

SKRIPSI

**PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE *HYBRID CORRECTION*
PADA PT. PLN (PERSERO) WILAYAH NTT CABANG KUPANG**



Disusun oleh :

**SAMSUL UMAR RATU LOLY
NIM 00.12.069**

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

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE *HYBRID CORRECTION*
PADA PT. PLN (PERSERO) WILAYAH NTT CABANG KUPANG**

SKRIPSI

*Disusun Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

**SAMSUL UMAR RATU LOLY
00.12.069**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

Ir.F Yudi Limpraptono, MT
NIP.Y.103 9500 274

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.101 8800 189

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

ABSTRAKSI

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PANDEK MENGGUNAKAN METODE *HYBRID CORRECTION* PADA PT. PLN (PERSERO) WILAYAH NTT CABANG KUPANG

(Samsul Umar Ratu Loly, 00.12.069, Teknik Elektro S-1/T. Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT)

Pemenuhan kebutuhan akan energi listrik dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, sehingga diperlukan suplai daya yang tepat dan sesuai dengan permintaan beban. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu. Bagaimana hasil analisis yang didapatkan setelah melakukan perkiraan dengan menggunakan metode *Hybrid Correction* ini serta bagaimana analisa dan MAPE rata-rata yang dihasilkan berdasarkan data beban PT. PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang dengan menggunakan metode *Hybrid Correction* ini. Karena hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan perkiraan beban jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang untuk perencanaan dan pengoperasian dalam suatu sistem tenaga listrik dengan menganalisa penggunaan *Hybrid Correction* pada perkiraan beban perjam dalam menghasilkan perkiraan beban tiap hari dengan tingkat kesalahan (*error*) rata-rata yang kecil dan waktu komputasi yang relatif singkat pada PT. PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang.

Metodologi perkiraan yang dipakai dalam sistem tenaga listrik, dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu berdasarkan kecenderungan (*trend*) dan model ekonometri. Pada skripsi ini metode perkiraan yang digunakan adalah metode kecenderungan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode peramalan yang diajukan dapat memberikan perbaikan besar dalam akurasi peramalan khususnya ketika menunjukkan bagaimana untuk mengurangi kesalahan peramalan jaringan syaraf melalui aplikasi koreksi logika fuzzy, dimana MAPE 1.683511694 %, tingkat akurasinya 98.316488306 %.

Kata Kunci : *Logika Fuzzy, metode Hybrid Correction,*

Penyusun menyadari akan segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penyusun mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan bersungguh-sungguh hingga terwujudnya skripsi ini, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Pembahasan.....	4
1.7. Kontribusi.....	5
BAB II PERKIRAAN BEBAN LISTRIK	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Metodologi Perkiraan.....	7
2.2.1 Metode Kecenderungan.....	7
2.2.2 Metode Ekonometri.....	10

2.3	Klasifikasi Perkiraan Beban	10
2.4	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Beban	11
2.5	Cara-cara Memperkirakan Beban Jangka Pendek	12
2.6	Permodelan Kurva Beban.....	12
2.6.1.	Permodelan Hari Ini.....	13
2.6.2.	Permodelan Mingguan.....	13
2.3.1.	Representasi Beban	13
BAB. III TEORI DASAR METODE <i>HYBRID CORRECTION</i>		17
3.1	Jaringan Syaraf Tiruan.....	17
3.1.1.	Otak Manusia	17
3.1.2.	Komponen Jaringan Syaraf Tiruan.....	19
3.1.3.	Arsitektur Jaringan	21
3.1.3.1.	Jaringan Dengan Lapisan Tunggal	21
3.1.3.2.	Jaringan Dengan Banyak Lapisan	22
3.2	Fungsi Aktivasi.....	23
3.2.1.	Fungsi Undak Biner (<i>Hard Limit</i>)	24
3.2.2.	Fungsi Bipolar (<i>Symetric Hard Limit</i>).....	24
3.2.3.	Fungsi Linear (Identitas).....	25
3.2.4.	Fungsi <i>Saturating Linear</i>	25
3.2.5.	Fungsi <i>Symetric Saturating Linear</i>	26
3.2.6.	Fungsi Sigmoid Biner	27
3.2.7.	Fungsi Sigmoid Bipolar.....	28
3.3.	Proses Pembelajaran	29

3.3.1. Pembelajaran Terawasi.....	30
3.3.2. Pembelajaran Tak Terawasi.....	31
3.4. <i>Backpropagation</i>	31
3.4.1. Penurunan Algoritma <i>Backpropagation</i>	32
3.4.1.1.Fungsi Aktivasi.....	33
3.4.1.2.Algoritma <i>Backpropagation</i>	33
3.5. Logika Fuzzy.....	35
3.6. <i>Hybrid Correction</i> (Jaringan Syaraf Tiruan- Logika Fuzzy).....	36
3.7. Keakuratan Perkiraan.....	37
BAB. IV ANALISA PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE <i>HYBRID CORRECTION</i>	39
4.1 Pengaturan Beban Pada Sistem Tenaga Listrik PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang.....	39
4.2. Pemilihan Variabel Input.....	39
4.3. Data Beban Dan Data Cuaca.....	40
4.4. Algoritma Perkiraan Beban Jangka Pendek Dengan Metode <i>Hybrid Correction</i>	41
4.5. <i>Flowchart</i> Perkiraan Beban Jangka Pendek Dengan Metode <i>Hybrid Correction</i>	43
4.6. <i>Flowchart</i> Pemrosesan Bobot Input Menjadi Bobot Output Pada <i>Backpropagation</i>	44
4.7. <i>Flowchart</i> Logika Fuzzy.....	45
4.8. Hasil Dan Analisa Hasil Perkiraan Beban.....	46

4.9. Test Program	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Prinsip dasar perkiraan dengan metode kecenderungan.....	8
Gambar 2-2	Kurva pertumbuhan beban keseluruhan proses.....	9
Gambar 2-3	Kurva pertumbuhan beban komponen-komponennya.....	9
Gambar 2-4	Kurva regresi.....	10
Gambar 2-5	Representasi beban pada jaringan distribusi.....	14
Gambar 2-6	Segitiga daya.....	15
Gambar 3-1	Susunan Syaraf Manusia.....	18
Gambar 3-2	Struktur neuron jaringan syaraf.....	20
Gambar 3-3	Jaringan syaraf dengan Lapisan Tunggal.....	22
Gambar 3-4	Jaringan syaraf dengan Banyak lapisan.....	23
Gambar 3-5	Fungsi Aktivasi Undak Biner.....	24
Gambar 3-6	Fungsi Aktivasi Bipolar.....	24
Gambar 3-7	Fungsi Aktivasi Linear.....	25
Gambar 3-8	Fungsi Aktivasi Saturating Linear.....	26
Gambar 3-9	Fungsi Aktivasi Symetric Saturating Linear.....	26
Gambar 3-10	Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner.....	27
Gambar 3-11	Fungsi Aktivasi Sigmoid Bipolar.....	28
Gambar 3-12	Arsitektur Jaringan Syaraf Untuk Merepresentasikan Fungsi Keanggotaan.....	37
Gambar 4-1	<i>Flowchart</i> Program.....	43

Gambar 4-2	<i>Flowchart</i> Pemrosesan Bobot Input Menjadi Bobot Output Pada <i>Backpropagation</i>	44
Gambar 4-3	<i>Flowchart</i> Logika Fuzzy.....	45
Gambar 4-4	Tampilan Kotak Dialog <i>About</i>	46
Gambar 4-5	Tampilan <i>Screen</i> Parameter	47
Gambar 4-6	Tampilan <i>Screen</i> Parameter Tanggal 1 Maret 2006.....	48
Gambar 4-7	Tampilan Nilai <i>Error</i> Tanggal 1 Maret 2006.....	50
Gambar 4-8	Tampilan Grafik Tanggal 1 Maret 2006.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Beban Aktual Tanggal 1 Maret-13 Maret 2006	51
Tabel 4-2	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa Tanggal 1 Mar 2006	52
Tabel 4-3	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu Tanggal 2 Mar 2006.....	53
Tabel 4-4	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis Tanggal 3 Mar 2006.....	54
Tabel 4-5	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat Tanggal 4 Mar 2006	55
Tabel 4-6	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu Tanggal 5 Mar 2006.....	56
Tabel 4-7	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu Tanggal 6 Mar 2006	57
Tabel 4-8	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Senin Tanggal 7 Mar 2006.....	58
Tabel 4-9	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa Tanggal 8 Mar 2006.....	59
Tabel 4-10	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu Tanggal 9 Mar 2006.....	60
Tabel 4-11	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis Tanggal 10 Mar 2006.....	61
Tabel 4-12	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat Tanggal 11 Mar 2006.....	62
Tabel 4-13	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu Tanggal 12 Mar 2006.....	63
Tabel 4-14	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu Tanggal 13 Mar 2006	64
Tabel 4-15	Hasil Perbandingan Metode <i>Hybrid Correction</i> Dan <i>Simulation</i> <i>Sampling</i>	66

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa Tanggal 1 Mar 2006.....	53
Grafik 4-2	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu Tanggal 2 Mar 2006.....	54
Grafik 4-3	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis Tanggal 3 Mar 2006.....	55
Grafik 4-4	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat Tanggal 4 Mar 2006	56
Grafik 4-5	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu Tanggal 5 Mar 2006.....	57
Grafik 4-6	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu Tanggal 6 Mar 2006	58
Grafik 4-7	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Senin Tanggal 7 Mar 2006.....	59
Grafik 4-8	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa Tanggal 8 Mar 2006.....	60
Grafik 4-9	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu Tanggal 9 Mar 2006.....	61
Grafik 4-10	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis Tanggal 10 Mar 2006.....	62
Grafik 4-11	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat Tanggal 11 Mar 2006.....	63
Grafik 4-12	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu Tanggal 12 Mar 2006.....	64
Grafik 4-13	Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu Tanggal 13 Mar 2006	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan akan energi listrik dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, sehingga diperlukan suplai daya yang tepat dan sesuai dengan permintaan beban. Tenaga listrik tidak dapat disimpan, karenanya tenaga ini harus disediakan pada saat dibutuhkan. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu, bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah.

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, terutama untuk pembangkit termal. 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. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian antara pembangkitan dengan permintaan daya.

Karena hal tersebut diatas, maka perlu sekali dilakukan perkiraan beban jangka pendek maupun jangka panjang untuk perencanaan dan pengoperasian dalam suatu sistem tenaga listrik.

Beban memiliki hubungan yang kompleks dengan beberapa faktor seperti kondisi alam, pola-pola penggunaan masa lalu, dari jam hingga hari, dari hari hingga minggu. Metode perkiraan dengan teknik-teknik konvensional seperti

rangkaian waktu, analisis regresi, atau lain-lain telah dicoba sebelum membedakan tingkat keberhasilannya. Selain kurangnya keakuratan yang diinginkan sangat banyak metode tradisional yang tidak *portable*, misalnya metode yang dikembangkan untuk satu perusahaan listrik tidak dapat digunakan pada perusahaan listrik lainnya.

Telah banyak metode-metode yang digunakan untuk perkiraan beban jangka pendek dengan tingkat keakuratan yang tinggi atau kesalahan (*error*) yang kecil. Dari beberapa metode tersebut terdapat metode alternatif yang akan digunakan proposal dalam skripsi ini, yaitu metode *Hybrid Correction*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pertanyaan yang timbul apakah metode *Hybrid Correction* ini dapat melakukan perkiraan beban dengan hasil yang lebih baik dengan tingkat keakuratan yang tinggi atau kesalahan (*error*) yang kecil.

1.3. Tujuan

Menganalisis penggunaan *Hybrid Correction* pada perkiraan beban jangka pendek dengan memperhitungkan pengaruh temperatur dalam menghasilkan perkiraan beban tiap jam dengan tingkat kesalahan (*error*) rata-rata yang kecil dan waktu komputasi (proses perhitungan) yang relatif singkat.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pembahasan ini dibatasi dengan beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Sistem yang ditinjau data beban, dan data temperatur pada P.T PLN (Persero) Wilayah N.T.T. Cabang Kupang
2. Perhitungan dilakukan dengan program komputer *Borland Delphi 7*
3. Metode yang digunakan adalah *Hybrid Correction*.

1.5. Metologi Penelitian

Metode pembahasan yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi kepustakaan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pembahasan masalah.
2. Studi lapangan untuk mendapatkan data beban maupun data temperatur dan kelembaban udara dari objek penelitian yaitu pada P.T PLN (Persero) Wilayah N.T.T. Cabang Kupang dengan berpedoman pada teori yang diperoleh dan studi kepustakaan.
3. Analisis data dengan proses pemasukan data yang didapat kemudian diolah dengan *Hybrid Correction*.
4. Dalam bahasa pemrograman *Borland Delphi 7*
5. Pengambilan kesimpulan dari hasil analisis.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk mendapatkan arah yang tepat mengenai hal-hal yang akan dibahas maka skripsi ini di susun sebagai berikut :

- BAB I** : **PENDAHULUAN**
Meliputi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan yang ingin dicapai, Batasan Masalah, Metodologi Penulisan, Sistematika Penulisan dan Kontribusi.
- BAB II** : **PERKIRAAN BEBAN LISTRIK**
Berisi mengenai peranan perkiraan Beban, Faktor-faktor yang mempengaruhi, Pemodelan Beban, Sistem Tenaga Listrik, Representasi Beban, Teori dasar Jaringan Syaraf Tiruan dan Logika Fuzzy, dan metode yang digunakan untuk peramalan dalam skripsi ini.
- BAB III** : **DATA BEBAN DI PT. PLN (PERSERO) WILAYAH NTT**
Berisi tentang data beban di PT. PT. PLN (PERSERO) WILAYAH NTT CABANG KUPANG yang di gunakan untuk analisa perkiraan beban dan pemilihan variabel input.
- BAB IV** : **ANALISA PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *HYBRID CORRECTION*.**
- BAB V** : **PENUTUP**
Meliputi kesimpulan dan saran.

1.7. Kontribusi

Dengan metode *Hybrid Correction* (Jaringan Syaraf Tiruan-Logika Fuzzy) ini diharapkan dapat memperkirakan beban listrik jangka pendek dengan hasil yang lebih akurat atau nilai kesalahan (*error*) yang kecil, sehingga metode ini dapat dijadikan acuan dan pembanding terhadap metode-metode lainnya yang selama ini digunakan juga untuk perkiraan beban listrik.

BAB II

PERKIRAAN BEBAN LISTRIK

2.1. Pendahuluan

Selama bertahun-tahun perkiraan telah banyak diperbaiki dan sekarang mencapai tahap yang lebih tepat dan tidak menyimpang. Ini telah dipakai dalam bermacam-macam bidang seperti, perkiraan beban listrik, kecenderungan ekonomi, penyelidikan pasar dan lain-lain. Dalam sistem daya, perkiraan ini sangat dibutuhkan untuk memperkirakan dengan tepat beban listrik dan kebutuhan energi, karena dalam distribusi listrik dibutuhkan biaya. Perkiraan dengan waktu yang nyata untuk jarak waktu yang pendek berubah-ubah dari beberapa menit sampai dengan beberapa jam telah sangat populer dalam penggunaan daya di negara-negara maju. Bila perkiraan energi terlalu kuno, maka akan terjadi bahwa kapasitas daya yang dibangkitkan oleh generator tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan daya nyata, sehingga mengakibatkan keterbatasan dukungan catu daya yang akan merugikan kesejahteraan ekonomi negara. Namun bila perkiraan terlalu optimis, maka akan menjurus pada kelebihan kapasitas pembangkitan, yang mengakibatkan sebagian modal investasi tidak akan kembali atau mengalami kerugian.

Di suatu negara berkembang seperti Indonesia, dengan kedua kondisi diatas maka akan sangat tidak baik bagi perkembangan perekonomian, sehingga perkiraan beban harus menjadi salah satu prioritas yang tinggi.

Perkiraan beban dibidang tenaga listrik menghasilkan dua hasil utama, yaitu :

1. Perkiraan kebutuhan energi listrik (*demand*), yaitu energi yang dibutuhkan oleh pelanggan.
2. Perkiraan beban tenaga listrik (*load*), yaitu power yang perlu disediakan untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut.

2.2. Metodologi Perkiraan

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

1. Berdasarkan Kecenderungan (*trend*)
2. Model Ekonometri

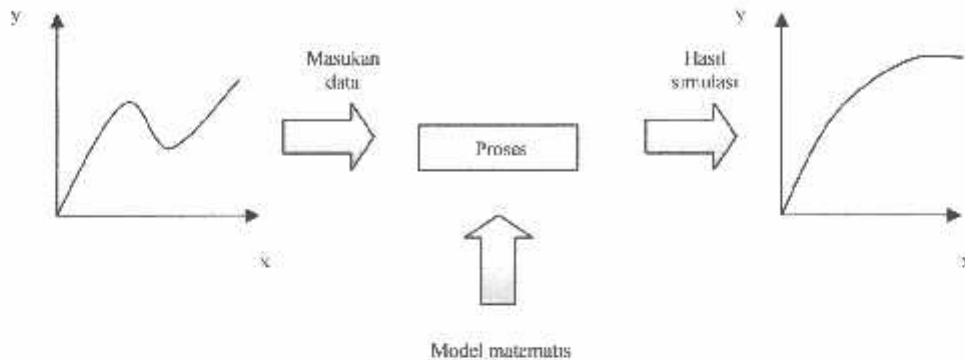
2.2.1. Metode Kecenderungan

Perkiraan beban dengan metode kecenderungan atau analisis regresi adalah dengan mempelajari sifat-sifat sebuah proses dimasa lampau dan membuatnya sebagai suatu model matematis untuk masa mendatang, sehingga sifat atau kelakuan untuk masa mendatang dapat diekstrapolasikan.

Secara umum pendekatan dalam analisis kecenderungan ada dua cara, yaitu :

1. Pemasukan fungsi matematik kontinu ke dalam data nyata untuk mendapatkan kesalahan keseluruhan terkecil, yang dikenal sebagai analisa regresi.

2. Pemasukan sebuah deret pada garis-garis kontinu atau kurva-kurva ke dalam data.

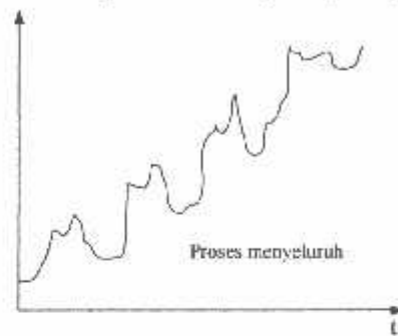


Gambar 2-1. Prinsip dasar perkiraan dengan metode kecenderungan^[4]

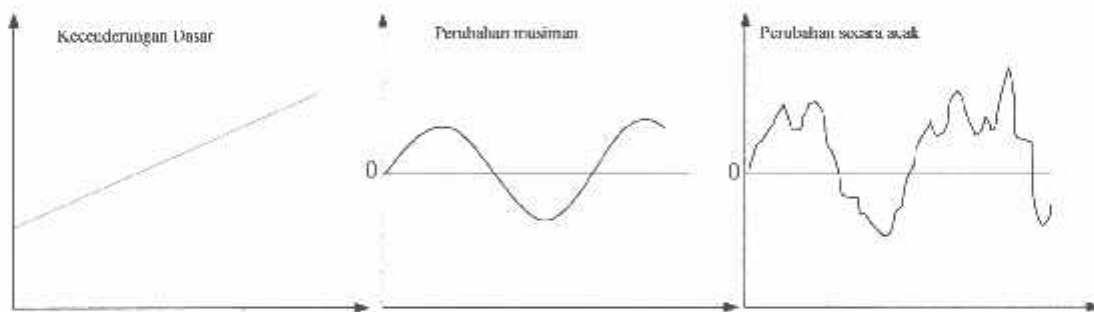
Suatu kejadian yang berubah-ubah sebagai fungsi waktu misalnya beban suatu sistem daya dapat dipecah-pecah dalam 4 komponen utama, yaitu :

1. Kecenderungan dasar (*basic trend*), gerakan yang berjangka panjang lamban dan kecenderungan menuju satu arah menaik atau menurun.
2. Variasi musiman (*seasonal variation*), merupakan gerakan yang berulang secara teratur selama kurang lebih setahun (beban bulanan, beban tahunan).
3. Variasi siklis (*syelic variation*), berlangsung selama dari setahun dan tidak pernah variasi tersebut memperlihatkan pola tertentu mengenai pola gelombangnya.
4. Perubahan-perubahan acak yang diamati dari perubahan-perubahan harian pada sistem tenaga, biasanya dalam seminggu atau pada waktu tertentu, misalnya hari libur, cuaca tertentu, dan sebagainya.

Pada gambar 2-2, diperlihatkan suatu model proses yang bervariasi kontinu yang terdiri dari 3 komponen dasarnya seperti gambar 2-3.

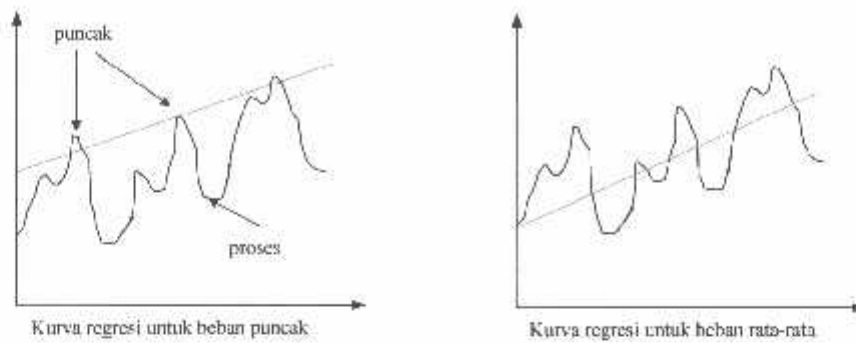


Gambar 2-2. Kurva pertumbuhan beban keseluruhan proses^[4]



Gambar 2-3. Kurva pertumbuhan beban komponen-komponennya^[4]

Dalam perkiraan, model proses keseluruhan dapat dipakai atau hanya beberapa titik tertentu dari selang prosesnya. Sebagai contoh, misalnya dengan membuat perkiraan dari kurva beban yang komplit atau alternatif lainnya dengan hanya membuat perkiraan sistem beban puncak tahunannya saja, hal ini proses modelnya dilakukan sebagai deret berskala (*time series*) seperti terlihat pada gambar 2-4.



Gambar 2-4. Kurva Regresi^[4]

2.2.2. Model Ekonometri

Pada umumnya model ini dikaitkan dengan sifat dari salah satu fungsi-fungsi ekonomi dalam bentuk fungsi-fungsi ekonomi lainnya. Model ekonometri sebenarnya sama dengan model statistik, karena semua variabelnya sudah tertentu dan secara matematis dapat diukur, seperti pada perencanaan stringkali modelnya terdiri dari suatu persamaan, dalam hal ini modelnya disebut model regresi.

2.3. Klasifikasi Perkiraan Beban

Menurut jangka waktu, perkiraan beban diklasifikasikan sebagai berikut :

- Perkiraan beban jangka pendek

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

- Perkiraan beban jangka menengah

Yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban beberapa bulan sampai satu tahun.

- Perkiraan beban jangka panjang

Yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban diatas satu tahun.

2.4. 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 jam-jaman, harian atau mingguan. Faktor-faktor eksternal seperti diatas yang perubahannya 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.

2.5. 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 diantara cuaca. Misalnya : suhu udara, kalau 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 dan metode pendekatan linier.

2.6. Pemodelan Kurva Beban

Dalam praktek standart, operator sistem perlu menyesuaikan hasil perkiraan beban agar juga dapat memperhitungkan data beban yang terakhir. Hasil penyesuaian ini dapat berbeda drastis dengan hasil perkiraan beban yang sebenarnya. Dengan menggunakan pemodelan hari ini (*current day modeling*)

kita dapat mengakomodasi kejadian ini. Selain itu mungkin juga seorang operator sistem memerlukan perkiraan beban untuk 7 hari kedepan agar dapat dilakukan penjadwalan. Untuk itu perlu disediakan fasilitas perkiraan mingguan. Dalam semua model-model yang dikembangkan perhatian khusus diberikan dalam mempresentasikan secara akurat efek dari kejadian khusus seperti hari libur, hari libur biasanya lebih rendah dari biasanya.

2.6.1. Pemodelan Hari Ini

Pemodelan untuk hari-hari biasa, yaitu hari Senin sampai Minggu yang bukan hari libur nasional diklasifikasikan berikut :

1. Pola beban hari Senin
2. Pola beban hari Selasa
3. Pola beban hari Rabu
4. Pola beban hari Kamis
5. Pola beban hari Jumat
6. Pola beban hari Sabtu
7. Pola beban hari Minggu

2.6.2. Pemodelan Mingguan

Model ini menghasilkan beban sampai 168 jam ke depan. Untuk itu model dasar dikerjakan secara berulang-ulang untuk menghasilkan perkiraan beberapa hari. Jika data beban historis tidak ada, hasil perkiraan beban digunakan sebagai input.

2.7. Representasi Beban

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

- Beban Resistif

- **Beban Reaktif**

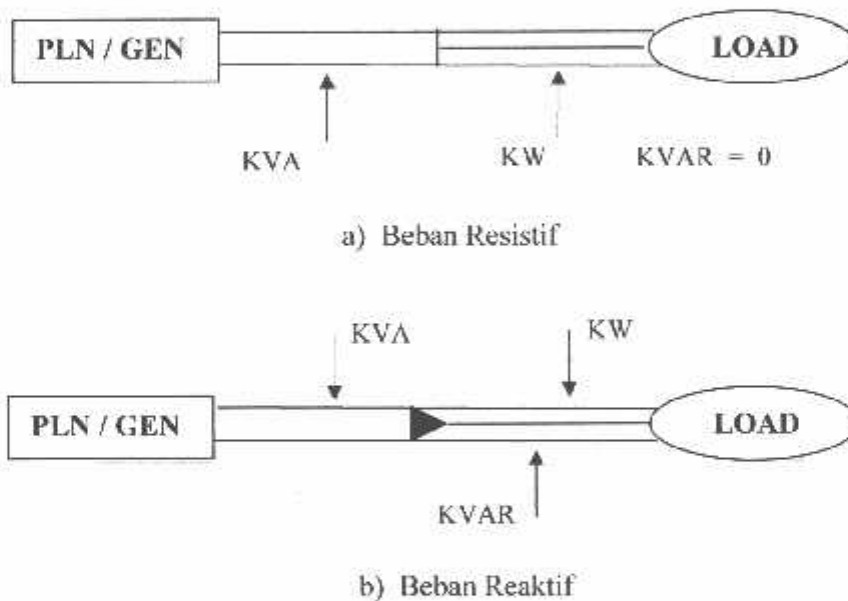
Kedua beban tersebut dipresentasikan pada gambar 2-5 di bawah ini :

- **Beban Resistif** adalah 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, tetapi juga mengkonsumsi daya reaktif.

Contoh : motor listrik



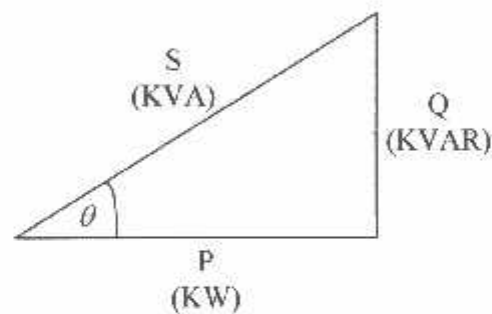
Gambar 2-5. Representasi beban pada jaringan distribusi^[41]

Dimana :

- ❖ KW adalah daya aktif (efektif) merupakan daya terpakai, yaitu daya yang melakukan usaha atau energi yang sebenarnya.

- ❖ KVAR adalah daya reaktif. Daya ini tidak dibutuhkan dalam instalasi listrik, melainkan 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 berikut ini 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 :

$$P = V \times I \times \cos \theta \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Q = V \times I \times \sin \theta \dots\dots\dots (2.2)$$

$$S = V \times I \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\cos \theta = P / S \dots\dots\dots (2.4)$$

Dari gambar 2-6 diatas dapat diketahui, bahwa besarnya daya yang berasal dari sumber listrik tidak seluruhnya sampai ke konsumen, akan tetapi

dipengaruhi oleh faktor daya ($\text{Cos } \theta$) 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.

