

Perancangan Simulasi Sistem Prediksi Arah Gerak Indeks Harga Saham Gabungan Berbasis *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*

Joni Fat dan Lydwina Wardhani

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

Abstract — *The simulation system using Fuzzy Inference System (FIS) method in this research could predict the daily closing price trend. The simulation system uses technical indicator as input variables. The FIS's type is Sugeno. The defuzzification method is wtaver. Neural Networks (NN) is used to update the range of membership function for labels in each variabel. The simulation output is a price change variable. This system accuracy is about 61.55%.*

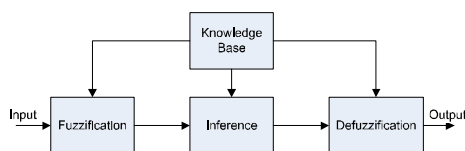
Keywords — *fuzzy inference system, neural networks, simulation system, sugeno, technical indicator.*

Abstrak — Sistem simulasi dengan menggunakan metode *Fuzzy Inference System (FIS)* dalam penelitian ini memungkinkan prediksi arah gerak harga penutupan saham secara harian. Sistem simulasi menggunakan indikator teknikal sebagai variabel *input*. Tipe FIS yang digunakan adalah Sugeno. Metode defuzzifikasinya adalah *wtaver*. *Neural Networks (NN)* digunakan untuk menyesuaikan *range* fungsi keanggotaan pada masing-masing label variabel *input* mau pun *output*. Hasil simulasi adalah berupa variabel perubahan harga pada periode perhitungan. Tingkat akurasi sistem mencapai 61,55%.

Kata kunci — *fuzzy inference system, indikator teknikal, neural networks, sistem simulasi, sugeno.*

I. PENDAHULUAN

Sistem inferensi *Fuzzy Logic* pada prinsipnya terdiri dari beberapa proses, yaitu fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi (perhatikan Gambar 1). Ketiga proses ini didasarkan pada aturan-aturan yang telah dipahami dengan baik. Hanya sistem ini memiliki kelemahan karena tidak memiliki mekanisme untuk mengubah aturan-aturan yang ada sehingga dapat menghasilkan aturan-aturan yang lebih baik [1]. Pada poin inilah, di mana *neural networks* dapat berperan. Dengan memanfaatkan mekanisme dalam *neural networks*, sistem dapat dilatih dan diubah untuk menghasilkan parameter-parameter yang lebih baik.



Gambar 1. Blok Diagram yang digunakan untuk menggambarkan Sistem Inferensi *Fuzzy* secara umum

Kelemahan pemanfaatan *neural networks* ini adalah label-label dan aturan-aturan yang dihasilkan menjadi tidak dijelaskan dengan baik. Ini disebabkan label-label dan aturan-aturan tersebut menjadi tidak deskriptif. Hal lain dalam pemanfaatan *neural networks* adalah diperlukannya basis data yang mencukupi baik dalam tahap pelatihan mau pun pengujian sistem.

Kelemahan pertama menjadi dapat dimaklumi karena sistem yang dihasilkan dapat dilatih dan diubah untuk menghasilkan

parameter-parameter yang lebih baik. Dengan demikian, walau pun sistem menjadi tidak informatif tetapi diharapkan kinerjanya dapat meningkat. Untuk kelemahan kedua, ini dapat diatasi karena data-data yang dimanfaatkan merupakan data nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yang terbuka untuk publik dan cukup detail ketersediaannya (dengan beberapa pilihan nilai penutupan, yaitu berbasis harian, mingguan, bulanan atau tahunan). Oleh sebab itu, perancangan simulasi sistem untuk prediksi arah gerak harga saham dengan memanfaatkan perpaduan antara *fuzzy logic* dan *neural networks* diharapkan dapat memberikan *output* yang lebih baik dibandingkan dua penelitian terdahulu (tingkat keakuratan simulasi sistem > 56,83% [2], > 60,75% [3]).

A. Batasan

Dalam mendesain sistem pengambil keputusan berdasarkan *Fuzzy Logic*, pemahaman sistem adalah salah satu persyaratan dasar. Untuk sistem yang dirancang dalam penelitian ini, sistem belum sepenuhnya dipahami dengan baik. Pemahaman yang dimaksudkan di sini adalah dalam kaitannya dengan proses dan hasil. Pada prinsipnya, penjelasan tentang mekanisme perilaku pasar telah dijelaskan dengan baik oleh teori seperti *Efficient Market Hypothesis (EMH)* atau pun melalui *Behavioral Finance*.

