

Perancangan Simulasi Sistem Prediksi Arah Gerak Harga Saham Berbasis Analisis Teknikal dengan *Fuzzy Inference System*

Joni Fat¹

ABSTRACT: The simulation system which was used in this research enabled the prediction of a stock price movement in Jakarta Stock Exchange (JSX). We chose the stocks based on their liquidity (indicated by LQ-45 index) and the representation in each industrial sector. We used nine stocks for monitoring and the number of entries was 6,544. With these data, we hoped all the periods of action in the stock exchange could be captured, i.e. bearish, bullish and sideways. As the input variables, we used some technical indicator variables which had been tuned to the need of this simulation. The input variables were the price difference variables (d_1 and d_2), the RSI-14 difference variabel, the MA15 difference variabel, the MA50 difference variabels and also MA15 and MA50 crossing variable. The type of FIS that we used in this simulation is Mamdani with centroid as the defuzzification method. As the output variabel, we used the price difference for the period of calculation, which we names as d_3 . This variabel was treated as an indicator which we used for predicting the movement of the stock. This research resulted that we had a low accuracy and unstable. And in some testing, we still got some negative results.

KEYWORDS: centroid, fuzzy inference system, mamdani, simulation system, technical indicator.

ABSTRAK: Sistem simulasi dengan menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) dalam penelitian ini memungkinkan prediksi arah gerak harga penutupan saham secara harian di Bursa Efek Indonesia (BEI). Pemilihan saham didasarkan pada besarnya likuiditas (LQ-45) dan keterwakilan pada tiap sektor industri. Total jumlah saham yang dimonitor adalah sebanyak sembilan buah, dengan jumlah entri data sebanyak 6544 buah. Keseluruhan data ini diharapkan dapat mewakili keseluruhan periode pergerakan bursa yang mencakup periode *bearish*, *bullish* dan *sideways*. Sebagai variabel *input*, sistem menggunakan indikator teknikal yang telah disesuaikan dengan kebutuhan simulasi. Variabel-variabel *input* ini adalah berupa variabel perubahan harga (d_1 dan d_2), variabel perubahan RSI-14, perubahan MA15 dan MA50 serta *crossing*-nya. Tipe FIS yang digunakan adalah Mamdani. Metode defuzzifikasinya adalah *centroid*. Hasil simulasi adalah berupa variabel perubahan harga pada periode perhitungan (d_3). Variabel d_3 ini dimanfaatkan sebagai indikator untuk menentukan arah gerak naik atau turun dari saham yang disimulasikan. Hasil simulasi masih menunjukkan tingkat akurasi yang rendah dan cenderung tidak stabil. Bahkan pada beberapa pengujian menunjukkan kinerja yang negatif.

KATA KUNCI: *centroid*, *fuzzy inference system*, indikator teknikal, mamdani, sistem simulasi.

PENDAHULUAN

Para pelaku perdagangan saham berasal dari berbagai latar belakang, baik yang memiliki latar belakang yang berkaitan dengan bidang keuangan maupun tidak. Pada dasarnya, sebagian besar pelaku tidak memiliki pengetahuan dasar untuk melakukan analisis [1]. Mereka melakukan transaksi saham tidak berdasarkan pada analisis fundamental perusahaan, laporan keuangan, likuiditas, profitabilitas dan efisiensi perusahaan, namun lebih condong berdasarkan pada rumor yang beredar dan psikologis yang bersifat irasional.

Pelaku saham yang mengambil keputusan berdasarkan pada rumor dan psikologis memiliki resiko yang besar. Selain resiko langsung terhadap keuntungan para pelaku, perusahaan juga dapat mengalami dampak merugikan secara tidak langsung akibat penurunan harga sahamnya. Hal ini dapat terjadi karena rumor mudah diciptakan oleh pihak-pihak tertentu dan cepat beredar. Rumor yang beredar tersebut dapat mempengaruhi perilaku para pelaku, sehingga menyebabkan para pelaku bertindak tanpa pertimbangan yang memadai. Penjualan atau pembelian saham secara sistemik akibat pengaruh rumor akan menyebabkan peningkatan atau penurunan harga saham yang signifikan. Hal inilah yang dimanfaatkan oleh pihak-pihak yang menciptakan rumor tersebut guna memperoleh keuntungan.

