

PERAMALAN BEBAN PUNCAK LISTRIK JANGKA PENDEK MENGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN

YAYU TRIWULAN, NASRUN HARIYANTO, SABAT ANWARI,

Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional
Email : yayutriwulan@yahoo.co.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan segala perkembangan di setiap sektor dan juga didukung oleh kemajuan teknologi, itulah sebabnya mengapa permintaan listrik di Indonesia meningkat. Tanpa adanya rumus eksak yang dapat memastikan besarnya beban listrik disetiap waktu, maka yang dapat dilakukan adalah meramalkan beban listrik. Metode peramalan beban yang dibahas pada studi ini adalah metode Jaringan syaraf tiruan (JST) yang dijalankan dengan Backpropogation. Setelah simulasi dilakukan perbandingan antara hasil ramalan oleh Jaringan syaraf tiruan (JST) dan hasil koefisien beban menunjukkan rata-rata error dengan metode JST untuk satu minggu (Senin-Minggu) mencapai 0,12% dengan akurasi 99,88% dan rata-rata error dengan metode koefisien beban untuk satu minggu mencapai 1,85% dengan akurasi 98,15%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peramalan dengan JST lebih baik dari metode koefisien beban.

Kata Kunci : peramalan, beban puncak, JST, backpropogation, akurasi

ABSTRACT

Indonesia is one of the developing countries with development in each sector and supported also by technological progress, that is the reasons why the demand of electric in Indonesia increases. The electric power generate system load is changing in every second depends on users' necessities. Without any exact formula that can ensure how big the load in any time, then that can be done simply the forecasting. The load forecasting method which being discussed in this study is an artificial neural network method that is run by Backpropogation. After the simulation was done, the comparison between the forecast results of artificial neural network (ANN) and the load coefficient method, showed that the average error of ANN for one week (Monday to Sunday) reached 0.12% with the accuracy of 99.8% and the average error of load coefficient method for one week reached 1.85% with accuracy of 98.15%. The results showed that the artificial neural network method forecast was better than the load coefficient method.

Keywords : forecasting, peak load, ANN, Backpropogation, accuracy

1. PENDAHULUAN

Energi listrik yang harus tersedia saat dibutuhkan mengakibatkan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu dengan kualitas energi yang baik dan harga yang murah. Apabila daya yang dihasilkan suatu pembangkit terlalu besar maka akan timbul pemborosan energi yang dapat mengakibatkan kerugian bagi pihak perusahaan listrik. Sedangkan jika daya yang dihasilkan suatu pembangkit lebih kecil dari permintaan maka akan mengakibatkan pemadaman listrik secara bergilir yang mengakibatkan kerugian pada pihak konsumen.

Oleh karena itu salah satu faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah ramalan beban yang akan dialami oleh sistem tenaga listrik yang bersangkutan. Masalah yang unik dalam operasi sistem adalah: “Daya yang dibangkitkan/diproduksi harus selalu sama dengan daya yang dikonsumsi oleh para pemakai tenaga listrik yang secara teknis umumnya dikatakan sebagai beban sistem” (Djiteng Marsudi, 1990).

Apabila daya yang dihasilkan suatu pembangkit terlalu besar maka akan timbul pemborosan energi yang dapat mengakibatkan kerugian bagi pihak perusahaan listrik. Sedangkan jika daya yang dihasilkan suatu pembangkit lebih kecil dari permintaan maka akan mengakibatkan pemadaman listrik secara bergilir yang mengakibatkan kerugian pada pihak konsumen.

Untuk saat ini, seperti dilakukan di negara-negara maju metode tersebut di atas sudah jarang digunakan, adapun metode yang digunakan untuk memprakirakan beban listrik sudah dikerjakan dengan analisis komputasi. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan teknologi komputasi yang sudah teruji akurasi dan menjadi teknologi terbaik di negara-negara maju dalam memprakirakan beban listrik, yang mana keunggulan utama JST adalah kemampuan komputasi yang paralel dengan cara belajar dari pola-pola yang diajarkan. Dalam proses belajarnya JST dapat melakukan regresi non-linier pola-pola beban listrik tiap jam dalam satu hari. Sehingga JST mampu meramalkan beban listrik pada hari yang akan datang.

Adapun rencana operasi sistem tenaga listrik yang digunakan adalah rencana mingguan dengan memilih beban puncak sebagai data yang akan dianalisa dan membandingkan hasil perhitungan ramalan menggunakan perhitungan statistik biasa oleh PLN dengan metode koefisien beban dan hasil ramalan menggunakan Program JST yang disusun dalam *Window M-file* pada *Matlab*.

2 METODOLOGI PERAMALAN

Untuk meramalkan beban listrik jangka pendek (beban harian), PLN menggunakan suatu metode yang sudah lama digunakan yaitu metode koefisien beban dan metode Jaringan syaraf tiruan menggunakan *Matlab*. Pada metode ini untuk menentukan koefisien digunakan beban-beban masa lalu dan beban puncak. Data diperoleh dengan melakukan kunjungan langsung ke PT. PLN (Persero) UBS-P3B Region Jawa Barat yang berlokasi di Cigereleng - Muhamad Toha Bandung.

