

JARINGAN SYARAF TIRUAN SEBAGAI METODE PERAMALAN BEBAN LISTRIK HARIAN DI PT. PISMATEX PEKALONGAN

M. Subhan Maulidin¹⁾, Luqman Assaffat²⁾

¹⁾ Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim
Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan, Semarang
aan.subhan18@gmail.com

²⁾ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah no 12, Semarang
assaffat@unimus.ac.id

ABSTRACT

Load electricity forecasting of industry can provide an information support to the Top Management and other stakeholders in terms of estimating and monitoring the power requirements and effort in providing it. With the artificial neural network method as an electrical load forecasting method using the short-term power load forecasting in the industrial sector, is expected load forecasting in this study had an average error is small.

Research on the daily electricity load forecasting in PT. Pismatex Pekalongan using neural networks with daily electricity load data per hour for one week study. The Result of this study is MAPE of 7.23%.

Keywords: Short-Term Forecasting, Electricity Charges, Neural Network

1. LATAR BELAKANG

Beberapa penelitian tentang peramalan beban listrik yang menggunakan metode jaringan syaraf tiruan sudah banyak dilakukan. Peramalan beban listrik jangka pendek menggunakan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan data beban listrik harian pada sistem tenaga listrik di Mesir diperoleh kesalahan rata-rata sebesar 0,493% dengan standar deviasi 2,923% (Mohamed dkk, 1998). Peramalan beban listrik harian pada suatu perkotaan menggunakan jaringan syaraf tiruan diperoleh kesalahan rata-rata yang didapat sebesar 1,97% (Beccali, 2004). Philippe Lauret dkk melakukan penelitian peramalan beban listrik jangka pendek

dengan metode jaringan syaraf tiruan Bayesian (Philippe Lauret dkk, 2008). Perbandingan penggunaan metode jaringan syaraf tiruan dan metode Fuzzy Logic yang menghasilkan kesimpulan bahwa rata-rata kesalahan adalah 0,5% untuk jaringan syaraf tiruan dan 4,91% untuk metode Fuzzy Logic. (A. Badri, 2012).

Penelitian peramalan beban listrik jangka menengah menggunakan jaringan syaraf tiruan menghasilkan rentang kesalahan antara nilai minimum 3,25% dan nilai maksimum 7,32% (Islam, 1995). Penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi beban listrik bulanan dan melihat tren permintaan beban, mendapatkan

hasil dengan rentang kesalahan antara nilai minimum 2,08% dan nilai maksimum 6,99% (Romera, 2007). Untuk peramalan beban listrik jangka panjang dengan data beban listrik negara Taiwan, diperoleh kesalahan rata-rata sebesar 2,22%. (Chiang Hsu dkk, 2003).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya memperlihatkan bahwa jaringan syaraf tiruan mampu digunakan sebagai metode peramalan beban listrik yang menggunakan data-data beban listrik dengan cakupan area yang luas (kota, regional dan negara). Dari berbagai penelitian tersebut memperlihatkan pula bahwa kesalahan rata-rata terkecil didapatkan pada peramalan beban listrik jangka pendek. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini mengangkat tema tentang penggunaan jaringan syaraf tiruan sebagai metode peramalan beban listrik jangka pendek. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah data-data beban listrik yang digunakan adalah data dengan cakupan area yang kecil, yaitu data beban listrik pada suatu industri. Peramalan beban listrik pada suatu industri dapat memberikan suatu informasi yang mendukung terhadap Top Management dan pemangku kepentingan lainnya dalam hal memperkirakan dan memonitor kebutuhan daya listrik serta usaha dalam menyediakannya (Sword dkk, 2008). Pada penelitian ini menggunakan data-data beban listrik harian PT. Pismatek Pekalongan sebagai studi kasusnya.

2. TEORI PERAMALAN

Peramalan adalah metode untuk memperkirakan suatu nilai di masa depan dengan menggunakan data di masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan sebagai fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk tersebut dapat dibuat dalam suatu kuantitas yang tepat (Gaspersz, 2004).

