

## IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK PREDIKSI BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK

Liefson Jacobus

Fisika, FMIPA, UKRIM

### Abstraksi

Dalam memprediksi beban listrik (aliran daya), digunakan beberapa perhitungan, seperti *Fundamental Analysis* dan *Technical Analysis*, dan sebagian besar para pedagang valuta asing menggunakan *Technical Analysis*. Data yang digunakan dalam *Technical Analysis* ini adalah harga pembukaan, harga penutupan, harga tertinggi, harga terendah, momentum dan moving average, dan dengan data ini dapat digunakan sebagai parameter kapan harus membeli dan kapan harus menjual suatu mata uang. Teknologi jaringan syaraf tiruan telah diimplementasikan dalam berbagai aplikasi terutama pengenalan pola.

*Kata kunci:* jaringan syaraf tiruan, backpropagation, prediksi mata uang.

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

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, untuk dapat 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 konsumen.

### 1.2. Rumusan Masalah

Konsep Jaringan Syaraf Tiruan saat ini sangat berkembang dengan pesat. Banyak metode yang digunakan untuk membuat pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan, dan masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Dalam penulisan tugas akhir ini, metode yang digunakan adalah metode Backpropagation. Metode Backpropagation merupakan jenis *Supervised Learning* dimana output dari jaringan dibandingkan dengan target yang diharapkan sehingga diperoleh *error* output dengan aturan delta (*delta rule*) kemudian error ini dipropagasi balik untuk memperbaharui bobot jaringan dalam rangka meminimisasi *error*.

### 1.3. Tujuan

Merancang dan merealisasikan perangkat lunak, yaitu membuat model Jaringan Syaraf Tiruan yang mampu mempelajari pola dari perubahan Beban Listrik satu hari kedepan (dimasa lalu) sehingga perangkat lunak yang dirancang akan mampu memprediksi beban listrik jangka pendek.

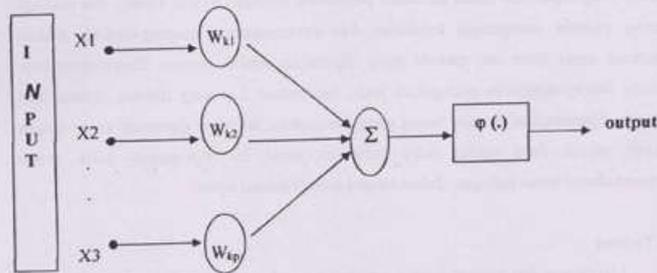
## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan adalah model sistem komputasi yang bekerja seperti sistem syaraf biologis manusia. Nama jaringan syaraf tiruan merupakan terjemahan dari Artificial Neural Network.

Pada tahun 1949, Donald Hebb mengemukakan hipotesanya bahwa sebuah synapse (semacam jaringan penghubung antar neuron) akan berubah sebagai fungsi dari aktifitas yang melewatinya atau dengan kata lain synapse tersebut juga terpengaruh oleh input yang melewatinya. Berdasarkan hipotesis Hebb tersebut, konsep Jaringan Syaraf Tiruan tidak jauh berbeda dari konsep otak manusia, yaitu jika sesuatu neuron didalam jaringan yang salah satu input synaptic-nya secara konsisten dirangsang, maka bobot/nilai synaptic-nya akan diperkuat.

Neuron sebagai unit pemroses informasi merupakan hal yang fundamental pada pembangunan jaringan syaraf tiruan. **Gambar 2.1** dibawah ini menunjukkan model suatu neuron pada jaringan syaraf tiruan.



