

**PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA
PT. PLN WILAYAH BLITAR**

SKRIPSI



Disusun oleh :
Aviv Septian Ricky
NIM : 10.12.027



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA
PT. PLN WILAYAH BLITAR**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Energi Listrik Strata Satu (S-1)*

Disusun Oleh :

AVIV SEPTIAN RICKY

NIM : 10.12.027

Diperiksa dan Disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT)
NIP.Y.1018800189

(Bambang Prio Hartono, ST,MT)
NIP.Y.1028400082

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DARTAR GRAFIK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Beban Listrik.....	4
2.1.1. Jenis Beban Listrik.....	5
2.2. Klasifikasi Beban.....	6
2.3. Karakteristik Beban.....	7
2.3.1. Karakteristik Beban untuk Industri Besar.....	8
2.3.2. Karakteristik Beban untuk Industri Kecil.....	8
2.3.3. Karakteristik Beban Daerah Bisnis.....	8
2.3.4. Karakteristik Beban untuk Rumah Tangga.....	8
2.3.5. Karakteristik Beban untuk Penerangan Jalan.....	8
2.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kebutuhan Energi Listrik.....	8
2.5. Cara-Cara Memperkirakan Energi Listrik.....	9
2.5.1. Perkiraan Energi Jangka Panjang.....	9
2.5.2. Perkiraan Energi Jangka Menengah.....	10
2.5.1. Perkiraan Energi Jangka Pendek.....	10
2.6. Metodologi Perkiraan.....	10

2.24.4. Algoritma Gradien <i>Conjugate</i> (<i>traincgf</i> , <i>traincgp</i> , <i>traincgb</i>).....	32
2.25. MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	32
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1. Alur Penelitian.....	33
3.1.1 Studi Literatur.....	33
3.1.2 Pengumpulan Data.....	33
3.1.3 Metode Artificial Neural Network.....	35
3.1.4 Memasukkan data ke dalam Metode ANN.....	36
3.1.5 Melakukan Pelatihan.....	36
3.1.6 MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	37
3.1.7 Melakukan Prakiraan.....	37
3.1.8 Melakukan Analisa Data.....	38
3.1.9 Kesimpulan.....	38
3.2. Flowchart.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Penggolongan Data.....	40
4.1.1. Data Teknis.....	40
4.1.2. Data Non Teknis.....	40
4.2. Pemisahan Data.....	41
4.3. Sigmoid Biner.....	42
4.4. Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i>	46
4.4.1. Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Pelatihan.....	46
4.4.2. Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Pengujian.....	46
4.4.3. Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Prakiraan.....	47
4.5. Pengolahan Data.....	47
4.6. Perhitungan MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>).....	50
4.7. Simulasi.....	51
4.7.1. Beban Puncak.....	52
4.7.2. Daya terpasang.....	54
BAB V PENUTUP	56
5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Syaraf Manusia.....	13
Gambar 2.2 Jaringan Sederhana	16
Gambar 2.3 Struktur <i>Neuron</i> Pada Jaringan Syaraf	16
Gambar 2.4 Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal.....	18
Gambar 2.5 Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan	19
Gambar 2.6 Fungsi Aktifasi JST	19
Gambar 2.7 Arsitektur <i>Neural Network</i>	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Pelatihan	46
Gambar 4.2 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Pengujian	46
Gambar 4.3 Arsitektur <i>Artificial Neural Network</i> Prakiraan.....	47
Gambar 4.4 Algoritma <i>Artificial Neural Network</i>	47
Gambar 4.5 Proses <i>Training</i>	48
Gambar 4.6 Proses Pengujian.....	49
Gambar 4.7 Simulasi Prakiraan Beban Listrik	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Teknis	5
Tabel 3.2 Data Non Teknis	5
Tabel 4.1 Data Teknis	40
Tabel 4.2 Data Non Teknis	41
Tabel 4.3 Data Pelatihan.....	42
Tabel 4.4 Data Pengujian.....	42
Tabel 4.5 Sigmoid Biner Data Teknis	45
Tabel 4.6 Sigmoid Biner Data Non Teknis	44
Tabel 4.7 Sigmoid Biner Data Pelatihan (<i>training</i>).....	45
Tabel 4.8 Sigmoid Biner Data Pengujian	45
Tabel 4.9 Sigmoid Biner Data Pengujian 2013	49
Tabel 4.10. Data Pengujian 2013.....	50
Tabel 4.11 Data Nyata 2013	50
Tabel 4.12 MAPE (<i>Mean Absolute Percentage Error</i>)	51
Tabel 4.13 Sigmoid Biner hasil Prakiraan	52
Tabel 4.14 Prakiraan Beban Puncak	52
Tabel 4.15 Prakiraan Daya Terpasang.....	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Prakiraan Beban Puncak Tahun 2014-2023	53
Grafik 4.2 Prakiraan Daya Terpasang Tahun 2014-2023	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik menduduki peranan yang sangat vital. Energi listrik bukan saja di butuhkan hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup saja, namun lebih dari itu, energi listrik di butuhkan untuk menggerakkan roda perekonomian. Tingkat pemakaian energi listrik perkapita sering dijadikan sebagai indikator kesejahteraan dan kemajuan masyarakat di suatu negara disamping indikator pendapatan perkapita. Dalam rangka penyelenggaraan penyediaan energi listrik yang lebih merata dan berkelanjutan, maka diperlukan suatu rencana penyediaan kebutuhan energi listrik. Wilayah Blitar dengan peningkatan kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat maka harus tahu secara tepat jumlah permintaan kebutuhan listrik yang harus tersedia sampai periode tertentu. Dibutuhkan prakiraan kebutuhan energi listrik jangka panjang yang dapat memberi informasi akan kebutuhan energi listrik pada periode waktu tertentu. Dengan demikian maka dalam periode waktu tertentu dapat disediakan kebutuhan energi listrik melalui perencanaan jaringannya.

Telah banyak model yang digunakan untuk prakiraan beban listrik dengan tingkat keakuratan dan kesalahan (error) yang berbeda-beda. Dalam hal ini dipilihlah metode *artificial neural network* (jaringan syaraf tiruan) . JST atau *artificial neural network* (ANN) adalah salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah tiruan dimaksudkan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses pembelajaran. Model JST yang digunakan dalam penelitian perkiraan konsumsi energi listrik adalah propagasi balik (*Backpropagation*). Kelebihan *artificial neural network* adalah mampu melakukan komputasi dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan dan menghasilkan prakiraan energi yang akurat sehingga bermanfaat sebagai acuan dalam operasi sistem pembangkitan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam skripsi ini adalah, berapa banyak energi listrik yang dibutuhkan oleh PT. PLN wilayah Kab. Blitar untuk 10 tahun ke depan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan oleh PT. PLN wilayah Kab. Blitar untuk 10 tahun ke depan dengan keakuratan atau tingkat error yang rendah menggunakan metode *artificial neural network*.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup atau batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Prakiraan beban listrik menggunakan program MATLAB 7.7.0 (R2008b)
2. Metode yang digunakan dalam prakiraan beban listrik adalah *Artificial Neural Network* dengan model *Backpropagation* atau propagasi balik.
3. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data-data dari PT. PLN area Kediri untuk zona wilayah Kab.Blitar, yaitu daya terpasang, penjualan energi listrik, jumlah pelanggan, beban puncak, serta data dari Badan Pusat Statistik Kab. Blitar yaitu jumlah penduduk, dan PDRB.

1.5 Metodologi Penelitian

Prakiraan kebutuhan energi listrik wilayah Kab. Blitar membutuhkan variable-variabel yang mempengaruhi prakiraan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. Variable-variabel tersebut adalah :

1. Variabel Kelistrikan
 - Data Daya terpasang
 - Data Beban puncak
 - Data Energi terjual
 - Data Jumlah pelanggan
-

2. Variable Ekonomi

- Produk Domestik Bruto (PDRB)/Kapita wilayah Kab. Blitar
- Jumlah penduduk

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan dibagi dalam beberapa bab dan sub bab, adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah :

- BAB I : Pendahuluan**
Membahas tentang Penguraian tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.
- BAB II : Tinjauan Pustaka**
Membahas tentang landasan teori-teori yang berhubungan dengan beban, prakiraan, serta mengenai *artificial neural network*.
- BAB III : Metode Penelitian**
Membahas mengenai alur penelitian, serta data-data yang diperoleh dari PT. PLN area Kediri untuk zona wilayah Kab. Blitar dan juga data-data dari Badan Pusat Statistik Kab. Blitar,
- BAB IV : Hasil Dan Pembahasan**
Membahas mengenai pengolahan data, mulai dari melakukan proses pelatihan, pengujian dan pada akhirnya melakukan proses prakiraan beban listrik.
- BAB V : Penutup**
Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis.
-

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beban Listrik

Pada proses operasi sistem tenaga listrik harus mempertimbangkan kebutuhan beban terhadap kesiapan unit-unit untuk beroperasi. Dari waktu ke waktu kebutuhan akan listrik selalu akan mengalami peningkatan. Peningkatan beban listrik tanpa diimbangi dengan penyediaan tenaga listrik yang memadai akan berdampak pada krisis tenaga listrik yang pada akhirnya akan ada terjadinya pemadaman listrik sehingga tarif listrik akan semakin mahal. Bila tidak ada perkiraan energi yang valid, maka yang akan terjadi nantinya adalah kapasitas daya yang dibangkitkan oleh generator tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan daya nyata^[5].

2.1.1 Jenis beban listrik

Jenis beban listrik menurut daerah biasanya digolongkan dalam beberapa golongan, yakni:

- 1) Berdasarkan lingkungan atau lokasi:
 - a. Beban pusat pertokoan
 - b. Beban perumahan
 - c. Beban perumahan luar kota
 - d. Beban pedesaan
- 2) Berdasarkan jenis pelanggan:
 - a. Beban umum
 - b. Beban industri
- 3) Berdasarkan jadwal pelayanan listrik:
 - a. Beban perumahan
 - b. Beban penerangan jalan
 - c. Beban perkantoran
 - d. Beban industri

4) Berdasarkan jenis kegiatan pelanggan:

a. Beban perumahan

Beban perumahan adalah beban yang terdiri dari peralatan-peralatan listrik yang biasa dipakai pada rumah-rumah penduduk. Beban yang harus dilayani tergantung dari sifat dan tingkat sosial seseorang. Semakin maju peradaban seseorang semakin banyak pula kebutuhan akan energi listrik. Pada beban perumahan kebutuhan maksimum biasanya berlangsung di malam hari antara pukul 18.00-22.00, dimana selama selang waktu tersebut konsumen paling banyak mengkonsumsi listrik untuk kebutuhan hiburan seperti mendengarkan radio/tape dan televisi. Beban perumahan jarang menimbulkan masa kelistrikan karena biasanya terdiri dari peralatan-peralatan listrik yang kapasitasnya kecil.

b. Beban Industri

Beban industri adalah beban pelanggan yang terdiri kelompok pabrik atau industri. Beban ini biasanya terpisah dari daerah perumahan penduduk untuk mencegah fluktuasi tegangan yang sering terjadi di industri yang dapat mengganggu peralatan rumah tangga setempat. Kapasitas daya yang digunakan oleh industri, pada umumnya lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya. Beban puncak biasanya terjadi pada siang hari karena motor-motor listrik beroperasi pada saat tersebut. Dengan demikian penyaluran daya listrik perlu diperhatikan, mengingat terhentinya penyaluran daya listrik yang relatif singkat akan menimbulkan kerugian yang cukup besar pada industri.

c. Beban usaha / Perdagangan

Beban usaha atau perdagangan adalah beban listrik yang terdiri dari peralatan-peralatan listrik yang biasa digunakan pada pusat-pusat perbelanjaan, rumah makan dan perhotelan seperti kipas angin, AC, pompa listrik dan sebagainya. Kebutuhan terbesar untuk kelompok beban ini biasanya berlangsung antara pukul 08.00 pagi, dimana pada saat itu toko-toko mulai buka dan mencapai puncaknya pada sore hari karena pada waktu tersebut beban mulai bertambah dengan bekerjanya lampu-lampu penerangan.

industri akan lebih menguntungkan karena kurva bebannya akan lebih merata. Sedangkan pada beban fasilitas umum lebih dominan pada siang dan malam hari.

Beberapa daerah operasi tenaga listrik memberikan ciri tersendiri, misalnya daerah wisata, pelanggan bisnis mempengaruhi penjualan kWh walaupun jumlah pelanggan bisnis jauh lebih kecil dibanding dengan pelanggan rumah tangga.

2.3 Karakteristik Beban

Tujuan utama dari system distribusi tenaga listrik ialah mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk atau sumber ke sejumlah pelanggan atau beban. Suatu factor utama yang paling penting, dalam perencanaan sistem distribusi adalah karakteristik dari berbagai beban.

Karakteristik beban diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh termis dari pembebanan dapat dianalisis dengan baik. Analisis tersebut termasuk dalam menentukan keadaan awal yang akan di proyeksikan dalam perencanaan selanjutnya. Penentuan karakteristik beban listrik suatu gardu distribusi sangat penting artinya untuk mengevaluasi pembebanan gardu distribusi tersebut, ataupun dalam merencanakan suatu gardu distribusi yang baru.

Karakteristik beban ini sangat memegang peranan penting dalam memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Di lain pihak sangat penting artinya dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisa rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dan suatu gardu.

Karakteristik beban listrik suatu gardu sangat tergantung pada jenis beban yang di layaninya. Hal ini akan jelas terlihat dan hasil pencatatan kurva beban suatu interval waktu. Berikut ini beberapa faktor yang menentukan karakteristik beban.

Dari pengelompokan beban tersebut secara periodik dapat dicatat besar-kecilnya beban setiap saat berdasarkan jenis beban pada tempat-tempat tertentu, sehingga dapat dibuat karakteristiknya^[13].

2.3.1 Karakteristik Beban untuk Industri Besar.

Pada industri besar (misalnya pengecoran baja) umumnya bekerja selama 24 jam, sehingga perubahan beban hanya terjadi pada saat jam kerja pagi untuk keperluan kegiatan administrasi. Perubahan beban tersebut nilainya sangat kecil jika dibanding dengan daya total yang digunakan untuk operasional industri. Selebihnya hampir kontinyu, selama 24 jam.

2.3.2 Karakteristik Beban untuk Industri Kecil.

Untuk beban harian pada industri kecil yang umumnya hanya bekerja pada siang hari saja perbedaan pemakaian tenaga listrik antara siang dan malam hari sangat mencolok, karena pada malam hari listrik hanya untuk keperluan penerangan malam.

2.3.3 Karakteristik Beban Daerah Bisnis.

Untuk daerah bisnis beban amat bervariasi dan beban puncak terjadi antara pukul 17.00 sampai dengan pukul 21.00.

2.3.4 Karakteristik Beban untuk Rumah Tangga

Pemakaian beban untuk keperluan rumah tangga dalam gambar 2.4 ialah karakteristik beban untuk rumah tangga yang mana tenaga listrik sudah merupakan kebutuhan. Misalnya penggunaan kompor listrik, setrika listrik, mesin cuci, kulkas, pemanas air listrik (heater), oven listrik, AC dan lain-lain. Rumah tangga yang pemakaian listriknya seperti tersebut diatas ialah rumah tangga dengan tarif R3 dan R4.

2.3.5 Karakteristik Beban untuk Penerangan Jalan

Pemakaian beban untuk keperluan penerangan jalan adalah yang paling sederhana, karena pada umumnya tenaga listrik hanya digunakan mulai pukul 18.00 sampai dengan pukul 06.00.

2.4 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kebutuhan Energi Listrik

Dalam membuat prakiraan kebutuhan tenaga listrik kita tidak dapat mengabaikan faktor-fakto di luar bidang kelistrikan yang berpengaruh seperti, perkembangan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangan daerah,

pertumbuhan industri dan juga beberapa kebijaksanaan pemerintah baik dari pusat maupun daerah. Bila faktor-faktor tersebut dapat diperhitungkan seluruhnya maka diharapkan hasil prakiraan akan mendekati kebenaran. Namun tidak semua faktor tersebut dibahas secara mendalam dan digunakan sebagai variabel perhitungan prakiraan.