Ukuran akurasi dari suatu metode peramalan dapat ditentukan dengan nilai Mean Absolute Percentage Error atau MAPE (Wei-Chiang Hong, 2009) yaitu :

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{y_i - f_i}{y_i} \right| \quad (1)$$

Keterangan :

N : adalah jumlah data dalam periode peramalan

y_i : adalah data aktual pada periode ke i

f_i : adalah data peramalan pada periode ke i

3. JARINGAN SYARAF TIRUAN

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem komputasi dengan arsitektur dan operasi yang diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf di dalam otak manusia. Prinsip kerja tersebut menjadikan Jaringan Syaraf Tiruan sangat sesuai untuk menyelesaikan berbagai masalah yang mempunyai tipe sama seperti otak manusia dalam menyelesaikan masalah (Laurence, 1994; Siang, 2005). Keberhasilan

penggunaan metode jaringan syaraf tiruan ditentukan oleh tiga faktor, yaitu :

1. Pola-pola hubungan antar neuron yang disebut arsitektur jaringan
2. Metode penentuan bobot penghubung yang disebut metode pembelajaran (training/learning)
3. Fungsi aktivasi yang digunakan

3.1. Neuron

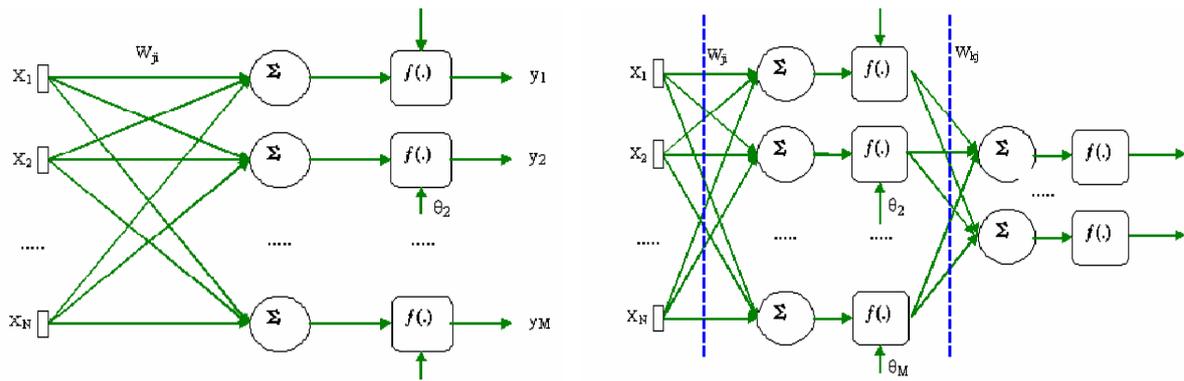
Neuron adalah unit yang memproses informasi yang menjadi dasar dalam pengoperasian jaringan syaraf tiruan. Neuron terdiri dari 3 elemen pembentuk (Laurence, 1994; Siang, 2005) :

- a. Himpunan unit-unit yang dihubungkan dengan jalur koneksi. Jalur-jalur tersebut memiliki bobot/kekuatan yang berbeda-beda. Bobot yang bernilai positif akan memperkuat sinyal dan yang bernilai negatif akan memperlemah sinyal yang dibawa.
- b. Suatu unit penjumlah yang akan menjumlahkan input-input sinyal yang sudah dikalikan dengan bobotnya.
- c. Fungsi aktivasi yang menentukan keluaran dari sebuah neuron.

3.2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan jumlah lapis (layer), arsitektur jaringan syaraf tiruan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu jaringan lapis tunggal (single layer network), di mana semua unit input dalam jaringan ini dihubungkan dengan semua unit output, meskipun dengan bobot yang berbeda-beda dan jaringan lapis jamak (multi layer network) yang merupakan perluasan dari single layer. Jaringan layar jamak memperkenalkan satu atau lebih layer tersembunyi (hidden layer) yang mempunyai simpul yang disebut neuron tersembunyi (Laurence, 1994). Gambar 1.a memperlihatkan single layer network, sedangkan gambar 1.b. memperlihatkan multilayer network.

Berdasarkan arah aliran sinyal masukan, arsitektur jaringan syaraf tiruan dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas yang berbeda, yaitu jaringan umpan maju (Feedforward Network) dan jaringan dengan umpan balik (Recurrent Network). Pada Feedforward Network, sinyal mengalir dari unit input ke unit output dalam arah maju, sedangkan pada jaringan recurrent terdapat neuron output yang memberikan sinyal pada unit input yang sering disebut feedback loop (Laurence, 1994).



a). Single layer network

b). Multi layer network

Gambar 1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

3.3. Backpropagation

Backpropagation adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan pada jaringan saraf tiruan multilayer. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan (Judith, 1990; Siang, 2005).

