

# PENERAPAN METODE *ELMAN RECURRENT NEURAL NETWORK* DAN *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)* UNTUK PERAMALAN KONSUMSI LISTRIK

Titik Rahmawati

Program Studi S2 Ilmu Komputer  
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

[rahmawati.titik@gmail.com](mailto:rahmawati.titik@gmail.com)

## Abstrak

*Konsumsi listrik di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Oleh karena itu prakiraan kebutuhan listrik di Indonesia sangat diperlukan agar dapat menggambarkan kondisi kelistrikan saat ini dan masa mendatang. Pada penelitian ini bertujuan membangun suatu aplikasi sistem yang dapat membantu meramalkan kebutuhan listrik menggunakan metode Elman Recurrent Neural Network dan Principal Component Analysis (PCA).*

*Teknik peramalan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Arima Box Jenkins yang digunakan untuk menentukan lag-lag yang berpengaruh terhadap peramalan dan Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Jaringan Syaraf Tiruan Elman Recurrent Neural network digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola datanya. Faktor-faktor yang menjadi masukan JST adalah faktor pertumbuhan PDRB, jumlah penduduk, pertumbuhan industri dan data demografi konsumsi listrik yang meliputi pelanggan rumah tangga, industri, bisnis, sosial dan publik.*

*Dari sistem yang telah dibangun menunjukkan bahwa penerapan metode Principal Component Analysis (PCA) secara efisien dapat mengetahui faktor-faktor dominan yang mempengaruhi konsumsi listrik dan pemodelan Arima Box Jenkins sudah dapat digunakan untuk menentukan lag-lag data input. Metode Elman Recurrent Neural Network digunakan untuk mensimulasikan parameter yang dibentuk kemudian dilakukan training dan validasi sehingga didapatkan nilai Mean Square Error (MSE) jaringan. Pada penelitian ini rata-rata nilai Mean Square Error (MSE) jaringan untuk peramalan konsumsi total 1, konsumsi total 2, rumah tangga, industri, bisnis, sosial dan publik adalah 0.00078802. Akurasi hasil peramalan diukur dengan Mean Absolute Percentange Error (MAPE) dan nilai dari MAPE in sample untuk peramalan konsumsi total1, konsumsi total 2, rumah tangga, industri, bisnis, sosial dan publik dengan periode ramalan 5 tahun sebesar 2.28 %.*

**Kata Kunci:** *Forecasting, ARIMA Box-Jenkins, Principal Component Analysis (PCA), Elman Recurrent Neural Network.*

## 1. Pendahuluan

Konsumsi listrik Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi nasional. Oleh karena itu prakiraan kebutuhan listrik di Indonesia sangat diperlukan agar dapat menggambarkan kondisi kelistrikan saat ini dan masa mendatang. Listrik adalah kebutuhan pokok

dalam kehidupan manusia modern. Segala hal pasti secara langsung maupun tidak langsung akan membutuhkan tenaga listrik. Sejalan dengan upaya untuk meningkatkan kemajuan sektor industri nasional, kebutuhan tenaga listrik akan terus meningkat sesuai dengan tingkat industrialisasi. Pertumbuhan sektor industri dan sektor-sektor perekonomian lain pada umumnya akan membutuhkan suplai energi listrik untuk memenuhi kebutuhan proses produksinya.

Agar kebutuhan listrik di semua sektor ini dapat terpenuhi maka perlu adanya penghematan listrik yang dilakukan oleh pengguna listrik, baik dari industri maupun pengguna listrik rumah tangga. Penghematan listrik ini perlu digencarkan melihat keadaan berkembangnya gaya hidup di Indonesia yang semakin tinggi sehingga membuat kebutuhan energi listrik nasional pun meningkat. Selain dengan melakukan penghematan listrik agar kebutuhan listrik di semua sektor dapat terpenuhi maka perlu adanya sistem distribusi tenaga listrik yang efisien, hal ini dapat dilakukan dengan cara penempatan travo harus disesuaikan dengan kebutuhan *real-time* suatu wilayah.

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan di atas maka diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu meramalkan kebutuhan listrik berdasarkan pada suatu area (wilayah) dan periode tahun tertentu sehingga dapat membantu pihak PLN dalam melakukan distribusi travo yang lebih efisien dan dapat membantu pihak-pihak terkait dalam usaha melakukan kampanye hemat listrik.

