

## Prediksi Harga Saham Menggunakan Kombinasi Wavelet Transform dan Artificial Neural Networks

### Stock Price Prediction Use Combination of Wavelet Transform and Artificial Neural Networks

Muhammad Amiruddin Hasan<sup>1</sup>, Jondri<sup>2</sup>, Mahmud Dwi Sulistiyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>[mamiruddinhasan3@gmail.com](mailto:mamiruddinhasan3@gmail.com), <sup>2</sup>[jondri@telkomuniversity.ac.id](mailto:jondri@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[mahmuddwis@gmail.com](mailto:mahmuddwis@gmail.com)

<sup>123</sup>Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom  
JI Telekomunikasi No 1, Terusan Buah Batu Bandung Jawa Barat

---

#### Abstrak

Kombinasi metode Wavelet Transform (WT) dan Artificial Neural Networks (ANN) mampu memprediksi nilai di masa mendatang seperti masalah prediksi harga saham ISAT. Fungsi WT pada penelitian ini berfungsi untuk memudahkan menganalisis saham secara multi resolution analysis dengan mengelompokkan frekuensi berbeda pada resolusi yang berbeda sehingga trend dari ISAT semakin terlihat. Tingkat error prediksi harga saham ISAT yang dihasilkan sistem ini sebesar 102,0284 MAE, lebih rendah dibandingkan hanya menggunakan ANN sebesar 124,8039 MAE.

**Kata Kunci :** artificial neural networks, wavelet transform

---

#### Abstract

Combination of Wavelet Transform (WT) and Artificial Neural Networks (ANN) methods capable to predict value in future like ISAT stock price prediction problem. WT purpose in this research to ease stock prediction with multi resolution analysis which grouping different frequency on different resolution that make ISAT trend much clear. Error level of ISAT stock prediction generated by this system is 102,0284 MAE, much lower than using ANN with result 124,8039 MAE.

**Keyword :** artificial neural networks, wavelet transform

---

## 1. Pendahuluan

*Time Series* adalah kumpulan data secara berurutan yang dicatat berdasarkan periode tertentu. *Time Series* di bidang keuangan atau *Financial Time Series* merupakan rangkaian harga dari suatu aset keuangan dalam kurun waktu tertentu<sup>[16]</sup>. Salah satu aset keuangan yang menjadi tujuan investor untuk berinvestasi di pasar modal adalah saham. Untuk memperoleh keuntungan yang maksimal dan menghindari kerugian diperlukan analisis sebelum transaksi saham dilakukan oleh investor<sup>[2]</sup>. Analisis teknikal yang umum dipakai investor sudah cukup membantu dalam melakukan prediksi. Namun hasil prediksi harga yang diperoleh dari penggunaan analisis teknikal masih menghasilkan error yang tinggi<sup>[9]</sup>. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang membantu memprediksi harga saham di waktu mendatang sehingga dapat digunakan investor sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan transaksi saham. Sistem tersebut mengakibatkan prediksi harga saham lebih mudah dilakukan dan hasil prediksi harga saham memiliki error yang rendah.

