“PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK (STUDI KASUS DI PT.PLN AREA DISTRIBUSI JABAR)”

Oleh:
[1] HERLY MARDANI (10100298) [2] BAMBANG SISWOYO, Ir.Msi [3] RIFFA HAVIANI, ST
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
DOSEN JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA

Abstraksi

Untuk memenuhi permintaan daya dari konsumen secara ekonomis suatu perusahaan listrik harus bisa memprakirakan beban secara akurat.

Sistem prakiraan beban terbaik di negara-negara maju dengan menggunakan teknologi Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Skripsi ini mengungkap penelitian awal pemakaian JST *Backpropagation* untuk prakiraan beban di area PT. PLN yang dilakukan penulis dengan biaya sendiri. Keunggulan utama JST adalah kemampuan komputasi yang pararel dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan. Dalam proses belajarnya JST dapat melakukan Adaptive learning pola-pola beban listrik tiap jam dalam satu hari. Sehingga JST mampu memprakirakan beban listrik pada hari yang akan datang.

Kata kunci : Jaringan syaraf tiruan, *backpropagation*, prakiraan beban.

1.Pendahuluan

Tenaga Listrik tidak dapat disimpan dalam skala besar, karenanya tenaga ini harus disediakan pada saat dibutuhkan. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu, bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik dan harga yang murah. Apabila daya yang dikirim dari bus-bus pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada bus-bus beban, maka akan timbul persoalan pemborosan energi pada perusahaan listrik, terutama untuk pembangkit termal. Sedangkan apabila daya yang dibangkitkan dan dikirimkan lebih rendah atau tidak memenuhi kebutuhan beban konsumen maka akan terjadi pemadaman lokal pada bus-bus beban, yang akibatnya merugikan pihak komsumen. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian antara pembangkitan dengan permintaan daya.

Syarat mutlak yang pertama harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan itu adalah pihak perusahaan listrik mengetahui beban atau permintaan daya listrik dimasa depan. Karena itu prakiraan beban jangka pendek, menengah dan panjang merupakan tugas yang penting dalam perencanaan dan pengoperasian sistem daya. Prakiraan beban jangka pendek, yaitu beban setiap jam atau tiap hari digunakan untuk penjadualan dan pengontrolan sistem daya atau alokasi pembangkit cadangan berputar, juga digunakan untuk masukan dalam studi aliran daya.

2. Deskripsi sistem JST

JST yang meniru cara kerja otak manusia menarik perhatian peneliti dan praktisi untuk dikembangkan dan diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan yang membutuhkan suatu sistem yang dapat belajar sekaligus mampu mengambil keputusan yang cepat dan tepat terhadap permasalahan yang ada.pada penelitian ini mengungkap perhitungan melalui proses peramalan dengan JST.

Suatu beban listrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah beban listrik dia area UPB Se-Bandung-Raya dengan ukuran Mwatt. Ukuran ini dihasilkan dari beberapa gardu induk. Dari data beban listrik ini kemudian data diolah dan dikembangkan sehingga pola untuk melakukan perhitungan dengan sistem peramalan dapat dicapai. Beban listik kemudian dijadikan pola input pelatihan untuk meramalkan hari yang akan datang. Pola beban listrik data perhari kemudian dijadikan data perjam sebagai pola pelatihan.

Berikut ini adalah variabel masukan yang dipilih :

- Beban tiap jam selama 2 hari yang lalu, yaitu $x_{(i-1)}$ dan $x_{(i-2)}$: 48 nilai. .

Jadi input sistem adalah pola 2 hari sebelumnya sebanyak 48 neuron sedangkan target sistem merupakan data real yang dihadapi UPB Bandung raya. Untuk melakukan peramalan akan digunakan jaringan syaraf dengan metode backpropagation dengan momentum dan adaptive learning (traindx). Jaringan syaraf ini terdiri dari 1 lapisan input, 2 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan output. Pada lapisan input terdiri dari 48 neuron, pada lapisan hidden/ tersembunyi ke-1 terdapat 10 neuron, pada lapisan tersembunyi kedua terdapat 5 neuron, dan l neuron lapisan output.