BAB III

TEORI DASAR METODE *HYBRID CORRECTION*

3.1. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut dengan kata lain maksud dari Jaringan Syaraf disini adalah membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan Syaraf Biologis. Istilah buatan disini digunakan karena Jaringan Syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. Jaringan Syaraf ini dapat juga dapat diterapkan pada berbagai jenis permasalahan seperti menyimpan dan mengambil data atau pola, mengklasifikasikan pola, melakukan pemetaan dari pola masukan ke pola keluaran dan mengelompokkan pola-pola yang mirip. Sifat penting yang dimiliki Jaringan Syaraf yang sama dengan sistem Syaraf Biologis adalah toleransi terhadap kesalahan.

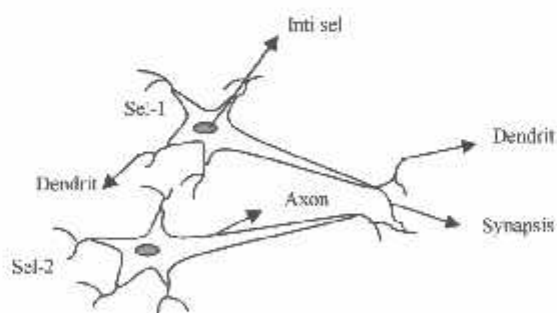
3.1.1. Otak Manusia

Otak manusia berisi berjuta-juta sel Syaraf yang bertugas untuk memproses informasi. Tiap-tiap sel bekerja seperti suatu prosesor sederhana. Masing-masing sel tersebut saling berinteraksi sehingga mendukung kemampuan kerja otak manusia.

Secara garis besar sel Syaraf Biologis mempunyai empat komponen penting yang dijadikan dasar pembentuk Jaringan Syaraf, yaitu :

1. *Dendrit*, merupakan bagian paling ujung dari sel yang berfungsi sebagai penerima masukan sinyal.
2. *Badan sel (Soma)*, bagian sel setelah *Dendrit* berfungsi mengumpulkan dan menjumlahkan sinyal masukan yang didalamnya terdapat inti sel (*Nucleus*).
3. *Axon*, berfungsi untuk merubah hasil dari *Soma* menjadi sinyal keluaran.
4. *Synapsis*, bagian dari sel yang berfungsi untuk mentransmisikan sinyal keluaran yang dihasilkan *Axon* dari satu sel ke sel lainnya.

Sistem Syaraf Biologis toleransi terhadap kesalahan dalam dua hal. Pertama, mampu mengenali banyak sinyal masukan yang dalam beberapa hal berbeda dari yang telah dikenalnya. Contohnya adalah kemampuan manusia untuk mengenal wajah seseorang setelah berpisah dalam jangka waktu yang sangat lama. Kedua, mampu mentolerir kerusakan dalam sistem Syaraf itu sendiri. Contoh, dalam kasus hilangnya *Neuron*, *Neuron* lain dapat dilatih untuk mengambil alih fungsi sel yang rusak.



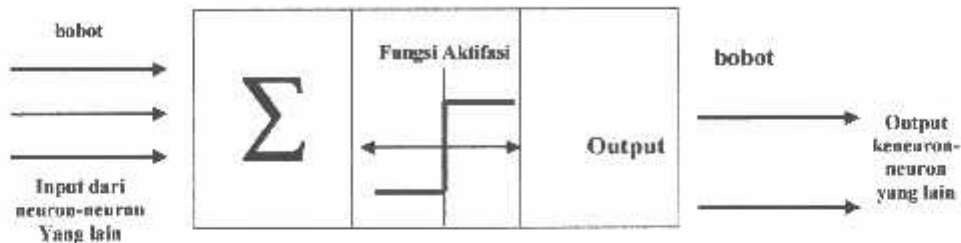
Gambar 3-1. Susunan Syaraf Manusia^[2]

Gambar diatas menunjukkan susunan Syaraf pada manusia. Setiap sel Syaraf (disebut dengan : *Neuron*) akan memiliki satu inti sel, inti sel ini nanti akan bertugas untuk melakukan pemrosesan informasi. Informasi yang datang akan diterima oleh *Dendrit*. Selain menerima informasi, *Dendrit* juga disertai *Axon* sebagai keluaran dari suatu pemrosesan informasi. Informasi hasil olahan ini akan menjadi masukan bagi *Neuron* lain yang mana antar *Dendrit* kedua sel tersebut dipertemukan dengan *synapsis*. Informasi yang akan dikirimkan antar *neuron* ini berupa rangsangan yang dilewatkan melalui *Dendrit*. Informasi yang datang dan diterima oleh *Dendrit* akan dijumlahkan dan dikirim melalui *Axon* ke *Dendrit* akhir yang bersentuhan dengan *Dendrit* dari *Neuron* yang lain. Informasi ini akan diterima oleh *Neuron* lain jika memenuhi batasan tertentu, yang sering dikenal dengan nama Nilai Ambang (*Threshold*). Pada kasus ini *Neuron* tersebut dikatakan teraktivasi. Hubungan antar *Neuron* terjadi secara dinamis (*Adaptif*), karena otak manusia selalu memiliki kemampuan untuk belajar dengan melakukan adaptasi.

3.1.2. Komponen Jaringan Syaraf

Ada beberapa tipe Jaringan Syaraf yang hampir semua memiliki komponen yang sama. Seperti halnya manusia, Jaringan Syaraf juga terdiri dari beberapa *Neuron* dan ada hubungan antara *Neuron* tersebut. *Neuron* tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarannya menuju ke *Neuron* yang lain. Pada Jaringan Syaraf, hubungan ini dikenal dengan

nama Bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut.



Gambar 3-2. Struktur Neuron Jaringan Syaraf ^[2]

Jika kita lihat cara kerja *Neuron* buatan ini sebenarnya mirip dengan sel *Neuron* Biologis. Informasi (disebut dengan : Masukan) akan dikirim ke *Neuron* dengan Bobot kedatangan tertentu. Masukan ini akan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua Bobot yang datang. Hasil penjumlahan ini akan dibandingkan dengan suatu Nilai Ambang (*Threshold*) tertentu melalui Fungsi Aktifasi setiap *Neuron*. Apabila masukan melewati suatu Nilai Ambang tertentu, maka *Neuron* tersebut tersebut akan diaktifkan, tapi kalau tidak, maka *Neuron* tersebut tidak akan diaktifkan. Apabila *Neuron* tersebut diaktifkan, maka *Neuron* tersebut akan mengirimkan keluaran melalui Bobot–bobot keluarannya ke semua *Neuron* yang berhubungan dengannya. Demikian seterusnya.

Pada Jaringan Syaraf, *Neuron* akan dikumpulkan dalam lapisan yang disebut dengan lapisan *Neuron*. Biasanya *Neuron* dalam satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum dan sesudahnya, (kecuali lapisan masukan dan keluaran). Informasi yang diberikan pada Jaringan Syaraf akan dirambatkan

lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan masukan sampai dengan lapisan keluaran melalui lapisan yang lainnya, yang sering disebut dengan nama lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*). Tergantung pada algoritma pembelajarannya, bisa jadi informasi tersebut akan dirambatkan secara mundur pada jaringan .

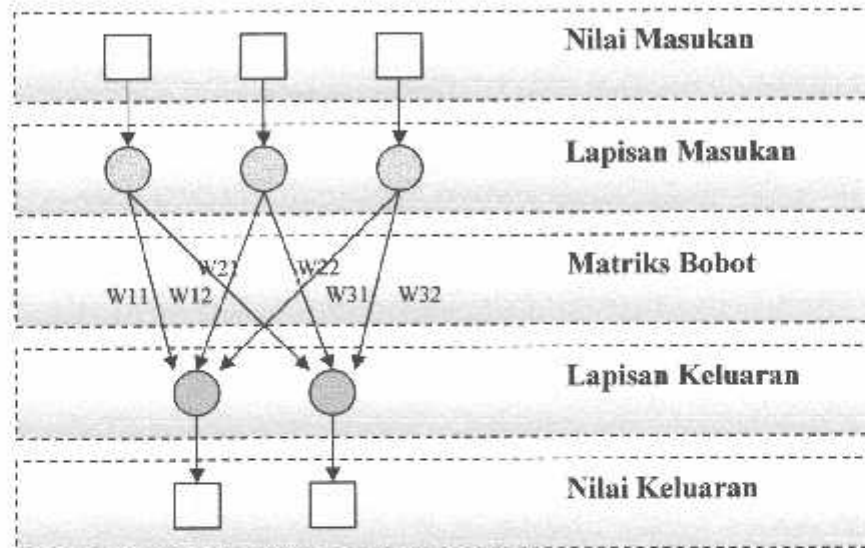
3.1.3. Arsitektur Jaringan

Setiap *Neuron* dikelompokkan dalam lapisan yang sama. Umumnya, *Neuron* yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu *Neuron* adalah Fungsi Aktivasi dan nilai Bobotnya. Pada setiap lapisan yang sama, *Neuron* akan memiliki Fungsi Aktivasi yang sama. Apabila *Neuron* dalam suatu lapisan akan dihubungkan dengan *Neuron* pada lapisan yang lain, maka *Neuron* pada setiap lapisan tersebut juga harus dihubungkan dengan setiap lapisan pada lapisan lainnya. Ada beberapa struktur Jaringan Syaraf, antara lain :

3.1.3.1. Jaringan Dengan Lapisan Tunggal (*Single Layer*)

Jaringan dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan Bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima masukan kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi keluaran tanpa harus melalui lapisan Tersembunyi. Pada gambar dibawah ini, lapisan masukan memiliki 3 *Neuron*, yaitu X_1, X_2, X_3 Sedangkan pada lapisan keluaran memiliki 2 *Neuron* yaitu Y_1, Y_2 . *Neuron* pada kedua lapisan saling berhubungan. Seberapa besar hubungan antara kedua *Neuron*

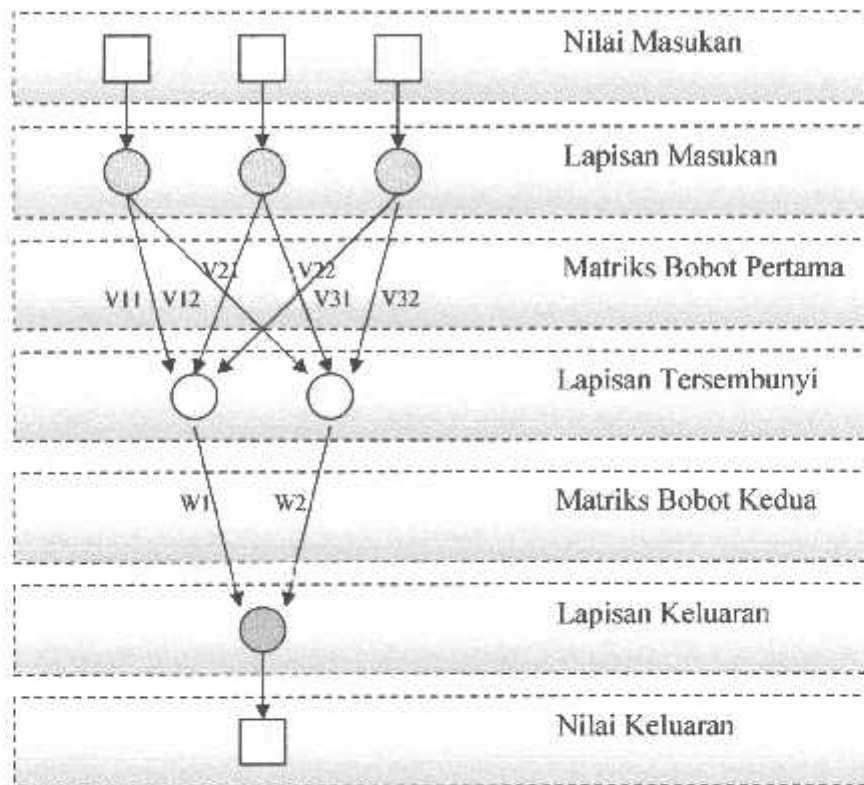
ditentukan oleh Bobot yang bersesuaian. Semua Unit masukan akan dihubungkan dengan setiap unit keluaran.



Gambar 3-3. Jaringan Syaraf Dengan Lapisan Tunggal^[2]

3.1.3.2. Jaringan Dengan Banyak Lapisan (*Multi Layer*)

Jaringan dengan banyak lapisan memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran (lapisan Tersembunyi). Umumnya, ada lapisan Bobot yang terletak antara 2 lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit daripada lapisan dengan lapisan tunggal, dan tentu saja dengan pembelajaran yang lebih rumit. Namun demikian, pada banyak kasus, pembelajaran pada jaringan dengan banyak lapisan ini lebih sukses dalam menyelesaikan masalah.



Gambar 3-4. Jaringan Syaraf Dengan Banyak Lapisan^[2]

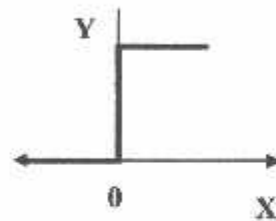
3.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi adalah fungsi yang mengolah data input menjadi data output. Fungsi ini biasanya berupa fungsi pemampat (*Squashing Function*). Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain:

3.2.1. Fungsi Undak Biner (Hard Limit)

Jaringan dengan lapisan tunggal sering menggunakan fungsi undak (step function) untuk mengkonversikan input dari suatu variable yang bernilai kontinue ke suatu output biner 0 atau 1 atau (gambar 3.5). Fungsi undak biner (hard limit) dirumuskan sebagai :

$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{jika } x > 0 \end{cases}$$



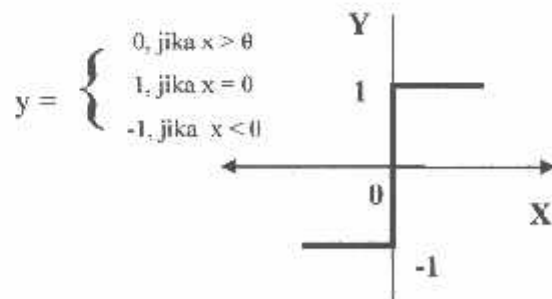
Gambar 3-5. Fungsi aktivasi: Undak Biner (hard limit)

Pada MATLAB, fungsi aktivasi undak biner dikenal dengan nama **hardlim**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

$$Y = \text{hardlim}(a) \dots \dots \dots (3.1)$$

3.2.2. Fungsi Bipolar (Symetric Hard Limit)

Fungsi Bipolar sebenarnya hampir sama dengan fungsi undak biner, hanya output yang dihasilkan berupa 1,0 atau (gambar 3.6). Fungsi Symetrik Hard Limit dirumuskan sebagai:



Gambar 3-6. Fungsi aktivasi: Bipolar (symetrik hard limit)

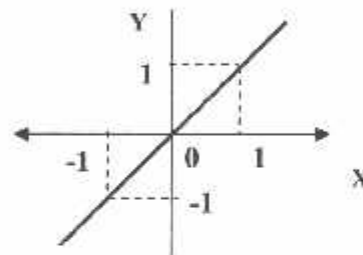
Pada MATLAB, fungsi aktivasi symmetric hard limit dikenal dengan nama **hardlims**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

$$Y = \text{hardlims}(a) \dots\dots\dots(3.2)$$

3.2.3. Fungsi Linear (Identitas)

Fungsi linear memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya (gambar 3.7). Fungsi linear dirumuskan sebagai:

$$y = x$$



Gambar 3-7. Fungsi aktivasi:Linear (identitas)

Pada MATLAB, fungsi aktivasi identitas dikenal dengan nama **purelin**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

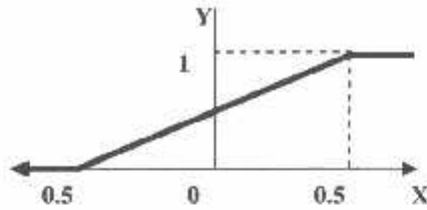
$$Y = \text{purelin}(a) \dots\dots\dots(3.3)$$

3.2.4. Fungsi Saturating Linear

Fungsi ini akan bernilai 0 jika inputnya kurang dari -0.5, dan akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 0.5. Sedangkan jika nilai input terletak antara -0.5 dan 0.5 maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai input ditambah 0.5 (gambar 3.8).

Fungsi saturating linear dirumuskan sebagai berikut :

$$y = \begin{cases} 1; & \text{jika } x > 0.5 \\ x + 0.5; & \text{jika } -0.5 \leq x \leq 0.5 \\ -1; & \text{jika } x \leq -0.5 \end{cases}$$



Gambar 3-8. Fungsi aktivasi: Saturating Linear

Pada MATLAB, fungsi aktivasi saturating linear dikenal dengan nama **satlin**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

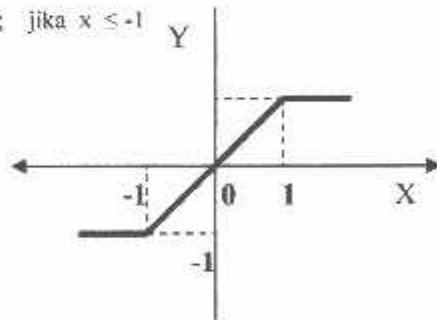
$$Y = \text{satlin}(a) \dots\dots\dots(3.4)$$

3.2.5. Fungsi Symmetric Saturating Linear

Fungsi ini akan bernilai -1 jika inputnya kurang dari -1, dan akan bernilai 1 jika inputnya lebih dari 1. Sedangkan jika nilai input terletak antara -1 dan 1, maka outputnya akan bernilai sama dengan nilai inputnya (gambar 3.9).

Fungsi symmetric saturating linear dirumuskan sebagai:

$$y = \begin{cases} 1; & \text{jika } x \geq 1 \\ x; & \text{jika } -1 \leq x \leq 1 \\ -1; & \text{jika } x \leq -1 \end{cases}$$



Gambar 3-9. Fungsi aktivasi: symmetric saturating linear

Pada MATLAB, fungsi aktivasi symmetric saturating linear dikenal dengan nama **satlins**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

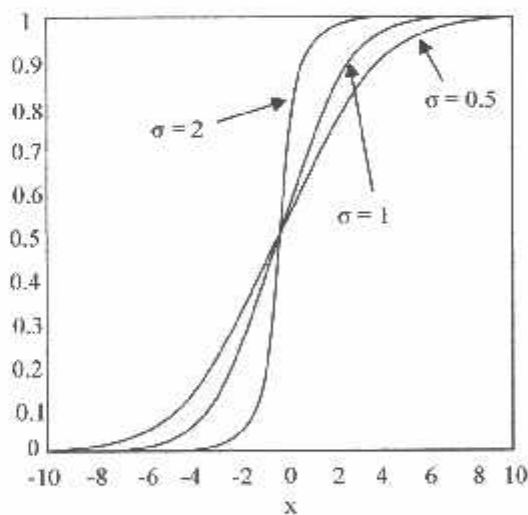
$$Y = \text{satlins}(a) \dots\dots\dots(3.5)$$

3.2.6. Fungsi Sigmoid Biner.

Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf multilayer yang akan dilatih dengan menggunakan metode backpropagation. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai pada range 0 sampai 1. Oleh karena itu, fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1. Namun fungsi ini bisa juga digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai outputnya 0 atau 1 (gambar 3.10). Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai:

$$Y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\sigma x}} \dots\dots\dots (3.6)$$

dengan $f'(x) = \sigma f(x)[1-f(x)]$ (3.7)



Gambar 3-10. Fungsi Aktivasi: Sigmoid Biner

Pada MATLAB, fungsi aktivasi sigmoid biner dikenal dengan nama **logsig**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

$$Y = \text{logsig}(\mathbf{a}) \dots\dots\dots (3.8)$$

3.2.7. Fungsi Sigmoid Bipolar

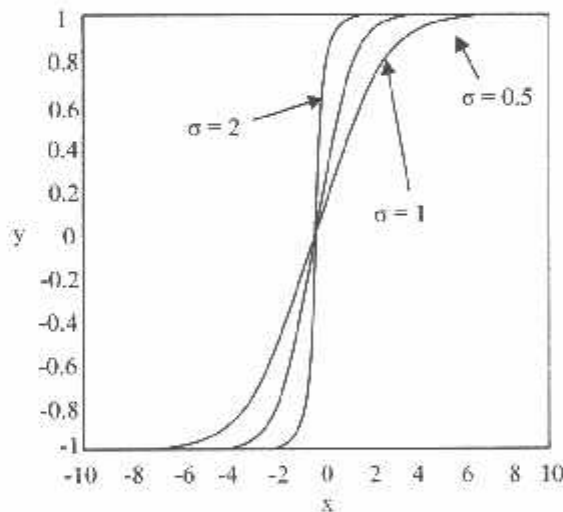
Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf multilayer yang akan dilatih dengan menggunakan metode backpropagation ,hampir sama dengan fungsi Sigmoid Biner, hanya saja output dari fungsi ini memiliki range antara 1 sampai -1 (gambar 3.11).

Fungsi sigmoid biner dirumuskan sebagai:

$$Y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \dots\dots\dots (3.9)$$

dengan $f'(x) = \frac{\sigma}{2} [1+f(x)][1-f(x)] \dots\dots\dots (3.10)$

Fungsi sigmoid bipolar dirumuskan sebagai :



Gambar 3-11. Fungsi Aktifasi: Sigmoid Bipolar

Pada MATLAB, fungsi aktifasi sigmoid bipolar dikenal dengan nama **tansig**, syntax untuk fungsi tersebut adalah :

$$Y = \text{tansig}(\mathbf{a}) \dots\dots\dots (3.11)$$

3.3. Proses Pembelajaran

Pada otak manusia, informasi yang dilewatkan dari satu *Neuron* ke *Neuron* yang lainnya berbentuk rangsangan listrik melalui *Dendrit*. Jika rangsangan tersebut diterima oleh suatu *Neuron*, maka *Neuron* tersebut akan membangkitkan keluaran ke semua *Neuron* yang berhubungan dengannya sampai informasi tersebut sampai ke tujuannya yaitu terjadinya suatu reaksi. Jika rangsangan yang diterima terlalu halus, maka keluaran yang dibangkitkan oleh *Neuron* tersebut tidak akan direspon. Tentu saja sangatlah sulit untuk memahami bagaimana otak manusia dapat belajar.

Selama proses pembelajaran, terjadi perubahan yang cukup berarti pada Bobot-bobot yang menghubungkan antar *Neuron*. Apabila ada rangsangan yang sama dengan rangsangan yang telah diterima oleh *Neuron*, maka *Neuron* akan memberikan reaksi yang cepat. Namun, apabila kelak ada rangsangan yang berbeda dengan apa yang telah diterima oleh *Neuron*, maka *Neuron* akan segera beradaptasi untuk memberikan reaksi yang sesuai.

Jaringan Syaraf akan mencoba untuk mensimulasikan kemampuan otak manusia untuk belajar. Jaringan Syaraf juga tersusun atas *Neuron-neuron* dan *Dendrit*. Tidak seperti model Biologis, Jaringan Syaraf memiliki struktur yang dibangun oleh sejumlah *Neuron*, dan memiliki nilai tertentu yang menunjukkan seberapa besar koneksi antara *Neuron* (yang dikenal dengan nama Bobot). Perubahan yang terjadi selama proses pembelajaran adalah perubahan nilai Bobot. Nilai Bobot akan bertambah, jika informasi yang diberikan oleh *Neuron* yang bersangkutan tersampaikan, sebaliknya jika informasi tidak disampaikan

oleh suatu *Neuron* ke *Neuron* yang lain, maka nilai Bobot yang menghubungkan keduanya akan dikurangi . Pada saat pembelajaran dilakukan pada masukan yang berbeda, maka nilai Bobot akan diubah secara dinamis hingga mencapai suatu nilai yang cukup seimbang. Apabila nilai ini telah tercapai mengindikasikan bahwa tiap-tiap masukan telah berhubungan dengan keluaran yang diharapkan. Adapun tujuan dari pelatihan dan pembelajaran adalah untuk mencari Bobot-bobot yang terdapat pada setiap lapisan, agar dapat mendekati fungsi yang diinginkan. Proses Pembelajaran dapat dibagi dua macam, yaitu :

3.3.1. Pembelajaran Terawasi

Metode Pembelajaran disebut Terawasi jika keluaran yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Dalam metode ini seolah-olah ada guru yang mengajari Jaringan Syaraf. Cara belajar Terawasi ini adalah dengan memberikan data-data yang disebut data pelatihan yang terdiri dari pasangan masukan dan keluaran yang diinginkan pada Jaringan Syaraf. Sehingga Jaringan Syaraf dapat memodifikasi Bobot-bobot yang ada untuk mencoba mencari kesamaan antara keluaran yang dihasilkan Jaringan Syaraf dengan keluaran yang diinginkan. Setelah proses belajar selesai Jaringan Syaraf kemudian diberi suatu nilai masukan, sehingga menghasilkan keluaran jaringan. Pada proses pembelajaran, satu pola masukan akan diberikan ke satu *Neuron* pada lapisan masukan. Pola ini akan dirambatkan di sepanjang Jaringan Syaraf hingga sampai ke *Neuron* pada lapisan keluaran. Lapisan keluaran ini

akan membangkitkan pola keluaran yang nantinya akan dicocokkan dengan pola keluaran Targetnya. Apabila terjadi perbedaan antara pola keluaran hasil pembelajaran dengan pola Target, maka disini akan muncul *error*. Apabila nilai *error* ini masih cukup besar, mengindikasikan bahwa masih perlu dilakukan lebih banyak pembelajaran lagi.

3.3.2. Pembelajaran Tak Terawasi

Pada metode pembelajaran ini tidak memerlukan Target keluaran. Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil yang seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran. Selama proses pembelajaran, nilai Bobotnya disusun dalam suatu range tertentu tergantung pada nilai masukan yang diberikan. Tujuan pembelajaran ini adalah mengelompokkan unit-unit yang hampir sama dalam suatu area tertentu. Metode ini sangat cocok untuk mengelompokkan pola.

3.4. *Backpropagation*

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error* output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*feedforward*) harus dikerjakan

terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, *neuron-neuron* diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid.

3.4.1. Penurunan Algoritma *Backpropagation*

Algoritma *backpropagation* terdiri atas tahapan propagasi maju dan tahapan propagasi balik. Tahapan propagasi maju dimulai dengan memberikan suatu pola (sinyal) masukan pada lapisan input pada jaringan. Pada lapisan input, pola masukan hanya dilewatkan untuk kemudian dikalikan dengan pembobot yang menghubungkan dengan lapisan *hidden*. Jadi lapisan input merupakan lapisan pasif karena tidak mengolah pola masukan. Dalam tiap lapisan yang berurutan (kecuali lapisan input), setiap elemen pengolah (*neuron*) menjumlahkan setiap masukan dan melewatkannya pada fungsi aktivasi untuk mendapatkan outputnya. Output ini disebar maju ke lapisan selanjutnya secara berurutan, untuk kemudian mengalami proses yang sama sampai pada lapisan output. Lapisan output jaringan kemudian menghasilkan keluaran jaringan secara keseluruhan. Jadi arah sebaran informasi adalah lapisan input-*hidden*-output.

Tahapan propagasi balik dimulai dengan membandingkan respon jaringan keseluruhan dengan output yang diinginkan. Perbedaan yang terjadi atau *error*nya kemudian dipergunakan untuk memperbaiki harga pembobot jaringan.

Algoritma ini banyak dipakai pada aplikasi pengendalian karena prosedur belajarnya didasarkan pada hubungan yang sederhana, jika output memberikan

hasil yang salah, maka pembobot dikoreksi supaya *error* dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar.