## 2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sebuah sistem yang dapat membantu meramalkan konsumsi listrik pada suatu area (wilayah) pada periode tahun tertentu.
2. Membuat suatu aplikasi sistem dengan menerapkan metode *Elman Recurrent Neural Network* dan *Principal Component Analysis (PCA)* untuk proses peramalannya.
3. Mengimplementasikan hasil dari aplikasi sistem yang dibuat dengan melakukan proses training dan validasi pada data yang diujikan.
4. Mencocokkan hasil ramalan dengan data aktual yang diujikan dengan menggunakan *Mean Squared Error (MSE)* untuk dapat mengukur akurasi jaringan dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* untuk mengukur akurasi ramalan.

### 3. Landasan Teori

#### 3.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan merupakan suatu unsur penting dalam memprediksi ketidakpastian masa depan sebagai upaya membantu perusahaan untuk mengambil keputusan yang lebih baik. Untuk melakukan peramalan, dibutuhkan data lampau (historis) dan memanipulasi data tersebut untuk mencari polanya yang secara efektif sehingga dapat ditarik ke masa depan. Salah satu teknik peramalan yang digunakan yaitu Metode Box-Jenkins (*ARIMA – Autoregressive Integrated Moving Average*). Model Arima berasal dari gabungan antara AR (*Autoregressive*) dan MA (*Moving Average*) yang sudah didiferen. Konsep ini mendasarkan pada asumsi bahwa “*data speak for themselves*”, karena nilai data pada masa sekarang dipengaruhi oleh nilai data pada masa-masa sebelumnya.

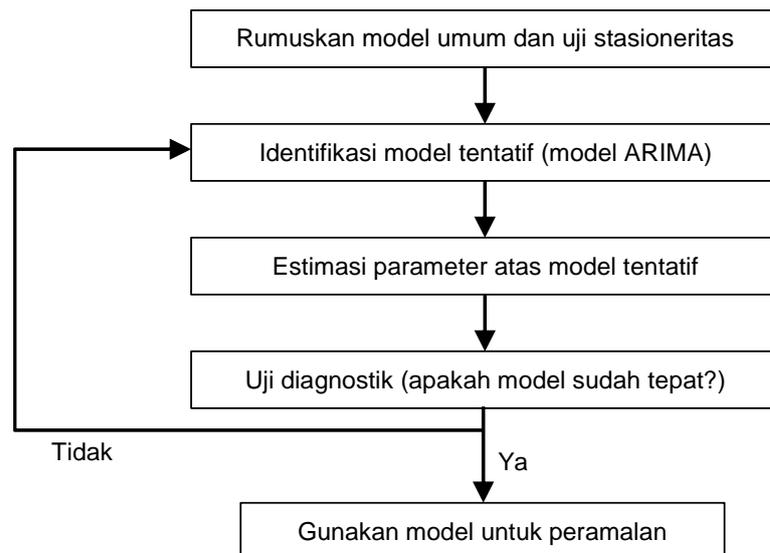
Metode ARIMA dinotasikan sebagai:

ARIMA (p, d, q)

dengan:

- p = orde atau derajat *autoregressive* (AR),
- d = orde atau derajat *differencing* (pembedaan), dan
- q = orde atau derajat *moving average* (MA).

Untuk memecahkan masalah ini Box-Jenkins memberikan pedoman yang terdiri atas empat langkah seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Metodologi Box-Jenkins untuk model ARIMA  
(Kardoyo dan Kuncoro, 2002)

### 3.2 *Principal Component Analysis (PCA)*

Problem dalam *Principal Component Analysis (PCA)* adalah menemukan *eigenvalue* dan *eigenvector*. Prosedur PCA pada dasarnya adalah bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan cara menyusutkan (mereduksi) dimensinya. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali atau yang biasa disebut dengan *principal component*. *Eigenvector* dengan *eigenvalue* yang besar memiliki peranan yang paling penting dalam proses transformasi. Oleh karena itu mereduksi dimensi dengan cara membuang *eigenvector* dan *eigenvalue* yang sangat kecil tidak akan membuat kehilangan data yang penting (Smith, 2002).

Cara untuk mendapatkan *Principal Component* dari sebuah matriks dilakukan dalam beberapa langkah. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengurangi setiap nilai dari matriks dengan rata-rata nilai dari setiap masing-masing dimensi. Langkah berikutnya adalah menghitung matriks kovariannya dan dilanjutkan dengan mencari *eigenvector* dan *eigenvalue* dari matriks kovarian tersebut. Kemudian *eigenvector* yang ada diurutkan berdasarkan *eigenvalue* dari yang paling besar ke yang paling kecil. Dengan memilih *eigenvector* yang memiliki *eigenvalue* terbesar maka telah didapatkan *Principal Component* dari matriks awal dan dapat dibentuk *feature vector*.