Namun, penjelasan yang ada ini tidak mencakup tentang bagaimana tepatnya memprediksi arah gerak pasar (dalam hal ini diwakili oleh nilai IHSG). Jadi, teori-teori ini hanya menjelaskan bagaimana pasar ini berperilaku dalam kondisi-kondisi yang disyaratkan oleh masing-masing teori tersebut. Oleh sebab itu, penggunaan *neural networks* sebagai pendukung dalam desain sistem ini menjadi sebuah alternatif yang menarik.

Simulasi sistem ini dirancang menggunakan masukan berupa indikator-indikator teknikal yang digunakan oleh para praktisi, yaitu berupa indikator *trend followers* dan *counter-trend* [4]. Hasil simulasi sistem dibatasi berupa indikator untuk menunjukkan arah gerak harga saham (naik atau turun) pada periode yang ditentukan.

B. Kontribusi

Hasil penelitian ini harus disadari hanya berupa simulasi, dan oleh karena itu tidak ada jaminan sistem dapat diimplementasikan secara langsung dalam kondisi yang sesungguhnya. Simulasi sistem tersebut masih memerlukan penelitian dan upaya penyempurnaan lebih lanjut sebelum dapat diklaim sebagai sistem yang benar-benar dapat membantu pengambilan keputusan dalam berinvestasi.

Jadi, kontribusi yang mungkin dapat diharapkan dari penelitian ini adalah menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya untuk penyempurnaan sistem prediksi ini sehingga benar-benar menjadi sistem yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh investor, terutama investor ritel.

II. KAJIAN PUSTAKA

Dalam bidang bisnis dan keuangan, telah banyak penelitian-penelitian yang telah dilakukan untuk membuktikan pemanfaatan *fuzzy logic* yang dipadukan dengan *neural networks*. Berikut adalah beberapa hasil penelitian dalam kaitannya dengan aplikasi di bidang pasar modal:

- Meysam Alizadeh, Mohsen Gharakhani, Elnaz Fotoohi dan Roy Rada menggunakan model *Artificial Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam memprediksi harga saham. Para peneliti ini membangun model untuk memprediksi harga saham industri manufaktur pembuatan *spare-part* otomotif pada bursa efek Asia. Dari kandidat-kandidat *input* yang disebutkan oleh para peneliti, disimpulkan *input* yang digunakan adalah variabel-variabel indikator. Hasil penelitian ini menyebutkan bahwa parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam mendesain sistem prediksi ini adalah jumlah *input*, bentuk fungsi keanggotaan, pendekatan aturan awal, dan indeks kluster [5].
- Samarth Agrawal, Manoj Jindal dan G. N. Pillai menggunakan model ANFIS dalam menghasilkan keputusan sinyal jual atau beli saham berdasarkan nilai-nilai indikator teknikal. Indikator yang digunakan adalah *weighted moving average*, *divergence* dan *relative strength index*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kesuksesan yang baik, yaitu 84% (saham Google), 76% (saham Yahoo), 88% (saham XOM), 84% (saham Pepsi), 96% (saham Tata Motors), dan 92% (saham Larsen dan toubro) [6].
- Ebrahim Abbasi dan Amir Abouec menggunakan model ANFIS untuk memprediksi harga saham Iran Khodro di Bursa efek Teheran. Kedua peneliti ini menggunakan dua fungsi keanggotaan segitiga dengan empat variabel independen. Variabel-variabel ini adalah volume transaksi, dividen per saham (DPS), rasio harga terhadap pendapatan (*price to earning ratio* [P/E]), dan harga penutupan saham. Penelitian ini menyimpulkan bahwa model prediksi dengan menggunakan ANFIS dapat memprediksi perilaku harga saham Iran Khodro yang non-linier [7].
- Pei-Chann Chang dan Chen-Hao Liu menggunakan model *fuzzy Takagi-Sugeno-Kang* (TSK) untuk meramalkan harga saham di Bursa Efek Taiwan (*Taiwan Stock Exchange/TSE*). Hasil penelitian mengklaim bahwa model berhasil memprediksi variasi harga saham dengan tingkat keakuratan mencapai 97.6% untuk indeks TSE dan 98.08% untuk saham Media Tek [8].

III. HASIL RANCANGAN

A. Variabel

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi dua bagian, yaitu variabel *input* dan variabel *output*. Secara konseptual, semua variabel adalah merupakan indikator pada analisa teknikal. Hanya dalam penelitian ini, variabel tersebut dimodifikasi tanpa menghilangkan fungsinya sehingga dapat dimasukkan ke dalam sistem yang dirancang.

