

SKRIPSI

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS) DI GARDU INDUK LAWANG



Disusun oleh :
DENY CATUR WAHYUDI
NIM : 01.12.140

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO (S - 1)
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK**

APRIL 2008

SECRET

REPUBLIC OF INDONESIA
(1950) DEPARTMENT OF THE ARMY
GENERAL HEADQUARTERS

Dissemination :
BY FOUR WAYS
REF : 01.12.140

REPUBLIC OF INDONESIA
DEPARTMENT OF THE ARMY
(1-2) DEPARTMENT OF THE ARMY
GENERAL HEADQUARTERS

SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS) DI GARDU INDUK LAWANG

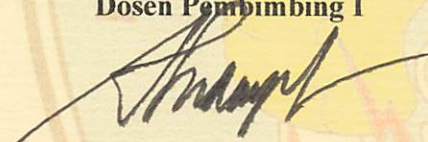
SKRIPSI

*Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

DENY CATUR WAHYUDI
NIM : 01.12.140

Diperiksa dan disetujui,
Dosen Pembimbing I



Ir. H. Taufik Hidayat, MT.

Nip. Y. 1018700015

Dosen Pembimbing II



Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT.

Nip. 132314400



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT

NIP. Y : 103 950 0274

**KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2008**

ABSTRAKSI

PERAKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS) DI GARDU INDUK LAWANG

(Deny Catur Wahyudi, 0112140, Teknik Elektro S-1/Teknik Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing I : Ir. H. Taufik Hidayat, MT.)
(Dosen Pembimbing II : Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.)

Kata Kunci : Perkiraan beban listrik, *OLS* (*Orthogonal Least Square*), model *fuzzy*.

Pemenuhan kebutuhan akan energi listrik tidak bisa ditetapkan sama dari waktu ke waktu. Untuk itu penyediaan energi listrik harus dilakukan dengan tepat dan sesuai dengan permintaan beban. Hal ini dikarenakan apabila daya yang dikirim dari bus-bus pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada bus-bus beban maka akan timbul persoalan pemborosan energi pada perusahaan listrik, sedangkan apabila daya yang dibangkitkan dan dikirimkan lebih rendah dan tidak memenuhi kebutuhan beban konsumen maka akan terjadi pemadaman lokal pada bus-bus beban, yang akibatnya merugikan pihak konsumen.

Pada skripsi ini menganalisis perkiraan beban jangka pendek dengan menggunakan *Orthogonal Least Square* (OLS). Pada metode ini menggunakan inputan antara lain data beban masa lampau (beban historis) dan data temperatur. Metode *Orthogonal Least Square* merupakan suatu metode untuk memperkirakan beban dengan teknik optimasi matematika yang akan mencoba menemukan sebuah fungsi yang paling mendekati data yang paling cocok dari data yang diukur dengan pengidentifikasian bagian *premise* dan bagian *consequent* yang dipenuhi secara terpisah.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab 6.5.1 dan telah dicoba dengan hasil perkiraan beban dari data beban pada tgl. 1 Mei 2006 s.d. 7 Mei 2006 di G.I Lawang yang terdiri dari 2 unit trafo dan 8 penyulang, dimana telah dihasilkan perkiraan beban selama seminggu dengan APE rata – rata sebesar 1.044 %. Dengan demikian, metode *Orthogonal Least Square* (OLS) dapat digunakan untuk melakukan perhitungan perkiraan beban listrik jangka pendek dalam jangka waktu satu minggu kedepan.

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT karena hanya dengan lindungan, rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, sebagai syarat untuk melengkapi dan memenuhi syarat mencapai gelar sarjana. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang tak terbatas kepada Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan lahir maupun batin kepada penulis.

Skripsi yang berjudul **“PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)* DI GARDU INDUK LAWANG”** ini tersusun juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Energi Listrik S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.
5. Ibu Irrine Budi S, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis.

6. Pihak PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali serta UPT Malang PLN P3B Region Jawa Timur dan Bali yang telah membantu dalam memberikan data-data yang dibutuhkan untuk penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Elektro Energi Listrik yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya, sebagai puncak dari tujuan penulisan skripsi ini adalah semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, April 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GRAFIK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metologi Pembahasan	4
1.6. Sistematika Pembahasan	4
BAB II PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK DAN METODE <i>ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)</i>	6
2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2. Sistem Jaringan Distribusi Radial	9
2.3. Perkiraan Beban	10

2.3.1. Metodologi Prakiraan.....	11
2.3.2. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Beban	12
2.3.3. Cara – Cara Memperkirakan Beban Jangka Pendek	12
2.3.4. Representasi Beban	13
2.4. Dasar Teori Logika <i>Fuzzy</i>	15
2.4.1. Aturan <i>Fuzzy</i>	18
2.4.2. Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> SUGENO	19
2.4.3. Langkah- Langkah Dalam <i>Logika Fuzzy</i>	20
2.5. Metode <i>Orthogonal Least Square (OLS)</i>	22
2.5.1. <i>Fuzzy Inference System</i> (Sistem Kesimpulan Tak Pasti)	22
2.5.2. Identifikasi Model <i>Fuzzy</i>	24
2.6. Perhitungan Keakuratan dari Perkiraan Beban	29
2.7. Algoritma Program	29

**BAB III PENERAPAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE*
(OLS) PADA GARDU INDUK LAWANG MALANG 33**

3.1. Pengaturan Beban Pada Gardu Induk Lawang Malang	33
--	----

**BAB IV ANALISA PRAKIRAAAN BEBAN JANGKA PENDEK
DENGAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)* 39**

4.1. Program Komputer Metode <i>Orthogonal Least Square (OLS)</i>	39
4.2. Hasil dan Analisis Hasil Perkiraan Beban.....	39
4.2.1. Hasil Uji Training	39
4.2.2. Hasil Perkiraan Beban Listrik	41

4.2.3. Grafik Perbandingan Perkiraan Beban Listrik	48
4.2.4. Analisa Hasil	53
4.2.5. Uji Validasi	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran-saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik 6
2.2	Jaringan Tegangan Menengah, Jaringan Tegangan Rendah 7
2.3	Bagan Jaringan Tegangan Menengah Sistem Radial 10
2.4	Prinsip Dasar Perkiraan Beban Dengan Metode <i>Trend</i> 11
2.5	Representasi Beban Pada Jaringan Distribusi 14
2.6	Segitiga Daya 14
2.7	Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Temperatur 16
2.8	Tahapan Proses Logika <i>Fuzzy</i> 22
2.9	Diagram Alir Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode OLS 32
3.1	Single Line Diagram Gardu Induk Lawang 34
4.1	Tampilan Hasil Program OLS Pada Hari Minggu, 7 Mei 2006 40

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1	Data Beban Trafo (MW) dan Temperatur ($^{\circ}$ C) Pada Tanggal 1 Mei s/d 7 Mei 2006..... 35
4.1	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 1 Mei 2006 41
4.2	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 2 Mei 2006 42
4.3	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 3 Mei 2006 43
4.4	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 4 Mei 2006 44
4.5	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 5 Mei 2006 45
4.6	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 6 Mei 2006 46
4.7	Hasil Prakiraan Beban Pada Tgl. 7 Mei 2006 47
4.8	Perbandingan Rata-Rata Beban Aktual Per Hari (MW), Rata-Rata Beban Ramal Per Hari (MW), dan Rata-Rata Prosentase Error (APE) Per Hari (%) Pada Tgl. 1 Mei s.d. 7 Mei 2006..... 52
4.9	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 1 Mei 2006..... 54
4.10	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 2 Mei 2006..... 54
4.11	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 3 Mei 2006..... 55
4.12	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 4 Mei 2006..... 55

4.13	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 5 Mei 2006.....	56
4.14	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 6 Mei 2006.....	56
4.15	Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 7 Mei 2006.....	57
4.16	Perbedaan APE Rata-Rata (%) Antara Metode OLS Dengan PLN	57

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
4.1 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 1 Mei 2006	48
4.2 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 2 Mei 2006	49
4.3 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 3 Mei 2006	49
4.4 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 4 Mei 2006	50
4.5 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 5 Mei 2006	50
4.6 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 6 Mei 2006	51
4.7 Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 7 Mei 2006	51
4.8 Perbandingan Rata-Rata Beban Aktual Per Hari (MW), Rata-Rata Beban Ramal Per Hari (MW) Pada Tgl. 1 Mei s.d. 7 Mei 2006	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suatu sistem tenaga listrik umumnya menghadapi berbagai masalah dalam hal perencanaan, pengoperasian dan pengontrolan agar dapat mensuplai tenaga listrik dengan kualitas yang baik pada beban-beban yang ada.

Untuk pemenuhan kebutuhan akan energi listrik itu sendiri tidak bisa kita tetapkan sama dari waktu ke waktu. Untuk penyediaan energi listrik itu sendiri harus dilakukan dengan tepat dan sesuai dengan permintaan beban. Hal ini dikarenakan apabila daya yang dikirim dari bus-bus pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada bus-bus beban maka akan timbul persoalan pemborosan energi pada perusahaan listrik, sedangkan apabila daya yang dibangkitkan dan dikirimkan lebih rendah dan tidak memenuhi kebutuhan beban konsumen maka akan terjadi pemadaman lokal pada bus-bus beban, yang akibatnya merugikan pihak konsumen.

Untuk itu salah satu hal yang dapat dilakukan diantaranya adalah membuat perkiraan beban jangka pendek (1 minggu) yang hasilnya mendekati permintaan beban pada kenyataannya, sehingga dapat dijadikan sebagai metode alternatif bagi PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali didalam memperkirakan beban-beban jangka pendek dimasa yang akan datang agar lebih baik.

Dewasa ini telah banyak metode yang digunakan untuk memperkirakan beban jangka pendek dengan tingkat keakuratan yang tinggi dan kesalahan (*error*) yang kecil. Dalam skripsi ini metode model *fuzzy* dikembangkan untuk

memperkirakan beban jangka pendek. Menurut metode ini identifikasi bagian premise dan consequent dipenuhi secara terpisah melalui teknik *Orthogonal Least Square* (OLS), dimana pemilihan input dilakukan secara otomatis setelah diberikan set kandidat input, diantaranya data beban historis dan temperatur. Di sisi lain, metode ini memakai model fuzzy tunggal untuk masing-masing jenis hari dari sebuah musim. Karenanya, vektor input terpisah digunakan untuk bagian premise dan bagian consequent dari model tersebut, dengan bentuk menjadi lebih kecil daripada yang sebelumnya. Performa atau hasil perkiraan yang diperoleh menunjukkan keefektifan metode ini.

Data yang akan digunakan berasal dari PT. PLN area Lawang (G.I. Lawang) dimana G.I. Lawang itu sendiri memiliki beban yang kompleks dengan delapan penyulang, dan terdiri dari beban perumahan dan beban industri. Sedangkan data yang diperlukan dari G.I. Lawang tersebut sesuai dengan jurnal yang ada adalah data beban perjam-harian dan data temperatur perjam harian, meskipun temperatur sebagai faktor utama yang berpengaruh pada pola beban didalam memperkirakan beban jangka pendek, kurang berpengaruh di Indonesia khususnya pada kasus ini di daerah Lawang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka pertanyaan yang timbul yaitu apakah metode *Orthogonal Least Square* (OLS) ini dapat melakukan perkiraan beban beberapa jam kedepan bahkan selama satu minggu dengan hasil yang lebih baik. Sesuai dengan permasalahan tersebut di atas maka Skripsi ini diberi judul :

“PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS) DI GARDU INDUK LAWANG”

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui penggunaan metode OLS dalam memperkirakan beban jangka pendek dengan tingkat kesalahan (*error*) rata-rata yang kecil, sehingga dapat dijadikan sebagai metode alternatif bagi PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali & PT. PLN area Lawang (G.I. Lawang) didalam memperkirakan beban-beban jangka pendek dimasa yang akan datang agar lebih baik.

1.4. Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak menjadi begitu luas dan mencapai sasaran, maka pembahasan skripsi ini dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Tidak membahas tentang analisis ekonomi (biaya).
2. Perhitungan dilakukan dengan program komputer (MATLAB 6.5.1).
3. Perhitungan dilakukan dalam keadaan beban normal, dimana periode waktu data yang diambil mulai tgl, 1 Mei 2005 – 30 April 2006 digunakan untuk training, dan tgl. 1 Mei 2006 – 7 Mei 2006 untuk diramalkan.

1.5. Metodologi Pembahasan

Metode pembahasan yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur : referensi jurnal IEEE dan buku-buku pendukung lainnya.
2. Studi lapangan untuk memperoleh dan mengevaluasi data beban yang didapat dari PT. PLN area Lawang (G.I. Lawang) untuk jangka waktu yang telah ditentukan sebelumnya dan dengan berpedoman pada literatur-literatur.
3. Berdasarkan data beban tersebut ditentukan penggolongan sesuai dengan acuan yang tersedia.
4. Analisis data dengan proses pemasukan data yang didapat, kemudian diolah dengan OLS (*Orthogonal Least Square*), dan terakhir mengambil kesimpulan dari hasil analisis.

1.6. Sistematika Pembahasan

BAB I. Pendahuluan

Membahas mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. Perkiraan Beban Jangka Pendek dan Metode *Orthogonal Least Square* (OLS)

Penjelasan tentang teori sistem tenaga listrik, perkiraan beban, dasar teori logika *fuzzy* dan metode *Orthogonal Least Square* (OLS) dalam sistem tenaga.

BAB III. Penerapan Metode *Orthogonal Least Square* (OLS) Pada Gardu

Induk Lawang Malang

Berisikan aplikasi metode *Orthogonal Least Square* (OLS) pada PT.

PLN area Lawang (G.I. Lawang).

BAB IV. Analisa Perkiraan Beban Jangka Pendek Dengan Metode

***Orthogonal Least Square* (OLS)**

Berisi tentang analisa metode dalam memperkirakan beban, serta hasil analisa perkiraan beban.

BAB V. Kesimpulan dan Penutup

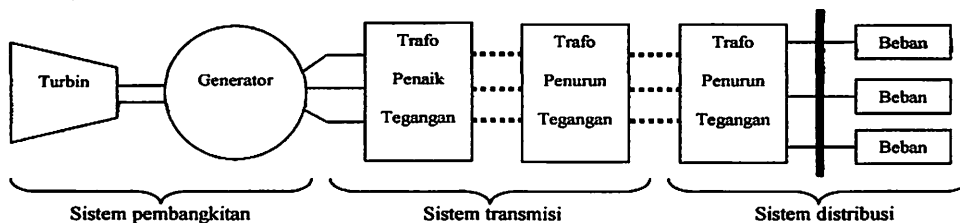
Berisikan kesimpulan dan saran.

BAB II

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK DAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS)

2.1. Sistem Tenaga Listrik

Dalam teknik tenaga listrik terdiri atas tiga bagian penting, yakni : pembangkit (sebagai sumber tenaga listrik), transmisi (sebagai jaringan untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit ke beban / ke jaringan distribusi), dan distribusi (sebagai jaringan yang menyalurkan tenaga listrik ke konsumen / pemakai).



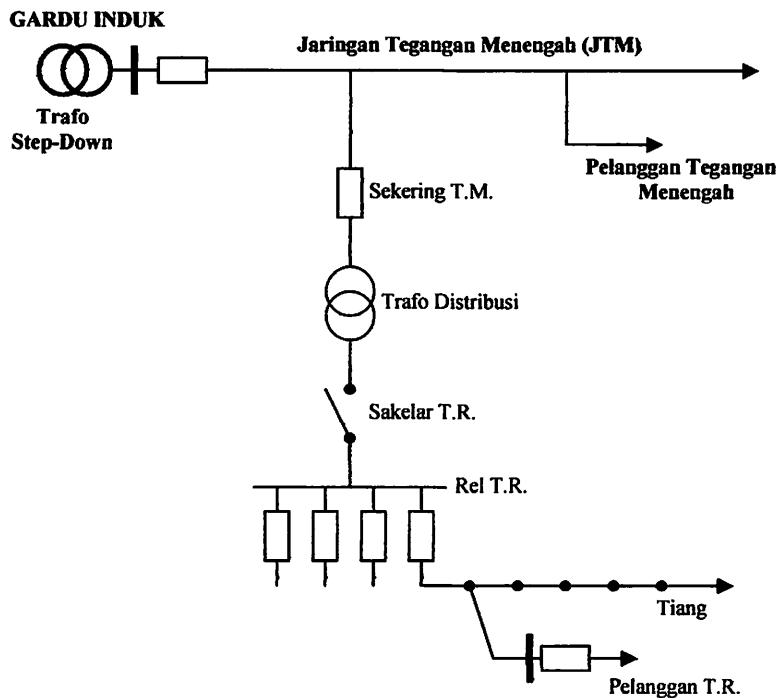
Gambar 2.1. Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik^[2]

Karena berbagai persoalan teknis, tenaga listrik hanya dapat dibangkitkan pada lokasi tertentu. Mengingat pemakai tenaga listrik atau pelanggan listrik tersebar di berbagai tempat, maka penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit tenaga listrik sampai ke pemakai atau pelanggan tenaga listrik memerlukan berbagai penanganan teknis.

Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTD, PLTU, PLTG, dan PLTGU, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah tegangan dinaikkan terlebih dahulu oleh Transformator penaik tegangan (Transformator *Step-up*) yang terdapat di pusat listrik.

Setelah tenaga listrik disalurkan melalui transmisi, maka sampailah tenaga listrik tersebut di Gardu Induk (G.I.) untuk kemudian tegangannya diturunkan oleh transformator penurun tegangan (Transformator *Step-down*) menjadi tegangan menengah atau jaringan distribusi primer. Tegangan menengah yang dipakai oleh PT. PLN (Persero) adalah 20 kV, 12 kV, 6 kV.

Jaringan dari pusat pembangkit tenaga listrik menuju gardu induk disebut jaringan transmisi, sedangkan jaringan setelah melalui atau keluar gardu induk umumnya disebut jaringan distribusi. Setelah melalui saluran distribusi primer, maka tenaga listrik kemudian diturunkan tegangannya oleh transformator distribusi menjadi tegangan 380/220 Volt atau 220/127 Volt, dan baru kemudian disalurkan kepada konsumen.



Gambar 2.2. Jaringan Tegangan Menengah, Jaringan Tegangan Rendah^[2]

Dari uraian yang disampaikan diatas kiranya dapat dimengerti bahwa besar kecilnya tenaga listrik ditentukan sepenuhnya oleh konsumen, yaitu tergantung bagaimana para pengguna atau konsumen tenaga listrik menggunakan peralatan listriknya, kemudian PT. PLN (Persero) harus mengimbangi kebutuhan tenaga listrik tersebut dalam arti selalu menyesuaikan daya listrik yang dibangkitkan dengan daya listrik yang dibutuhkan dari waktu ke waktu.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik bagi para konsumen, diperlukan berbagai peralatan listrik. Berbagai peralatan listrik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik, sehingga sistem tenaga listrik yang dimaksud disini adalah sekumpulan pusat pembangkit tenaga listrik dan gardu induk yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

Karena daya listrik yang dibangkitkan harus sama dengan tenaga listrik yang dibutuhkan konsumen, maka dalam mengoperasikan sistem tenaga listrik dengan baik perlu adanya hal-hal sebagai berikut :

- a. Perencanaan operasi.
- b. Pelaksanaan operasi.
- c. Pengendalian operasi.
- d. Analisa operasi.

