

**PENGUNAAN APLIKASI
SISTEM JARINGAN SYARAF TIRUAN BERULANG ELMAN UNTUK
PREDIKSI PERGERAKAN HARGA SAHAM**

Julian Talahatu, Njoto Benarkah dan Jimmy

Jurusan Teknik Informatika / Fakultas Teknik

jtalahatu@gmail.com benarkah@staff.ubaya.ac.id jimmy@ubaya.ac.id

Abstrak - Prediksi pasar saham adalah sebuah tindakan untuk menentukan nilai sebuah saham perusahaan pada masa yang akan datang. Namun, dalam melakukan prediksi pasar saham tidaklah mudah karena sifat pasar saham yang selalu berubah dan susah ditebak. Banyak peneliti yang menyelidiki tentang pasar saham dengan metode-metode data mining, salah satunya adalah menggunakan neural network untuk membantu para investor untuk mengambil keputusan. Neural network dapat mencari pola antara data input dan output untuk menjadi pembelajaran bagi sistem. Dalam pembuatan aplikasi ini digunakan elman neural network yang merupakan pengembangan dari neural network. Elman neural network dapat melakukan pemodelan sistem yang lebih baik karena mempunyai internal state yang menyimpan nilai dari penghitungan sebelumnya. Hal ini membuat Elman neural network sesuai untuk melakukan prediksi pasar saham. Aplikasi ini akan menerima input data saham dan akan mengeluarkan output berupa prediksi harga saham untuk keesokan harinya. Input data yang digunakan adalah Open, Low, High, Volume dan Close sedangkan output nya adalah harga Close untuk keesokan harinya. Aplikasi yang dibuat akan divalidasi dengan cara membandingkan dengan aplikasi yang menggunakan fungsi dari library Encog . Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat memberikan hasil yang lebih baik dan lebih stabil dibandingkan dengan library Encog.

(kata kunci: *neural network, prediksi saham, elman neural network*)

Abstract - Stock Market predicting is an act trying to determine the future value of a company stock. Stock predicting is not easy because the nature of the stock market is always changing and unpredictable. Many researchers studies about the stock market with data mining techniques to help investors to make decision on the market. One of the data mining techniques used is neural network. Neural network abilities is to finding pattern between the input data and the output data. In this program, the techniques used was the elman neural network. Elman neural network is the development from the basic neural network. Elman neural network can perform better modeling for stock predicting because elman neural network have a internal state which can store the previous value from the processing. This nature made elman neural network is appropriate for stock market predicting. The

input data used in this research is the daily indicators for stock and will give an output, the closing price of the corresponding stock for tomorrow. Input data used is Open, High, Low, Volume and Close. Application validated with the Encog library. Experiment shows that the application gives a better and more stabilizer output than the Encog library.

Keywords : *Neural Network, Stock Predicting, Elman Neural Network*

PENDAHULUAN

Prediksi pasar saham adalah sebuah tindakan untuk menentukan nilai sebuah saham perusahaan pada masa yang akan datang. Prediksi pasar saham merupakan salah satu topik penting dalam dunia bisnis dan ekonomi. Kesuksesan prediksi pasar saham dapat memberikan keuntungan yang besar bagi para pemain saham. Namun, dalam melakukan prediksi pasar saham tidaklah mudah karena sifat pasar saham yang selalu berubah dan susah ditebak. Telah banyak riset yang dilakukan untuk memprediksi perilaku pasar saham untuk mendapatkan keuntungan di antaranya menggunakan analisa fundamental perusahaan, analisa secara teknis dan metode alternatif lainnya.

Seiring dengan berkembangnya teknologi komputer, prediksi pasar saham juga merambah ke dunia komputasi digital. Berbagai ilmu kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) telah banyak digunakan untuk melakukan prediksi pasar saham. Penggunaan aplikasi kecerdasan buatan seperti jaringan saraf tiruan (Artificial Neural Network) telah banyak digunakan dalam berbagai bidang contohnya bisnis, ekonomi, industri, robotika, matematika dan kesehatan.

