

# LAPORAN PENELITIAN



## PERAMALAN BEBAN JANGKA PENDEK METODE DEORAS

Oleh:

Dr. Sylvia Jane A. Sumarauw, M.Si., M.Kom  
NIP 196210271987032001

Dibiayai oleh Dana DIPA UNIMA T.A. 2021  
Sesuai Kontrak No: 2901/UN 41/023.04.08/2021  
Tanggal 10 Mei 2021

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI MANADO  
NOVEMBER 2021**

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN PENELITIAN TAHUN 2021**

1	Judul	Peramalan Beban Jangka Pendek Metode Deoras
2	Ketua Tim	
	a. Nama Lengkap	Dr. Sylvia Jane A. Sumarauw, M.Si., M.Kom
	b. NIP	196210271987032001
	c. NIDN	0027106205
	c. Pangkat/Golongan	Pembina Tkt I/IVb
	d. Jabatan Fungsional	Lektor kepala
	e. Jurusan/Fakultas	Matematika/FMIPA
	f. Email/HP	janesumarauw@gmail.com/+62812454553399
3	Waktu pelaksanaan	: Maret – Agustus 2021 (6 bulan)
4	Jumlah anggaran.	: Rp. 20.000.000 (dua puluh juta rupiah)
5	Sumber Dana	: PNBP Unima 2021

Manado, November 2021

Mengetahui,  
Kaprodik/Kajur Matematika



Dra. Vivian E. Regar  
NIP. 196504091988032001

Ketua Pengusul,



Dr. Sylvia Jane A. Sumarauw, M.Si., M.Kom  
NIP. 196210271987032001

Menyetujui,  
Dekan FMIPA



Dr. Anetha L.F. Tilaar, M.Si  
NIP. 196609271984032002



Dr. Raymond J. Rumampuk, M.Si  
NIP. 196704231991031001

## ABSTRAK

Pemilihan metode peramalan yang tidak sesuai dengan kondisi sistem kelistrikan merupakan salah satu kesalahan peramalan beban jangka pendek atau Short-term Load Forecast (STLF), yang bisa menyebabkan terganggunya pelayanan penyediaan listrik ke pelanggan atau penggunaan energi primer yang berlebih. Metode Deoras, adalah ujicoba terhadap sebuah studi kasus yang berjudul “*Load and Price Forecasting Using MATLAB*”. Pada metode yang digunakan sebagai acuan ini, ditunjukkan bagaimana membangun suatu peramalan beban listrik jangka pendek dengan menggunakan Matlab. Model regresi *non-linear Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk meramalkan beban dalam satu hari (sehari-per-jam) berdasarkan sehari sebelumnya dengan memperhitungkan perkiraan suhu/temperatur, informasi liburan dan histori pembebanan pada sistem kelistrikan. Pada contoh tersebut, model dilatih pada data per-jam di wilayah NEPOOL (*courtesy ISO New England*) dari tahun 2004 sampai dengan 2007 dan diuji pada data *out-of-sampel* tahun 2008.

Tulisan ini bertujuan mengeksplorasi dengan cara mempelajari dan mengujicoba metode Deoras dalam peramalan beban jangka pendek. Ujicoba dilakukan dengan menggunakan data sistem kelistrikan wilayah Sulselrabar (Sulawesi Selatan Tenggara dan Barat) Indonesia. Hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi metode peramalan yang cocok pada sistem kelistrikan Indonesia.

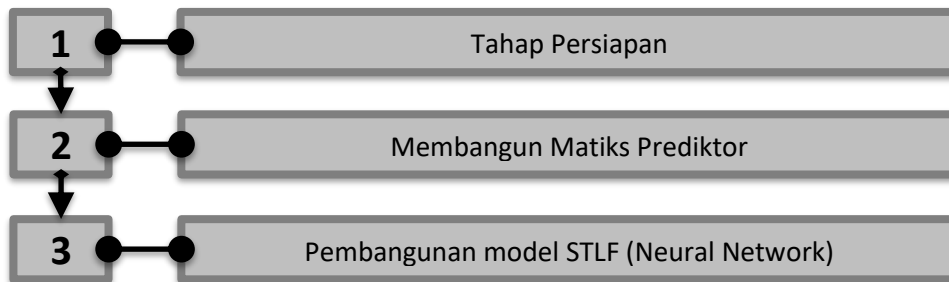
Kata kunci: Peramalan beban jangka pendek, *Artificial Neural Network*, Metode Deoras