3.4.1.1. Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi output yang biasa dipergunakan adalah jenis fungsi sigmoid biner, dengan nilai pada range 0 sampai 1 sesuai dengan output yang dikehendaki pada jaringan syaraf umumnya yaitu pada interval antara 0 sampai 1.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}} \dots\dots\dots (3.12)$$

3.4.1.2. Algoritma *Backpropagation*

- Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai acak yang cukup kecil)
- Tetapkan maksimum Epoch, Target Error, dan Learning Rate
- Kerjakan langkah-langkah berikut (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE > Target Error)

1. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan:

Feedforward

- a. Tiap-tiap input ($X_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (Hidden layer).
- b. Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input berbobot :

$$Z_{in_j} = V_{o_j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots (3.13)$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output : $Z_j = f(z_{in_j})$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit lapisan di atasnya (unit-unit output)

- c. Tiap-tiap unit output ($Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$) menjumlahkan sinyal input-input berbobot :

$$y_{in_k} = W_{0k} + \sum_{i=1}^p Z_i W_{ik} \dots\dots\dots(3.14)$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya : $y_k = f(y_{in_k})$ dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit lapisan di atasnya (unit-unit output).

Backpropagation

- d. Tiap-tiap unit output ($Y_k, k = 1, 2, 3, \dots, m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots(3.15)$$

kemudian menghitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai W_{jk}) :

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \dots\dots\dots(3.16)$$

hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai W_{0k}) :

$$\Delta W_{0k} = \alpha \delta_k \dots\dots\dots(3.17)$$

- e. Tiap-tiap input tersembunyi ($Z_j, j = 1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) :

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk} \dots\dots\dots(3.18)$$

kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktifasinya untuk menghitung informasi error :

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(Z_{in_j}) \dots\dots\dots(3.19)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai V_i): $\Delta V_{jk} = \alpha \delta_j x_k$

$$\dots\dots\dots(3.20)$$

hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai V_{oj}): $\Delta V_{oj} = \alpha \delta_j$

$$\dots\dots\dots(3.21)$$

f. Tiap-tiap unit output ($Y_k, k = 1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j = 0,1,2,3,\dots,p$): $W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk}$

$$\dots\dots\dots(3.22)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i = 0,1,2,3,\dots,n$): $V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij}$

$$\dots\dots\dots(3.23)$$

2. Tes kondisi berhenti

3.5. Logika Fuzzy

Konsep dasar *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari California University di Barkeley dalam makalahnya yang berjudul "*Fuzzy set*" pada tahun 1965. Pada himpunan klasik atau logika digital biasa yang biasa digunakan adalah logika *Boolean* (*boolean logic*), himpunan klasik memberikan jawaban yang merupakan suatu anggota atau tidak dari suatu himpunan dan

hanya mengenal dua harga, nilai yang dimungkinkan terbatas yaitu 1 dan 0 yang menunjukkan anggota atau bukan anggota himpunan, seperti hitam atau putih serta tidak mempunyai suatu keputusan untuk abu – abu. Jadi dapat dikatakan Logika Fuzzy (*Fuzzy Logic*) merupakan metodologi untuk menyatakan hukum operasional system dengan ungkapan bahasa bukan dengan persamaan matematis.

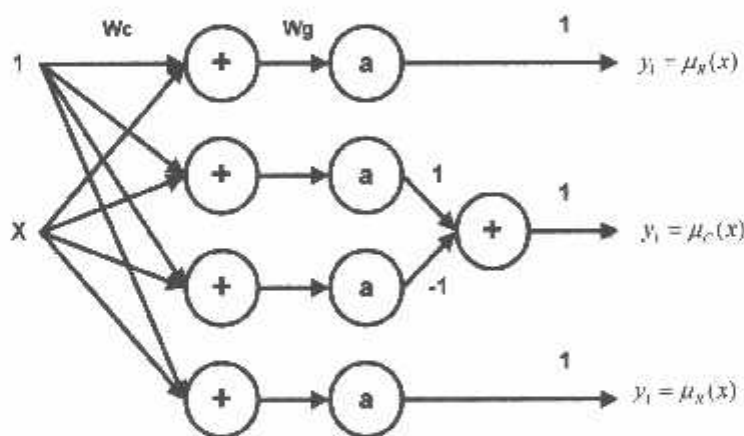
3.6. Hybrid Correction (Jaringan Syaraf Tiruan- Logika Fuzzy)

Model ini digunakan untuk akuisisi pengetahuan dan pembelajaran. Jaringan syaraf diinisialisasi dengan pengetahuan pakar dalam bentuk symbol, kemudian dilatih berdasarkan input-output system nyata. Pengetahuan dalam bentuk symbol yang diperoleh dari pelatihan tersebut kemudian direpresentasikan dalam logika fuzzy.

Neural Fuzzy System (NFS) dirancang untuk merealisasikan proses penalaran fuzzy, dimana bobot – bobot yang terhubung pada jaringan tersebut berhubungan dengan parameter – parameter penalaran fuzzy. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran backpropagation, NFS dapat mengidentifikasi aturan – aturan fuzzy dan melatih fungsi keanggotaan dari penalaran fuzzy tersebut. Biasanya, NFS memiliki neuron – neuron yang terpisah antara bagian antaseden, bagian operator dan bagian konsekuen. NFS berupa jaringan dengan banyak lapisan yang digunakan untuk menentukan relasi input – output pada system fuzzy. NFS dapat melatih aturan –aturan yang berbentuk linguistic dan atau fungsi keanggotaan. Sebagai contoh, misalkan kita akan

merepresentasikan fungsi keanggotaan untuk himpunan RENDAH (R), CUKUP (C), dan TINGGI (T). Arsitektur jaringan dapat diberikan seperti pada gambar 5. Neuron dengan symbol (+) akan menjumlahkan input – inputnya, dan symbol (a) adalah neuron akan melakukan aktivasi. Output jaringan, y_1 , y_2 dan y_3 adalah derajat keanggotaan input x di setiap himpunan, yang sama artinya dengan $m_R(x)$, $m_C(x)$, $m_T(x)$. Fungsi aktivasi yang diberikan adalah :

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{(-w_R(x+w_C))}} \dots\dots\dots (3.24)$$



Gambar 3-12 Arsitektur jaringan syaraf untuk merepresentasi fungsi keanggotaan^[2]

3.7. Keakuratan Perkiraan

Keakuratan perkiraan beban yang dikenal dengan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* digunakan untuk mempelajari performa dari model *Hybrid Correction*, dan definisikan sebagai berikut :

$$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|P^i_A - P^i_F|}{P^i_A} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3.25)$$

Dimana :

P_A = Beban aktual

P_F = Beban peramalan

N = Jumlah point data perjam untuk hari serupa perjam untuk hari serupa

BAB IV

ANALISA PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *HYBRID CORRECTION*

4.1. Pengaturan Beban pada Sistem Tenaga Listrik PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang

Perkiraan beban jangka pendek yaitu perkiraan beban yang memperkirakan beban beberapa jam kedepan sampai 168 jam kedepan (satu minggu). Perkiraan beban dengan metode kecenderungan atau analisis regresi adalah dengan mempelajari sifat-sifat sebuah proses di masa lampau dan membuatnya sebagai suatu model matematis untuk masa mendatang, sehingga sifat atau kelakuan untuk masa mendatang dapat digambarkan.

Oleh karenanya diperlukan pemilihan lokasi studi kasus untuk mendapatkan data tersebut. Sistem tenaga listrik PLN (Persero) Wilayah NTT memiliki beban yang sangat kompleks, karena dari beban perumahan sampai dengan beban industri terdapat pada sistem ini. Berdasarkan dari keragaman bebannya sistem ini sangat tepat untuk dianalisa, sehingga pada penulisan skripsi ini diperlukan data beban aktual hasil pencatatan harian yang diperoleh dari PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang sebagai pengatur beban listrik kepada konsumen.

4.2. Pemilihan Variabel Input

Hal yang terpenting dalam merancang perkiraan adalah pemilihan variabel input. Beberapa faktor yang mempengaruhi pola beban tiap jam perlu dianalisis

untuk dijadikan sebagai inputan. Salah satu diantara faktor penting yang mempengaruhi adalah faktor temperatur, kelembaban udara dan kecepatan angin.

Walaupun demikian, pengaruh faktor temperatur perlu diuji dan diteliti lagi, karena faktor cuaca terhadap beban listrik tidak sama pada tempat yang berbeda. Di daerah yang memiliki empat musim, pada musim dingin sangat banyak menggunakan peralatan pemanas, sedangkan pada musim panas sangat banyak pula yang menggunakan pendingin ruangan (AC), karena perbedaan temperatur antara musim panas dengan musim dingin sangat jauh berbeda. Dalam kondisi seperti ini, pengaruh temperatur sangat signifikan dan harus dipertimbangkan. Untuk daerah yang beriklim tropis seperti Indonesia yang hanya ada dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau yang perbedaan temperaturnya tidak terlalu besar, maka keadaan akan berbeda. Dalam skripsi ini menentukan perkiraan beban satu jam yang akan datang, tetapi perbedaan temperatur tersebut tetap dipakai dengan anggapan adanya signifikansi terhadap perubahan beban yang sedikit banyak dapat mempengaruhi permintaan beban listrik oleh konsumen. Faktor dominan yang lain adalah beban historis atau perilaku beban masa lalu.

4.3. Data Beban Dan Data Cuaca

Data yang digunakan sebagai input dan target perkiraan beban ini adalah data beban perjam-harian yang diperoleh dari PT PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang yang merupakan beban total perjam harian serta data temperatur, kelembaban dan kecepatan angin Klimatologi Klas II Lasiana Kupang

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 bila dikerjakan secara manual.

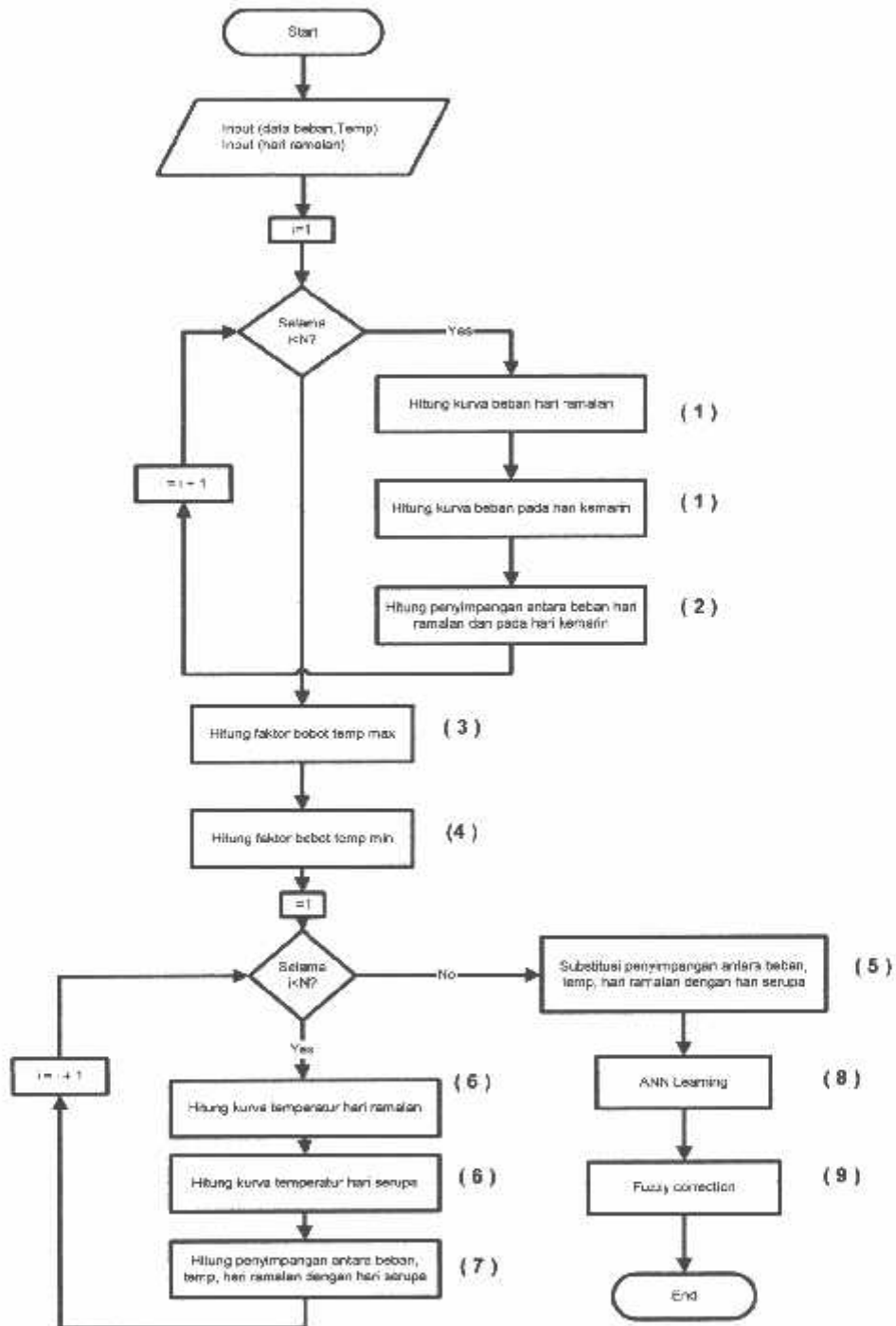
Program komputer ini menggunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 7*, yang merupakan bahasa pemrograman yang terstruktur yang relatif mudah untuk dipelajari dan mudah penggunaannya.

4.4. Algoritma Perkiraan Beban Jangka Pendek Dengan Metode *Hybrid Correction* (Jaringan Syaraf Tiruan- Logika Fuzzy)

1. Baca data beban, temperature dan hari ramalan.
2. Untuk $i \rightarrow 1$ sampai $L \rightarrow N$ lakukan ;
 - Hitung kurva beban hari ramalan
 - Hitung kurva beban hari kemarin.
 - Hitung penyimpangan antara beban hari ramalan dengan beban hari kemarin
 - $i = i + 1$.
3. Hitung factor bobot temperature maximum
4. Hitung factor bobot temperature minimum
5. Untuk $i \rightarrow 1$ sampai $L \rightarrow N$ lakukan ;
 - Hitung kurva temperature hari ramalan
 - Hitung kurva temperatur hari kemarin.

- Hitung penyimpangan antara beban dan temperature hari ramalan dengan hari serupa.
 - $i = i + 1$.
6. Substitusikan tingkat penyimpangan nilai temperature hari ramalan dengan hari serupa.
 7. Pembelajaran ANN.
 8. Output (beban hari ramalan).
 9. Fuzzy connection.
 10. Selesai.

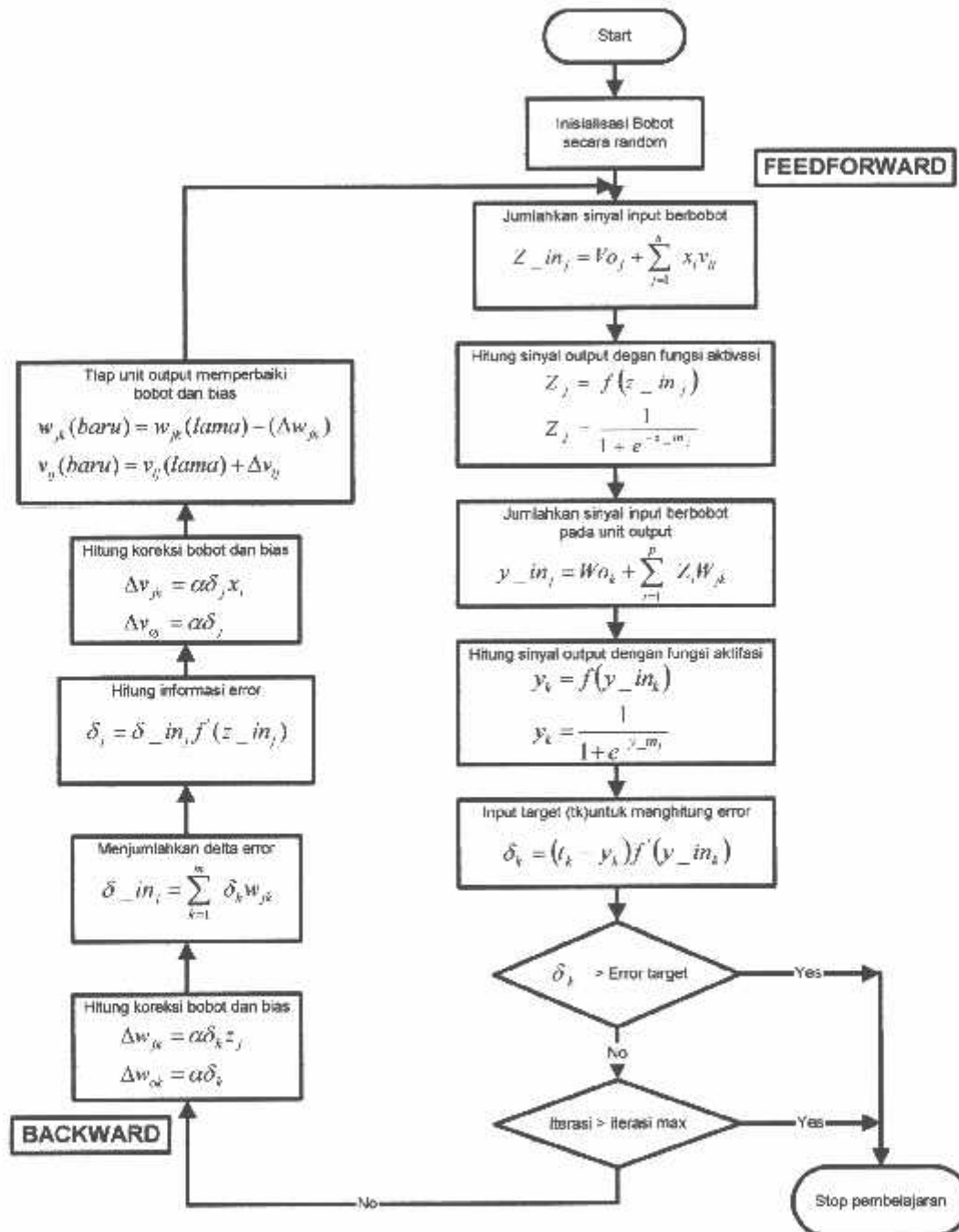
4.5. *Flowchart* Perkiraan Beban Jangka Pendek Dengan Metode *Hybrid Correction* (Jaringan Syaraf Tiruan - Logika Fuzzy)



Gambar 4-1 *Flowchart* Program

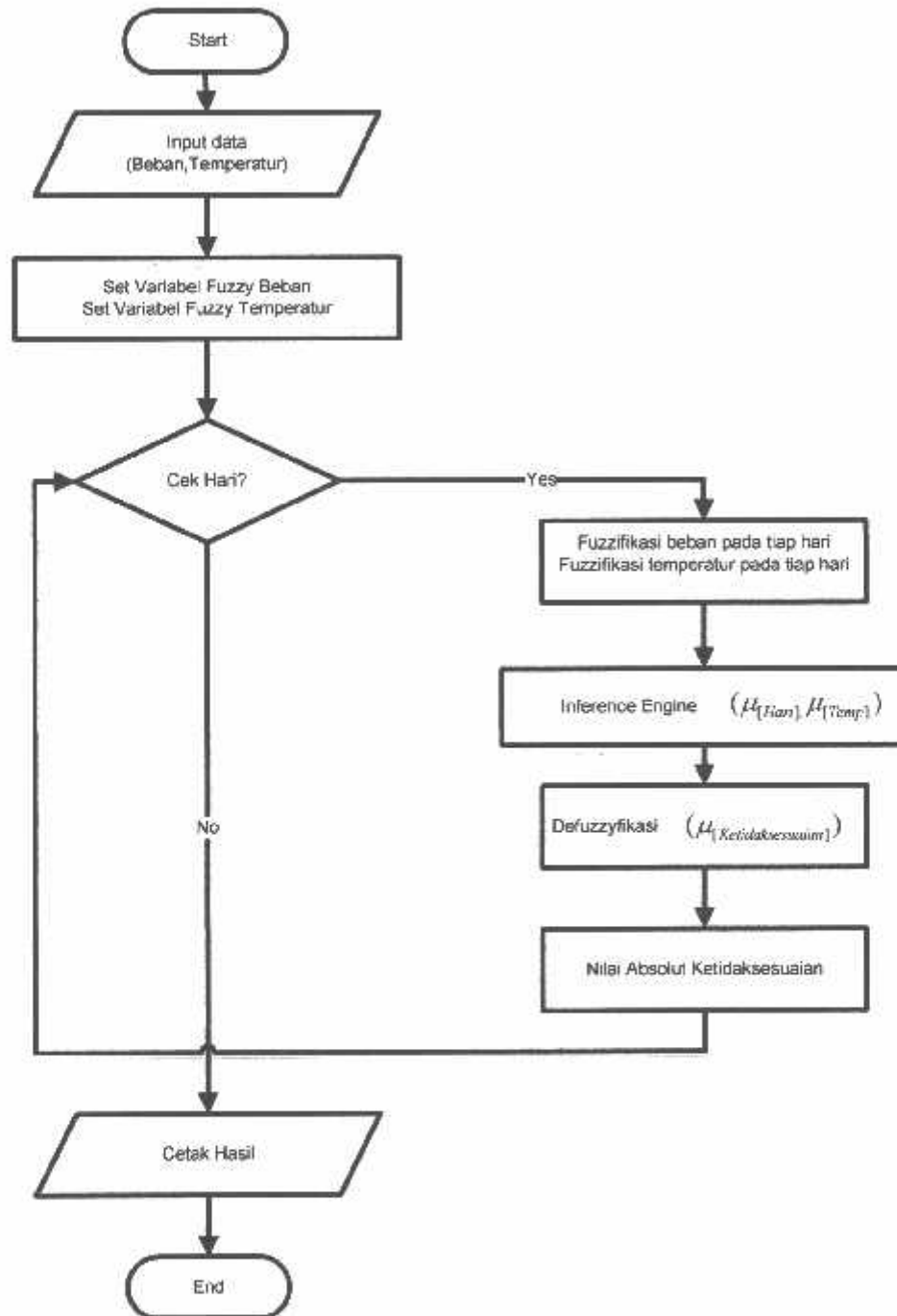
4.6. *Flowchart* pemrosesan bobot input menjadi bobot output pada

Backpropogation



Gambar 4-2
Flowchart Pemrosesan Bobot Input Menjadi Bobot Output Pada
Backpropogation

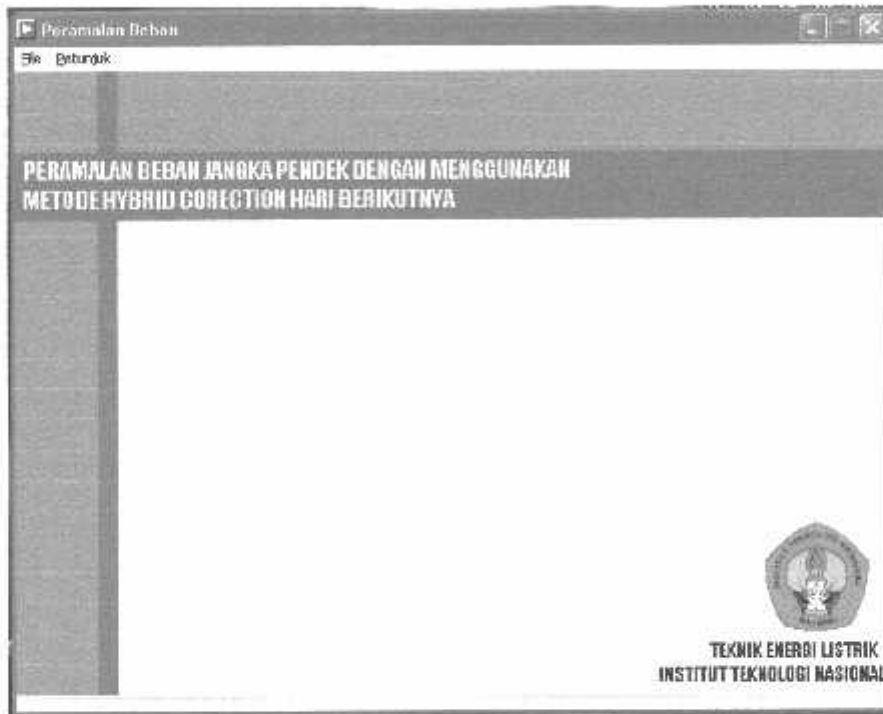
4.7. Flow Chart Logika Fuzzy



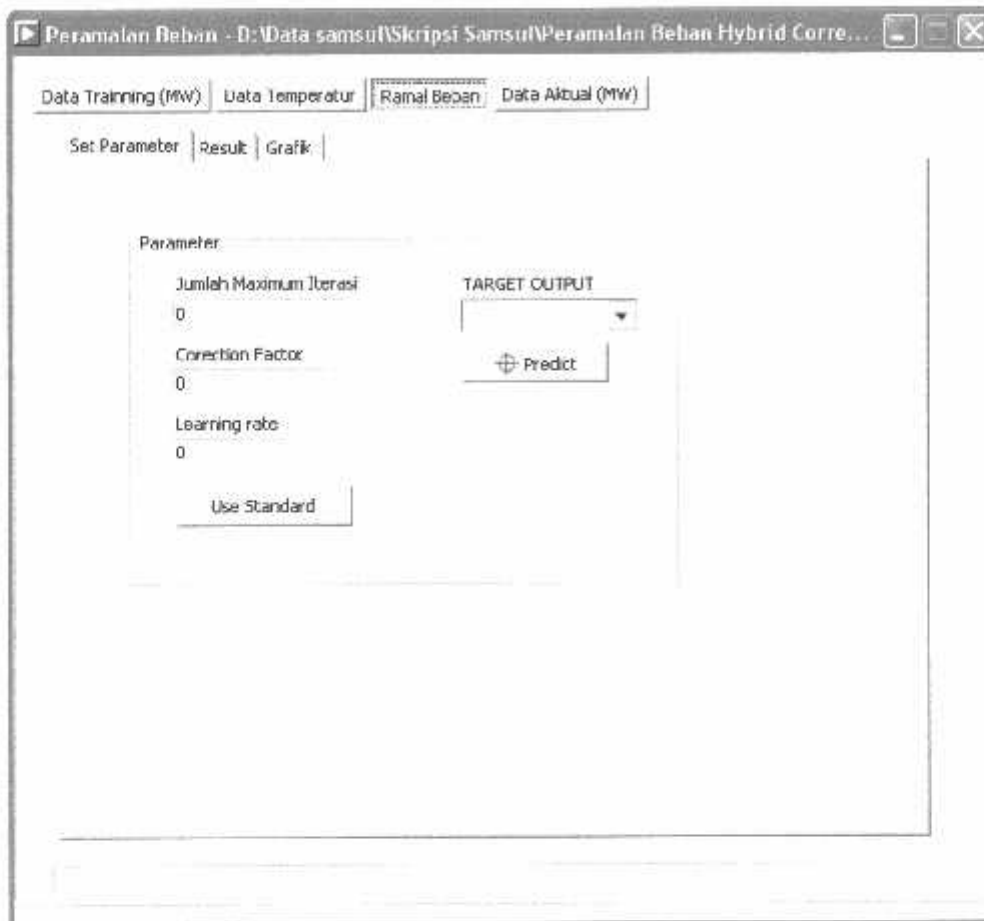
Gambar 4-3
Flowchart Logika Fuzzy

4.8. Hasil Dan Analisis Hasil Perkiraan beban

Form utama merupakan tampilan awal program, akan muncul begitu program dijalankan. *Splash screen* dari aplikasi *About* yang berisi identitas dan judul skripsi pembuat dimunculkan pada saat aplikasi pertama kali dieksekusi.