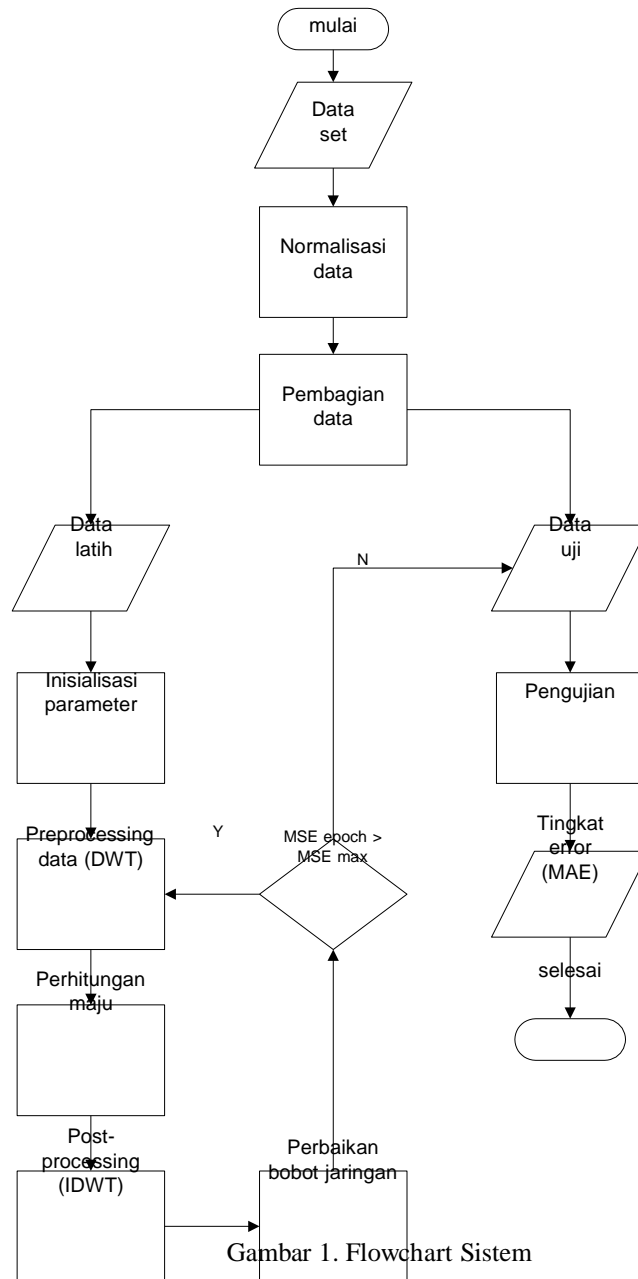
PT. Indosat Tbk. merupakan salah satu perusahaan yang menyediakan jasa layanan telekomunikasi di Indonesia<sup>[13]</sup>. Saham PT. Indosat Tbk. diperjual-belikan di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan kode ISAT. Volume transaksi perdagangan saham ISAT setiap hari yang begitu besar di BEI menjadikan ISAT menarik untuk diprediksi harganya. Prediksi harga ISAT dilakukan dengan menggunakan data riwayat harga ISAT sebagai data input pada sistem prediksi yang akan dibangun. Perancangan sistem ini memakai kombinasi metode *Wavelet Transform* (WT) dan *Artificial Neural Networks* (ANN) sebagai solusi sistem prediksi yang dibutuhkan. WT merupakan teknik transformasi yang digunakan analisis sinyal di bidang elektronika untuk memperoleh informasi dari sinyal, sedangkan ANN adalah metode pembelajaran yang populer di bidang *Artificial Intelligence* (AI) untuk prediksi<sup>[5]</sup>. Pada sistem ini WT berfungsi sebagai preprocessing dari ANN dengan mendekomposisi data input menjadi koefisien-koefisien wavelet. Koefisien-koefisien tersebut kemudian digunakan sebagai input ANN yang dilatih untuk bagian prediksi. Penambahan proses dekomposisi data input pada sistem ini dipercaya dapat mengekstraksi pola tersembunyi dari data input sehingga hasil prediksi yang dihasilkan lebih baik dibandingkan hanya menggunakan ANN standar yang langsung memakai data riwayat harga ISAT mentah sebagai data input<sup>[15]</sup>. Penggunaan kombinasi

metode tersebut pada sistem dilihat cocok sebagai solusi dengan memberikan hasil prediksi harga saham ISAT secara akurat.

## 2. Dasar Teori/Material dan Metodologi/Perancangan

### 2.1. Perancangan Sistem

Adapun gambaran rancangan sistem dapat dilihat pada blok diagram berikut:



Gambar 1. Flowchart Sistem

Data pengujian yang digunakan adalah data *financial time series* dari PT. Indosat Tbk. (ISAT), dimulai dari tanggal 18 Maret 2004 sampai 26 Februari 2014. Data tersebut diperoleh dari website Yahoo Finance. Data

pengujian tersebut menggunakan periode harian (*daily*) sehingga total data yang digunakan sebanyak 2451 data. Pembagian data menjadi data latih dan data uji ditentukan sebelum pelatihan dilakukan.