## Pendahuluan

Ide eksplorasi penelitian ini dimulai dengan mempelajari dan melakukan uji coba Deoras (2010) terhadap sebuah studi kasus yang berjudul “*Load and Price Forecasting Using MATLAB*”. Pada metode yang digunakan sebagai acuan ini, ditunjukkan bagaimana membangun suatu peramalan beban listrik jangka pendek (atau peramalan harga) dengan menggunakan Matlab. Model regresi *non-linear Artificial Neural Network* (ANN) digunakan untuk meramalkan beban dalam satu hari (sehari-per-jam) berdasarkan sehari sebelumnya dengan memperhitungkan perkiraan suhu/temperatur, informasi liburan dan histori pembebanan pada sistem kelistrikan. Pada contoh tersebut, model dilatih pada data per-jam di wilayah NEPOOL (*courtesy ISO New England*) dari tahun 2004 sampai dengan 2007 dan diuji pada data *out-of-sampel* tahun 2008. Dengan tujuan, mengeksplorasi dan mengujicoba metode Deoras dalam peramalan beban jangka pendek dan menghasilkan peramalan beban jangka pendek menggunakan metode Deoras

## Metode Penelitian

Ada tiga tahapan utama dalam model peramalan dengan metode Deoras, yaitu pembentukan matriks prediktor dari data histori, pemilihan dan kalibrasi model, dan peramalan beban. menggunakan *artificial neural networks*. Pemodelan peramalan beban secara garis besar untuk model Deoras, mengikuti tahapan seperti pada Gambar berikut



**Tahapan pembangunan model peramalan Deoras**

Data penelitian yang dikumpulkan dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelompok, yaitu; data perusahaan, data cuaca, data pelanggan, data hari libur. Data perusahaan dan data pelanggan diambil di PT PLN (Persero). Data pelanggan diperoleh dari Bagian Teknologi Informasi (TI). Data perusahaan yang dibutuhkan, yaitu data rencana dan realisasi pembebanan diperoleh dari Area Pengaturan dan Penyaluran Beban (AP2B). Adapun data cuaca, diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan dari situs Weatherspark. Data hari libur diperoleh dari daftar hari libur resmi di Indonesia dari lembaga-lembaga pemerintahan (Kementerian Agama, Kementerian Sosial, dan lembaga pemerintah lainnya).

Penelitian ini menggunakan variabel sebagai berikut:

- Variabel masukan peramalan dalam bentuk matriks prediktor yang berisi data cuaca untuk target peramalan dan *seasonal data*.
- Variabel target yang merupakan data beban target dan digunakan pada proses pelatihan ANN untuk membangun model peramalan.
- Variabel luaran yang merupakan data beban hasil peramalan menggunakan model Deoras.

Instrumen atau alat penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Database MySQL* untuk menyimpan data beban, data cuaca, serta untuk kebutuhan *query* data.
- Software Matlab* untuk implementasi algoritma pada proses-proses *clustering*, pelatihan ANN, dan pengujian.
- Software spreadsheet MS Excel* untuk *pre-processing* data.