Gambar 2.1. Model neuron Non Linear

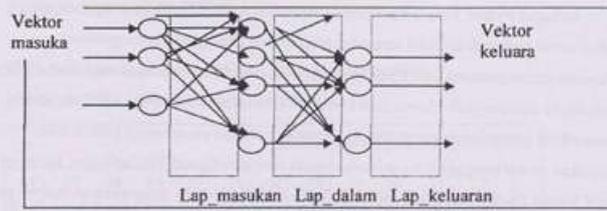
### 2.2. Fungsi Aktivasi

Fungsi Aktivasi adalah suatu fungsi matematis yang berguna untuk membatasi dan menentukan jangkauan output suatu neuron. Pembatasan ini sangat berkaitan dengan jangkauan tertentu yang dapat ditangani oleh lapisan selanjutnya dalam jaringan.

### 2.3. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam membangun suatu Jaringan Syaraf Tiruan harus diperhatikan hal penting yaitu menentukan struktur jaringan yang disebut dengan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.

Dalam penulisan tugas akhir ini digunakan 1 lapisan masukan (*layer input*), 1 lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan 1 lapisan keluaran (*layer output*). Lebih jelasnya arsitektur jaringan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.2. dibawah ini.

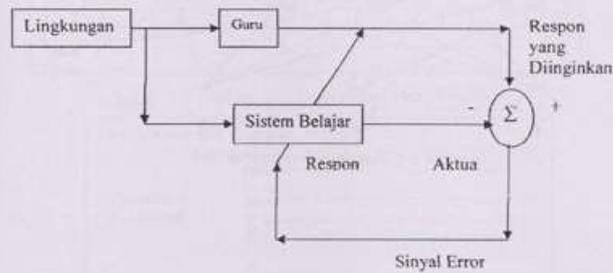


Gambar 2.2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan untuk Prediksi Beban Listrik

#### 2.4. Konsep Belajar (Learning) Jaringan Syaraf Tiruan

Dari berbagai macam hal yang sangat penting dalam Jaringan Syaraf Tiruan, hal utama yang sangat diperlukan dalam Jaringan Syaraf Tiruan adalah kemampuan belajar (learning) jaringan. Jaringan Syaraf Tiruan mempunyai kemampuan untuk belajar dari lingkungannya dan jaringan itu akan meningkatkan kemampuannya sendiri melalui prose belajar tersebut.

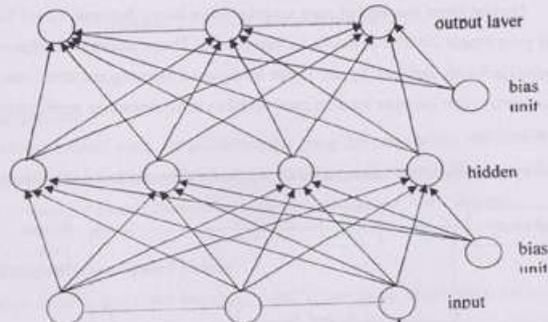
Proses Supervised Learning ini lebih jelasnya digambarkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Blok diagram Surpervised Learning

### 2.5. Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation

Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation merupakan topologi yang banyak dipakai untuk berbagai aplikasi terutama pengenalan pola (pattern recognition). Backpropagation pertama kali diperkenalkan oleh Paul Werbos pada awal tahun 1970-an dalam tesis doktornya di Universitas Harvard. Kemudian pada tahun 1980-an, David Rumelhart berhasil mengembangkan metode pelatihan yang cukup efektif dan merupakan motor penggerak (*workhorse*) pada Jaringan Syaraf Tiruan. Dalam Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation sejumlah node dikelompokkan dalam kolom-kolom yang dinamakan Layer seperti tampak pada Gambar 2.6. Layer ini terbagi tiga, yaitu Layer yang menerima masukan dari luar (*input layer*), layer yang mengeluarkan data output (*output layer*), dan layer diantar input dan output layer yaitu Layer tersembunyi (*hidden layer*). Gambar 2.4. berikut ini menunjukkan topologi Backpropagation



Gambar 2.4. Topologi Backpropagation



#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Menu Utama

Perancangan Menu Utama terdiri atas 6 menu yang berkaitan dengan modul yang ada dalam program utama. Kenam menu itu adalah Menu Pelatihan untuk melakukan proses pelatihan, Menu Pengujian untuk melakukan proses pengujian, Menu Prediksi untuk melakukan proses prediksi, Menu Help untuk melihat cara penggunaan program dan tentang pembuat program, dan Menu Keluar untuk mengakhiri semua proses jalannya program.