2.1 Algoritma Koefisien Beban

2.1.1 Penyusunan Algoritma Koefisien

Untuk membuat model ramalan pada metode koefisien disusun suatu algoritma sebagai berikut :

1. Menyusun data beban-beban masa lalu pada jam ke-t pada hari ke (h-17), (h-18), (h-19),..., (h-n), yang selanjutnya disimbolkan $X_{t(h-1)}, X_{t(h-2)}, \dots, X_{t(h-n)}$. Dimana $t = 17.00 - 22.00$, dan h adalah hari Senin sampai dengan Minggu.
2. Menentukan beban puncak untuk setiap beban pada hari (h-1), (h-2),..., (h-n), untuk hari senin sampai minggu.

$$Y_{th} = \underbrace{\left[\frac{1}{5} \left(\frac{X_{t(h-1)}}{X_{maks(h-1)}} + \frac{X_{t(h-2)}}{X_{maks(h-2)}} + \dots + \frac{X_{t(h-5)}}{X_{maks(h-5)}} \right) \right]}_{\bar{\alpha} = \text{rata-rata koefisien}} \times \underbrace{\left[\frac{1}{4} \left(\frac{X_{t(h-1)}}{X_{(h-2)}} + \frac{X_{t(h-2)}}{X_{(h-3)}} + \dots + \frac{X_{t(h-4)}}{X_{(h-5)}} \right) \right]}_{\bar{\beta} = \text{rata-rata pertumbuhan}} \times X_{maks(h-1)} \dots \dots \dots (1)$$

Rata-rata error (%) diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y(i,t) - \hat{y}(i,t)|}{y(i,t)} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

dengan,

Y_{th} = Prakiraan beban pada jam t hari h.

ε = rata-rata error (%) prakiraan beban

n = jumlah jam (n = 17.00-22.00)

$y(i,t)$ = beban aktual (MW)

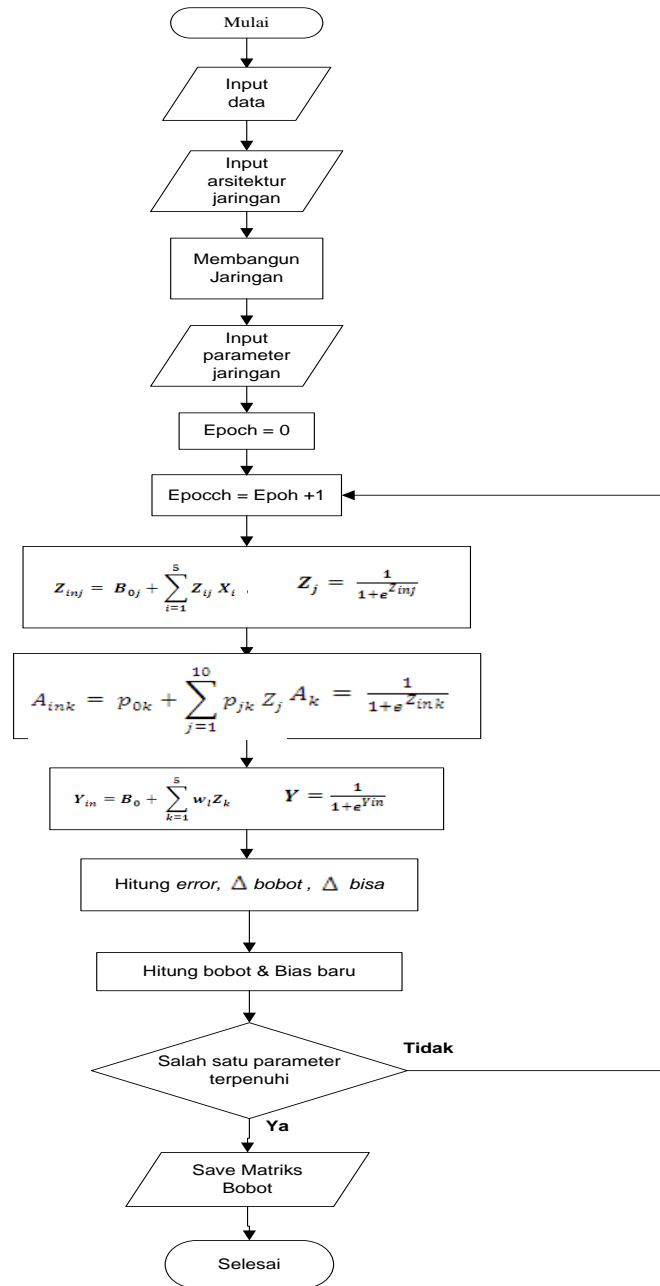
$\hat{y}(i,t)$ = beban prakiraan (MW)