## Algoritma Peramalan Beban Jangka Pendek Metode Deoras

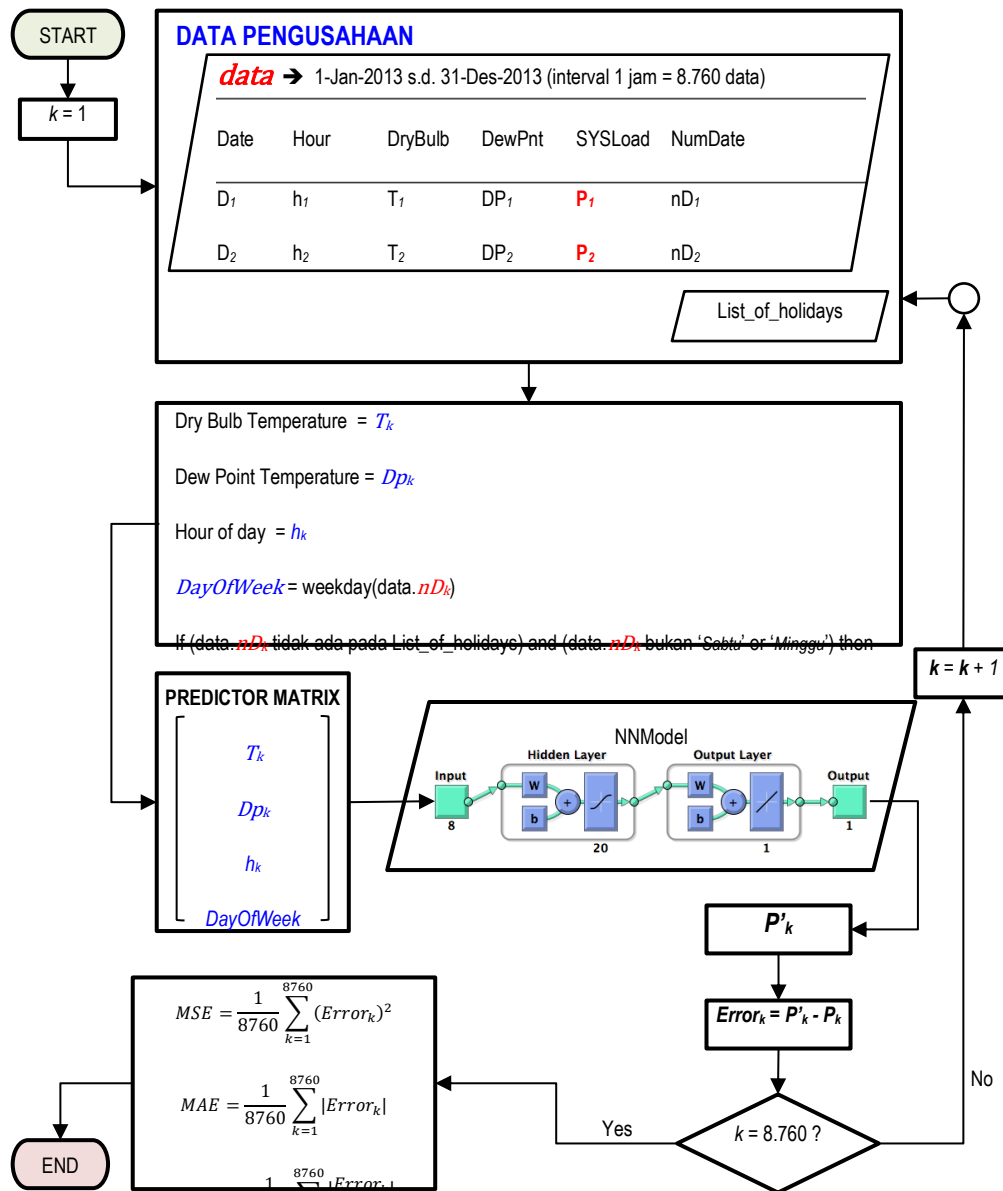
Algoritma peramalan beban jangka pendek metode Deoras yang dilakukan bisa dilihat pada tabel berikut