### 3.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) atau disebut juga dengan *Neural Network (NN)*, adalah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan syaraf manusia. Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem adaptif yang dapat merubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Secara sederhana, JST adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier. JST dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara *input* dan *output* untuk menemukan pola-pola pada data.

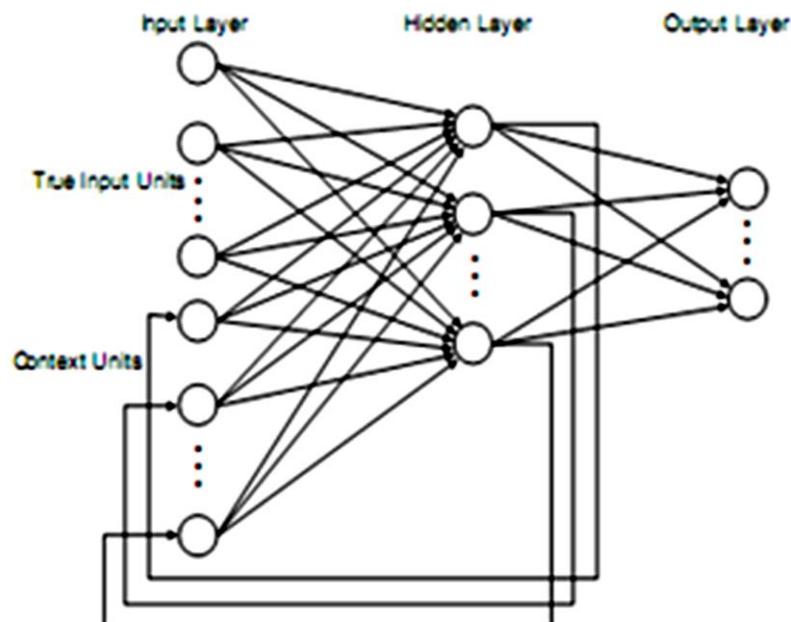
Sebuah jaringan syaraf adalah sebuah prosesor yang terdistribusi paralel dan mempunyai kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkannya dari pengalaman dan membuatnya tetap tersedia untuk digunakan. Hal ini menyerupai kerja otak dalam dua hal yaitu: 1. Pengetahuan diperoleh oleh jaringan melalui suatu proses belajar. 2. Kekuatan hubungan antar

sel syaraf yang dikenal dengan bobot sinapsis digunakan untuk menyimpan pengetahuan (Haykin, 1994).

Jaringan Syaraf Tiruan menjadi salah satu pilihan ketika rumusan persoalan-persoalan yang dihadapi tidak bisa diselesaikan secara analitik, dan dengan mengasumsikan suatu *black box* yang tidak diketahui isinya maka jaringan syaraf tiruan menemukan pola hubungan antara *input* dan *output* melalui tahap pelatihan (Santosa, 2007).

*Backpropagation* adalah salah satu metode dari jaringan syaraf tiruan yang dapat diaplikasikan dengan baik dalam bidang peramalan (*forecasting*). *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan mengenali pola yang digunakan selama *training* serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa namun tidak sama dengan pola yang dipakai selama pelatihan (Siang, 2005).

*Recurrent Neural Network* adalah salah satu bagian dari model *artificial neural network* yang mempunyai *feedback* dari keluaran *hidden layer* ke masukan *input layer*. *Recurrent Neural Network* mempunyai struktur dan algoritma pelatihan yang lebih kompleks dibandingkan *feed-forward neural network*. Pada *Recurrent Neural Network*, *output* dari *network* digunakan kembali sebagai *input network*.



**Gambar 2** Struktur *Elman Recurrent Network* (Khan and Ondrusek, 2002)

*Elman Recurrent Neural Network* merupakan variasi dari *Multi Layer Perceptron*. Akan tetapi pada *Elman Recurrent Neural Network* terdapat beberapa *node* yang posisinya berdekatan dengan *input layer* yang berhubungan dengan *hidden layer*. *Node-node* tersebut mengandung isi dari salah satu *layer* yang telah dilatih sebelumnya. Pada prinsipnya, masukan disebarkan secara *feed forward* yang kemudian diberikan suatu *learning rule*. Jaringan jenis ini dapat memelihara suatu urutan keadaan dan mengijinkannya untuk melakukan beberapa pekerjaan sekaligus, contohnya seperti *sequence prediction* yang berada diluar kemampuan *Multi Layer Perceptron*. Masukan tidak hanya nilai dari luar jaringan, tetapi ditambah dengan nilai keluaran dari *neuron* tersebut dari propagasi sebelumnya.