Pertumbuhan energi listrik mempunyai korelasi yang kuat dengan aspek pengembangan komunitas dan pengembangan lahan. Faktor ekonomi seperti laju kenaikan pendapatan perkapita, data demografi, dan tata penggunaan lahan serta pengembangannya merupakan data-data input dalam proses perkiraan beban. Sedangkan output perkiraan beban tersebut dapat berupa kerapatan beban yang dapat dinyatakan dalam kVA persatuan luas pelayanan sistem distribusi energi listrik untuk skala panjang.

Perkiraan yang dilakukan dalam jangka waktu pendek, faktor-faktor eksternal seperti di atas yang perubahannya dalam jangka 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 temperature, kelembaban udara, hujan, kecepatan angin, kondisi awan termasuk kondisi abnormal seperti badai. Dari beberapa penelitian dibuktikan bahwa temperature dan kelembaban udara adalah faktor utama yang berpengaruh terhadap pola beban, sedangkan pengaruh cuaca yang lain dari hasil penelitian tersebut dapat diabaikan. Sedangkan pengaruh abnormal seperti badai yang berpengaruh besar terhadap pola beban sangat sulit diakomodasikan karena ketidak pastiannya^[3].

2.5 Cara-Cara Memperkirakan Energi Listrik

Perkiraan Energi listrik dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

2.5.1 Perkiraan Energi Jangka Panjang

Prakiraan jangka panjang adalah prakiraan untuk jangka waktu diatas satu tahun. Dalam prakiraan jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik merupakan faktor utama yang

menentukan arah prakiraan kebutuhan energi. Faktor makro tersebut diatas misalnya adalah Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB).

2.5.2 Prakiraan Energi Jangka Menengah

Prakiraan jangka menengah adalah prakiraan untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Dalam prakiraan beban jangka menengah faktor-faktor manajerial perusahaan merupakan faktor utama yang menentukan. Masalah-masalah manajerial misalnya kemampuan teknis memperluas jaringan distribusi, kemampuan teknis menyelesaikan proyek pembangkit listrik baru serta juga kemampuan teknik menyelesaikan proyek saluran transmisi.

2.5.3 Prakiraan Energi Jangka Pendek

Prakiraan energi jangka pendek adalah prakiraan untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam prakiraan jangka pendek terdapat batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan oleh prakiraan beban jangka menengah.

2.6 Metodologi Prakiraan

Secara umum terdapat empat kelompok besar metode prakiraan yang biasa digunakan oleh banyak perusahaan kelistrikan yaitu sebagai berikut:

2.6.1 Metode Analitis (*End Use*)

Metode yang dibangun berdasarkan data dan analisa penggunaan akhir pada setiap sektor pemakai energi listrik. Prinsip dasar metode analitis adalah perhitungan secara rinci pemakaian tenaga listrik oleh setiap pelanggan, untuk itu perhitungan penjualan tenaga listrik dengan metode ini harus dapat memperkirakan jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan serta konsumsi spesifiknya setiap macam peralatan sehingga metode ini disebut pula *end use*. Keuntungan metode ini ialah hasil prakiraan merupakan simulasi dari penggunaan tenaga listrik di masyarakat dengan lebih terinci serta dapat mensimulasikan perubahan teknologi, dan kebiasaan pemakai. Kelemahannya adalah dalam hal penyediaan data yang banyak dan kadang-kadang tidak tersedia (sulit diperoleh) di pusat data.

2.6.4 Metode Gabungan

Dari ketiga macam metode yaitu, analitis, ekonometri, dan kecenderungan dimana masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri-sendiri. Dengan memperhatikan keunggulan dan kekurangan dari beberapa metode tersebut banyak perusahaan listrik mulai menggunakan suatu metode yang merupakan gabungan dari beberapa metode. Sehingga akan didapat suatu metode yang tanggap terhadap pengaruh aktivitas ekonomi, harga listrik, pergeseran pola penggunaan, kemajuan teknologi, kebijaksanaan pemerintah, dan sosio geografi.

Pemilihan metode yang harus digunakan/dipilih sangat tergantung dari beberapa hal antara lain:

- tujuan prakiraan,
- subyektifitas yang membuat prakiraan,
- kemudahan metodenya serta kemudahan memperoleh data pendukungnya.

Pada setiap periode tertentu prakiraan kebutuhan tenaga listrik harus dikoreksi kembali dan disesuaikan dengan kondisi pertumbuhan keadaan yang sebenarnya [3].

2.7 Model Pendekatan Untuk Prakiraan

Model yang digunakan dalam membuat prakiraan harus dapat menggambarkan kaitan antara kebutuhan tenaga listrik dengan variabel lain yang ada dalam masyarakat seperti Produk Domestik Regional Bruto.

Untuk merumuskan kaitan tersebut dibuat model pendekatan untuk memudahkan pembuatan prakiraan. Model pendekatan yang dapat digunakan antara lain:

- *Pendekatan sektoral*

Adalah untuk menyusun prakiraan tingkat wilayah dan cabang, dengan hasil proyeksi penjualan listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, umum, dan industri.

- *Pendekatan lokasi*

Adalah untuk menyusun prakiraan pada daerah tersebar (*isolated system*), dimana daerah ini tidak terhubung dengan sistem interkoneksi, dengan hasil

proyeksi penjualan tenaga listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, umum, dan industri.

2.7.1 Model DKL 3.01

Dalam menyusun prakiraan kebutuhan tenaga listrik ini menggunakan model *DKL 3.01* yaitu suatu model yang disusun dengan menggabungkan beberapa metode seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral. Pendekatan sektoral yaitu suatu pendekatan dengan mengelompokkan pelanggan menjadi 4 sektor (rumah tangga, bisnis, umum, dan industri). Data kelistrikan yang digunakan merupakan data pemakaian energi listrik selama 5 tahun terakhir yang dilihat dari sisi konsumen PLN.

Pada model ini pendekatan yang digunakan dalam menghitung kebutuhan tenaga listrik adalah dengan mengelompokkan pelanggan menjadi empat sektor yaitu :

- *sektor rumah tangga*, terdiri dari pemakai rumah tangga dan pemakai kecil (golongan tarif R1, R2, dan R3)
- *sektor bisnis*, terdiri dari pemakai bisnis (golongan tarif B1, B2, dan B3)
- *sektor umum*, terdiri dari pemakai gedung/kantor pemerintah, lampu penerangan jalan umum, dan sosial. (golongan tarif S1, S2, P1, P2, dan P3)
- *sektor industri*, terdiri dari pemakai industri dan hotel (golongan tarif I1, I2, I3, dan I4)^[3].

2.8 Pengertian Prakiraan

Prakiraan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa^[11]. Salah satu jenis prakiraan adalah prakiraan permintaan. Prakiraan permintaan merupakan tingkat permintaan produk-produk yang diharapkan akan terealisasi untuk jangka waktu tertentu pada masa yang akan datang.

2.9 Kebutuhan Serta Kegunaan Prakiraan

Seiring terdapat waktu senjang (*time lag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Dengan adanya waktu tenggang (*lead time*) ini merupakan alasan utama bagi perencana dan prakiraan. Jika waktu tenggang ini nol atau sangat kecil, maka perencanaan tidak diperlukan. Jika waktu tenggang ini panjang dan hasil peristiwa akhir bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui, maka peramalan dapat memegang peranan penting. prakiraan diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi atau timbul sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan. Prakiraan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Perspektif mengenai prakiraan mungkin sama beragamnya dengan pandangan setiap kelompok metode ilmiah yang dianut oleh pengambil keputusan. Metode peramalan formal merupakan cara untuk membuat perbaikan tersebut terjadi. Ada dua alasan penting yang harus tetap diingat yaitu:

- a. Keberhasilan prakiraan tidak selalu bermanfaat secara langsung bagi para manajer dan pihak lainnya.
- b. Perbedaan antara peristiwa eksternal yang diluar kendali (pemerintah, pelanggan, ekonomi nasional dan pesaing) dan peristiwa internal yang dapat dikendalikan (seperti keputusan perusahaan dalam hal pemasaran atau manufaktur), sedangkan pengambilan keputusan berperan pada peristiwa internal. Perencanaan merupakan mata rantai yang memadukan kedua hal tersebut.

2.10 Dasar MATLAB

MATLAB merupakan perangkat lunak yang sangat cocok dipakai sebagai alat komputasi yang melibatkan penggunaan matriks dan vektor. Di dalam MATLAB terdapat yang dinamakan *toolbox*. Fungsi-fungsi *toolbox* tersebut dibuat untuk mempermudah perhitungan. Contohnya saja MATLAB dapat dengan mudah dipakai untuk menyelesaikan permasalahan sistem persamaan linier, program liner, hingga sistem yang kompleks.

Telah banyak model jaringan syaraf tiruan menggunakan manipulasi matriks/vektor dalam iterasinya. Maka daripada itu MATLAB merupakan perangkat lunak yang cocok untuk dipakai. Di dalam MATLAB tersedia fungsi-fungsi khusus dalam menyelesaikan vektor masukan, target, model, dan parameter yang diinginkan (laju pemahaman, dan lain-lain).

Secara keseluruhan MATLAB memiliki 6 buah jendela :

- a. *Command Window* atau yang disebut dengan jendela perintah merupakan tempat untuk memasukkan perintah-perintah yang kita inginkan. Baik perintah ataupun keluaran MATLAB muncul pada jendela perintah. Apabila terlalu lama digunakan, jendela perintah akan terlihat sangat panjang. Maka untuk menghapus semua teks di dalamnya, kita dapat memilih *clear command window* dari menu edit.
- b. Jendela daftar perintah (*command history*) merupakan tempat memuat daftar perintah yang pernah kita ketikkan.
- c. Jendela *launch pad* merupakan jendela yang berisi fasilitas yang tersedia untuk menjalankan *toolbox* dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu. Sebagai contoh untuk melihat demo program *neural network*, kita dapat memilih *neural network toolbox*.
- d. Jendela *help* digunakan sebagai jendela bantuan apabila pengguna MATLAB mengalami kesulitan dalam memilih perintah atau formatnya.
- e. Jendela direktori.
- f. Jendela *workspace*.

2.11 Dasar Teori *Artificial Neural Network*

Artificial Neural Network adalah suatu metode membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan syaraf biologis, nama *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan terjemahan dari jaringan syaraf tiruan, tetapi istilah tiruan disini berkonotasi bahwa manusia berusaha dapat membuat model sistem komputerisasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan syaraf biologis atau

Sejak lahir otak manusia mempunyai pola yang menakjubkan dikarenakan mampu membentuk sendiri pola berdasarkan pengalaman yang telah diterimanya. Kemampuan serta jumlah neuron terus mengalami perkembangan sejalan dengan pertumbuhan/perubahan fisik manusia. Neuron memiliki 3 komponen penting yaitu dendrit, soma dan axon. Dendrit akan menerima sinyal dari neuron lain, yaitu tersebut berupa impuls elektrik yang dikirim melalui celah sinaptik dengan proses kimiawi. Sinyal tersebut diperkuat/diperlemah pada celah sinaptik. Selanjutnya, soma akan menjumlahkan sinyal-sinyal yang masuk tadi. Jika jumlah tersebut cukup kuat dan melebihi batas ambang, maka sinyal tersebut selanjutnya akan diteruskan ke sel-sel lain melalui axon ^[12]. Frekuensi penerusan sinyal akan berbeda-beda hasilnya antara sel yang satu dengan sel yang lain.

Neuron biologi merupakan sistem yang *fault tolerant* ^[12]. Pertama, manusia dapat mengenali sinyal input yang diberikan serta berbeda dari yang pernah kita terima sebelumnya. Sebagai contoh manusia mampu mengenali wajah seseorang hanya dengan melihat dari fotonya saja, atau manusia dapat mengenali teman lamanya yang telah banyak mengalami perubahan fisik. Kedua, otak manusia tetap mampu bekerja meskipun beberapa neuronnya tidak mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah neuron rusak, maka neuron lain kadang-kadang mampu dilatih untuk menggantikan fungsi dari sel yang telah rusak sebelumnya.

Jadi disini dapat dikatakan bahwa *Artificial Neural Network* juga mempunyai beberapa sifat yang dimiliki oleh otak manusia yaitu:

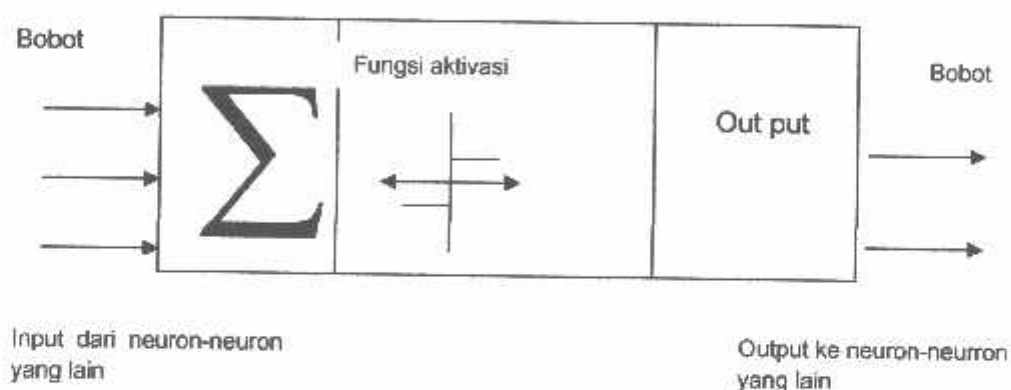
1. Kemampuan untuk belajar dari pengalaman
2. Kemampuan untuk melakukan perumusan (*generalization*) terhadap input baru dari pengalaman yang dimilikinya.
3. Kemampuan dalam memisahkan (*abstraction*) beberapa karakteristik penting dari input yang mengandung data tidak penting.

2.13 Komponen *Artificial Neural Network*

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip jaringan syaraf biologi ^[12].

aktifasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot.

Ada beberapa tipe *Artificial Neural Network*, yang terdiri dari beberapa neuron, dan ada hubungannya antara neuron-neuron tersebut. Yang mana berfungsi untuk menstranformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke *neuron-neuron* yang lain. Pada jaringan syaraf, hubungan ini dikenal dengan nama robot, informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut. Dibawah ini merupakan struktur neuron pada jaringan syaraf.



Gambar 2.3. Struktur *Neuron* Pada Jaringan Syaraf^[12]

2.14 Taksonomi *Artificial Neural Network*

Hingga saat ini terdapat lebih dari 20 model jaringan syaraf tiruan^[12]. Masing-masing model memiliki arsitektur, fungsi aktivasi serta perhitungan yang berbeda-beda satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan strategi pelatihan model jaringan digolongkan menjadi :

a. Pelatihan dengan supervisi.

Contoh model yang masuk di dalam golongan ini adalah model *Hebbian*, *Perceptron*, *ADALINE*, *Boltzman*, *Hopfield*, dan *Backpropagation*.

b. Pelatihan tanpa supervisi.

Contoh model yang masuk di dalam golongan ini adalah model *Competitive*, *Kohonen*, *Hebbian*, *LVQ (Learning Vektor Quantization)*, dan *Neocognitron*.

Berdasarkan arsitekturnya, model jaringan digolongkan menjadi :

a. Jaringan Layar Tunggal

Yang masuk ke dalam golongan ini antara lain Hopfield, LVQ, *Perceptron* dan ADALINE.

b. Jaringan Banyak Lapisan

Yang masuk ke dalam golongan ini antara lain *Backpropagation*, MADALINE, dan *Neocognitron*.

c. Reccurent

Yang masuk ke dalam golongan ini antara lain *Boltzman Machine*, *Hopfield* dan BAM (*Bidirectional Accociative Memory*).

Beberapa aplikasi yang telah berhasil ditemukan antara lain :

a. Klasifikasi

Model yang dapat digunakan di dalam aplikasi ini antara lain ADALINE, LVQ, dan *Backpropagation*.

b. Pengenalan Pola

Model yang dapat digunakan di dalam aplikasi ini antara lain ART (*Adaptive Resonance Theory*), LVQ, *Backpropagation*, dan *Neocognitron*.

c. Peramalan

Model yang dapat digunakan di dalam aplikasi ini antara lain *Backpropagation*, ADALINE, dan MADALINE.

d. Optimisasi

Model yang dapat digunakan di dalam aplikasi ini antara lain ADALINE, *Boltzman*, *Backpropagation*, dan *Hopfield*.