Jaringan saraf tiruan banyak digunakan dalam pekerjaan yang berhubungan dengan prediksi, klasifikasi, pemodelan, pengenalan pola serta untuk melakukan pembelajaran. Jaringan saraf tiruan dapat bekerja dengan banyak masukan variabel sekaligus dan dapat menangani data dalam jumlah yang besar, hal ini sangat berguna dalam melakukan prediksi pasar saham. Jaringan saraf tiruan dapat mencari pola dan hubungan antara data masukan dan hasil keluaran meskipun ukuran data yang diproses berukuran besar.

Jaringan saraf berulang Elman (Elman Recurrent Neural Network) merupakan salah satu pengembangan dari jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf berulang Elman dapat melakukan pemodelan yang lebih baik dari jaringan saraf

tiruan biasa karena lebih dinamis dibandingkan jaringan saraf umpan maju (Feedforward). Perbedaan antara jaringan saraf Elman dengan jaringan saraf umpan maju biasa adalah terdapatnya sebuah internal state. Kondisi ini memungkinkan untuk melakukan penghitungan berdasarkan nilai dari penghitungan sebelumnya, hal ini membuat jaringan saraf elman lebih sesuai dalam melakukan prediksi pasar saham.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dijelaskan bagaimana metode yang akan digunakan dalam program. Pada aplikasi ini akan dilakukan proses prediksi dengan menggunakan pendekatan *Neural Network*. Struktur jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah Elman Recurrent Neural Network (ERNN). Salah satu arsitektur jaringan saraf tiruan yang sering digunakan di dalam time-series forecasting adalah Recurrent Neural Network (Trippi and Lee Jae, 1996).

Penggunaan recurrent neural network (RNN) memberikan dampak positif pada prediksi financial time series. Terdapat beberapa penelitian yang menggunakan RNN untuk melakukan prediksi keuangan, seperti contohnya prediksi forex yang dilakukan oleh Kondratenko dan Kuperin (2003). Pada tahun 2009 Kamijo dan Tanigawa memprediksi pergerakan harga saham dengan menggunakan pengenalan pola segitiga. RNN dipilih karena mempunyai kemampuan untuk melakukan prediksi data time-series dan non-linier. Selain itu RNN juga dapat mencapai konvergensi lebih cepat (Wei dan Cheng, 2011). RNN seperti Elman Neural Network mempunyai kelebihan dari MLP biasa yaitu ENN mempunyai context layer yang dapat mengingat previous state dari hidden layer-nya. Kelebihan dari Elman Neural Network adalah karena adanya *Context Unit* atau dapat disebut sebagai *Memory Node*. Dengan adanya context unit maka neural network dapat mengatasi keterbatasan dari pemodelan secara statistik yaitu data yang digunakan harus mengikuti suatu distribusi matematis tertentu. Selain itu kelebihan neural network lainnya adalah dapat melakukan *mapping* antara data input dan output.

Data input yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga pembukaan (Open), harga terendah (Low), harga tertinggi (High), volume transaksi serta

harga penutupan (Close). Dari data input ini dapat dilakukan proses untuk menghasilkan prediksi harga penutupan saham untuk keesokan harinya. Data yang digunakan untuk proses prediksi harga saham akan diambil dari website Yahoo! Finance (<http://finance.yahoo.com>). Yahoo! Finance merupakan website milik perusahaan Yahoo! yang menyediakan berbagai informasi mengenai informasi finansial dan ekonomi secara global. Data dari website Yahoo! Finance dipilih karena tersedia data input yang digunakan untuk melakukan prediksi yaitu harga pembukaan, harga penutupan, volume, harga terendah, dan harga tertinggi. Data harga penutupan pada Yahoo! Finance telah disesuaikan untuk pembagian dividen dan split. Data saham yang disediakan oleh Yahoo! Finance dapat diunduh dengan beberapa rentang waktu yang telah disediakan yaitu secara harian, mingguan dan bulanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilakukan percobaan untuk menentukan fungsi aktivasi manakah yang memberikan nilai RMSE (Root Mean Square Error) yang paling sedikit. Percobaan dilakukan dengan melakukan pembelajaran dan testing terhadap saham Bank BCA (BBCA) dengan jumlah data sebanyak 1 tahun (November 2013 - November 2014). Hal ini diulangi hingga 10 kali setelah itu hasilnya akan dirata-rata. Percobaan dilakukan berulang kali karena setiap kali melakukan pembelajaran dapat menghasilkan output yang berbeda-beda antara 1 kali percobaan dengan yang lainnya.