#### 4. Cara Penelitian

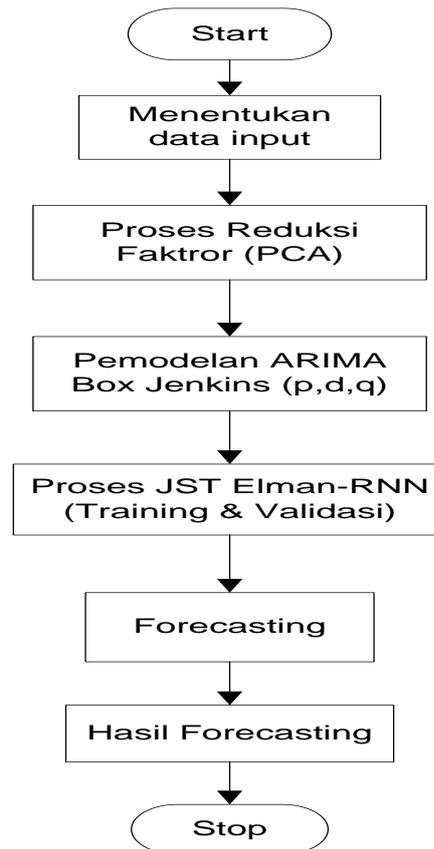
Penelitian selanjutnya dilakukan dengan mengembangkan aplikasi sistem peramalan konsumsi listrik dengan menggunakan metode *Elman Recurrent Neural Network* dan *Principal Component Analysis* (PCA) dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab dan MySQL. Selain itu karena proses peramalan membutuhkan data *time series* dari faktor yang berpengaruh dalam peramalan konsumsi listrik, pada aplikasi yang akan dikembangkan akan digunakan data *time series* dari pertumbuhan PDRB, jumlah penduduk, pertumbuhan industri, jumlah dan data demografi konsumsi listrik yang meliputi pelanggan rumah tangga, industri, bisnis, sosial dan publik.

#### 5. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sistem dibangun dengan menggunakan Jaringan syaraf tiruan *Elman Recurrent Neural Network* dan *Principal Component Analysis* (PCA). Sistem ini dirancang sebagai perangkat lunak yang bertujuan untuk membantu pengguna dalam meramalkan konsumsi listrik berdasarkan suatu area (wilayah) dan periode tahun tertentu. Tahapan proses sistem peramalan konsumsi listrik dapat dilihat pada Gambar 3.

Data *input* yang menjadi faktor dalam peramalan konsumsi listrik adalah data *time series* jumlah penduduk, pertumbuhan PDRB, pertumbuhan industri, dan data demografi konsumsi listrik yang meliputi pelanggan rumah tangga, industri, bisnis, sosial dan pelanggan publik. Proses reduksi faktor dengan *Principal Component Analysis* (PCA) digunakan untuk mengetahui variabel/faktor utama yang berpengaruh terhadap proses peramalan. Pemodelan ARIMA Box-

Jenkins (p, d, q) digunakan untuk menentukan *lag-lag* yang berpengaruh terhadap peramalan. Setelah diperoleh model ARIMA Box-Jenkins kemudian digunakan untuk proses *training* dan validasi dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *Elman Recurrent Neural Network*. Dari proses *training* dan validasi setelah diperoleh model jaringan yang optimal kemudian model tersebut digunakan untuk *forecasting*/peramalan dan *output* dari proses tersebut berupa hasil peramalan.