**Tabel Error! No text of specified style in document..1. Algoritma STLTF dengan metode Deoras**

Tahap	Deskripsi
<b>1</b>	<p><b>Tahap Persiapan</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mempersiapkan data awal (data histori)               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Data time series (mulai 1 Januari 2007 jam 00.00 s.d. 31 Desember 2013 jam 23.00, dengan interval data per satu jam)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Data Pengusahaan                       <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Beban Realisasi (<b>P</b>)</li> </ul> </li> <li>➢ Data Cuaca                       <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dry Bulb temperature (<b>T</b>)</li> <li>→ Dew point temperature (<b>DP</b>)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>– Data hari libur                   <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Tanggal hari libur</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>2) Menggabungkan data time series (beban dan cuaca)</li> </ol>
<b>2</b>	<p><b>Membangun Matriks Prediktor</b></p> <p>Terdiri dari satu set data time series dengan banyak data time series (dengan interval data per setengah jam)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dry bulb temperature (<b>T</b>)</li> <li>– Dew point temperature (<b>DP</b>)</li> <li>– Hour of day (<b>1</b> s.d. <b>24</b>)</li> <li>– Day of the week (<b>1</b> s.d. <b>7</b>)</li> <li>– Holiday/weekend indicator (<b>0</b> atau <b>1</b>)</li> <li>– Rata-rata beban 24 jam sebelumnya (<b>L1</b>)</li> <li>– Beban pada 24-jam sebelumnya (<b>L2</b>)</li> <li>– Beban pada 168-jam sebelumnya (<b>L3</b>)</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>Pembangunan model STLTF (Neural Network)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Membagi data menjadi sbb:           <ul style="list-style-type: none"> <li>– Training set → <b>Train_Data</b></li> <li>– Testing set → <b>Test_Data</b></li> </ul> </li> <li>2) Pelatihan Neural Network → <b>NNModel</b></li> <li>3) Pengujian model peramalan. → <b>MSE, MAE, MAPE</b></li> </ol>

## Hasil Penelitian

Diagram alir untuk pengujian model STLTF menggunakan metode Deoras adalah seperti pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1. Diagram alir pengujian model Deoras

Sebuah *data set* untuk pengujian dengan data runtun waktu periode 1 Januari 2013 sampai dengan 31 Desember 2013, dimana interval data runtun waktu per-jam atau sama dengan 8.760 data runtun waktu, dan menghasilkan matriks prediktor berukuran (8 x 8.760).

Akhir tahapan

Tabel berikut adalah rangkuman hasil pengujian yang memberikan gambaran yang lebih jelas tentang tahap demi tahap proses pengujian. Sebagai contoh, 4 buah data runtun waktu yaitu data runtun waktu ke 1, 2, 3, dan data runtun waktu terakhir atau ke 8.760.

Tabel 4.1. Rangkuman proses pengujian pada model Deoras

k →	1	2	3	...	8.760	Sum
$P'_k$	493.4807	454.1789	440.0520	...	545.8604	

$P_k$	436.0940	500.9570	471.5600	...	547.9620	
$Error_k$	57.3867	-46.7781	-31.5080	...	-2.1016	
$ Error_k $	57.3867	46.7781	31.5080	...	2.1016	157011.9068
$Error_k^2$	3293.2366	2188.1912	992.7543	...	4.4166	5142530.8030
$ Error_k / P_k $	0.131593	0.093377	0.066817	...	0.003835	291.8015

Dengan menggunakan hasil yang diperoleh pada Tabel , maka MSE, MAE dan MAPE dapat dihitung sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{8760} \sum_{k=1}^{8760} (Error_k)^2$$

$$= \frac{5142530.8030}{8760} = 587.0469 \text{ MW}^2$$

$$MAE = \frac{1}{8760} \sum_{k=1}^{8760} |Error_k|$$

$$= \frac{157011.9068}{8760} = 17.9237 \text{ MW}$$

$$MAPE = \frac{1}{8760} \sum_{k=1}^{8760} \left| \frac{Error_k}{P_k} \right|$$

$$= \frac{291.8015}{8760} = 0.0333, \text{ atau } 3,33 \%$$

Model Deoras berjudul “*Electricity Load and Price Forecasting*”, memberikan kinerja peramalan beban harian yang sangat memuaskan dengan nilai kesalahan rata-rata berkisar antara 1-2%, tetapi hasil uji coba dengan metode yang sama menggunakan data penelitian ini memberikan kinerja yang kurang baik (MAPE = 3,33%). Adanya perbedaan tersebut, bisa dijelaskan dengan; pertama dengan menganalisis model, khususnya pada parameter yang membangun model tersebut. Dalam hal ini hasil peramalan ditentukan oleh matriks prediktor, dimana pada metode Deoras digunakan 8 masukan pada model peramalan.