Berdasarkan JCGM (2008) dimana “Akurasi suatu hasil perhitungan adalah tingkat kedekatan hasil perhitungan dengan nilai sebenarnya”. Dengan melakukan Perhitungan statistik biasa maka diperoleh nilai akurasi sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{nilai \% error}$$

2.2 Model Ramalan JST

2.2.1 Proses Pembelajaran Algoritma JST (*Backpropogation*)



Gambar 1. Flowchart Proses Pembelajaran Algoritma JST (*Backpropogation*)

Berdasarkan Gambar 1 diatas algoritma *backpropagation* menggunakan jaringan *feedforward* dengan banyak lapisan yang terdiri dari 2 lapisan *hidden layer* dimana *hidden layer* pertama terdiri dari 10 *node* dan *hidden layer* ke 2 terdiri dari 5 *node* dan 1 *output* dengan *max epoch* (iterasi) 9000 kali, dan target *error* 0.01%. dengan persamaan sebagai berikut:

a. Input : $X_i, i = 1,2,3,4,5$ dengan Normalisasi input = $\frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$ (3)

b. Hidden Layer 1 :

$$Z_{inj} = B_{0j} + \sum_{i=1}^5 v_{ij} X_i \quad j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 \quad \dots\dots\dots(4)$$

Dengan fungsi aktifasi : $Z_j = \frac{1}{1+e^{-Z_{inj}}}$ (5)

c. Hidden Layer 2 :

$$A_{ink} = p_{0k} + \sum_{j=1}^{10} p_{jk} Z_j \quad , k = 1,2,3,4,5 \quad \dots\dots\dots(6)$$

Dengan fungsi aktifasi : $A_k = \frac{1}{1+e^{-Z_{ink}}}$ (7)

d. Operasi pada output layer :

$$Y_{in} = W_0 + \sum_{k=1}^5 w_l A_k \quad , l = 1,2,3,4,5 \quad \dots\dots\dots(8)$$

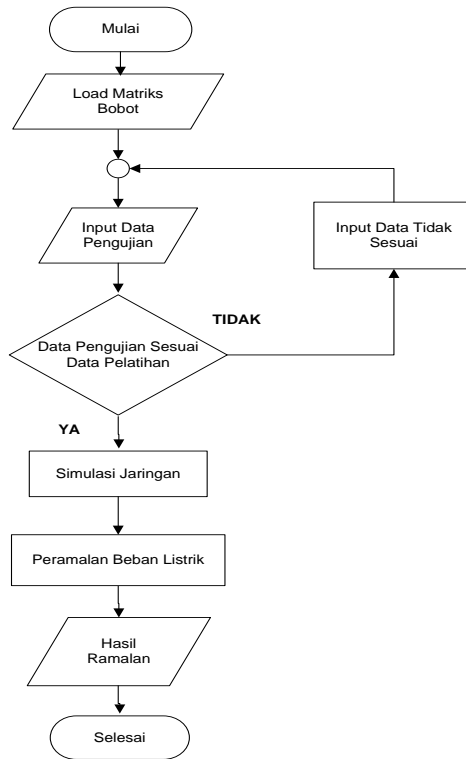
Dengan fungsi aktifasi : $Y = \frac{1}{1+e^{-Y_{in}}}$ (9)

Untuk hari dan jam berikutnya menggunakan persamaan yang sama seperti diatas.

Keterangan :

- X_i = nilai input
- B_{0j} = Bobot bias ke hidden layer j
- P_{0k} = Bobot bias ke hidden layer k
- W_0 = Bobot lapisan tiga / lapisan out put
- Z_j = Bobot lapisan 1
- A_k = Bobot lapisan 2
- Y_{in} = Bobot Lapisan akhir
- Y = Nilai *output*

3.2.2 Proses Peramalan Jaringan Syaraf Tiruan (*Backpropogation*)



Gambar 2. Flowchart Peramalan JST (*Backpropogation*)

Berdasarkan Gambar 2 Sebelum melakukan peramalan kurva beban listrik, dilakukan pemilihan 5 buah hari yang similar. Selanjutnya, proses ramalan JST dengan algoritma *Backpropagation* akan menghasilkan bobot akhir untuk meramalkan beban puncak harian mulai hari senin sampai dengan hari minggu dengan simulasi jaringan pada *Window M-file* pada *Matlab* dengan menggunakan 2 *hidden layer* dengan 1 *ouput*.