Backpropagation memiliki beberapa unit neuron yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi. Gambar 2 adalah arsitektur backpropagation dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah lapis tersembunyi yang terdiri dari lebih dari satu neuron serta m buah unit keluaran (Chiang Hsu dkk, 2003).

4. DATA PELATIHAN

JARINGAN SYARAT TIRUAN

Penelitian ini menggunakan data beban listrik harian PT. Pismatex Pekalongan. Data pelatihan jaringan syaraf tiruan diambil dari data hari Senin tanggal 7 April 2014 sampai Minggu 13 April 2014, dengan perubahan data beban per setiap jam, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1, jumlah data pelatihan sebanyak $7 \times 24 = 168$ data. Sebagai data input pelatihan adalah data hari Senin 07/04/2014 jam 00.00 sampai Minggu 13/04/2014 jam 22.00 (167 data). Sedangkan sebagai data target pelatihan adalah data hari Senin 07/04/2014 jam 01.00 sampai Minggu 13/04/2014 jam 23.00 (167 data)

Tabel 1. Data Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan : Beban Listrik Harian (kWH)

Waktu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
	07/04/14	08/04/14	09/04/14	10/04/14	11/04/14	12/04/14	13/04/14
00.00	119,00	142,00	128,00	92,00	141,00	149,00	128,00
01.00	119,00	135,00	134,00	86,00	129,00	132,00	123,00
02.00	108,00	112,00	134,00	70,00	131,00	117,00	112,00
03.00	107,00	107,00	119,00	54,00	114,00	115,00	109,00
04.00	90,00	86,00	97,00	45,00	91,00	91,00	94,00
05.00	101,00	91,00	89,00	49,00	88,00	103,00	91,00
06.00	107,00	96,00	127,00	97,00	100,00	105,00	109,00
07.00	140,00	133,00	148,00	134,00	129,00	129,00	121,00
08.00	143,00	152,00	132,00	136,00	148,00	153,00	144,00
09.00	144,00	144,00	150,00	139,00	149,00	148,00	131,00
10.00	141,00	134,00	131,00	130,00	131,00	131,00	125,00
11.00	135,00	130,00	136,00	137,00	136,00	136,00	135,00
12.00	126,00	118,00	119,00	138,00	120,00	120,00	130,00
13.00	123,00	111,00	104,00	108,00	115,00	115,00	106,00
14.00	107,00	130,00	139,00	120,00	112,00	112,00	136,00
15.00	135,00	150,00	152,00	134,00	149,00	149,00	148,00
16.00	144,00	126,00	149,00	152,00	136,00	136,00	153,00
17.00	127,00	137,00	136,00	134,00	133,00	133,00	133,00
18.00	137,00	122,00	137,00	121,00	132,00	132,00	134,00
19.00	131,00	132,00	137,00	142,00	132,00	132,00	143,00
20.00	124,00	110,00	112,00	127,00	103,00	103,00	116,00
21.00	115,00	102,00	121,00	110,00	111,00	111,00	121,00
22.00	105,00	135,00	128,00	115,00	114,00	114,00	124,00
23.00	146,00	143,00	142,00	145,00	146,00	146,00	144,00