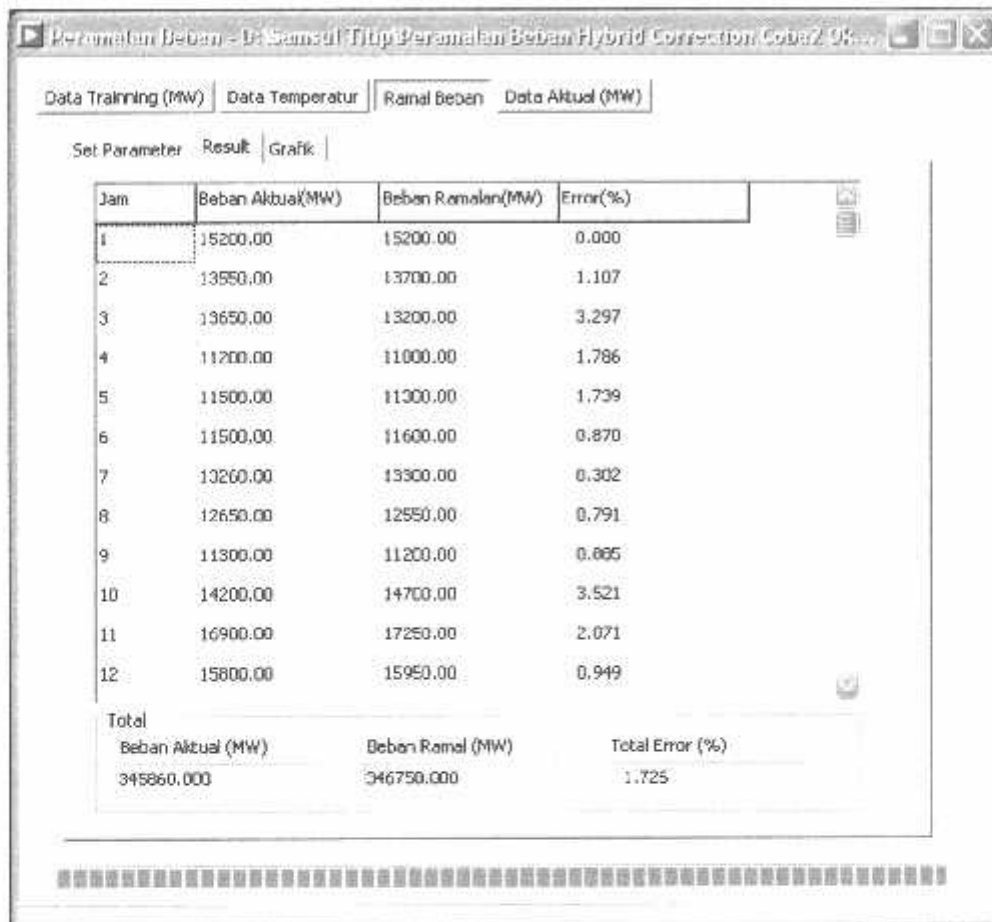
Gambar 4-4 Tampilan Kotak Dialog *About*



Gambar 4-5 Tampilan *Screen* Parameter



Gambar 4-6 Tampilan *Screen* Parameter Tanggal 1 Maret 2006



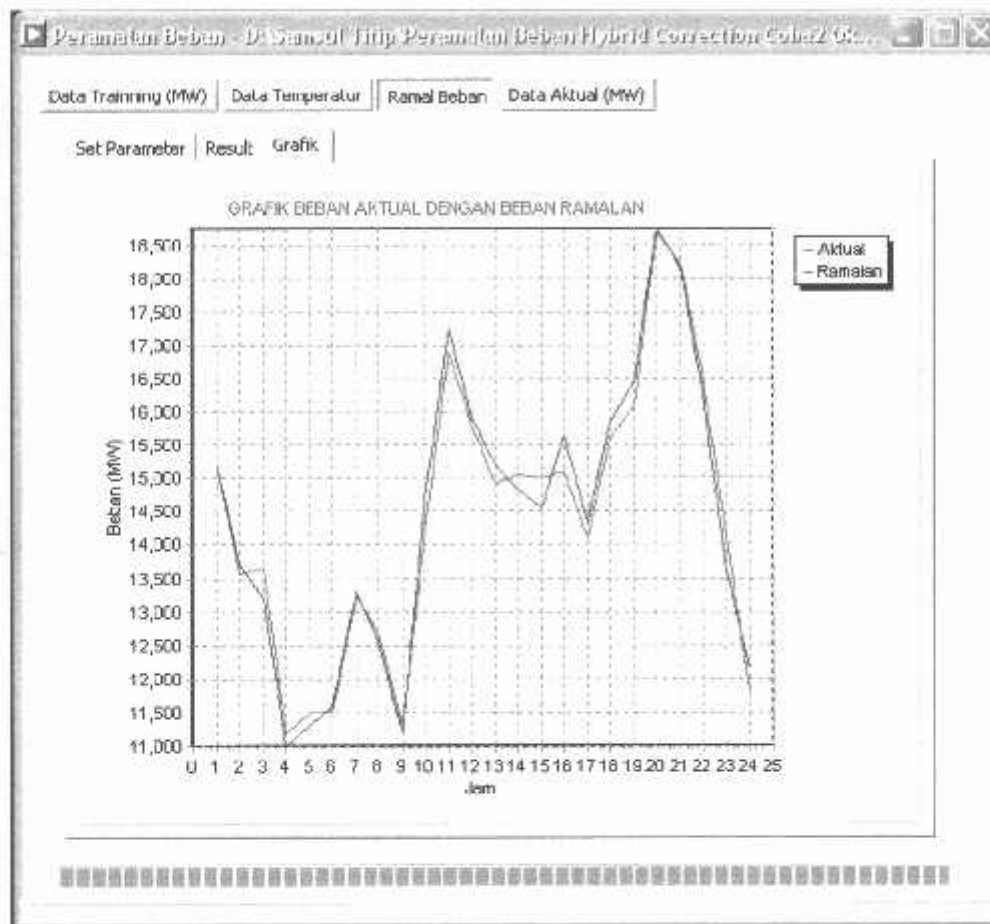
Peramalan Beban - Di Sampul Titip Peramalan Beban Hybrid Correction Coba2 Bk...

Data Training (MW) | Data Temperatur | Ramal Beban | Data Aktual (MW)

Set Parameter | Result | Grafik

Jam	Beban Aktual(MW)	Beban Ramalan(MW)	Error(%)
13	14900.00	15200.00	2.013
14	15050.00	14850.00	1.329
15	15000.00	14550.00	3.000
16	15100.00	15650.00	3.642
17	14100.00	14350.00	1.773
18	15600.00	15850.00	1.603
19	16100.00	16450.00	2.174
20	18700.00	18750.00	0.267
21	18200.00	18150.00	0.275
22	16500.00	16250.00	1.515
23	14100.00	13600.00	3.546
24	11800.00	12150.00	2.966
Total	Beban Aktual (MW)	Beban Ramal (MW)	Total Error (%)
	345860.000	346750.000	1.726

Gambar 4-7 Tampilan Nilai *Error* Tanggal 1 Maret 2006



Gambar 4-8 Tampilan Grafik Tanggal 1 Maret 2006

Tabel 4.1
Beban Aktual Tanggal 1 Maret- 13 Maret 2006

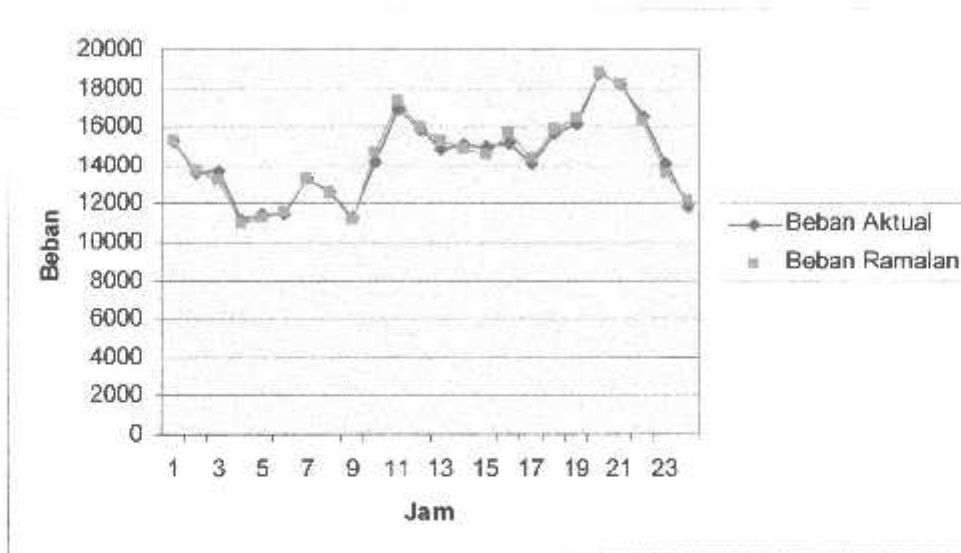
JAM	1-Mar Selasa KW	2-Mar Rabu KW	3-Mar Kamis KW	4-Mar Jumat KW	5-Mar Sabtu KW	6-Mar Minggu KW	7-Mar Senin KW	8-Mar Selasa KW	9-Mar Rabu KW	10-Mar Kamis KW	11-Mar Jumat KW	12-Mar Sabtu KW	13-Mar Minggu KW
1	15200	12100	14650	15500	12900	15000	15700	15300	14350	15100	13500	12900	15800
2	13550	11200	14100	13750	12320	14100	14000	13800	14100	15100	12900	12000	15200
3	13650	10500	12800	13450	12100	13960	11700	11500	13400	12900	11860	11800	13500
4	11200	10100	11800	12600	11200	11800	11500	11800	13200	13050	12200	11570	12900
5	11500	13000	13500	11650	11500	11560	11650	12850	11800	13200	11500	11000	12500
6	11500	12500	10300	10600	11500	11500	12600	12600	11600	13650	12000	11150	12800
7	13260	10700	10200	11000	13400	11100	13200	11900	10400	13700	11550	11300	12100
8	12650	10550	13400	11500	13450	10400	12800	13500	11900	12490	11350	11350	13250
9	11300	10100	13500	12100	13700	12400	11950	13500	13200	11700	13300	11500	12700
10	14200	12200	14550	13400	13640	11600	11600	13000	13400	11200	13100	11500	13500

11	16900	13600	17000	13900	13200	13250	12150	14800	13700	11500	14600	12360	14350
12	15800	15400	15200	15350	15950	14350	15800	15500	15200	12900	14300	12790	14150
13	14900	15200	14300	12500	14100	13550	13300	14750	15260	13200	16000	13300	13700
14	15050	15100	14300	12950	11050	12700	11150	13400	14630	14600	12940	13950	13700
15	15000	15500	15900	13100	11800	9800	11350	13650	14700	14900	12770	13000	13500
16	15100	15500	16500	14400	15000	10650	10150	15500	16200	14900	12700	13550	13800
17	14100	17550	17600	14900	14300	13500	12450	17200	16480	13100	13600	15100	14670
18	15600	18800	17750	16500	16300	15800	13000	18000	18400	16400	15000	16600	19360
19	16100	20100	19950	20600	19800	20100	14200	21300	21100	16900	18400	18100	21700
20	18700	19500	20100	20250	19600	20560	17500	20940	21360	19050	19500	17550	20300
21	18200	18660	19850	18600	19400	19400	16400	18300	19800	17900	16050	17500	18600
22	16500	18490	18100	15100	16100	18900	15800	17900	18760	16950	14400	16600	18500
23	14100	16500	17100	13100	15050	17700	15750	15200	18100	16570	13660	16150	16600
24	11800	14600	16200	12950	15000	16400	15700	14900	15400	14200	13550	16100	16000

Tabel 4.2
Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa 1 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15200	15200	0.000
2	13550	13700	1.107
3	13650	13200	3.297
4	11200	11000	1.786
5	11500	11300	1.739
6	11500	11600	0.870
7	13260	13300	0.302
8	12650	12550	0.791
9	11300	11200	0.885
10	14200	14700	3.521
11	16900	17250	2.071
12	15800	15950	0.949
13	14900	15200	2.013
14	15050	14850	1.329
15	15000	14550	3.000
16	15100	15650	3.642
17	14100	14350	1.773
18	15600	15850	1.603
19	16100	16450	2.174
20	18700	18750	0.267
21	18200	18150	0.257
22	16500	16250	1.515
23	14100	13600	3.546
24	11800	12150	2.966

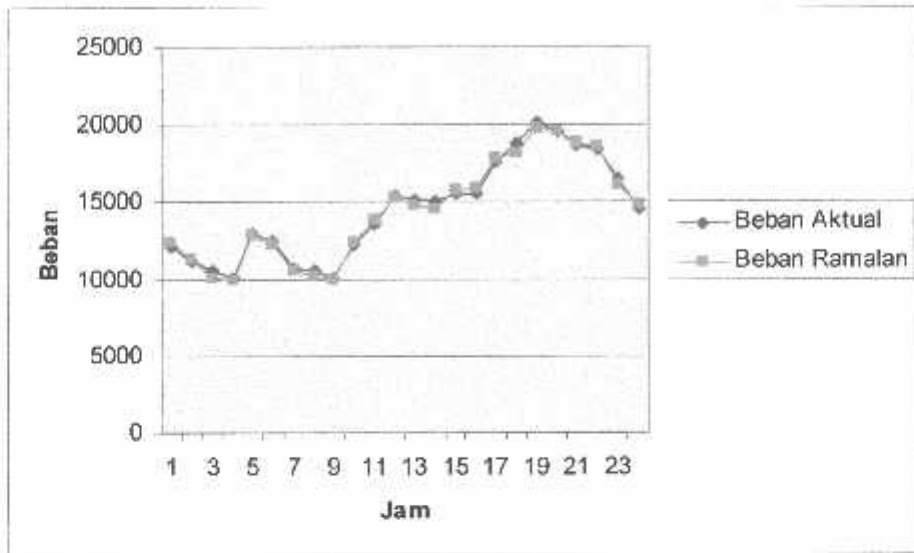
Grafik 4.1
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa 1 Maret 2006



Tabel 4.3
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu 2 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	12100	12350	2.066
2	11200	11300	0.893
3	10500	10110	3.714
4	10100	10000	0.990
5	13000	12850	1.154
6	12500	12300	1.600
7	10700	10600	0.935
8	10550	10150	3.791
9	10100	9950	1.485
10	12200	12400	1.639
11	13600	13800	1.471
12	15400	15250	0.974
13	15200	14800	2.632
14	15100	14600	3.311
15	15500	15750	1.613
16	15500	15900	2.581
17	17550	17800	1.425
18	18800	18200	3.191
19	20100	19750	1.741
20	19500	19500	0.000
21	18660	18800	0.750
22	18490	18620	0.703
23	16500	16150	2.121
24	14600	14820	1.507

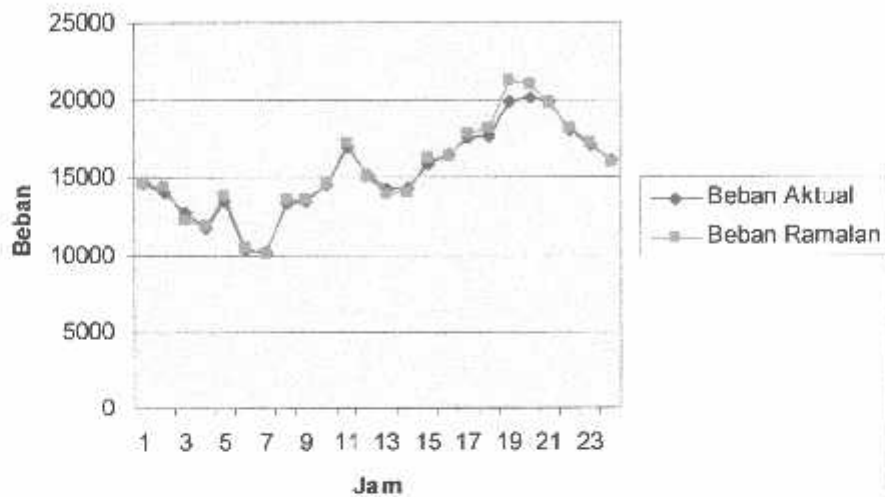
Grafik 4.2
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu 2 Maret 2006



Tabel 4.4
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis 3 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	14650	14650	0.000
2	14100	14400	2.128
3	12800	12300	3.906
4	11800	11850	0.424
5	13500	13850	2.593
6	10300	10450	1.456
7	10200	10050	1.471
8	13400	13600	1.493
9	13500	13650	1.111
10	14550	14600	0.344
11	17000	17250	1.471
12	15200	15100	0.658
13	14300	14000	2.098
14	14300	14050	1.748
15	15900	16250	2.201
16	16500	16400	0.606
17	17600	17800	1.136
18	17750	18150	2.254
19	19950	21250	1.003
20	20100	21050	0.249
21	19850	19800	0.252
22	18100	18250	0.829
23	17100	17200	0.585
24	16200	16050	0.926

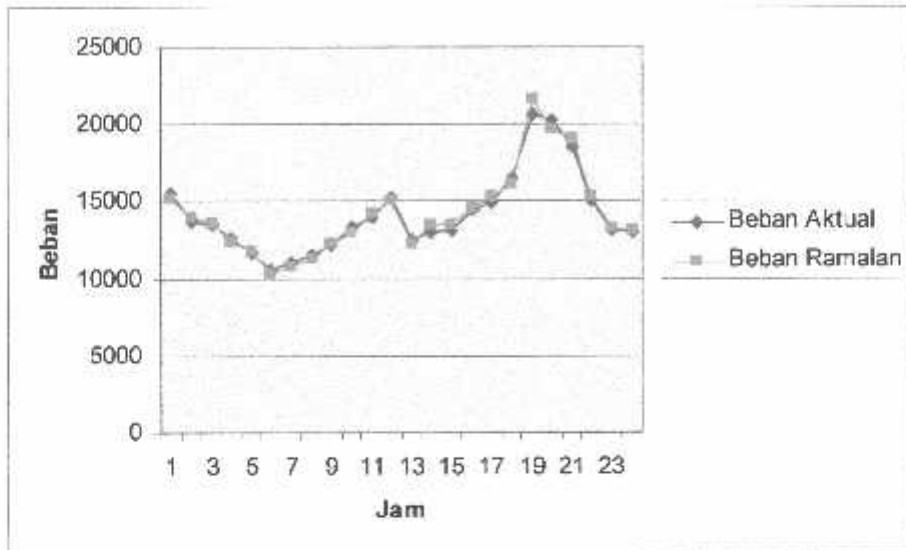
Grafik 4.3
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis 3 Maret 2006



Tabel 4.5
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat 4 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15500	15200	1.935
2	13750	13950	1.455
3	13450	13600	1.115
4	12600	12400	1.587
5	11650	11800	1.288
6	10600	10350	2.358
7	11000	10800	1.818
8	11500	11300	1.739
9	12100	12300	1.653
10	13400	12950	3.358
11	13900	14200	2.158
12	15350	15100	1.629
13	12500	12300	1.600
14	12950	13450	3.861
15	13100	13450	2.672
16	14400	14600	1.389
17	14900	15350	3.020
18	16500	16100	2.424
19	20600	21600	1.942
20	20250	19650	2.963
21	18600	19050	2.419
22	15100	15250	0.993
23	13100	13200	0.763
24	12950	13100	0.926

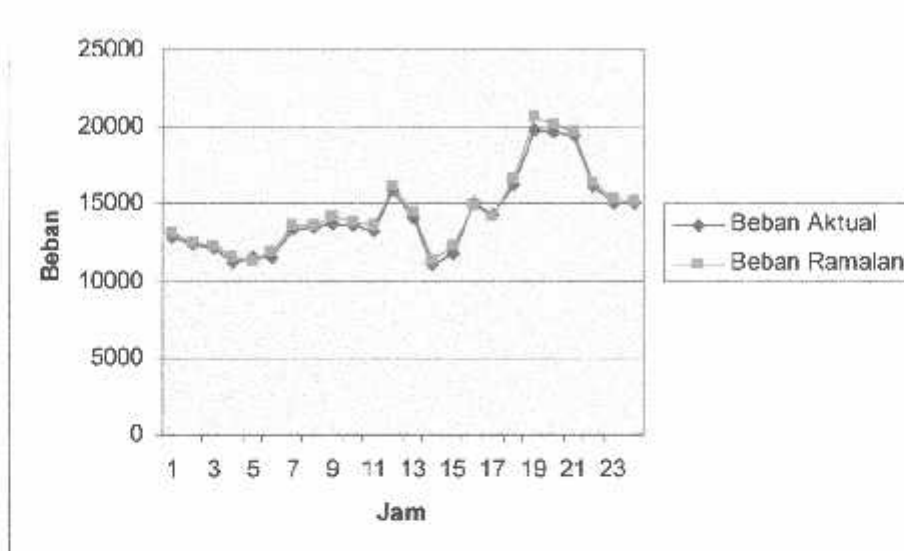
Grafik 4.4
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat 4 Maret 2006



Tabel 4.6
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu 5 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	12900	13100	1.550
2	12320	12450	1.055
3	12100	12200	0.826
4	11200	11570	3.304
5	11500	11300	1.739
6	11500	11900	3.478
7	13400	13600	1.493
8	13450	13650	1.487
9	13700	14200	3.650
10	13640	13820	1.320
11	13200	13550	2.652
12	15950	16200	1.567
13	14100	14400	2.128
14	11050	11300	2.262
15	11800	12250	3.814
16	15000	14900	0.667
17	14300	14250	0.350
18	16300	16650	2.147
19	19800	20650	1.010
20	19600	20100	1.020
21	19400	19600	1.031
22	16100	16350	1.553
23	15050	15350	1.993
24	15000	15150	1.000

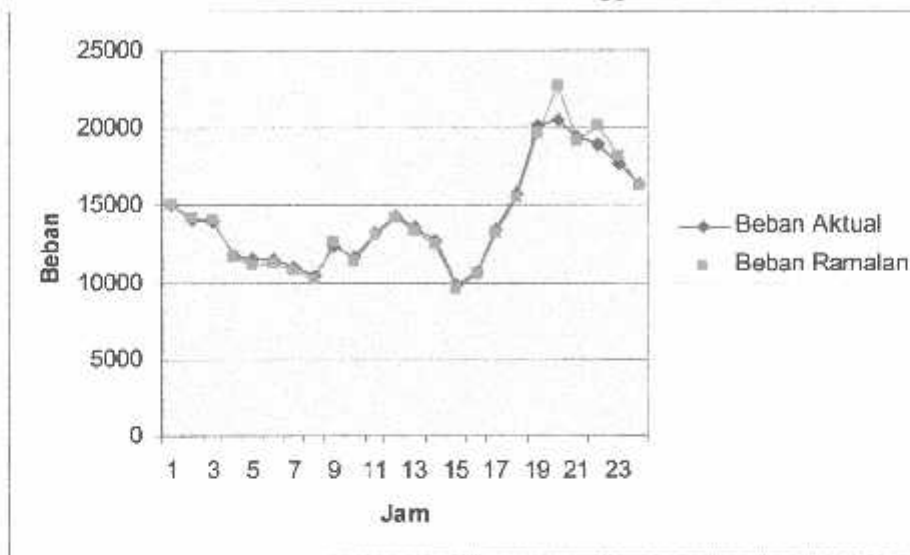
Grafik 4.5
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu 5 Maret 2006



Tabel 4.7
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu 6 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15000	15050	0.333
2	14100	14250	1.064
3	13960	14100	1.003
4	11800	11600	1.695
5	11560	11200	3.114
6	11500	11250	2.174
7	11100	10800	2.703
8	10400	10200	1.923
9	12400	12650	2.016
10	11600	11410	1.638
11	13250	13100	1.132
12	14350	14200	1.045
13	13550	13340	1.550
14	12700	12550	1.181
15	9800	9600	2.041
16	10650	10530	1.127
17	13500	13250	1.852
18	15800	15500	1.899
19	20100	19600	2.488
20	20560	22650	1.605
21	19400	19200	1.031
22	18900	20150	3.042
23	17700	18230	2.881
24	16400	16250	0.915

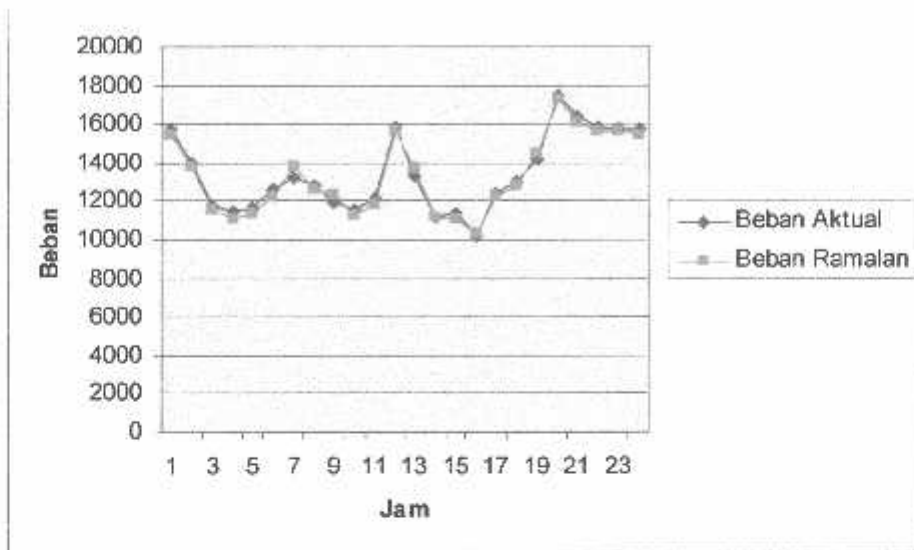
Grafik 4.6
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu 6 Maret 2006



Tabel 4.8
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Senin 7 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15700	15450	1.592
2	14000	13800	1.429
3	11700	11550	1.282
4	11500	11100	3.478
5	11650	11350	2.575
6	12600	12250	2.778
7	13200	13800	3.485
8	12800	12600	1.563
9	11950	12360	3.431
10	11600	11300	2.586
11	12150	11810	2.798
12	15800	15650	0.949
13	13300	13650	2.632
14	11150	11200	0.448
15	11350	11050	2.643
16	10150	10300	1.478
17	12450	12200	2.008
18	13000	12800	1.538
19	14200	14450	1.761
20	17500	17300	1.143
21	16400	16100	1.829
22	15800	15660	0.949
23	15750	15600	0.952
24	15700	15450	1.592

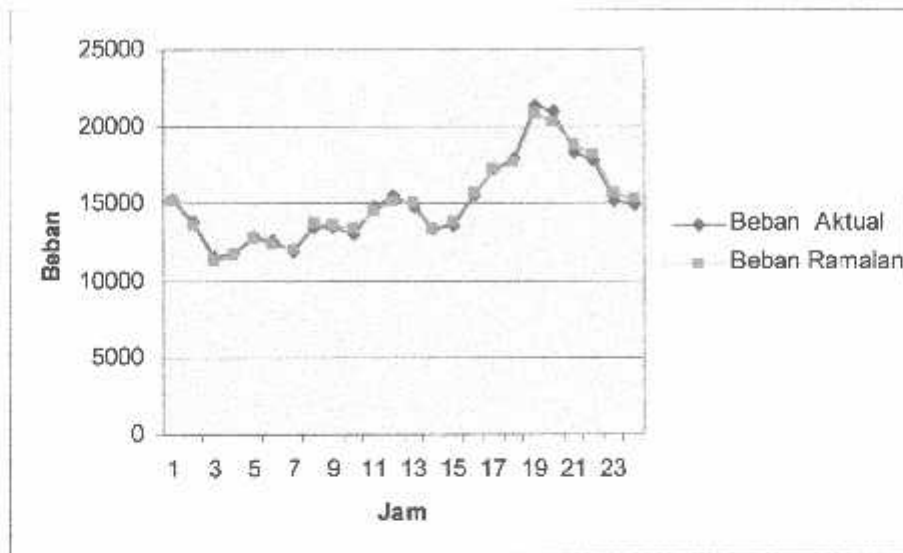
Grafik 4.7
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Senin 7 Maret 2006