Tabel 1 Hasil percobaan untuk saham BBCA selama 1 tahun

| Percobaan | Sigmoid (RMSE) | Tanh (RMSE) |
|-----------|----------------|-------------|
| 1 | 207.88 | 185.7961 |
| 2 | 196.9774 | 181.0345 |
| 3 | 218.2746 | 188.8182 |

| | | |
|-----------|----------|-----------|
| 4 | 226.6251 | 190.9043 |
| 5 | 219.0747 | 190.7847 |
| 6 | 189.9294 | 189.9911 |
| 7 | 200.8166 | 195.5506 |
| 8 | 202.7553 | 193.8677 |
| 9 | 236.9793 | 186.6554 |
| 10 | 216.1829 | 186.9996 |
| Rata-rata | 211.5498 | 189.04022 |

Dapat dilihat pada tabel 1, bahwa fungsi aktivasi tanh memberikan rata-rata nilai RMSE yang lebih sedikit dibandingkan fungsi aktivasi sigmoid sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi aktivasi tanh lebih baik dibandingkan dengan fungsi aktivasi sigmoid.

Percobaan Konfigurasi Jaringan

Untuk mengetahui konfigurasi jaringan yang paling baik untuk dilakukan prediksi maka dilakukan percobaan. Percobaan dilakukan dengan 3 perusahaan yang sahamnya melantai di Bursa Efek Jakarta (Jakarta Stock Exchange) yaitu Bank BCA, HM Sampoerna dan Kalbe Farma. Percobaan dilakukan dengan kombinasi data saham selama 1 tahun, 5 tahun dan 10 tahun dengan iterasi training yang dilakukan sebanyak 1000, 5000 dan 10000 kali. Konfigurasi jaringan yang digunakan adalah dengan learning rate 0.05, 0.1 dan 0.15. dari percobaan akan dicatat RMSE serta waktu lamanya proses training.

Untuk percobaan ini digunakan fungsi aktivasi hyperbolic tangent (tanh). Hasil percobaan konfigurasi jaringan dapat dilihat pada Lampiran A : Tabel Hasil Percobaan Konfigurasi Jaringan. Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa

learning rate memberikan nilai error RMSE paling kecil adalah learning rate dengan nilai 0.05.

Perbandingan dengan Library Encog

Encog merupakan library *machine learning* yang menyediakan beberapa algoritma pembelajaran seperti *Bayesian Networks*, *Hidden Markov Models*, *Support Vector Machine* dan Neural Network. Encog dapat mendukung berbagai jenis dari neural network serta dapat melakukan normalisasi dan memproses data untuk neural network tersebut. Encog tersedia dalam bahasa Java, .Net(C#) dan C++. Dalam mencapai proses training yang optimal Encog menggunakan *Multithreading*.

Encog yang digunakan adalah yang berbahasa C#, sama dengan bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat program sehingga diharapkan tidak jauh berbeda hasilnya dari program yang telah dibuat. Untuk mengetahui perbandingan perfoma antara aplikasi yang dibuat dengan Encog maka akan dilakukan percobaan pada aplikasi yang menggunakan library Encog dan pada aplikasi yang menggunakan fungsi buatan sendiri. Percobaan dilakukan pada saham Bank BCA dan HM Sampoerna dengan rentang data selama 5 tahun. Kondisi berhenti yaitu iterasi selama 5000 kali dengan learning rate sebesar 0,1. Untuk fungsi aktivasi sama-sama menggunakan fungsi aktivasi hyperbolic tangent. Pada percobaan ini dicatat besarnya error yaitu dengan menggunakan RMSE beserta jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses. Tabel 2 menunjukkan hasil perbandingan dari percobaan antara Encog dan aplikasi buatan untuk memprediksi harga penutupan dari saham Bank BCA sedangkan tabel 3 menunjukkan hasil perbandingan antara Encog dan aplikasi buatan untuk

memprediksi harga penutupan pada saham HM Sampoerna. ujicoba untuk perbandingan dilakukan selama 10 kali dikarenakan oleh sifat neural network yang tidak akan selalu menghasilkan nilai keluaran yang sama untuk tiap percobaannya.