Variabel-variabel dipilih berdasarkan pengamatan grafik dan juga penelitian-penelitian yang telah terlebih dahulu dilakukan baik yang menggunakan metode *fuzzy* atau pun tidak. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing variabel, yaitu:

- Variabel persentase perubahan volume. Variabel ini digunakan dalam rancangan simulator untuk menunjukkan tingkat

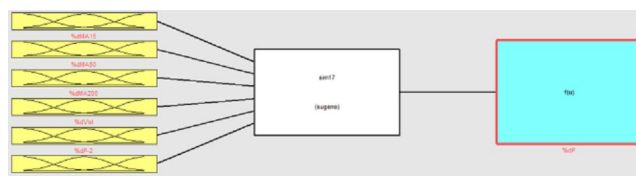
signifikansi perubahan variabel lainnya. Asumsi yang digunakan adalah bahwa perubahan volume yang besar menunjukkan adanya perubahan pola perilaku terhadap variabel lainnya.

- Variabel persentase perubahan harga terdiri atas perubahan pada hari perhitungan (*d*), perubahan pada sehari sebelumnya (*d-1*), dan perubahan dua pada hari sebelumnya (*d-2*). Ketiga variabel ini telah digunakan dalam penelitian oleh J. Fat serta C. D. Souto-Maior, F. D. Murcia, J. A. Borba dan N. D. Costa Jr.
- Variabel persentase perubahan MA15, MA50 dan MA200. Variabel ini digunakan dalam bentuk sederhananya yang dikenal dengan istilah *Simple Moving Average* (SMA). Penggunaan variabel MA15, MA50 DAN MA200 dilakukan penyesuaian. Ketiga variabel ini telah banyak dimanfaatkan oleh para peneliti dengan berbagai modifikasi untuk penyesuaian terhadap sistem, seperti pada S. Agrawal, M. Jindal dan G. N. Pillai; A. A. Gamil, R. S. El-fouly dan N. M. Darwish; dan V. Olej. Juga variabel ini ditemukan dalam literatur seperti yang ditulis oleh Z. Bodie, A. Kane dan A. J. Marcus.

Berdasarkan semua variabel yang telah disebutkan di atas, variabel yang digunakan sebagai *output* adalah variabel persentase perubahan pada hari perhitungan (*d*). Variabel-variabel lain adalah sebagai variabel *input* untuk sistem.

B. Rancangan Simulator

Simulator ANFIS ini dirancang berdasarkan diagram pada Gambar 2 berikut ini. Blok kuning menunjukkan proses fuzzifikasi variabel-variabel *input*. Blok putih menunjukkan proses inferensi yang menggunakan metode Sugeno berdasarkan aturan-aturan yang telah ditetapkan. Blok hijau menunjukkan hasil *output* dengan metode defuzzifikasi *weighted average*.



Gambar 2. Diagram Blok Simulator ANFIS yang dirancang untuk menghitung nilai persentase perubahan nilai IHSG

Simulator FIS di-generate dengan menggunakan metode *Grid Partition*. FIS yang di-generate ini bertipe Sugeno. FIS ini dirancang dengan menggunakan enam variabel *input*. Keenam variabel ini akan difuzzifikasi dengan menggunakan fungsi keanggotaan *Gauss*. Masing-masing variabel memuat tiga macam fungsi keanggotaan tipe *Gauss* ini. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, diketahui bahwa dengan menggunakan tiga macam fungsi keanggotaan tipe *Gauss* untuk tiap variabel akan memberikan hasil prediksi yang efektif.

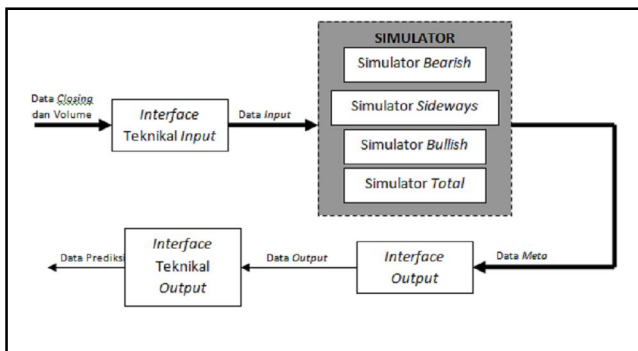
FIS rancangan dilatih dengan menggunakan NN. Metode optimasi yang digunakan adalah tipe *hybrid*. Nilai toleransi yang digunakan dalam pelatihan ini adalah 0, dengan *epoch* diatur sebanyak 30 langkah.