Tabel 4.9
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa 8 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15300	15150	0.980
2	13800	13600	1.449
3	11500	11300	1.739
4	11800	11600	1.695
5	12850	12750	0.778
6	12600	12350	1.984
7	11900	12070	1.429
8	13500	13710	1.556
9	13500	13600	0.741
10	13000	13400	3.077
11	14800	14600	1.351
12	15500	15200	1.935
13	14750	15050	2.034
14	13400	13350	0.373
15	13650	13800	1.099
16	15500	15700	1.290
17	17200	17180	0.116
18	18000	17750	1.389
19	21300	20850	2.113
20	20940	20300	3.056
21	18300	18750	2.459
22	17900	18150	1.397
23	15200	15600	2.632
24	14900	15260	2.416

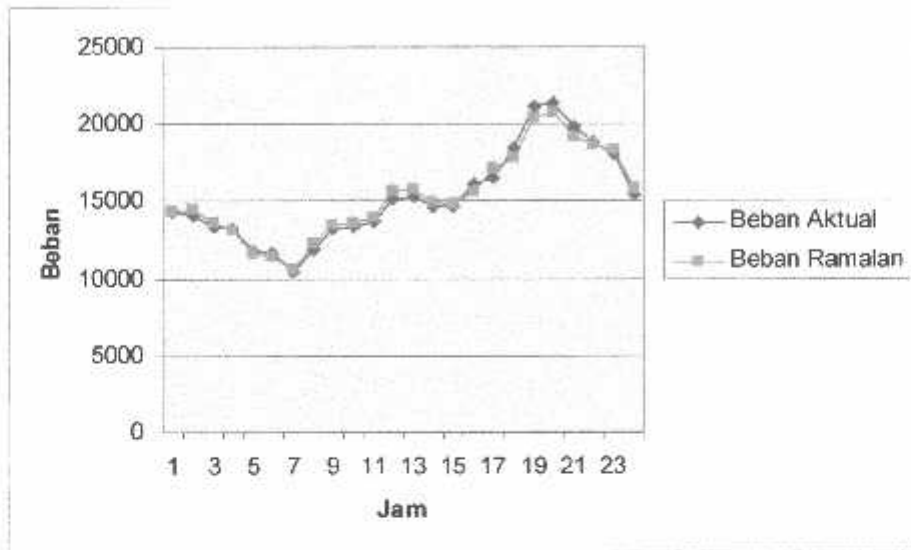
Grafik 4.8
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Selasa 8 Maret 2006



Tabel 4.10
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu 9 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	14350	14350	0
2	14100	14450	2.482
3	13400	13600	1.493
4	13200	13120	0.606
5	11800	11600	1.695
6	11600	11400	1.724
7	10400	10550	1.442
8	11900	12300	3.361
9	13200	13450	1.894
10	13400	13600	1.493
11	13700	13900	1.460
12	15200	15650	2.961
13	15260	15800	3.539
14	14630	14900	1.846
15	14700	14750	0.340
16	16200	15600	3.704
17	16480	17100	3.762
18	18400	17850	2.989
19	21100	20350	3.555
20	21360	20810	2.575
21	19800	19200	3.030
22	18760	18650	0.586
23	18100	18350	1.381
24	15400	15800	2.597

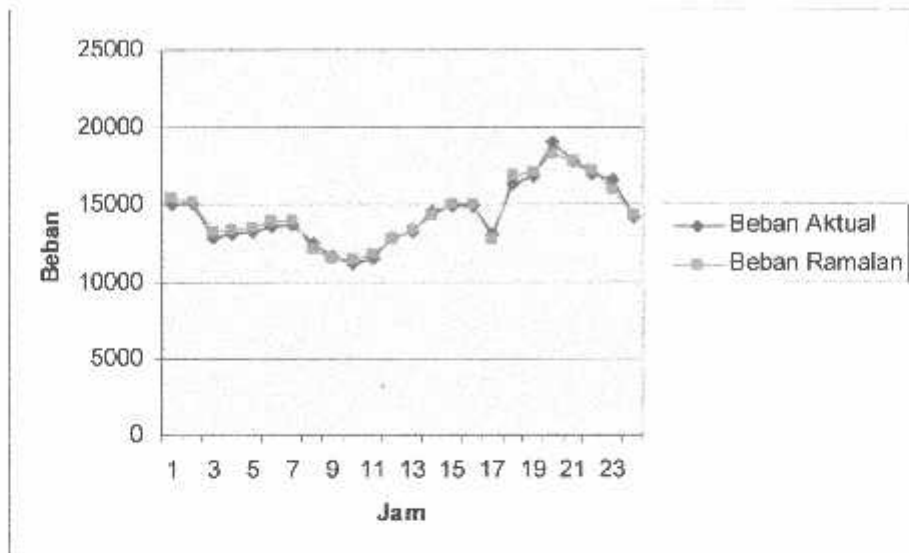
Grafik 4.9
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Rabu 9 Maret 2006



Tabel 4.11
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis 10 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15100	15400	1.987
2	15100	15230	0.861
3	12900	13200	2.326
4	13050	13360	2.375
5	13200	13500	2.273
6	13650	13960	2.271
7	13700	13960	1.898
8	12490	12100	3.122
9	11700	11560	1.197
10	11200	11420	1.964
11	11500	11800	2.609
12	12900	12790	0.853
13	13200	13360	1.212
14	14600	14300	2.055
15	14900	15060	1.074
16	14900	15000	0.671
17	13100	12700	3.053
18	16400	16850	2.744
19	16900	17150	1.479
20	19050	18340	3.727
21	17900	17790	0.615
22	16950	17200	1.475
23	16570	16040	3.199
24	14200	14300	0.704

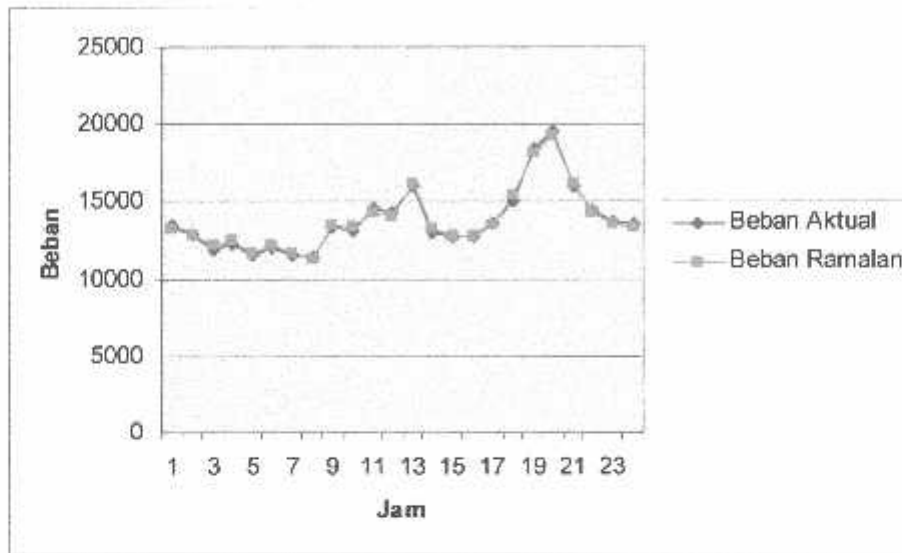
Grafik 4.10
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Kamis 10 Maret 2006



Tabel 4.12
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat 11 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	13500	13250	1.852
2	12900	12870	0.233
3	11860	12150	2.445
4	12200	12460	2.131
5	11500	11600	0.870
6	12000	12100	0.833
7	11550	11600	0.433
8	11350	11300	0.441
9	13300	13500	1.504
10	13100	13320	1.679
11	14600	14300	2.055
12	14300	14050	1.748
13	16000	16100	0.625
14	12940	13260	2.473
15	12770	12800	0.235
16	12700	12800	0.787
17	13600	13450	1.103
18	15000	15400	2.667
19	18400	18200	1.087
20	19500	19300	1.026
21	16050	16200	0.935
22	14400	14380	0.139
23	13660	13600	0.439
24	13550	13350	1.476

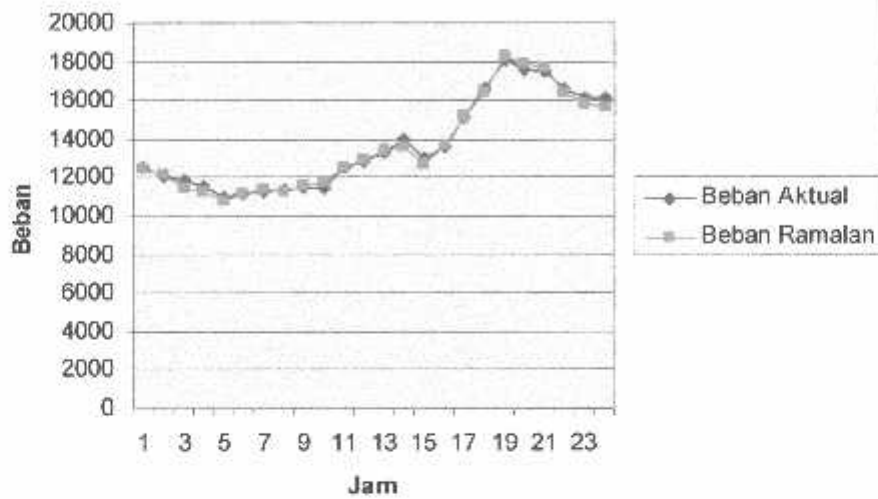
Grafik 4.11
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Jumat 11 Maret 2006



Tabel 4.13
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu 12 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	12500	12400	0.8
2	12000	12150	1.25
3	11800	11500	2.542
4	11570	11300	2.334
5	11000	10800	1.818
6	11150	11200	0.448
7	11300	11400	0.885
8	11350	11300	0.441
9	11500	11570	0.609
10	11500	11700	1.739
11	12560	12550	0.08
12	12790	12900	0.86
13	13300	13400	0.752
14	13950	13600	2.509
15	13000	12700	2.308
16	13550	13650	0.738
17	15100	15100	0
18	16600	16450	0.904
19	18100	18300	1.105
20	17550	17850	1.709
21	17500	17650	0.857
22	16600	16450	0.904
23	16150	15800	2.167
24	16100	15650	2.795

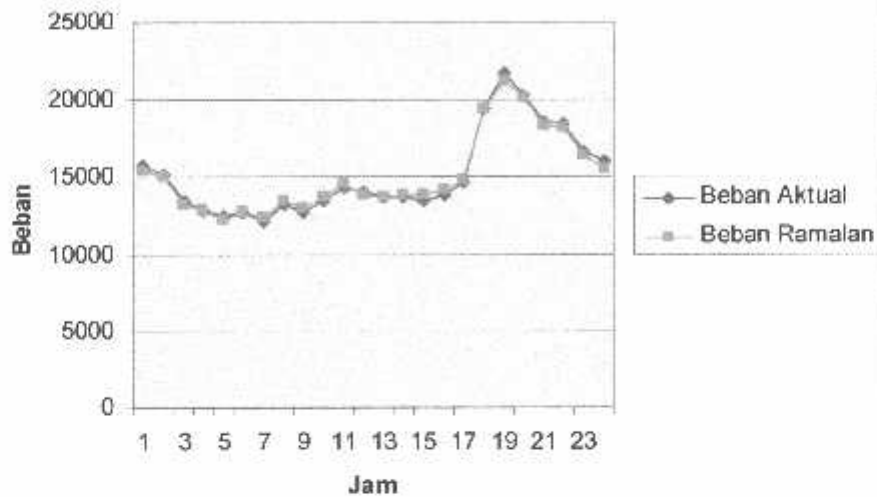
Grafik 4.12
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Sabtu 12 Maret 2006



Tabel 4.14
 Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu 13 Maret 2006

Jam	Aktual	Ramal	MAPE
1	15800	15450	2.215
2	15200	15050	0.987
3	13500	13200	2.222
4	12900	12850	0.388
5	12500	12200	2.4
6	12800	12700	0.781
7	12100	12400	2.479
8	13250	13500	1.887
9	12700	12950	1.969
10	13500	13700	1.481
11	14350	14560	1.463
12	14050	13850	1.423
13	13700	13750	0.365
14	13700	13850	1.095
15	13500	13800	2.222
16	13800	14200	2.899
17	14670	14780	0.75
18	19360	19400	0.207
19	21700	21200	2.304
20	20300	20100	0.985
21	18600	18350	1.344
22	18500	18250	1.351
23	16600	16400	1.205
24	16000	15550	2.813

Grafik 4.13
Hasil Perkiraan Beban Listrik Hari Minggu 13 Maret 2006



4.9. Test Program

Dengan hasil program yang didapat dari *training*, dapat dilakukan test program untuk mendapatkan hasil yang valid dan program yang benar. Dengan adanya hasil test program ini, dapat dilihat apakah program sudah dapat diaplikasikan untuk waktu kedepan. Adapun data yang digunakan untuk test program selama 1 hari (24 jam) yaitu pada tanggal 12 Maret 2006. Yang mana hasil dari test program tersebut sudah mencapai target yang telah ditentukan. Adapun tabelnya sebagai berikut ;

Tabel 4.15
 Hasil Perbandingan Metode *Hybrid Correction* dan *Simulation Sampling*

Jam	Beban Aktual PLN (KW)	Perkiraan <i>HYBRID CORRECTION</i> (KW)	<i>error</i> (%) <i>HYBRID CORRECTION</i>	Perkiraan <i>SIMULATION SAMPLING</i> (KW)	<i>error</i> (%) <i>SIMULATION SAMPLING</i>
1	12500	12400	0.8	16100	28.8
2	12000	12150	1.25	12500	4.167
3	11800	11500	2.542	12000	1.695
4	11570	11300	2.334	11800	1.988
5	11000	10800	1.818	11570	5.182
6	11150	11200	0.448	11000	1.345
7	11300	11400	0.885	11150	1.327
8	11350	11300	0.441	11300	0.441
9	11500	11570	0.609	11350	1.304
10	11500	11700	1.739	11500	0
11	12560	12550	0.08	11500	8.439
12	12790	12900	0.86	12560	1.798
13	13300	13400	0.752	12790	3.835
14	13950	13600	2.509	13300	4.659
15	13000	12700	2.308	13950	7.308
16	13550	13650	0.738	13000	4.059
17	15100	15100	0	13550	10.265
18	16600	16450	0.904	15100	9.036
19	18100	18300	1.105	16600	8.287
20	17550	17850	1.709	18100	3.134
21	17500	17650	0.857	17550	0.286
22	16600	16450	0.904	17500	5.422
23	16150	15800	2.167	16600	2.786
24	16100	15650	2.795	16150	0.311
Total	328520	327370	1.273083333	328520	4.828083333

Dari tabel 4.15 diatas terlihat bahwa MAPE dengan menggunakan metode *Hybrid Correction* sebesar 1.273083333 %, bila dibandingkan dengan MAPE dari metode *Simulation Sampling* sebesar 4.828083333 %. Dari hasil MAPE tersebut dapat dilihat hasil metode *Hybrid Correction* adalah lebih baik dari metode *Simulation Sampling*. Dan ini membuktikan bahwa program dengan metode *Hybrid Correction* dapat diaplikasikan untuk waktu kedepan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian untuk memperkirakan beban puncak dengan menggunakan metode *HYBRID CORRECTION* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dari metode *HYBRID CORRECTION* adalah 1.683511694 %.
2. Adapun tingkat akurasi adalah $100 \% - 1.683511694 \% = 98.316488306 \%$. Ini dapat dikatakan hasil perkiraan yang dilakukan mendekati kebenaran / ketepatan terhadap beban aktual.
3. Berdasarkan hasil analisis, bahwa metode *HYBRID CORRECTION* dapat digunakan untuk perhitungan perkiraan beban perjam untuk hari serupa.

5.2. Saran

Dalam melakukan analisa perkiraan beban, data yang digunakan untuk *training* sebaiknya dalam jumlah yang cukup banyak dengan fluktuasi yang rendah atau beban dalam kondisi normal, karena hasil perkiraan beban akan mengikuti pola beban pada masa lalu (*data training*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basri Hasan, " *Sistem Distribusi Tenaga Listrik* ", ISTN.
- [2] Kusumadewi Sri, Hartati Sri " *NEURO-FUZZY Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf* ", Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006
- [3] Marsudi Djiteng, " *Operasi Sistem Tenaga Listrik* ", Balai Penerbit dan humas Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, 1990.
- [4] Pabla AS, " *Sistem Distribusi Daya Listrik* ", Erlangga, Jakarta 1986.
- [5] Senju Tomonobu, Mandal Paras, Uezato Katsumi, Funabashi Toshihisa, " *Next Day Load Curve Forecasting Using Hybrid Correction Method* " IEEE Transactions On Power Systems Vol. 20, No. 1 Februari 2005.
- [6] Siang Jong Jek, " *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab* ", Penerbit Andi, Yogyakarta.

LAMPIRAN



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : SAMSUL UMAR RATU LOLY
N.I.M. : 00.12.069
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK
MENGUNAKAN METODE *HYBRID*
CORRECTION PADA PT. PLN (PERSERO)
WILAYAH NTT CABANG KUPANG.

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

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Maret 2008
Dengan Nilai : 81.45 (A) *By*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji

Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 101 8100 036

Sekretaris Majelis Penguji

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
NIP. Y. 103 9500 274

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.101 8800 190

Penguji Kedua

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.102 8400 082



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

PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Maret 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : SAMSUL UMAR RATU LOLY
2. NIM : 00.12.069
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode *Hybrid Correction* Pada PT.PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Bab V, Kesimpulan diganti	
2.	Bab IV, Hal 52-64 dilampiran	
3.	Untuk keterangan Tabel, Gambar diberi Analisanya	

Penguji Kedua

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y.102 8400 082

Dosen Pembimbing

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y.101 8800 189



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 : MUSOL O. TEL.
NIM : 0020069
Perbaikan meliputi

- kesimpulannya Argumen ?

- hal 52 - 61 di susun

- lengkap hal tabel, gambar, dan Analisis Uraian

Malang,

(_____)

PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Samsul Umar Ratu Loly
Nim : 00.12.069
Semester : XI (sebelas)
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Alamat : Jl. Gajayana 1/762 Dinoyo Malang

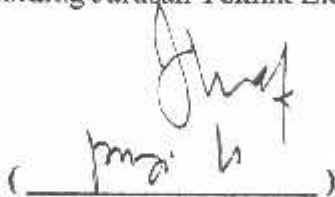
Untuk ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat **IPSI Tingkat Sarjana**. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

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 (.....)

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

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
Recording Jurusan Teknik Elektro


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)

Disetujui
Ketua Jurusan Teknik Elektro-S1


(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
NIP.P. 1039500274

Malang, Januari 2006
Pemohon


(Samsul Umar Ratu Loly)

Mengetahui
Dosen Wali


(Ir. I Made Wartana, MT)
19/07/06

catatan:

Mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari KAJUR / SEKJUR Teknik Elektro Sistem Tenaga / Energi Listrik

IPK. $361 / 138 = 2.61$
- 6. Perawat yg Saru



FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

1.	Nama Mahasiswa : SAMSUL UMAR RATU LOLY	Nim : 00.12069		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal 17	Bulan 07	Tahun 2006
Spesifikasi Judul *)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Mesin-Mesin Elektrik & Elda c. Sistem Pemb. Energi Elektrik	d. Sistem Kendali e. Teknik Tegangan Tinggi f. Lainnya		
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Kelompok Dosen Keahlian **)	Ketua Jurusan, (Ir. F. Yudi Limpraptono, MT) NIP.P. 1039500274		
5.	Judul yang diajukan mahasiswa	PRAKIRAAN KURVA BEBAN HARI BERIKUTNYA MENGGUNAKAN METODE <i>HYBRID CORRECTION</i> PADA P.T PLN (PERSERO) WILAYAH N.T.T.		
6.	Perubahan Judul yang Diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<i>Perkiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan Metode Hybrid Correction pada PT. PLN Wilayah NTT.</i>		
7.	Cacatan :			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Kelompok Dosen Keahlian	Disetujui, Kelompok Dosen Keahlian <i>Ir. Yusuf Ismail N, NT</i> Tanggal : <i>29-08-2006</i>		

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai **Form. S-1**.
2. *) dilingkari a, b, c, ... atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. **) diisi oleh Jurusan.



Malang, 05 September 2006

Lampiran : Satu Lembar
Perihal : **Kesediaan Sebagai
Dosen Pembimbing**

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Yusuf Ismail N, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : SAMSUL UMAR RATU LOLY
Nim : 00.12.069
Semester : XIII
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Tbu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama, untuk penyusunan Skripsi dengan judul :


**PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN
METODE *HYBRID CORRECTION* PADA P.T. PLN (PERSERO)
WILAYAH N.T.T.**

Seperti proposal terlampir.

Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar **Sajana Teknik** pada jurusan Teknik Elektro.

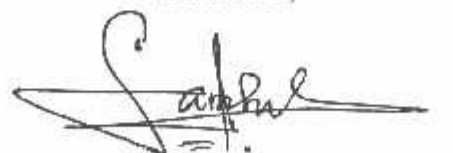
Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. P.1039500274

Malang, 05 September 2006

Pemohon,


SAMSUL UMAR RATU LOLY
Nim : 00.12.069



PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :

Nama : SAMSUL UMAR RATU LOLY
Nim : 00.12.069
Semester : XIII
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Konsentrasi : ENERGI LISTRIK S-1

Dengan ini menyatakan **bersedia / ~~tidak-bersedia~~** *) menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping ^{*)}, untuk penyusunan Skripsi Mahasiswa tersebut dengan judul :

PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE *HYBRID CORRECTION* PADA P.T. PLN (PERSERO) WILAYAH N.T.T.

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 05 September 2006
Yang Membuat Pernyataan,

Ir. Yusuf Ismail N, MT
Nip. Y. 1018800189

Catatan :

1. Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan mahasiswa/l yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut.
2. *) Coret yang tidak perlu



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SAMSUL UMAR RATU LOLY
Nim : 00.12.069
Masa Bimbingan : 04 JULI 2007 s/d 04 JANUARI 2008
Judul Skripsi : PERKIRAAN BEBAN JANGKA PENDE MENGGUNAKAN
METODE *HYBRID CORRECTION* PADA PT. PLN
(PERSERO) WILAYAH NTT CABANG KUPANG

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	18-02-2008	Konsultasi Bab I, II dan III	
2.	20-02-2008	Perbaikan Sistematika Penulisan Pada Bab I, II, III, IV	
3.	21-03-2008	Konsultasi untuk hasil Test Program	
4.	24-02-2008	Cek hasil Test Program, Apakah Metode <i>Hybrid Correction</i> lebih baik dari metode Perbandingan	
5.	25-02-2008	Perbaikan Hasil Test Program	
6.	26-02-2008	Periksa Kembali kesimpulan apakah sudah sesuai dengan tujuan pembahasan dan hasil analisa dan perbaikan sistematika penulisan	
7.	27-02-2008	Perbaikan Kesimpulan dan konsultasi makalah seminar	
8.	01-03-2008	Perbaikan makalah seminar	
9.	08-03-2008	Konsultasi seluruh bab dan makalah seminar	
10.			

Malang, Maret 2008
Dosen Pembimbing,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda MT
Nip. Y. 101 8800/189

Form.S-4b

JAM	17-Jan-06	18-Jan-06	19-Jan-06	20-Jan-06	21-Jan-06	22-Jan-06	23-Jan-06	24-Jan-06	25-Jan-06	26-Jan-06	27-Jan-06	28-Jan-06	29-Jan-06	30-Jan-06	31-Jan-06
	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
01.00	13,400	13,750	15,850	15,050	16,850	15,780	16,780	16,600	15,800	15,800	16,900	13,900	11,200	15,800	15,850
02.00	13,320	13,100	13,300	14,950	15,900	15,350	15,350	15,350	15,900	15,350	15,350	13,200	11,850	16,100	15,100
03.00	12,100	12,600	11,300	14,850	15,400	15,350	15,350	15,350	14,950	13,750	13,750	11,500	11,800	13,850	13,850
04.00	11,400	11,400	11,350	14,800	14,900	14,950	14,950	14,950	14,900	13,600	13,600	12,000	12,670	13,800	13,400
05.00	13,000	11,300	12,100	14,500	14,850	14,850	14,850	14,850	14,850	13,485	14,000	12,700	13,000	13,000	13,000
06.00	12,450	12,350	12,585	13,200	15,300	14,800	14,800	14,850	16,250	11,100	11,100	12,300	13,550	13,550	14,000
07.00	12,770	12,650	12,350	14,700	12,500	15,100	15,100	15,150	12,420	11,400	11,350	11,800	11,000	11,000	11,000
08.00	13,800	13,180	10,500	15,580	12,950	12,550	12,550	12,500	12,950	12,600	12,650	10,750	11,250	11,250	11,250
09.00	13,550	13,000	11,250	16,200	13,700	12,450	12,450	12,450	13,700	13,300	13,200	11,500	12,500	12,500	12,450
10.00	12,100	11,500	13,100	16,100	14,700	14,800	14,800	14,875	14,700	14,500	17,300	12,200	13,200	13,200	13,200
11.00	13,800	12,400	12,250	18,000	16,340	15,250	15,250	15,100	16,600	17,300	17,300	15,100	13,250	13,250	13,200
12.00	12,540	16,400	12,000	16,250	15,400	14,900	14,900	14,900	15,500	13,900	13,800	10,300	14,000	14,000	14,000
13.00	12,200	13,280	12,350	16,000	14,900	14,500	14,500	14,420	16,200	13,800	13,800	10,000	17,300	17,250	17,100
14.00	15,400	13,500	12,900	15,900	14,350	14,500	14,500	14,500	15,000	13,500	13,500	9,800	13,700	13,725	13,550
15.00	13,250	10,600	11,350	14,200	14,600	14,400	14,400	14,400	15,990	13,500	13,500	9,700	13,600	13,600	13,500
16.00	15,740	8,950	11,985	14,150	14,850	14,550	14,550	15,300	14,500	13,000	13,000	9,400	13,500	13,500	13,525
17.00	15,850	12,100	13,350	16,550	15,850	15,450	15,450	18,500	14,500	13,000	14,800	9,500	12,900	12,980	12,985
18.00	18,300	15,600	15,800	18,950	18,950	17,100	18,985	19,985	18,900	19,750	21,400	13,000	15,500	15,500	14,500
19.00	21,400	18,600	18,500	21,550	21,000	18,100	20,700	22,350	21,800	21,350	20,550	21,600	21,400	21,400	21,350
20.00	20,060	16,650	15,350	21,400	19,850	17,000	21,500	21,500	21,400	20,800	20,800	22,550	20,500	22,150	21,950
21.00	19,400	15,580	15,000	21,100	19,450	16,000	21,000	21,150	21,150	20,200	20,300	18,850	21,000	21,000	21,500
22.00	18,800	13,200	15,850	18,450	18,850	15,950	19,250	18,980	21,000	18,385	18,750	18,050	20,100	20,100	20,100
23.00	16,570	12,800	15,300	19,200	17,850	15,970	18,650	16,380	19,200	16,550	17,000	16,500	18,200	18,300	18,300
24.00	13,800	12,800	15,100	17,700	18,950	15,850	17,980	16,350	16,100	16,300	16,850	11,500	18,750	18,750	18,750