Gambar 3 Tahapan proses sistem peramalan konsumsi listrik

### 5.1 Proses PCA, ARIMA Box-Jenkins dan Elman-RNN

Pada proses PCA data asli yang akan diinputkan ke proses PCA harus diseimbangkan dulu dengan menggunakan perintah:

```
[a b c] = princomp(zscore(TS));
```

Hasil dari proses PCA kemudian dilakukan pemodelan ARIMA Box-Jenkins untuk mendapatkan *lag-lag* yang berpengaruh terhadap peramalan. Proses Normalisasi dilakukan untuk menyetarakan *range* dari data asli agar sama dengan *range* dari arsitektur jaringan yang dipakai. Sehingga data yang

telah dinormalisasi sesuai dengan permintaan input layer dari jaringan. Perintah untuk membuat normalisasi data adalah sebagai berikut:

```
[Xn, minX, maxX, Yn, minY, maxY] = premmx(P', T');
```

Untuk membuat desain *neural* dan *training* dengan unit *hidden layer* menggunakan parameter *tansig*, dan unit *output layer* menggunakan parameter *purelin* dan parameter pembelajaran yang digunakan adalah *traingdx*. Perintah untuk membuat desain jaringan Elman adalah sebagai berikut:

```
net = newelm(minmax(Xn1), [S1 S2], {'tansig' 'purelin'},  
    'traingdx');  
net.trainParam.goal = str2num(get(handles.edit3, 'string'));  
net.trainParam.min_grad = str2num(get(handles.edit8,  
    'string'));  
net.trainParam.show = 20;  
net.trainParam.epochs = str2num(get(handles.edit5, 'string'));  
net.LW{2, 1} = net.LW{2, 1} * 0.01;  
net.b{2} = net.b{2} * 0.01;  
net.performFcn = 'mse';  
net.trainParam.epochs = 50000;  
net.trainParam.mc = 0.95;  
net.trainParam.lr = 0.1;  
net.trainParam.min_grad = 1e-50;
```

## 5.2 Proses Pembelajaran

Parameter pembelajaran meliputi maksimal *epoch* 50000. Dengan parameter *learning rate* 0.1 dan nilai gradien *traingdx* 1e-50. Prosedur *training* adalah prosedur untuk melakukan pembelajaran terhadap pola-pola yang akan dikenali. Proses ini dilakukan dengan menggunakan data *training*. Proses ini berhenti jika *Mean Square Error* (MSE) lebih kecil dari *error* yang ditetapkan atau *epoch* yang telah ditentukan *user* telah tercapai sehingga didapatkan bobot-bobot *neuron* yang diharapkan. Beberapa *epoch* diperlukan untuk pembelajaran sehingga kesalahan mendekati 0 (nol).

## 5.3 Pengujian

Parameter jumlah *neuron* pada unit *hidden layer* akan sangat mempengaruhi keakuratan dari sebuah prediksi atau diagnosis pada penelitian yang dilakukan. Pengujian untuk mencari berapa jumlah *neuron hidden unit* yang cocok untuk peramalan konsumsi listrik diuji melalui proses *training*. Kinerja tujuan adalah target nilai fungsi kinerja. Iterasi akan dihentikan apabila fungsi kinerja kurang dari atau sama dengan kinerja tujuan.

Tahap pembelajaran adalah tahap bagaimana sistem belajar mengenali pola-pola data yang di-*input*-kan. Tahap pembelajaran ini diuji dengan merubah *neuron* pada *hidden layer* dan *error goal* untuk mendapatkan MSE terkecil. Parameter kedua yang berpengaruh terhadap keakuratan dari sebuah prediksi untuk konsumsi listrik adalah nilai *learning rate*. Pengujian untuk mencari berapa jumlah *learning rate* yang cocok dapat diuji melalui proses training.

Dari hasil pengujian jaringan dengan menggunakan parameter *hidden layer*, *error goal* dan *learning rate* diperoleh rata-rata nilai MSE jaringan sebesar 0.00078802. Akurasi peramalan diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan *absolute* pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian merata-rata kesalahan persentase *absolute* tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. Dari pengujian *forecasting in sample* diperoleh nilai rata-rata MAPE sebesar 2.28 % untuk periode peramalan 5 tahun.

## 6. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian, analisis dan perancangan sistem, serta implementasi dan pengujian terhadap aplikasi sistem peramalan konsumsi listrik yang telah dikembangkan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perancangan menunjukkan bahwa aplikasi sistem peramalan konsumsi listrik sudah dapat diimplementasikan menggunakan *software* MySQL dan MATLAB sehingga dapat digunakan untuk melakukan *forecasting* konsumsi listrik pada suatu area (wilayah) dengan periode tahun tertentu.
2. Penerapan metode PCA (*Principal Component Analysis*) secara efisien dapat mengetahui faktor-faktor dominan yang mempengaruhi konsumsi listrik dan pemodelan ARIMA Box-Jenkins sudah dapat digunakan untuk menentukan *lag-lag* data *input* sedangkan metode *Elman Recurrent Neural Network* digunakan untuk mensimulasikan parameter yang dibentuk kemudian dilakukan *training* dan validasi sehingga didapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*) jaringan.
3. Dari hasil implementasi proses *training* dan validasi pada data yang diujikan diperoleh nilai rata-rata *Mean Square Error* (MSE) jaringan sebesar 0.00078802.