IV. HASIL PENGUJIAN

A. Konsep Pengujian

Diagram pada Gambar 3 ini memperlihatkan konsep pengujian terhadap simulator-simulator yang telah dirancang. Data JKSE

histori yang diperlukan adalah minimum sebanyak 200 entri sebelum hari perhitungan. Data tersebut adalah nilai penutupan indeks dan besar volume.



Gambar 3. Konsep Pengujian Simulator

Selanjutnya, data tersebut diumpungkan ke modul *Interface Teknikal Input*. Oleh modul *interface*, data nilai penutupan dan volume akan dihitung dan dikonversi menjadi data nilai variabel *input* bagi simulator. Data inilah yang merupakan data *input* bagi simulator. Modul *Interface Output* membantu pemanggilan simulator. Tanpa menggunakan modul ini, pemanggilan simulator dalam pengujian akan menjadi tidak efisien. Hasil dari *Interface Output* merupakan nilai perhitungan oleh simulator, yang dalam rancangan ini dinamakan sebagai data *output*. Data *output* tersebut diumpungkan ke modul *Interface Teknikal Output*. Hasil dari modul *interface* ini merupakan data prediksi yang dapat dipahami oleh user.

Interface Output yang digunakan dalam pengujian ini adalah berupa *script* yang dijalankan secara otomatis. *Script* tersebut dapat dilihat dari Gambar 4 berikut.



Gambar 4. *Interface Output: Automated Script*

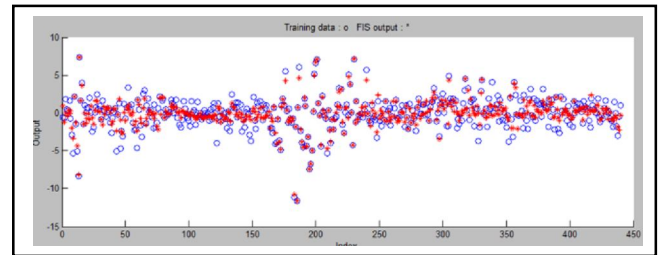
Pada prinsipnya, tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat apakah simulator-simulator memiliki tingkat ketepatan yang diinginkan. Sebagai filter pertama, pengujian terhadap simulator dilakukan dengan menggunakan data pelatihannya sendiri. Tujuan dari filter pertama ini adalah untuk melihat apakah dengan data tersebut, simulator rancangan mampu memprediksi arah mau pun menghitung *output* dengan tingkat ketepatan yang signifikan.

B. Hasil Pengujian Simulator untuk Data Pelatihan

Simulator ini merupakan simulator yang diharapkan dapat mengakomodasi seluruh momen yang ada, atau dengan kata lain simulator mampu melakukan prediksi tanpa perlu mengetahui momen yang sedang berlangsung. Hasil pengujian model pertama terhadap simulator ini seperti diperlihatkan pada Gambar 5, sedikit sulit untuk ditarik kesimpulan secara visual karena banyaknya data yang diuji. Oleh sebab itu, mutlak diperlukan perhitungan secara statistik. Dari hasil perhitungan, diperoleh tingkat ketepatan prediksi arah dengan menggunakan simulator ini adalah 76,13%.

Angka ini sangat jauh di bawah simulator lainnya. Ini dapat dipahami karena simulator lain menggunakan data yang seragam. Artinya, data tersebut memiliki pola yang relatif sama, seperti contoh pada momen *bearish*. Data pada momen *bearish* dipastikan

memiliki pola penurunan yang jauh lebih signifikan dibandingkan kenaikan, sebaliknya juga momen *bullish*. Dengan demikian, hasil pengujian dengan data pelatihan yang sama, simulator-simulator selain *Total* ini secara wajar harus menunjukkan hasil yang sangat tinggi.



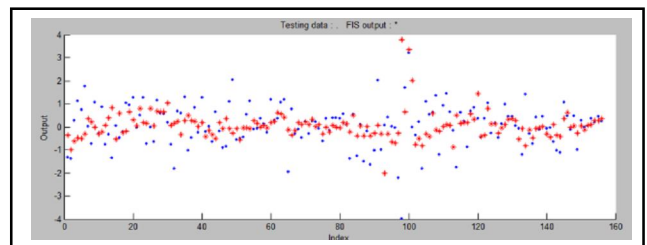
Gambar 5. Hasil Pengujian Simulator untuk Data Pelatihan

Kemampuan simulator *Total* dalam menghitung nilai *output* juga terlihat jauh di bawah kemampuan simulator lain, yaitu pada tingkat kesalahan perhitungan 4,51%. Hasil ini juga dapat dipahami sesuai dengan prinsip keseragaman data yang telah dijelaskan di atas.