2.15 Arsitektur Jaringan

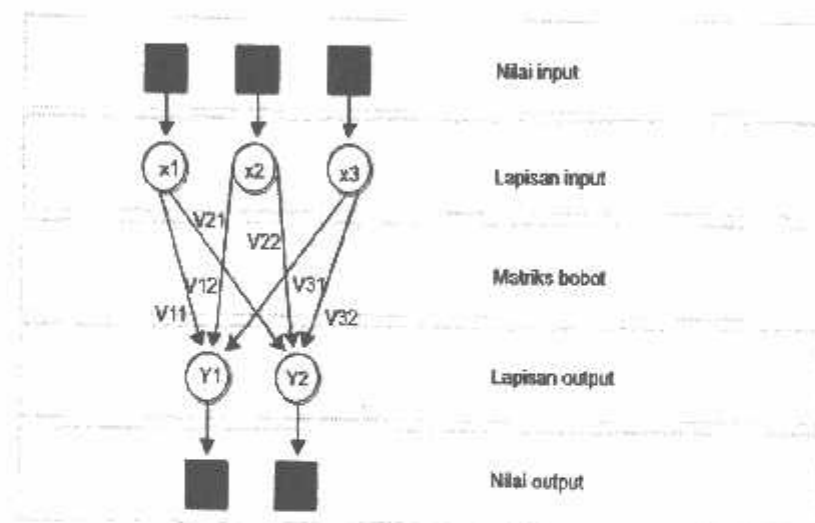
Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu *neuron* adalah fungsi aktivasinya dan bobotnya. Apabila *neuron* dalam satu lapisan (misalkan lapisan tersembunyi) akan dihubungkan dengan neuron pada lapisan yang lain (misalkan lapisan output), maka setiap neuron pada lapisan tersebut (misalkan lapisan

tersembunyi) juga harus dihubungkan setiap lapisan lainnya (misalkan lapisan output). Tipe lapisan output yang digunakan adalah tipe *backpropagation*.

Adapun tipe dari lapisan output di antaranya:

2.15.1 Jaringan dengan Lapisan Tunggal (*Single Layer Net*)

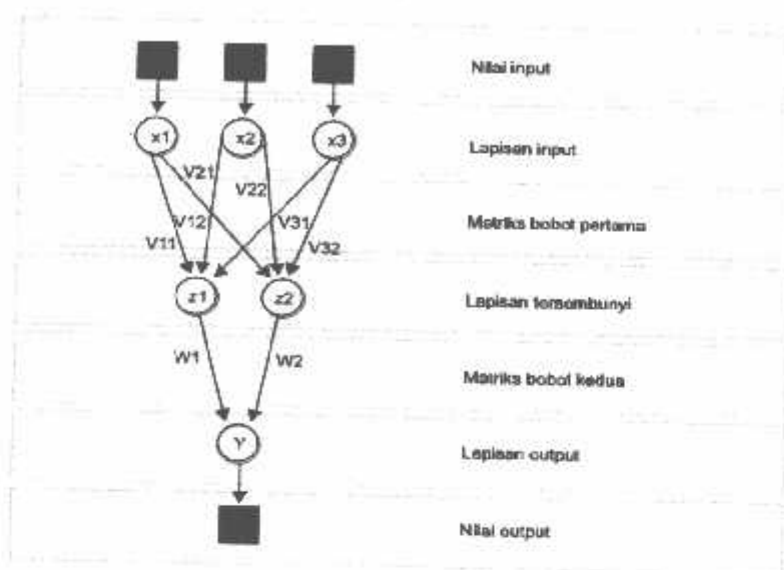
Jaringan ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot terhubung. Yang mana jaringan ini menerima input dan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi. Pada gambar, lapisan input terdiri dari 3 *neuron* ($Net_{,1}$, $Net_{,2}$, $Net_{,3}$). Sedangkan pada lapisan output terdiri dari 2 *neuron* yaitu $Net_{,1}$, $Net_{,2}$.



Gambar 2.4. Jaringan Syaraf dengan Lapisan Tunggal^[7]

2.15.2 Jaringan dengan Banyak Lapisan (*Multilayer Net*)

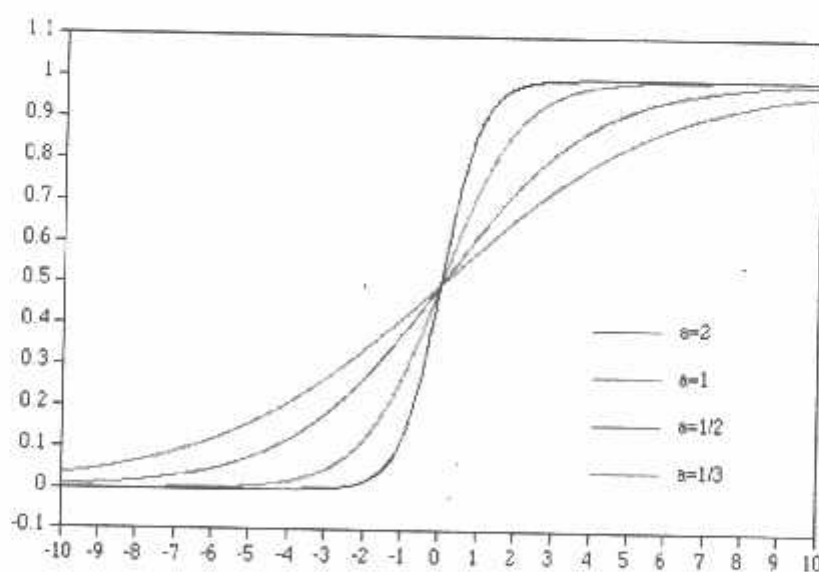
Jaringan dengan banyak lapisan memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan output (memiliki 1 atau lebih lapisan tersembunyi), jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dari pada lapisan tunggal.



Gambar 2.5. Jaringan Syaraf dengan banyak lapisan^[7]

2.16 Fungsi Aktifasi

Fungsi aktifasi merupakan fungsi yang mengolah data input menjadi output, ada beberapa fungsi aktifasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, yaitu dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2.6. Fungsi Aktifasi JST^[7]

Fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi ini memiliki nilai range 0-1. Oleh karena itu, fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0-1. Namun fungsi ini bisa juga digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai

Output nya 0-1 dengan rumus [7]:

$$y=f(x)=\frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Beberapa fungsi aktivasi yang digunakan pada software MATLAB dalam melakukan pelatihan *backpropagation* adalah:

a. Tansig (Sigmoid Bipolar)

Fungsi ini memiliki rentang bilangan antara -1 hingga 1.

b. Logsig (Sigmoid Biner)

Fungsi ini memiliki bentuk serupa dengan sigmoid bipolar, hanya saja memiliki rentang bilangan 0 hingga 1.

c. Purelin (Fungsi Identitas)

Fungsi ini merupakan fungsi yang secara umum digunakan dalam pelatihan.

Pelatihan yang dilakukan dengan MATLAB dapat menggunakan fungsi apa saja. Tujuan yang terpenting adalah mencari fungsi yang benar-benar dapat mempercepat proses dalam melakukan pelatihan dengan tanpa mengabaikan hasil yang diperoleh.

Fungsi *default* yang digunakan dalam MATLAB adalah *traingdx*. Dalam fungsi ini, perubahan bobot dilakukan dengan menambah momentum. Perubahan dilakukan dengan cara memperhatikan perubahan bobot yang terjadi pada iterasi sebelumnya. Di samping itu juga lajum pemahaman (*learning rate = α*) bukanlah merupakan suatu konstanta yang tetap, melainkan nilainya dapat berubah-ubah selama berlangsungnya iterasi. Di dalam *backpropagation*, perhitungan unjuk kerja didasarkan atas kuadrat rata-rata kesalahan atau yang biasa disebut dengan *mse (mean square error)*.

Jaringan syaraf tiruan (model ADALINE) dapat dipakai untuk menekan noise dalam saluran telpon.

c. Peramalan (*Forecasting*)

Jaringan syaraf tiruan juga dapat dipakai untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa lampau. Ini dapat dilakukan mengingat kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya.

Salah satu bidang di mana backpropagation dapat diaplikasikan dengan baik adalah bidang peramalan (*forecasting*). Peramalan yang sering kita dengar adalah peramalan besarnya penjualan suatu produk, nilai tukar uang, prediksi besarnya aliran sungai, dll. Dalam melakukan peramalan, bagian tersulitnya adalah menentukan jumlah layer dan unitnya. Tidak ada teori yang dengan pasti dapat dipakai. Tapi secara praktis dicoba jaringan yang kecil terlebih dahulu (misal terdiri dari 1 layer tersembunyi dengan beberapa unit saja). Jika gagal yakni kesalahan tidak turun dalam *epoch* yang besar, maka jaringan diperbesar dengan menambahkan unit tersembunyi atau bahkan menambah layer tersembunyi.

Di samping area-area tersebut, jaringan syaraf tiruan juga dilaporkan dapat menyelesaikan masalah bidang kontrol, kedokteran, dan lain-lain.

2.19 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*), tahap pertama yang harus dilakukan untuk mendapatkan error ini yaitu melalui tahap perambatan maju (*forward propagation*) yaitu dengan mengaktifkan *neuron-neuron* dengan fungsi *sigmoid*.

Algoritma *backpropagation* terdiri atas tahapan propagasi maju dan tahapan propagasi balik. Tahapan propagasi maju dimulai dengan memberikan suatu pola (sinyal) masukkan pada lapisan input pada jaringan. Pada lapisan input, pola

terlalu besar karena nilai turunan fungsi aktifasinya menjadi sangat kecil juga. Oleh karena itu dalam standar backpropagation, bobot dan bias diisi dengan bilangan acak kecil.

2.20.2 Jumlah Unit Tersembunyi (*Hidden Layer*)

Hasil teoritis yang didapat menunjukkan bahwa jaringan dengan sebuah layer tersembunyi sudah cukup bagi backpropagation untuk mengenali sembarang perkawanan antara masukan dan target dengan tingkat ketelitian yang ditentukan. Akan tetapi penambahan jumlah layer tersembunyi kadangkala membuat pelatihan lebih mudah. Jika jaringan memiliki lebih dari satu layer tersembunyi, maka algoritma pelatihan yang dijabarkan sebelumnya perlu direvisi.

2.20.3 Jumlah Pola Pelatihan

Tidak ada kepastian tentang berapa banyak jumlah pola pelatihan yang diperlukan agar jaringan dapat dilatih dengan sempurna. Jumlah pola yang dibutuhkan dipengaruhi oleh banyaknya bobot dalam jaringan serta tingkat akurasi yang diharapkan. Aturan kasarnya dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Jumlah pola} = \text{jumlah bobot} / \text{tingkat akurasi} \dots\dots\dots(2.14)$$

Untuk jaringan dengan 80 bobot dan tingkat akurasi 0.1, maka 800 pola masukan diharapkan akan mampu mengenali dengan benar 90 % pola diantaranya.

2.20.4 Lama Iterasi

Tujuan utama dalam penggunaan backpropagation adalah mendapatkan keseimbangan antara pengenalan pola pelatihan dengan benar dan respon yang baik untuk pola sejenis (data pengujian). Jaringan dapat dilatih terus menerus hingga semua pola pelatihan dikenali dengan benar. Akan tetapi hal itu tidak menjamin jaringan akan mengenali pola pengujian dengan tepat. Jadi tidaklah bermanfaat untuk meneruskan iterasi hingga semua kesalahan pola pelatihan sama dengan 0.

Umumnya data dibagi menjadi dua bagian saling berkaitan, yaitu pola data yang dipakai sebagai pelatihan dan data dipakai sebagai pengujian. Perubahan bobot dilakukan berdasarkan pola pelatihan. Akan tetapi selama pelatihan, kesalahan yang terjadi dihitung berdasarkan semua data (pelatihan dan pengujian). Selama kesalahan ini menurun, pelatihan terus dijalankan. Akan tetapi jika kesalahannya sudah

meningkat, pelatihan tidak ada gunanya lagi untuk diteruskan. Jaringan sudah mulai mengambil sifat yang hanya dimiliki secara spesifik oleh data pelatihan dan sudah mulai kehilangan kemampuan melakukan generalisasi.

2.20.5 Variasi *Backpropagation*

Di samping model standar *backpropagation*, kini sudah berkembang berbagai variasinya. Variasi tersebut berupa model *backpropagation* yang digunakan untuk keperluan khusus, atau teknik modifikasi bobot untuk mempercepat pelatihan dalam kasus-kasus tertentu. Salah satu diantaranya adalah momentum.

Penambahan momentum dimaksudkan untuk menghindari perubahan bobot yang mencolok akibat adanya data yang sangat berbeda dengan data lain. Apabila data terakhir yang diberikan ke jaringan memiliki pola serupa, maka perubahan bobot dilakukan secara cepat. Namun apabila data terakhir yang dimasukkan memiliki pola yang berbeda dengan pola sebelumnya, maka perubahan dilakukan secara lambat.

2.21 Pemrograman *Backpropagation*

Untuk menginisialisasi jaringan dalam *neural network backpropagation*, perintah yang digunakan adalah *newff* yang formatnya sebagai berikut ^[12] :

```
net = newff(PR,[S1 S2 ... SN],{TF1 TF2 ... TFN},
BTF, BLF, PF).....(2.17)
```

Dimana :

net = Jaringan *Backpropagation* yang terdiri dari n layer

PR = Matriks ordo $R \times 2$ yang berisi nilai minimum dan maksimum R buah elemen *input*. Agar lebih efisien, nilai minimum dan maksimum vektor masukan (*input*) tidak perlu dituliskan satu persatu, maka cukup dengan menggunakan perintah *minmax(P)*.

S_i ($i=1,2, \dots, n$) = Jumlah unit pada layer ke- i ($i=1,2, \dots, n$)

TF_i ($i=1,2, \dots, n$) = Fungsi aktivasi yang dipakai pada layer ke- i ($i=1,2, \dots, n$). *Default* = *tansig*.

BTF = Fungsi pelatihan Jaringan. *Default* = *traingdx*.

BLF = Fungsi perubahan bobot/bias. *Default* = *learnqdm*.

PF = Fungsi perhitungan error. *Default* = *mse*.

Setelah menginisialisasi jaringan dan bobot, hasilnya kemudian disimulasikan dengan *input* yang sama dengan *input* data pelatihan. Simulasi jaringan merupakan proses untuk menghitung keluaran jaringan. Perintah *sim* dalam MATLAB dapat digunakan untuk melakukan simulasi. Contoh formatnya adalah $Y = \text{sim}(\text{net}, P)$ Sedangkan untuk melakukan pelatihan *backpropagation*, digunakan fungsi *train* yang formatnya adalah $\text{net} = \text{train}(\text{net}, P, T)$.

2.22 Sigmoid Biner

Untuk mempermudah dalam melakukan peramalan, maka data-data yang telah didapatkan terlebih dahulu harus dikonversikan ke dalam bentuk bilangan sigmoid biner.

Bilangan sigmoid biner merupakan bilangan yang mempunyai rentang antara 0 sampai 1, tetapi ada baiknya bila data-data tersebut dikonversikan ke dalam bilangan yang lebih kecil lagi yaitu dalam rentang 0, 1 sampai 0, 9 karena bilangan sigmoid tidak pernah menyentuh nilai 1 ataupun 0.

Bilangan sigmoid dapat dicari dengan rumus ^[7]:

$$X' = \frac{0,8(X-a)}{b-a} + 0,1 \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

- X' = Bilangan sigmoid
- X = Bilangan awal
- a = Data terkecil
- b = Data terbesar

2.23 Parameter Pelatihan

Ada beberapa parameter pelatihan yang dapat diatur sebelum pelatihan dilakukan, yakni dengan memberi nilai yang kita inginkan pada parameter tersebut sehingga diharapkan memperoleh suatu hasil pelatihan yang lebih optimal ^[13].

a. net.trainParam.show

Parameter ini dipakai untuk menampilkan frekuensi perubahan mse (*mean square error*). *Default*-nya setiap 25 epoch.

b. net.trainParam.epochs

Parameter ini dipakai untuk menentukan jumlah epoch maksimum dalam melakukan pelatihan. *Default*-nya 100 epoch.

c. net.trainParam.goal

Parameter ini dipakai untuk menentukan batas nilai mse agar iterasi dihentikan. Iterasi akan berhenti jika mse kurang dari batas yang ditentukan dalam net.trainParam.goal atau jumlah epoch mencapai batas yang ditentukan dalam net.trainParam.epochs.