3 ANALISIS DATA

Pada Tabel 1 sampai Tabel 7 dapat dilihat data aktual (data input) terdiri dari 5 inpuatan dalam MW dengan 1 target yang diperoleh dari hasil konsumsi konsumen. Dengan data yang telah ada maka dapat dilakukan peramalan berdasarkan perhitungan PLN dengan menggunakan data lima minggu sebelumnya sebagai nilai rata-rata koefisien (α) dan dan rata-rata pertumbuhan kenaikan daya tiap minggunya (β) sedangkan untuk ramalan menggunakan JST hanya memerlukan 5 data aktual sebagai data *input* dan 1 target yang disusun dalam *Window M-file* pada *Matlab*. Untuk tabel selanjutnya juga menggunakan data yang sama dengan tanggal yang berbeda-beda disesuaikan dengan hari yang ditentukan. Contoh perhitungan menggunakan peramalan koefisien beban pada hari senin pukul 17.00 sebagai berikut :

$$Y_{1 \text{ senin}} = \frac{1}{5} \frac{3665}{4178} + \frac{3512}{3887} + \frac{3575}{3834} + \frac{3752}{4023} + \frac{3570}{3969} \times \frac{1}{4} \frac{3665}{3512} + \frac{3512}{3575} + \frac{3575}{3752} + \frac{3752}{3570} \times 4178 = 3826.29$$

Tabel 1. Peramalan PLN dan JST Senin

Jam	Data Aktual					Target (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	19-Mar-12	26-Mar-12	2-Apr-12	9-Apr-12	16-Apr-12	23-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
	17.00	3570	3752	3575	3512	3665			3633	0.91	1.01	3826.29	3633.71	193.29
17.30	3678	3872	3683	3596	3772	3733	0.94	1.01	3937.29	3732.19	204.29	0.81	5.47	0.02
18.00	3839	3946	3466	3788	3998	4047	0.96	1.01	4051.68	4046.7	4.68	0.3	0.12	0.01
18.30	3937	3993	3574	3885	4133	4140	0.98	1.02	4160.57	4139.8	20.57	0.2	0.50	0.00
19.00	3969	4023	3834	3883	4178	4046	1.00	1.01	4234.97	4052.24	188.97	6.24	4.67	0.15
19.30	3929	3978	3834	3887	4152	4171	0.99	1.01	4215.56	4160.91	44.56	10.09	1.07	0.24
20.00	3863	3912	3760	3877	4111	4084	0.98	1.02	4167.90	4094.9	83.90	10.9	2.05	0.27
20.30	3846	3926	3767	3819	4065	4060	0.98	1.01	4139.83	4053.25	79.83	6.75	1.97	0.17
21.00	3747	3795	3680	3791	3987	4031	0.96	1.02	4055.74	4029.17	24.74	1.83	0.61	0.05
21.30	3685	3756	3685	3626	3935	3852	0.94	1.02	3993.85	3854.6	141.85	2.6	3.68	0.07
22.00	2556	3631	3531	3550	3723	4009	0.85	1.11	3968.65	4008.47	40.35	0.53	1.01	0.01
Max	3969	4023	3834	3887	4178	4171	1.00	1.11	4234.97	4160.91	204.29	10.90	5.47	0.27
Min	2556	3631	3466	3512	3665	3633	0.85	1.01	3826.29	3633.71	4.68	0.20	0.12	0.00
Rata-rata	3692.64	3871.27	3671.73	3746.73	3974.45	3982.36	0.95	1.02	4068.39	3982.36	93.37	3.72	2.41	0.09

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 2,42% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,09% karena beberapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar. 3 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

Tabel 2. Peramalan PLN dan JST Selasa

Jam	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	20-Mar-12	27-Mar-12	3-Apr-12	10-Apr-12	17-Apr-12	24-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
	17.00	3510	3601	3442	3525	3674			3683	0.87	1.01	3632.08	3683.00	50.92
17.30	3570	3737	3946	3614	3864	3808	0.92	1.02	3868.79	3807.44	60.79	0.56	1.60	0.01
18.00	3759	3812	4097	3906	4017	4032	0.96	1.02	4029.55	4031.41	2.45	0.59	0.06	0.01
18.30	3903	3969	4105	4036	4111	4142	0.99	1.01	4121.59	4153.30	20.41	11.3	0.49	0.27
19.00	3911	4035	4058	4066	4075	4195	0.99	1.01	4114.58	4182.91	80.42	12.09	1.92	0.29
19.30	3998	3954	4020	4076	4058	4140	0.99	1.00	4080.13	4139.33	59.87	0.67	1.45	0.02
20.00	3915	4046	3987	4053	4056	4086	0.99	1.01	4091.32	4089.50	5.32	3.5	0.13	0.09
20.30	3927	3953	3941	3967	4018	4015	0.97	1.01	4027.13	4013.24	12.13	1.76	0.30	0.04
21.00	3796	3923	3884	3882	3897	4132	0.95	1.01	3944.58	4133.11	187.42	1.11	4.54	0.03
21.30	3777	3812	3796	3816	3841	3951	0.94	1.00	3865.92	3950.63	85.08	0.37	2.15	0.01
22.00	3634	3733	3700	3733	3721	3832	0.91	1.01	3766.79	3832.32	65.21	0.32	1.70	0.01
Max	3998	4046	4105	4076	4111	4195	0.99	1.02	4121.59	4182.91	187.42	12.09	4.54	0.29
Min	3510	3601	3442	3525	3674	3683	0.87	1.00	3632.08	3683.00	2.45	0.26	0.06	0.01
Rata-rata	3790.91	3870.45	3906.91	3879.45	3939.27	4001.45	0.95	1.01	3958.41	4001.47	57.27	2.96	1.43	0.07