**2.2. Normalisasi Data**

Input dari proses normalisasi data berupa data set yang merupakan data harga saham PT. Indosat Tbk. (ISAT). Normalisasi data bertujuan agar proses pelatihan menjadi lebih efisien. Normalisasi data ISAT dilakukan melalui persamaan berikut:

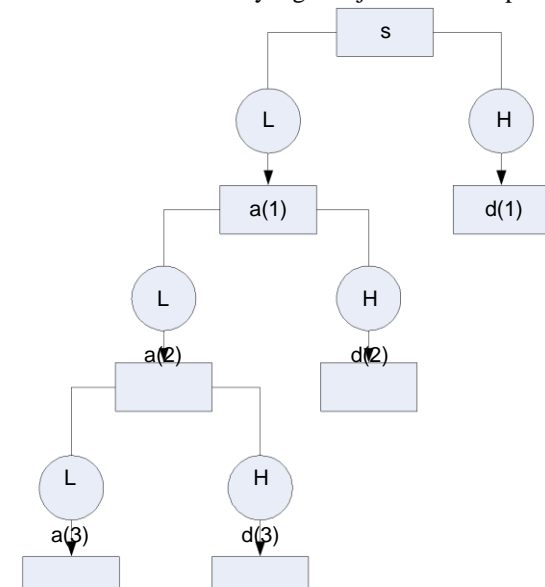
$$x'(n) = \frac{x(n) - a}{b - a} \tag{1}$$

- keterangan  $x'(n)$  : data setelah normalisasi
- $x(n)$  : data sebelum normalisasi
- $a$  : nilai data terkecil pada data set
- $b$  : nilai data terbesar pada data set

Data ISAT setelah dilakukan proses normalisasi data akan berada pada rentang [0,1]. Data tersebut kemudian dibagi menjadi 2 bagian, yaitu data pelatihan dan data pengujian.

**2.3. Preprocessing**

Prediksi harga saham ISAT memerlukan data harga saham ISAT 15 hari sebelumnya. 15 Data 15 tersebut yang menjadi inputan sistem mengalami *preprocessing* terlebih dahulu oleh *Wavelet Transform*. Data tersebut dilihat oleh *Wavelet Transform* sebagai sebuah sinyal. *Preprocessing* bertujuan untuk meminimalkan tingkat *error* sistem dengan mendekomposisi data menurut frekuensi dengan resolusi yang berbeda<sup>[7]</sup>. Jenis *Wavelet Transform* yang digunakan untuk *preprocessing* adalah *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dengan maksimum tiga tingkatan<sup>[8]</sup>. L adalah *lowpass filter*, sedangkan H adalah *highpass filter*. Hasil dekomposisi setiap sinyal (S) dengan tiga tingkatan diperoleh d(1), d(2), d(3) dan a(3). Koefisien-koefisien ini yang menjadi masukan pada proses pelatihan sistem.



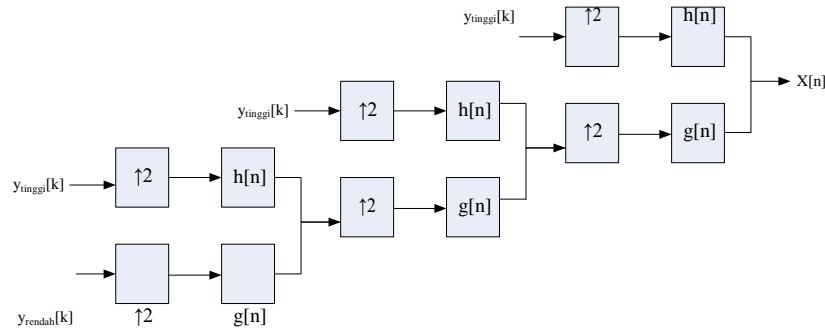
Gambar 2. Dekomposisi-sinyal menggunakan DWT