2.24 Mempercepat Pelatihan *Backpropagation*

Metode standar *backpropagation* seringkali terlalu lambat untuk keperluan praktis [12]. Terdapat beberapa macam modifikasi yang dapat dilakukan terhadap metode standar *backpropagation* yaitu dengan cara mengganti fungsi pelatihannya.

2.24.1 Metode Penurunan Gradien dengan Momentum (*traingdm*)

Meskipun metodenya merupakan metode yang paling sederhana di antara metode yang ada, tetapi metode penurunan gradien sangat lambat dalam hal kecepatan proses iterasinya. Hal ini dapat terjadi karena kadang-kadang arah penurunan tercepat bukanlah arah yang tepat untuk mencapai titik minimumnya.

Modifikasi metode penurunan tercepat dapat dilakukan yakni dengan menambahkan momentumnya. Dengan adanya momentum, perubahan bobot tidak didasarkan hanya atas *error* yang terjadi pada epoch saat itu. Perubahan bobot saat ini dilakukan dengan memperhitungkan juga dalam hal perubahan bobot yang terjadi pada epoch sebelumnya. Dengan demikian kemungkinan terperangkap ke titik minimum lokal dapat dihindari.

Besarnya efek perubahan bobot terdahulu (disebut faktor momentum) bisa diatur dengan suatu bilangan antara 0 dan 1 [12]. Faktor momentum yang sama dengan 0 dapat berarti berupa perubahan bobot hanya dilakukan berdasarkan error yang

Masalah ini diatasi dalam *resilent backpropagation*. Caranya yaitu dengan membagi arah dan perubahan bobot menjadi dua bagian yang berbeda. Saat menggunakan penurunan tercepat yang diambil arahnya saja. Besarnya perubahan bobot dilakukan dengan cara yang lain. Dalam MATLAB *resilent backpropagation* ditulis dengan 'trainrp' pada fungsi pelatihannya.

2.24.4 Algoritma Gradien *Conjugate* (*traincgf*, *traincgp*, *traincgb*)

Di dalam standar *backpropagation*, bobot dimodifikasi pada arah penurunan tercepat. Meskipun penurunan fungsi berjalan dengan cepat, akan tetapi tidak akan menjamin konvergen dengan cepat [12].

Di dalam algoritma gradien *conjugate*, pencarian akan dilakukan sepanjang arah dari *conjugate*. Dalam beberapa kasus pencarian ini akan berlangsung dengan cepat. Ada berbagai metode pencarian yang dilakukan berdasarkan prinsip gradien *conjugate*, yakni *Fletcher-Reeves* (*tarincgf*), *Polak-Ribiere* (*traincgp*), dan *Powell Beale* (*traincgb*).

2.25 MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE digunakan untuk menganalisa kesalahan antara data yang nyata dengan data yang diramalkan. Rumus MAPE sebagai berikut [6]:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - x_f}{x_i} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

X_i : data nyata

X_f : data yang diramalkan

N : Jumlah *Input*

Dalam peramalan jangka panjang, secara umum perusahaan listrik akan menerima kesalahan (*error*) sebesar 10% [6].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. ALUR PENELITIAN

Alur penelitian dalam skripsi ini menjelaskan tentang prosedur atau tahapan penelitian. Secara sistematis langkah-langkah dari alur penelitian yang digunakan pada penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

3.1.1 STUDI LITERATUR

Studi literatur merupakan proses dari pencarian dan pengumpulan referensi-referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan. Referensi dapat ditemukan dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian dan situs-situs yang ada di internet. Output dari studi literature ini adalah terkoleksinya referensi yang relevan. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai landasan teori dalam melakukan studi yang berhubungan dengan prakiraan dan juga yang berkaitan dengan *Artificial Neural Network*.

3.1.2 PENGUMPULAN DATA.

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan dari penelitian. Dalam penelitian yang berhubungan dengan perkiraan beban listrik jangka panjang ini ada beberapa data yang dibutuhkan, yaitu data-data dari PT. PLN (Persero) Area Kediri untuk wilayah Kabupaten Blitar dan juga pengambilan data-data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar. Berikut ini merupakan data-data yang diperoleh dari PT. PLN Area Kediri untuk wilayah Kab. Blitar yang meliputi data-data dari jumlah pelanggan, penjualan energi, daya terpasang serta data beban puncak untuk 10 tahun, yaitu data mulai tahun 2003 sampai data tahun 2013.

Tabel 3.1 Data Teknis

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi (kWh)	Daya terpasang (kVA)	Beban Puncak (kW)
2003	221.676	213.314.747	211.337	152.690
2004	226.919	229.767.397	218.621	157.953
2005	232.794	251.989.540	226.401	163.574
2006	237.145	264.110.256	233.362	168.603
2007	242.341	278.261.733	242.786	175.413
2008	248.806	296.152.957	250.241	180.799
2009	255.236	322.363.801	257.642	186.147
2010	268.826	343.140.927	272.041	196.550
2011	283.193	369.521.929	293.949	201.805
2012	300.427	387.968.016	312.716	225.938
2013	320.121	402.548.403	334.333	241.556

Sumber : PT. PLN (Persero) Distribusi Area Kediri

Kemudian berikut ini merupakan data-data non teknis yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Blitar yang antara lain meliputi data dari PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) dan juga data jumlah penduduk untuk jangka waktu 10 tahun, mulai dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2013.

Tabel 3.2 Data Non Teknis

Tahun	PDRB (Ratus Juta Rupiah)	Jumlah Penduduk
2003	39473	1.111.957
2004	41247	1.115.955
2005	43385	1.258.100
2006	45719	1.259.784
2007	48117	1.261.303
2008	51269	1.261.429

- $S_i (i=1,2, \dots, n)$ – Jumlah unit pada layer ke- i ($i=1,2, \dots, n$)
 $TF_i (i=1,2, \dots, n)$ = Fungsi aktivasi yang dipakai pada layer ke- i ($i=1,2, \dots, n$). *Default* – *tansig*.
 BTF = Fungsi pelatihan Jaringan. *Default* – *traingdx*.
 BLF = Fungsi perubahan bobot/bias. *Default* – *learnqdm*.
 PF = Fungsi perhitungan error. *Default* – *mse*.

Setelah menginisialisasi jaringan dan bobot, hasilnya kemudian disimulasikan dengan *input* yang sama dengan *input* data pelatihan. Simulasi jaringan merupakan proses untuk menghitung keluaran jaringan. Perintah *sim* dalam MATLAB dapat digunakan untuk melakukan simulasi. Contoh formatnya adalah $Y = sim(net,P)$ Sedangkan untuk melakukan pelatihan *backpropagation*, digunakan fungsi *train* yang formatnya adalah $net = train(net, P, T)$.

3.1.4 MEMASUKKAN DATA KE DALAM METODE ANN

Memasukkan semua data *input* ke dalam kolom-kolom tertentu *sheet input* dari software, kemudian memasukkan data *output* kedalam kolom tertentu *sheet output* dari software MATLAB 7.7.0 (R2008b) Data *input* berupa jumlah pelanggan, jumlah penjualan energi, PDRB, serta jumlah penduduk. Sedangkan *output* berupa daya terpasang, dan beban puncak. Untuk variabel berupa jumlah *hidden layer* beserta jumlah *node*-nya yaitu 1 *hidden layer* sejumlah 5 *node*, metode pelatihannya yaitu *traingdx*, jumlah iterasi maksimum yaitu 50000, serta *goal* yang ingin dicapai yaitu 0,00001.

3.1.5 MELAKUKAN PELATIHAN

Ada beberapa parameter pelatihan yang dapat diatur sebelum pelatihan dilakukan, yakni dengan memberi nilai yang kita inginkan pada parameter tersebut sehingga diharapkan memperoleh suatu hasil pelatihan yang lebih optimal

1) `net.trainParam.show`

Parameter ini dipakai untuk menampilkan frekuensi perubahan *mse* (*mean square error*). *Default*-nya setiap 25 *epoch*.

2) `net.trainParam.epochs`

Parameter ini dipakai untuk menentukan jumlah epoch maksimum dalam melakukan pelatihan. *Default*-nya 100 epoch.

3) `net.trainParam.goal`

Parameter ini dipakai untuk menentukan batas nilai mse agar iterasi dihentikan. Iterasi akan berhenti jika mse kurang dari batas yang ditentukan dalam `net.trainParam.goal` atau jumlah epoch mencapai batas yang ditentukan dalam `net.trainParam.epochs`.

3.1.6 MAPE (*MEAN ABSOLUTE PERSENTAGE ERROR*).

MAPE digunakan untuk menganalisa kesalahan antara data yang nyata dengan data yang diramalkan. Rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - x_f}{x_i} \right| \times 100$$

X_i : data nyata

X_f : data yang diramalkan

N : Jumlah *Input*

Dalam melakukan prakiraan jangka panjang, secara umum perusahaan listrik akan menerima kesalahan (*error*) sebesar 10%.

3.1.7 MELAKUKAN PRAKIRAAN

Jaringan syaraf tiruan juga dapat dipakai untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa lampau. Ini dapat dilakukan mengingat kemampuan jaringan syaraf tiruan untuk mengingat dan membuat generalisasi dari apa yang sudah ada sebelumnya. Proses prakiraan pada skripsi ini *input* data yang digunakan adalah data daya terpasang, dan beban puncak untuk sepuluh tahun kedepan mulai dari tahun 2014 sampai tahun 2023.

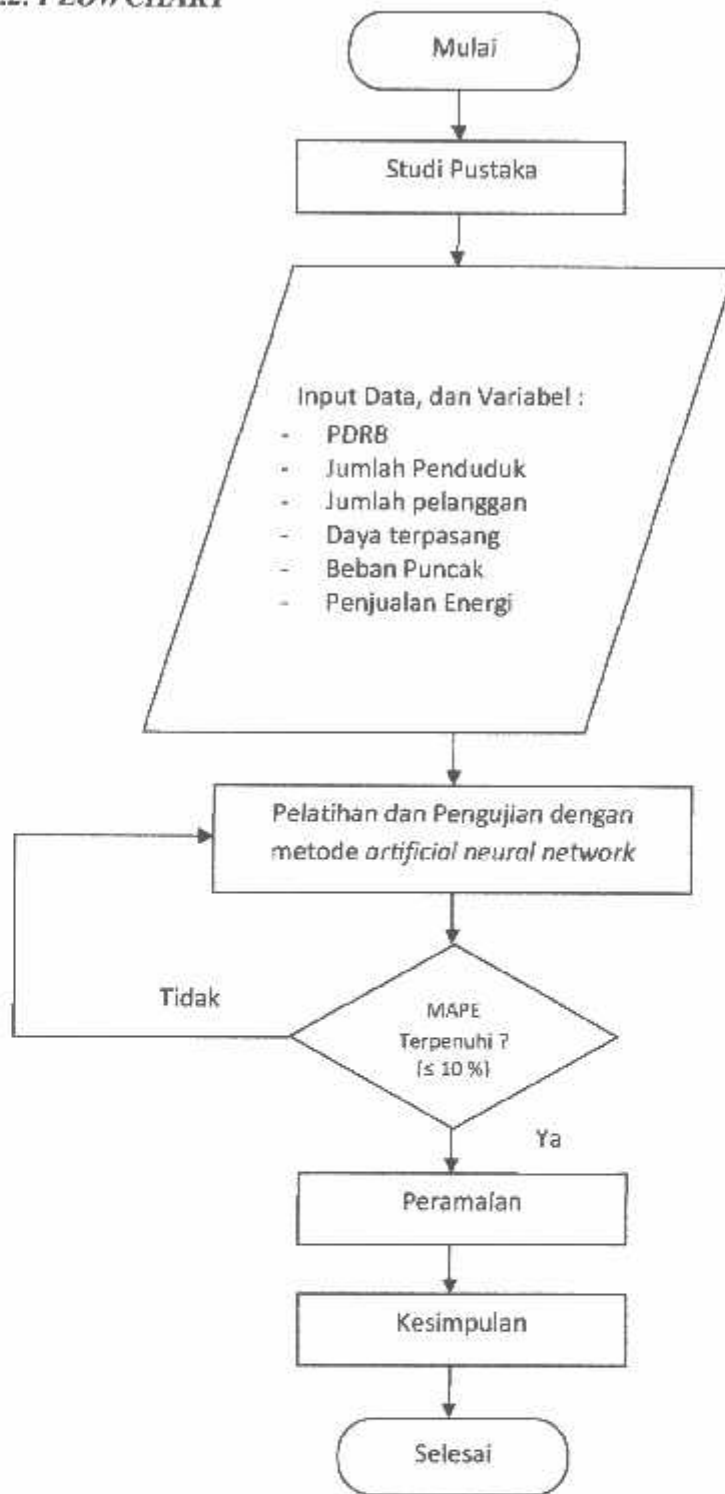
3.1.8 MELAKUKAN ANALISA DATA

Analisa data dilakukan berdasarkan dari hasil prakiraan yang telah didapatkan, dimana itu dapat diketahui dari hasil proses pelatihan dan pengujian yang perbandingan besarnya nilai error hasil prakiraan menggunakan *Artificial Neural Network* dengan metode *backpropagation* ini dengan data dari PT. PLN Area Kediri yang diharapkan tidak terjadi perbedaan yang signifikan agar dapat dilakukan proses prakiraan beban listrik.

3.1.9 KESIMPULAN

Mengambil kesimpulan yang pada tujuan akhirnya adalah untuk mengetahui prediksi beban listrik di Kabupaten Blitar dalam 10 tahun ke depan.

3.2. FLOWCHART



Gambar 3.1. Flowchart Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penggolongan Data

4.1.1. Data Teknis

Data teknis merupakan data yang diberikan oleh PT. PLN Area Kediri untuk wilayah Kabupaten Blitar mulai tahun 2003 sampai dengan tahun 2013. Adapun data-data dari PT. PLN Area Kediri tersebut adalah antara lain meliputi data-data jumlah pelanggan, jumlah penjualan energi, daya terpasang, serta data untuk beban puncak.

Tabel 4.1 Data Teknis

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi (kWh)	Daya terpasang (kVA)	Beban Puncak (kW)
2003	221.676	213.314.747	211.337	152.690
2004	226.919	229.767.397	218.621	157.953
2005	232.794	251.989.540	226.401	163.574
2006	237.145	264.110.256	233.362	168.603
2007	242.341	278.261.733	242.786	175.413
2008	248.806	296.152.957	250.241	180.799
2009	255.236	322.363.801	257.642	186.147
2010	268.826	343.140.927	272.041	196.550
2011	283.193	369.521.929	293.949	201.805
2012	300.427	387.968.016	312.716	225.938
2013	320.121	402.548.403	334.333	241.556

Sumber : PT. PLN (Persero) Distribusi Area Kediri

4.1.2. Data Non Teknis

Data non teknis yang dimaksud adalah meliputi data-data sosial ekonomi yaitu data PDRB, dan data Jumlah penduduk mulai dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 yang didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Blitar.

Tabel 4.2 Data Non Teknis

Tahun	PDRB (Ratus Juta Rupiah)	Jumlah Penduduk
2003	39473	1.111.957
2004	41247	1.115.955
2005	43385	1.258.100
2006	45719	1.259.784
2007	48117	1.261.303
2008	51269	1.261.429
2009	53927	1.295.601
2010	57203	1.297.335
2011	60821	1.327.654
2012	64684	1.378.211
2013	68547	1.428.768

Sumber: BPS Kabupaten Blitar

4.2. Pemisahan Data

Pemisahan data yang dimaksud adalah pada saat melakukan prakiraan, sesuai dengan model *Backpropagation* sendiri data-data tersebut akan dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu data untuk melakukan pelatihan dan juga data untuk melakukan pengujian. Data-data yang digunakan untuk melakukan pelatihan diambil dari data teknis dan non teknis untuk 10 tahunan mulai dari tahun 2003 sampai dengan tahun 2012, sedangkan untuk data pengujian hanya diambil dari data teknis dan non teknis untuk tahun terakhir yaitu tahun 2013. Besarnya nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) nantinya akan diketahui dari data hasil pengujian.