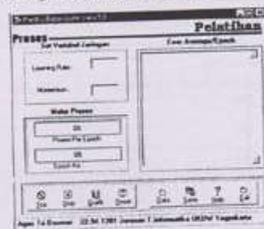
Menu utama dari program ini dapat digambarkan pada Gambar 4.1. dibawah ini :



Gambar 4.1. Menu Utama

##### 4.2. Menu Pelatihan

Proses yang dijalankan pada menu training ini merupakan dapat dikatakan sebagai jantung utama jalannya dari keseluruhan proses sampai mendapatkan nilai hasil prediksi. Menu training digambarkan pada Gambar 4.2 dibawah ini.

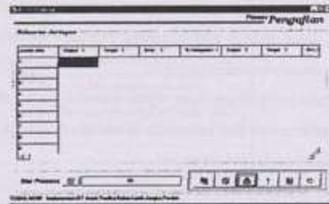


Gambar 4.2. Menu Training

#### 4.3. Menu Pengujian

Proses yang dijalankan pada Menu Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana ketepatan output yang dihasilkan pada proses pelatihan. Ketepatan jaringan yang dihasilkan direpresentasikan dalam bentuk grafik. Menu pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini.

Adapun bentuk dari menu testing digambarkan pada Gambar 4.3.dibawah ini.

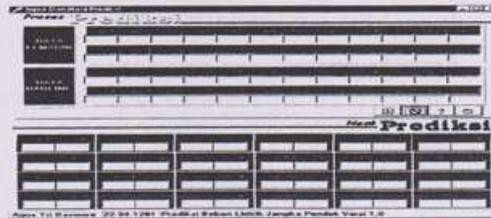


Gambar 4.3. Menu Pengujian

#### 4.4. Menu Prediksi

Proses yang dijalankan pada menu prediksi ini bertujuan untuk menghasilkan nilai ramalan beban listrik jangka pendek untuk satu hari kedepan selama 24 jam dimana data yang dimasukkan adalah data-data beban listrik setiap jamnya selama 24 jam.

Adapun bentuk dari Menu Prediksi digambarkan pada Gambar 4.4 dibawah ini.



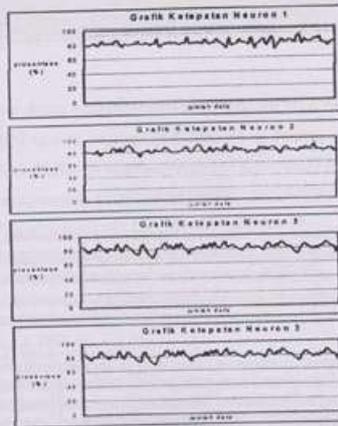
Gambar 4.4. Menu Prediksi

#### 4.5. Pengujian Jaringan dan Hasil Pengamatan

Pengamatan dimulai dengan hasil galat (*cost function/error average*) yang dihasilkan oleh jaringan dalam menu training untuk mengetahui tingkat keberhasilan jaringan neural untuk mempelajari pola-pola input yang diberikan kepada jaringan. Kemudian untuk mode pengujian jaringan, pengamatan dan pengujian dimulai dari rata-rata prosentasi ketepatan output jaringan dengan nilai yang sebenarnya. Tingkat ketepatan ini juga dapat dilihat dari representasi grafik yang terdapat pada program. Pengujian jaringan dilihat dari tingginya prosentase rata-rata ketepatan untuk masing-masing neuron dan juga dapat dilihat dari besarnya fluktuasi prosentase tersebut untuk sejumlah pola input yang masuk ke dalam jaringan.