Operasi sistem tenaga listrik ini menyangkut biaya operasi yang besar, maka manajemen operasi sistem tenaga listrik harus memikirkan bagaimana menyediakan tenaga listrik yang seekonomis mungkin dengan tetap

memperhatikan mutu dan keandalan. Sehingga hal-hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen operasi sistem tenaga listrik adalah sebagai berikut :

- a. Perkiraan beban.
- b. Syarat-syarat pemeliharaan peralatan.
- c. Keandalan yang diinginkan.
- d. Pengaturan dan penyaluran beban.
- e. Proses produksi tenaga listrik yang ekonomis.

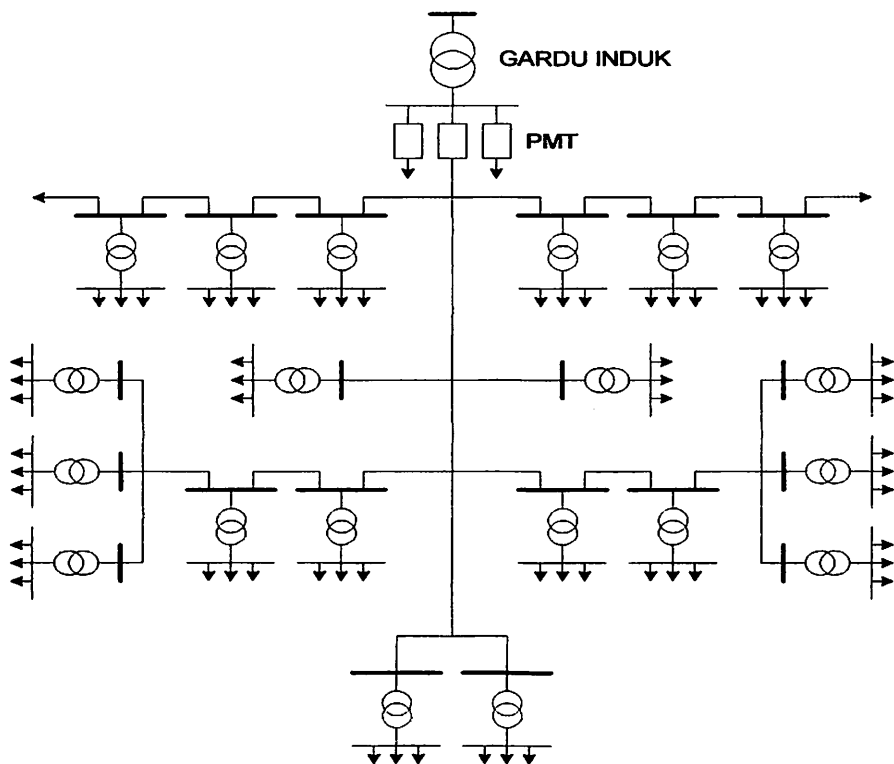
Kelima hal diatas masih harus seringkali dikaji ulang terhadap berbagai kendala seperti :

- a. Aliran beban dalam jaringan.
- b. Daya hubung singkat.
- c. Gangguan yang sering kali menimpa peralatan.
- d. Stabilitas sistem.
- e. Penyediaan suku cadang dan dana.

Dengan memperhatikan kendala-kendala diatas, maka seringkali harus dilakukan pengaturan kembali terhadap rencana pemeliharaan dan alokasi beban.

2.2. Sistem Jaringan Distribusi Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk dasar yang paling sederhana dan paling banyak digunakan. Sistem ini dikatakan radial karena kenyataannya bahwa jaringan ini ditarik secara radial dari GI ke pusat-pusat beban konsumen yang dilayaninya. Sistem ini terdiri dari saluran utama dan saluran cabang seperti gambar 2.3. dibawah.



Gambar 2.3. Bagan Jaringan Tegangan Menengah Sistem Radial³¹

2.3. Perkiraan Beban

Menurut jangka waktunya perkiraan beban dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yakni :

1. Perkiraan beban jangka pendek.

Yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban beberapa jam kedepan sampai 168 jam kedepan (satu minggu).

2. Perkiraan beban jangka menengah.

Yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban beberapa bulan kedepan sampai satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka menengah masalah-masalah manajerial perusahaan merupakan faktor yang utama. Misalnya kemampuan-kemampuan teknis dalam perluasan jaringan distribusi, penyelesaian proyek saluran transmisi.

3. Perkiraan beban jangka panjang.

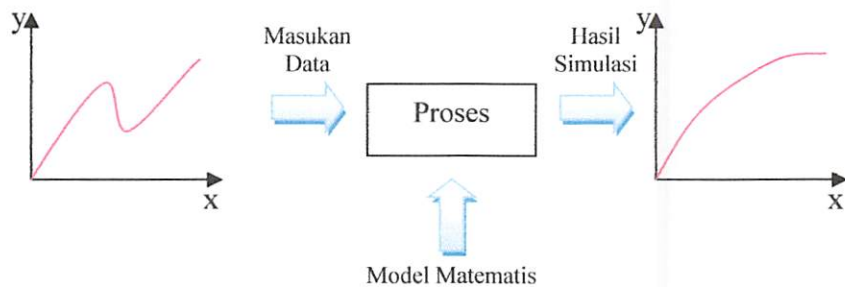
Yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban diatas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang ini masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik (PLN) merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban.

2.3.1. Metodologi Perkiraan

Metode perkiraan yang dipakai dalam sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

a. Berdasarkan Kecenderungan (*Trend*)

Metode trend atau analisis regresi adalah dengan mempelajari sifat-sifat sebuah proses dimasa lampau dan membuatnya sebagai suatu model matematis untuk masa mendatang.



Gambar 2.4. Prinsip Dasar Perkiraan Beban Dengan Metode *Trend* ^[4]

b. Model Ekonometri

Pada umumnya model ini dikaitkan dengan sifat dari salah satu fungsi ekonomi dalam bentuk fungsi ekonomi lainnya. Model ekonometri sebenarnya sama dengan model statistik, karena semua variabelnya sudah tertentu dan secara matematis dapat diukur, seperti pada perencanaan,

seringkali modelnya terdiri dari suatu persamaan, dalam hal ini modelnya disebut model regresi.

2.3.2. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Beban

Pertumbuhan beban jangka panjang mempunyai korelasi yang kuat dengan aspek pengembangan komunitas pengembangan lahan. Faktor ekonomi seperti laju kenaikan pendapatan penduduk perkapita, data demografi, data tata penggunaan lahan serta pengembangannya merupakan data-data input dalam proses perkiraan beban jangka panjang. Sedangkan output perkiraan beban tersebut dapat berupa kerapatan beban yang dapat dinyatakan dalam kW.

Lain halnya perkiraan yang dilakukan dalam waktu jangka pendek, seperti per-jam, harian atau mingguan. Faktor-faktor eksternal seperti diatas yang berubahnya dalam jangka waktu yang panjang tidak akan berpengaruh pada pola beban, sebaliknya faktor-faktor yang berubah secara cepat dalam lingkup hari atau jam akan berpengaruh besar. Karena itu, pada umumnya kondisi cuaca berpengaruh terhadap pola beban, seperti halnya temperatur, kelembaban, kecepatan angin, kondisi awan, termasuk kondisi abnormal seperti badai. Dari beberapa penelitian dibuktikan bahwa suhu adalah faktor utama yang berpengaruh pada pola beban. Sedangkan pengaruh abnormal seperti badai yang berpengaruh besar terhadap pola beban sangat sulit diakomodasikan karena ketidakpastiannya.

2.3.3. Cara – Cara Memperkirakan Beban Jangka Pendek

Salah satu faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah perkiraan beban yang akan dialami oleh sistem tenaga listrik yang bersangkutan. Selama ini belum ada rumusan yang baku dalam

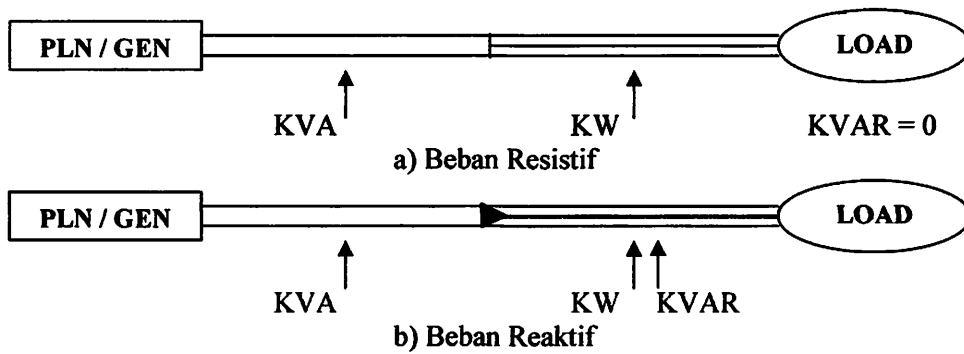
memperkirakan beban, namun karena pada umumnya kebutuhan tenaga listrik seorang konsumen sifatnya periodik, maka grafik beban sistem tenaga listrik juga bersifat periodik. Oleh karena itu, data beban masa lalu beserta analisisnya sangat diperlukan untuk memperkirakan beban yang akan datang. Grafik beban yang ada secara perlahan-lahan berubah sesuai dengan perubahan-perubahan yang ada, karena disebabkan oleh banyak faktor diantaranya cuaca. Misalnya : suhu udara, bila suhu udara tinggi maka pemakaian alat-alat penyejuk udara bertambah dan ini menambah pemakaian energi listrik. Beberapa metode yang dipakai untuk memperkirakan beban saat ini antara lain metode koefisien beban, metode pendekatan linier, dan lain-lain.

2.3.4. Representasi Beban

Dalam sistem distribusi beban dipresentasikan menjadi 2 macam beban, yaitu :

- Beban resistif, yakni suatu beban listrik yang terjadi dari tahanan ohm saja, yang mana beban ini hanya mengkonsumsi daya aktif saja. Contoh : lampu pijar.
- Beban Reaktif, adalah suatu beban listrik yang selain mengkonsumsi daya aktif juga mengkonsumsi daya reaktif. Misal : motor listrik.

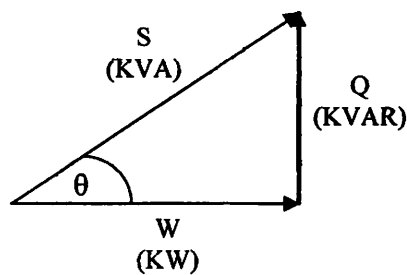
Kedua beban tersebut dipresentasikan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5. Representasi Beban Pada Jaringan Distribusi ^[4]

Dimana KW adalah daya aktif (efektif) merupakan daya terpakai, yaitu daya yang melakukan usaha / energi yang sebenarnya. KVAR adalah daya reaktif, daya ini tidak dibutuhkan dalam instalasi listrik, akan tetapi timbul karena adanya pembentukan medan magnet pada beban-beban induktif. KVA adalah daya semu yang merupakan penjumlahan secara vektoris antara daya aktif dan daya reaktif.

Pada gambar 2.6. di bawah dapat dilihat hubungan antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu, serta faktor daya.



Gambar 2.6. Segitiga Daya^[4]

Hubungan antara ketiganya dapat ditunjukkan dengan persamaan matematika sebagai berikut.

$$P = V \times I \times \cos\theta$$

$$Q = V \times I \times \sin\theta$$

$$S = V \times I$$

$$\cos\theta = P/S$$

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa besarnya daya yang berasal dari sumber listrik tidak seluruhnya sampai ke konsumen, akan tetapi dipengaruhi oleh faktor daya ($\cos \theta$) yang merupakan cosinus sudut antara kW dan kVA.

Dengan membesarnya daya reaktif pada keadaan daya aktif konstan, sudut antara arus dan tegangan akan bertambah besar pula, sehingga faktor daya akan mengecil. Memburuknya faktor daya akan mengakibatkan bertambahnya kVA penyaluran untuk daya aktif yang tetap.

2.4. Dasar Teori Logika *Fuzzy*

Fuzzy Logic adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. *Fuzzy set* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965 dalam papernya yang monumental. Sejak diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh dan ditunjang oleh peneliti-peneliti yang lain seperti Ebrahim Mamdani, Rutherford, Pedrycs, dan Yamakawa, maka teori tersebut telah diterima di masyarakat ilmiah sebagai terobosan dalam bidang kecerdasan buatan.

Meniru kemampuan dan kecerdasan manusia sering kali merupakan cara yang sangat bermanfaat untuk membuat program komputer yang dapat menangani permasalahan nyata yang sering kali rumit. Misalkan ada kalimat : “Lempar bola itu hingga kecepatan maksimalnya 15 ms^{-1} .” Tentu kalimat yang sangat ilmiah menjadi sangat lucu dan sepertinya tak mungkin dilakukan tanpa menggunakan alat bantu untuk mencapai keakuratan yang sedetil itu. Apabila digunakan kalimat : “Lempar bola itu **agak kencang** supaya jatuhnya **jauh**.” Pada kata yang bercetak tebal memiliki batasan yang tidak jelas (kabur) atau bisa dikatakan *fuzzy*. Namun,

justru kalimat yang demikian itu justru seringkali berguna dalam komunikasi dan kendali manusia dalam kehidupan sehari-hari.

Bila semua yang sifatnya kabur / *fuzzy* kemudian dinyatakan secara baik oleh *tool* matematika yang memadai maka sesuatu itu menjadi pasti. Karena itu, Lotfi Zadeh menawarkan ide untuk menyajikan variabel *fuzzy* kedalam konsep yang kemudian dikenal sebagai fungsi keanggotaan / *membership function* yang menjadi inti dari logika *fuzzy*.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy* yaitu :

1. Variabel *Fuzzy*

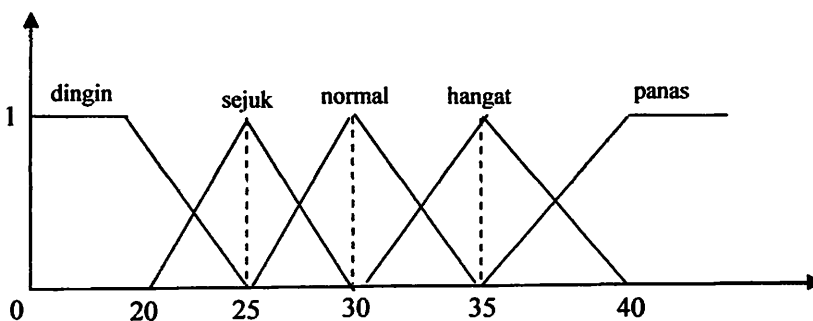
Merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh : umur, temperatur, permintaan dan sebagainya.

2. Himpunan *Fuzzy*

Merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh : variabel terbagi menjadi 5 himpunan *fuzzy*, yaitu : Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, dan Panas.



Gambar 2.7. Himpunan Fuzzy Pada Variabel Temperatur ^{16]}

Himpunan *fuzzy* sendiri memiliki 2 atribut yaitu :

- Linguistik yaitu persamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti panas, dingin, normal.
- Numeris yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti 10° , 20° , 30° , dan sebagainya.

3. Semesta Pembicaraan

Merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh : semesta pembicaraan untuk variabel temperatur : $[0, 40]$

4. Domain

Merupakan keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

Contoh :

- Dingin $[0,25]$
- Sejuk $[20,30]$

- Normal [25,35]
- Hangat [30,40]

2.4.1. Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy dimaksudkan untuk dapat menghubungkan antara keadaan mutlak (0,1) dengan keadaan samar (*fuzzy*), demikian juga sebaliknya untuk menjembatani antara konsep berpikir manusia dengan bahasa matematika, sehingga teori ini dapat diterapkan.

- **Hubungan Fuzzy**

Secara umum hubungan *fuzzy* memetakan suatu fungsi f secara point-to-point dalam himpunan *fuzzy* dengan *membership grade* antara 0 dan 1, dimana makin tinggi *grade* yang diperoleh menunjukkan makin erat hubungan keanggotaannya. Contoh : $X = \text{'usia'}$, jika $x = 40$ maka *grade* x pada masing-masing himpunan *fuzzy*.

$$\mu_{muda}(40) = 0,05$$

$$\mu_{setengah\ baya}(40) = 1$$

$$\mu_{tua}(40) = 0,01$$

Sehingga dapat disimpulkan untuk $x = 40$ lebih dekat ke himpunan *fuzzy* “setengah baya” daripada himpunan *fuzzy* lainnya.

- **Aturan If-Then**

Aturan ini secara umum berbentuk : If x is A then y is B , dimana A dan B adalah himpunan-himpunan *fuzzy* dari X dan Y . Biasanya “ x is A ” disebut *premise*, sedangkan “ y is B ” disebut *conclusion*. Secara matematis dapat ditulis :

$$R = A \rightarrow B = \mu_B(x, y) = f(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Dimana fungsi f , disebut juga fungsi implikasi *fuzzy*, yang bertugas mentransformasikan *membership grade* dari x dalam A dan y dalam B menjadi (x,y) dalam $A \rightarrow B$.

- **Fuzzy Reasoning (Penalaran Fuzzy)**

Fuzzy reasoning adalah suatu prosedur untuk menghasilkan suatu kesimpulan dari suatu aturan-aturan *If-Then* berdasarkan fakta-fakta yang diketahui.

Konsep ini dapat digambarkan sebagai berikut :

<i>Premise 1</i> (fakta)	: x is A
<i>Premise 2</i> (aturan)	: if x is A then y is B
<i>Consequent (conclusion)</i>	: y is B

2.4.2. Sistem Inferensi Fuzzy SUGENO

Penalaran *fuzzy* dengan metode SUGENO memiliki output (konsekuensi) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi – Sugeno Kang pada tahun 1985.

- Model *Fuzzy* Sugeno Orde – Nol

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde – nol yakni :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \dots (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = k$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

- Model *Fuzzy* Sugeno Orde – Satu

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde – satu yakni :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \dots (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_n \cdot x_n + q$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke- i serta q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno, maka *defuzzy* dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya.

2.4.3. Langkah- Langkah Dalam Logika Fuzzy

Berikut ini merupakan langkah- langkah dalam logika *fuzzy* yaitu :

1. Tahap pengaburan (*fuzzification*), yakni pemetaan dari masukan tegas ke himpunan kabur.
2. Tahap inferensi, yakni pembangkitan aturan kabur.
3. Tahap penegasan (*defuzzification*), yakni transformasi keluaran dari nilai kabur ke nilai tegas.