Tabel 4.3 Data Pelatihan (*Training*)

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi (kWh)	Daya terpasang (kVA)	Beban Puncak (kW)	PDRB (Ratus Juta Rupiah)	Jumlah Penduduk
2003	221.676	213.314.747	211.337	152.690	39473	1.111.957
2004	226.919	229.767.397	218.621	157.953	41247	1.115.955
2005	232.794	251.989.540	226.401	163.574	43385	1.258.100
2006	237.145	264.110.256	233.362	168.603	45719	1.259.784
2007	242.341	278.261.733	242.786	175.413	48117	1.261.303
2008	248.806	296.152.957	250.241	180.799	51269	1.261.429
2009	255.236	322.363.801	257.642	186.147	53927	1.295.601
2010	268.826	343.140.927	272.041	196.550	57203	1.297.335
2011	283.193	369.521.929	293.949	201.805	60821	1.327.654
2012	300.427	387.968.016	312.716	225.938	64684	1.378.211

Tabel 4.4 Data Pengujian

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi (kWh)	Daya terpasang (kVA)	Beban Puncak (kW)	PDRB (Ratus Juta Rupiah)	Jumlah Penduduk
2013	320.121	402.548.403	334.333	241.556	68547	1.428.768

4.3. Sigmoid Biner

Untuk mempermudah dalam melakukan prakiraan, maka data-data yang telah didapatkan terlebih dahulu harus dikonversikan ke dalam bentuk bilangan sigmoid biner.

Bilangan sigmoid biner merupakan bilangan yang mempunyai rentang antara 0 sampai 1, tetapi ada baiknya bila data-data tersebut dikonversikan ke dalam bilangan yang lebih kecil lagi yaitu dalam rentang 0,1 sampai 0,9 karena bilangan sigmoid tidak pernah menyentuh nilai 1 ataupun 0.

Bilangan sigmoid dapat dicari dengan rumus :

$$X' = \frac{0,8(X-a)}{b-a} + 0,1 \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana:

X' = Bilangan sigmoid

X = Bilangan awal

a = Data terkecil

b = Data terbesar

Hasil konversinya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.7 berikut merupakan tabel hasil konversi data teknis ke bilangan sigmoid biner.

Tabel 4.5 Sigmoid Biner Data Teknis

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi	Daya Terpasang	Beban Puncak
2003	0.100137151	0.52378594	0.100116596	0.1
2004	0.100147574	0.556495334	0.100131077	0.100010463
2005	0.100159254	0.600675016	0.100146544	0.100021638
2006	0.100167904	0.624772124	0.100160383	0.100031637
2007	0.100178235	0.652906572	0.100179119	0.100045175
2008	0.100191088	0.688475985	0.10019394	0.100055883
2009	0.100203871	0.740585574	0.100208654	0.100066516
2010	0.100230889	0.781892428	0.100237281	0.100087198
2011	0.100259452	0.834340306	0.100280836	0.100097645
2012	0.100293715	0.871012838	0.100318147	0.100145624
2013	0.100332868	0.9	0.100361123	0.100176674

Tabel 4.8 berikut merupakan tabel hasil konversi data non teknis ke bilangan sigmoid biner.

Tabel 4.6 Sigmoid Biner Data Non Teknis

Tahun	PDRB	Jumlah Penduduk
2003	0.717570206	0.1
2004	0.719872381	0.101021525
2005	0.801723968	0.102252653
2006	0.802693668	0.103596644
2007	0.803568357	0.104977489
2008	0.803640911	0.10679251
2009	0.82331823	0.10832307
2010	0.824316722	0.110209495
2011	0.841775361	0.112292854
2012	0.87088768	0.114517291
2013	0.9	0.116741729

Tabel 4.11 berikut merupakan tabel hasil konversi data pelatihan ke bilangan sigmoid biner.

Tabel 4.7 Sigmoid Biner Data Pelatihan (*training*)

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi	Daya Terpasang	Beban Puncak	PDRB	Jumlah Penduduk
2003	0.100137151	0.52378594	0.100116596	0.1	0.717570206	0.1
2004	0.100147574	0.556495334	0.100131077	0.100010463	0.719872381	0.101021525
2005	0.100159254	0.600675016	0.100146544	0.100021638	0.801723968	0.102252653
2006	0.100167904	0.624772124	0.100160383	0.100031637	0.802693668	0.103596644
2007	0.100178235	0.652906572	0.100179119	0.100045175	0.803568357	0.104977489
2008	0.100191088	0.688475985	0.10019394	0.100055883	0.803640911	0.10679251
2009	0.100203871	0.740585574	0.100208654	0.100066516	0.82331823	0.10832307
2010	0.100230889	0.781892428	0.100237281	0.100087198	0.824316722	0.110209495
2011	0.100259452	0.834340306	0.100280836	0.100097645	0.841775361	0.112292854
2012	0.100293715	0.871012838	0.100318147	0.100145624	0.87088768	0.114517291

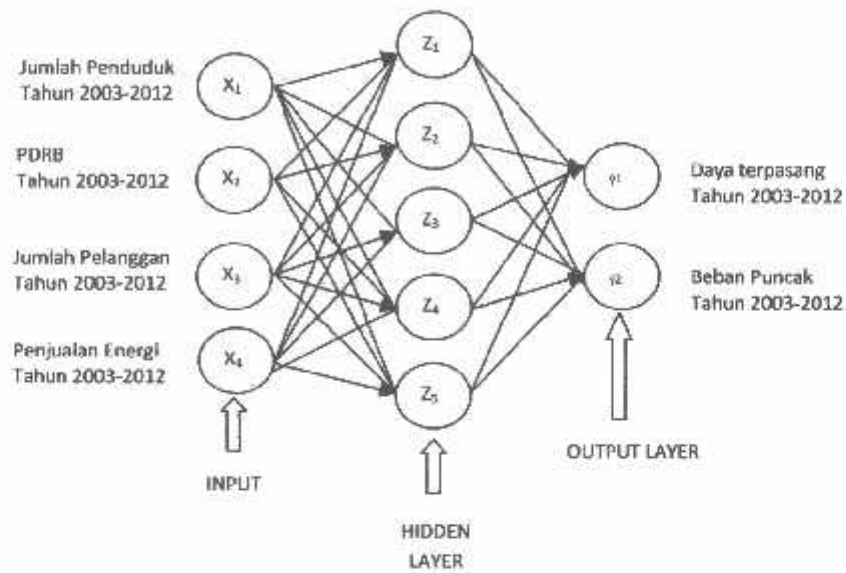
Tabel 4.12 berikut merupakan tabel hasil konversi data pengujian ke bilangan sigmoid biner.

Tabel 4.8 Sigmoid Biner Data Pengujian

Tahun	Jumlah Pelanggan	Penjualan Energi	Daya Terpasang	Beban Puncak	PDRB	Jumlah Penduduk
2013	0.100332868	0.9	0.100361123	0.100176674	0.9	0.116741729

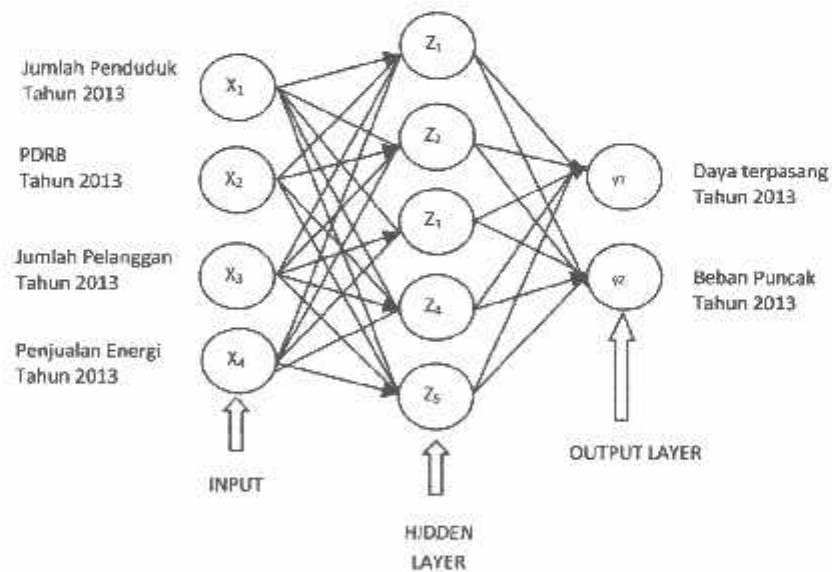
4.4. Arsitektur *Artificial Neural Network*

4.4.1. Arsitektur *Artificial Neural Network* Pelatihan



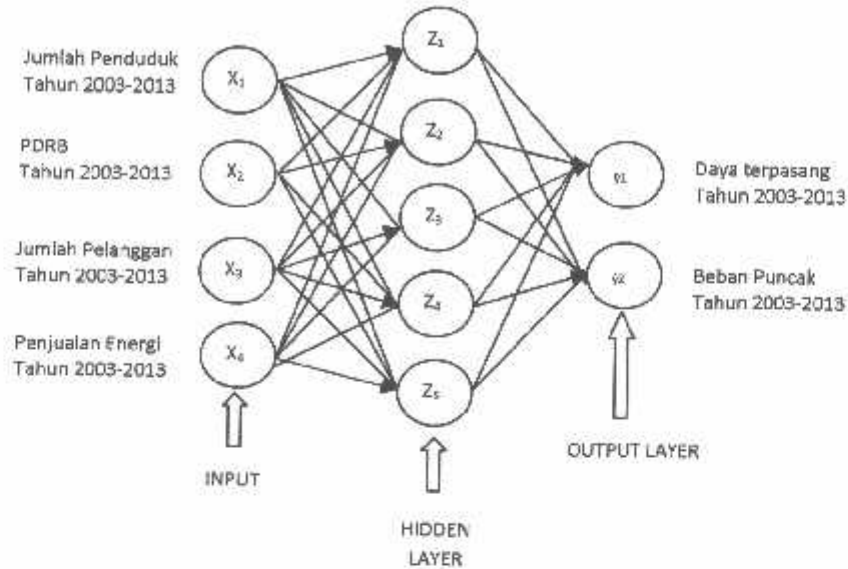
Gambar 4.1 Arsitektur *Artificial Neural Network* Pelatihan

4.4.2. Arsitektur *Artificial Neural Network* Pengujian



Gambar 4.2 Arsitektur *Artificial Neural Network* Pengujian

4.4.3. Arsitektur *Artificial Neural Network* Prakiraan



Gambar 4.3 Arsitektur *Artificial Neural Network* Prakiraan

4.5. Pengolahan Data

Dalam mengolah data untuk menentukan perkiraan beban listrik, digunakan program Matlab 7.7.0 (R2008B) Langkah awal yang digunakan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut :

- Buat algoritma *artificial neural network*, meliputi data masukan, serta variabelnya pada *M-File* baru.

```

1 - P=[0.1,0.10102,0.10225,0.10355,0.10497,0.10679,0.10832,0.11020,0.11229,0.11451;
2 -   0.10013,0.10014,0.10015,0.10016,0.10017,0.10019,0.10020,0.10023,0.10025,0.10029;
3 -   0.52378,0.55649,0.60067,0.62477,0.65290,0.68847,0.74058,0.78189,0.83434,0.87101;
4 -   0.71757,0.71987,0.80172,0.80269,0.80356,0.80364,0.82331,0.82431,0.84177,0.87088;]
5 - T=[0.1,0.10001,0.10002,0.10003,0.10004,0.10005,0.10006,0.10008,0.10009,0.10014;
6 -   0.10011,0.10013,0.10014,0.10016,0.10017,0.10019,0.10020,0.10023,0.10028,0.10031;]
7 - net=newff(minmax(P),[5,2],{'tansig','purelin'},'trainFcn');
8 - net.trainParam.show = 50;
9 - net.trainParam.epochs = 50000;
10 - net.trainParam.goal = 0.00001;
11 - net1 = train(net,P,T)
  
```

Gambar 4.4 Algoritma *Artificial Neural Network*

Gambar 4.4 diatas merupakan algoritma *Artificial Neural Networks* yang telah dibuat untuk menjalankan program perkiraan beban listrik yang akhirnya di simpan dengan nama sigmoid.

Input (P) berupa sigmoid data pelatihan (tabel 4.9) meliputi:

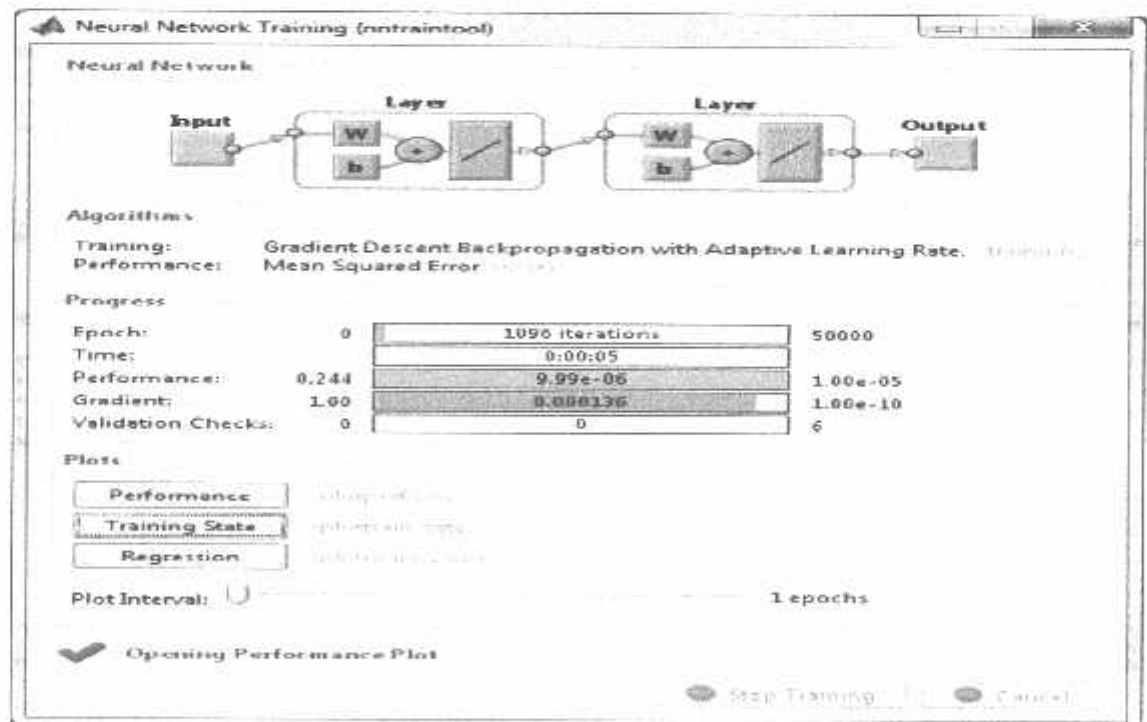
1. Jumlah Penduduk tahun 2003-2012
2. PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) tahun 2003-2012
3. Jumlah Pelanggan tahun 2003-2012
4. Jumlah Penjualan Energi tahun 2003-2012

Output (I) berupa sigmoid data pelatihan (tabel 4.9) meliputi:

1. Daya Terpasang tahun 2003-2012
2. Beban Puncak tahun 2003-2012

Dimana terdapat 4 data *input* dan 2 data *output*. Memiliki 1 *hidden layer* dengan *node* sebanyak 5 buah. Metode pelatihan yang digunakan adalah *traingdx* karena memiliki proses pelatihan yang lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan metode lainnya. Jumlah iterasi maksimum sebesar 50000 sedangkan jumlah *goal* yang diinginkan sebesar 0,00001.

b. Melakukan Training hingga mendapatkan *error* yang diinginkan ($MAPE \leq 10\%$)



Gambar 4.5 Proses *Training*

Gambar 4.5 merupakan proses *training* setelah file *sigmoid.m* di *Run*. Pada gambar terlihat bahwa *goal* tercapai pada 0.00001, dan berhenti pada *epoch* ke 1096.

c. Proses Pengujian



Gambar 4.6 Proses Pengujian

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan sigmoid biner data pengujian. Di mana *input-nya* yaitu jumlah pelanggan, penjualan energi, PDRB, dan jumlah penduduk yang mana data-data tersebut disimpan dalam workspace dengan nama *penguajian*. Data hasil peramalan didapatkan dengan menuliskan perintah *sim(net1,penguajian)* pada command window.