Meskipun tidak ada data *real* yang dapat ditunjukkan, namun secara logika bisa disimpulkan bahwa data histori cuaca sebagai pembangun model peramalan pada proses pelatihan jaringan untuk membangun model, memberi andil utama terhadap adanya perbedaan tersebut. Dengan kata lain, data histori cuaca di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin, Makassar, sebagai satu-satunya data cuaca yang bisa diperoleh, dan berada pada area sistem kelistrikan yang menjadi obyek penelitian ini, menghasilkan model peramalan yang kurang baik (MAPE = 3,33%), dan jika model diharapkan memberikan tingkat akurasi peramalan yang lebih baik, maka diperlukan suatu pengembangan metode untuk mendapatkan data cuaca di lokasi lain, atau dari beberapa lokasi yang dapat mewakili sistem

kelistrikan. Pada setiap level perbedaan cuaca, secara signifikan akan mempengaruhi kecenderungan pemakaian/konsumsi energi listrik di wilayah tersebut.

## Kesimpulan dan Saran

Model Deoras berjudul “*Electricity Load and Price Forecasting*”, memberikan kinerja peramalan beban harian yang sangat memuaskan dengan nilai kesalahan rata-rata berkisar antara 1-2%, tetapi hasil uji coba dengan metode yang sama menggunakan data penelitian ini memberikan kinerja yang kurang baik (MAPE = 3,33%). Adanya perbedaan tersebut, bisa dijelaskan bahwa setiap sistem kelistrikan mempunyai kondisi yang berbeda, baik kondisi musim maupun kelengkapan data cuaca, karena menurut Chen et al 2004 melibatkan parameter cuaca dengan data cuaca yang tidak akurat akan menyebabkan hasil peramalan yang tidak akurat pula. Pemilihan model peramalan beban jangka pendek, sebaiknya dilakukan melalui ujicoba parameter-parameter model ANN (arsitektur jaringan, algoritma pelatihan, dan fungsi aktivasi). Selain itu perlu memperhatikan kondisi (baik kondisi musim maupun kelengkapan data cuaca) pada sistem kelistrikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hamadi, H.M. and Soliman, S., 2004, Short-term electric load forecasting based on Kalman filtering algorithm with moving window weather and load model. *Electric Power Systems Research*, 68(1), pp.47–59.
- Alfares, H.K. and Nazeeruddin, M., 2002, Electric load forecasting: Literature survey and classification of methods. *International Journal of Systems Science*, 33(1), pp.23–34.
- Almashaie, E. and Soltan, H., 2011, A Methodology for Electric Power Load Forecasting. *Alexandria Engineering Journal*, 50(2), pp.137–144.
- Buhari, M. and Adamu, S.S., 2012, Short-Term Load Forecasting Using Artificial Neural Network. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, Volume I.
- Canizares, C. and Singh, A., 2001, ANN-based short-term load forecasting in electricity markets. *2001 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings (Cat. No.01CH37194)*, 2(1), pp.411–415.
- Ceperic, E., Ceperic, V., Baric, A., 2013, A Strategy for Short-Term Load Forecasting by Support Vector Regression Machines. *IEEE Transactions on Power Systems*, pp.1–9.
- Chen, B., Chang, M. and Lin, C., 2004, Machines : A Study on EUNITE Competition 2001. *IEEE Transactions on Power Systems*, 19, pp.1821–1830.
- Dai, W. and Wang, P., 2007, Application of Pattern Recognition and Artificial Neural Network to Load Forecasting in Electric Power System. *Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007)*, (Icnc), pp.381–385.