Langkah pertama dalam *fuzifikasi* adalah menentukan label, label fuzzy pada daerah batasan crisp (tegas) dari setiap masukan crisp. Jadi untuk temperatur kita dapat menentukan daerah label, misalkan kita bagi menjadi 5 label, Dingin, Sejuk, Normal, Hangat, Panas. Berikutnya, fungsi keanggotaan dinyatakan untuk memberi arti numerik pada tiap label. Setiap fungsi keanggotaan mengidentifikasikan daerah nilai masukan yang berkorespondensi dengan label. Keluaran *fuzzy* juga punya fungsi keanggotaan.

Setelah fungsi keanggotaan untuk variabel masukan dan keluarannya ditentukan, basis aturan pengendalian dapat dikembangkan untuk menghubungkan aksi keluaran pengendali terhadap kondisi masukannya. Tahap ini disebut sebagai tahap inferensi, yakni bagian penentuan aturan dari sistem logika kabur. Sejumlah aturan dapat dibuat untuk menentukan aksi pengendali kabur. Bentuk umum aturan logika fuzzy adalah pernyataan Jika – Maka (*if- Then*).

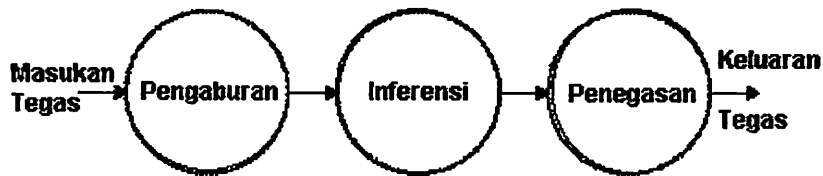
Aturan Jika-Maka (*if-Then*) tersebut dapat menghubungkan banyak variabel masukan dan keluaran. Karena aturan didasarkan pada deskripsi dengan kata-kata bukan dengan definisi matematis, maka semua hubungan yang dapat dijelaskan dengan ungkapan bahasa pada umumnya dapat dilakukan dengan pengendali logika kabur. Hal ini berarti sistem nonlinier yang biasanya sulit dikendalikan dengan pengendali konvensional, dapat dengan mudah dikendalikan oleh pengendali logika kabur. Dan karena variabel memiliki keanggotaan berbobot, aturan yang terdiri atas variabel-variabel ini juga memiliki bobot.

Defuzzifikasi merupakan proses pemetaan himpunan *fuzzy* menjadi harga keluaran crisp atau *non-fuzzy*. Output dalam bentuk crisp ini digunakan untuk aksi kendali. Defuzzifikasi diekspresikan sebagai berikut : $Z_o = \text{defuzzifier}(z)$.

Keterangan : Z_o : aksi kendali crisp.
 z : aksi kendali *fuzzy*.
defuzzifier : operator defuzzifikasi.

Setelah dilakukan evaluasi atas masukan dan menerapkan basis aturannya, pengendali logika kabur menghasilkan keluaran untuk diberikan kepada sistem yang dikendalikannya. Pengendali logika kabur harus mengubah variabel keluaran kabur menjadi nilai-nilai tegas yang dapat digunakan untuk mengendalikan sistem. Proses ini disebut sebagai penegasan (*defuzzification*). Telah dikembangkan banyak metode untuk melakukan penegasan ini, diantaranya adalah metode penegasan maksimum (*maximum defuzzification method*) dan metode penegasan dengan penghitungan titik pusat (*centroid defuzzification*).

Ketiga tahapan logika kabur diatas dapat digambarkan dalam diagram blok sebagai berikut :



Gambar 2.8. Tahapan Proses Logika *Fuzzy* ^[6]

2.5. Metode *Orthogonal Least Square (OLS)*

Metode *Orthogonal Least Square* merupakan suatu metode untuk memperkirakan beban dengan teknik optimasi matematika yang akan mencoba menemukan sebuah fungsi yang paling mendekati data yang paling cocok dari data yang diukur dengan pengidentifikasian bagian *premise* dan bagian *consequent* yang dipenuhi secara terpisah. Atau dengan kata lain suatu metode untuk memperkirakan beban dengan hubungan sebab – akibat. Metode ini pertama-tama akan mempartisi ruang input dan menentukan jumlah aturan *fuzzy* dan parameter-parameter *premisinya*. Dalam hal ini, perkiraan yang kedua menentukan batas-batas masukan yang tercakup didalam bagian *consequentnya* dari masing-masing aturan *fuzzy* dan mengkalkulasi parameternya.

2.5.1. *Fuzzy Inference System (Sistem Kesimpulan Tak Pasti)*

Saat ini sistem kesimpulan tak pasti banyak digunakan dalam beberapa aplikasi model *fuzzy* dan kontrol, yang berisi aturan IF-THEN yang bentuk umumnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R^{(j)}: & \text{ IF } z_1 \text{ is } A_1^j \text{ AND } \dots \text{ AND } z_m \text{ is } A_m^j \\
 & \text{ THEN } g_j = w_0^j + w_1^j u_1^j + \dots + w_{q_j}^j u_{q_j}^j
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Pernyataan preconditional IF menentukan bagian *premise*, sedangkan fungsi aturan THEN mendasari bagian *consequent* dari sistem *fuzzy* tersebut.

$\underline{z} = [z_1, \dots, z_m]^T$ adalah vektor input dari bagian *premise*, dan A_i^j adalah label dari set *fuzzy*.

$\underline{u}^j = [u_1^j, \dots, u_{q_j}^j]$ mewakili vektor input pada bagian *consequent* dari aturan $R^{(j)}$ dengan batas q_j .

$g_j = g_j(\underline{u}^j)$ menandakan keluaran aturan *j-th* yang polynomial linier dari batas input *consequent* u_i^j , dan $\underline{w}^j = [w_0^j, w_1^j, \dots, w_{q_j}^j]^T$ adalah koefisien polynomial yang membentuk set parameter *consequent*. Tiap-tiap label A_i^j dihubungkan dengan fungsi keanggotaan $\mu_{A_i^j}(z_i)$ yang dipaparkan sebagai berikut :

$$\mu_{A_i^j}(z_i) = \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{(z_i - m_{ij})^2}{\sigma_{ij}^2}\right] \quad (2)$$

dimana m_{ij} dan σ_{ij} adalah nilai rata-rata dan standar deviasi dari fungsi keanggotaan tipe Gaussian. Kesatuan semua parameter ini merumuskan set parameter *premise*.

Aturan $R^{(j)}$ dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\mu_j(\underline{z}) = \mu_{A_1^j}(z_1) \cdot \mu_{A_2^j}(z_2) \cdots \mu_{A_m^j}(z_m) \quad (3)$$

Diberikannya vektor-vektor input \underline{z} dan $\underline{u}^j, j = 1, \dots, M$, keluaran akhir dari sistem *fuzzy* disimpulkan dengan mengambil rata-rata tertimbang dari keluaran lokal $g_j(\underline{u}^j)$ sebagai berikut.

$$y = \sum_{j=1}^M v_j(\underline{z}) \cdot g_j(\underline{u}^j) \quad (4)$$

dimana M menandakan jumlah aturan dan $\nu_j(\underline{z})$ adalah normalisir dari aturan $R^{(j)}$ yang digambarkan sebagai berikut.

$$\nu_j(\underline{z}) = \mu_j(\underline{z}) / \sum_{j=1}^M \mu_j(\underline{z}) \quad (5)$$

2.5.2. Identifikasi Model Fuzzy

Struktur proses identifikasi melibatkan dua bagian utama, yaitu identifikasi bagian *premise* dan bagian *consequent*. Pembentuknya terdiri dari penyekatan ruang input ke dalam daerah *fuzzy* dan mengekstrak jumlah aturannya.

Daerah *fuzzy* digambarkan oleh (3), yang dinyatakan juga sebagai *fuzzy hyper-cell*. Berdasarkan pertimbangan diatas, masalah identifikasi *premise* dapat dinyatakan sebagai berikut : Pemberian set data latihan, mencari jumlah *hyper-cells* sehingga ruang *premise* terpenuhi. Sekali *OLS* mempartisi ruang input, parameter *premise* ditentukan.

Dalam menentukan struktur optimal dari submodel *consequent*, yaitu dengan memberikan set kandidat input, memutuskan variabel input mana yang seharusnya ikut dalam bagian *consequent* dari tiap aturan sehingga sistem dinamik didalam daerah *fuzzy* berturut-turut dapat dipenuhi. Terakhir yang dilakukan adalah mengkalkulasi parameter model tersebut.

Ringkasnya metode *OLS* ini dapat dilakukan dalam dua tahap dimana identifikasi *premise* dan *consequent* dilakukan secara terpisah melalui algoritma *OLS*. Tahap pertama, *OLS* dilakukan untuk menentukan partisi bagian *premise* dan menggambarkan parameternya. Tahap kedua, *OLS* juga diterapkan untuk memilih input yang sesuai untuk bagian *consequent* dan memperkirakan parameternya.

a. Tahap 1 : Metode *Orthogonal Least Square* Untuk *Premise Part*

Misalkan N menandakan jumlah pasangan input/output yang mendasari set data latihan. Seperti telah disebutkan diatas, partisi *premise* terdiri dari mencari jumlah *hyper-cells*, $\mu_j(\underline{z})$, didalam ruang *premise*. Untuk menggambarkan bagaimana metode ini bekerja, penting mempertimbangkan sistem *fuzzy* (4).

$$d^{[p]} = \sum_{j=1}^M p_j^{[p]} \cdot g_j + e^{[p]} \quad p = 1, \dots, N \quad (6)$$

dimana $d^{(p)}$ adalah keluaran sistem yang diinginkan dan g_j adalah parameter riil yang diperkirakan. Fungsi $p_j^{(p)}$, $j = 1, \dots, M$, dikenal sebagai regresor dan fungsi perbaikan dari input *premise* $\underline{z}^{(p)}$, sehingga $p_j^{(p)} = v_j(\underline{z}^{(p)})$.

Transformasi (6) ke dalam bentuk regresi ekivalen sebagai berikut.

$$d^{[p]} = \sum_{j=1}^M f_j^{[p]} \cdot \theta_j + e^{[p]} \quad (7)$$

dimana regresor $f_j^{(p)}$ adalah ortogonal antara satu dengan yang lainnya.

Regresor ortogonal $f_j^{(p)}$ dihubungkan pada regresor asli $p_j^{(p)}$ melalui

hubungan transformasi Gram-Schmidt :

$$f_1^{[p]} = p_1^{[p]} \quad p = 1, \dots, N \quad (8)$$

$$f_k^{[p]} = p_k^{[p]} - \sum_{i=1}^{k-1} \alpha_{ik} p_i^{[p]} \quad k = 2, \dots, M \quad (9)$$

dimana :

$$\alpha_{ik} = \frac{\sum_{p=1}^N f_i^{[p]} \cdot p_k^{[p]}}{\sum_{p=1}^N (f_i^{[p]})^2} \quad 1 \leq i < k \quad (10)$$

Least Square (LS) memperkirakan $\hat{\theta}_j$ dengan rumus :

$$\hat{\theta}_j = \frac{\sum_{p=1}^N f_j^{[p]} \cdot d^{[p]}}{\sum_{p=1}^N (f_j^{[p]})^2} \quad (11)$$

Dalam memperkirakan \hat{g}_j dari sistem aslinya (6) dengan mudah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\hat{g}_M = \hat{\theta}_M, \quad \hat{g}_i = \hat{\theta}_i - \sum_{j=i+1}^M a_{i,j} \hat{\theta}_j, \quad i = M - 1, \dots, 1 \quad (12)$$

Kunci untuk implementasi OLS yang disebut ratio reduksi error dinyatakan sebagai berikut.

$$[err]_j = \hat{\theta}_j^2 \frac{\sum_{p=1}^N (f_j^{[p]})^2}{\sum_{p=1}^N (d^{[p]})^2} \quad (13)$$

$[err]_j$ mewakili bagian dari energi output yang diinginkan yang digambarkan oleh regresor $f_j^{(p)}$ sendiri.

Jadi OLS adalah suatu algoritma yang memproses sebagai berikut :

Pada mulanya menganggap semua set kandidat regresor, yaitu $M=N$. Pada langkah k -th dimensi ruang direntangkan dengan dipilihnya regresor yang ditambahkan dari $k-1$ sampai k dengan mengenalkan regresor baru. Untuk yang tersisa $(N-k)$ kandidat regresor, $f_j^{(p)}$, $\hat{\theta}_j$ dan $[err]_j$ dihitung menggunakan (9), (11) dan (13). Kemudian regresor penting dipilih, yang mana menunjukkan ratio reduksi error maksimum. Jadi ditambahkannya regresor baru memaksimalkan kenaikan energi output yang diinginkan.

Prosedur tersebut diakhiri di langkah M_s th ketika *Error Reduction Ratio*

Criterion (ERRC), $ERRC = 1 - \sum_{j=1}^{M_s} [err]_j < \rho$ dipenuhi, dimana $0 < \rho < 1$

adalah toleransi yang dipilih.

Pada akhir dari tahap pertama (bagian *premise*), *OLS* menentukan jumlah aturan dan struktur bagian *premise*.

Tahap 2 : Metode *Orthogonal Least Square* Untuk *Consequent Part*

Tahap ini mengidentifikasi struktur dan memperkirakan parameter submodel linier dalam bagian *consequent*. Misalkan q menandakan jumlah variabel input yang membentuk set kandidat input. Pada awalnya dianggap bahwa semua anggota adalah input untuk setiap aturan. Dari (1) dan (4) diperoleh :

$$y = \sum_{j=1}^M v_j(\underline{z}) \cdot (w_0^j + w_1^j u_1 + \dots + w_q^j u_q) \quad (14)$$

dimana $M = M_s$ yang ditentukan pada tahap pertama / bagian *premise*.

Pada keluaran sistem dalam bentuk yang lebih ringkas dinyatakan dengan vektor-vektor berikut :

$$V = [V_1, \dots, V_Q] = [v_1, \dots, v_M, v_1 u_1, \dots, v_M u_1, v_1 u_q, \dots, v_M u_q] \quad (15)$$

$$W = [W_1, \dots, W_Q] = [w_0^1, \dots, w_0^M, w_1^1, \dots, w_1^M, w_q^1, \dots, w_q^M] \quad (16)$$

dimana $Q = M(q + 1)$. Kemudian (14) dapat ditulis kembali sebagai

$$y = V^T \cdot W \quad (17)$$

Terakhir, didalam batasan notasi yang digunakan dalam subseksi sebelumnya, sistem *fuzzy* (14) dapat dirumuskan kembali sebagai berikut.

$$d^{[p]} = \sum_{j=1}^Q p'^{[p]}_j \cdot g'_j + e^{[p]} \quad p = 1, \dots, N \quad (18)$$

dimana $p'_j = V_j(\underline{z}, \underline{U}_c)$ dan $g'_j = W_j$.

p_j adalah regresor baru dan g_j adalah parameter *consequent*. Proses ini diulang beberapa kali sampai ERRC memperoleh nilai yang lebih rendah daripada toleransi error yang ditentukan.

Didalam memperkirakan beban disini, notasi-notasi yang dipakai adalah sebagai berikut :

$T_{\min,d}$, $T_{\max,d}$: temperatur maksimum dan minimum untuk hari d.

$L_{d,h}$: beban sebelum jam h dari hari d, dimana $d = 1, \dots, 365$ adalah indeks hari dan $h = 1, \dots, 24$ adalah indeks jam.

Topi (^) : menunjukkan jumlah perkiraan.

$\hat{L}_{d,h}$: perkiraan beban di jam h dari hari d.

Lingkup proses identifikasi adalah untuk mengembangkan model *fuzzy* yang mampu melakukan penyesuaian input-output dari data latihan dengan tingkat akurasi yang dapat diterima.

Pada umumnya kandidat input dapat dibagi menjadi 3 kelompok utama : variabel temperatur, variabel beban dan variabel iklim.

Menurut metode ini generasi model *fuzzy* khususnya jenis hari prosesnya sebagai berikut :

- 1) Menerapkan algoritma OLS untuk menentukan jumlah aturan dan set *fuzzy* didalam ruang *premise* (identifikasi *premise*).
- 2) Berdasarkan *fuzzy hyper-cells* yang diperoleh pada tahap pertama dan set kandidat input, menghasilkan set kandidat regressor untuk bagian *consequent*. Kemudian merumuskan kembali dan menerapkan OLS sekali lagi untuk struktur *consequent*. Proses ini diulang beberapa kali sampai

ERRC memperoleh nilai yang lebih rendah daripada toleransi error yang ditentukan.

Keuntungan yang diperlihatkan dalam metode ini ada dua, yakni :

- Pemberian inputan akan diidentifikasi / dikenali secara otomatis dan diperintahkan menuju bagian *consequent* dengan aturan-aturan *fuzzy* yang sesuai.
- Metode ini menggunakan model *fuzzy* tunggal untuk setiap jenis hari dari suatu musim.

2.6. Perhitungan Keakuratan dari Perkiraan Beban

Keakuratan dari perkiraan beban ditunjukkan dengan rumus APE (*Average Percentage Error*), sebagai berikut :

$$APE = \frac{1}{N_w} \sum_{d=1}^{N_w} \left[\frac{1}{24} \sum_{h=1}^{24} \frac{|L_{d,h} - \hat{L}_{d,h}|}{L_{max,d}} \right] \cdot 100\% \quad (19)$$

dimana :

N_w : jumlah hari didalam set data.

$L_{d,h}$: beban aktual.

$\hat{L}_{d,h}$: beban yang diperkirakan.

$L_{max,d}$: beban aktual maksimum hari itu.

Rata-rata prosentase kesalahan (APE) dipilih sebagai ukuran kesalahan untuk mengevaluasi kinerja suatu model perkiraan.

2.7. Algoritma Program

Urutan langkah – langkah dalam program komputer yang digunakan ini dapat dilihat pada algoritma program berikut.

Langkah 1 : Masukkan set data latihan, berupa data beban dan temperatur dalam jangka waktu 1 tahun.

Langkah 2 : Masukkan pilihan hari.

Langkah 3 : Hitung rata-rata tertimbang (*premise*) berdasarkan rumus

$$f = \sum_{j=1}^M e_j(z) g_j(q^j)$$

Langkah 4 : Hitung keluaran sistem (*premise*) berdasarkan rumus

$$d^{(p)} = \sum_{j=1}^M p_j^{(p)} \cdot g_j + e^{(p)} \quad p = 1, \dots, N$$

Langkah 5 : Hitung ERRC (*Error Reduction Ratio Criterion*) berdasarkan rumus

$$[err]_j = \hat{\theta}_j^2 \frac{\sum_{p=1}^N (f_j^{(p)})^2}{\sum_{p=1}^N (d^{(p)})^2}$$

Langkah 6 : Apakah ERRC dipenuhi, dimana $0 < \rho < 1$, jika ya, menuju langkah 7, jika tidak, maka $k = k + 1$ dan menuju langkah 4.