Dalam melakukan pengujian dengan data tersebut maka didapatkan hasil berupa data dalam bentuk sigmoid biner sebagai berikut:

Tabel 4.9 Sigmoid Biner Data Pengujian 2013

Data Pengujian Tahun 2013	
Beban Puncak	0,2520
Daya Terpasang	1,1421

Selanjutnya sigmoid biner data pengujian di atas dikonversikan kembali ke bentuk bilangan awal dengan rumus:

$$X = \frac{((X' - 0,1) \cdot (b - a)) + 0,8a}{0,8}$$

Dimana:

X' = Bilangan sigmoid

X = Bilangan awal

a = Data terkecil

b = Data terbesar

Hasil konversinya dapat dilihat pada tabel 4.14 di bawah ini:

Tabel 4.10 Data Pengujian 2013

Data Pengujian Tahun 2013	
Beban Puncak	259.183 kW
Daya Terpasang	362.409 kVA

Diketahui data nyata pada tahun 2013 sebagai berikut:

Tabel 4.11 Data Nyata 2013

Data Nyata Tahun 2013	
Beban Puncak	241.556 kW
Daya Terpasang	334.333 kVA

4.6 Perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE digunakan untuk menganalisa kesalahan antara data yang nyata dengan data yang diramalkan. Rumus MAPE sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i - x_f}{x_i} \right| \times 100$$

X_i : data nyata

X_f : data yang diramalkan

N : Jumlah *Input*

Setelah dilakukan perhitungan dengan mengacu pada persamaan 4.2 maka, MAPE terkecil yang berhasil didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE (%)	
Beban Puncak	3,6
Daya Terpasang	4,1

4.7. Simulasi



Gambar 4.7 Simulasi prakiraan beban listrik

Proses simulasi prakiraan beban listrik dilakukan dengan menggunakan sigmoid biner data prediksi PLN dan sigmoid biner data prediksi BPS sebagai *input*-nya, yang mana data-data tersebut disimpan dalam workspace dengan nama *prakiraan*. Data hasil prakiraan didapatkan dengan menuliskan perintah *sim(net, prakiraan)* pada command window.

Setelah dilakukan simulasi, maka didapatkan hasil prakiraan beban listrik dari tahun 2014 hingga 2023 dalam bentuk sigmoid biner seperti tabel di bawah ini.

Tabel 4.13 Sigmoid Biner Hasil Prakiraan

Tahun	Sigmoid Biner Beban Puncak	Sigmoid Biner Daya Terpasang
2014	0.1934	0.6793
2015	0.2337	0.7214
2016	0.2547	0.7464
2017	0.2809	0.7790
2018	0.3325	0.8388
2019	0.3975	0.9108
2020	0.4394	0.9644
2021	0.5011	1.0344
2022	0.5675	1.0883
2023	0.6368	1.1637

4.7.1. Beban Puncak

Berikut merupakan tabel data prakiraan beban puncak yang telah di ubah dari bilangan sigmoid biner menjadi bentuk bilangan desimal, yang disertai juga dengan data jumlah pertumbuhan serta presentase pertumbuhan tiap tahunnya.

Tabel 4.14 Prakiraan Beban Puncak

Tahun	Beban Puncak (kW)	Pertumbuhan beban puncak	
		Beban Puncak (kW)	Persen (%)
2014	243.613	-	-
2015	244.501	888	0.36
2016	244.965	464	0.19
2017	245.544	579	0.24
2018	246.678	1.134	0.46
2019	248.112	1.434	0.58
2020	249.035	923	0.37

2021	250.393	1.358	0.54
2022	251.856	1.463	0.58
2023	253.384	1.528	0.60
Jumlah		9.771	3.92

Rata-rata pertumbuhan beban puncak ,mulai tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 adalah :

$$N = (P_{23}-P_{14}) / (2023-2014)$$

$$N = (253.384-243.613) / 9$$

$$N = (9.771) / 9$$

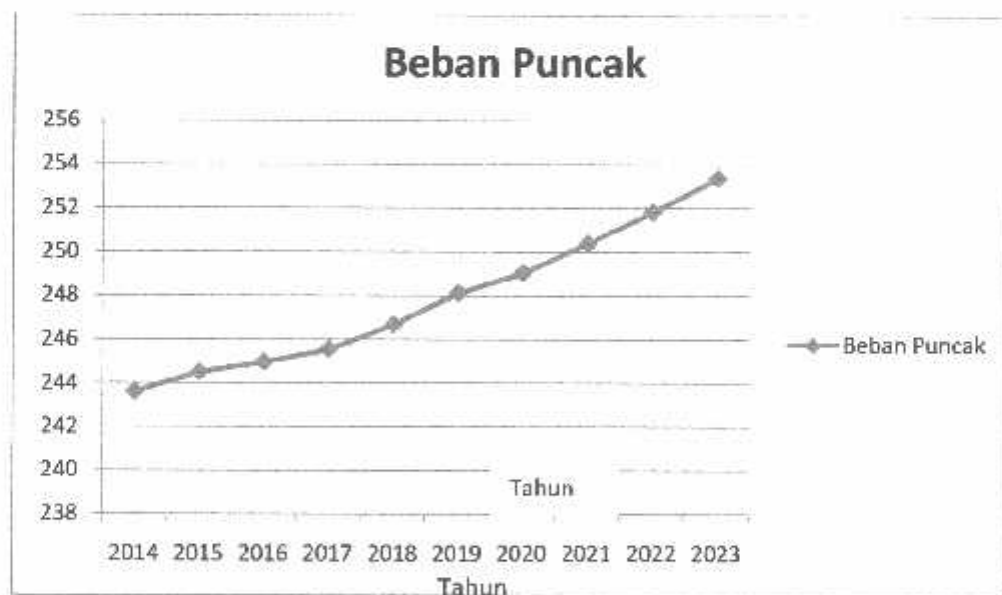
$$N = 1.086 \text{ kW / tahun}$$

Kemudian Persentase rata-rata pertumbuhan beban puncak per tahun adalah :

$$R = 3.92\% / 9$$

$$R = 0.44\% / \text{tahun}$$

Berikut ini merupakan grafik pertumbuhan beban puncak mulai dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2023.



Grafik 4.1 Prakiraan Beban Puncak Tahun 2013-2023

4.7.2. Daya Terpasang

Berikut merupakan tabel data prakiraan Daya Terpasang yang telah di ubah dari bilangan sigmoid biner menjadi bentuk bilangan desimal, yang disertai juga dengan data jumlah pertumbuhan serta presentase pertumbuhan tiap tahunnya.

Tabel 4.15 Prakiraan Daya Terpasang

Tahun	Daya Terpasang (kVA)	Pertumbuhan Daya Terpasang	
		Daya Terpasang (kVA)	Persen (%)
2014	354.663	-	-
2015	356.144	1.481	0.42
2016	357.018	874	0.25
2017	358.163	1.145	0.32
2018	360.262	2.099	0.58
2019	362.787	2.525	0.70
2020	364.668	1.881	0.52
2021	367.126	2.458	0.67
2022	369.019	1.893	0.51
2023	371.664	2.645	0.71
Jumlah		17.001	4.68

Rata-rata pertumbuhan daya terpasang ,mulai tahun 2014 sampai dengan tahun 2023 adalah :

$$N = (P_{23}-P_{14}) / (2023-2014)$$

$$N = (371.664-354.663) / 9$$

$$N = (17.001) / 9$$

$$N = 1.889 \text{ kVA} / \text{tahun}$$

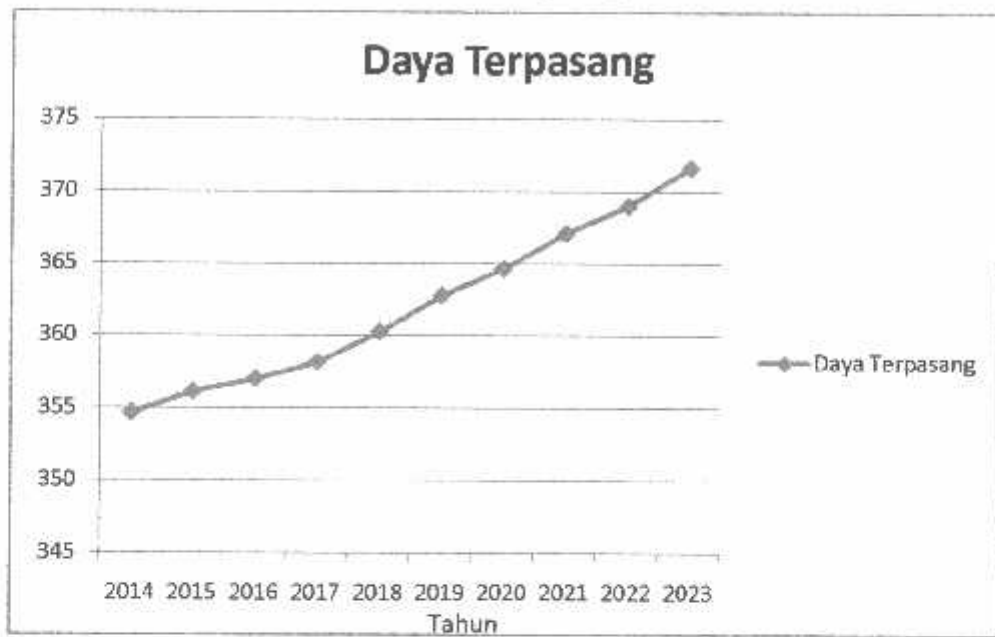
Kemudian Persentase rata-rata pertumbuhan daya terpasang per tahun adalah :

$$R = 4.68\% / 9$$

$$R = 0.52\% / \text{tahun}$$

Berikut ini merupakan grafik pertumbuhan daya terpasang mulai dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2023.

Grafik 4.2 Prakiraan Daya Terpasang Tahun 2014-2023



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Metode *Artificial Neural Network* dapat digunakan dalam memperkirakan kebutuhan energi listrik jangka panjang, karena memiliki MAPE $\leq 10\%$ yaitu untuk beban puncak MAPE yang dihasilkan sebesar 3.6% dan untuk daya terpasang MAPE yang dihasilkan sebesar 4.1%.
2. Dari Pengolahan data dan simulasi didapatkan hasil perkiraan beban puncak serta daya terpasang pada tahun 2014 sampai tahun 2023 dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* sebagai berikut :
 - a. Beban puncak pada tahun 2014 sampai 2023 mempunyai nilai kenaikan rata-rata sebesar 1.086 kW, dengan presentase kenaikan sebesar 0.44%
 - b. Daya terpasang pada tahun 2014 sampai 2023 mempunyai nilai kenaikan rata-rata sebesar 1.889 kVA, dengan presentase kenaikan sebesar 0.52%

5.1. Saran

Dari hasil pembahasan maka disarankan bagi peneliti selanjutnya agar:

1. Menambahkan rentang waktu untuk tahun pengujian lebih dari satu tahun.
2. Menambah rentang waktu data pelatihan (di atas 10 tahun) agar mendapat hasil prakiraan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS. 2010, Kepadatan Penduduk Akhir Tahun Menurut Kecamatan
 - [2] BPS. 2010, Produk Domestik Regional Bruto
 - [3] Fitrianto, Kurniawan. Prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2006-2015 pada PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) di wilayah Semarang dengan metode Gabungan
 - [4] Halim, Siana.2000. *Penerapan Jaringan Saraf Tiruan untuk Peramalan*. Jurnal Teknik Industri vol. 2, no. 2. Universitas Kristen Petra.
 - [5] Harifudin.2007. Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Sulawesi selatan sampai tahun 2017 . *Media Elektrik* vol.2, no. 2. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNM.
 - [6] Kuncoro, Arief Heru , Zuhail, dan Dalimi, Rinaldy.2007 *Long-Term Load Forecasting on the Java-Madura-Bali Electricity System Using Artificial Neural Network Method*. Department of Electrical Engineering, University of Indonesia, Depok.
 - [7] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik Aplikasi)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
 - [8] Fitrianto, Kurniawan. Prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2006-2015 pada PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) di wilayah Semarang dengan metode Gabungan
 - [9] Mataram,I Mado. *Peramalan Beban Hari Libur Menggunakan Artificial Neural Network*. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Udayana, Bali.
 - [10] Nugroho, Agung, dkk. *Sistem informasi prakiraan kebutuhan tenaga listrik Sistem distribusi tenaga listrik*. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Diponegoro, Semarang.
 - [11] PLN. 2010. *Data perusahaan PT. PLN (PERSERO) Distribusi Area Blitar zona Blitar*
 - [12] Sarri, Cornelius.2011 Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Kalimantan Timur dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda*
 - [13] Siang, Jong Jek.2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*, Penerbit Andi, Jakarta.
 - [14] Siswanto, Daman. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*
 - [15] Wahyudi, Jujuk Aris. *Aplikasi Sistem Inventori Material Berbasis Web Pada Industri Manufaktur*. Jurnal Teknik Elektro. Universitas Diponegoro, Semarang.
-



LAMPIRAN

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aviv Septian Ricky
NIM : 1012027
Program Studi : Teknik Elektro S1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, Oktober 2014

Yang membuat Pernyataan,



Aviv Septian Ricky
NIM. 1012027



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

NAMA : Aviv Septian Ricky
NIM : 10.12.027
JURUSAN : Teknik Elektro S-1
KONSENTRASI : Teknik Energi Listrik
MASA BIMBINGAN: Semester Genap
JUDUL : **PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL
NETWORK (JARINGAN SYARAF TITUAN) BERBASIS
MATLAB PADA PT. PLN WILAYAH BLITAR**

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

Hari : Kamis
Tanggal : 14 Agustus 2014
Dengan Nilai : 85,5 (A) ✓

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. Arvanto S, ST, MT
NIP.P.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasukti, MT
NIP.1038900209

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
NIP.Y.1030100371



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

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

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Aviv Septian Ricky
 NIM : 10.12.027
 JURUSAN : Teknik Elektro S-1
 KONSENTRASI : Teknik Energi Listrik
 MASA BIMBINGAN: Semester Genap
 JUDUL : **PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT. PLN WILAYAH BLITAR**

Tanggal	Uraian	Paraf
Penguji I 21 - 10 - 2014	Tujuan Penelitian,Batasan Masalah,Kata Pengantar	
	Tambahkan Tabel dibawah Gambar 4-7 untuk hasil eksekusi program, (Beban Puncak dan Daya Terpasang)	
Penguji II 21 - 10 - 2014	Kata Pengantar di cek,tanggal belum dituliskan	
	Penyelesaian Kesimpulan No. 2	
	Lampiran data asli	

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Yusuf Ismail Nahkoda, MT
 NIP.Y.1018800189

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio Hartono, ST.MT
 NIP.Y.1028400082

Disetujui,

Dosen Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
 NIP.1038900209

Dosen Penguji II

Ir. Ni Putu Agustini, MT
 NIP.Y.1030100371



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
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 / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA
N I M
Perbaikan meliputi

Aviv Sephan
1012027

1. Revisi :
 - Tujuan Penelitian ✓
 - Batasan Masalah ✓
 - Kata Pengantar ✓
2. Harap ditambahkan tabel dibawah gambar 4-6 untuk hasil eksekusi program. (Beban Puncak & Daya Terpasang)

Malang,

()



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
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 / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : AVIV Septian R. Oey
NIM :
Perbaikan meliputi

- bata penyantar di celah tangkai & busbar dan tatanan
- penyalaan busbar No: 2
- lampiran bata dls

Malang,

(*[Signature]*)



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : AVIV SEPTIAN RICKY
NIM : 1012027
Nama Pembimbing : Bambang Prio Hartono, ST, MT
Judul Skripsi : PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT.
PLN WILAYAH BLITAR

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	14/4 2014	12.00	latar Belakang Cari jurnalnya	A
2	23/4 2014	14.39	BAB II Jelas	A <i>pr 26/4</i>
3	7/5 2014	12.30	BAB II tambahkan hasil jurnal	A
4	24/5 2014	13.30	lanjut BAB III	B
5	3/6 2014	14.00	Simulasi	B
6	24/6 2014		BAB III di sempurnakan	B <i>24/6</i>
7				

Malang, 7 April 2014

Pembimbing

BAMBANG PRIO HARTONO, ST, MT
NIP.Y. 1028400082



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : AVIV SEPTIAN RICKY
NIM : 1012027
Nama Pembimbing : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Judul Skripsi : PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT.
PLN WILAYAH BLITAR

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Malang, 7 April 2014
Pembimbing

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP.Y. 1018800189



MONITORING KEHADIRAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : AVIV SEPTIAN RICKY
NIM : 1012027
Nama Pembimbing 1 : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nama Pembimbing 2 : Bambang Prio Hartono, ST, MT
Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
Judul Skripsi : PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA
PT.PLN WILAYAH BLITAR

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
1	Senin 8 April 2014		mengerjakan BAB I	
2	Senin 14 April 2014		Revisi BAB I	
3	Jumat 18 April 2014		mengerjakan BAB II	
4	Senin 21 April 2014		Survey Data	
5	Sabtu 24 Mei 2014		Belajar program dasar ANAV	
6	Rabu 28 Mei 2014		Melakukan pelatihan dan pengujian pada MATLAB	
7	Senin 10 Juni 2014		Survey kekurangan data yang di butuhkan	

Malang, 7 April 2014

Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
Tenaga Elektrik

Awan Uji Krismanto ST, MT
NIP. P. 19800120050110002



MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2013-2014

Nama Mahasiswa : AVIV SEPTIAN RICKY
NIM : 1012027
Nama Pembimbing 1 : Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nama Pembimbing 2 : Bambang Prio Hartono, ST, MT
Tempat Skripsi : Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Elektrik
Judul Skripsi : PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG
MENGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK
(JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT.
PLN WILAYAH BLITAR.