3.Prakiraan Beban Jangka Pendek Menggunakan JST

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah model sistem komputasi yang bekerja seperti sistem syaraf biologis pada saat berhubungan dengan 'dunia luar', nama jaringan syaraf tiruan merupakan terjemahan dari *"Artificial Neural Network"*. Terjemahan yang diambil bukan jaringan syaraf buatan seperti dalam menterjemahkan *Artificial Inteligent (AI).* Penggunaan kata buatan dapat memberikan konotasi, bahwa manusia berusaha membuat jaringan syaraf aslinya. Padahal maksud dari JST adalah membuat model sistem komputasi yang dapat menirukan cara kerja jaringan syaraf biologis.

Model JST yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur *feedforward* (umpan maju). Sedangkan konsep belajar yaitu algoritma belajar *backpropagation momentu dengan teknik perbaikan menggunakan gradient dengan momentum dan adaptive learning(traindx)* yang merupakan perkembangan dari algoritma belajar *backpropagation* standar.

Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* pertama kali diperkenalkan oleh Rumelhart, Hinton dan William pada tahun 1986, kemudian Rumelhart dan Mc Clelland mengembangkannya pada tahun 1988.

Pola kegiatan beban listrik pada hari kerja yaitu hari Senin sampai hari Jumat dan hari akhir pekan, pada setiap minggunya tidak akan banyak berubah. Pola kegiatan konsumen akan berulang pada setiap minggunya. Pengulangan ini juga akan terjadi

pada pola kurva beban dari minggu ke minggu, dimana hari yang sama pada suatu minggu mempunyai pola kurva beban yang mirip..

Pengalaman praktis operator UPB PT.PLN Bandung-Raya menunjukan bahwa beban listrik pada suatu hari dipengaruhi oleh beban pada hari-hari sebelumnya.

3.1 Klasifikasi Beban

Berdasar dari hasil wawancara penulis dengan operator di UPB Bandung Raya dan pengamatan pada data beban harian dengan pertimbangan kemudahan dalam perhitungan dan keakuratan hasil prakiraan beban, dilakukan klasifikasi pola beban harian sebagai berikut :

- Pola-pola hari biasa yaitu hari Senin sampai Minggu diklasifikasikan sebagai berikut :

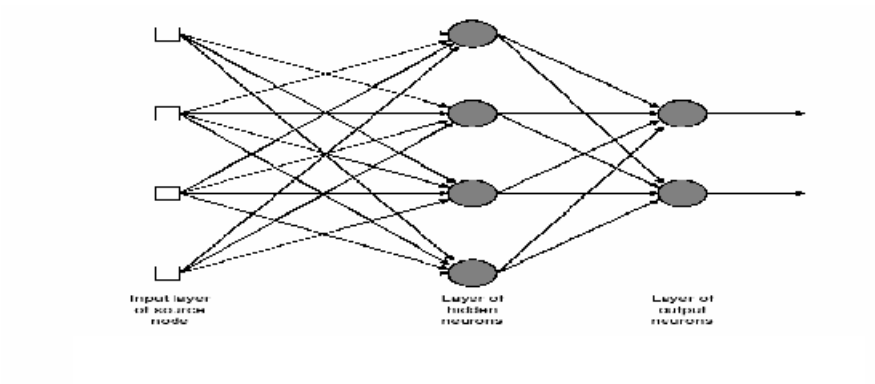
1. Pola beban hari Senin.
2. Pola beban hari Selasa.
3. Pola beban hari Rabu.
4. Pola beban hari Kamis.
5. Pola beban hari Jumat.
6. Pola beban hari Sabtu.
7. Pola beban hari Minggu.
8. Pola beban hari proklamasi

Sehingga terdapat 7 pola untuk hari biasa dan 1 pola untuk hari besar nasional.

Telah dijelaskan bahwa beban pada suatu hari dipengaruhi oleh beban pada hari yang lalu. Sifat kecenderungan beban tersebut digunakan sebagai dasar sistem prakiraan beban di PLN dan pada penelitian ini.

4.Arsitektur JST backpropagation

JST dengan backpropagation merupakan model yang paling banyak digunakan dalam edukasi. Arsitektur dan proses belajar yang sederhana sangat memudahkan untuk dipelajari.
Arsitektur dari algoritma dapat diilustrasikan sebagai berikut :



5.Algoritma Pelatihan Backpropagation

Propagasi balik atau backpropagation merupakan algoritma pelatihan yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyi.