C. Hasil Pengujian Simulator untuk Data Pengecekan

Dengan kegagalan seluruh simulator momen yang ada, simulator *Total* memperlihatkan unjuk kerja seperti yang diharapkan. Gambar 6 memperlihatkan hasil *plotting* pengujian terhadap data pengecekan. Posisi titik merah terhadap data pengecekan titik biru, menunjukkan potensi yang cukup bagus, walau pun masih terlalu dini untuk mengatakan bahwa simulator memang mampu memprediksi.

Oleh karena itu, perhitungan dengan menggunakan *Interface Teknikal Output* mutlak diperlukan. Hasil perhitungan ini menunjukkan sistem mampu memprediksi arah dengan tingkat ketepatan sebesar 61,55%, dan tingkat kesalahan perhitungan nilai *output* adalah sebesar 4,5%.



Gambar 6. Grafik Pengujian Data Pengecekan Simulator *Total*

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa simulator yang dirancang mampu memberikan prediksi dan perhitungan nilai *output* yang jauh di atas tujuan rancangan terhadap data pelatihannya sendiri. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang simulator sesuai dengan tujuan rancangan, yaitu tingkat kebenaran prediksi arah 61,55% dengan 156 entri data, mencakup ketiga momen secara keseluruhan.

Simulator *Bearish* (50,64%), *Sideways* (50,64%) dan *Bullish* (46,79%) gagal dalam pengujian terhadap data pengecekan karena ketiga simulator ini dilatih dengan menggunakan data yang homogen. Kehomogenan data pelatihan masing-masing simulator ini terkait dengan momen dari mana data tersebut dicuplik. Ketiga

simulator ini pada prinsipnya bukanlah kegagalan sistem, tetapi juga berfungsi sebagai metode untuk mengetahui secara keseluruhan kemampuan belajar NN dalam membangun sistem FIS. Hasil penelitian ini justru memperlihatkan bahwa NN dapat digunakan untuk memperbaharui batas-batas nilai keanggotaan masing-masing label pada variabel FIS.

VI. SARAN

Oleh karena hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa simulator yang dirancang mampu memprediksi, maka dapat disarankan agar simulator ini diwujudkan dalam bentuk program. Program yang dimaksudkan di sini adalah program yang berdiri sendiri, yang mampu mengambil umpannya sendiri dari sumber data dan mengolahnya. Hasil akhir dari program ini adalah sebuah saran bagi *user* apakah indeks pada hari perhitungan akan naik atau turun. Program juga mampu memberikan peringatan kepada *user* apabila ada potensi pergerakan besar pada nilai indeks JKSE.

DAFTAR ACUAN

- [1] M. Alizadeh, M. Gharakhani, E. Fotoohi and R. Rada, *Design and Analysis of Experiments in ANFIS Modeling for Stock Price Prediction*, International Journal of Industrial Engineering Computations, 2011, p. 409.
- [2] J. Fat, *Prediksi Arah Indeks Harga Saham Gabungan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic*, Seminar Nasional Ritektra, 2010, hal. 93.
- [3] J. Fat, *Perancangan Simulasi Sistem Prediksi Arah Gerak Harga Saham Berbasis Analisis Teknikal dengan Fuzzy Inference System*, Universitas Tarumanagara, Jakarta, 2011, hal. 37.
- [4] W. K. Wong, M. Manzur and B. K. Chew, *How Rewarding is Technical Analysis? Evidence from Singapore Stock Market*, Working Paper No. 0216, Department of Economics, National University of Singapore, 2002.
- [5] M. Alizadeh, M. Gharakhani, E. Fotoohi and R. Rada, *Design and Analysis of Experiments in ANFIS Modeling for Stock Price Prediction*, International Journal of Industrial Engineering Computations, 2011, pp. 416-417.
- [6] S. Agrawal, M. Jindal and G. N. Pillai, *Momentum Analysis based Stock Market Prediction using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*, Proceedings of International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010 Vol. I, Hongkong, March 17-19 2010.
- [7] E. Abbasi and A. Abouec, *Stock Price Forecast by Using Neuro-Fuzzy Inference System*, International Journal of Human and Social Sciences 4:15, 2009, pp. 1136, 1138-1139.
- [8] P. C. Chang and C. H. Liu, *A TSK Type Fuzzy Rule Based System for Stock Price Prediction*, Expert Systems with Applications, Elsevier Ltd. 2006.