Langkah 7 : Hitung rata-rata tertimbang (*consequent*) berdasarkan rumus

$$j = \sum_{j=1}^M e_j(z) \cdot (w_0^j + w_1^j u_1 + \dots + w_n^j u_n)$$

Langkah 8 : Hitung keluaran sistem (*consequent*) berdasarkan rumus

$$d^{(p)} = \sum_{j=1}^Q p_j^{(p)} \cdot g_j + e^{(p)} \quad p = 1, \dots, N$$

Langkah 9 : Hitung ERRC (*Error Reduction Ratio Criterion*) berdasarkan rumus

$$[err]_j = \hat{\theta}_j^2 \frac{\sum_{p=1}^N (f_j^{(p)})^2}{\sum_{p=1}^N (d^{(p)})^2}$$

Langkah 10 : Apakah ERRC dipenuhi, dimana $0 < \rho < 1$, jika ya, menuju langkah 11, jika tidak, maka $k = k + 1$ dan menuju langkah 8.

Langkah 11 : Apakah Epoch = 100, jika ya, menuju langkah 12, jika tidak, menuju langkah 3.

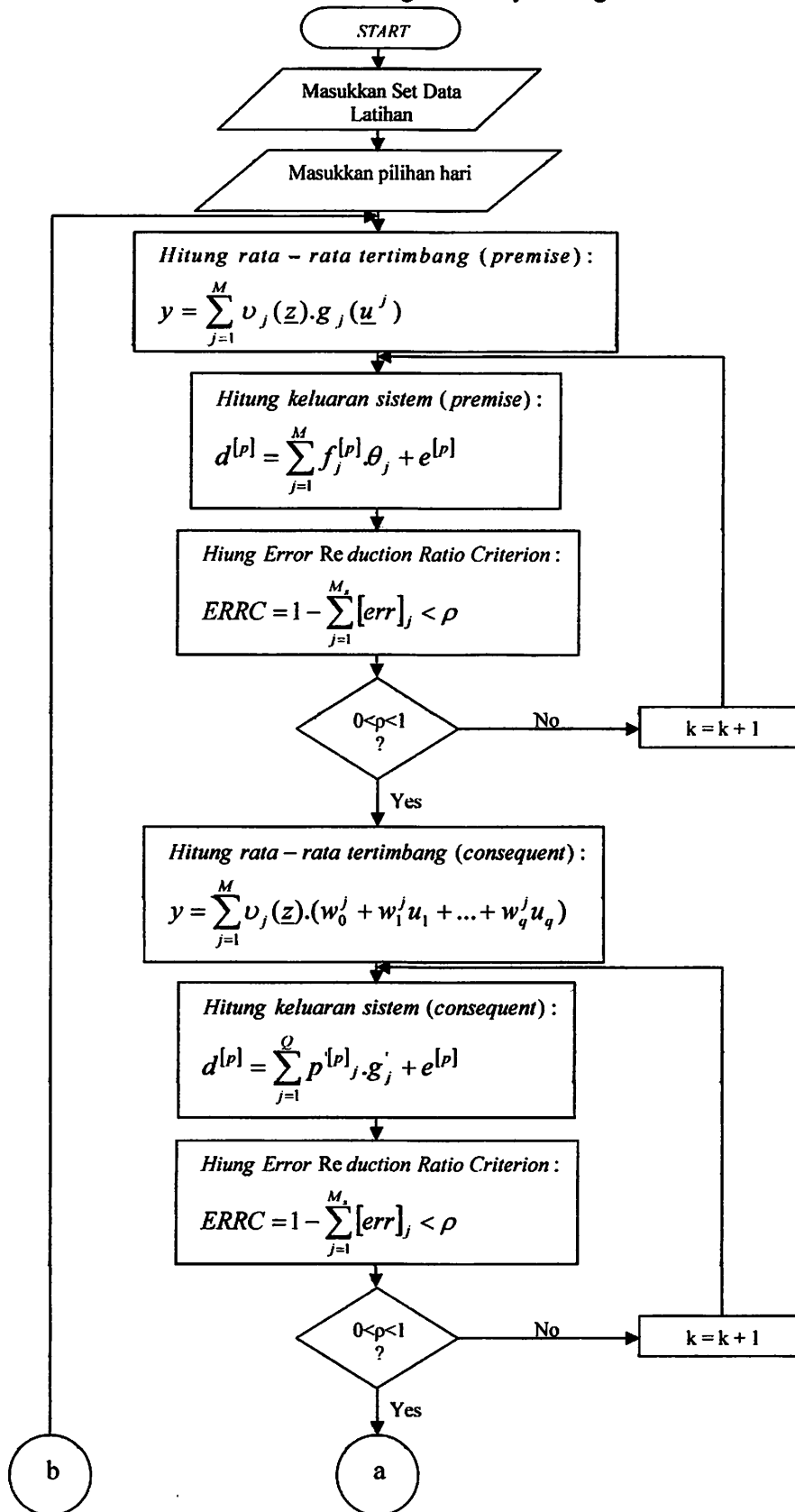
Langkah 12 : Melakukan kalkulasi APE (rata-rata prosentase kesalahan)

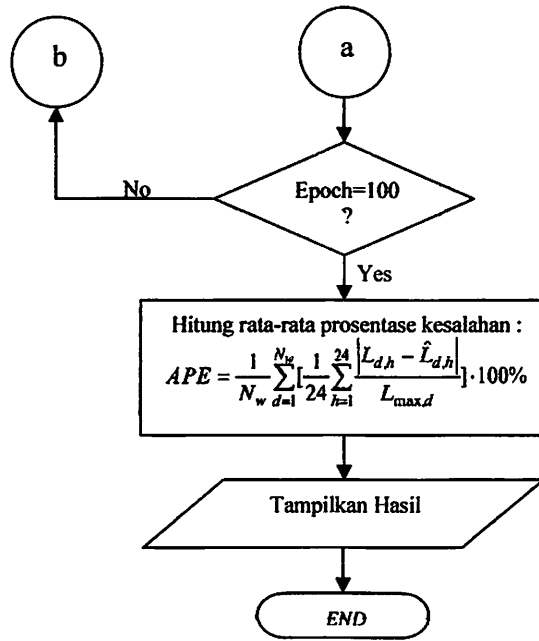
$$APE = \frac{1}{N_n} \sum_{j=1}^{N_n} \left| \frac{1}{24} \sum_{k=1}^{24} \frac{L_{j,k} - \hat{L}_{j,k}}{L_{max,j}} \right| \cdot 100\%$$

berdasarkan rumus

Langkah 13 : Tampilkan hasil berupa grafik dan hasil data peramalan beban.

Berdasarkan uraian diatas maka diagram alirnya sebagai berikut :





Gambar 2.9.

Diagram Alir Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode OLS

BAB III

PENERAPAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS)

PADA GARDU INDUK LAWANG MALANG

3.1. Pengaturan Beban Pada Gardu Induk Lawang Malang

Diperlukan pemilihan lokasi studi kasus untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini. Sistem tenaga listrik Gardu Induk Lawang Malang memiliki beban yang kompleks, karena terdiri dari beban perumahan dan beban industri. Dimana Gardu Induk Lawang Malang itu sendiri memiliki dua trafo yang mana kedua trafo tersebut adalah trafo 3 fasa yang merupakan trafo jenis *step down* dengan kapasitas arusnya sebesar 115 A dan berfrekuensi 50 Hz yang terdiri dari delapan penyulang, antara lain :

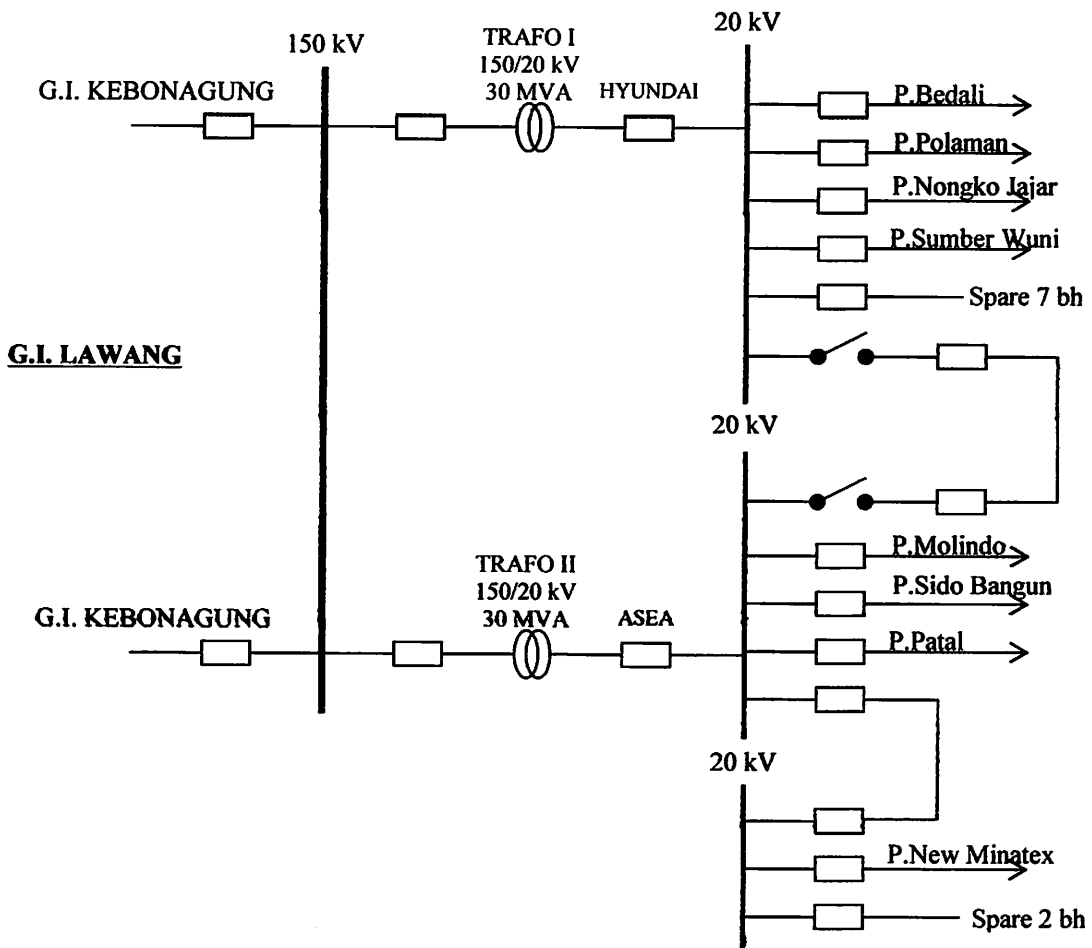
1. Trafo I bertegangan 150/20 kV dengan daya 30 MVA melayani :
 - Penyulang Bedali
 - Penyulang Polaman
 - Penyulang Nongko Jajar
 - Penyulang Sumber Wuni
2. Trafo II bertegangan 150/20 kV dengan daya 30 MVA melayani :
 - Penyulang Molindo
 - Penyulang Sido Bangun
 - Penyulang Patal
 - Penyulang New Minatex

Fungsi kedua trafo tersebut dibedakan atas dua macam, yaitu :

1. Trafo ke-1 sebagai penyuplai sektor perumahan.

2. Trafo ke-2 sebagai penyuplai sektor industri.

Berdasarkan keragaman bebannya, sistem ini sangat tepat untuk dianalisa. Didalam penulisan skripsi ini diperlukan data beban aktual harian dan data temperatur harian yang mana data kesemuanya itu didapat dari Gardu Induk Lawang Malang yang menyalurkan daya listrik kepada konsumen di wilayah Lawang.



Gambar 3.1 Single Line Diagram Gardu Induk Lawang
Sumber : Data Gardu Induk Lawang

3.2. Data Beban dan Data Temperatur

Data yang digunakan sebagai input dan target perkiraan beban ini adalah data beban perjam harian dan data temperatur perjam harian yang diperoleh dari

Gardu Induk Lawang Malang. Data tanggal 1 Mei 2005 – 30 April 2006 digunakan untuk training, dan tanggal 1 Mei 2006 – 7 Mei 2006 untuk diramalkan. Berikut data beban dan data temperatur yang digunakan untuk analisa perkiraan beban diambil dari tanggal 1 Mei 2006 – 7 Mei 2006.

**Tabel 3.1. Data Beban Trafo (MW) dan Temperatur (°C)
Pada Tgl. 1 Mei s/d 7 Mei 2006**

Sumber : Data Gardu Induk Lawang

Hari	Tanggal	Jam	Temperatur (°C)	Beban (MW)
Senin	01-Mei-06	00.00	24,0	15,7
		01.00	23,0	15,7
		02.00	22,0	15,7
		03.00	22,0	15,7
		04.00	22,0	15,7
		05.00	22,0	15
		06.00	22,0	14,2
		07.00	23,0	16,1
		08.00	24,0	18,0
		09.00	24,0	18,6
		10.00	24,0	19,1
		11.00	25,0	18
		12.00	26,0	16,9
		13.00	26,0	17,2
		14.00	26,0	17,5
		15.00	26,0	17,6
		16.00	26,0	17,7
		17.00	26,0	19,6
		18.00	25,0	20,1
		19.00	25,0	20,1
		20.00	24,0	20,1
		21.00	24,0	19,5
		22.00	24,0	17,8
23.00	24,5	17,4		
Selasa	02-Mei-06	00.00	25,0	17,0
		01.00	23,5	16,6
		02.00	22,0	16,2
		03.00	22,0	16,4
		04.00	22,0	16,5
		05.00	22,0	16,4
		06.00	22,0	16,2
		07.00	23,0	17,6
		08.00	24,0	19,0
		09.00	24,0	19,0
		10.00	24,0	19,0
		11.00	24,0	18,7
		12.00	24,0	18,3
		13.00	24,0	18,6
		14.00	24,0	18,8
		15.00	24,0	19,0
		16.00	24,0	19,2
		17.00	22,0	20,7
		18.00	22,0	21,1
		19.00	20,0	21,1
		20.00	20,0	20,3
		21.00	20,0	18,5
		22.00	20,0	16,3
23.00	21,0	17,0		

Hari	Tanggal	Jam	Beban (MW)	Beban rata-rata perhari (MW)	Temperatur (°C)
Rabu	3-May-06	00.00	17.7	18.22	22.0
		01.00	17.3		22.0
		02.00	16.9		22.0
		03.00	17.2		22.0
		04.00	17.4		22.0
		05.00	16.9		23.0
		06.00	16.4		24.0
		07.00	17.4		24.0
		08.00	18.3		24.0
		09.00	18.6		26.0
		10.00	18.9		28.0
		11.00	18.2		29.0
		12.00	17.5		30.0
		13.00	18.2		30.0
		14.00	18.8		30.0
		15.00	18.8		28.0
		16.00	18.8		26.0
		17.00	18.2		24.0
		18.00	21.0		24.0
		19.00	21.0		22.0
		20.00	20.5		20.0
		21.00	18.5		20.0
		22.00	17.7		20.0
23.00	17.1	20.0			
Kamis	4-May-06	00.00	16.5	18.04	20.0
		01.00	16.4		20.0
		02.00	16.2		20.0
		03.00	16.2		20.0
		04.00	16.2		20.0
		05.00	16.1		20.0
		06.00	16.0		20.0
		07.00	17.0		21.0
		08.00	18.0		22.0
		09.00	18.5		22.0
		10.00	19.0		22.0
		11.00	18.5		22.5
		12.00	18.0		23.0
		13.00	18.4		25.5
		14.00	18.8		28.0
		15.00	18.4		28.0
		16.00	18.0		28.0
		17.00	19.0		26.0
		18.00	21.0		26.0
		19.00	21.0		24.0
		20.00	20.2		24.0
		21.00	18.8		20.0
		22.00	18.8		20.0
23.00	17.9	20.0			

Hari	Tanggal	Jam	Beban (MW)	Beban rata-rata perhari (MW)	Temperatur (°C)
Jumat	5-May-06	00.00	16.9	17.55	20.0
		01.00	16.7		20.0
		02.00	16.4		20.0
		03.00	16.4		19.0
		04.00	16.4		18.0
		05.00	16.2		19.0
		06.00	16.0		20.0
		07.00	17.0		20.0
		08.00	18.0		20.0
		09.00	18.6		23.0
		10.00	19.2		26.0
		11.00	17.1		26.0
		12.00	15.0		26.0
		13.00	15.0		26.0
		14.00	15.0		26.0
		15.00	16.7		26.0
		16.00	18.3		26.0
		17.00	19.5		26.0
		18.00	21.0		24.0
		19.00	21.5		22.0
		20.00	21.5		22.0
		21.00	18.0		22.0
		22.00	18.0		22.0
23.00	16.8	21.0			
Sabtu	6-May-06	00.00	15.5	16.69	20.0
		01.00	15.8		20.0
		02.00	15.5		20.0
		03.00	16.0		20.0
		04.00	16.5		20.0
		05.00	16.3		19.0
		06.00	16.0		18.0
		07.00	16.3		19.0
		08.00	16.6		20.0
		09.00	16.8		21.0
		10.00	17.0		22.0
		11.00	16.6		23.0
		12.00	16.1		24.0
		13.00	16.1		24.5
		14.00	16.0		25.0
		15.00	16.0		24.0
		16.00	16.0		24.0
		17.00	16.0		24.0
		18.00	18.9		24.0
		19.00	19.0		24.0
		20.00	19.0		22.0
		21.00	18.2		22.0
		22.00	17.8		20.0
23.00	16.9	20.0			

Hari	Tanggal	Jam	Beban (MW)	Beban rata-rata perhari (MW)	Temperatur (°C)
Minggu	7-May-06	00.00	16.0	16.14	20.0
		01.00	15.7		20.0
		02.00	15.3		20.0
		03.00	15.6		20.0
		04.00	15.7		20.0
		05.00	15.7		20.0
		06.00	15.7		20.0
		07.00	14.9		21.0
		08.00	14.1		22.0
		09.00	14.1		23.5
		10.00	14.1		25.0
		11.00	14.1		25.5
		12.00	14.1		26.0
		13.00	12.2		29.0
		14.00	10.3		32.0
		15.00	12.7		31.0
		16.00	15.0		30.0
		17.00	15.0		28.0
		18.00	18.6		24.0
		19.00	18.6		23.0
		20.00	18.6		22.0
		21.00	16.4		22.0
		22.00	15.8		22.0
		23.00	15.1		22.0

BAB IV

ANALISA PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK DENGAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS)

4.1. Program Komputer Metode *Orthogonal Least Square* (OLS)

Untuk pemecahan masalah perkiraan beban digunakan bantuan program komputer. Program komputer ini sangat berguna untuk mempercepat proses perhitungan yang membutuhkan ketelitian tinggi dan sering melibatkan iterasi yang memerlukan waktu yang lama apabila dikerjakan secara manual. Akan tetapi, jenis komputer sangatlah beragam, mulai dari komputer yang memiliki memori rendah sampai dengan memori yang cukup tinggi yang nantinya akan mempengaruhi kecepatan dari jalannya proses perhitungan program.