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 1,43% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,07% karena beberapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

Tabel 3. Peramalan PLN dan JST Rabu

Jam	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	21-Mar-12	28-Mar-12	4-Apr-12	11-Apr-12	18-Apr-12	25-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
	17.00	3525	3793	3608	3814	3730			3630	0.90	1.02	3780.41	3629.94	150.41
17.30	3694	3807	3722	3867	3837	3641	0.92	1.01	3852.30	3641.09	211.30	0.09	5.80	0.00
18.00	3828	3854	3877	4121	4083	3987	0.96	1.02	4048.88	3995.13	61.88	8.13	1.55	0.20
18.30	3995	3928	4075	4088	4128	4102	0.99	1.01	4108.09	4106.88	6.09	4.88	0.15	0.12
19.00	3960	4069	4137	4083	4112	4122	0.99	1.01	4142.73	4119.14	20.73	2.86	0.50	0.07
19.30	3942	3925	4126	4039	4112	4131	0.98	1.01	4104.07	4121.80	26.93	9.2	0.65	0.22
20.00	4027	3896	4110	4050	4104	4084	0.99	1.01	4089.98	4094.26	5.98	10.26	0.15	0.25
20.30	3990	3854	4100	3951	4079	4104	0.98	1.01	4051.51	4103.23	52.49	0.77	1.28	0.02
21.00	3895	3794	3984	3858	4015	4003	0.95	1.01	3972.03	3992.41	30.97	10.59	0.77	0.26
21.30	3870	3727	3901	3789	3932	3956	0.94	1.00	3891.78	3956.04	64.22	0.04	1.62	0.00
22.00	3658	3658	3666	3658	3849	3754	0.90	1.01	3775.05	3754.00	21.05	0	0.56	0.00
Max	4027	4069	4137	4121	4128	4131	0.99	1.02	4142.73	4121.80	211.30	10.59	5.80	0.26
Min	3525	3658	3608	3658	3730	3630	0.90	1.00	3775.05	3629.94	5.98	0.00	0.15	0.00
Rata-rata	3853.09	3845.91	3936.91	3938.00	3998.27	3955.82	0.96	1.01	3983.35	3955.81	59.28	4.26	1.56	0.10

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 1,56% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,10% karena bebrapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

Tabel 4. Peramalan PLN dan JST Kamis

Jam	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	22-Mar-12	29-Mar-12	5-Apr-12	12-Apr-12	19-Apr-12	26-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
	17.00	3731	3697	3927	3656	3684			3675	0.91	1.00	3838.91	3674.44	163.91
17.30	3709	3814	4032	3753	3886	3607	0.94	1.01	4000.06	3607.63	393.06	0.63	10.90	0.02
18.00	3849	3879	4117	3893	4084	4033	0.97	1.02	4142.63	4032.64	109.63	0.36	2.72	0.01
18.30	4058	3978	4073	4023	4100	4007	0.99	1.00	4174.12	4012.12	167.12	5.12	4.17	0.13
19.00	4096	3960	4068	3993	4082	4012	0.99	1.00	4153.66	4005.35	141.66	6.65	3.53	0.17
19.30	4072	4000	4101	4011	4215	4313	1.00	1.01	4234.68	4313.77	78.32	0.77	1.82	0.02
20.00	4064	3960	4041	4061	4145	4155	0.99	1.01	4191.79	4152.76	36.79	2.24	0.89	0.05
20.30	4019	3881	3982	3995	4005	3996	0.97	1.00	4088.13	3999.82	92.13	3.82	2.31	0.10
21.00	3965	3857	3908	3920	3919	3902	0.96	1.00	4015.36	3904.06	113.36	2.06	2.91	0.05
21.30	3904	3755	3839	3795	3895	3906	0.94	1.00	3946.81	3892.01	40.81	13.99	1.04	0.36
22.00	3785	3674	3740	3679	3802	3867	0.91	1.00	3848.73	3878.32	18.27	11.32	0.47	0.29
Max	4096	4000	4117	4061	4215	4313	1.00	1.02	4234.68	4313.77	393.06	13.99	10.90	0.36
Min	3709	3674	3740	3656	3684	3607	0.91	1.00	3838.91	3607.63	18.27	0.36	0.47	0.01
Rata-rata	3932.00	3859.55	3984.36	3889.00	3983.36	3952.09	0.96	1.00	4057.72	3952.08	123.19	4.32	3.20	0.11

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 3,20% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,11% karena bebrapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