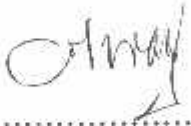


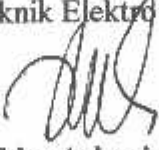

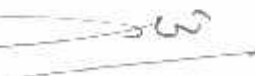
Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Kehadiran	Kegiatan/Aktivitas	Paraf Ka.Lab.
8	Rabu 12 Juni 2014		Pengerjaan Bab III	
9	Senin 17 Juni 2014		Pengerjaan proses peramalan	
10	Sabtu 21 Juni 2014		Merubah data prediktf ke bilangan sigmoid biner	4/2
11				
12				
13				
14				

Malang, 7 April 2014
Kepala Laboratorium Simulasi Sistem
Tenaga Elektrik

Awan Uji Krismanto, ST, MT
NIP.P.19800120050110002



**BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik**

1.	Nim	: 1012027	
2.	Nama	: AVIV SEPTIAN RICKY	
3.	Konsentrasi Jurusan	: Teknik Energi Listrik	
4.	Jadwal Pelaksanaan:	Waktu	Tempat
	27 Maret 2014	09:00	III.1.1
5.	Judul proposal yang diseminarkan Mahasiswa	PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT PLN WILAYAH BLITAR	
6.	Perubahan judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian		
7.	Catatan :		
8.	Catatan :		
	Persetujuan judul Skripsi		
	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II	Disetujui, Dosen Keahlian III
	 (.....)	 (.....)	 (Luhul M.H.Y.)
	Mengetahui, Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs	
 M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P 1030100358	Pembimbing I	Pembimbing II	
	 (.....)	 (.....)	



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

nomor Surat : ITN-070/EL-FTI/2014

ampiran : -

perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa


Nama : AVIV SEPTIAN RICKY
Nim : 1012027
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

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

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II, Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. **Yusuf Ismail Nakhoda, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **AVIV SEPTIAN RICKY**
Nim : **1012027**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

"PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT PLN WILAYAH BLITAR"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

AVIV SEPTIAN RICKY

NIM. 1012027



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

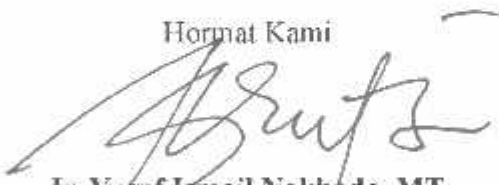
Nama : **AVIV SEPTIAN RICKY**
Nim : **1012027**
Semester : **VIII (Delapan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

" PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT PLN WILAYAH BLITAR "

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

*) Corot yang tidak perlu



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

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

PT. BNI (PERSERO), MALANG
BANK NAGA 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 Surat : ITN-070/EL-FTI/2014
ampiran : -
 perihal : BIMBINGAN SKRIPSI
 kepada : Yth. Bapak/Ibu Bambang Prio Hartono, ST, MT
 Dosen Teknik Elektro S-1
 ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa

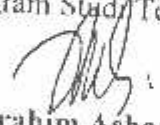
Nama : AVIV SEPTIAN RICKY
Nim : 1012027
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2013-2014 "

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

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1


M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Bambang Prio Hartono, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **AVIV SEPTIAN RICKY**
Nim : **1012027**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

**"PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN
METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN)
BERBASIS MATLAB PADA PT PLN WILAYAH BLITAR"**

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

AVIV SEPTIAN RICKY
NIM. 1012027



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Teip. 603411417636 Malang

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **AVIV SEPTIAN RICKY**
Nim : **1012027**
Semester : **VIII (Delapan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

" PRAKIRAAN BEBAN LISTRIK JANGKA PANJANG MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (JARINGAN SYARAF TIRUAN) BERBASIS MATLAB PADA PT PLN WILAYAH BLITAR"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 1028400082

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Coret yang tidak perlu.



**PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA KEDIRI**

Jalan Jend. Basuki Rachmad No. 1 Kediri 64123
Telepon : (0354) 682430 (Hunting)
Kotak Pos :

Facsimile : (0354) 682431
E-mail : plnkdr@pln.co.id

Website : www.pln.co.id

Nomor : **0675** /040/AREA-KDR/2014
Tempiran : -
Perihal : ijin Survey

21 APR 2014

KEPADA :

Yth.

ITN MALANG

Jl.Bendungan Sigura-gura No.2
MALANG

Memperhatikan surat Saudara Nomor, ITN-089/EL-ITN/2014 perihal ijin Survey, dengan ini diberitahukan bahwa permohonan Saudara **dapat diijinkan** dengan persyaratan sebagai berikut:

1. Kegiatan dilaksanakan di Kantor Area Kediri PT PLN (Persero) pada **tanggal 21 April sampai dengan 23 Mei 2014**
2. Siswa tersebut diwajibkan mengisi surat pernyataan terlampir disertai foto ukuran 3x4 cm serta ditanda tangani yang bersangkutan dan diketahui oleh Pembimbing sekolah setempat.
3. Data yang dapat diberikan hanya data yang sifatnya tidak rahasia dan dipergunakan hanya untuk keperluan ilmiah
4. Siswa yang diijinkan Survey:

No	Jumlah siswa	NIM	TEMPAT
I.	AVIV SEPTIAN RICKY	1012027	Kantor Area Kediri PT PLN (Persero)

Demikian atas perhatiannya disampaikan terimakasih.



ASMAN PELAYANAN & ADMINISTRASI

RINA WIJAYANTI, SE.



PT. PLN (PERSERO)
DISTRIBUSI JAWA TIMUR
AREA KEDIRI

DATA PENGUSAHAAN PT. PLN (PERSERO) AREA KEDIRI
TAHUN 2003-2013

ZONA BLITAR

TAHUN	JUMLAH PELANGGAN	PENJUALAN ENERGI (kWh)	DAYA TERPASANG (kVA)	BEBAN PUNCAK (kW)	KETERANGAN
2003	221.676	213.314.747	211.337	152.690	
2004	226.919	229.767.397	218.621	157.953	
2005	232.794	251.989.540	226.401	163.574	
2006	237.145	264.110.256	233.362	168.603	
2007	242.341	278.261.733	242.786	175.413	
2008	248.806	296.152.957	250.241	180.799	
2009	255.236	322.363.801	257.642	186.147	
2010	268.826	343.140.927	272.041	196.550	
2011	283.193	369.521.929	293.949	201.805	
2012	300.427	387.968.016	312.716	225.938	
2013	320.121	402.548.403	334.333	241.556	

Kediri, 28 April 2014

P. Asman Jaringan



OKA HADISMITA

**TABEL 1.2 : PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO KABUPATEN BLITAR
PROPINSI JAWA TIMUR TAHUN 2002 - 2007
ATAS DASAR HARGA KONSTAN TAHUN 2000 (JUTA RUPIAH)**

Sektor/Sub Sektor	2002	2003	2004	2005	2006*)	2007 **)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
01 Pertanian	1,916,243.07	2,018,211.51	2,093,233.31	2,195,052.28	2,298,847.92	2,375,098.14
a. Tanaman Bahan Makanan	897,955.30	954,528.48	1,010,557.19	1,047,480.71	1,104,949.97	1,084,719.30
b. Tanaman Perkebunan	259,142.62	269,301.01	270,243.58	251,407.59	254,819.75	279,720.11
c. Peternakan & Hasil-hasilnya	721,939.52	755,581.90	772,960.29	856,130.81	897,595.92	969,476.33
d. Kehutanan	17,350.24	18,009.55	17,870.87	17,550.98	16,866.42	16,775.68
e. Perikanan	19,855.40	20,792.57	21,601.40	22,502.18	24,615.86	24,404.72
02 Pertambangan & Penggalan	89,628.50	91,498.24	98,875.23	108,276.94	114,445.52	120,189.27
a.1. Pertambangan Migas	-	-	-	-	-	-
2. Pertambangan tanpa Migas	2,622.30	2,585.59	2,805.10	3,049.15	3,216.30	3,399.57
b.1. Penggalan	87,007.20	88,912.66	96,070.12	105,227.80	111,227.22	116,789.71
03 Industri	111,847.41	114,579.16	122,967.78	134,605.77	144,208.57	153,329.45
a. <i>Industri Migas</i>	-	-	-	-	-	-
1. Pengilangan Minyak Bumi	-	-	-	-	-	-
2. Gas Alam Cair	-	-	-	-	-	-
b. <i>Industri Tanpa Migas</i>	111,847.41	114,579.16	122,967.78	134,605.77	144,208.57	153,329.45
1. Makanan, Minuman & Tembakau	94,454.72	96,844.42	104,737.25	115,724.18	124,623.46	132,820.64
2. Tekstil, Pakaiannya & Kulit	247.36	269.03	280.71	287.81	302.31	319.70
3. Kayu, Bambu & Sejenisnya	2,012.34	2,160.45	2,166.06	2,202.24	2,279.25	2,380.38
4. Kertas & Barang Cetakannya	1,319.33	1,546.65	1,694.20	1,748.58	1,823.40	1,959.58
5. Kimia, Karet & Plastik	9,132.00	9,258.93	9,368.33	9,739.11	10,028.68	10,513.98
6. Barang Galian Bukan Logam	3,554.79	3,704.86	3,916.40	4,053.87	4,258.08	4,399.72
7. Logam Dasar, Besi & Baja	-	-	-	-	-	-
8. Alat Angkutan, Mesin	894.77	667.53	578.88	716.02	752.09	785.55
9. Barang Lainnya	132.10	127.28	127.92	133.95	141.31	140.89
04 Listrik, Gas & Air Bersih	24,241.63	25,975.79	29,318.80	32,147.85	34,399.23	37,132.43
a. Listrik	23,763.64	25,467.49	28,750.25	31,527.53	33,732.85	36,427.32
b. Gas	-	-	-	-	-	-
c. Air Bersih	477.99	508.29	566.54	620.12	666.39	705.11
05 Bangunan	67,544.25	71,988.66	78,114.89	81,177.00	85,099.66	90,789.81
06 Perdagangan, Hotel & Restoran	900,455.58	937,464.46	987,189.63	1,042,574.85	1,105,010.06	1,192,000.86
a. Perdagangan Besar & Eceran	867,019.38	902,307.07	948,324.73	999,439.43	1,058,909.20	1,142,928.18
b. Hotel	75.31	111.77	119.49	123.10	127.64	134.95
c. Restoran	33,360.89	35,045.62	38,725.41	43,012.31	45,973.23	48,937.53
07 Angkutan & Komunikasi	72,924.19	76,617.53	82,128.26	84,994.07	90,714.01	97,050.87
a. <i>Angkutan</i>	56,320.63	58,899.29	63,485.44	65,237.61	69,289.09	73,631.66
1. Angkutan Rel	1,511.89	1,547.12	1,617.05	1,687.23	1,823.40	1,929.17
2. Angkutan Jalan Raya	46,309.88	48,379.93	52,371.27	54,020.97	56,981.16	60,285.05
3. Angkutan Laut	-	-	-	-	-	-
4. Angkutan Sungai, Danau dan Penyeberangan	-	-	-	-	-	-
5. Angkutan Udara	-	-	-	-	-	-
6. Penunjang Jasa Angkutan	8,498.86	8,872.25	9,497.12	9,529.41	10,484.53	11,417.43
b. <i>Komunikasi</i>	16,603.56	17,718.24	18,642.82	19,756.46	21,424.92	23,419.22
1. Pos Dan Telekomunikasi	12,824.38	13,696.44	14,486.18	15,425.29	16,410.57	17,708.33
2. Jasa Penunjang Komunikasi	3,779.18	4,021.80	4,176.64	4,331.17	5,014.34	5,710.89
08 Keuangan, Persewaan & Jasa Perusahaan	210,069.11	222,945.27	230,244.88	239,258.41	251,628.80	269,364.20
a. Bank	3,437.88	3,607.37	3,728.05	3,895.59	4,102.64	4,330.68
b. Lembaga Keuangan Tanpa Bank	41,558.10	41,337.84	40,229.99	43,790.34	46,406.63	51,242.57
c. Jasa Penunjang Keuangan	-	-	-	-	-	-
d. Sewa Bangunan	149,910.54	160,704.10	166,505.52	170,618.21	178,692.92	189,803.90
e. Jasa Perusahaan	15,162.58	17,295.96	19,783.12	20,954.28	22,336.61	23,967.05
09 Jasa Jasa	379,182.08	388,019.42	402,736.76	420,442.40	446,968.18	478,840.43
a. <i>Pemerintahan Umum</i>	290,881.62	286,499.25	290,469.42	307,972.44	326,388.09	346,633.97
1. Administrasi Pemerintahan dan Pertahanan	280,881.62	286,499.25	296,469.42	307,972.44	326,388.09	346,633.97
2. Jasa Pemerintahan Lainnya	-	-	-	-	-	-
b. <i>Swasta</i>	98,300.47	101,520.17	106,267.34	112,469.97	120,580.10	130,206.45
1. Jasa Sosial Masyarakat	29,859.43	30,468.56	32,476.44	33,820.97	36,012.09	39,043.08
2. Jasa Hiburan dan Rekreasi	1,805.58	1,837.36	1,884.21	1,960.52	2,059.28	2,186.18
3. Jasa Perorangan dan Rumehtangga	66,635.46	69,214.25	71,906.68	76,688.48	82,508.72	88,977.21
PDRB Dengan Migas	3,771,938.81	3,947,300.04	4,124,787.31	4,338,529.37	4,571,921.96	4,811,793.25
PDRB Tanpa Migas	3,771,938.81	3,947,300.04	4,124,787.31	4,338,529.37	4,571,921.96	4,811,793.25

*) Angka Diperbaiki

**) Angka Sementara

Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Blitar Tahun 2007



Lampiran 2. Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan Th. 2000 Di Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur Tahun 2008-2011 (Juta Rupiah)