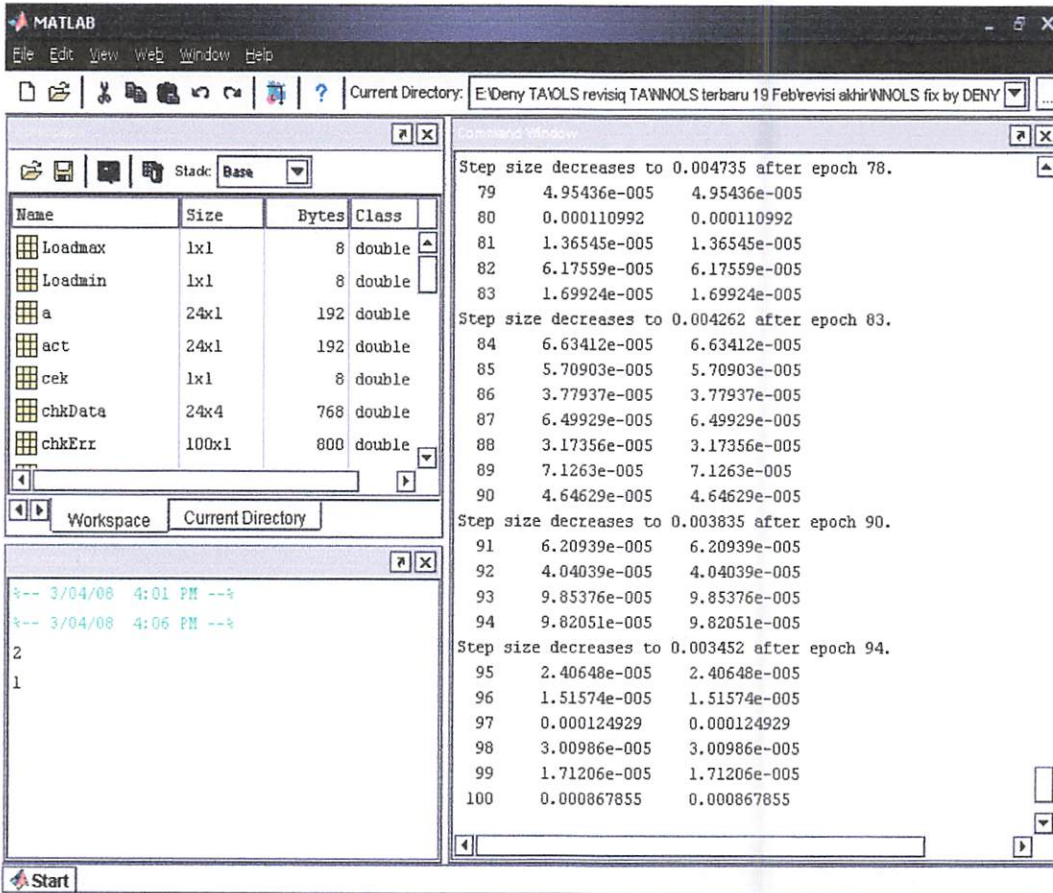
Program komputer ini dalam hal ini program OLS menggunakan bahasa pemrograman Matlab 6.5.1. yang merupakan bahasa pemrograman yang terstruktur dan relatif mudah untuk dipelajari serta mudah penggunaannya. Matlab sendiri merupakan sebuah program yang membutuhkan memori tidak sedikit pada sebuah komputer. Oleh karena itu, pada proses perhitungan dengan metode *Orthogonal Least Square* (OLS) ini digunakan komputer yang memiliki kemampuan yang cukup untuk menjalankan program Matlab.

4.2. Hasil dan Analisis Hasil Perkiraan Beban

4.2.1. Hasil Uji Training

Sebelum dilakukan proses training, data yang dibutuhkan sebagai inputan adalah data beban aktual harian dan data temperatur harian yang mana kesemuanya itu didapat dari Gardu Induk Lawang Malang. Data inputan yang

diberikan adalah untuk jangka waktu 1 Mei 2005 s.d. 30 April 2006. Kemudian barulah dilakukan proses training dengan program OLS. Setelah program OLS dijalankan diperoleh tampilan hasil sebagai berikut (sebagai contoh pada hari Minggu, 7 Mei 2006).



Gambar 4.1. Tampilan Hasil Program OLS Pada Hari Minggu, 7 Mei 2006

Berdasarkan hasil program OLS diperoleh Mean Square Error (MSE) sebesar 0,000867855 yang dicapai pada epoch 100. Uji training ini dimaksudkan untuk proses pembelajaran, dimana jika nilai rata – rata kuadrat kesalahannya (MSE) kecil maka dapat dipakai untuk proses peramalan.

4.2.2. Hasil Perkiraan Beban Listrik

Perkiraan beban listrik perjam dilakukan untuk mendapatkan error beban perkiraan terhadap beban aktual, dimana disini perkiraan dilakukan pada tanggal 1 Mei 2006 s.d. 7 Mei 2006. Berdasarkan analisis hasil perkiraan beban listrik menggunakan program OLS maka didapatkan perbandingan antara beban aktual dengan perkiraan yang dapat kita lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 1 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	15,7	15,4	1,900
2	15,7	15,5	1,214
3	15,7	16,0	1,783
4	15,7	15,6	0,913
5	15	14,8	1,643
6	14,2	14,4	1,231
7	16,1	16,4	1,844
8	18,0	17,9	0,353
9	18,6	18,9	1,871
10	19,1	19,3	0,821
11	18	18,0	0,116
12	16,9	16,6	1,626
13	17,2	17,2	0,278
14	17,5	17,6	0,397
15	17,6	17,5	0,544
16	17,7	17,7	0,031
17	19,6	19,8	0,890
18	20,1	19,9	0,932
19	20,1	20,4	1,692
20	20,1	20,2	0,405
21	19,5	19,2	1,676
22	17,8	17,6	1,363
23	17,4	17,7	1,664
24	17,0	16,8	1,419

Berdasarkan tabel 4.1. hasil perkiraan beban pada tgl. 1 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,7 + 15,7 + 15,7 + 15,7 + 15 + 14,2 + 16,1 + 18 + 18,6 + 19,1 + 18 + 16,9 + 17,2 + 17,5 + 17,6 + 17,7 + 19,6 + 20,1 + 20,1 + 20,1 + 19,5 + 17,8 + 17,4 + 17}{24} = 17,513 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,4 + 15,5 + 16 + 15,6 + 14,8 + 14,4 + 16,4 + 17,9 + 18,9 + 19,3 + 18 + 16,6 + 17,2 + 17,6 + 17,5 + 17,7 + 19,8 + 19,9 + 20,4 + 20,2 + 19,2 + 17,6 + 17,7 + 16,8}{24}$$

$$= 17,506 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{1,9 + 1,214 + 1,783 + 0,913 + 1,643 + 1,23 + 1,844 + 0,353 + 1,87 + 0,82 + 0,116 + 1,626 + 0,278 + 0,397 + 0,544 + 0,03 + 0,890 + 0,932 + 1,692 + 0,405 + 1,676 + 1,363 + 1,664 + 1,419}{24} \times 100\%$$

$$= 1,109 \%$$

Tabel 4.2. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 2 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	16,6	16,5	0,609
2	16,2	16,3	0,387
3	16,4	16,5	0,606
4	16,5	16,5	0,302
5	16,4	16,5	0,757
6	16,2	16,5	1,707
7	17,6	17,8	0,993
8	19,0	19,3	1,643
9	19,0	19,3	1,636
10	19,0	18,9	0,684
11	18,7	18,8	0,682
12	18,3	18,0	1,454
13	18,6	18,9	1,677
14	18,8	18,9	0,741
15	19,0	18,8	1,093
16	19,2	19,5	1,389
17	20,7	21,0	1,590
18	21,1	21,3	1,045
19	21,1	21,2	0,346
20	20,3	20,2	0,543
21	18,5	18,8	1,751
22	16,3	16,3	0,273
23	17,0	16,7	1,788
24	17,7	17,8	0,597

Berdasarkan tabel 4.2. hasil perkiraan beban pada tgl. 2 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,6 + 16,2 + 16,4 + 16,5 + 16,4 + 16,2 + 17,6 + 19 + 19 + 19 + 18,7 + 18,3 + 18,6 + 18,8 + 19 + 19,2 + 20,7 + 21,1 + 21,1 + 20,3 + 18,5 + 16,3 + 17 + 17,7}{24}$$

$$= 18,258 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,5 + 16,3 + 16,5 + 16,5 + 16,5 + 16,5 + 17,8 + 19,3 + 19,3 + 18,9 + 18,8 + 18 + 18,9 + 18,9 + 18,8 + 19,5 + 21 + 21,3 + 21,2 + 20,2 + 18,8 + 16,3 + 16,7 + 17,8}{24}$$

$$= 18,348 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{0,609 + 0,387 + 0,606 + 0,302 + 0,757 + 1,707 + 0,993 + 1,643 + 1,636 + 0,684 + 0,682 + 1,454 + 1,677 + 0,741 + 1,093 + 1,389 + 1,590 + 1,045 + 0,346 + 0,543 + 1,751 + 0,273 + 1,788 + 0,597}{24} \times 100\%$$

$$= 1,012 \%$$

Tabel 4.3. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 3 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	17,3	17,2	0,569
2	16,9	16,9	0,130
3	17,2	17,0	1,166
4	17,4	17,2	1,031
5	16,9	16,8	0,866
6	16,4	16,6	1,160
7	17,4	17,6	1,060
8	18,3	18,2	0,418
9	18,6	18,9	1,567
10	18,9	19,1	0,922
11	18,2	17,9	1,588
12	17,5	17,3	1,206
13	18,2	18,0	0,831
14	18,8	18,5	1,749
15	18,8	19,1	1,536
16	18,8	19,2	1,980
17	18,2	18,0	0,877
18	21,0	21,1	0,428
19	21,0	21,1	0,640
20	20,5	20,2	1,453
21	18,5	18,2	1,489
22	17,7	17,9	0,880
23	17,1	16,9	1,367
24	16,5	16,8	1,678

Berdasarkan tabel 4.3. hasil perkiraan beban pada tgl. 3 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{17,3 + 16,9 + 17,2 + 17,4 + 16,9 + 16,4 + 17,4 + 18,3 + 18,6 + 18,9 + 18,2 + 17,5 + 18,2 + 18,8 + 18,8 + 18,8 + 18,2 + 21 + 21 + 20,5 + 18,5 + 17,7 + 17,1 + 16,5}{24}$$

$$= 18,171 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{17,2 + 16,9 + 17 + 17,2 + 16,8 + 16,6 + 17,6 + 18,2 + 18,9 + 19,1 + 17,9 + 17,3 + 18 + 18,5 + 19,1 + 19,2 + 18 + 21,1 + 21,1 + 20,2 + 18,2 + 17,9 + 16,9 + 16,8}{24}$$

$$= 18,151 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{0,569 + 0,130 + 1,166 + 1,031 + 0,866 + 1,160 + 1,060 + 0,418 + 1,567 + 0,922 + 1,588 + 1,206 + 0,831 + 1,749 + 1,536 + 1,980 + 0,877 + 0,428 + 0,640 + 1,453 + 1,489 + 0,880 + 1,367 + 1,678}{24} \times 100\%$$

$$= 1,108 \%$$

Tabel 4.4. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 4 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	16,4	16,4	0,268
2	16,2	16,4	1,214
3	16,2	16,3	0,741
4	16,2	16,1	0,903
5	16,1	16,1	0,054
6	16,0	16,0	0,026
7	17,0	16,8	1,366
8	18,0	18,0	0,071
9	18,5	18,3	1,217
10	19,0	19,0	0,033
11	18,5	18,3	1,174
12	18,0	18,1	0,735
13	18,4	18,7	1,435
14	18,8	18,8	0,168
15	18,4	18,2	0,884
16	18,0	18,1	0,307
17	19,0	19,3	1,398
18	21,0	21,2	0,957
19	21,0	20,9	0,242
20	20,2	20,5	1,432
21	18,8	18,7	0,546
22	18,8	18,5	1,731
23	17,9	18,2	1,610
24	16,9	16,8	0,464

Berdasarkan tabel 4.4. hasil perkiraan beban pada tgl. 4 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,4 + 16,2 + 16,2 + 16,2 + 16,1 + 16 + 17 + 18 + 18,5 + 19 + 18,5 + 18 + 18,4 + 18,8 + 18,4 + 18 + 19 + 21 + 21 + 20,2 + 18,8 + 18,8 + 17,9 + 16,9}{24} = 18,054 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,4 + 16,4 + 16,3 + 16,1 + 16,1 + 16 + 16,8 + 18 + 18,3 + 19 + 18,3 + 18,1 + 18,7 + 18,8 + 18,2 + 18,1 + 19,3 + 21,2 + 20,9 + 20,5 + 18,7 + 18,5 + 18,2 + 16,8}{24} = 18,062 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{0,268 + 1,214 + 0,741 + 0,903 + 0,054 + 0,026 + 1,366 + 0,071 + 1,217 + 0,033 + 1,174 + 0,735 + 1,435 + 0,168 + 0,884 + 0,307 + 1,398 + 0,957 + 0,242 + 1,432 + 0,546 + 1,731 + 1,610 + 0,464}{24} \times 100\%$$

$$= 0,791 \%$$

Tabel 4.5. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 5 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	16,7	16,7	0,100
2	16,4	16,2	1,282
3	16,4	16,1	1,688
4	16,4	16,5	0,342
5	16,2	16,1	0,880
6	16,0	15,9	0,628
7	17,0	17,1	0,786
8	18,0	18,0	0,239
9	18,6	18,8	0,917
10	19,2	18,8	1,868
11	17,1	17,2	0,321
12	15,0	15,1	0,476
13	15,0	15,3	1,934
14	15,0	14,7	1,741
15	16,7	16,7	0,274
16	18,3	18,5	0,860
17	19,5	19,8	1,470
18	21,0	20,9	0,692
19	21,5	21,4	0,311
20	21,5	21,7	0,845
21	18,0	18,2	0,980
22	18,0	17,8	0,922
23	16,8	16,6	0,901
24	15,5	15,2	1,803

Berdasarkan tabel 4.5. hasil perkiraan beban pada tgl. 5 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,7 + 16,4 + 16,4 + 16,4 + 16,2 + 16 + 17 + 18 + 18,6 + 19,2 + 17,1 + 15 + 15 + 15 + 16,7 + 18,3 + 19,5 + 21 + 21,5 + 21,5 + 18 + 18 + 16,8 + 15,5}{24}$$

$$= 17,492 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{16,7 + 16,2 + 16,1 + 16,5 + 16,1 + 15,9 + 17,1 + 18 + 18,8 + 18,8 + 17,2 + 15,1 + 15,3 + 14,7 + 16,7 + 18,5 + 19,8 + 20,9 + 21,4 + 21,7 + 18,2 + 17,8 + 16,6 + 15,2}{24}$$

$$= 18,467 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{0,100 + 1,282 + 1,688 + 0,342 + 0,880 + 0,628 + 0,786 + 0,239 + 0,917 + 1,868 + 0,321 + 0,476 + 1,934 + 1,741 + 0,274 + 0,860 + 1,470 + 0,692 + 0,311 + 0,845 + 0,980 + 0,922 + 0,901 + 1,803}{24} \times 100\%$$

$$= 0,928 \%$$

Tabel 4.6. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 6 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	15,5	15,4	0,595
2	15,5	15,7	1,386
3	16,0	16,3	1,966
4	16,5	16,4	0,800
5	16,3	16,5	1,250
6	16,0	15,9	0,752
7	16,3	16,4	0,840
8	16,6	16,9	1,588
9	16,8	16,5	1,689
10	17,0	17,2	1,242
11	16,6	16,7	0,388
12	16,1	16,3	1,138
13	16,1	16,2	0,469
14	16,0	15,7	1,863
15	16,0	15,8	1,311
16	16,0	16,2	1,255
17	16,0	15,9	0,794
18	18,9	19,1	1,310
19	19,0	18,9	0,743
20	19,0	19,2	1,189
21	18,2	18,5	1,433
22	17,8	17,5	1,553
23	16,9	17,0	0,372
24	16,0	16,3	1,965

Berdasarkan tabel 4.6. hasil perkiraan beban pada tgl. 6 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,5 + 15,5 + 16 + 16,5 + 16,3 + 16 + 16,3 + 16,6 + 16,8 + 17 + 16,6 + 16,1 + 16,1 + 16 + 16 + 16 + 16 + 18,9 + 19 + 19 + 18,2 + 17,8 + 16,9 + 16}{24}$$

$$= 16,713 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,4 + 15,7 + 16,3 + 16,4 + 16,5 + 15,9 + 16,4 + 16,9 + 16,5 + 17,2 + 16,7 + 16,3 + 16,2 + 15,7 + 15,8 + 16,2 + 15,9 + 19,1 + 18,9 + 19,2 + 18,5 + 17,5 + 17 + 16,3}{24}$$

$$= 16,767 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

$$= \frac{0,595 + 1,386 + 1,966 + 0,800 + 1,250 + 0,752 + 0,840 + 1,588 + 1,689 + 1,242 + 0,388 + 1,138 + 0,469 + 1,863 + 1,311 + 1,255 + 0,794 + 1,310 + 0,743 + 1,189 + 1,433 + 1,553 + 0,372 + 1,965}{24} \times 100\%$$

$$= 1,162 \%$$

Tabel 4.7. Hasil Perkiraan Beban Pada Tgl. 7 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)
1	15,7	15,5	1,407
2	15,3	15,3	0,229
3	15,5	15,4	0,731
4	15,7	15,9	1,134
5	15,7	15,9	1,348
6	15,7	15,4	1,923
7	14,9	15,0	0,721
8	14,1	14,2	0,524
9	14,1	14,1	0,099
10	14,1	14,3	1,402
11	14,1	14,3	1,501
12	14,1	14,2	0,864
13	12,2	12,0	1,606
14	10,3	10,5	1,891
15	12,7	12,5	1,204
16	15,0	15,3	1,747
17	15,0	14,8	1,465
18	18,6	18,2	1,923
19	18,6	18,4	1,107
20	18,6	18,3	1,716
21	16,4	16,2	1,360
22	15,8	15,7	0,713
23	15,1	15,2	0,869
24	14,4	14,2	1,233

Berdasarkan tabel 4.7. hasil perkiraan beban pada tgl. 7 Mei 2006 maka dapat dicari rata – rata beban aktual dan beban ramal perhari, serta rata – rata prosentase error perhari (APE perhari) sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata beban aktual perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,7 + 15,3 + 15,5 + 15,7 + 15,7 + 15,7 + 14,9 + 14,1 + 14,1 + 14,1 + 14,1 + 14,1 + 14,1 + 12,2 + 10,3 + 12,7 + 15 + 15 + 18,6 + 18,6 + 18,6 + 16,4 + 15,8 + 15,1 + 14,4}{24}$$

$$= 15,071 \text{ MW}$$

$$\text{Rata-rata beban ramal perhari (MW)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{Beban}_{(i)}}{24}$$

$$= \frac{15,5 + 15,3 + 15,4 + 15,9 + 15,9 + 15,4 + 15 + 14,2 + 14,1 + 14,3 + 14,3 + 14,2 + 12 + 10,5 + 12,5 + 15,3 + 14,8 + 18,2 + 18,4 + 18,3 + 16,2 + 15,7 + 15,2 + 14,2}{24}$$

$$= 15,035 \text{ MW}$$

$$\text{APE perhari (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{24} \text{APE}_{(i)}}{24} \times 100\%$$