Tabel 5. Peramalan PLN dan JST Jumat

Jam	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	23-Mar-12	30-Mar-12	6-Apr-12	13-Apr-12	20-Apr-12	27-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
17.00	3391	3596	3569	3563	3702	3811	0.91	1.02	3766.88	3810.80	44.12	0.2	1.16	0.01
17.30	3482	3692	3657	3668	3837	3841	0.93	1.02	3884.56	3841.10	43.56	0.1	1.13	0.00
18.00	3595	3746	3798	3902	4032	4043	0.97	1.03	4056.20	4043.40	13.20	0.4	0.33	0.01
18.30	3832	3775	3871	3909	4066	4111	0.99	1.02	4081.97	4106.10	29.03	4.9	0.71	0.12
19.00	3841	3800	3873	3907	4019	4023	0.99	1.01	4065.05	4031.99	42.05	8.99	1.05	0.22
19.30	3835	3895	3771	3990	4035	4128	0.99	1.01	4089.74	4128.29	38.26	0.29	0.93	0.01
20.00	3818	3872	3723	3868	3999	4017	0.98	1.01	4033.88	4010.53	16.88	6.47	0.42	0.16
20.30	3787	3813	3693	3995	3978	4012	0.98	1.01	4034.73	4013.13	22.73	1.13	0.57	0.03
21.00	3721	3741	3616	3923	3908	3997	0.96	1.01	3960.05	3996.90	36.95	0.1	0.92	0.00
21.30	3684	3693	3534	3832	3791	3921	0.94	1.01	3862.85	3921.00	58.15	0	1.48	0.00
22.00	3632	3642	3448	3758	3695	3784	0.92	1.01	3778.51	3704.08	5.49	79.92	0.15	2.11
Max	3841	3895	3873	3995	4066	4128	0.99	1.03	4089.74	4128.29	58.15	79.92	1.48	2.11
Min	3391	3596	3448	3563	3695	3784	0.91	1.01	3766.88	3704.08	5.49	0.00	0.15	0.00
Rata-rata	3692.55	3751.36	3686.64	3846.82	3914.73	3971.64	0.96	1.02	3964.95	3964.30	31.86	9.32	0.80	0.24

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* 0,80% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,24% karena beberapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

Tabel 6. Peramalan PLN dan JST Sabtu

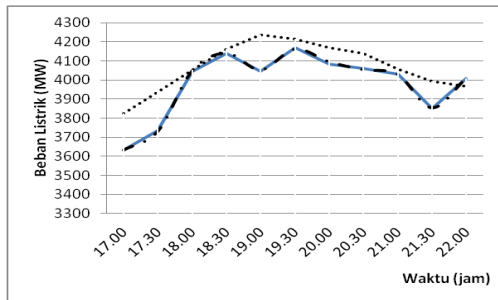
Jam	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	24-Mar-12	31-Mar-12	7-Apr-12	14-Apr-12	21-Apr-12	28-Apr-12			PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
17.00	3097	3223	2910	3348	3238	3319	0.85	1.02	3361.05	3319.47	42.05	0.47	1.27	0.01
17.30	3138	3373	2960	3452	3409	3427	0.88	1.03	3507.48	3424.10	80.48	2.9	2.35	0.08
18.00	3369	3584	3247	3741	3600	3678	0.94	1.02	3748.72	3679.18	70.72	1.18	1.92	0.03
18.30	3565	3713	3378	3823	3875	4003	0.99	1.02	3933.74	3990.40	69.26	12.6	1.73	0.31
19.00	3613	3733	3377	3845	3895	3975	0.99	1.02	3949.84	3990.52	25.16	15.52	0.63	0.39
19.30	3692	3763	3415	3817	3659	3788	0.99	1.00	3845.08	3794.50	57.08	6.5	1.51	0.17
20.00	3613	3731	3390	3785	3670	3843	0.98	1.01	3834.94	3833.85	8.06	9.15	0.21	0.24
20.30	3633	3709	3334	3732	3632	3521	0.97	1.00	3789.11	3523.57	268.11	2.57	7.61	0.07
21.00	3535	3586	3285	3654	3620	3849	0.95	1.01	3732.90	3848.15	116.10	0.85	3.02	0.02
21.30	3515	3515	3241	3562	3452	3746	0.93	1.00	3611.82	3745.53	134.18	0.47	3.58	0.01
22.00	3359	3429	3154	3489	3352	3547	0.90	1.00	3522.00	3547.08	25.00	0.08	0.70	0.00
Max	3692	3763	3415	3845	3895	4003	0.99	1.03	3949.84	3990.52	268.11	15.52	7.61	0.39
Min	3097	3223	2910	3348	3238	3319	0.85	1.00	3361.05	3319.47	8.06	0.08	0.21	0.00
Rata-rata	3466.27	3578.09	3244.64	3658.91	3582.00	3699.64	0.94	1.01	3712.42	3699.67	81.47	4.75	2.23	0.12

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 2,23% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,12% karena beberapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.