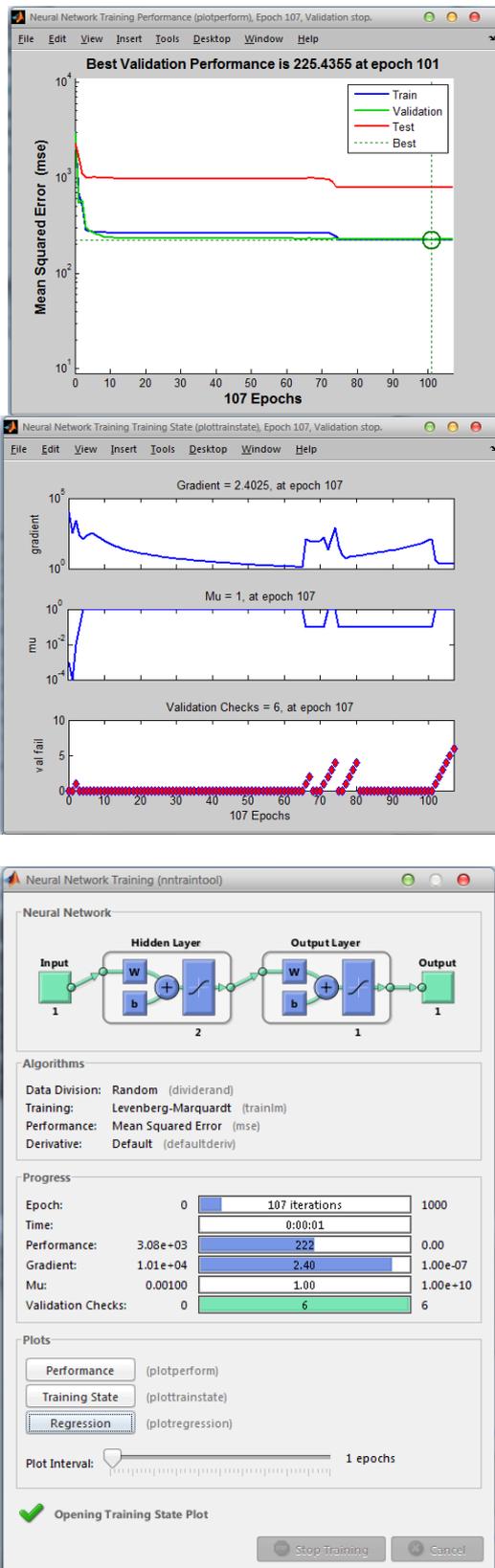
5. PELATIHAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Desain pelatihan jaringan syaraf tiruan dimulai dengan membangun network dengan parameter sebagai berikut :

1.	Tipe Jaringan	: Feed-Forward Backprop
2.	Fungsi Pelatihan	: Train Levenberg-Marquardt
3.	Fungsi Pembelajaran	: LEARNGDM
4.	Fungsi Performance	: MSE (Mean Square Error)

5.	Jumlah Hidden Layer	: 1 (Satu)
6.	Jumlah Neuron	: 2 (Dua)
7.	Fungsi Transfer	: TANSIG (Logaritmik Bipolar)

Setelah dilakukan proses pelatihan, dihasilkan parameter sebagai berikut :



1. Epoch = 107 iterasi, menyatakan jumlah perulangan pembelajaran. Pada pelatihan ini proses pembelajaran berhenti setelah terjadi perulangan sebanyak 107 kali
2. Time = 1 detik, menyatakan waktu yang ditempuh oleh Matlab dalam melakukan pembelajaran
3. Performance = 222, menyatakan kualitas hasil pembelajaran, makin dekat dengan nol kualitasnya semakin baik
4. Gradient = 2,40, menyatakan kemiringan antara satu iterasi dengan iterasi berikutnya. Pembelajaran akan berhenti jika kemiringan sudah tidak berubah
5. Mu = 1,0, menyatakan nilai error nya adalah 1, nilai yang paling baik adalah 0.
6. Validation Check = 6, menyatakan apakah proses pembelajaran mengarah pada tujuan yang tepat atau menyimpang. 6 kali cek validasi dilakukan pada pembelajara ini.

6. HASIL PERAMALAN BEBAN LISTRIK

Peramalan beban listrik yang dilakukan adalah pada hari Senin tanggal 14 April 2014, dari pukul 00.00 sampai pukul 23.00, kemudian dibandingkan dengan data beban secara nyata pada

tanggal tersebut. Tabel 2 di bawah ini memaparkan hasil peramalan, data nyata dan nilai MAPE.