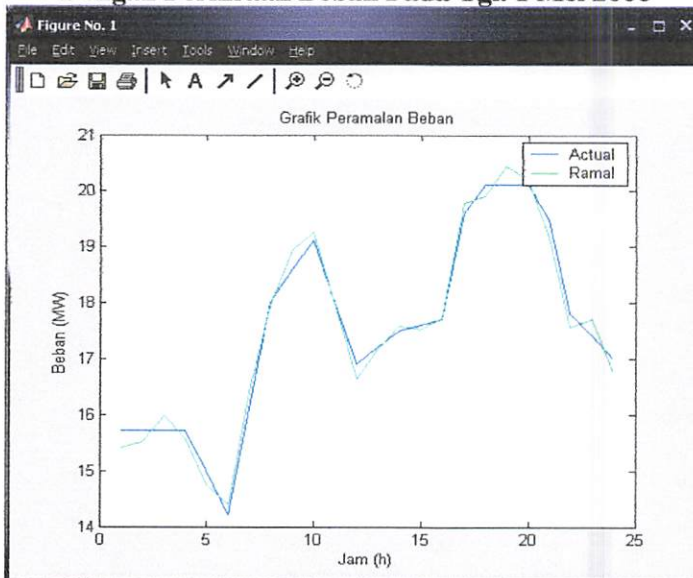
$$= \frac{1,407 + 0,229 + 0,731 + 1,134 + 1,348 + 1,923 + 0,721 + 0,524 + 0,099 + 1,402 + 1,501 + 0,864 + 1,606 + 1,891 + 1,204 + 1,747 + 1,465 + 1,923 + 1,107 + 1,716 + 1,360 + 0,713 + 0,869 + 1,233}{24} \times 100\%$$

$$= 1,196 \%$$

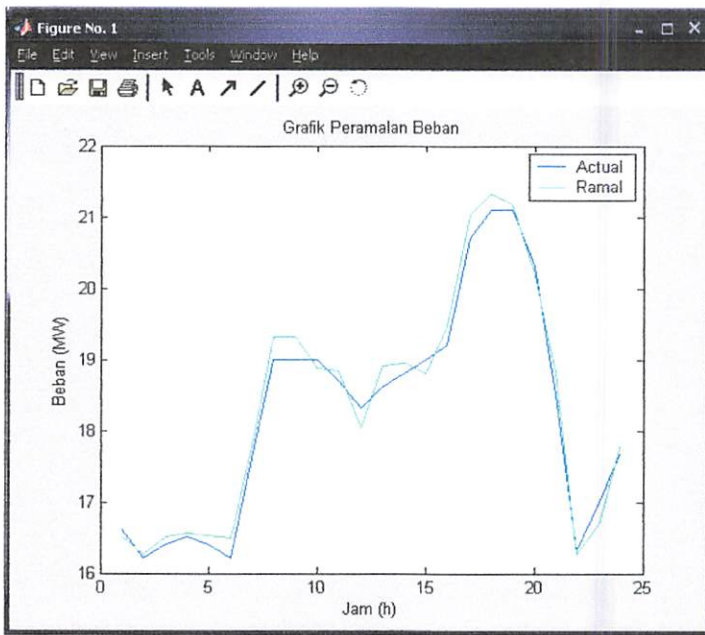
4.2.3. Grafik Perbandingan Perkiraan Beban Listrik

Berdasarkan analisis hasil perkiraan beban listrik maka diperoleh grafik perbandingan antara beban aktual dengan perkiraan menggunakan metode OLS sebagai berikut.

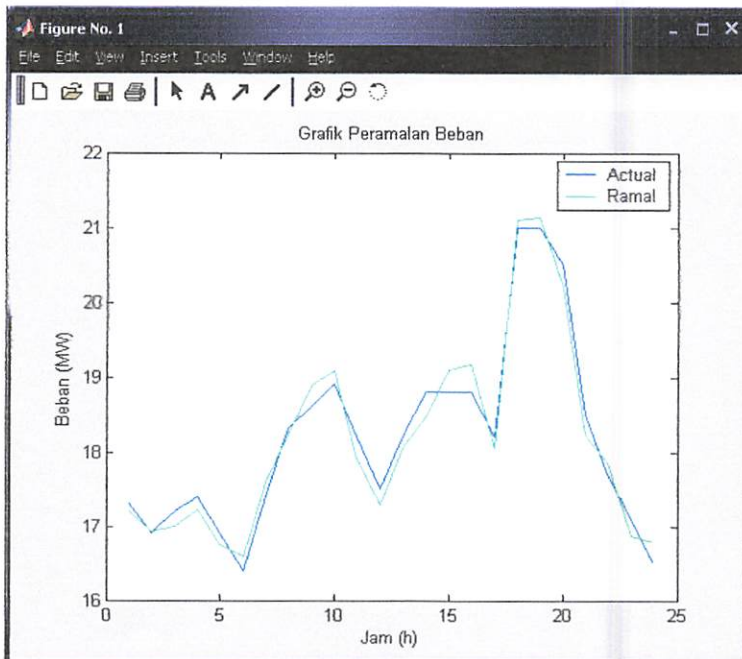
Grafik 4.1. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 1 Mei 2006



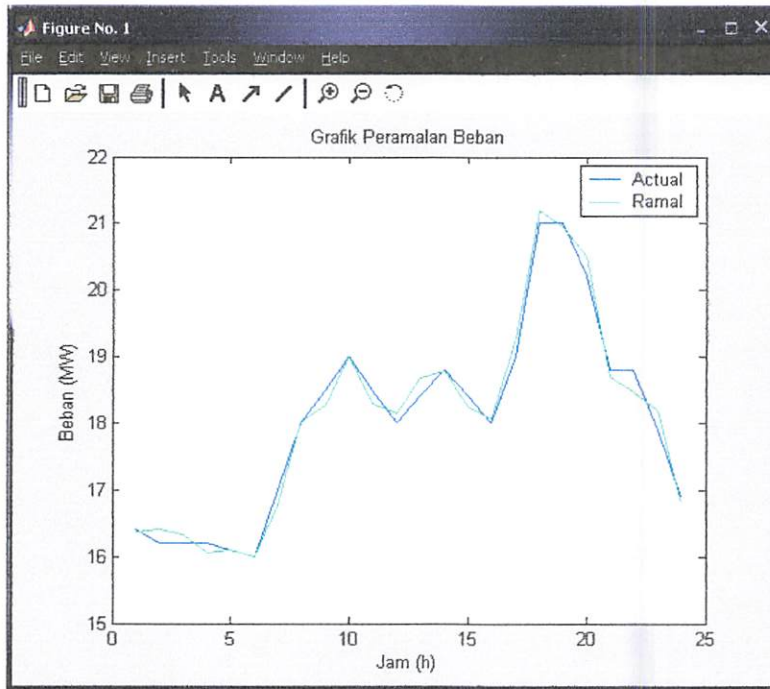
Grafik 4.2. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 2 Mei 2006



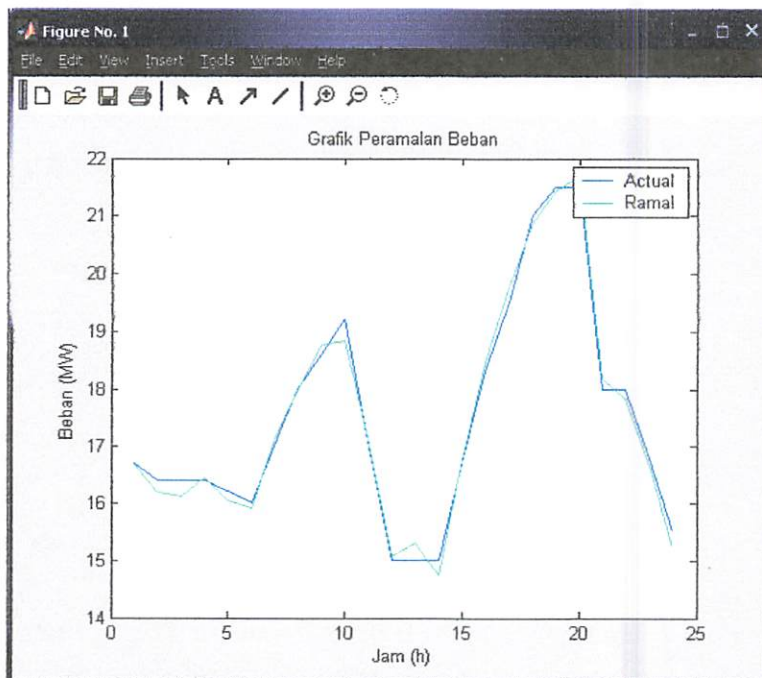
Grafik 4.3. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 3 Mei 2006



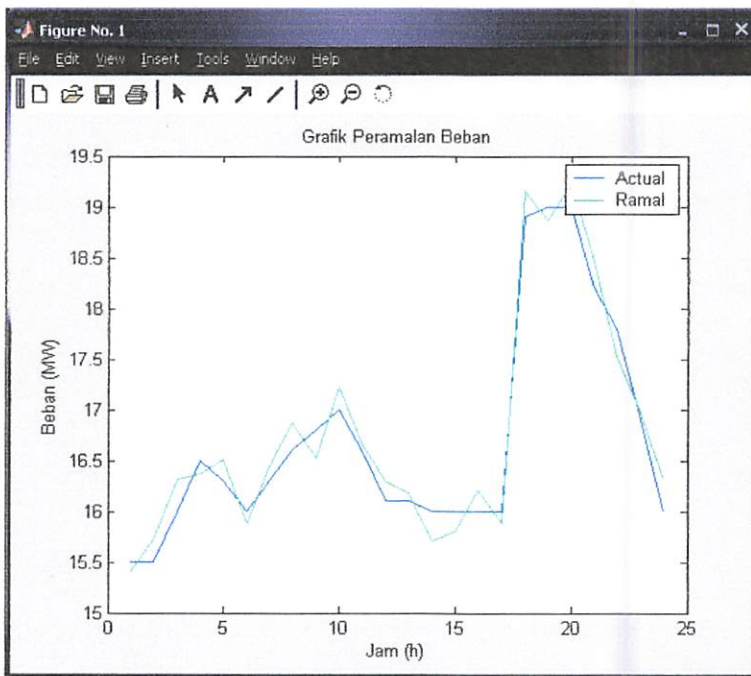
Grafik 4.4. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 4 Mei 2006



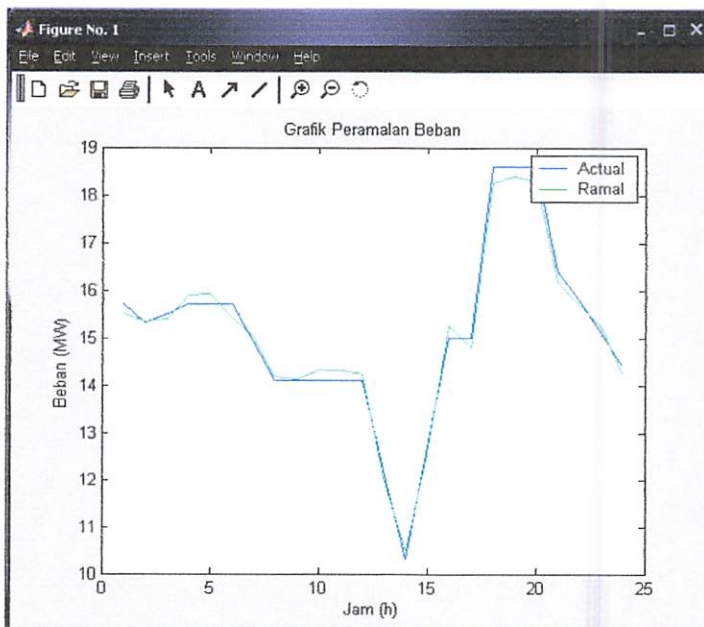
Grafik 4.5. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 5 Mei 2006



Grafik 4.6. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 6 Mei 2006



Grafik 4.7. Perbandingan Realisasi Beban Dengan Perkiraan Beban Pada Tgl. 7 Mei 2006



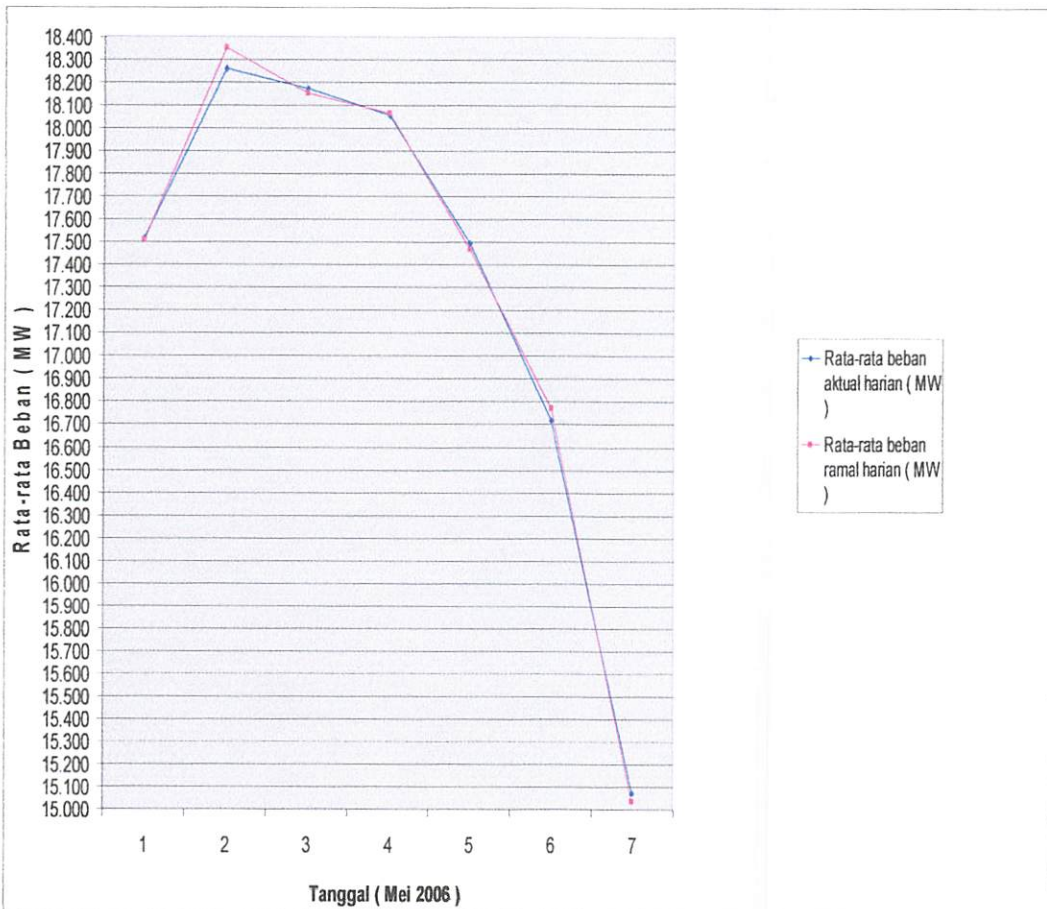
Berdasarkan analisa hasil perkiraan diatas maka dapat dibuat tabel Perbandingan Rata-rata Beban Aktual Perhari (MW), Rata-rata Beban Ramal Perhari

(MW), dan Rata-rata Prosentase Error (APE) Perhari (%) Pada Tgl. 1 Mei s.d. 7 Mei 2006 sebagai berikut.

Tabel 4.8.
Perbandingan Rata-rata Beban Aktual Perhari (MW), Rata-rata Beban Ramal Perhari (MW), dan Rata-rata Prosentase Error (APE) Perhari (%) Pada Tgl. 1 Mei s.d. 7 Mei 2006

Tanggal	Rata-rata beban aktual harian (MW)	Rata-rata beban ramal harian (MW)	Rata-rata error (APE) harian (%)
1 Mei 2006	17.513	17.506	1.109
2 Mei 2006	18.258	18.348	1.012
3 Mei 2006	18.171	18.151	1.108
4 Mei 2006	18.054	18.062	0.791
5 Mei 2006	17.492	17.467	0.928
6 Mei 2006	16.713	16.767	1.162
7 Mei 2006	15.071	15.035	1.196

Grafik 4.8.
Perbandingan Rata-rata Beban Aktual Perhari (MW) Terhadap Rata-rata Beban Ramal Perhari (MW) Pada Tgl. 1 Mei s.d. 7 Mei 2006



4.2.4. Analisa Hasil Perkiraan

Berdasarkan tabel 4.1. sampai dengan tabel 4.7. yaitu hasil perkiraan beban pada tanggal 1 Mei 2006 s.d. 7 Mei 2006 diperoleh rata-rata prosentase kesalahan (*Average Percentage Error / APE*) sebagai berikut :

tanggal 1 Mei 2006 memiliki APE sebesar 1,109%;

tanggal 2 Mei 2006 memiliki APE sebesar 1,012%;

tanggal 3 Mei 2006 memiliki APE sebesar 1,108%;

tanggal 4 Mei 2006 memiliki APE sebesar 0,791%;

tanggal 5 Mei 2006 memiliki APE sebesar 0,928%;

tanggal 6 Mei 2006 memiliki APE sebesar 1,162%;

tanggal 7 Mei 2006 memiliki APE sebesar 1,196%.

Dengan demikian, rata – rata prosentase error (APE) dalam satu minggu dapat dicari sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{APE per-minggu (\%)} &= \frac{\sum_{i=1}^7 \text{APE}_{(i)}}{7} \times 100\% \\ &= \frac{1,109+1,012+1,108+0,791+0,928+1,162+1,196}{7} \times 100\% \\ &= 1,044 \% \end{aligned}$$

Dengan membandingkan terhadap APE rata-rata (APE per-minggu) yang dihasilkan terlihat bahwa untuk jangka pendek nilai errornya melebihi nilai rata-rata, hal ini disebabkan oleh berbagai macam faktor, misalkan pemadaman listrik karena perbaikan, gangguan, juga karena pengaruh lainnya.

Oleh karena itu, agar tercapai penyesuaian antara energi listrik yang akan disalurkan dengan permintaan beban yang ada, maka proses pelatihan yang akurat sangat diperlukan agar diperoleh hasil perkiraan yang lebih baik.

4.2.5. Uji Validasi

Sebelum melakukan komputasi program, terlebih dahulu dilakukan pengujian validasi program dengan cara membandingkan metode *Orthogonal Least Square* (OLS) dengan perkiraan beban yang dilakukan oleh PLN.

Sehingga diperoleh perbandingan hasil perkiraan beban sebagai berikut.