**2.4. Post-processing**

Tahapan *post-processing* terjadi setelah perhitungan maju selesai dilakukan oleh sistem. Hasil perhitungan maju berupa koefisien-koefisien digabungkan kembali (rekonstruksi) untuk mendapatkan sebuah sinyal utuh. Sinyal tersebut terdiri dari 15 data awal yang diperlukan untuk prediksi dan hasil prediksinya. Teknik rekonstruksi yang dipakai adalah *Inverse Discrete Wavelet Transform* (IDWT). Persamaan IDWT pada masing-masing tingkatan dalam melakukan pembalikan koefisien menjadi sinyal<sup>[9]</sup> sebagai berikut:

$$x[n] = \sum_k (y_{tinggi}[k] h[-n + 2k] + y_{rendah}[k] g[-n + 2k]) \tag{2}$$

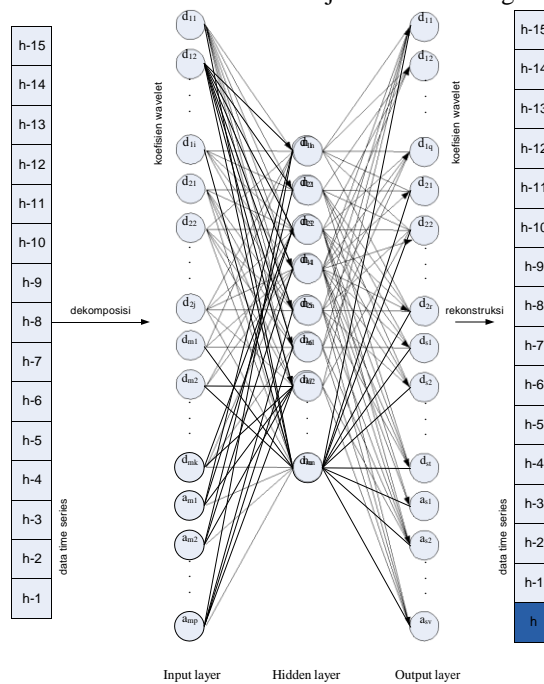
Proses rekonstruksi dimulai dengan menggabungkan koefisien DWT dari yang berada pada akhir dekomposisi dengan sebelumnya. Penggabungan koefisien dilakukan dengan meng-*upsample* oleh 2 ( $\uparrow 2$ ) melalui *highpass filter* dan *lowpass filter*. Proses rekonstruksi ini sepenuhnya merupakan kebalikan dari proses dekomposisi sesuai dengan tingkatan pada proses dekomposisi. Gambar 3 menunjukkan ilustrasi rekonstruksi wavelet untuk mendapatkan sinyal asal pada tiga tingkatan.



Gambar 3. Dekomposisi sinyal menggunakan DWT

### 2.5. Arsitektur Sistem

Sistem yang dibangun memiliki arsitektur jaringan yang terdiri dari 1 layer input, 1 *hidden layer* dan 1 output layer. Nilai layer input berasal dari dekomposisi data harga saham PT. Indosat Tbk. (ISAT). Banyaknya koefisien detail (d) dan approximation (a) yang dihasilkan dari proses dekomposisi bergantung kepada level dekomposisi yang dipakai. Jumlah *hidden neuron* pada *hidden layer* merupakan variabel yang dicari nilai optimalnya pada bagian pengujian. Berdasarkan output layer, hasil prediksi dapat diperoleh dengan cara merekonstruksi nilai-nilai koefisien yang terdapat pada output layer. Hasil rekonstruksi terdiri dari 16 data *time series*, tetapi data yang diambil adalah data ke-16 karena data inilah yang merupakan hasil prediksi harga saham ISAT. Gambar 4 merupakan arsitektur secara umum yang digunakan pada sistem dan data ke-16 ditunjukkan data dengan indeks h.