4. Dari hasil pengujian *forecasting in sample* untuk periode peramalan 5 tahun diperoleh nilai rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 2.88 %.

Dari sistem yang telah dibangun terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dari implementasi sistem ini, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengoptimalkan suatu peramalan disarankan menggunakan data dengan periode yang banyak (*input* yang digunakan sebaiknya ratusan periode).
2. *Output* ramalan masih bersifat MISO (*Multi Input Single Output*) sehingga sebaiknya dapat dikembangkan ke dalam ramalan yang bersifat MIMO (*Multi Input Multi Output*).
3. Untuk sistem yang terpadu sebaiknya menggunakan aplikasi sistem yang dapat memfasilitasi sistem *database* sesungguhnya (Matlab tidak didesain untuk aplikasi *database* tetapi digunakan untuk komputasi).
4. Setiap jenis peramalan memiliki data *input* yang berbeda sehingga parameter *neural* juga berbeda. Untuk dapat melakukan optimasi parameter *neural* sebaiknya sistem dibantu oleh optimasi GA (*Genetic Algorithm*).

### Daftar Pustaka

- Faisal, F. dan Rizal, J., 2008, Penerapan Model Analisis Time Series Dalam Peramalan Pemakaian Kwh Listrik Untuk n-Bulan Ke depan Yang Optimal Di Kota Bengkulu, *Jurnal Gradien*, Vol.4 No.1 Januari 2008.
- Fausett, L., 1994, *Fundamentals of Neural Networks, Architecture, Algorithms, and Applications*, Prentice Hall.
- Hanke, J.E., 2000, *Business Forecasting*, Prentice Hall.
- Haykin, S., 1994, *Neural Network, a Comprehensive Foundation*, Prentice Hall.
- Kardoyo, H. dan Kuncoro, M., 2002, Analisis Kurs Valas dengan Pendekatan Box-Jenkins: Studi Empiris Rp/US\$ dan Rp/Yen, 1983.2-2000.3, *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, Vol 7, No. 1, ISSN: 1410 – 2641.
- Khan, M.R., dan Ondrusek, C., 2002, Short Term Load Forecasting With Multilayer Perceptron and Recurrent Neural Networks, *Journal of Electrical Engineering*, Vol. 53. No. 1-2.
- Kuncoro, A.H. dan Dalimi, R., 2005, Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Panjang Pada Sistem

Kelistrikan Di Indonesia, *Jurnal Teknologi*, Edisi No. 3. Tahun XIX, September 2005, 211-217 ISSN 0215-1685.

Kusumadewi, S., 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan Matlab dan Excel Link)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Lesmana, T., 2009, *Aplikasi Elman Neural Network dengan LMA pada prediksi Data Time Series Beban Listrik Jawa-Bali*, Skripsi, Universitas Kristen Petra, Surabaya

Makridakis, 1999, *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga, Jakarta.

Pressman, R.S., 1997, *Software Engineering A Pratitioner's Approach*, McGraw Hill Book Co, Singapura.

Santoso, Effendi, U., dan Fauziya, C., 2007, Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Permintaan Komoditas Karet di PT.Perkebunan Nusantara XII Surabaya, *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol.8 No.1 April 2007, 46-54.

Siang, J.J., 2005, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Smith, L.S., 2002, A Tutorial on principal Component Analysis, [http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student\\_tutorials/principal\\_components.pdf](http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf)., diakses pada tanggal 14 Februari 2012.

Suhartono dan Endharta, A.J., 2009, Peramalan Konsumsi listrik Jangka Pendek Dengan Arima Musiman Ganda dan Elman-Recurrent Neural Network, *Jurnal Teknologi Informasi*, Volume 7, Nomor 4, Juli 2009: 185–192.

Warman, E. (2004), Pemilihan dan Peningkatan Penggunaan/Pemakaian serta Management Trafo Distribusi, Digitized by USU digital library, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1417/1/elektro-eddy2.pdf>, diakses pada tanggal 14 Maret 2012.