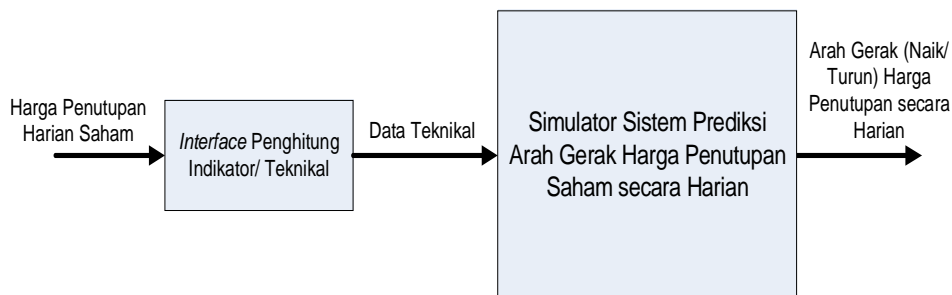
Hal ini memberikan gambaran umum atas sistem yang perlu dirancang. Permasalahan utamanya adalah menghasilkan sistem yang mampu membantu pengambilan kesimpulan bagi para pelaku pasar. Sistem ini akan didesain sedemikian rupa sehingga pengguna tidak memerlukan pengetahuan analisis secara khusus, tetapi tetap dapat mengambil kesimpulan yang sesuai untuk investasinya.

Peneliti berupaya memanfaatkan salah satu subyek di bidang Teknik Elektro, yaitu *Fuzzy Logic* untuk diterapkan dalam bidang finansial, yaitu pergerakan harga saham. *Fuzzy logic* akan dimanfaatkan sebagai suatu sistem pengambil keputusan dalam hal ini. Melalui mekanisme yang akan dibangun, *fuzzy logic* atau lebih ditekankan disebut *Fuzzy Inference System* (FIS) akan mampu menghasilkan *output* berupa arah gerak harga saham berdasarkan *input* yang ada.

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara

KONSEP RANCANGAN

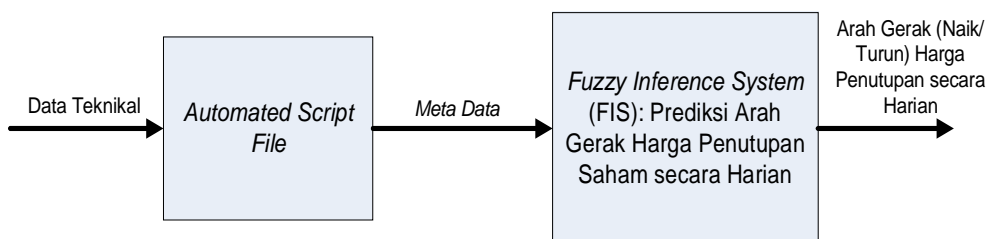
Sistem simulasi dalam penelitian ini dibangun mengikuti rancangan diagram blok yang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3. Gambar 1 merupakan diagram blok sistem secara keseluruhan, sedangkan Gambar 2 dan 3 merupakan detail dari blok inti sistem.



■ **Gambar 1.** Diagram Blok Keseluruhan Sistem Simulasi

Blok pertama pada gambar 1 merupakan blok *Interface Penghitung Indikator/Teknikal*. Blok ini akan melakukan perhitungan dari data baku yang berupa harga penutupan saham harian. Hasilnya adalah data teknikal berupa persentase perubahan MA-15, MA-50, MA-Cross over (Up/Down), persentase perubahan harga penutupan sehari sebelumnya (d-1), dua hari sebelumnya (d-2), tiga hari sebelumnya (d-3) dan RSI-14. Data teknikal ini akan menjadi masukan untuk blok Simulator Sistem Prediksi Arah Gerak Harga Penutupan Saham secara Harian (selanjutnya hanya disebut blok Simulator Sistem Prediksi).

Blok Simulator Sistem Prediksi inilah yang akan melakukan perhitungan dan penarikan kesimpulan sesuai dengan aturan FIS yang telah ditetapkan dalam sistem. Hasil dari blok ini adalah kesimpulan arah gerak harga penutupan saham secara harian. Detil blok Simulator Sistem Prediksi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut. Pada gambar terdapat dua blok yaitu blok *Automated Script File* dan blok *Fuzzy Inference System (FIS): Prediksi Arah Gerak Harga Penutupan Harian Saham secara Harian* (selanjutnya hanya disebut sebagai blok FIS).