PT. PLN (Persero) WILAYAH NTT - CABANG KUPANG
LAPORAN REKAPITULASI BEBAN PUNCAK MESIN PEMBANGKIT
PLTD KUPANG

PLN

BULAN FEBRUARI 2006

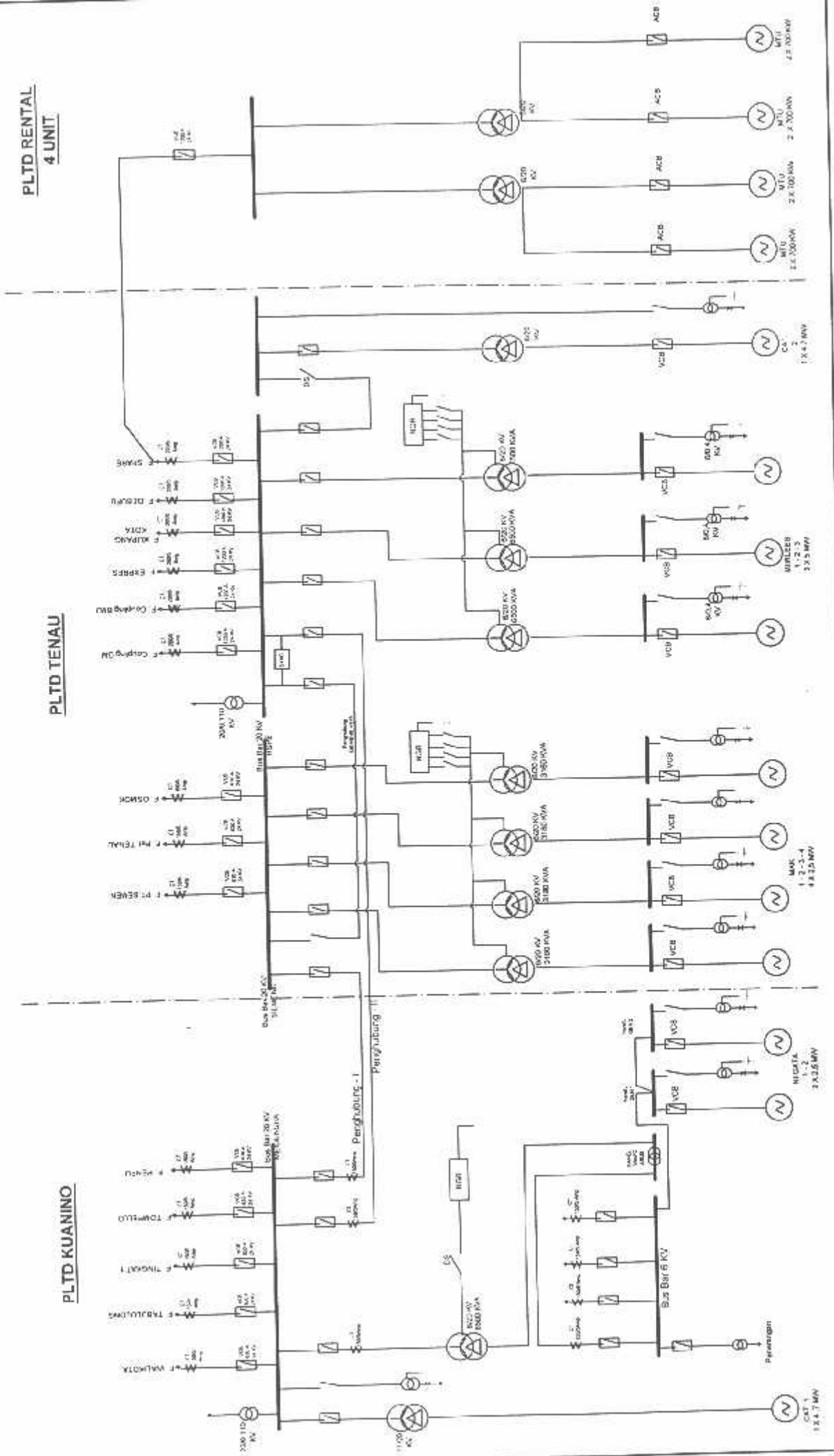
JAM	1-Feb-06		2-Feb-06		3-Feb-06		4-Feb-06		5-Feb-06		6-Feb-06		7-Feb-06		8-Feb-06		9-Feb-06		10-Feb-06		11-Feb-06		12-Feb-06		13-Feb-06		14-Feb-06		15-Feb-06		16-Feb-06				
	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW					
01.00	15,200	12,350	14,650	15,200	13,100	15,050	15,450	15,150	16,150	14,350	15,400	13,250	12,400	15,450	13,400	15,050	15,050	14,200	15,400	13,400	15,050	15,050	14,200	15,400	13,400	15,050	15,050	14,200	15,400	13,400	15,050	15,050	14,200		
02.00	13,700	11,300	14,400	13,950	12,450	14,250	13,800	13,600	13,600	14,450	15,250	12,870	12,150	15,050	13,750	15,050	13,750	15,050	15,250	13,750	15,050	15,050	14,050	13,200	11,500	13,200	12,700	15,050	13,200	11,500	13,200	12,700	15,050	13,200	
03.00	13,200	10,110	12,300	13,800	12,200	14,100	11,550	11,300	11,300	13,600	13,200	12,150	11,500	13,200	12,700	15,050	13,200	12,700	13,200	12,700	15,050	13,200	12,700	15,050	13,200	12,700	15,050	13,200	12,700	15,050	13,200	12,700	15,050	13,200	
04.00	11,000	10,000	11,850	12,400	11,670	11,600	11,100	11,600	11,600	13,120	13,960	12,490	11,300	12,850	12,300	14,600	12,300	14,600	13,500	11,800	10,800	12,200	13,400	14,600	12,800	13,400	14,600	12,800	13,400	14,600	12,800	13,400	14,600	12,800	
05.00	11,300	12,850	13,650	11,800	11,300	11,200	11,350	12,750	11,600	11,600	13,500	11,800	10,800	12,200	13,400	14,600	12,300	14,600	13,500	11,800	10,800	12,200	13,400	14,600	12,300	13,400	14,600	12,300	13,400	14,600	12,300	13,400	14,600	12,300	
06.00	11,800	12,300	10,450	10,350	11,900	11,250	12,250	12,350	11,400	11,400	14,600	12,100	11,200	12,700	13,200	15,100	14,600	12,100	11,200	12,700	13,200	15,100	14,600	12,100	11,200	12,700	13,200	15,100	14,600	12,100	11,200	12,700	13,200	15,100	14,600
07.00	13,300	10,800	10,050	10,800	13,600	10,800	13,800	12,070	10,550	14,500	14,500	11,800	11,400	12,400	8,800	15,300	14,500	11,800	11,400	12,400	8,800	15,300	14,500	11,800	11,400	12,400	8,800	15,300	14,500	11,800	11,400	12,400	8,800	15,300	14,500
08.00	12,550	10,150	13,600	11,300	13,650	10,200	12,800	14,630	12,300	12,300	12,100	11,300	11,300	11,300	11,300	11,300	12,100	11,300	11,300	11,300	12,100	11,300	11,300	12,100	11,300	11,300	11,300	12,100	11,300	11,300	12,100	11,300	11,300	12,100	11,300
09.00	11,200	9,950	13,650	12,300	14,200	12,650	12,380	13,600	13,450	13,450	11,560	13,500	11,570	13,650	14,500	14,800	11,560	13,500	11,570	13,650	14,500	14,800	11,560	13,500	11,570	13,650	14,500	14,800	11,560	13,500	11,570	13,650	14,500	14,800	11,560
10.00	14,700	12,400	14,600	12,850	13,820	11,410	11,300	13,400	13,600	13,600	11,420	13,320	11,700	14,800	13,800	15,300	11,420	13,320	11,700	14,800	13,800	15,300	11,420	13,320	11,700	14,800	13,800	15,300	11,420	13,320	11,700	14,800	13,800	15,300	11,420
11.00	17,250	13,800	17,250	14,200	13,550	13,100	11,810	14,600	13,900	13,900	11,800	14,300	12,550	14,560	16,650	16,650	11,800	14,300	12,550	14,560	16,650	16,650	11,800	14,300	12,550	14,560	16,650	16,650	11,800	14,300	12,550	14,560	16,650	16,650	11,800
12.00	15,950	15,250	15,100	15,100	16,200	14,200	15,850	15,200	15,650	15,650	12,790	14,050	12,900	15,600	15,850	15,850	12,790	14,050	12,900	15,600	15,850	15,850	12,790	14,050	12,900	15,600	15,850	15,850	12,790	14,050	12,900	15,600	15,850	15,850	12,790
13.00	15,200	14,800	14,000	12,300	14,400	13,340	13,850	15,050	15,600	15,600	13,370	16,100	13,400	16,150	15,700	15,700	13,370	16,100	13,400	16,150	15,700	15,700	13,370	16,100	13,400	16,150	15,700	15,700	13,370	16,100	13,400	16,150	15,700	15,700	13,370
14.00	14,650	14,600	14,050	13,450	11,300	12,550	11,200	13,350	14,900	14,900	14,300	13,260	13,600	15,250	15,900	14,100	14,300	13,260	13,600	15,250	15,900	14,100	14,300	13,260	13,600	15,250	15,900	14,100	14,300	13,260	13,600	15,250	15,900	14,100	14,300
15.00	14,550	15,750	16,250	13,450	12,250	8,600	11,050	13,800	14,750	15,600	15,060	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	15,060	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	
16.00	15,650	15,900	16,400	14,600	14,900	10,530	10,300	15,700	15,600	14,750	15,060	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	15,060	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	12,700	13,820	15,500	12,800	
17.00	14,350	17,800	17,800	15,350	14,250	13,250	12,200	17,160	17,100	17,100	12,700	13,450	15,300	14,300	14,900	13,550	12,700	13,450	15,300	14,300	14,900	13,550	12,700	13,450	15,300	14,300	14,900	13,550	12,700	13,450	15,300	14,300	14,900	13,550	12,700
18.00	15,950	18,200	18,150	16,100	16,650	15,500	12,900	17,750	17,650	17,650	16,850	15,400	16,450	19,400	15,550	16,850	15,400	16,450	19,400	15,550	16,850	15,400	16,450	19,400	15,550	16,850	15,400	16,450	19,400	15,550	16,850	15,400	16,450	19,400	15,550
19.00	16,450	19,750	21,250	21,600	20,650	19,600	14,450	22,250	22,150	22,150	17,150	18,200	18,300	21,200	21,750	18,200	17,150	18,200	18,300	21,200	21,750	18,200	17,150	18,200	18,300	21,200	21,750	18,200	17,150	18,200	18,300	21,200	21,750	18,200	
20.00	18,750	19,500	21,050	19,650	20,100	22,650	17,300	20,300	21,100	20,800	20,800	19,300	17,850	20,100	23,050	19,300	20,800	19,300	17,850	20,100	23,050	19,300	20,800	19,300	17,850	20,100	23,050	19,300	20,800	19,300	17,850	20,100	23,050	19,300	
21.00	18,150	18,800	19,800	19,050	19,600	18,200	16,100	18,750	19,200	19,200	19,280	16,200	17,650	18,350	22,000	16,200	19,280	16,200	17,650	18,350	22,000	16,200	17,650	18,350	22,000	16,200	17,650	18,350	22,000	16,200	17,650	18,350	22,000	16,200	
22.00	16,250	18,620	18,250	15,250	16,350	20,150	15,960	18,150	18,650	18,650	17,200	14,390	16,450	18,250	21,550	14,390	17,200	14,390	16,450	18,250	21,550	14,390	16,450	18,250	21,550	14,390	16,450	18,250	21,550	14,390	16,450	18,250	21,550	14,390	
23.00	13,600	16,150	17,200	13,200	15,350	18,230	15,600	15,600	18,350	18,350	10,040	13,000	15,900	16,400	16,150	15,900	10,040	13,000	15,900	16,400	16,150	15,900	10,040	13,000	15,900	16,400	16,150	15,900	10,040	13,000	15,900	16,400	16,150	15,900	
24.00	12,150	14,820	16,050	13,100	15,150	18,250	15,450	15,260	15,800	15,800	14,300	13,350	15,650	15,550	16,850	14,300	14,300	13,350	15,650	15,550	16,850	14,300	13,350	15,650	15,550	16,850	14,300	13,350	15,650	15,550	16,850	14,300	13,350		

JAM	17 Feb-06	18 Feb-06	19 Feb-06	20 Feb-06	21 Feb-06	22 Feb-06	23 Feb-06	24 Feb-06	25 Feb-06	26 Feb-06	27 Feb-06	28 Feb-06
	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW
01.00	12,400	14,600	13,450	15,500	16,090	16,050	15,400	15,700	15,300	16,000	14,550	15,500
02.00	12,400	14,560	12,550	15,320	15,600	15,380	14,000	15,000	14,250	14,550	13,750	13,750
03.00	12,400	14,500	11,300	14,150	15,100	15,200	14,000	12,850	12,700	12,800	12,700	12,700
04.00	12,400	13,200	11,050	12,700	15,000	15,000	12,750	12,850	12,320	12,300	12,900	12,400
05.00	12,400	12,100	11,050	13,520	14,540	15,200	12,750	12,650	13,450	13,400	13,420	13,420
06.00	12,400	12,200	11,350	13,700	14,560	14,350	12,750	12,850	12,200	13,250	13,650	13,650
07.00	12,400	11,400	13,200	12,700	12,500	13,100	12,750	12,850	12,800	9,000	11,500	11,500
08.00	12,400	11,200	13,220	11,860	12,820	11,500	12,750	12,850	14,600	12,700	12,650	12,650
09.00	12,400	10,550	11,100	12,840	12,100	11,300	13,000	15,200	13,700	15,000	14,500	14,500
10.00	12,400	10,450	11,230	12,500	11,550	12,300	15,900	12,650	16,700	13,850	13,650	13,650
11.00	12,400	12,230	11,580	13,100	12,430	12,330	15,500	12,650	15,900	16,700	16,670	16,150
12.00	12,400	12,200	12,460	12,400	14,620	12,640	13,500	12,500	15,700	15,900	15,850	15,850
13.00	12,400	11,660	12,000	14,220	14,500	13,560	12,850	12,400	15,900	15,660	15,650	15,650
14.00	12,400	11,200	11,300	11,550	12,450	12,400	12,850	12,300	15,550	15,600	15,985	15,900
15.00	12,400	12,300	10,050	11,580	15,700	14,600	12,850	12,250	14,850	15,400	15,450	15,450
16.00	12,400	12,550	9,800	12,680	15,300	15,950	12,850	12,450	14,850	16,800	14,850	14,850
17.00	12,400	12,450	11,400	12,600	16,400	15,780	13,800	14,650	15,600	19,000	16,250	16,250
18.00	12,400	16,850	13,200	15,660	18,560	17,450	16,500	19,650	16,200	19,650	16,850	19,650
19.00	12,400	21,100	16,300	21,650	21,300	22,650	17,900	21,200	20,700	21,500	20,050	20,200
20.00	12,400	20,600	16,260	21,800	19,650	22,100	17,850	21,160	20,500	21,000	16,550	18,300
21.00	12,400	16,560	16,000	20,560	19,400	19,650	17,800	18,650	18,900	19,750	19,500	16,800
22.00	12,400	17,500	15,820	16,300	16,500	16,800	16,600	16,500	19,650	18,200	16,850	16,350
23.00	12,400	13,630	15,550	16,300	16,500	16,760	16,500	16,250	18,200	16,550	16,200	15,600
24.00	12,400	13,450	15,530	16,150	16,360	15,400	16,000	15,400	16,650	15,400	16,700	15,450

JAM	17-Mar-06		18-Mar-06		19-Mar-06		20-Mar-06		21-Mar-06		22-Mar-06		23-Mar-06		24-Mar-06		25-Mar-06		26-Mar-06		27-Mar-06		28-Mar-06		29-Mar-06		30-Mar-06		31-Mar-06	
	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	KW	
01.00	12,550	16,450	14,150	16,240	15,350	14,200	12,850	14,250	16,200	14,600	13,400	14,200	13,400	14,200	13,100	13,500	14,200	16,200	14,600	13,400	14,200	13,400	14,200	13,400	14,200	13,400	14,200	13,400	14,300	
02.00	12,200	16,100	14,000	15,800	14,100	13,650	12,540	13,950	14,850	14,250	13,550	12,540	13,950	14,850	14,250	13,550	12,540	13,950	14,850	14,250	13,550	12,540	13,950	14,850	14,250	13,550	12,540	13,950	14,300	
03.00	12,100	13,820	12,600	13,720	13,750	13,600	11,700	13,450	13,200	13,550	13,600	11,700	13,450	13,200	13,550	13,600	11,700	13,450	13,200	13,550	13,600	11,700	13,450	13,200	13,550	13,600	11,700	13,450	13,850	
04.00	12,480	13,560	12,870	14,200	13,640	12,860	11,400	12,100	13,050	11,850	12,860	11,400	12,100	13,050	11,850	12,860	11,400	12,100	13,050	11,850	12,860	11,400	12,100	13,050	11,850	12,860	11,400	12,100	12,400	
05.00	10,400	13,200	13,100	12,670	13,200	12,420	11,150	12,600	12,800	11,420	12,600	11,150	12,600	12,800	11,420	12,600	11,150	12,600	12,800	11,420	12,600	11,150	12,600	12,800	11,420	12,600	11,150	12,600	12,150	
06.00	10,850	12,500	13,240	12,850	12,400	13,000	12,200	13,300	12,620	12,100	11,900	12,200	13,300	12,620	12,100	11,900	12,200	13,300	12,620	12,100	11,900	12,200	13,300	12,620	12,100	11,900	12,200	13,300	12,300	
07.00	13,000	11,100	11,570	11,730	10,400	13,150	13,200	15,800	13,100	13,100	13,150	13,200	15,800	13,100	13,100	13,150	13,200	15,800	13,100	13,100	13,150	13,200	15,800	13,100	13,100	13,150	13,200	15,800	12,580	
08.00	13,250	10,200	12,470	12,870	11,700	10,900	13,050	15,050	11,500	11,500	10,900	13,050	15,050	11,500	11,500	10,900	13,050	15,050	11,500	11,500	10,900	13,050	15,050	11,500	11,500	10,900	13,050	15,800	13,600	
09.00	14,800	11,400	13,700	13,150	12,340	10,800	13,080	13,350	11,400	11,400	10,800	13,080	13,350	11,400	11,400	10,800	13,080	13,350	11,400	11,400	10,800	13,080	13,350	11,400	11,400	10,800	13,080	15,800	13,850	
10.00	12,700	11,450	13,720	13,400	12,800	12,300	13,100	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	16,400	15,250	14,900	15,850	
11.00	17,350	13,800	13,800	17,350	15,400	15,800	16,400	15,400	15,400	15,400	15,800	16,400	15,400	15,400	15,400	15,800	16,400	15,400	15,400	15,400	15,400	15,800	16,400	15,400	15,400	15,400	15,800	16,400	14,850	
12.00	15,200	16,200	15,800	13,700	15,700	13,750	12,550	15,400	15,400	15,400	13,750	12,550	15,400	15,400	15,400	13,750	12,550	15,400	15,400	15,400	13,750	12,550	15,400	15,400	15,400	13,750	12,550	15,400	14,850	
13.00	14,200	14,360	14,700	12,400	13,200	13,100	12,100	13,600	12,350	14,200	13,100	12,100	13,600	12,350	14,200	13,100	12,100	13,600	12,350	14,200	13,100	12,100	13,600	12,350	14,200	13,100	12,100	13,600	14,100	
14.00	13,900	13,200	12,500	11,220	12,800	12,800	11,440	12,400	12,050	13,300	12,800	11,440	12,400	12,050	13,300	12,800	11,440	12,400	12,050	13,300	12,800	11,440	12,400	12,050	13,300	12,800	11,440	12,400	16,200	
15.00	13,200	11,800	12,800	11,530	12,550	12,550	11,250	13,450	12,050	13,700	12,550	11,250	13,450	12,050	13,700	12,550	11,250	13,450	12,050	13,700	12,550	11,250	13,450	12,050	13,700	12,550	11,250	13,700	16,100	
16.00	12,760	11,760	13,250	11,800	13,400	14,800	15,700	15,700	15,700	13,400	14,800	15,700	15,700	15,700	13,400	14,800	15,700	15,700	15,700	13,400	14,800	15,700	15,700	15,700	13,400	14,800	15,700	15,700	15,700	
17.00	13,100	11,200	15,400	12,400	13,600	16,200	17,400	15,100	17,200	13,600	16,200	17,400	15,100	17,200	13,600	16,200	17,400	15,100	17,200	13,600	16,200	17,400	15,100	17,200	13,600	16,200	17,400	15,300	16,300	
18.00	16,900	15,700	20,300	15,200	15,100	16,870	20,200	19,600	18,200	15,100	16,870	20,200	19,600	18,200	15,100	16,870	20,200	19,600	18,200	15,100	16,870	20,200	19,600	18,200	15,100	16,870	20,200	19,200	17,800	
19.00	17,220	17,650	20,900	19,700	19,700	20,560	21,000	21,800	20,100	19,700	20,560	21,000	21,800	20,100	19,700	20,560	21,000	21,800	20,100	19,700	20,560	21,000	21,800	20,100	19,700	20,560	21,000	21,800	20,550	
20.00	21,400	20,350	19,700	20,200	20,400	20,300	18,650	21,320	21,850	20,220	20,300	18,650	21,320	21,850	20,220	20,300	18,650	21,320	21,850	20,220	20,300	18,650	21,320	21,850	20,220	20,300	18,650	20,550	20,100	
21.00	19,500	16,800	19,500	20,000	19,900	19,750	17,800	20,100	18,800	18,300	19,750	17,800	20,100	18,800	18,300	19,750	17,800	20,100	18,800	18,300	19,750	17,800	20,100	18,800	18,300	19,750	17,800	20,100	16,700	
22.00	19,250	18,730	19,250	17,640	18,200	15,400	16,300	18,200	17,800	18,200	15,400	16,300	18,200	17,800	18,200	15,400	16,300	18,200	17,800	18,200	15,400	16,300	18,200	17,800	18,200	15,400	16,300	18,200	16,700	
23.00	17,650	15,400	18,400	17,200	16,700	15,200	14,550	17,450	15,200	14,500	15,200	14,550	17,450	15,200	14,500	15,200	14,550	17,450	15,200	14,500	15,200	14,550	17,450	15,200	14,500	15,200	14,550	16,400	18,450	
24.00	16,700	14,550	16,640	15,600	14,850	13,200	14,520	16,350	15,050	14,850	13,200	14,520	16,350	15,050	14,850	13,200	14,520	16,350	15,050	14,850	13,200	14,520	16,350	15,050	14,850	13,200	14,520	16,350	18,100	

DIAGRAM DARI UTMU PLTD KUPANG

Tanggal : 25 Februari 2008



PLTD KUANINO

PLTD TENAU

**PLTD RENTAL
4 UNIT**

124,7 MW

323,6 MW

124,7 MW

323,6 MW

124,7 MW

124,7 MW



**PT. PLN (PERSERO)
WILAYAH NUSA TENGGARA TIMUR
CABANG KUPANG**

Jalan Palapa No. 27 Kupang – 85111

Telepon : (0380) 833683, 821217, 821429, 821430

Dinas Gangguan : 821464

Facsimile : (0380) 832198

Kupang

Bank : BRI Cab. Kupang

BNI Cab. Kupang

MANDIRI Cab.

Nomor *839/07 / Cab. Kup/2006*

Kupang, *4* Desember 2006

Lampiran : -

Perihal : Survey

Kepada Yth.

Dekan Fakultas Teknologi

Nasional Malang

Di

Malang

Sehubungan Surat Saudara No. ITN-368/III. TA-2/2/2006 tanggal 14 Oktober 2006 perihal survey, maka diberitahukan bahwa mahasiswa a.n :

Samsul Umar RL, NIM 00.12.069 yang akan melaksanakan survey pada PT PLN (Persero) Wilayah NTT Cabang Kupang dapat kami setujui.

Demikian kami sampaikan terima kasih.



PH. MANAJER

[Signature]
PERI E GURUSINGA



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

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

EROGI MALANG
IA 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- 368 /ILTA-2/2/06
ampiran : -
erihal : Survey

Malang, 14 Oktober 2006

kepada : Yth. Pimpinan
PT. PLN (Persero) Wilayah NTT
Jl. Palapa No. 27 Kupang
Di - Kupang - NTT

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 Hybrid Correction Pada PT. PLN (Persero) Wilayah NTT

Mahasiswa tersebut Adalah :

Samsul Umar RL Nim. 00.12.069

Adapun lamanya Survey adalah : 30 Hari

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



DEKAN
Fakultas Teknologi Industri

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036

BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA

JL. ANGKASA I No. 2 JAKARTA

DATA KLIMATOLOGI BULAN : JANUARI 2006

DIS LINTANG : 10° 08' 19" LS

DIS BUJUR : 123° 40' 02" BT

TEGAS DI ATAS PERMUKAAN LAUT : 19 METER

STASIUN : KLIMATOLOGI KLAS II LASIANA KUPANG

HARI	TEMPERATUR (° C)						CURAH HUJAN (mm) DITAKAR JAM 07.00	PENYINARAN MATAHARI 08.00 - 16.00	PERISTIWA CUACA KHUSUS
	07.00	13.00	18.00	RATA-2	MAX	MIN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	24,0	29,2	26,5	25,9	29,5	23,6	13,1	0	TS / RA
2	24,4	29,3	25,0	25,8	29,8	23,6	46,3	13	RA
3	24,6	25,6	24,5	24,8	27,9	24,6	9,3	0	RA
4	25,5	28,9	28,5	27,1	29,4	23,0	9,4	34	RA
5	25,0	29,8	28,8	27,1	30,5	24,6	6,3	99	TS / RA
6	25,8	28,2	26,0	26,5	29,5	24,9	TTU	4	RA
7	23,9	27,5	27,1	25,6	28,3	23,7	54,6	0	RA
8	25,6	30,2	29,3	27,7	31,6	24,6	7,6	76	RA
9	26,1	30,4	24,4	26,8	30,9	25,1	TTU	64	TS / RA
10	23,9	30,2	25,0	25,8	30,6	22,8	15,5	71	TS / RA
11	25,4	30,4	28,9	27,5	31,2	23,6	17,4	71	TS / RA
12	25,4	27,4	26,9	26,3	29,0	24,8	4,9	0	RA
13	26,0	27,6	27,2	26,7	30,4	24,8	1,4	11	RA
14	25,4	25,2	26,0	25,5	27,8	24,3	36,3	0	TS / RA
15	27,8	30,5	28,6	28,7	31,2	24,9	30,9	99	TS / RA
16	27,8	28,6	28,8	28,3	30,3	23,8	46,6	29	RA
17	28,2	30,2	28,6	28,8	30,6	25,0	15,9	69	RA
18	28,2	29,0	26,2	27,9	29,8	25,4	19,5	1	RA
19	28,0	30,8	28,0	28,7	31,3	26,0	2,0	68	RA
20	28,1	31,0	28,8	29,0	31,6	25,6	9,8	100	-
21	28,1	31,2	29,7	29,3	31,6	27,2	-	100	-
22	27,6	28,4	28,3	28,0	30,2	25,1	-	0	RA
23	24,5	23,7	25,3	24,5	28,4	23,5	49,9	0	RA
24	25,4	30,1	27,7	27,2	30,9	24,2	61,7	20	RA
25	24,9	29,4	26,6	26,5	29,8	24,6	6,5	63	RA
26	25,2	25,2	26,4	25,5	30,0	24,2	4,2	48	RA
27	25,1	25,1	27,7	25,8	29,4	24,1	27,7	1	RA
28	26,3	29,1	28,0	27,4	29,8	25,1	38,5	6	TS / RA
29	27,8	29,9	28,3	28,5	30,1	25,9	5,8	86	TS
30	27,8	29,6	28,4	28,4	30,2	27,4	-	31	RA
31	28,2	29,0	28,3	28,4	31,3	26,4	2,2	75	RA
JUMLAH	810,0	890,7	847,6	839,6	932,9	766,4	543,3	1239	-
rata-2	26,1	28,7	27,3	27,1	30,1	24,7	17,5	40	-