Gambar 4. Arsitektur sistem secara umum

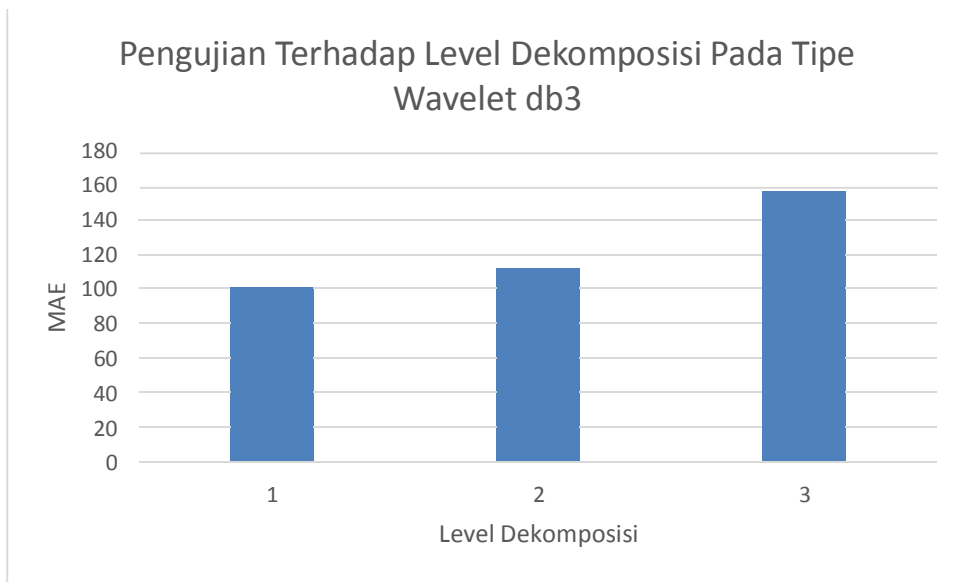
### 3. Pembahasan

Proses pengujian sistem yang telah dibangun terdiri dari 6 skenario yang terdiri dari:

1. Menguji parameter *hidden neuron* yang digunakan sistem kombinasi metode *Wavelet Transform* (WT) dan *Artificial Neural Networks* (ANN).
2. Menguji parameter *learning rate* yang digunakan sistem kombinasi metode WT dan ANN.
3. Menguji pemakaian persentase data latih pada data pelatihan yang dipakai sistem.
4. Menguji parameter jumlah iterasi (jumlah *epoch* maksimum) pada sistem kombinasi metode WT dan ANN.
5. Menguji level yang digunakan pada proses dekomposisi dan rekonstruksi sistem.
6. Menguji prediksi ISAT yang dihasilkan sistem kombinasi metode WT dan ANN terhadap ANN biasa tanpa WT.

Keadaan awal nilai-nilai parameter yang digunakan pada sistem antara lain: input *neuron*=15, *learning rate*=0,1, persentase data latih=70%, jumlah *epoch* maksimum =300, tipe *wavelet*=db3 dan level *wavelet*=1. Nilai-nilai parameter tersebut digunakan secara sama pada analisis skenario 1, kemudian dapat berubah pada analisis skenario selanjutnya apabila ditemui nilai parameter yang menyebabkan penurunan tingkat kesalahan pada hasil prediksi ISAT. Penentuan nilai-nilai parameter tersebut dilakukan secara acak. Hasil pengujian skenario 1 sampai dengan 4 diperoleh nilai *hidden neuron*, *learning rate*, persentase data latih, *epoch* maksimum secara berurutan 12, 0,09, 60%, 600 yang memiliki tingkat *error* prediksi ISAT sebesar 102,0284 MAE.