Langkah-langkah Algoritma backpropagasi balik :

Terdapat proses atau langkah penyelesaian pada algoritma propagasi balik yaitu:

A. Inisialisasi bobot (ambil bobot awal dengan nilai random yang cukup kecil).
B. Tetapkan : maksimum Epoch, target error, learning rate
C. Inisialisasi :Epoch = 0, MSE=1,
D. Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch<Maksimum Epoch) dan (MSE>Target Error);

- Epoch=Epoch+1
- untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pelatihan, kerjakan :

Feedforward :

1. Tiap-tiap input (X?, i=1,2,3,…,n) menerima sinyal X? dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada diatasnya (lapisan tersembunyi/lapisan hidden).
2. Tiap-tiap unit lapisan tersembunyi(Z?, j=1,2,3,…,p) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot :

$$Z_in_j = b1_j + \sum_{i=1}^{n} X_i V_{ij}$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya:

$Z_j = f(Z_in_j)$ dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit dilapisan atasnya (unit-unit output)

3. Tiap-tiap output (Y_k, K=1,2,3,…,m)menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$y_in_k = b2_k + \sum_{i=1}^{p} Z_i W_{jk}$$

gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya:

$y_k = f(y_in_k)$ dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan atasnya (unit-unit output).

Cat: langkab 2 dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi.

Backpropagation

4. Tiap-tiap unit output (Y_k, K=1,2,3,…,m) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran, hitung informasi errornya.

$$\delta 2_k = (t_k - y_k)\, f'(y_in_k) \quad ; \varphi 2_{jk} = \delta_k Z_j \; ; \beta 2_k = \delta_k$$

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

$$\Delta W_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk},$$

hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai $b2_k$):

$$\Delta b2_k = \alpha \beta 2_k$$

langkah (4) ini juga digunakan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi, yaitu menghitung informasi error dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

5. Tiap-tiap unit lapisan tersembunyi (Z_j, j =1,2,3,…,p) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya):

   $$\delta_in_j = \sum_{k=1}^{m} \delta 2_k W_{jk}$$

   Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi error :

   $\delta 1_j = \delta_in_j f'(z_in_j)$; $\varphi 1_{ij} = \delta 1_j X_j$; $\beta 1_j = \delta 1_j$,

   kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai V_{ij}):

   hitung juga koreksi bias(yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai $b1_j$):

   $$\Delta b1_j = \alpha\beta 1_j$$

6. Tiap-tiap unit ouput (Y_k, K=1,2,3,…,m) memperbaiki bias dan bobotnya(j =0,1,2,3,…,p):

   $W_{jk}(baru) = W_{jk}(lama) + \Delta W_{jk}$.

   $b2_k(baru) = b2_k(lama) + \Delta b2_k$

   Tiap-tiap unit lapisan tersembunyi (Z_j, j =1,2,3,…,p) memperbaiki nilai bias dan bobotnya (i=0,1,2,…,n):

   $V_{ij}(baru) = V_{ij}(lama) + \Delta V_{ij}$; $b1_j(baru) = b1_j(lama) + \Delta b1_j$

E. Hitung MSE

Dasar dari algoritma ini adalah memodifikasi bobot interkoneksi pada jaringan sehingga sinyal kesalahan mendekati nol.

Analisis secara manual proses algoritma backpropagation :

Mis:

X = Data LR = learning rate

T = Target

I = bobot awal input ke hidden

b = bobot bias ke hidden

w = bobot awal hidden ke output

v = bobot awal bias ke output

Epoch ke-n

Data ke-n

- Operasi pada hidden layer

  (perkalian) Z_in = b + jumlah (I * X)

  (pengaktifan) Z = $\frac{1}{1+e^{-Z_in}}$ (sigmoid function)