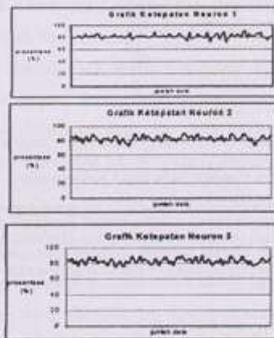
Panjang runtun data yang digunakan untuk kondisi pada tabel diatas adalah 1 tahun. Input konstanta learning rate dan konstanta momentum diberikan pada input mode training mengikuti kombinasi pada table tersebut

a. *Learning Rate = 0,1 dan Momentum 0,1*

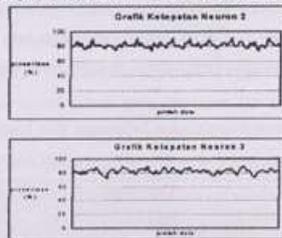


Gambar 4.5. Grafik Ketepatan Neuron Konstanta Learning Rate 0,1 Momentum 0,1

b. Learning Rate = 0,5 dan Momentum 0,1

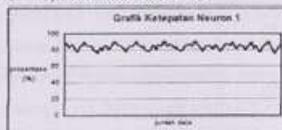


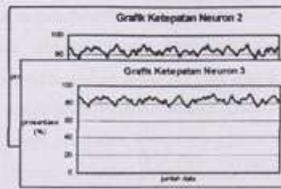
Gambar 4.6. Grafik Ketepatan Neuron Konstanta Learning Rate 0,5 Momentum 0,1



Gambar 4.8. Grafik Ketepatan Neuron Learning Rate 0,1 Momentum 0,9

c. Learning Rate = 0,5 dan Momentum 0,9





Gambar 4.9. Grafik Ketepatan Neuron Learning Rate 0,5 – Momentum 0,9

#### 4.6. Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Satu Hari Kedepan

Pada tabel 4.6 dibawah ini diberikan contoh prediksi yang sebenarnya dengan memasukkan data 1 hari sebelum hari prediksi dilakukan. Runtun data pelatihan yang digunakan adalah 1 tahun dengan menggunakan konstanta learning rate 0,75 dan momentum 0,3.

Dari hasil keluaran prediksi terlihat tingkat keberhasilan jaringan menghasilkan nilai yang belum mendekati nilai yang sebenarnya atau persentase keberhasilan prediksi hanya sekitar 75 % sampai dengan 80 %. Hal ini disebabkan runtun data yang digunakan masih terlalu sedikit, sehingga jaringan yang belum mampu mengadaptasi pola-pola masukan yang ada.

Untuk lebih mengetahui sejauh mana tingkat kebenaran dari hasil keluaran maka data hasil prediksi ini dibandingkan dengan data asli seperti terlihat pada Tabel 4.8.

	Data Asli	Prediksi	Data Asli (Menguat /Melemah)	Data Prediksi (Menguat /Melemah)
1 hari kedepan	7285	6440	Menguat / 5 points	Menguat / 850 points
2 hari kedepan	7273	6735	Menguat / 12 points	Menguat / 550 points
3 hari kedepan	7280	6653	Melemah / 7 points	Menguat / 620 points

Tabel 4.6. Perbandingan data hasil prediksi dan data asli

#### 4.7. Pembahasan

##### 4.7.1. Pengaruh Konstanta *Learning Rate* dan *Momentum*

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan konstanta *learning rate* yang berbeda, dapat dilihat pada grafik presentase ketepatan setiap output neuron yang dihasilkan pada menu testing. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, dengan menggunakan konstanta *learning rate* yang lebih besar akan menghasilkan persentase rerata ketepatan setiap output neuron yang lebih baik.

##### 4.7.2. Pengaruh Panjang Runtun Data Input yang Berbeda-beda

Untuk pengujian jaringan dengan kondisi yang kedua yaitu dengan runtun data input yang berbeda yaitu 1 ½ tahun dan 2 tahun. Jika dianalogikan dengan otak manusia, apabila informasi yang diterima dan dipelajari semakin banyak, dan informasi tersebut dapat disimpan dengan baik dan dapat dihubung-hubungkan dengan baik pula maka dapat dikatakan orang tersebut adaptif terhadap informasi dan dapat mengolah informasi yang diterima otaknya secara cepat.