Skenario 5 merupakan pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mencari nilai level dekomposisi dari tipe *wavelet Daubechies 3 (db3)* yang optimal. Tipe *wavelet db3* termasuk ke dalam *wavelet family Daubechies* yang tergolong sebagai *wavelet* ranah diskrit atau *Wavelet Discrete Transform* (DWT). Terdapat beberapa *wavelet family* pada DWT dan masing-masing *wavelet family* tersebut memiliki karakteristik yang berbeda ketika mendekomposisi suatu sinyal yang akan mempengaruhi hasil tingkat kesalahan (*error*) prediksi. Tetapi pada skenario 5 ini, hanya digunakan tipe *wavelet* dari *wavelet family Daubechies* secara spesifik tipe *wavelet db3*. Db3 diubah level dekomposisinya dengan nilai 1, 2 dan 3 untuk melihat pengaruh kedalaman dekomposisi sinyal terhadap *error* prediksi yang dihasilkan.



Gambar 5. Pengujian level dekomposisi pada tipe wavelet db3

Gambar 5 menampilkan hasil pengujian pemakaian nilai level dekomposisi tipe *wavelet db3* terhadap *error* prediksi dalam satuan MAE. Level dekomposisi yang menghasilkan *error* prediksi paling rendah pada pengujian sistem adalah nilai level dekomposisi 1 yang memberikan tingkat *error* sebesar 102,0284 MAE. Sebaliknya, *error* prediksi paling tinggi dihasilkan pada level dekomposisi dengan nilai 3 yang memberikan tingkat *error* sebesar 155,805 MAE. Nilai level dekomposisi yang semakin besar tidak menghasilkan *error* yang semakin rendah.

Skenario 6 merupakan pengujian yang dilakukan terhadap sistem untuk mengetahui apakah kombinasi metode *Wavelet Transform* (WT) dan *Artificial Neural Networks* (ANN) yang dibangun menghasilkan tingkat kesalahan

(*error*) prediksi yang lebih rendah dibandingkan sistem yang hanya menggunakan metode ANN saja atau tanpa *wavelet*. Kombinasi antara WT dan ANN diklaim dapat menghasilkan *error* prediksi yang lebih rendah<sup>[15]</sup>. Pengujian dilakukan pada keadaan atau penggunaan nilai parameter-parameter yang sama. Tingkat kesalahan yang dihasilkan pada sistem kombinasi metode tersebut sebesar 102,0284 MAE, sedangkan pada sistem ANN saja dihasilkan *error* sebesar 124,8039 MAE. Hasil pengujian menunjukkan *error* prediksi sistem kombinasi metode WT dan ANN lebih rendah dibandingkan dengan sistem yang hanya menggunakan metode ANN.

#### 4. Kesimpulan

1. Sistem kombinasi metode WT dan ANN dapat digunakan untuk memprediksi harga saham PT. Indosat Tbk. (ISAT) di masa mendatang berdasarkan *financial time series* ISAT.
2. Nilai parameter-parameter sistem kombinasi metode WT dan ANN yang optimal secara berurutan dari jumlah *neuron* pada *hidden layer*, *learning rate*, persentase data latih, *epoch* maksimum dan level dekomposisi tipe *wavelet db3* adalah 12, 0,09, 60%, 600 dan level 1. Tingkat kesalahan (*error*) prediksi ISAT yang diperoleh dengan nilai parameter tersebut adalah 102,0284 MAE.
3. Level dekomposisi yang semakin besar tidak membuat *error* yang diberikan semakin rendah. Level 1 dekomposisi merupakan level dekomposisi yang cocok terhadap tipe *wavelet Daubechies 3 (db3)* pada sistem kombinasi metode WT dan ANN untuk kasus prediksi harga saham ISAT.
4. Tingkat kesalahan (*error*) prediksi sistem kombinasi metode WT dan ANN lebih rendah dibandingkan dengan sistem metode (ANN) pada keadaan yang sama. Tingkat kesalahan yang diperoleh dari sistem kombinasi metode tersebut sebesar 102,0284 MAE, sedangkan sistem metode ANN tingkat kesalahannya sebesar 124,8039 MAE.