- Operasi pada output layer
  (perkalian) y_in = v + jumlah (W*Z)
  (pengaktifan) y = f (y_in) -→ y=y_in =1 (Purelin)
- Error = T – Y
- E ² = Error * Error
- Informasi dari output layer :
  Delta ke-n = Error * f ‘(y_in) ==➔ f ‘(y_in)=1
  (Perubahan b.bias) dvke-n(1) = (LR*Delta ke-n)
  (Perubahan bobot lapisan dw(n,1) = LR * Delta ke-n*(n,1)
- informasi Error dari hidden layer :
  Delta_in ke-n = jumlah(w*Delta ke-n)
  Delta ke-n =(Delta in ke-n*f ‘ (Z_in)
  Dengan f ‘(Z_in) = (Delta_in ke-(n-1)*(Z_in[1..n](1-Z[1..n])
  f ‘ (Z_in) = sf(Z_in)(1-f(Z_in) (Tansig)
  (Perubahan bobot bias)[dv(Xn) = LR * Delta ke-n(n-1)
  Perubahan bobot input)
  [dI(n,X) = LR * Delta ke-n(n-1)*X(nkolom,Xbaris)
- Bobot akhir input ke hidden (I_akhir= I[1,1]…[1,n] + dI[1,1]…[1,n])
- Bobot akhir bias ke hidden (b_akhir= b(1..n)+db(1..n)
- Bobot akhir hidden ke output (w_akhir = w(1..n) + dw(n,1)
- Bobot akhir bias output (v_akhir = v + dv ke-n)

MSE = jumlah E²/ n data

5.1 format pembacaan Data input dan Target

Data disimpan dalam file excel dengan format.WK1 dengan fomat lotus untuk membaca data pada spreadsheet Karena format tersebut membaca pada cell array dari konversi spreadsheet ke dalam bentuk berupa matrik.

Instruksi : Data = [wk1read('hari')];

6.Implementasi Perngkat lunak

Seluruh sistem peramalan ini diimplementasikan kedalam bentuk perangkat lunak yang dibuat dengan Matlab 6.5. perangkat lunak yang dibuat terdiri dari modul kerja, yaitu :

- Modul Pelatihan dan Pengujian

6.1 Modul Pelatihan dan Pengujian

Prosedur-prosedur :

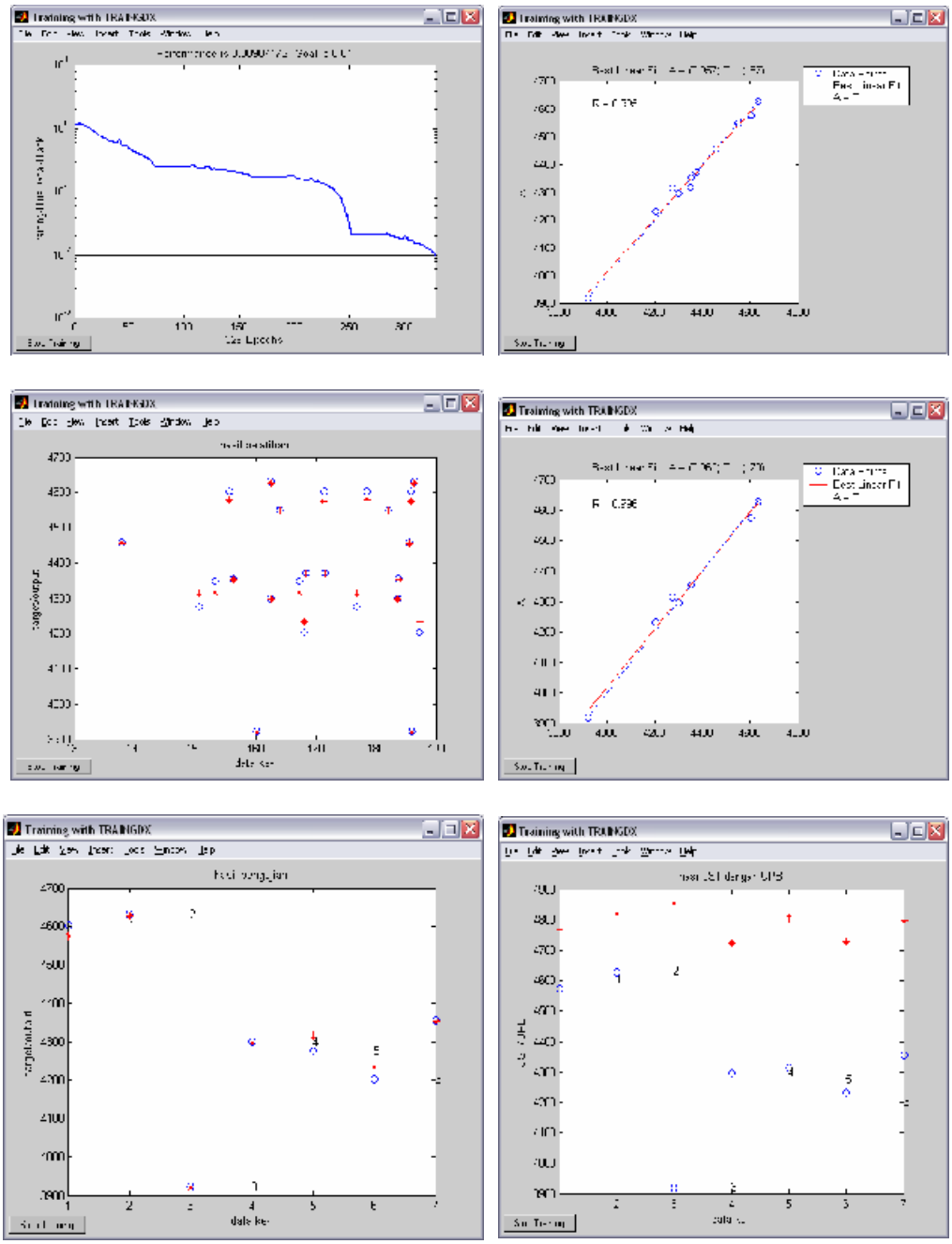
1 .user input parameter jaringan
2. sistem membaca file data input dan target
3. sistem melakukan pembelajaran/train data pelatihan.
4. sistem menghasilkan output hasil pengujian target dengan JST
5. sistem mengecek data yang akan diuji
6. sistem menghasilkan output info_target, output info_hasil JST, info_Prakiraan UPB, persen Error antara JST, Target dan Prakiraan UPB.