Tabel 2. Hasil peramalan yang dibandingkan dengan data nyata

No	Waktu	Data Nyata (y_i)	Peramalan (f_i)	$ y_i - f_i $	$\left \frac{y_i - f_i}{y_i} \right $	MAPE (%)
		(kWH)	(kWH)			
1	00.00	132,00	126,00	6,00	0,045	4,545
2	01.00	126,00	123,00	3,00	0,024	2,381
3	02.00	106,00	116,00	10,00	0,094	9,434
4	03.00	104,00	113,00	9,00	0,087	8,654
5	04.00	97,00	102,00	5,00	0,052	5,155
6	05.00	86,00	99,00	13,00	0,151	15,116
7	06.00	94,00	113,00	19,00	0,202	20,213
8	07.00	120,00	122,00	2,00	0,017	1,667
9	08.00	137,00	133,00	4,00	0,029	2,920
10	09.00	133,00	127,00	6,00	0,045	4,511
11	10.00	128,00	124,00	4,00	0,031	3,125
12	11.00	129,00	129,00	0,00	-	-
13	12.00	131,00	127,00	4,00	0,031	3,053
14	13.00	111,00	111,00	0,00	-	-
15	14.00	101,00	130,00	29,00	0,287	28,713
16	15.00	132,00	134,00	2,00	0,015	1,515
17	16.00	152,00	136,00	16,00	0,105	10,526
18	17.00	138,00	128,00	10,00	0,072	7,246
18	18.00	129,00	129,00	0,00	-	-
20	19.00	144,00	133,00	11,00	0,076	7,639
21	20.00	134,00	119,00	15,00	0,112	11,194
22	21.00	111,00	122,00	11,00	0,099	9,910
23	22.00	113,00	124,00	11,00	0,097	9,735
24	23.00	142,00	133,00	9,00	0,063	6,338
Nilai Rata-Rata MAPE (%)						7,233

Dari tabel hasil peramalan dengan jaringan syaraf tiruan serta dibandingkan dengan data beban aktualnya pada hari Senin 14/04/2014, didapatkan MAPE terkecil adalah 0% sedangkan MAPE terbesar adalah 28,71%. Sehingga rata-rata MAPE pada penelitian menggunakan

jaringan syaraf tiruan ini adalah 7,233%. Hasil rata-rata MAPE tidak sesuai dengan hipotesis yang di inginkan, karena untuk peramalan beban listrik jangka pendek yang menggunakan jaringan syaraf tiruan yang dilakukan oleh peneliti-peneliti

sebelumnya rata-rata mempunyai MAPE kurang dari 2%.

7. KESIMPULAN

Penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk peramalan beban listrik jangka pendek dengan cakupan data beban area kecil, sebagai studi kasus beban harian PT. Prismatex Pekalongan, tidak sesuai dengan hipotesis yang diharapkan, karena hasil rata-rata MAPE pada penelitian sebesar 7,233%.

8. SARAN

MAPE yang besar kemungkinan disebabkan oleh variabel data pelatihan hanya dari data *time series* beban listrik harian. Disarankan untuk melanjutkan penelitian dengan variabel yang kemungkinan mempengaruhi konsumsi daya listrik pada pabrik, salah satunya adalah variabel kapasitas produksi pabrik.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Badri, Z. Ameli, A.Motie Birjandi, 2011, Application of Artificial Neural Networks and Fuzzy logic Methods for Short Term Load Forecasting, Energy Procedia 14 (2012) 1883 – 1888
- Sword, E. Coyle, B. Norton, 2008, An Enterprise-Information System, Applied Energi 85, 61-69
- Che-Chiang Hsu, Chia-Yon Chen, 2003, Regional load forecasting in Taiwan-applications of artificial neural networks, Energy Conversion and Management 44 1941–1949
- Eva González-Romera, Miguel Angel Jaramillo-Mora, Diego Carmona-Fernández, 2007, Forecasting of the electric energy demand trend and monthly fluctuation with neural networks, Computers & Industrial Engineering 52, 336–343
- E. A. Mohamed, M. M. Mansour, S. EI-Debeiky, K. G. Mohamed, 1998, Egyptian Unified Grid hourly load forecasting using artificial neural network, Electrical Power & Energy Systems, Vol. 20, No. 7, pp. 495-500
- Fausett, Laurence, 1994, Fundamentals of Neural Networks, PrenticeHall, New Jersey
- Jong Jek Siang, 2005, Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- M. Beccali, M. Cellura, V. Lo Brano, A. Marvuglia, 2004, Forecasting daily urban electric load profiles using

artificial neural networks, *Energy Conversion and Management* 45 2879–2900

Philippe Lauret, Eric Fock, Rija N. Randrianarivony, Jean-Franc Manicom-Ramsamy, 2008, Bayesian neural network approach to short time load forecasting, *Energy Conversion and Management* 49, 1156–1166

Syed M. Islam, Saleh M. Al-Alawi, Khaled A. Ellithy, 1995, Forecasting monthly electric load and energy for a fast growing utility using an artificial neural network, *Electric Power Systems Research* 34, 1- 9

Vincent Gaspersz, 2004, *Production Planning and Inventory Control*, PT. Gramedia, Jakarta