Tabel 2 Hasil Perbandingan antara Encog dengan aplikasi buatan untuk saham Bank BCA (BBCA)

| SAHAM BBCA | ENCOG | | APLIKASI | |
|-----------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| | ERROR (RMSE) | Waktu(detik) | ERROR (RMSE) | Waktu(detik) |
| | 314.6522 | 1.504 | 188.3455 | 15.5395 |
| | 312.9505 | 1.534 | 190.0175 | 15.3911 |
| | 204.0638 | 1.4834 | 183.2012 | 15.5274 |
| | 207.7974 | 1.4875 | 191.8385 | 15.7478 |
| | 314.4472 | 1.5004 | 191.4786 | 15.7375 |
| | 300.3126 | 1.4786 | 191.3311 | 15.3884 |
| | 183.9279 | 1.5269 | 189.2982 | 15.6882 |
| | 193.7602 | 1.5534 | 190.0956 | 15.6229 |
| | 197.9814 | 1.4718 | 187.4651 | 15.5647 |
| | 173.5364 | 1.4929 | 187.749 | 15.6957 |
| Rata-rata | 240.34296 | 1.50329 | 189.08203 | 15.59032 |
| Standar Deviasi | 61.34341928 | 0.026614 | 2.579130296 | 0.131600015 |

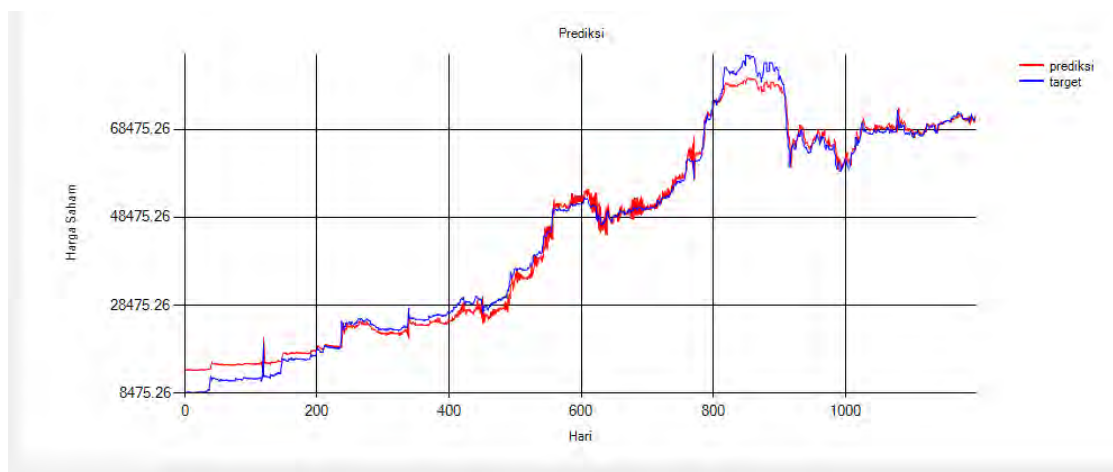
Tabel 3 Hasil perbandingan antara Encog dengan aplikasi yang dibuat untuk saham HM. Sampoerna (HMSP)