7. hasil pengujian sistem

1.Hari Senin

Epoch = 10000, Show=500, Learning Rate=0.5, Momentum = 0.9, Learning_inc=1.1, Learning_dec=0.9





Hasil Pelatihan yang dilakukan oleh sistem Jaringan Syaraf Tiruan didapatkan 12 pola. Dimana Error yang Paling Kecil terdapat pada data ke-12 yaitu sebesar 0.21. Persamaan garis untuk kecocokan terbaik yaitu : 0.9569T+186.9388 dengan koefisien Korelasi sebesar r1=0.9552. Pelatihan menemui goal pada saat epoch 329 dilakukan oleh JST walaupun telah di set maksimum epoch sebesar 10000.

	Beban real	JST	Error
1	4372.00	4372.45	-0.45
2	4602.00	4579.06	22.94
3	4349.00	4315.98	33.02
4	4550.00	4547.61	2.39
5	4457.00	4455.98	1.02
6	4602.00	4574.33	27.67
7	4631.00	4627.12	3.88

8	3922.00	3919.35	2.65
9	4299.00	4297.24	1.76
10	4275.00	4315.20	-40.20
11	4203.00	4232.76	-29.76
12	4354.00	4353.79	0.21

Gradien garis terbaik(m1) = 0.9569
Konstanta(a1) = 186.9388
Koefisien korelasi(r1) = 0.9952

Hasil Pengujian data diperoleh selama 7 minggu. Dimana, terdapat hasil perolehan JST dibandingkan dengan beban sesungguhnya dan prakiraan dari UPB. Perolehan dari sistem JST terdapat Error yaitu Error pertama merupakan hasil Error antara beban real dengan JST dan Error kedua merupakan Error antara JST dengan Prakiraan UPB. Pada error pertama pada data ke-tujuh merupakan error terkecil sebesar 0.00 dan error kedua pada data ke-1 merupakan error terkecil sebesar 1.64.Persamaan garis untuk kecocokan terbaik : 0.9618TQ+170.1336 dengan koefisien korelasi sebesar r2=0.9960.