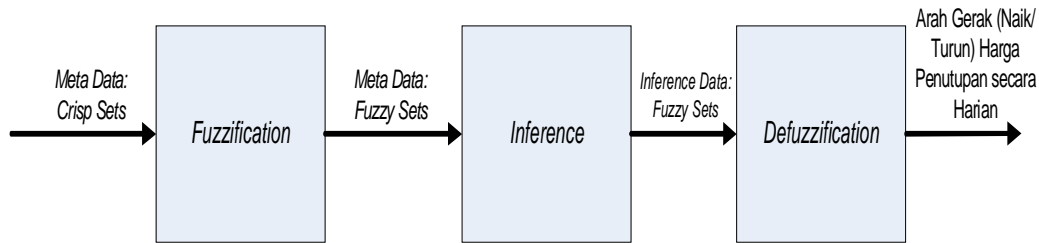
■ **Gambar 2.** Diagram Blok Detil Blok Simulator Sistem Prediksi

Data teknikal yang dihasilkan oleh blok *Interface Penghitung Indikator/Teknikal* tidak dapat secara langsung dijadikan masukan bagi blok FIS karena data teknikal ini terdiri dari ratusan baris data. Oleh sebab itu, harus ada suatu mekanisme untuk memasukan data ini secara baris per baris ke dalam blok FIS. Pada tahap ini, diperlukan blok *Automated Script File*. Blok ini akan memecah data teknikal menjadi per baris dan memanggil blok FIS untuk melakukan perhitungan dan penarikan kesimpulan. Data-data yang dimasukan ke dalam blok FIS adalah data yang sesuai dengan jumlah *input* blok FIS.

Detil blok FIS yang pada dasarnya merupakan inti dari simulator sistem prediksi dapat dilihat pada Gambar 3. Blok FIS dibangun mengikuti prinsip penarikan kesimpulan dengan menggunakan algoritma *fuzzy*.

Meta data yang dihasilkan oleh blok *Automated Script File* atau oleh blok sebelumnya dikatakan sebagai data yang termasuk dalam himpunan *crisp*. Data perlu diubah terlebih dahulu menjadi data dalam himpunan atau domain *fuzzy*. Proses perubahan dilakukan oleh blok *Fuzzification*. Jadi, hasil dari blok ini adalah meta data yang memiliki karakteristik himpunan *fuzzy*. Meta data tersebut yang dapat digunakan oleh blok *Inference* untuk melakukan proses komposisi guna menghasilkan kesimpulan yang diharapkan. Blok ini bekerja berdasarkan pernyataan *fuzzy* yang disusun dalam bentuk algoritma *fuzzy*. Hasil blok *Inference* juga merupakan nilai dalam himpunan *fuzzy* yang tidak begitu banyak berguna bagi pengguna akhir. Oleh karenanya, nilai ini perlu diubah.

Pengubahan dilakukan oleh blok *Defuzzification*. Hasilnya adalah Arah Gerak Harga Penutupan secara Harian yang merupakan keluaran yang diharapkan dari sistem.



■ Gambar 3. Diagram Blok Detil Blok FIS

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 harga terdiri atas perubahan pada hari perhitungan (d), perubahan pada sehari sebelumnya (d-1), perubahan dua pada hari sebelumnya (d-2), perubahan pada tiga hari sebelumnya (d-3). 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 RSI-14. Variabel ini digunakan berdasarkan usul pengembang indikator RSI yaitu J. W. Wilder, Jr. [2]. Variabel ini juga telah sering digunakan oleh para peneliti untuk membangun sistem prediksi, seperti oleh S. Agrawal, M. Jindal dan G. N. Pillai; R. Alfaro dan A. Sagner [3]; dan V. Olej [4]. Walaupun dalam penelitian R. Alfaro dan A. Sagner tidak menggunakan sistem *fuzzy*, tetapi menggunakan model binomial.
- Variabel MA15 dan MA50. Variabel ini digunakan dalam bentuk sederhananya yang dikenal dengan istilah *Simple Moving Average* (SMA). Penggunaan variabel MA15 dan MA50 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.

■ Tabel 1. Jumlah Data Awal Masing-Masing Saham dan Total Data Awal

Saham	Jumlah Data (hari)
AALI	722
ANTM	722
BBCA	722
INKP	725
ASII	727
PGAS	722
UNTR	718
ELTY	764
INDF	722
Total	6544

RANCANGAN FIS

Gambar 3 memperlihatkan diagram perancangan FIS simulator sistem yang dibangun. Secara bertahap, simulator sistem dirancang sebagai berikut:

1. Rancangan Variabel *Input*, *Output* dan Proses Fuzzifikasi
2. Rancangan Proses Inferensi,
3. Rancangan Proses Defuzzifikasi.