- Deoras, A., 2010, Electricity Load and Price Forecasting with MATLAB. *Matlab Webinar*.
- Fay, D., Ringwood, J. V., Condon, M., Kelly, M., 2003, 24-H Electrical Load Data—a Sequential or Partitioned Time Series? *Neurocomputing*, 55(3-4), pp.469–498.
- Ismail, Z. and Mansor, R., 2011, Fuzzy Logic Approach for Forecasting Half-hourly Malaysia Electricity. *International Institute of Forecasters (ISF) 2011 Proceedings*.
- Jain, A. and Satish, B., 2009, Clustering based Short Term Load Forecasting using Artificial Neural Network. *Proceedings of 2009 IEEE PES Power Systems Conference Exposition (PSCE)*, (March).
- Jain, A., Srinivas, E. and Rauta, R., 2009, Short Term Load Forecasting using Fuzzy Adaptive Inference and Similarity by Short Term Load Forecasting using Fuzzy Adaptive Inference and Similarity. *Nature Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009)*, (December).
- Mandal, P., Senjyu, T., Urasaki, N., Funabashi, T., 2006, A neural network based several-hour-ahead electric load forecasting using similar days approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 28(6), pp.367–373.
- Marin, F.J., Garcia-Lagos, F., Joya, G., Sandoval, F., 2002, Global model for short-term load forecasting using artificial neural networks. *IEE Proceedings - Generation, Transmission and Distribution*, 149(2), p.121.
- Mastorocostas, P., Theocharis, J.B., Kiartzis, S.J., Bakirtzis, A.G., 2000, A hybrid fuzzy modeling method for short-term load forecasting. *Mathematics and Computers in Simulation*, 51(3-4), pp.221–232.
- Meng, M., Niu, D. and Sun, W., 2011, Forecasting Monthly Electric Energy Consumption Using Feature Extraction. *Energies*, 4(12), pp.1495–1507.
- Nataraja, C., Gorawar, M. B., Shilpa, G. N., Shri Harsha, J., 2012, Short Term Load Forecasting Using Time Series Analysis: A Case Study for Karnataka, India. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 1(2), pp.45–53.
- Othman, M.M. and Musirin, I., 2012, Short Term Load Forecasting Using Artificial Neural Network with Feature Extraction Method and Stationary Output. *Power Engineering and Optimization Conference (PEDCO) Melaka, Malaysia, 2012 Ieee International*, (June), pp.6–7.
- Razak, F.A., Shitan, M. and Hashim, A.H., 2008, Load Forecasting Using Time Series Models 1. *Jurnal Kejuruteraan*. 21 (2009): 51-62
- Reis, A.J.R., Alves, A.P. and Member, S., 2005, Feature Extraction via Multiresolution Analysis for Short-Term Load Forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 20(1), pp.189–198.
- Rothe, J.P., 2009, Short Term Load Forecasting Using Multi Parameter Regression. (*IJCSIS*) *International Journal of Computer Science and Information Security*, 6(2), pp.303–306.
- Rui, Y. and El-Keib, A.A., 1995, A Review of ANN-based Short-Term Load Forecasting Models The BP network structures. *System Theory, 1995., Proceedings of the Twenty-Seventh Southeastern Symposium*, pp.78–82.

- Santos, P.J., Martins, A.G., Pires, A.J., Martins, J. F., Mendes, R.V., 2004, Short-Term Load Forecast Using Trend Information and Process Reconstruction. *International Journal of Energy Research*, 30(10), pp.1–10.
- Sheikh, S.K. and Unde, M.G., 2012, Short-Term Load Forecasting Using ANN Technique. *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*,, 1(2), pp.97–107.
- Srinivasan, D. and Lee, M.A., 1995, Survey of Hybrid Fuzzy Neural Approaches to Electric Load Berkeley Initiative in Soft Computing. *Systems, Man and Cybernetics, 1995. Intelligent Systems for the 21st Century*,, *IEEE International Conference*, 5, pp.4004–4008.
- Yang, Y., Meng, Y., Xia, Y., Lu, Y., Yu, H., 2011, An Efficient Approach for Short Term Load Forecasting. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, I.