Tabel 4.9.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 1 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	15.7	15.4	1.900	15.7	0.000
2	15.7	15.5	1.214	15.7	0.000
3	15.7	16.0	1.783	15.7	0.000
4	15.7	15.6	0.913	15.7	0.000
5	15	14.8	1.643	15.7	4.667
6	14.2	14.4	1.231	14.2	0.000
7	16.1	16.4	1.844	16	0.621
8	18.0	17.9	0.353	18	0.000
9	18.6	18.9	1.871	18	3.226
10	19.1	19.3	0.821	19.1	0.000
11	18	18.0	0.116	18.7	3.889
12	16.9	16.6	1.626	16.9	0.000
13	17.2	17.2	0.278	16.9	1.744
14	17.5	17.6	0.397	17.5	0.000
15	17.6	17.5	0.544	17.5	0.568
16	17.7	17.7	0.031	17.7	0.000
17	19.6	19.8	0.890	19.6	0.000
18	20.1	19.9	0.932	20.1	0.000
19	20.1	20.4	1.692	20.1	0.000
20	20.1	20.2	0.405	20.1	0.000
21	19.5	19.2	1.676	19.5	0.000
22	17.8	17.6	1.363	17.8	0.000
23	17.4	17.7	1.664	17.8	2.299
24	17.0	16.8	1.419	17	0.000

Tabel 4.10.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 2 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	16.6	16.5	0.609	17	2.410
2	16.2	16.3	0.387	16.2	0.000
3	16.4	16.5	0.606	16.2	1.220
4	16.5	16.5	0.302	16.5	0.000
5	16.4	16.5	0.757	16.5	0.610
6	16.2	16.5	1.707	16.2	0.000
7	17.6	17.8	0.993	17.3	1.705
8	19.0	19.3	1.643	19	0.000
9	19.0	19.3	1.636	19	0.000
10	19.0	18.9	0.684	19	0.000
11	18.7	18.8	0.682	19	1.604
12	18.3	18.0	1.454	18.3	0.000
13	18.6	18.9	1.677	18.3	1.613
14	18.8	18.9	0.741	18.8	0.000
15	19.0	18.8	1.093	18.8	1.053
16	19.2	19.5	1.389	19.2	0.000
17	20.7	21.0	1.590	20.7	0.000
18	21.1	21.3	1.045	21.1	0.000
19	21.1	21.2	0.346	21.1	0.000
20	20.3	20.2	0.543	20.3	0.000
21	18.5	18.8	1.751	18.5	0.000
22	16.3	16.3	0.273	16.3	0.000
23	17.0	16.7	1.788	16.3	4.118
24	17.7	17.8	0.597	17.7	0.000

Tabel 4.11.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 3 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	17.3	17.2	0.569	17.7	2.312
2	16.9	16.9	0.130	16.9	0.000
3	17.2	17.0	1.166	16.9	1.744
4	17.4	17.2	1.031	17.4	0.000
5	16.9	16.8	0.866	17.4	2.959
6	16.4	16.6	1.160	16.4	0.000
7	17.4	17.6	1.060	17.1	1.724
8	18.3	18.2	0.418	18.3	0.000
9	18.6	18.9	1.567	18.3	1.613
10	18.9	19.1	0.922	18.9	0.000
11	18.2	17.9	1.588	18.9	3.846
12	17.5	17.3	1.206	17.5	0.000
13	18.2	18.0	0.831	17.5	3.846
14	18.8	18.5	1.749	18.8	0.000
15	18.8	19.1	1.536	18.8	0.000
16	18.8	19.2	1.980	18.8	0.000
17	18.2	18.0	0.877	18.2	0.000
18	21.0	21.1	0.428	21	0.000
19	21.0	21.1	0.640	21	0.000
20	20.5	20.2	1.453	20.5	0.000
21	18.5	18.2	1.489	18.5	0.000
22	17.7	17.9	0.880	17.7	0.000
23	17.1	16.9	1.367	17.7	3.509
24	16.5	16.8	1.678	16.5	0.000

Tabel 4.12.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 4 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	16.4	16.4	0.268	16.5	0.610
2	16.2	16.4	1.214	16.2	0.000
3	16.2	16.3	0.741	16.2	0.000
4	16.2	16.1	0.903	16.2	0.000
5	16.1	16.1	0.054	16.2	0.621
6	16.0	16.0	0.026	16	0.000
7	17.0	16.8	1.366	16.5	2.941
8	18.0	18.0	0.071	18	0.000
9	18.5	18.3	1.217	18	2.703
10	19.0	19.0	0.033	19	0.000
11	18.5	18.3	1.174	19	2.703
12	18.0	18.1	0.735	18	0.000
13	18.4	18.7	1.435	18	2.174
14	18.8	18.8	0.168	18.8	0.000
15	18.4	18.2	0.884	18.8	2.174
16	18.0	18.1	0.307	18	0.000
17	19.0	19.3	1.398	19	0.000
18	21.0	21.2	0.957	21	0.000
19	21.0	20.9	0.242	21	0.000
20	20.2	20.5	1.432	20.2	0.000
21	18.8	18.7	0.546	18.8	0.000
22	18.8	18.5	1.731	18	4.255
23	17.9	18.2	1.610	18	0.559
24	16.9	16.8	0.464	16.9	0.000

Tabel 4.13.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 5 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	16.7	16.7	0.100	16.9	1.198
2	16.4	16.2	1.282	16.4	0.000
3	16.4	16.1	1.688	16.4	0.000
4	16.4	16.5	0.342	16.4	0.000
5	16.2	16.1	0.880	16.4	1.235
6	16.0	15.9	0.628	16	0.000
7	17.0	17.1	0.786	16.7	1.765
8	18.0	18.0	0.239	18	0.000
9	18.6	18.8	0.917	18	3.226
10	19.2	18.8	1.868	19.2	0.000
11	17.1	17.2	0.321	17.3	1.170
12	15.0	15.1	0.476	15	0.000
13	15.0	15.3	1.934	15	0.000
14	15.0	14.7	1.741	15	0.000
15	16.7	16.7	0.274	16.6	0.599
16	18.3	18.5	0.860	18.3	0.000
17	19.5	19.8	1.470	19.5	0.000
18	21.0	20.9	0.692	21	0.000
19	21.5	21.4	0.311	21.5	0.000
20	21.5	21.7	0.845	21.5	0.000
21	18.0	18.2	0.980	18	0.000
22	18.0	17.8	0.922	18	0.000
23	16.8	16.6	0.901	17	1.190
24	15.5	15.2	1.803	15.5	0.000

Tabel 4.14.
Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 6 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	15.5	15.4	0.595	15.5	0.000
2	15.5	15.7	1.386	15.5	0.000
3	16.0	16.3	1.966	15.5	3.125
4	16.5	16.4	0.800	16.5	0.000
5	16.3	16.5	1.250	16.5	1.227
6	16.0	15.9	0.752	16	0.000
7	16.3	16.4	0.840	16	1.840
8	16.6	16.9	1.588	16.6	0.000
9	16.8	16.5	1.689	16.6	1.190
10	17.0	17.2	1.242	17	0.000
11	16.6	16.7	0.388	17	2.410
12	16.1	16.3	1.138	16.1	0.000
13	16.1	16.2	0.469	16.1	0.000
14	16.0	15.7	1.863	16	0.000
15	16.0	15.8	1.311	16	0.000
16	16.0	16.2	1.255	16	0.000
17	16.0	15.9	0.794	16	0.000
18	18.9	19.1	1.310	18.9	0.000
19	19.0	18.9	0.743	19	0.000
20	19.0	19.2	1.189	19	0.000
21	18.2	18.5	1.433	18.2	0.000
22	17.8	17.5	1.553	17.8	0.000
23	16.9	17.0	0.372	17.3	2.367
24	16.0	16.3	1.965	16	0.000

Tabel 4.15.

Hasil Perkiraan Beban OLS Dengan Hasil Perkiraan Beban PLN Pada 7 Mei 2006

Jam	Beban (MW)	Ramal (MW)	APE (%)	PLN	APE PLN (%)
1	15.7	15.5	1.407	16	1.911
2	15.3	15.3	0.229	15.3	0.000
3	15.5	15.4	0.731	15.3	1.290
4	15.7	15.9	1.134	15.7	0.000
5	15.7	15.9	1.348	15.7	0.000
6	15.7	15.4	1.923	15.7	0.000
7	14.9	15.0	0.721	14.8	0.671
8	14.1	14.2	0.524	14.1	0.000
9	14.1	14.1	0.099	14.1	0.000
10	14.1	14.3	1.402	14.1	0.000
11	14.1	14.3	1.501	14.1	0.000
12	14.1	14.2	0.864	14.1	0.000
13	12.2	12.0	1.606	12.5	2.459
14	10.3	10.5	1.891	10.3	0.000
15	12.7	12.5	1.204	13	2.362
16	15.0	15.3	1.747	15	0.000
17	15.0	14.8	1.465	15	0.000
18	18.6	18.2	1.923	18.6	0.000
19	18.6	18.4	1.107	18.6	0.000
20	18.6	18.3	1.716	18.6	0.000
21	16.4	16.2	1.360	16.4	0.000
22	15.8	15.7	0.713	15.8	0.000
23	15.1	15.2	0.869	15.8	4.636
24	14.4	14.2	1.233	14.6	1.389

Dengan melihat tabel 4.9. s.d. table 4.15. maka APE rata-rata PLN dapat dihitung :

$$\text{APE rata-rata PLN (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{APE}_{(i)}}{N} \times 100\%, \text{ dimana } N \text{ adalah banyaknya data.}$$

$$\begin{aligned} \text{APE rata-rata PLN (\%)} &= \frac{108896}{24 \times 7} \times 100\% \\ &= 0,648\% \end{aligned}$$

Sehingga dapat dibuat tabel perbandingan errornya sebagai berikut.

Tabel 4.16.

Perbedaan APE Rata-Rata (%) Antara Metode OLS Dengan PLN

METODE	APE (%)
OLS	1,044
PLN	0,648

Dari tabel 4.16. diatas dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan perkiraan PLN, metode OLS memiliki APE rata-rata yang lebih besar daripada APE rata-rata PLN, namun masih bisa dikatakan baik dalam peramalannya karena selisihnya hanya relatif kecil yaitu 0,396.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan pegujian untuk memperkirakan beban jangka pendek menggunakan metode *Orthogonal Least Square* (OLS), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis maka metode *Orthogonal Least Square* (OLS) dapat digunakan untuk melakukan perhitungan perkiraan beban listrik jangka pendek dalam jangka waktu satu minggu kedepan.
2. Penerapan *Orthogonal Least Square* (OLS) untuk melakukan perkiraan beban berdasarkan data beban G.I Lawang menghasilkan perkiraan beban pada 1 Mei 2006 s.d. 7 Mei 2006 dengan APE rata-rata sebesar 1,044 %.
3. Pola kurva hasil perkiraan beban menggunakan *Orthogonal Least Square* (OLS) mendekati pola kurva beban sebenarnya atau hasil perkiraan dapat mengikuti trend keadaan sebenarnya.
4. Berdasarkan hasil uji validasi diperoleh APE rata-rata menggunakan metode OLS sebesar 1,044% dan APE rata-rata menggunakan metode PLN sebesar 0,648%, sehingga dapat disimpulkan bahwa dibandingkan dengan perkiraan PLN, metode OLS memiliki APE rata-rata yang lebih besar daripada APE rata-rata PLN, namun masih bisa dikatakan baik dalam peramalannya karena selisihnya hanya relatif kecil yaitu 0,396.

5.2. Saran

Sebaiknya pada saat kita melakukan analisa perkiraan beban, data yang digunakan harus cukup banyak, data ini akan mewakili nilai yang telah kita tentukan (target beban) sehingga nilai perkiraan semakin mendekati nilai target tersebut, karena hasil perkiraan akan mengikuti pola beban pada masa lalu.

Selain itu, hal yang berpengaruh terhadap hasil proses perkiraan beban adalah adanya fluktuasi beban yang tajam atau kondisi beban tidak normal. Oleh karena itu, sebaiknya kita menggunakan data beban dalam kondisi normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. A. Mastorocostas, J. B. Theocharis, A. G. Bakirtzis, “*Fuzzy Modeling for Short Term Load Forecasting Using the Orthogonal Least Squares Method*”, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 14, No. 1, Pebruari 1999.

- [2] Marsudi, Djiteng, Ir. 1990. “Operasional Sistem Tenaga Listrik”: Balai Penerbit dan Humas, ISTN.

- [3] Bisri, Hasan. “Sistem Distribusi Tenaga Listrik”: ISTN.

- [4] Pabla, AS. 1994. “Sistem Distribusi Daya Listrik”: Erlangga.

- [5] Berahim, Hamzah, Ir. 1991. “Pengantar Teknik Tenaga Listrik”. Yogyakarta: Andi Offset.

- [6] Dewi, Sri Kusuma, dan Purnomo, Hari. 2003. “Aplikasi Logika *Fuzzy*”. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [7] Wikipedia. 2006. “*Least Squares & Weighted Least Squares*”.

LAMPIRAN



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
 NIM : 01.12.140
 Semester :
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Alamat : JL. SUMBERSARI 15 / 229 B MALANG

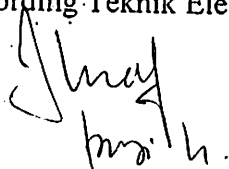
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **SKRIPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan **SKRIPSI** adalah sebagai berikut :

1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)


Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro

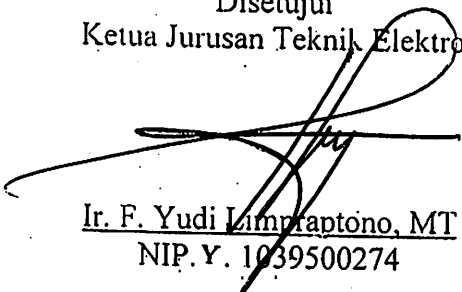

 (.....)

Malang,2006

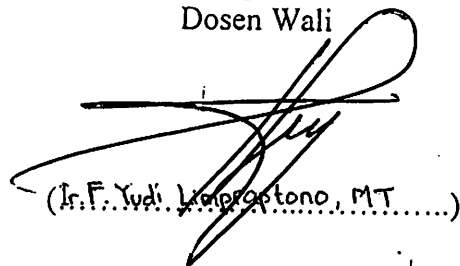
Pemohon


 (... DENY CATUR W.)

Disetujui
 Ketua Jurusan Teknik Elektro


 Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
 NIP. Y. 1039500274

Mengetahui
 Dosen Wali


 (Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.....)

Catatan :

Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. I.P.K 724/138 = 3.07
2.
3. - 7. prout baky



**LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1**

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika *)

1	Nama Mahasiswa : DENY CATUR WAHYUDI	Nim : 0112140
2	Waktu pengajuan	Tanggal : 6 Bulan : 9 Tahun : 2006
3	Spesifikasi judul (berilah tanda silang)	
	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya
4	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen *) : <i>Ir. Ruzita Abdullah, ds.ka</i>	Mengetahui, Ketua Jurusan. Ir. F. Yudi Limpraptono, MT Nip. Y. 1039500274
5	Judul yang diajukan mahasiswa :	PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGUNAKAN METODE ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)
6	Perubahan Judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	
7	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, _____, 2006.. Dosen ALIMIZAR ABDULLAH

Perhatian :

- Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
- Keterangan : *) coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, atau g. sesuai bidang keahlian

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
Nim : 01.12.140
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping dari 1/2 dosen pembimbing *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS) PT. PLN
AREA LAWANG (G.I. LAWANG)**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Lito Praptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Malang,

Hormat kami,


Deny Catur W.

*) Coret yang tidak perlu

Form. S - 3a

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

MALANG

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Ibu Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
Nim : 01.12.140
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

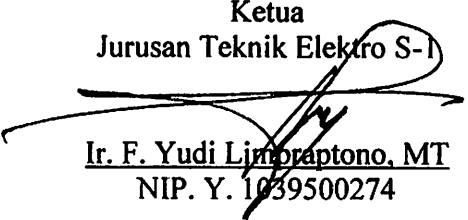
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping dari 1/2 dosen pembimbing *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposals terlampir) :

**PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE* (OLS) PT. PLN
AREA LAWANG (G.I. LAWANG)**

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Malang,
Hormat kami,


Deny Catur W.

*) Coret yang tidak perlu

Form. S - 3a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : DENY CATUR WAHYUDI

Nim : 01.12.140

Semester : 11

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE

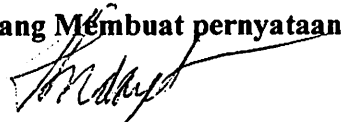
ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)

PT. PLN AREA LAWANG (G.I. LAWANG)

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang Membuat pernyataan,



Ir. H. Taufik Hidayat, MT

NIP. Y. 1018700015

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : DENY CATUR WAHYUDI

Nim : 01.12.140

Semester : 11

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika/Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / ~~tidak bersedia~~ *) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE

ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)

PT. PLN AREA LAWANG (G.I. LAWANG)

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 9 April 2007

Kami yang Membuat pernyataan,



Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT

NIP. 132314400

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

*) Coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika*~~)

1.	Nama Mahasiswa: <u>DENY CATUR WAHYUDI</u>	Nim: <u>01.12.1AD</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>23 JUNI 2007</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS) PADA PT. PLN AREA LAWANG (G.I. LAWANG)</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
6.	Catatan:	<u>Perlu di kaji lebih lanjut oleh pengguna variabel. Menyesuaikan</u>
	Catatan:	<u>- Perlu penelaahan kutang pemilih data input dirumahnya oleh seorang ahli - Perlu dijelaskan apa arti istilah yg tidak lazim a.l. busbar elektro, registor dsb.</u>
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I <u>Ir. H. Almizan A. MSEE</u>	Disetujui, Dosen Keahlian II <u>Ir. Widodo Pudji M.MT</u>
	Mengetahui, Ketua Jurusan. <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs <u>Ir. H. TAUFIK HUDAAT, MT</u>

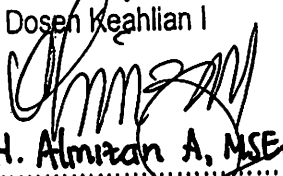
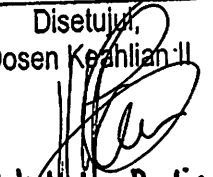
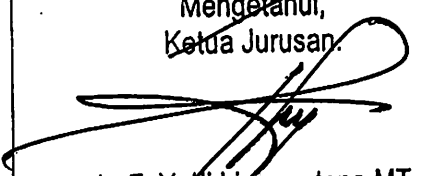
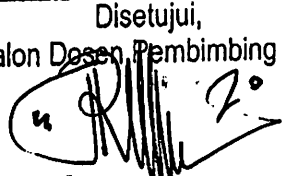
Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu

**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika~~*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>DENY CATUR WAHYUDI</u>	Nim: <u>01.12.140</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>23 JUNI 2007</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen
	<input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	<input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer
	<input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	<input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi
	<input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS) PADA PT. PLN AREA LAWANG (G.3. LAWANG)</u>
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
6.	Catatan:	<u>perlu di kaji lagi tlg pumlahia variabel temperatur</u>
	Catatan:
Persetujuan Judul Skripsi		
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I  <u>Ir. H. Almaran A, MSEE</u>	Disetujui, Dosen Keahlian II  <u>Ir. Widodo Pudji M, MT</u>
	Mengetahui, Ketua Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs  <u>IRINE BUDI S, ST, MT.</u>

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
- **) dilingkari a, b, c,atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 12 Juni 2007

Nomor : ITN-367/I.TA/2/2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. H. TAUFIK HIDAYAT, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
Nim : 0112140
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

23 Juni 2007 s/d 23 Desember 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 19 Februari 2008

Nomor : ITN-151/I.TA/2/2008
 Lampiran : -
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**

Kepada : Yth. Sdr. **Ir.H. TAUFIK HIDAYAT, MT ***)

Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 di
 Malang

Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi untuk Mahasiswa:

Nama : DENNY CATUR W
 Nim : 0112140
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Kosentrasi : **Teknik Energi Listrik S-1**

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/l selama masa waktu **6 (enam) bulan**, terhitung mulai tanggal

23 Desember 2007 s/d 23 Juni 2008

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Elektro apabila lewat dari batas waktu tsb. Maka, Skripsinya akan digugurkan.