	Beban real	JST	Error	UPB	Error
1	4602.00	4574.33	0.28	4766.00	1.64000
2	4631.00	4627.12	0.04	4820.00	1.89000
3	3922.00	3919.35	0.03	4856.00	9.34000
4	4299.00	4297.24	0.02	4724.00	4.25000
5	4275.00	4315.20	0.40	4804.00	5.29000
6	4203.00	4232.76	0.30	4730.00	5.27000
7	4354.00	4353.79	0.00	4795.00	4.41000

Gradient garis terbaik(m2) = 0.9618
Konstanta(b1) =170.1336
Koefisien korelasi(r2) = 0.9960

Koefisien korelasi sebesar 0.9960 (mendekati 1), menunjukan hasil yang baik untuk kecocokan output jaringan, target, maupun prakiraan UPB. Hasil pengujian dari data yang telah diuji, memperlihatkan perbandingan antara target(*) dengan output jaringan(o) sebagian besar sudah berdekatan(hamper menempati posisi yang sama). Hasil terbaik terjadi jika posisi antara output jaringan, target, maupun prakiraan UPB betul-betul berada pada posisi yang sama.

Pengamatan Hasil

Setelah melakukan pelatihan untuk pola beban hari biasa (Senin – Minggu) selama 12 minggu (3 januari sampai 30 Maret 1994) dilakukan pengujian jaringan yaitu untuk memprakirakan beban. Dalam Hal ini jaringan dicoba untuk memprakirankan beban dari tanggal 29 Maret 2004 (Senin) sampai 4 April 2004 (Minggu).

Dengan pelatihan untuk pola beban hari proklamasi pada 2000, 2001, 2002, 2003 (4 pola pelatihan), jaringan digunakan untuk memprakirakan beban (pengujian jaringan) pada hari proklamasi tanggal Agustus 2004.

Hasil prakiraan beban dengan JST ini kemudian dibandingkan dengan beban aslinya (beban kenyataan yang dihadapi PLN di bandung Raya) dan beban prakiraan UPB.

Kesimpulan :

Adapun kesimpulan yang didapatkan dalam hasil penelitian ini adalah :

a. Kelebihan JST terletak pada kemampuan belajar yang dimilikinya
b. Proses hasil peramalan melaksanakan sesuai dengan pola parameter jaringan yang menghasilkan korelasi yang baik dimana hasil dari korelasi tersebut mendekati 1 yang berarti memiliki kecocokan hubungan antara output JST, Target, Prakiraan UPB.
c. Hasil terbaik antara target, output jaringan hampir menempati posisi output jaringan(o) dan target(*) yang hampir sama.
d. JST mampu menganalisa serta mengidentifikasi pola yang ada melalui adanya pengenalan variabel inputan 2 hari sebelumnya.
e. Sebuah JST dapat dibangun dengan baik jika pola inputan variabel masukan semakin banyak dan beragam agar proses pengenalan data yang akan dilatih lebih baik sehingga menghasilkan output jaringan yang baik pula. Semakin banyak variabel inputan/masukan dalam sistem maka semakin baik pula hasil output jaringan yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

[1]. Delores M Etter, David C..Kuncicky With Doug HullPengantar Matlab 6, indeks kelompok gramedia, Edisi Indonesia 2003.

[2] Subiyanto, Pemakaian JST Perambatan balik sebagai cara lain prakiraan jangka pendek Di Jawa Tengah-DIY, Teknik elektro Fakultas UNDIP, Semarang 1998.

[3].Janes A. Freeman and David M Skapura, Neural Network Algorithms, Application and Programming Techniques, Addison-Wesley Publishing Company, California, 1992

[4]O. Mohammed, D. Park, R Merchant, T.Dhin, C.Tong, A.Azeem, “Practical Experiences With An Adaptive Neural Network Short Term Load Forecasting System, February 1995.

[5] Elektro Indonesia, Aplikasi JST sebagai metode alternative Prakiraan Jangka Pendek, 2000.

Ucapan Terima Kasih

1.Bapak Bambang Ir, Msi
2.Ibu Riffa Haviani, ST
3.Ibu Dian Dharmayanti,ST
4. Teman-teman se-Angkatan di Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan kritisi dan masukan terhadap penelitian ini.
5.Teman-Teman sekelas seperjuangan
5.Universitas Komputer Indonesia