| SAHAM HMSP | ENCOG | | APLIKASI | |
|-----------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------|
| | ERROR (RMSE) | Waktu(detik) | ERROR (RMSE) | Waktu(detik) |
| | 1,777.48 | 11.2808 | 992.9236 | 73.7443 |
| | 2,193.90 | 9.0423 | 999.8817 | 78.1375 |
| | 927.0124 | 8.2901 | 938.0567 | 79.0031 |
| | 884.9234 | 8.3111 | 991.5646 | 77.5893 |
| | 2,100.50 | 8.3544 | 969.4857 | 75.1238 |
| | 1,016.47 | 8.4712 | 1,004.29 | 74.7003 |
| | 861.86 | 8.4336 | 943.0946 | 78.1756 |
| | 711.7947 | 8.1217 | 1,015.21 | 79.4463 |
| | 2,246.49 | 8.1856 | 993.4081 | 79.5365 |
| | 977.4401 | 8.506 | 975.8149 | 83.5257 |
| Rata-rata | 1369.78613 | 8.69968 | 982.37327 | 77.89824 |
| Standar Deviasi | 627.9399201 | 0.941417 | 25.60098351 | 2.855376608 |

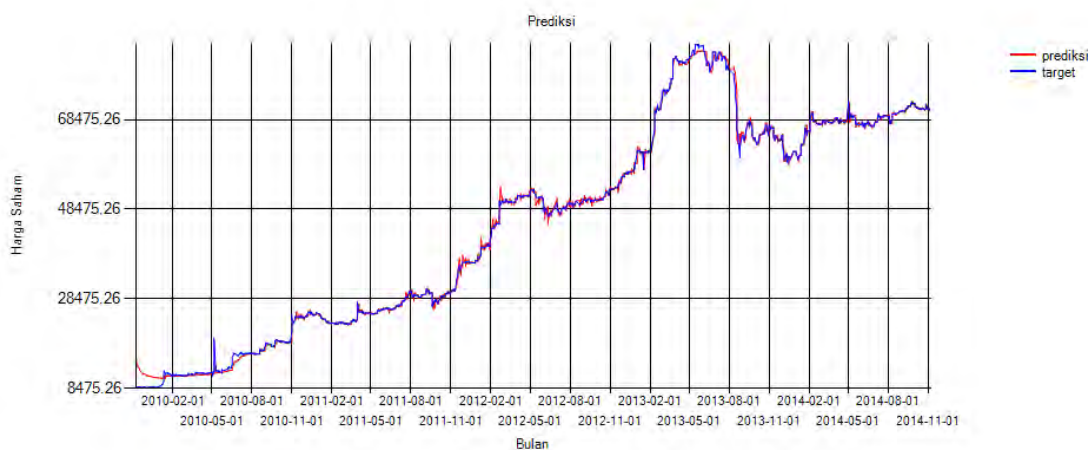
Pada percobaan ini dapat dilihat hasilnya bahwa untuk program yang menggunakan fungsi-fungsi dari library Encog membutuhkan waktu proses yang lebih cepat dibandingkan dengan aplikasi yang dibuat. Namun dapat dilihat pada aplikasi yang dibuat memberikan hasil error yang lebih kecil dibandingkan dengan program yang dibuat dengan menggunakan fungsi dari Encog. Nilai error (RMSE) yang didapatkan saat menggunakan program dengan fungsi Encog cenderung tidak stabil, hal ini dapat dilihat dengan nilai standar deviasi yang cukup besar jika dibandingkan dengan nilai standar deviasi pada program yang dibuat.

Dapat dilihat pada gambar 1 untuk grafik hasil prediksi untuk saham HM Sampoerna yang menggunakan program dengan library Encog. Sedangkan

gambar 2 merupakan grafik hasil prediksi untuk saham yang sama namun menggunakan aplikasi buatan sendiri. Garis warna biru pada grafik menunjukkan data riil harga penutupan yang sebenarnya sedangkan garis warna merah menunjukkan hasil prediksi harga penutupan yang dilakukan oleh program.