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik kami ucapkan terima kasih



Ketua Jurusan
 Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
 NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. *) Perpanjangan
2. Mahasiswa Yang Bersangkutan
3. Arsip

Form S4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 12 Juni 2007

Nomor : ITN-368/I.TA/2/2007
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
Nim : 0112140
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya
kepada Saudara/I selama masa waktu 6 (enam) bulan, terhitung mulai
tanggal:

23 Juni 2007 s/d 23 Desember 2007

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasannya yang baik kami sampaikan
terima kasih.



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S4a



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 19 Februari 2008

Nomor : ITN-152/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. **IRRINE BUDI S, ST, MT *)**

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam proposal Skripsi untuk Mahasiswa:

Nama : DENNY CATUR W
Nim : 0112140
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/I selama masa waktu **6 (enam) bulan**, terhitung mulai tanggal

23 Desember 2007 s/d 23 Juni 2008

Adapun tugas tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Elektro apabila lewat dari batas waktu tsb. Maka, Skripsinya akan digugurkan.

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya baik kami ucapkan terima kasih



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth:

1. *) Perpanjangan
2. Mahasiswa Yang Bersangkutan
3. Arsip

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : DENY CATUR WAHYUDI
 Nim : 01. 12. 140
 Masa Bimbingan : 23 Juni 2007 s.d. 23 Desember 2007
 Judul Skripsi : Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode Orthogonal Least Square (OLS) PT. PLN Area Lawang (G.I. Lawang)

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	30 Juli 2007	Pendahuluan diperbaiki sesuai dgn modul & tugas.	
2.	2 Agustus 2007	Ace Bab I	
3.	14 Agustus 2007	Bab II diperbaiki sesuai modul. Bab III Ace	
4.	19 Februari 08	High error rate & perhariannya di kurangi dgn rumusan maso.	
5.	10 Maret 08	Bab I: revisi penulisan /redasional. untuk batasan masalah diperjelas data yg diambil	
6.		nama nooy Bab II. penulisan number berdasarkan	
7.		perbaikan format footnote dgn! Beberapa penulisan, judul kurang memenuhi standar!	
8.		penulisan nomor rumusan yg tidak ada. Algoritma dirinci dgn detail	
9.		Bab I: grafik A.S & perplus / diperbesar shg terlihat bedanya!	
10.		Bab I: dibuat alirna & smantahan dgn jman pada bab I! Perbaikan: & perbaiki pola penulisan!	

Malang, 14 Maret 2008

Irrine Budi S, ST, MT
 Dosen Pembimbing

IRRINE BUDI S, ST, MT.
 NIP. Y. 132314400



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : DENY CATUR WAHYUDI
2. NIM : 0112140
3. Jurusan : TEKNIK ELEKTRO S-1
4. Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK
5. Judul Skripsi : PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK
MENGUNAKAN METODE *ORTHOGONAL LEAST SQUARE (OLS)* DI GARDU INDUK LAWANG

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : SENIN
Tanggal : 17 MARET 2008
Dengan Nilai : 81.1 (A) *BH*



Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 810 0036

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 950 0274

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II

Ir. Widodo Pudji M, MT
NIP. Y. 102 870 0171

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 103 890 0209



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : DENY CATUR . W
NIM : 01.12.140
Perbaikan meliputi :

Malang, 17-03-08.

(_____)



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

(PERSERO) MALANG
K NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN- 1377 /III.TA-2/2/07
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 4 Juli 2007

Kepada : Yth. Pimpinan
PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur - Bali
Jl. Suningrat No. 45 Taman
Di - Sidoarjo

Bersama ini dengan hormat kami mohon kebijaksanaan Saudara agar Mahasiswa kami dari Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro S-1 Konsentrasi Teknik Energi Listrik dapat diijinkan untuk melaksanakan survey pada perusahaan yang saudara pimpin untuk mendapatkan data - data guna penyusunan Skripsi dengan Judul : Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode Orthogonal Least Square (OLS) Pada PT. PLN Area Lawang (GI. Lawang)

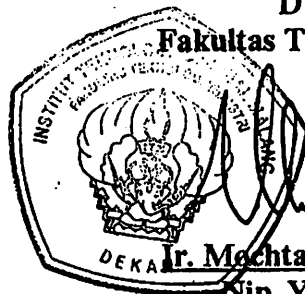
Mahasiswa tersebut Adalah :

Deny Catur Wahyudi Nim. 01.12.140

Adapun lamanya Survey adalah : 3 Hari

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

DEKAN
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036



**PT PLN (PERSERO)
PENYALURAN DAN PUSAT PENGATUR BEBAN JAWA BALI
REGION JAWA TIMUR & BALI**

Jalan Suningrat No. 45 Taman Sidqarjo 61257

Telepon : (031) 7882113, 7882114

Kotak Pos : 4119 SBS

Faksimile : (031) 7882578, 7881024

E-mail : region4@pln-jawa-bali.co.id

Website : www.pln-jawa-bali.co.id

Nomor : 1330/RJTB/2007
Surat Sdr. No. : ITN-1377/III.TA-2/2/07
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey / Pengambilan Data.

16 JUL 2007

Kepada Yth

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
Di
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1377/III.TA-2/2/07 tanggal 04 Juli 2007 perihal : Survey / Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

> **Deny Catur Wahyudi**

Nim : 01.12.140

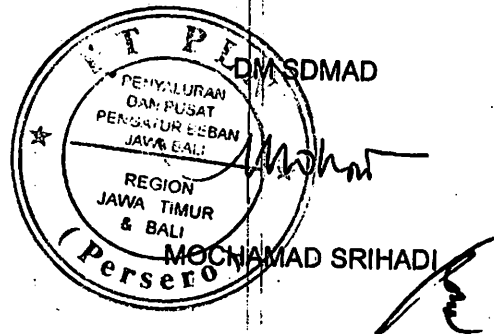
Untuk melakukan Pengambilan Data pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali UPT Malang, dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Mahasiswa tersebut diatas supaya mengisi dan menanda tangani Surat Pernyataan 1 (satu) lembar bernominal Rp. 6.000,-
2. Mahasiswa yang bersangkutan agar mematuhi peraturan/ketentuan yang berlaku di PT. PLN (PERSERO) sehingga faktor-faktor kerahasiaan harus benar-benar diutamakan.
3. Semua biaya perjalanan, penginapan, makan dan lain sebagainya tidak menjadi tanggungan PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali.
4. Buku Laporan Kerja Praktek Mahasiswa tersebut agar dikirimkan kepada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali 1 (satu) buah.
5. Untuk informasi lebih lanjut dapat menghubungi PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Cq. Bidang SDM & ADMINISTRASI.

Demikian harap maklum dan terima kasih atas perhatian saudara.

Tembusan Yth. :

1. M.BSDM PLN P3B JB.
2. M.UPT Malang PLN P3B RJTB.
3. Sdr. Deny Catur Wahyudi



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : LENY CATUR WAHYUDI
Pria/ Wanita : PRIA
Tempat / Tanggal lahir : SURABAYA 18 JUNI 1981
Alamat / No. telepon : JL. SUMBERSARI III / 229 B MALANG
TELP. 085 2345 0426
Pekerjaan : MAHASISWA

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

1. Saya bersedia dan setuju menanggung semua akibat yang ditimbulkan karena kesalahan maupun kelalaian saya dan semua akibat lainnya yang terjadi pada instalasi peralatan milik PLN selama melakukan Training/ Praktek Kerja/ Riset pada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, yang telah mendapat ijin dari PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
2. Saya atas peringatan pertama akan membayar sepenuhnya, semua biaya yang langsung menimbulkan kerugian atau kecelakaan, karena kelalaian saya ;
3. Saya akan segera mematuhi semua petunjuk -petunjuk yang diberikan oleh Petugas PT PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali ;
4. Saya sanggup tidak membocorkan hal - hal yang bersifat rahasia perusahaan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali dan bahan yang saya peroleh dalam Training/ Praktek Kerja/ Riset, dan tidak saya pergunakan untuk hal - hal yang dapat merugikan PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali
5. Saya sanggup menanggung sendiri segala sesuatu untuk keperluan Training/ Praktek Kerja/ Riset termasuk biaya perjalanan, penginapan makan dan sebagainya ;
6. Saya sanggup menyerahkan 1 (satu) buah buku laporan Training/ Praktek Kerja/ Riset kepada PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, setelah saya presentasikan kepada Manager Bidang SDMAD PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali mengenai tugas Training/ Praktek Kerja/ Riset.
7. Saya tunduk dan akan mentaati semua peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, dan saya sanggup tidak meninggalkan tugas kedinasan selama Training/ Praktek Kerja/ Riset.

Surabaya, 9 - 7 - 2007

Yang membuat pernyataan





```

%Program untuk menghitung

clc
disp('PILIH HARI UNTUK DIRAMAL');
disp('-----');
disp('Minggu = 1');
disp('Senin = 2');
disp('Selasa = 3');
disp('Rabu = 4');
disp('Kamis = 5');
disp('Jumat = 6');
disp('Sabtu = 7');
disp('-----');
disp(' ');
xa=input('PILIHAN = ');
if xa==1
    %MINGGU
    =====
    interface=ddeinit('excel','Minggu.xls');
    data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    Loadmin=3;
    Loadmax=51;
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
    [x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
    [x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
    inData=trnData(:,1:3);
    trnOut=evalfis(inData,fismat1);
    a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
    clc
    disp(a);
    cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
    interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
    data=ddereq(interface,'r146c5:r169c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);

```

```

        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    %-----
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
    [x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
    [x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
    inData=trnData(:,1:3);
    trnOut=evalfis(inData,fismat1);
    a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

    %-----
    %ramData=dataf(:,1:3);
    %ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
    %a=NNTToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
    %cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
    act=NNTToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
    ndat=length(act);
    t=zeros(ndat,1);
    rml=zeros(ndat,1);
    for i=1:ndat
        t(i)=i;
        rnd=0+rand*(2-0);
        rnc=rand;
        if rnc<0.5
            rnd=rnd*-1;
        end
        rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
    end
    cek=ddepoke(interface,'r146c36:r169c36',rml);
    figure(1);
    plot(t,act,t,rml);
    xlabel('Jam (h)');
    ylabel('Beban (MW)');
    legend('Actual','Ramal');
    title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==2
    %SENIN
=====
    interface=ddeinit('excel','Senin.xls');
    data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    Loadmin=3;
    Loadmax=51;
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);

```

```

        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
    [x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
    [x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
    inData=trnData(:,1:3);
    trnOut=evalfis(inData,fismat1);
    a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
    clc
    disp(a);
    cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
    interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
    data=ddereq(interface,'r2c5:r25c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    %-----
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
    [x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
    [x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
    inData=trnData(:,1:3);
    trnOut=evalfis(inData,fismat1);
    a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

    %-----
    %ramData=dataf(:,1:3);
    %ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
    %a=NNToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
    %cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
    act=NNToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
    ndat=length(act);
    t=zeros(ndat,1);
    rml=zeros(ndat,1);
    for i=1:ndat
        t(i)=i;
    end

```

```

        rnd=0+rand*(2-0);
        rnc=rand;
        if rnc<0.5
            rnd=rnd*-1;
        end
        rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
    end
    cek=ddepoke(interface, 'r2c36:r25c36', rml);
    figure(1);
    plot(t, act, t, rml);
    xlabel('Jam (h)');
    ylabel('Beban (MW)');
    legend('Actual', 'Ramal');
    title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==3
    %SELASA
=====
    interface=ddeinit('excel', 'Selasa.xls');
    data=ddereq(interface, 'r3c5:r29lc35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    Loadmin=3;
    Loadmax=51;
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31), Loadmin, Loadmax);
    end
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData, numMFs, mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1, trnErr, ss, fismat2, chkErr]=anfis(trnData, fismat, numEpochs, NaN, c
hkData);
    [x1, mf1]=plotmf(fismat1, 'input', 1);
    [x2, mf2]=plotmf(fismat1, 'input', 2);
    inData=trnData(:,1:3);
    trnOut=evalfis(inData, fismat1);
    a=NNTToNilai(trnOut, Loadmin, Loadmax);
    clc
    disp(a);
    cek=ddepoke(interface, 'r3c36:r29lc36', a);
    interface=ddeinit('excel', 'Ramal.xls');
    data=ddereq(interface, 'r26c5:r49c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30), Loadmin, Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31), Loadmin, Loadmax);
    end

```

```

end
%-----
trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,c
hkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

%-----
%ramData=dataf(:,1:3);
%ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
%a=NNToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
%cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
act=NNToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
ndat=length(act);
t=zeros(ndat,1);
rml=zeros(ndat,1);
for i=1:ndat
    t(i)=i;
    rnd=0+rand*(2-0);
    rnc=rand;
    if rnc<0.5
        rnd=rnd*-1;
    end
    rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
end
cek=ddepoke(interface,'r26c36:r49c36',rml);
figure(1);
plot(t,act,t,rml);
xlabel('Jam (h)');
ylabel('Beban (MW)');
legend('Actual','Ramal');
title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==4
    %RABU
=====
interface=ddeinit('excel','Rabu.xls');
data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
Loadmin=3;
Loadmax=51;
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);

```

```

end
trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
clc
disp(a);
cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
data=ddereq(interface,'r50c5:r73c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
end
%-----
trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

%-----
%ramData=dataf(:,1:3);
%ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
%a=NNTToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
%cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
act=NNTToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
ndat=length(act);
t=zeros(ndat,1);
rml=zeros(ndat,1);
for i=1:ndat
    t(i)=i;
    rnd=0+rand*(2-0);

```

```

        rnc=rand;
        if rnc<0.5
            rnd=rnd*-1;
        end
        rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
    end
    cek=ddepoke(interface,'r50c36:r73c36',rml);
    figure(1);
    plot(t,act,t,rml);
    xlabel('Jam (h)');
    ylabel('Beban (MW)');
    legend('Actual','Ramal');
    title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==5
    %KAMIS
    =====
    interface=ddeinit('excel','Kamis.xls');
    data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    Loadmin=3;
    Loadmax=51;
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
clc
disp(a);
cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
data=ddereq(interface,'r74c5:r97c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
end

```

```

%-----
trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

%-----
%ramData=dataf(:,1:3);
%ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
%a=NNToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
%cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
act=NNToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
ndat=length(act);
t=zeros(ndat,1);
rml=zeros(ndat,1);
for i=1:ndat
    t(i)=i;
    rnd=0+rand*(2-0);
    rnc=rand;
    if rnc<0.5
        rnd=rnd*-1;
    end
    rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
end
cek=ddepoke(interface,'r74c36:r97c36',rml);
figure(1);
plot(t,act,t,rml);
xlabel('Jam (h)');
ylabel('Beban (MW)');
legend('Actual','Ramal');
title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==6
    %JUMAT
=====
interface=ddeinit('excel','Jumat.xls');
data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
Loadmin=3;
Loadmax=51;
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
end

```

```

trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,c
hkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
clc
disp(a);
cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
data=ddereq(interface,'r98c5:r121c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
end
%-----
trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,c
hkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

%-----
%ramData=dataf(:,1:3);
%ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
%a=NNToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
%cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
act=NNToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
ndat=length(act);
t=zeros(ndat,1);
rml=zeros(ndat,1);
for i=1:ndat
    t(i)=i;
    rnd=0+rand*(2-0);
    rnc=rand;

```

```

        if rnc<0.5
            rnd=rnd*-1;
        end
        rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
    end
    cek=ddepoke(interface,'r98c36:r121c36',rml);
    figure(1);
    plot(t,act,t,rml);
    xlabel('Jam (h)');
    ylabel('Beban (MW)');
    legend('Actual','Ramal');
    title('Grafik Peramalan Beban');
elseif xa==7
    %SABTU
    =====
    interface=ddeinit('excel','Sabtu.xls');
    data=ddereq(interface,'r3c5:r291c35');
    x=data(:,1);
    ndata=length(x);
    dataf=zeros(ndata,4);
    Loadmin=3;
    Loadmax=51;
    for i=1:ndata
        dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
        dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
    end
    trnData=dataf;
    chkData=dataf;
    numMFs=3;
    mfType='gbellmf';
    fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
    numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);
clc
disp(a);
cek=ddepoke(interface,'r3c36:r291c36',a);
interface=ddeinit('excel','Ramal.xls');
data=ddereq(interface,'r122c5:r145c35');
x=data(:,1);
ndata=length(x);
dataf=zeros(ndata,4);
for i=1:ndata
    dataf(i,1)=NilaiToNN(data(i,28),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,2)=NilaiToNN(data(i,29),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,3)=NilaiToNN(data(i,30),Loadmin,Loadmax);
    dataf(i,4)=NilaiToNN(data(i,31),Loadmin,Loadmax);
end
%-----

```

```

trnData=dataf;
chkData=dataf;
numMFs=3;
mfType='gbellmf';
fismat=genfis1(trnData,numMFs,mfType);
numEpochs=100;

[fismat1,trnErr,ss,fismat2,chkErr]=anfis(trnData,fismat,numEpochs,NaN,chkData);
[x1,mf1]=plotmf(fismat1,'input',1);
[x2,mf2]=plotmf(fismat1,'input',2);
inData=trnData(:,1:3);
trnOut=evalfis(inData,fismat1);
a=NNTToNilai(trnOut,Loadmin,Loadmax);

%-----
%ramData=dataf(:,1:3);
%ramOut=evalfis(ramData,fismat1);
%a=NNTToNilai(ramOut,Loadmin,Loadmax);
%cek=ddepoke(interface,'r145c36:r169c36',a);
act=NNTToNilai(dataf(:,4),Loadmin,Loadmax);
ndat=length(act);
t=zeros(ndat,1);
rml=zeros(ndat,1);
for i=1:ndat
    t(i)=i;
    rnd=0+rand*(2-0);
    rnc=rand;
    if rnc<0.5
        rnd=rnd*-1;
    end
    rml(i)=act(i)+rnd/100*act(i);
end
cek=ddepoke(interface,'r122c36:r145c36',rml);
figure(1);
plot(t,act,t,rml);
xlabel('Jam (h)');
ylabel('Beban (MW)');
legend('Actual','Ramal');
title('Grafik Peramalan Beban');
end

```