##### 4.7.3. Pengaruh Arsitektur Jaringan yang Digunakan

Jaringan syaraf tiruan yang dibangun dan digunakan dalam tugas akhir ini cukup besar meskipun masih hanya menggunakan satu lapisan tersembunyi, namun dalam penulisan programnya cukup banyak menggunakan kalang (*loop*), sehingga hal ini akan mempengaruhi lamanya waktu komputasi pelatihan.

##### 4.7.4. Waktu Pelatihan Jaringan

Semakin panjang runtun data input yang digunakan, semakin kecil konstanta *learning rate* yang digunakan dan semakin besar dan kompleks arsitektur jaringan yang dibangun dan digunakan, maka konsekuensinya adalah waktu pelatihan yang dibutuhkan menjadi sangat lama. Hal ini diketahui ketika dilakukukan pengujian untuk runtun data 2 tahun maka dibutuhkan waktu pelatihan dan pengujian lebih kurang 2 jam, sedangkan untuk kondisi-kondisi yang telah diterangkan diatas, waktu yang dibutuhkan berkisar 50 menit sampai dengan 1 ½ jam.

## **5. Kesimpulan**

Beberapa hasil kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan menguji tingkat keberhasilan dari proses prediksi maka harus dilakukan proses pelatihan dan pengujian dengan menggunakan beberapa kombinasi runtun data dan kombinasi konstanta learning rate dan momentum. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, semakin banyak runtun data yang digunakan, maka jaringan syaraf tiruan akan semakin adaptif menerima pola masukan yang baru sehingga akan semakin tinggi tingkat keberhasilan dari jaringan syaraf tiruan untuk mendapatkan nilai hasil prediksi yang diinginkan.
2. Semakin banyak runtun data yang dipelatihan dan diuji maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam proses pelatihan. Salah satu cara mengatasi lamanya proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan dilakukan dengan menggunakan nilai konstanta learning rate yang besar, sehingga proses pelatihan akan lebih cepat, meskipun nilai ketepatan yang akan dihasilkan juga sangat tergantung kepada banyaknya runtun data yang akan dipelatihan.
3. Hasil prediksi yang masih jauh dari yang diharapkan, juga dipengaruhi oleh faktor non teknis, yaitu runtun data yang digunakan dalam pelatihan ini (dalam hal ini nilai bebna listrik jangka pendek).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Chester, Michael., *Neural Networks A Tutorial*. Prentice Hall, New Jersey, 1995.
- Fausett, Laurence. *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1994.
- Rao, Valuru and Rao, Hayagriva. *C++ Neural Networks and Fuzzy Logic*, 2nd edition. MIS Press, New York. 1995.
- Refenes, Paul (editor), *Neural Networks in The Capital Markets*, A Wiley Finance Edition, 1997
- Matcho, Jonathan., *Using Delphi 2, Spectal Edition*, QUE Corporation, 1996
- Stallings, William., *Computer Organization and Architecture, Designing for Performance*, Edisi Bhs. Indonesia, 1997, hal 9
- Mikrodata Volume 10 Seri 9 *Mengenal Jaringan Syaraf Tiruan*, , Elex Media Komputindo Jakarta, 1995.
- Nopirin, Dr., *Ekonomi Moneter* jilid II, Penerbit BPFE Yogyakarta, 1986, hal 169.
- [www.gunadarma.ac.id/artikel/artikel\\_6/index.html](http://www.gunadarma.ac.id/artikel/artikel_6/index.html), *Komputasi dan Proses Belajar pada Model Artificial Neural Network*, ditulis oleh I Made Wiryana, didownload terakhir kali pada tanggal 13 November 1999.