#### 5. Saran

1. Jenis *Wavelet Transform (WT)* yang dipakai untuk mengembangkan sistem dapat menggunakan *Stationary Wavelet Transform (SWT)* yang merupakan jenis WT untuk memperbaiki kekurangan translasi dan invariasi dari DWT atau *Complex Wavelet Transform* yang merupakan jenis WT perluasan dari DWT. Pemakaian jenis WT tersebut dapat memberikan perubahan pada tingkat kesalahan sistem yang dibangun.
2. Arsitektur jaringan pada sistem yang dibangun menggunakan arsitektur jaringan lainnya seperti *Recurrent Networks* yang memiliki *feedback loop*, *Lattice Structure* atau lainnya, sehingga dapat dibandingkan tingkat kesalahannya.
3. Pemakaian multilayer pada *hidden layer* sistem kombinasi metode *Wavelet Transform (WT)* dan *Artificial Neural Networks (ANN)*, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap *error* yang dihasilkan. Sebelum melakukan penambahan *hidden layer* pada sistem terlebih dahulu harus diselesaikan masalah waktu pelatihan karena untuk pemakaian 1 *hidden layer* sangat memerlukan waktu yang lama untuk pelatihan jaringan.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Alfatwa, Dean Fathony. "Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan Discrete Wavelet Transform". Program Studi Teknik Informatika. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- [2] Bertschi, Rolf, Pascal Zingg & Christian Sutter. 2013. "Technical Analysis - Explained". Credit Suisse. Zurich
- [3] Djajasaputra, Michael Hendrawijaya. 2009. "Analisis Perbandingan Harga Saham, Volume Perdagangan Saham, dan Abnormal Return Saham Sebelum dan Sesudah Pemecahan Saham (Studi pada perusahaan go public yang melakukan pemecahan saham antara tahun 2005 - 2008 di BEI)". Program Studi Magister Manajemen. Universitas Diponegoro. Semarang
- [4] Fuady, Munir. 1999. "Pasar Modal Modern: Tinjauan Hukum Vol 1". Citra Aditya Bakti. Bandung
- [5] Karunanithi, Nachimuthu, Darrell Whitley & Yashwant K. Malaiya. 1992. "Using Neural Networks in Reliability Prediction". IEEE Software
- [6] Lind, A. Douglas. 1999. "Basic Statistic for Business and Economics 3rd edition". Richard D Irwin. New York
- [7] Mitra, Sharmishtha & Amit Mitra. 2006. "Modeling Exchange Rates Using Wavelet Decomposed Genetic Neural Networks". *Statistical Methodology*. vol 3, issue 2, April 2006, pp. 103-124
- [8] R, Prahlada & Paresh Chandra Deka. 2011. "Hybrid Wavelet Neural Network Model for Improving Forecasting Accuracy of Time Series Significant Wave Height". ResearchGate. Oktober 2011

- [9] Railean, Ion, Sorin Moga & Monica Borda. 2009. "Forecasting by Neural Networks in the Wavelet Domain". Acta Technica Napocensis Electronics and Telecommunications. Vol 50, number 4, 2009
- [10] Samsiah, Dewi Nur. 2008. "Analisis Data Runtun Waktu Menggunakan Model Arima (p,d,q)". program studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- [11] Suyanto, ST., MSc.. 2011. "Artificial Intelligence". Penerbit Informatika. Bandung
- [12] Tan, Chong. 2009. "Financial Time Series Forecasting Using Improved Wavelet Neural Network". Master of Computer Science Faculty of Science. Univesity of Copenhagen. Copenhagen
- [13] Wikipedia. "Indosat". <http://en.wikipedia.org/wiki/Indosat> (diakses tanggal 28 Oktober 2013)
- [14] Wikipedia. "List of Stock Exchange". [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_stock\\_exchanges](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_stock_exchanges) (diakses tanggal 30 Oktober 2013)
- [15] Yi, Myint Myint, Khin Sandar Linn & Marlar Kyaw. 2008. "Implementation of Neural Network Based Electricity Load Forecasting". World Academy of Science Engineering and Technology
- [16] Zhang, Yingjian. 2004. "Prediction of Financial Time Series With Hidden Markov Models". Master of Applied Science in the School of Computing Science. Simon Fraser University