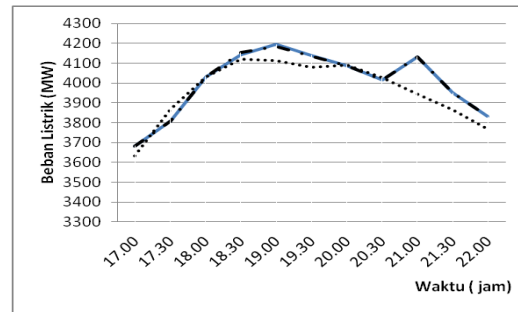
Tabel 7. Peramalan PLN dan JST Minggu

JAM	Data Aktual					TARGET (MW)	α	β	Perkiraan (MW)		Error (MW)		Error (%)	
	18-Mar-12	25-Mar-12	1-Apr-12	8-Apr-12	15-Apr-12				PLN	JST	PLN	JST	PLN	JST
17.00	3039.00	3157.00	3019	3075	3034	3107	0.87	1.00	3146.27	3108.97	39.15	1.85	1.26	0.06
17.30	3139.00	3234.00	3165	3152	3145	3181	0.90	1.00	3253.07	3181.02	71.62	0.43	2.25	0.01
18.00	3309.00	3393.00	3363	3361	3481	3543	0.96	1.01	3515.25	3538.81	27.25	3.69	0.77	0.10
18.30	3417.00	3542.00	3426	3458	3509	3619	0.98	1.01	3586.84	3615.51	31.83	3.16	0.88	0.09
19.00	3534.00	3534.00	3466	3414	3594	3639	0.99	1.00	3616.86	3655.28	22.31	16.11	0.61	0.44
19.30	3572.00	3510.00	3435	3421	3622	3737	0.99	1.00	3617.98	3723.88	118.75	12.85	3.18	0.34
20.00	3480.00	3498.00	3389	3428	3623	3635	0.99	1.01	3612.42	3634.24	22.81	0.99	0.63	0.03
20.30	3505.00	3433.00	3277	3389	3625	3634	0.98	1.01	3568.52	3637.60	65.85	3.23	1.81	0.09
21.00	3435.00	3373.00	3191	3301	3508	3462	0.95	1.01	3470.47	3461.87	8.44	0.16	0.24	0.00
21.30	3343.00	3274.00	3164	3209	3434	3310	0.93	1.01	3395.45	3310.36	85.11	0.02	2.57	0.00
22.00	3239.00	3125.00	3122	3105	3372	3324	0.90	1.01	3311.84	3323.50	11.77	0.11	0.35	0.00
Max	3572.00	3542.00	3466.00	3458.00	3625.00	3736.73	0.99	1.01	3617.98	3723.88	118.75	16.11	3.18	0.44
Min	3039.00	3125.00	3019	3075	3034	3107.12	0.87	1.00	3146.27	3108.97	8.44	0.02	0.24	0.00
Rata-Rata	3364.73	3370.27	3274.27	3301.18	3449.73	3471.93	0.95	1.01	3463.18	3471.91	45.90	3.87	1.32	0.11

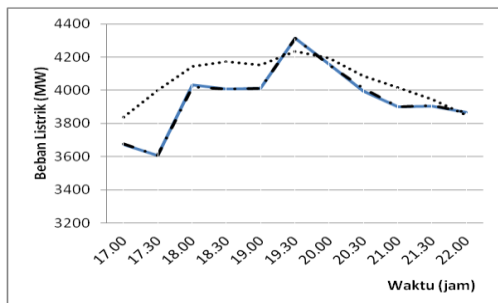
Pada Tabel. 7 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *error* yang dihasilkan pada ramalan PLN menggunakan koefisien beban memiliki nilai *error* sebesar 1,32% sedangkan dengan JST memiliki nilai *error* sebesar 0,11% karena beberapa faktor keadaan politik negara, kegiatan ekonomi masyarakat, perubahan jumlah konsumen tenaga listrik, perubahan konsumsi tenaga listrik dari konsumen lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 dimana daya yang dihasilkan pada proses peramalan menggunakan koefisien beban PLN memiliki nilai yang cukup jauh dari target sedangkan dengan proses JST nilai yang dihasilkan mendekati target.



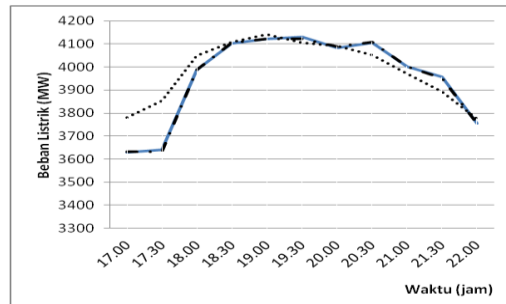
Gambar 3. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Senin