KODE : F. KLIM 71

: JANUARI 2006

WAL	TEKANAN UDARA (mb)	LEMBAB NISBI (%)				ANGIN			
		07.00	13.00	18.00	RATA-2	KECEPATAN RATA-RATA	ARAH TERBANYAK	KECEPATAN TERBESAR	ARAH
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1008,1	97	78	95	92	4	CALM/N	10	340
	1008,3	98	78	92	92	0	CALM	5	320
	1008,1	97	95	97	97	0	CALM	0	0
	1007,1	96	83	81	89	2	CALM/NW	6	270/320/010
	1006,8	96	79	81	88	3	CALM/NW	12	320
	1006,4	90	83	94	89	4	CALM/N	8	010
	1006,5	99	87	86	93	5	NW	9	340/320
	1007,6	95	69	73	83	4	N	11	350
	1008,4	93	77	95	90	2	CALM/NW	12	350
	1008,2	97	78	93	91	2	CALM/N	12	180
	1006,9	95	78	88	89	3	CALM/N/NW	8	340/330
	1007,1	98	88	87	93	0	CALM	6	200
	1006,1	97	91	91	94	2	CALM/NW/SW	10	320
	1005,6	97	97	95	97	1	CALM/NW	8	300
	1005,0	85	76	83	82	9	NW	12	310
	1003,7	85	82	79	83	13	NW	18	330
	1003,4	82	75	79	80	10	NW	19	320
	1002,6	81	79	89	83	17	NW	28	320/300
	1002,7	78	72	82	78	14	NW	20	320
	1003,5	85	71	81	81	9	N	12	350
	1005,7	85	72	80	81	6	N	12	350/010
	1005,1	89	85	85	87	3	CALM/NW	11	330
	1006,7	97	95	92	95	3	CALM/W	9	290/270
	1005,1	98	69	82	87	3	CALM/W	14	290
	1006,0	93	77	87	88	7	NW	12	310
	1006,7	95	90	83	91	8	NW	20	290
	1006,6	92	95	80	90	5	CALM/NW	11	300
	1007,4	94	84	82	89	8	NW	15	330
	1008,0	85	78	82	83	8	NW	14	310/290
	1008,0	85	80	82	83	11	NW	19	290
	1008,4	83	73	82	82	13	NW	18	310
AL	31195,6	2837	2514	2658	2713	180	-	-	-
a-2	1006,3	92	81	86	88	6	CALM/NW	28	320/300

AN : KOLOM 4 DAN 14 = $\frac{2 \times 07.00 + 13.00 + 18.00}{4}$

KOLOM 8 = Rata-rata dari 8 jam



PENGAMAT,

SULI SETIYANTO
NIP. 120 142 170



**BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KLAS II LASIANA**

JL. TIMOR RAYA KM. 10,5 LASIANA KUPANG

KOTAK POS No. 1062 Telp. (0380) 881680

**DATA KLIMATOLOGI
BULAN : PEBRUARI 2006**

ANG : 10° 08' 19" LS
JR : 123° 40' 02" BT
VASI : 20 METER

GGAL	TEMPERATUR (° C)						CURAH HUJAN (mm) DITAKAR JAM 07.00	PENYINARAN MATAHARI 08.00 - 16.00	PERISTIWA CUACA KHUSUS
	07.00	13.00	18.00	RATA-2	MAX	MIN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	27,8	24,6	24,2	26,1	29,0	23,8	6,2	11	RA
2	26,8	29,4	27,6	27,7	29,8	22,6	97,7	56	RA
3	24,4	29,0	28,0	26,5	29,8	23,5	37,9	51	RA
4	24,7	28,0	28,4	26,5	29,4	24,2	3,4	56	RA
5	24,2	29,4	28,1	26,5	30,2	23,2	2,0	80	-
6	25,8	29,8	28,2	27,4	30,2	23,0	-	100	-
7	24,4	30,0	29,0	27,0	30,4	22,2	-	100	-
8	25,2	29,6	28,6	27,2	30,8	22,6	-	100	-
9	24,2	29,8	28,2	26,6	30,2	26,0	-	100	-
10	24,2	30,2	28,2	26,7	30,6	22,8	-	90	-
11	24,8	30,5	28,6	27,2	31,0	22,8	-	79	RA
12	24,4	31,0	29,6	27,4	32,8	24,2	7,6	84	RA
13	26,6	29,2	28,6	27,8	31,0	23,0	1,3	30	RA
14	24,9	31,3	28,4	27,4	33,2	24,2	11,3	98	-
15	25,4	31,4	28,4	27,7	31,6	24,4	-	78	RA
16	26,4	30,0	27,0	27,5	30,8	24,6	18,7	35	RA
17	25,6	29,6	27,2	27,0	31,2	24,2	14,2	73	TS / RA
18	25,4	30,0	28,2	27,3	30,2	24,2	0,6	83	TS / RA
19	25,5	28,1	26,2	26,3	28,8	25,2	0,6	9	TS / RA
20	25,4	28,4	27,6	26,7	29,2	25,0	0,5	76	RA
21	26,0	29,0	27,2	27,1	30,0	24,4	1,9	58	RA
22	24,6	30,2	28,2	26,9	30,6	24,0	24,2	84	RA
23	25,6	27,4	28,2	26,7	29,7	25,4	2,8	6	RA
24	25,9	31,4	26,0	27,3	32,2	25,6	1,6	25	-
25	27,0	31,1	30,0	28,8	31,6	26,4	-	100	-
26	25,0	31,1	30,0	27,8	31,8	24,4	-	99	-
27	24,9	31,7	29,4	27,7	32,2	24,2	-	90	-
28	25,6	28,2	27,3	26,7	29,8	25,2	33,5	0	RA
JTAL	710,7	829,4	784,6	758,9	858,1	675,3	266,0	1851	-
ata-2	25,4	29,6	28,0	27,1	30,6	24,1	9,5	66	-

KODE : F. KLIM 71



**BADAN METEOROLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KLAS II LASIANA**

JL. TIMOR RAYA KM. 10,7 LASIANA KUPANG

KOTAK POS No. 1062 Telp. (0380) 881680

DATA KLIMATOLOGI

BULAN : MARET 2006

IG : 10° 08' 19" LS
: 123° 40' 02" BT
SI : 19 METER

BULAN	TEMPERATUR (° C)						CURAH HUJAN (mm) DITAKAR JAM 07.00	PENYINARAN MATAHARI 08.00 - 16.00	PERISTIWA CUACA KHUSUS
	07.00	13.00	18.00	RATA-2	MAX	MIN			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	24,4	25,6	26,0	25,1	27,6	24,0	31,1	0	RA
	22,8	24,6	25,9	24,0	26,2	22,8	87,4	0	RA
	25,4	30,3	25,6	26,7	30,4	24,7	38,0	0	TS / RA
	23,6	25,6	26,0	24,7	26,8	23,6	193,4	0	RA
	26,1	29,8	28,1	27,5	30,4	23,8	12,1	99	-
	25,9	27,4	28,0	26,8	30,2	24,6	-	28	RA
	27,6	29,4	27,6	28,1	30,4	26,4	2,2	73	-
	27,1	29,6	27,9	27,9	30,4	25,9	0,6	75	RA
	27,2	28,6	27,2	27,6	29,0	24,6	14,0	50	RA
	26,8	29,9	27,8	27,8	30,4	23,9	7,1	76	RA
	24,3	28,7	27,8	26,3	30,6	23,8	2,0	75	-
	23,2	30,0	27,4	26,0	30,2	23,2	-	100	-
	23,5	29,7	27,6	26,1	30,3	22,5	-	79	-
	24,0	30,0	28,0	26,5	30,0	23,6	-	98	-
	25,4	29,8	28,5	27,3	30,3	24,0	-	100	-
	23,5	29,7	28,1	26,2	30,2	22,4	44,5	63	RA
	24,0	28,6	25,8	25,6	29,6	23,8	10,2	40	RA
	26,9	25,5	24,9	26,1	30,3	24,9	16,8	18	RA
	24,6	29,2	28,4	26,7	30,2	24,0	50,3	56	-
	24,0	28,9	27,7	26,2	29,8	23,4	-	36	-
	26,8	30,3	28,4	28,1	31,2	25,6	-	94	-
	27,2	30,2	28,2	28,2	30,4	24,6	-	94	-
	27,8	29,8	28,7	28,5	30,4	26,1	-	66	RA
	25,6	30,4	28,6	27,6	30,6	24,8	28,5	74	RA
	26,0	30,0	28,6	27,7	30,8	25,2	TTU	44	-
	28,0	30,4	27,6	28,5	30,5	25,0	-	25	RA
	27,8	29,6	28,4	28,4	30,0	26,0	5,9	15	RA
	25,4	30,9	28,3	27,5	31,1	24,6	6,0	83	RA
	25,2	29,4	26,0	26,5	30,0	23,6	0,3	84	RA
	24,8	28,4	25,8	26,0	29,2	24,0	1,0	6	RA
	24,9	26,7	25,4	25,5	29,4	24,0	1,7	19	RA
JAL	789,8	897,0	848,3	831,2	926,9	753,4	553,1	1670	-
3-2	25,5	28,9	27,4	26,8	29,9	24,3	17,8	54	-

KODE : F. KLIM 71

1 : MARET 2008

WAKTU	TEKANAN UDARA (mb)	LEMBAB NISBI (%)				ANGIN			
		07.00	13.00	18.00	RATA-2	KECEPATAN RATA-RATA	ARAH TERBANYAK	KECEPATAN TERBESAR	ARAH
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	1008,5	97	90	92	94	1	CALM/W	6	290/300
	1008,7	98	98	89	96	1	CALM/W	5	280/290
	1006,3	97	76	97	92	2	CALM/S	8	200
	1006,4	100	97	89	97	0	CALM	0	0
	1007,1	90	66	75	80	4	NW	9	20
	1005,0	86	86	75	83	5	N	11	360
	1005,9	80	75	86	80	16	N	23	340
	1007,6	89	78	86	86	5	NW	9	340/350
	1007,5	88	83	87	87	5	NW	9	340
	1007,4	86	78	91	85	4	NW	15	350
	1007,3	97	70	76	85	3	CALM/NW	14	300
	1007,9	97	71	84	87	3	CALM/NW	7	330
	1008,4	95	70	83	86	2	CALM/NW	11	330
	1008,1	96	77	76	86	2	CALM/NW	12	340
	1008,1	95	75	85	88	4	CALM/NW	8	300/350
	1006,8	97	78	83	89	2	CALM/NW	9	290
	1006,8	95	82	97	92	3	CALM/NW	10	330
	1005,4	87	98	97	92	1	CALM/W	8	290
	1005,4	98	71	82	87	1	CALM/NW	8	340
	1006,0	93	81	86	88	0	CALM/NW	6	300
	1006,2	87	69	82	81	4	CALM/NW	11	320
	1005,1	88	75	83	84	6	CALM/N	10	340
	1004,8	89	85	82	86	3	CALM/NW	9	320
	1005,1	98	77	85	90	3	CALM/NW	11	320
	1006,6	97	81	83	90	4	CALM/NW	9	300
	1005,9	89	78	88	86	4	CALM/NW	12	330
	1005,6	88	81	85	86	9	N	14	340
	1006,8	97	76	79	87	1	CALM/N	6	350
	1008,4	92	77	84	86	2	CALM/NW	9	330
	1008,7	97	78	92	91	1	CALM/NW	6	330
	1008,0	95	89	92	93	2	CALM/N	11	300
AL	31211,5	2878	2466	2651	2718	102	-	-	-
i-2	1006,8	93	80	86	88	3	CALM/NW	23	340

AN : KOLOM 4 DAN 14 = $\frac{2 \times 07.00 + 13.00 + 18.00}{4}$

KOLOM 8 = Rata-rata dari 8 jam



PENGAMAT,

MERPATI T. NALLE

NIP. 120 162 067



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

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

RSERO) MALANG
IAGA 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- 369 /III.TA-2/2/06
Lampiran : -
Perihal : Survey

Malang, 14 Oktober 2006

Kepada : Yth. Pimpinan
BMG Stasiun Geofisika Kelas I Kupang
Jl. Cak Doko No. 70
Di - Kupang - NTT

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 Hybrid Correction Pada PT. PLN (Persero) Wilayah NTT

Mahasiswa tersebut Adalah :

Samsul Umar RL. Nim. 00.12.069

Adapun lamanya Survey adalah : 30 Hari

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



DEKAN

Fakultas Teknologi Industri

Ir. Mochtar Asroni, MSME
Nip. Y.1018100036

Next Day Load Curve Forecasting Using Hybrid Correction Method

nonobu Senjyu, *Member, IEEE*, Paras Mandal, Katsumi Uezato, and Toshihisa Funabashi, *Senior Member, IEEE*

Abstract—This paper presents an approach for short-term load forecast problem, based on hybrid correction method. Conventional artificial neural network based short-term load forecasting techniques have limitations especially when weather changes are seasonal. Hence, we propose a load correction method by using a fuzzy logic approach in which a fuzzy logic, based on similar days, corrects the neural network output to obtain the next day forecasted load. An Euclidean norm with weighted factors is used for the selection of similar days. The load correction method for the generation of new similar days is also proposed. The neural network has an advantage of dealing with the nonlinear parts of the forecasted load curves, whereas, the fuzzy rules are constructed based on the expert knowledge. Therefore, by combining these two methods, the test results show that the proposed forecasting method could provide a considerable improvement in forecasting accuracy especially as it shows how to reduce the neural network forecast error over the test period by 23% through the application of a fuzzy logic correction. The suitability of the proposed approach is illustrated through an application to actual data of the Okinawa Electric Power Company in Japan.

Index Terms—Fuzzy logic approach, hybrid correction method, neural network, short-term load forecasting.

I. INTRODUCTION

LOAD forecasting plays an important role in power system planning and operation. Basic operating functions such as commitment, economic dispatch, fuel scheduling and unit maintenance can be performed efficiently with an accurate forecast [1]. A wide variety of models have been proposed in the last decades owing to the importance of load forecasting, such as linear regression, exponential smoothing, stochastic process, learning approach, ARMA model and state space methods [6]. However, load forecasting is a difficult task as the load given hour is dependent not only on the load at the previous hour but also on the load at the same hour on the previous day, on the load at the same hour on the day with the same destination in the previous week [7]. Many electric power companies have adopted the traditional prediction methods for forecasting future load [3], [4], [8]. Generally, these methods are based on the relationship between load and factors influencing load. The traditional prediction methods have the advantage of simple prediction models. However, the techniques employed

for those models use a large number of complex and nonlinear relationships between the load and factors influencing the load. Therefore, some new forecasting models have been recently introduced as expert systems, artificial neural networks (ANNs), and fuzzy systems, which have become the most popular method, applied in order to solve short-term load forecasting problems [9]–[22].

Among the different techniques of load forecasting, application of ANN technology for load forecasting in power systems has received much attention in recent years. The main reason of ANN becoming so popular lies in its ability to learn complex and nonlinear relationships that are difficult to model with conventional techniques. The forecast error is greatly influenced by load fluctuation and rapid change in temperature. Recently, several methods based on similarity have been reported for the purpose of electric load forecasting [23]–[25]. According to which, the load curve is forecasted by using the information of the days being similar to weather condition of the forecast day. These methods have an advantage of dealing not only with the nonlinear part of load but also with the weekends and special days. In general, the load based on several selected similar days are averaged to improve the accuracy of load forecasting. Although ANN method has been widely used in short-term load forecasting, there are still large forecast errors in the forecasted results from the ANN method. By taking these forecast errors in account, fuzzy logic can be employed, which motivated the development of a neuro-fuzzy system for load forecasting.

In this paper, we propose an approach for short-term load forecast problem based on hybrid correction method, which is a combination of neural network and fuzzy logic. Fuzzy logic approach has an advantage of dealing with nonlinear parts of the forecasted load curves, and also, when there is an abrupt change in environmental or weather variables. Therefore, fuzzy models have received much attention from power engineers in the past few years and many interesting applications to fuzzy sets in the power field have been reported [26]. In the proposed prediction method, a fuzzy logic, based on similar days, corrects the neural network output to obtain better forecasting results when weather changes are seasonal.

However, when weather changes are seasonal or when there is a rapid change in temperature compared to that of past years, it will have an effect on the load patterns. In such case, there would be only a few number of similar days available, which brings complexity in forecasting the load. In order to overcome this problem, we propose a load correction method for the generation of new similar days. In this method, the new load data that are suitable to train the neural network are generated by correcting the historical days data with the help of load correction

Manuscript received January 31, 2003. This work was supported in part by Inuyoshi Scholarship Foundation, Paper no. TPWRS-00369-2003.

Senjyu, P. Mandal, and K. Uezato are with the Department of Electrical & Economic Engineering, University of the Ryukyus, Okinawa, Japan (e-mail: {s42@tee.u-ryukyuu.ac.jp}).

Funabashi is with the Department of Electrical and Electronic Engineering, Iwajima Corporation, Tokyo, Japan (e-mail: funabashi@iwajima.co.jp).

Digital Object Identifier: 10.1109/TPWRS.2004.1331276

load correction rates are determined by using the least method based on regression model. Load correction pro-

described in Section II. paper contributes to day-ahead forecast methodology, as it shows how to reduce neural network forecast error by 23% through the application of load correction. The paper is organized as follows. Section I is the overview of the proposed method where we discuss the selection of similar days and a load correction method for the generation of new similar days. Sections III and IV discuss neural network and fuzzy logic approach for the correction of similar days data followed by load forecasting simulation in Section V. Conclusions are drawn in Section VI. The effectiveness of the proposed approach is illustrated through an application to actual load data of Okinawa Electric Power Company.

LOAD CORRECTION METHOD FOR THE SELECTION OF SIMILAR DAYS

Selection of Similar Days

In this paper, Euclidean norm with weighted factors is used to evaluate the similarity between a forecast day and searched similar days. It is useful to utilize the evaluation determined by Euclidean norm, which makes us understand the similarity using an expression based on the concept of norm. We select similar days corresponding to a forecast day based on Euclidean norm. Decrease in Euclidean norm results into better evaluation of similar days. In general, the following equations are used for Euclidean norm with weighted factors

$$D = \sqrt{w_1(\Delta L_t)^2 + w_2(\Delta L_{t-1})^2 + w_3(\Delta L_{t-2})^2} \quad (1)$$

$$= |L_{t-k} - \tilde{L}_{t-k}^p| \quad (2)$$

L_{t-k} is the load curve on a forecast day, \tilde{L}_{t-k}^p is the load curve on a similar day, ΔL_{t-k} is the deviation between load on a forecast day and load on a similar day, and $w_i (i = 1-3)$ is the weighted factor. The weighted factor w_i is determined by the least square method based on regression model that is used using historical load data. Therefore, a selection of similar days that considers a trend of load is performed. The proposed method gives the hourly calculation of Euclidean norm as an index for selecting the similar days. Euclidean norm with weighted factors is used in this paper. In the conventional method, maximum and minimum temperatures of the forecast day are used as variables of Euclidean norm with weighted factors. However, since maximum and minimum temperatures are forecasted temperatures, in case of rapid change in temperature on the forecast day, load changes greatly, which would cause errors in forecasting. Therefore, we substitute load curve maximum and minimum temperatures as variable. Consequently, it is possible to select the similar days unrelated to temperature changes by the proposed prediction method.

Similar days are based on the same season. The limits on the selection of the similar days corresponding to a forecast day are shown in Fig. 1. The past 30 days from the day before a forecast day and the past 60 days before and after the forecast day in the past are considered for the selection of similar days. If

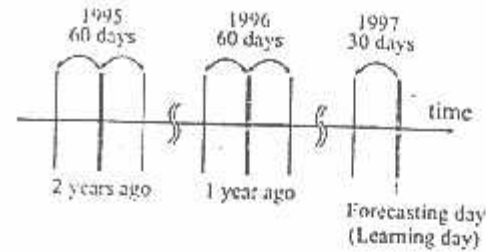


Fig. 1. Limits on the selection of similar days.

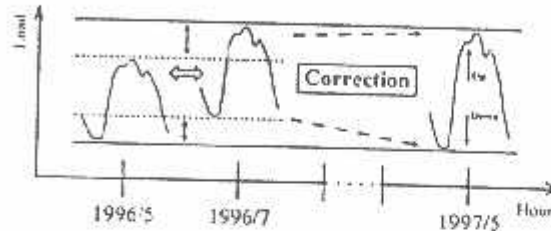


Fig. 2. Proposed load correction method.

the forecast day is changed, similar days are selected in the same manner. It is enough to cover the limits in Fig. 1 for selecting the similar days as the load shows similarities on the same season of each year.

B. Load Correction Method

To illustrate the load curve forecasting, May, 1997 was chosen. This month was characterized by rapid change in weather with an increase in temperature by 4.0 degree centigrades compared to that of 1995 and 1996. In this case, only a few number of special days were existing in the past days data, which bring complexity to obtain adequate learning data to train the neural network. Hence, we propose the load correction method for the generation of new similar days as illustrated in Fig. 2. In this method, the new load data that are suitable to train the neural network are generated by correcting the historical days data with the help of load correction rates. For the correction of the load curve, it is important to modify the peak and bottom terms of the load curve. The modification of the peak terms of the load curve is done with the help of historical load data selected by using forecasted maximum temperature as criteria. On the other hand, to modify the bottom terms of the load curve, we use forecasted minimum temperature as criteria. The bottom terms of the load curve not only depends on the minimum temperature but also on the load characteristics of previous day load curve.

The equations for the generation of new similar days that adopt forecasted maximum and minimum temperatures is defined as follows:

$$D_1 = \sqrt{w_{tmax} (\hat{T}_{max} - T_{max}^p)^2} \quad (3)$$

$$D_2 = \sqrt{w_{tmin} (\hat{T}_{min} - T_{min}^p)^2} \quad (4)$$

where w_{tmax} and w_{tmin} are weighted factors for maximum and minimum temperatures, \hat{T}_{max} and \hat{T}_{min} are forecasted maximum and minimum temperatures, and T_{max}^p and T_{min}^p are the past day maximum and minimum temperatures, respectively.

selected similar days load data are corrected to the proper data to train the neural network by applying the load correction method. The load correction rates \hat{L}_t^r are determined by following least square method based on regression model:

$$\hat{L}_t^r = w_0 + w_1 W_t H_t + w_2 T_t^r + w_3 \text{Day} \quad (5)$$

$$L_t^r = L_t^{t \min} / L_t^{t \max} \quad (6)$$

$$T_t^r = T_t^{t \min} / T_t^{t \max} \quad (7)$$

$$L_t^{\text{new}} = L_t^{\text{old}} \cdot \hat{L}_t^r \quad (8)$$

\hat{L}_t^r is forecasted load correction rate; $L_t^{t \max}$ and $L_t^{t \min}$ are load data of similar days from (3) and (4) respectively; L_t^r is deviation rate between $L_t^{t \min}$ and $L_t^{t \max}$; $T_t^{t \max}$ and $T_t^{t \min}$ are temperature data of selected similar days from (3) and (4) respectively; T_t^r is deviation rate between $T_t^{t \min}$ and $T_t^{t \max}$; H_t is hour (1–24 hour); Day is a day of the week (weekday: 4, Saturday: 3, Sunday: 2, Sunday: 1); L_t^{new} is a corrected load of past days; L_t^{old} is an original load data of past days; w_0 – w_3 are the weighted factor on regression model shown in (5), and W_t is the weighted factor on each hour.

To change the degree of correction on each hour, the following sigmoid function is used in (5):

$$W_t = \frac{0.6}{1 + \exp(-t + 8)} + 0.2 \quad (9)$$

where t ($t = 1-24$) is in hour.

The load correction procedure is summarized as follows:

- p 1) Select past days that have similar loads to the forecast day by using forecasted maximum temperature as criteria with the help of (3). We assume July 1996 is the month of selected similar days.
- p 2) Select another past days that have similar loads to the forecast day by using forecasted minimum temperature as criteria with the help of (4). We assume May 1996 is the month of selected past days.
- p 3) Calculate the deviation rate for load and temperature between two terms using (6) and (7) respectively.
- p 4) Generate the regression model shown in (5) using hour, day of the week, and calculated data on Step 3.
- p 5) Substitute the calculated value of temperature deviation rate between the forecast day (May, 1997) and the selected past days (July, 1996) into (5). Hence, calculate the load correction rate on each hour.
- p 6) Using (8), obtain the suitable new load data to train the neural network by applying load correction rate calculated in Step 5 for July 1996.
- p 7) Use the load data obtained in Step 6 as input variables to the neural network.

4.2 III. NEURAL NETWORK

The neural network employed in traditional prediction methods use all similar days data to learn the trend of similarity. However, learning all similar days data is a complex task. Hence the neural network structure and learning time, we use a neural network as shown in Fig. 3. The network

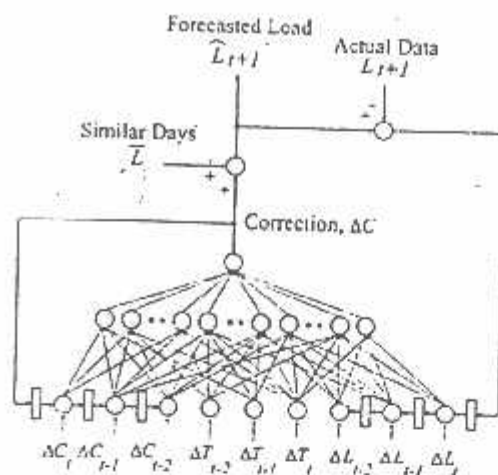


Fig. 3. Neural network model.

model is composed of one input layer, one hidden layer, and one output layer. Each layer has a feed-forward connection. As can be seen in the Fig. 3, the blocks represent the discrete delay blocks, which are used to memorize the previous activations and can be considered to function one-step time delays. The network has 9 input units, 20 hidden units, and 1 output unit.

In the proposed prediction method, the forecasted load is obtained by adding a correction to the selected similar days data, and the correction is obtained from the neural network. The neural network uses the deviation of load and temperature as learning data.

The variables of the proposed neural network are: Forecasted load, \hat{L}_{t+1} ; Mean similar days data, \bar{L} ; Actual load, L_{t+1} ; Deviation of temperature between forecast day and similar day, ΔT_{t-k} ; Correction for forecasting the load, ΔC_{t-k} ; and Deviation of load between forecast day and similar day, ΔL_{t-k} for $k = 0-2$

$$\Delta L_{t-k} = \bar{L}_{t-k} - L_{t-k} \quad (10)$$

$$\Delta T_{t-k} = T_{t-k} - T_{t-k}^p \quad (11)$$

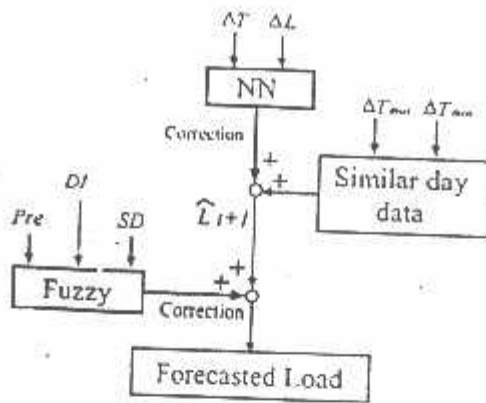
where T_{t-k} is the temperature on a forecast day, T_{t-k}^p is the temperature on similar days.

The following energy function is used as a termination criteria during the learning procedure

$$E = \frac{1}{2} \sum (\Delta C - \Delta C^*)^2 \quad (12)$$

where ΔC and ΔC^* are network output and desired output, respectively.

For learning the neural network, we adopt the well known back propagation algorithm [27] and on-line learning using feedback data that consists of correction and forecast errors. The neural network is trained by using the data of past 30 days from the day before a forecast day, and past 60 days before and after the forecast day in the previous year. Hence, the total learning days are 90 days. The training of neural network continues until and unless the error becomes constant. After the error becomes constant, the learning procedure terminates. If the forecast time is changed, the neural network is retrained to obtain the relationship between load and temperature around the forecast day.



Flow of load forecasting using fuzzy logic and neural network.

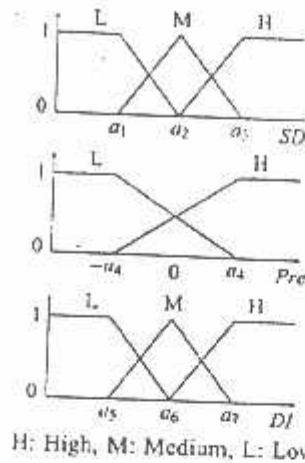


Fig. 5. Membership functions for input variables.

LOAD FORECASTING USING FUZZY LOGIC APPROACH

In the last decade, a great deal of attention has been paid to the use of artificial neural network to model load. However, conventional artificial neural network based load forecasting techniques have limitations especially when weather changes are seasonal. Hence, we propose a correction method by using fuzzy logic approach in which fuzzy logic, based on similar days, corrects the neural network output to obtain the better forecasting results. Fuzzy logic approach has an advantage of dealing with nonlinear parts of recasted load curves, and also, when there is an abrupt change in environmental or weather variables.

