier terbaik yang menyatakan hubungan fungsional antara jumlah kerusakan trafo, sekering dan jaringan transmisi terhadap jumlah gangguan listrik di kota Semarang selama kurun waktu tertentu dengan menggunakan metode Validasi-silang dan Bootstrap, sehingga didapatkan model yang akurat untuk memprediksikan jumlah pemadaman listrik yang disebabkan oleh kerusakan peralatan dalam kurun waktu tertentu.