LAPANGAN USAHA	2008	2009	2010*)	2011**)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1. PERTANIAN	2.539.330,66	2.633.697,46	2.711.102,08	2.817.007,16
a. Tanaman Bahan Makanan	1.125.377,87	1.212.319,03	1.269.540,49	1.354.618,75
b. Tanaman Perkebunan	303.433,24	302.849,17	302.154,08	306.974,88
c. Peternakan dan Hasil-hasilnya	1.003.252,59	1.015.558,86	1.029.527,92	1.039.322,40
d. Kehutanan	21.747,35	15.351,61	18.896,25	21.156,16
e. Perikanan	35.519,60	87.618,79	90.983,35	94.934,97
2. PERTAMBANGAN & PENGGALIAN	126.268,30	132.605,01	143.141,47	159.790,78
a. Minyak dan Gas Bumi	0,00	0,00	0,00	0,00
b. Pertambangan tanpa Migas	0,00	0,00	0,00	0,00
c. Penggalian	126.268,30	132.605,01	143.141,47	159.790,78
3. INDUSTRI PENGOLAHAN	176.557,21	181.972,72	189.438,40	196.499,15
a. Industri Migas	0,00	0,00	0,00	0,00
1. Pengilangan Minyak Bumi	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Gas Alam Cair	0,00	0,00	0,00	0,00
b. Industri Tanpa Migas	176.557,21	181.972,72	189.438,40	196.499,15
1. Makanan, Minuman dan Tembakau	141.902,08	146.235,53	152.645,32	158.629,02
2. Tekstil, Brg. Kulit & Alas kaki	489,05	507,40	529,07	555,35
3. Brg. Kayu & Hasil Hutan lainnya	8.772,98	8.986,82	9.209,54	9.735,87
4. Kertas dan Barang Cetak	12.539,37	12.974,29	13.343,71	13.526,47
5. Pupuk, Kimia & Brg. dari Karet	3.228,85	3.320,52	3.399,92	3.440,83
6. Semen & Brg. Galian bukan logam	9.347,78	9.658,72	10.010,18	10.307,09
7. Logam Dasar Besi & Baja	277,11	289,43	300,67	304,53
8. Alat Angk., Mesin & Peralatannya	0,00	0,00	0,00	0,00
9. Barang lainnya	0,00	0,00	0,00	0,00
4. LISTRIK, GAS & AIR BERSIH	18.535,71	20.001,26	21.562,43	23.053,63
a. Listrik	17.845,29	19.270,72	20.788,65	22.241,78
b. Gas	0,00	0,00	0,00	0,00
c. Air Bersih	690,42	730,54	773,78	811,85
5. BANGUNAN	96.845,49	102.597,66	114.242,49	122.170,92
6. PERDAGANGAN, HOTEL & RESTORAN	1.245.523,96	1.346.195,00	1.494.030,86	1.641.427,35
a. Perdagangan Besar & Eceran	1.242.288,25	1.342.744,64	1.490.306,97	1.637.354,20
b. Hotel	228,84	230,50	231,94	234,10
c. Restoran	3.006,88	3.219,86	3.491,95	3.839,05
7. PENGANGKUTAN & KOMUNIKASI	117.322,66	125.229,43	134.204,89	143.559,78
a. Pengangkutan	92.089,29	97.462,21	103.308,79	109.356,46
1. Angkutan Rel	6.005,99	6.354,39	6.850,09	7.353,57
2. Angkutan Jalan Raya	72.139,56	76.322,37	80.765,94	85.006,15
3. Angkutan Laut	0,00	0,00	0,00	0,00
4. Angk. Sungai, Danau & Penyebr.	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Angkutan Udara	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Jasa Penunjang Angkutan	13.943,75	14.785,46	15.692,77	16.996,74
b. Komunikasi	25.233,37	27.767,22	30.896,09	34.203,33
1. Pos dan Telekomunikasi	18.721,25	20.740,10	23.102,45	25.652,01
2. Jasa Penunjang Komunikasi	6.512,12	7.027,12	7.793,64	8.551,31
8. KEUANGAN, PERSEWAAN, & JS. PRSH.	282.233,89	298.258,68	320.068,89	346.195,67
a. Bank	4.563,24	4.816,88	5.182,13	5.680,04
b. Lembaga Keuangan tanpa Bank	54.091,66	57.449,17	63.887,55	69.030,55
c. Jasa Penunjang Keuangan	19.081,35	20.982,00	22.617,07	24.467,59
d. Sewa Bangunan	178.874,68	187.494,42	199.295,76	216.061,75
e. Jasa Perusahaan	25.622,96	27.516,22	29.086,38	30.955,74
9. JASA-JASA	524.324,70	552.200,17	592.583,20	632.484,36
a. Pemerintahan Umum	374.805,24	381.314,18	404.967,14	427.099,94
1. Adm. Pemerintahan & Pertahanan	374.805,24	381.314,18	404.967,14	427.099,94
2. Jasa Pemerintah lainnya	0,00	0,00	0,00	0,00
b. Swasta	149.519,46	170.885,98	187.616,06	205.384,42
1. Sosial Masyarakat	41.354,43	43.594,43	46.061,43	48.617,83
2. Hiburan & Rekreasi	3.496,77	3.607,31	4.026,21	4.352,34
3. Perorangan & Rumah tangga	104.668,25	123.684,24	137.528,42	152.414,24
PDRB Kabupaten Blitar Dengan Migas	5.126.942,58	5.392.757,37	5.720.374,71	6.082.188,80
PDRB Kabupaten Blitar Tanpa Migas	5.126.942,58	5.392.757,37	5.720.374,71	6.082.188,80

Keterangan: *) Angka Diperbaiki
**) Angka Sementara

PDRB Kabupaten Blitar Menurut Lapangan Usaha 2008-2011



Lampiran 2. Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan Th. 2000 Di Kabupaten Blitar Provinsi Jawa Timur Tahun 2009-2012 (Juta Rupiah)

LAPANGAN USAHA	2009	2010	2011 ^(*)	2012 ^(**)
1. PERTANIAN	2.633.697,46	2.711.102,08	2.817.048,26	2.938.969,05
a. Tanaman Bahan Makanan	1.212.319,03	1.269.540,49	1.354.618,75	1.438.238,23
b. Tanaman Perkebunan	302.849,17	302.154,08	306.974,88	313.969,75
c. Peternakan dan Hasil-hasilnya	1.015.558,86	1.029.527,92	1.039.363,50	1.062.047,14
d. Kehutanan	15.351,61	18.896,25	21.156,16	22.797,06
e. Perikanan	87.618,79	90.983,35	94.934,97	101.916,87
2. PERTAMBANGAN & PENGGALIAN	132.605,01	143.141,47	159.790,78	165.082,66
a. Minyak dan Gas Bumi	-	-	-	-
b. Pertambangan tanpa Migas	-	-	-	-
c. Penggalian	132.605,01	143.141,47	159.790,78	165.082,66
3. INDUSTRI PENGOLAHAN	181.972,72	189.438,40	196.499,15	202.860,54
a. Industri Migas	-	-	-	-
1. Pengilangan Minyak Bumi	-	-	-	-
2. Gas Alam Cair	-	-	-	-
b. Industri Tanpa Migas	181.972,72	189.438,40	196.499,15	202.860,54
1. Makanan, Minuman dan Tembakau	146.235,53	152.645,32	158.629,02	163.451,34
2. Tekstil, Brg. Kulit & Alas kaki	507,40	529,07	555,35	597,27
3. Brg. Kayu & Hasil Hutan lainnya	8.986,82	9.209,54	9.735,87	9.899,69
4. Kertas dan Barang Cetak	12.974,29	13.343,71	13.526,47	14.114,64
5. Pupuk, Kimia & Brg. dari Karet	3.320,52	3.399,92	3.440,83	3.760,33
6. Semen & Brg. Galian bukan logam	9.658,72	10.010,18	10.307,09	10.725,87
7. Logam Dasar Besi & Baja	289,43	300,67	304,53	311,39
8. Alat Angk., Mesin & Peralatannya	-	-	-	-
9. Barang lainnya	-	-	-	-
4. LISTRIK, GAS & AIR BERSIH	20.001,26	21.562,43	23.012,53	24.694,28
a. Listrik	19.270,72	20.788,65	22.241,78	23.903,69
b. Gas	-	-	-	-
c. Air Bersih	730,54	773,78	770,75	790,59
5. BANGUNAN	102.597,66	114.242,49	122.170,92	131.243,09
6. PERDAGANGAN, HOTEL & RESTORAN	1.346.195,00	1.494.030,86	1.641.427,35	1.808.355,56
a. Perdagangan Besar & Eceran	1.342.744,64	1.490.306,97	1.637.354,20	1.803.743,77
b. Hotel	230,50	231,94	234,10	239,93
c. Restoran	3.219,86	3.491,95	3.839,05	4.371,86
7. PENGANGKUTAN & KOMUNIKASI	125.229,43	134.204,89	143.559,78	151.487,15
a. Pengangkutan	97.462,21	103.308,79	109.356,46	114.401,70
1. Angkutan Rel	6.354,39	6.850,09	7.353,57	7.680,26
2. Angkutan Jalan Raya	76.322,37	80.765,94	85.006,15	89.300,11
3. Angkutan Laut	-	-	-	-
4. Angk. Sungai, Danau & Penyebr.	-	-	-	-
5. Angkutan Udara	-	-	-	-
6. Jasa Penunjang Angkutan	14.785,46	15.692,77	16.996,74	17.421,33
b. Komunikasi	27.767,22	30.896,09	34.203,33	37.085,45
1. Pos dan Telekomunikasi	20.740,10	23.102,45	25.652,01	27.580,14
2. Jasa Penunjang Komunikasi	7.027,12	7.793,64	8.551,31	9.505,31
8. KEUANGAN, PERSEWAAN, & JS. PRSH.	298.258,68	320.068,89	346.195,67	370.421,92
a. Bank	4.816,88	5.182,13	5.680,04	6.240,98
b. Lembaga Keuangan tanpa Bank	57.449,17	63.887,55	69.030,55	78.057,73
c. Jasa Penunjang Keuangan	20.982,00	22.617,07	24.467,59	26.687,33
d. Sewa Bangunan	187.494,42	199.295,76	216.061,75	226.766,33
e. Jasa Perusahaan	27.516,22	29.086,38	30.955,74	32.669,55
9. JASA-JASA	552.200,17	592.583,20	632.484,36	675.352,94
a. Pemerintahan Umum	381.314,18	404.967,14	427.099,94	452.015,81
1. Adm. Pemerintahan & Pertahanan	381.314,18	404.967,14	427.099,94	452.015,81
2. Jasa Pemerintah lainnya	-	-	-	-
b. Swasta	170.885,98	187.616,06	205.384,42	223.337,13
1. Sosial Kemasyarakatan	43.594,43	45.061,43	48.617,83	50.917,63
2. Hiburan & Rekreasi	3.607,31	4.026,21	4.352,14	4.672,64
3. Perorangan & Rumah tangga	123.684,24	137.528,42	152.414,24	167.746,86
PDRB Kabupaten Blitar Dengan Migas	5.392.757,37	5.720.374,71	6.082.188,80	6.468.467,19
PDRB Kabupaten Blitar Tanpa Migas	5.392.757,37	5.720.374,71	6.082.188,80	6.468.467,19

Keterangan : *) Angka Diperbaiki
**) Angka Sementara

PDRB Kabupaten Blitar 2009-2012



Tabel / Table : 3.1.3

Kepadatan Penduduk Akhir Tahun Menurut Kecamatan,
End-Year Population Densities by Sub District
2003

Kecamatan <i>Sub District</i>	Luas Wilayah <i>Area</i> (Km ²)	Jumlah Penduduk <i>Total Population</i> (Jiwa)	Kepadatan <i>Density</i> (Jiwa/Km ²)
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Bakung	111,24	29.458	265
2. Wonotirto	164,54	39.247	239
3. Panggungrejo	119,04	43.023	361
4. Wates	68,76	31.247	454
5. Binangun	76,79	44.630	581
6. Sutojayan	44,20	45.498	1.029
7. Kademangan	105,28	62.688	595
8. Kanigoro	55,55	62.662	1.128
9. Talun	49,78	57.641	1.158
10. Selopuro	39,29	38.994	992
11. Kesamben	56,96	51.674	907
12. Selorejo	52,23	45.856	878
13. Doko	70,95	41.080	579
14. Wlingi	66,36	53.087	800
15. Gandusari	88,23	70.785	802
16. Garum	54,56	55.235	1.012
17. Nglegok	92,56	63.608	687
18. Sanankulon	33,33	47.742	1.432
19. Ponggok	103,83	92.696	893
20. Srengat	53,98	58.983	1.093
21. Wonodadi	40,35	41.636	1.032
22. Udanawu	40,98	38.485	939
Kab. Blitar 2003	1.588,79	1.115.955	702
<i>Blitar Regency 2002</i>	<i>1.588,79</i>	<i>1.102.006</i>	<i>694</i>
2001	1.588,79	1.101.853	694
2000	1.588,79	1.096.761	690
1999	1.588,79	1.092.803	688

Sumber : BPS Kabupaten Blitar (Registrasi Penduduk Akhir Tahun 2003)
 Source : BPS, Statistics Blitar Regency (End-Year Population Registration, 2003)



Tabel / Table : 3.1.3

Kepadatan Penduduk Akhir Tahun Menurut Kecamatan
End-Year Population Densities by Sub District
2006

Kecamatan <i>Sub District</i>	Luas Wilayah <i>Area</i> (Km ²)	Jumlah Penduduk <i>Total Population</i> (Jiwa)	Kepadatan <i>Density</i> (Jiwa/Km ²)
(1)	(2)	(3)	(4)
1. Bakung	111 24	29 130	262
2. Wonotirto	164 54	42 395	258
3. Panggungrejo	119 04	45 960	385
4. Wates	68 76	34 540	502
5. Binangun	76 79	48 280	629
6. Sutojayan	44 20	54 169	1 226
7. Kademangan	105 28	77 021	732
8. Kanigoro	55 55	74 054	1 333
9. Talun	49 78	65 514	1 316
10. Selopuro	39 29	47 045	1 197
11. Kesamben	56 96	59 489	1 044
12. Selorejo	52 23	43 042	824
13. Doko	70 95	47 690	672
14. Wlingi	66 36	59 902	903
15. Gandusari	88 23	79 189	898
16. Garum	54 56	82 571	1 513
17. Nglegok	92 56	77 934	842
18. Sanankulon	33 33	59 231	1 777
19. Ponggok	103 83	103 600	998
20. Srengat	53 98	69 490	1 287
21. Wonodadi	40 35	52 749	1 307
22. Udanawu	40 98	44 340	1 082
Kab. Blitar 2006	1 588 79	1 297 335	817
Blitar Regency 2005	1 588 79	1 295 601	815
2004	1588,79	1 111 957	700

Sumber : Kantor Pendaftaran Penduduk Kabupaten Blitar
 Source :



Penduduk dan Tenaga Kerja

Tabel : 4.1.6 Luas Wilayah, Penduduk Akhir Tahun, Kepadatan Penduduk dan Sex Rasio Menurut Kecamatan/ Area, End-Year Population, Dcnsities and Sex ratio by District 2009

Kecamatan Districts	Luas Wilayah Area (Km ²)	Laki-laki Male (Jiwa)	Perem- puan Female (Jiwa)	Jumlah Total (Jiwa)	Sex rasio Sex ratio (%)	Kepadatan Density (Jiwa/Km ²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1. Bakung	111,24	14.866	15.088	29.954	99	269
2. Wonotirto	164,54	20.525	20.582	41.107	100	250
3. Panggungrejo	119,04	22.598	23.486	46.084	96	387
4. Wates	68,76	16.928	17.052	33.980	99	494
5. Binangun	76,79	24.259	24.563	48.822	99	636
6. Sutojayan	44,20	25.967	26.008	51.975	100	1.176
7. Kademangan	105,28	36.051	36.221	72.272	100	686
8. Kanigoro	55,55	38.485	39.072	77.557	98	1.396
9. Talun	49,78	32.894	33.052	65.946	100	1.325
10. Selopuro	39,29	22.539	23.016	45.555	98	1.159
11. Kesamben	56,96	29.245	29.433	58.678	99	1.030
12. Selorejo	52,23	21.409	21.378	42.787	100	819
13. Doko	70,95	22.364	22.472	44.836	100	632
14. Wlingi	66,36	29.826	30.120	59.946	99	903
15. Gandusari	88,23	37.811	37.915	75.726	100	858
16. Garum	54,56	33.593	34.223	67.816	98	1.243
17. Nglegok	92,56	37.906	38.476	76.382	99	825
18. Sanankulon	33,33	28.323	28.652	56.975	99	1.709
19. Ponggok	103,83	51.551	52.396	103.947	98	1.001
20. Srengat	53,98	33.050	33.442	66.492	99	1.232
21. Wonodadi	40,35	24.884	25.855	50.739	96	1.257
22. Udanawu	40,98	21.603	22.124	43.727	98	1.067

Kabupaten Blitar/Blitar Regency

Tahun/Year

2009	1.588,79	626.677	634.626	1.261.303	99	794
2008	1.588,79	625.961	633.823	1.259.784	99	793
2007	1.588,79	631.924	626.176	1.258.100	101	792
2006	1.588,79	658.099	639.236	1.297.335	103	817
2005	1.588,79	657.012	638.589	1.295.601	103	815

Kantor Pendaftaran Penduduk dan Sipil Kabupaten Blitar : Sumber