In this study, special days, precipitation and discomfort index are used as fuzzy data for the fuzzy network. These input variables of the fuzzy network are not considered in neural network model in order to avoid complexity, and also, it is a difficult task for the neural network to treat with fuzzy data. The proposed model deals with the nonlinear aspects with good accuracy, and using fuzzy logic approach, better results are

The corresponding load forecasting flow diagram is shown in Fig. 4. The corrected similar days output obtained from the neural network is corrected by the fuzzy logic approach. Each parameter of fuzzy network is defined as follows.

Special days: SD

In this paper, the followings are used as day type parameters for the membership functions.

Special days: 1, National holiday; 2, Ordinary day; 3

Precipitation: Pre

From the analysis of correlation between load and rainfall, we confirm that the rainfall has an influence on the load patterns. Therefore, the following two values are used as weather parameters of membership functions for input variables.

Rain: -1, No rain: 1

Discomfort index: DI

It is well-known that short-term load forecasting is highly affected by weather factors like temperature, humidity, etc. The combination of heat and high humidity is discomfort. The discomfort index has an effect on

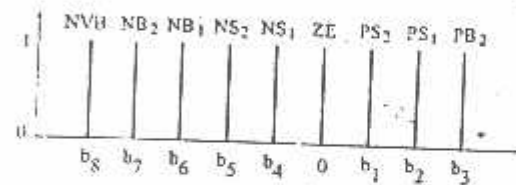


Fig. 6. Membership functions for output variables.

TABLE I
PARAMETERS OF MEMBERSHIP FUNCTIONS FOR INPUT VARIABLES

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
1	2	3	1	72	74	76

the load, and its value is useful to determine the changes in the load rate. Hence, discomfort index that reflects temperature and humidity is employed in this paper. An equation for calculating discomfort index is given as

$$DI_{t+1} = 0.81T_{t+1} + 0.01U_{t+1}(0.99T_{t+1} - 14.3) + 46.3 \quad (13)$$

where DI_{t+1} is discomfort index, T_{t+1} is forecasted temperature ($^{\circ}C$), and U_{t+1} is forecasted relative humidity [%] at $(t + 1)$ hour [14].

In this paper, we determined discomfort index on the basis of analysis of correlations between load changes and discomfort index as follows:

$$\begin{cases} \text{Comfort: } DI \leq 72 \\ \text{Slightly discomfort: } 72 < DI < 76 \\ \text{Discomfort: } DI \geq 76 \end{cases}$$

The purpose of creating the above three categories is to show the effectiveness of discomfort. Reference [14] states that DI has some accumulative effect which forces customers to keep the same behavior pattern as that of the previous days unless the environment drastically changes.

Membership functions of the fuzzy sets are shown in Figs. 5 and 6. The singleton values for output fuzzy sets were selected to reduce the computational burden of defuzzification. The membership function parameters of the fuzzy sets are shown in Tables I-III. The fuzzy rules are represented in a linguistic form in Table IV. These rules are formulated based on the experience gained.

TABLE II
PARAMETERS OF MEMBERSHIP FUNCTIONS FOR OUTPUT VARIABLES
(FOR ORDINARY DAYS)

b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
1	3	4	-1	-2	-3	-1	-1

TABLE III
PARAMETERS OF MEMBERSHIP FUNCTIONS FOR OUTPUT VARIABLES
(FOR SPECIAL DAYS)

b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8
0.4	0.6	0.8	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	-0.5

TABLE IV
FUZZY RULES

Rule	SD	Pre	DI	α
R^1	H	H	H	PB ₂
R^2	H	H	M	PS ₁
R^3	M	H	H	PS ₂
R^4	M	H	M	NS ₁
R^5	H	H	L	NS ₁
R^6	H	L	H	NS ₂
R^7	L	H	H	NS ₁
R^8	M	L	H	NB ₁
R^9	H	L	M	NS ₂
R^{10}	L	H	M	NS ₂
R^{11}	M	H	L	NS ₁
R^{12}	M	L	M	NB ₂
R^{13}	H	L	L	ZE
R^{14}	L	H	L	NB ₁
R^{15}	L	L	H	NB ₂
R^{16}	M	L	L	NB ₂
R^{17}	L	L	M	NVB
R^{18}	L	L	L	NVB

H: High, M: Medium, L: Low, P: Positive,
N: Negative, V: Very, B: Big, S: Small, ZE: Zero

For example, if the membership of SD_i is μ_{SD_i} , that of Pre_i is μ_{Pre_i} , and that of DI_i is μ_{DI_i} , the firing strength, μ_i , of the rule is calculated based on min operator. The firing strength of each rule is calculated as follows:

$$\mu_i = \min(\mu_{SD_i}, \mu_{Pre_i}, \mu_{DI_i}) \quad (14)$$

After the firing strength μ_i is calculated for all rules, the correction rate W^* is obtained by a weighted average given by the relation

$$W^* = \frac{\sum_{i=1}^{18} \mu_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^{18} \mu_i} \quad (15)$$

where α_i is a value of consequent parts on i -th rule on the selected similar days.

The forecasted load from the neural network is obtained by applying correction to the selected similar days data. The fuzzy logic then adds correction (W^*) to the neural network output to get the final forecasted load, \hat{L}_{t+1} . Hence, a fuzzy logic, based on similar days, corrects the neural network output to obtain the better forecasting results. The forecasted load from the proposed method is expressed as

$$\hat{L}_{t+1} = (1 + W^*) L_{t+1} \quad (16)$$

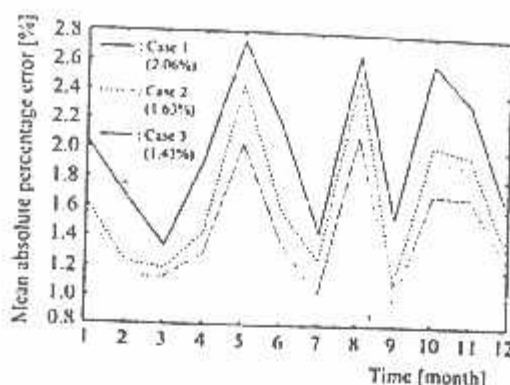


Fig. 7. Mean absolute percentage error corresponding to month.

V. SIMULATION RESULTS

The performance of the developed method for short-term load forecasting has been tested using the actual load and temperature data (for the year 1995 to 1997) of Okinawa Electric Power Company. A computer programming software, C-language, was used for the numerical simulations, i.e., built in-house. Load forecasting is done for the year 1997.

To verify the predictive ability of the proposed method, we perform simulations for three cases indicated as follows:

- Case 1) Forecasting the load curve using only similar day
- Case 2) Forecasting the load curve using neural network.
- Case 3) Forecasting the load curve using both neural network and fuzzy logic approach (hybrid correction method).

The load forecast by the fuzzy-neural forecaster was compared to the actual load data and the error is calculated. The principal statistics used to evaluate the performance of these models: mean absolute percentage error (MAPE), is defined as

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|P_A - P_F|}{P_A} \times 100 \quad (17)$$

where P_A is the actual load, P_F is the forecasted load, N is the number of data points.

With the proposed method, MAPE corresponding to month for all the cases in the year 1997 is shown in Fig. 7. For fair comparison, all the three cases are evaluated using the same data sets. As can be seen from Fig. 7 that the prediction ability of Case-3 is better than other cases especially on March, July and September, where the weather changes are seasonal. Addition of the fuzzy logic correction to the neural network output results in a 12% reduction in MAPE. It can be seen that the proposed hybrid correction method can predict the system load accurately. Hence, weather information are adopted as input variables for that purpose.

Fig. 8 shows one day ahead hourly forecasting results. The forecasting was performed on May 9, 1997. As can be seen from Fig. 8(a) that the actual load curve is much lower than other forecasted load curves till 7 AM in consequence of much rainfall. Forecasted load curves are based on similar days. Therefore, when an actual load curve has special shape, similar days are not properly selected and it results into increase in forecast error. However, in this paper, we proposed the load correction method

```

unit U_HybridCorrection_Utama;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
  Dialogs, ComCtrls, ExtCtrls, Menus, Buttons, StdCtrls, jpeg;

type
  TFrmUtama = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    StatusBar1: TStatusBar;
    Image1: TImage;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    MainMenu1: TMainMenu;
    File1: TMenuItem;
    LoadDataTraining1: TMenuItem;
    LoadDataAktual1: TMenuItem;
    N1: TMenuItem;
    N2: TMenuItem;
    Shape1: TShape;
    Shape2: TShape;
    Shape3: TShape;
    Shape4: TShape;
    Shape5: TShape;
    Petunjuk1: TMenuItem;
    procedure SpeedButton1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure LoadDataTraining1Click(Sender: TObject);
    procedure LoadDataAktual1Click(Sender: TObject);
    procedure N1Click(Sender: TObject);
    procedure Petunjuk1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  FrmUtama: TFrmUtama;

implementation

uses UFuzzy, Banjir_Child, UFuncsiFuzzybanjir, UNew_Function, Ujalan;

```

```
{SR *.dfm}
```

```
procedure TFrmUtama.SpeedButton1Click(Sender: TObject);  
begin  
close;  
end;
```

```
procedure TFrmUtama.FormShow(Sender: TObject);  
//var data:integer;  
begin  
Form3.counter_lampu:=0;  
{If FileExists('c:\system.driv')=False then  
Pengaman('C:\system.driv',0)  
else  
begin  
data:=FCekMyProg('c:\system.driv');  
if data=3 then  
begin  
Application.MessageBox('Its not valid Win32 Application','Warning',MB_OK or  
MB_ICONERROR);  
close;  
end  
else  
begin  
inc(data);  
Pengaman('c:\system.driv',data);  
end;  
end;  
}end;
```

```
procedure TFrmUtama.LoadDataTraining1Click(Sender: TObject);  
var Kotak_Open:TOpenDialog;  
i:integer;  
begin  
If Frmanak.StringGrid4.ColCount<>2 then Begin  
Kotak_Open:=TOpenDialog.Create(Self);  
Kotak_Open.Filter:='Bst File|*.bst';  
If Kotak_Open.Execute then begin  
  
Global_Beban:=FLoadFileBeban(Kotak_Open.FileName,Frmanak.Sgcurah,frmanak.SGinflow);  
  
Frmanak.ComboBox1.Items.Clear;  
For i:=Low(Global_Beban) to High(Global_Beban)do  
Frmanak.ComboBox1.Items.Add(inttostr(i));
```

```

end
else
  Frmanak.BitBtn1.Visible:=False;

  If Kotak_Open.Execute then begin

Global_Beban_A:=FLoadFileBeban(Kotak_Open.FileName,Frmanak.StringGrid2
,frmanak.StringGrid3);

  Frmanak.ComboBox1.Items.Clear;
  For i:=Low(Global_Beban) to High(Global_Beban)do
  Frmanak.ComboBox1.Items.Add(inttostr(i));

  Frmanak.BitBtn1.Visible:=True;
  Frmanak.Caption:='Peramalan Beban - '+Kotak_Open.FileName;
  Frmanak.Show;
  end
  else
  Frmanak.BitBtn1.Visible:=False;

  Kotak_Open.Free;

end
else
  ShowMessage('Inputkan data aktual terlebih dahulu');

end;

procedure TFrmUtama.LoadDataAktual1Click(Sender: TObject);
var Kotak_Open:TOpenDialog;
    i:integer;
begin

  Kotak_Open:=TOpenDialog.Create(Self);
  Kotak_Open.Filter:='Bst File|*.bst';
  If Kotak_Open.Execute then begin

Global_aktual:=FLoadFileBeban(Kotak_Open.FileName,Frmanak.StringGrid4,fr
manak.SGinflow);

  Frmanak.ComboBox1.Items.Clear;
  For i:=Low(Global_aktual) to High(Global_aktual)do
  Frmanak.ComboBox1.Items.Add(inttostr(i));

  end
  else

```

```

    Frmanak.BitBtn1.Visible:=False;
    Kotak_Open.Free;
end;

procedure TFrmUtama.N1Click(Sender: TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TFrmUtama.Petunjuk1Click(Sender: TObject);
Var s:string;
begin
    S:='1.Inputkan 2 bulan data historis untuk Training'
    +#13+
    '2.Inputkan 1 bulan data aktual untuk aplikasinya'
    +#13+
    '3.Set parameter algoritma, klik [Ramal Beban] --> [Set Parameter] --> [Use
Standard]'
    +#13+
    '4.Pilih Target output, klik [Predict]'
    +#13+
    '5.Hasil dapat dilihat, klik [Result] atau klik [Grafik]'
    ;
    ShowMessage(s);

end;

end.

```

```

unit UNew_Function;

interface

uses windows,sysutils,ShellApi,ComCtrls,Grids,Dialogs,Math,stdctrls,classes;

const
  Januari=1;
  Februari=2;
  Maret=3;
  April=4;
  Mei=5;
  Juni=6;
  Juli=7;
  Agustus=8;
  September=9;
  Oktober=10;
  November=11;
  Desember=12;

Type  TInterval= record
      max,min,rata_rata:real;
      batas_numeris:array of real;
      end;

Type  THari=packed record
      ke:integer;
      Input:TInput;
      OutPut:TOutput;
      end;

type  TBulan=packed record
      nama:Januari..Desember;
      hari:array of THari;
      end;

Type  TData=packed record
      bulan:TBulan;
      end;

      TRandom=array of real;

Type  Tfrekwensi=packed record
      kemunculan:integer;

```

```

    beban:double;
    Distribusi_densitas,Kumulatif_Distribusi:real;
    MinTag_Number,MaxTagNumber:real;
    end;
    TPrioritasFrek=array of Tfrekwensi;

Type    Ttemperature = packed record
    max,min,rata:double;
    end;

Type    TbebanJamramal = packed record
    bebanjam:array [1..24] of Double;
    LearningRate:array [1..24] of real;
    end;

Type    THariramal = packed record
    Hari:integer;
    Frek:TPrioritasFrek;
    jam:TbebanJamramal;
    Temperature:Ttemperature;
    hasilBebanramalan:TbebanJamramal;
    end;

TTanggal=array [1..31] of THariramal;

TParameter=array[Januari..Desember]of TData;

var    Parameter_I_O:TParameter;
    max_in,min_in,max_out,min_out
    ,max_curah,min_curah
    ,max_elev,min_elev,elev_kritis,out_kritis:Real;
    Batas_Parameter:TBatas;
    Global_Beban,Global_Beban_A,Global_aktual:TTanggal;

Function FGetFrekwensiBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
Function FKumulatifDistribusiBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
Function FSetTagNumberBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
Function FAdditiveRandom(nkali:integer):TRandom;
Function FCekRate(rating:TRandom;rate:real):Boolean;
Function
FLearning(DataLearning:THariramal;Probabilitas:TRandom;toleransi,rate:real;In
dikator:TProgressBar;max:integer):THariramal;
Function FGetTarget(DataLearning1,DataLearning2:THariramal):THariramal;
Procedure
PSaveFile(Path:string;Buffercurah,bufferinflow,bufferoutflow:TStringGrid);

```

```

Function
FLoadFileBeban(Path:string;Buffercurah,bufferinflow:TStringGrid):TTanggal;
Function
Function FProb_Kurva_Naik(a,b,X:real):Real;
Function FProb_Kurva_Turun(a,b,X:real):Real;
Function FDomain_Kurva_turun(a,b,mu_X:real):Real;
Function FDomain_Kurva_Naik(a,b,mu_X:real):Real;
function RealToStr(Num:double;Pecahan:byte):String;
function SetPanjangAngka(Num:double;Panjang:byte):Real;
Procedure PSimpanFileHasil(Path:string;Buffer:TStringGrid);
Function
FSetRangeParameter(maximum,rminimum:real;jum_node:integer):Tinterval;
Function FGetMinMaxawal(data:TParameter):TStatistik;

```

```

Var Hasilramal:TTanggal;

```

```

implementation

```

```

uses Ualgviev;

```

```

Procedure PSimpanFileIhasil(Path:string;Buffer:TStringGrid);

```

```

var Filenya:TextFile;
    data:string;
    stringlist:TStringList;
    jum_col,jum_row,i,j:integer;

```

```

begin

```

```

AssignFile(Filenya,path);
Rewrite(Filenya);
jum_col:=Buffer.ColCount;
jum_row:=Buffer.RowCount;
stringlist:=TStringList.Create;
For i:=0 to jum_row-1 do
Begin
stringlist.Clear;
stringlist.AddStrings(Buffer.Rows[i]);
data:= "";
For j:=0 to stringlist.Count-1 do
Data:=data+' '+stringlist.Strings[j];

```

```

Writeln(filenya,data);
end;
stringlist.Free;
CloseFile(filenya);
end;

```

```

Function FCekRate(rating:TRandom;rate:real):Boolean;
Var i,x:integer;
Begin
x:=0;
For i:=Low(rating) to High(rating) do
Begin
If rating[i]<rate then inc(x);
end;
If x>=2 then Result:=false else Result:=true;
end;
Function FGetTarget(DataLearning1,DataLearning2:THariramal):THariramal;
Var beban1,beban2:real;
LearningRate1,LearningRate2,minlearn,ramalan:Real;
i:integer;
Begin
For i:=1 to 24 do
Begin
beban1:=DataLearning1.hasilBebanramalan.bebanjam[i];
beban2:=DataLearning2.hasilBebanramalan.bebanjam[i];
LearningRate1:=DataLearning1.hasilBebanramalan.bebanjam[i];
LearningRate2:=DataLearning2.hasilBebanramalan.bebanjam[i];
minlearn:=min(LearningRate1,LearningRate2);
ramalan:=((LearningRate1*beban1)+(LearningRate2*beban2))
/(LearningRate1+LearningRate2);
ramalan:=((minlearn*beban1)+(minlearn*beban2))
/(LearningRate1+LearningRate2);

Result.hasilBebanramalan.bebanjam[i]:=ramalan;
end;

end;
Function
FLearning(DataLearning:THariramal;Probabilitas:TRandom;toleransi,rate:real;In
dikator:TProgressBar;max:integer):THariramal;
Var i,j,count:integer;
Tagmin,Tagmax:real;
iterasi:boolean;
Begin
Result:=DataLearning;
Indikator.Min:=0;
Indikator.Max:=High(Probabilitas);
For i:=Low(Probabilitas) to High(Probabilitas)do
Begin
Indikator.Position:=i;
For j:=Low(Result.Frek) to High(Result.Frek) do
Begin

```

```

Tagmin:=Result.Frek[j].MinTag_Number;
Tagmax:=Result.Frek[j].MaxTagNumber;
iterasi:=true;
count:=0;
While iterasi=true do begin
inc(count);
Result.hasilBebanramalan.LearningRate[i+1]:=Probabilitas[i];
If (Probabilitas[i]>=Tagmin)and(Probabilitas[i]<=Tagmax)then
Result.hasilBebanramalar.bebanjam[i+1]:=Result.Frek[j].beban;
if
(Result.hasilBebanramalan.bebanjam[i+1]<=Result.jam.bebanjam[i+1]+(Result.ja
m.bebanjam[i+1]*toleransi))
and
(Result.hasilBebanramalan.bebanjam[i+1]>=Result.jam.bebanjam[i+1]-
(Result.jam.bebanjam[i+1]*toleransi))
or
(count=max)
or
(FCekRate(Probabilitas,rate)=false)
then
iterasi:=false
else
Probabilitas:=FAdditiveRandom(24);

end;
end;
end;
Function FRandom(nkali:integer):TRandom;
var i:integer;
Begin
Setlength(Result,nkali);
For i:=0 to nkali-1 do
Result[i]:=RandomRange(10,1000)/10;
end;
function SetPanjangAngka(Num:double;Panjang:byte):Real;
var temp,temp1:string;
i:integer;
Begin
temp:=FloatToStr(Num);
Setlength(Temp1,Panjang);
For i:=1 to Panjang do
Temp1[i]:=Temp[i];
Result:=StrToFloat(temp1);
end;

```

```

function RealToStr(Num:double;Pecahan:byte):String;
var Hasil:String;
    le:byte;
begin
    le:=sizeof(Num);
    Str(Num:le:Pecahan,Hasil);
    Result:=Hasil;
end;

Function FSetTagNumberBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
Var i:integer;
Begin
Result:=Databeban;
For i:=0 to Length(Result.Frek)-1 do
Begin
If i=0 then
    Result.Frek[i].MinTag_Number:=0
else
    Result.Frek[i].MinTag_Number:=Result.Frek[i-1].MaxTagNumber+1;

If i=High(Result.Frek) then
    Result.Frek[i].MaxTagNumber:=99
else

Result.Frek[i].MaxTagNumber:=SetPanjangAngka(Result.Frek[i].Kumulatif_Distribusi*100,2);

end;
end;
Function FKumulatifDistribusiBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
var i:integer;
Begin
Result:=Databeban;
For i:=0 to Length(Result.Frek)-1 do
Begin
if i=0 then
    Result.Frek[i].Kumulatif_Distribusi:=Result.Frek[i].Distribusi_densitas
else
    Result.Frek[i].Kumulatif_Distribusi:=Result.Frek[i-1].Kumulatif_Distribusi+Result.Frek[i].Distribusi_densitas;
end;

end;

Function FGetFrekwensiBeban(Databeban:THariramal):THariramal;
Var i,j,k,tanda:integer;
    Frek:TPrioritasFrek;

```

```

    jum_prioritas,jum_fre:k:integer;
Begin
Result:=Databeban;
jum_prioritas:=0;
For i:=1 to 24 do
Begin
tanda:=0;

For j:=1 to 24 do
Begin
If i<>j then
If Result.jam.bebanjam[i]<>Result.jam.bebanjam[j] then
Begin

For k:=0 to Length(Frek)-1 do
If Result.jam.bebanjam[i]=Frek[k].beban then
Inc(tanda);
if tanda=0 then begin
inc(jum_prioritas);
SetLength(Frek,jum_prioritas);
Frek[jum_prioritas-1].beban:=Result.jam.bebanjam[i];
end;
end;
end;
end;

For i:=0 to Length(Frek)-1 do
Begin
For j:=1 to 24 do
If Frek[i].beban=Result.jam.bebanjam[j] then
Inc(Frek[i].kemunculan);
end;

jum_fre:k:=0;
For i:=0 to Length(Frek)-1 do
jum_fre:=jum_fre+Frek[i].kemunculan;

For i:=0 to Length(Frek)-1 do
Frek[i].Distribusi_densitas:=Se:PanjangAngka(Frek[i].kemunculan/jum_fre,4);
Frek[i].Distribusi_densitas:=Frek[i].kemunculan/jum_fre;

Result.Frek:=Frek;
end;
Function
FLoadFileBeban(Path:string;Buffercurah,bufferinflow:TStringGrid):TTanggal;
var Filenya:TextFile;

```

```

data:string;
jam,i,j,k,har:integer;
datanya:array [1..31] of double;
dataramal:TTanggal;
Tmax,Tmin,Trata:real;
Begin
AssignFile(Filenya,path);
Reset(Filenya);
Readln(filcnya,har);
jam:=Buffercurah.RowCount-1;
Buffercurah.ColCount:=har+1;
  For i:=1 to jam do
    begin //baca hari pada jam ke-i
      if har=31 then
        Readln(filcnya,datanya[1],datanya[2],datanya[3],datanya[4]
          ,datanya[5],datanya[6],datanya[7],datanya[8],datanya[9],datanya[10]
          ,datanya[11],datanya[12],datanya[13],datanya[14],datanya[15],datanya[16],datan
          ya[17]
          ,datanya[18],datanya[19],datanya[20],datanya[21],datanya[22],datanya[23],datan
          ya[24]
          ,datanya[25],datanya[26],datanya[27],datanya[28],datanya[29],datanya[30],datan
          ya[31])
        else
          If har=30 then
            Readln(filcnya,datanya[1],datanya[2],datanya[3],datanya[4]
              ,datanya[5],datanya[6],datanya[7],datanya[8],datanya[9],datanya[10]
              ,datanya[11],datanya[12],datanya[13],datanya[14],datanya[15],datanya[16],datan
              ya[17]
              ,datanya[18],datanya[19],datanya[20],datanya[21],datanya[22],datanya[23],datan
              ya[24]
              ,datanya[25],datanya[26],datanya[27],datanya[28],datanya[29],datanya[30])
            else
              If har=29 then
                Readln(filcnya,datanya[1],datanya[2],datanya[3],datanya[4]
                  ,datanya[5],datanya[6],datanya[7],datanya[8],datanya[9],datanya[10]
                  ,datanya[11],datanya[12],datanya[13],datanya[14],datanya[15],datanya[16],datan
                  ya[17]

```

```

,datanya[18],datanya[19],datanya[20],datanya[21],datanya[22],datanya[23],datan
ya[24]
    ,datanya[25],datanya[26],catanya[27],datanya[28],datanya[29])
else
    If har=28 then
        Readln(filanya,datanya[1],datanya[2],datanya[3],datanya[4]
            ,datanya[5],datanya[6],datanya[7],datanya[8],datanya[9],datanya[10]

,datanya[11],datanya[12],datanya[13],datanya[14],datanya[15],datanya[16],datan
ya[17]

,datanya[18],datanya[19],datanya[20],datanya[21],datanya[22],datanya[23],datan
ya[24]
    ,datanya[25],datanya[26],datanya[27],datanya[28]);

//jam ke-i

For k:=1 to Buffercurah.ColCount do //k conter hari (x), i conter jam (y)
    Begin
        dataramal[k].jam.bebanjam[i]:=datanya[k];
        Buffercurah.cells[k,i]:=FloatToStr(datanya[k]);
    end;

end;

bufferinflow.RowCount:=har+1;
For i:=1 to har do
    Begin
        Readln(filanya,Trata,Tmax,Tmin);
        dataramal[i].Temperature.max:=Tmax;
        dataramal[i].Temperature.min:=Tmin;
        dataramal[i].Temperature.rata:=Trata;
        bufferinflow.cells[1,i]:=FloatToStr(Trata);
        bufferinflow.cells[2,i]:=FloatToStr(Tmax);
        bufferinflow.cells[3,i]:=FloatToStr(Tmin);
    end;

CloseFile(Filanya);
Result:=dataramal;
end;

Lines.Add('Nilai Kepadatan 3 = '+FloatToStr(hasil.nilai));
Lines.Add('Predikat Final =
'+FPredikattoString(hasil.Predika:_Himp_Certainly));

```

```

end;

end;

end;
Procedure
PSaveFile(Path:string;Buffercurah,bufferinflow,bufferoutflow:TStringGrid);
var Filenya:TextFile;
    bar,i:integer;
    datanya:Tstrings;
    spasi:char;
Begin
AssignFile(Filenya,path+'.bst');
Rewrite(Filenya);
bar:=Buffercurah.RowCount-1;
spasi:=' ';
datanya:=TStrings.Create;

    For i:=1 to bar do
    begin
        datanya:=Buffercurah.Rows[i];

WriteLn(filenya,datanya[1],spasi+datanya[2],spasi+datanya[3],spasi+datanya[4],s
pasi+datanya[5]

,spasi+datanya[6],spasi+datanya[7],spasi+datanya[8],spasi+datanya[9],spasi+data
nya[10],spasi+datanya[11],spasi+datanya[12]);

    end;

    For i:=1 to bar do
    begin
        datanya:=bufferinflow.Rows[i];

WriteLn(filenya,datanya[1],spasi+datanya[2],spasi+datanya[3],spasi+datanya[4],s
pasi+datanya[5]

,spasi+datanya[6],spasi+datanya[7],spasi+datanya[8],spasi+datanya[9],spasi+data
nya[10],spasi+datanya[11],spasi+datanya[12]);

    end;

    For i:=1 to bar do
    begin
        datanya:=bufferoutflow.Rows[i];

```

```
WriteLn(filanya,datanya[1],spasi+datanya[2],spasi+datanya[3],spasi+datanya[4],s  
pasi+datanya[5]
```

```
,spasi+datanya[6],spasi+datanya[7],spasi+datanya[8],spasi+datanya[9],spasi+data  
nya[10],spasi+datanya[11],spasi+datanya[12]);
```

```
end;
```

```
CloseFile(Filenya);
```

```
end;
```

```
end. ....
```