Gambar 1 Hasil Grafik Saham HMSP dengan Menggunakan Encog



Gambar 2 Hasil Grafik Saham HMSP dengan Menggunakan Aplikasi Buatan

Pada grafik hasil dari Encog, dapat terlihat di beberapa bagian bahwa garis warna merah (hasil prediksi) tidak mengikuti hasil target yang diinginkan yaitu garis warna biru. Banyak garis warna merah yang terlihat naik turun secara ekstrim padahal sebenarnya pada target tidak terjadi naik turun secara ekstrim. Sedangkan pada grafik hasil dari aplikasi yang dibuat, terlihat garis warna merah hampir mengikuti garis warna biru (target yang diinginkan). Terdapat beberapa bagian seperti pada awal grafik dimana garis warna merah cukup berbeda dengan garis warna biru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil tugas akhir ini adalah perbedaan konfigurasi jaringan dapat memberikan hasil yang berbeda. Semakin banyak iterasi dapat meningkatkan akurasi dari program, namun terdapat batas ambang sampai mana iterasi akan berpengaruh terhadap akurasi. Fungsi aktivasi dapat berpengaruh ke akurasi sistem. Selain itu aplikasi yang dibuat dapat memberikan hasil prediksi yang lebih stabil dibandingkan dengan menggunakan Library Encog. Namun program yang dibuat dengan menggunakan Library Encog memiliki waktu proses yang lebih sedikit.

Saran yang diberikan antara lain:

- Dapat menggunakan jaringan saraf yang memiliki metode *hybrid* dengan fuzzy logic atau algoritma genetika
- Dapat menggunakan arsitektur jaringan saraf yang lain seperti *Echo State Network*, *Deep Neural Network* atau *Radial Basis Function*

- Dapat menggunakan output yang lain seperti keputusan untuk *Buy* atau *Sell* untuk lebih membantu investor
- Dapat menggunakan konfigurasi jaringan saraf dengan jumlah hidden layer lebih dari satu.
- Dapat menambahkan atribut saham yang lain ke dalam data input

DAFTAR PUSTAKA

Al-Radaideh Q. A., Assaf A.A., Alnagi E. 2013. 'Predicting Stock Prices Using Data Mining Techniques', *The International Arab Conference on Information Technology* diunduh pada tanggal 25 September 2014

Ayodele A.A., Charles A.K., Marion A.O., Sunday O.O. 2012. 'Stock Price Prediction using Neural Network with Hybridized Market Indicators', *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences* diunduh pada tanggal 13 April 2014

Boden M ,2001. A Guide to recurrent neural networks and backpropagation. diunduh pada tanggal 14 April 2014

Devadoss A. V., Ligorì T. A. A. 2013 'Stock Prediction Using Artificial Neural Networks' *International Journal of Data Mining Techniques and Applications* diunduh pada tanggal 7 Oktober 2014

Haykin, S. 1999. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation* Second Edition, Prentice Hall International, Upper Saddle River: Pearson Education

Kamijo K., Tanigawa T. 1990. 'Stock Price Pattern Recognition: A Recurrent Neural Network Approach' *IEEE International Joint Conference on Neural Networks* diunduh pada tanggal 14 April 2014

Kodogiannis, V., A. Lolis. 2002. 'Forecasting financial time series using neural network and fuzzy system-based techniques'. *Neural Computing and Applications* diunduh pada tanggal 9 Oktober 2014

Kondratenko V.V., Kuperin Y.A. 2003. Using Recurrent Neural Networks To Forecasting of Forex diunduh pada tanggal 6 Juni 2014

Leung K.M .2007. Preparing The Data. <http://cis.poly.edu/~mleung/FRE7851/f07/preparingData.pdf> diunduh pada tanggal 8 Oktober 2014

Pring, Martin J. 1991. *Technical Analysis Explained*, New York: McGraw-Hill

Soni S. 2011. 'Applications of ANNs in Stock Market Prediction: A Survey', *International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET)* diunduh pada tanggal 5 Juni 2014

Trippi, R.R., Lee, J.K. 1996. *Artificial Intelligence in Finance & Investing: State-of the-Art Technologies for Securities Selection and Portfolio Management*, Chicago : Irwin Professional Publishing

Wei L-Y., Cheng C-H. 2011. A Hybrid Recurrent Neural Networks Model Based On Synthesis Features To Forecast The Taiwan Stock Market. <http://www.ijicic.org/ijicic-11-05024.pdf> pada tanggal 13 April 2014