Gambar 4. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Selasa

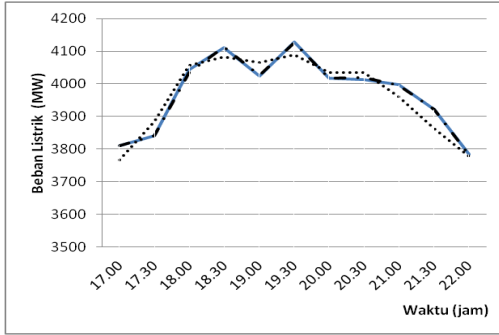


Gambar 5. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Rabu

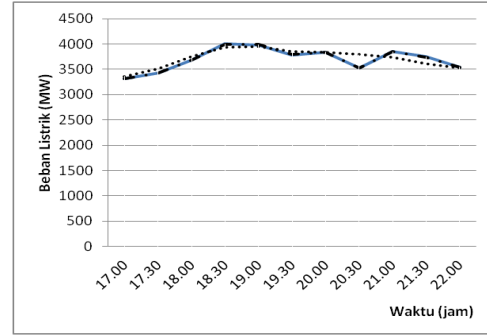


Gambar 6. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Kamis

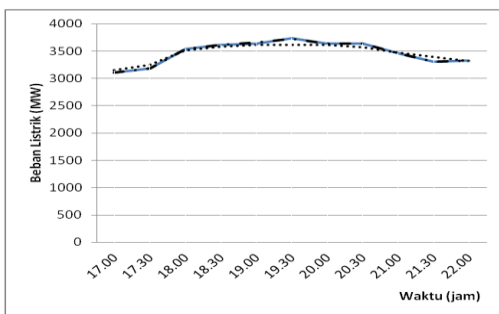
Peramalan Beban Puncak Listrik Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan



Gambar 7. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Jumat



Gambar 8. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Sabtu



Gambar 9. Grafik Perkiraan PLN & JST Hari Sabtu

Keterangan :

- : Target (MW)
- : PLN (MW)
- . - : JST (MW)

Tabel 8. Rata-rata error PLN & JST

HARI	TANGGAL	ERROR (%)		Nilai Akurasi (%)	
		PLN	JST	PLN	JST
SENIN	23 – 04 – 2012	2.42	0.09	97.58	99.91
SELASA	24 – 04 – 2012	1.43	0.07	98.57	99.93
RABU	25 – 04 – 2012	1.56	0.1	98.44	99.9
KAMIS	26 – 04 – 2012	3.2	0.11	96.8	99.89
JUM'AT	27 – 04 – 2012	0.8	0.24	99.2	99.76
SABTU	28 – 04 – 2012	2.23	0.13	97.77	99.87
MINGGU	29 – 04 – 2012	1.32	0.11	98.68	99.89
RATA-RATA		1.85	0.12	98.15	99.88

Dari Tabel 8 dapat dilihat dengan perbandingan rata – rata *error* dari Hari Senin sampai Minggu adalah 0,12 % dengan nilai akurasi 99,88% untuk *Backpropogation* dan 1,85 % dengan nilai akurasi 98,15% untuk PLN, maka tampak jelas bahwa *Backpropogation* mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam memprediksikan beban puncak listrik. Hasil rata-rata memungkinkan untuk menghasilkan yang lebih baik karena pada penelitian ini hanya menggunakan data-data numerik saja dari beban – beban masa lalu, tanpa memperhitungkan faktor– faktor eksternal seperti pengaruh keadaan cuaca, curah hujan, pertumbuhan ekonomi, keadaan politik negara, dan faktor – faktor lainnya yang dapat memperngaruhi hasil ramalan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan melalui kajian teoritis dan kajian praktis maka, dapat disimpulkan :

1. Dalam meramalkan beban puncak listrik jangka pendek selain metode yang telah ada, ternyata dapat pula digunakan model peramalan dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang memberikan hasil yang mendekati target yaitu, menggunakan 2 *hidden layer* dimana *hidden layer* pertama terdiri dari 10 *node*, *hidden layer* kedua terdiri dari 5 *node* dengan satu *output*.
2. Hasil ramalan beban listrik dengan menggunakan JST *Backpropogation* telah dihasilkan dimana, ramalan dengan JST *Backpropogation* lebih mendekati data targetnya dan memberikan arti yang signifikan dibandingkan dengan metode koefisien beban PLN. Melalui perhitungan secara statistik didapatkan rata-rata *error* hasil ramalan dengan menggunakan metode koefisien beban PLN sebesar 1,85% dengan tingkat akurasi sebesar 98,15% sedangkan rata-rata *error* hasil ramalan dengan menggunakan algoritma JST *Backpropogation* sebesar 0,12 % dengan tingkat akurasi 99,88%. Sehingga dapat dibuktikan bahwa prediksi beban menggunakan pendekatan Jaringan Syaraf Tiruan memberikan hasil ramalan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. (2004). *Teknik Tenaga Listrik (Jilid III)*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Furqon. (2004) *Statistik Terapan untuk penelitian*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- JCGM 2008 *Internasional Vocabulary of Metrology – Basic and General concepts and associated terms (VIM)*, hal 200.
- Kusumadewi, S. (2004). *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kristanto (2004), Andri, *Jaringan Syaraf Tiruan (Konsep Dasar, , dan Aplikasi)*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta.
- M. Djiteng. (1990). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Balai Penerbit dan Humas ISTN, Jakarta, hal 13.
- T. Senjyu. (Februari 2002). “*One-Hour Ahead Load Forecasting Using Neural Network*”, IEEE Transaction On Power System, Vol 17, No.1.