Tahapan Rancangan Variabel *Input* dan *Output* meliputi pemilihan dan perlakuan terhadap variabel-variabel yang akan digunakan sebagai *input* dan *output* simulator. Tahapan Rancangan Proses Fuzzifikasi merupakan tahapan perancangan cara menilai/*grading* terhadap variabel-variabel *input* sehingga dapat diproses lebih lanjut sesuai dengan metode *fuzzy logic*. Tahapan Rancangan Proses Inferensi meliputi proses ekivalensi operator-operator logika klasik terhadap operator *fuzzy logic*, penetapan *rules*, proses implikasi dan proses agregasi. Tahapan Rancangan Proses Defuzzifikasi merupakan tahapan perancangan cara simulator sistem menginterpretasikan hasil dari domain *fuzzy* ke domain asalnya sehingga didapatkan nilai yang dapat diproses lebih lanjut.

RANCANGAN dan PROSES FUZZIFIKASI VARIABEL INPUT: d(P,MA15)

Variabel d(P,MA15) merupakan variabel yang memperlihatkan posisi/selisih MA15 terhadap harga penutupan (P). Variabel ini terdiri atas tiga label yaitu:

- label *Extreme_Down*,
- label *Moderate*, dan
- label *Extreme_Up*.

Ketiga label ini menggambarkan pola pergerakan posisi MA15 terhadap P. Label *Extreme_Down* menggambarkan bahwa posisi P jauh di bawah MA15, label *Moderate* menggambarkan posisi keduanya tidak begitu berjauhan, sedangkan label *Extreme_Up* menggambarkan posisi P jauh di atas MA15. Secara detail, pengertian masing-masing label digambarkan melalui bentuk-bentuk geometris fungsi keanggotaan *fuzzy*.

Penentuan batas-batas nilai masing-masing label variabel didasarkan pada pengamatan terhadap bentuk sebaran data dan nilai statistik data. Nilai statistik data variabel ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini. Tabel 2 memperlihatkan nilai-nilai yang telah dirata-ratakan dari data kesembilan jenis saham yang digunakan dalam penelitian ini. Bentuk geometris hasil perancangan ketiga jenis label variabel dapat dilihat pada Gambar 4.

■ Tabel 2. Nilai Statistik Data Variabel d(P, MA15)

Variabel Statistik	Nilai Statistik Variabel d(P, MA15)
Xmin	-75.3617
Kuartil 1	-3.14604
Kuartil 2/Median	0.502117
Kuartil 3	4.028334
Xmax	25.93686
Standar Deviasi	10.07284

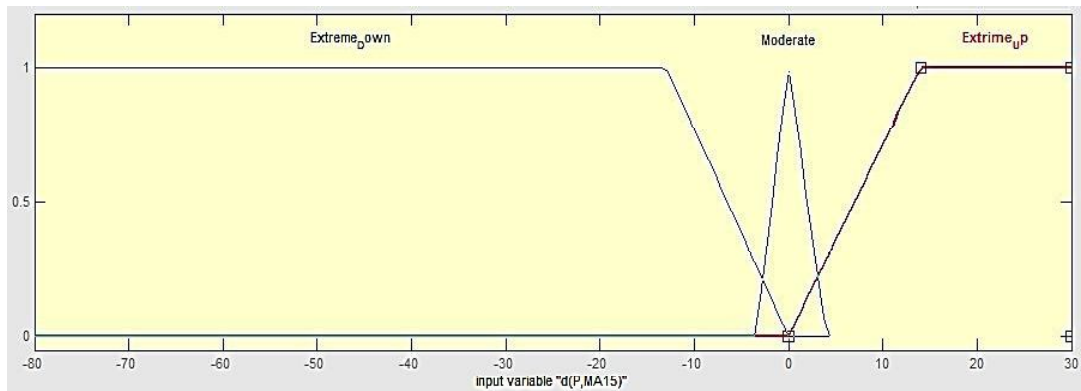
Label *Extreme_Down* digambarkan oleh bentuk trapesium (*trapmf*), yang mengikuti persamaan (1) [5] berikut. Batas-batas nilai a, b, c dan d adalah sebagai berikut (dalam %): -80, -80, -13, dan 0.

$$f(x,a,b,c,d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

Label *Moderate* digambarkan oleh bentuk segitiga (trimf), yang mengikuti persamaan (2) [6]. Batas-batas nilai a, b dan c adalah sebagai berikut (dalam %): -3.5, 0 dan 4.

$$f(x,a,b,c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Label *Extreme_Up* digambarkan oleh bentuk trapesium (trapmf) dengan batas nilai a, b, c dan d adalah sebagai berikut (dalam %): 0, 14, 30 dan 30.



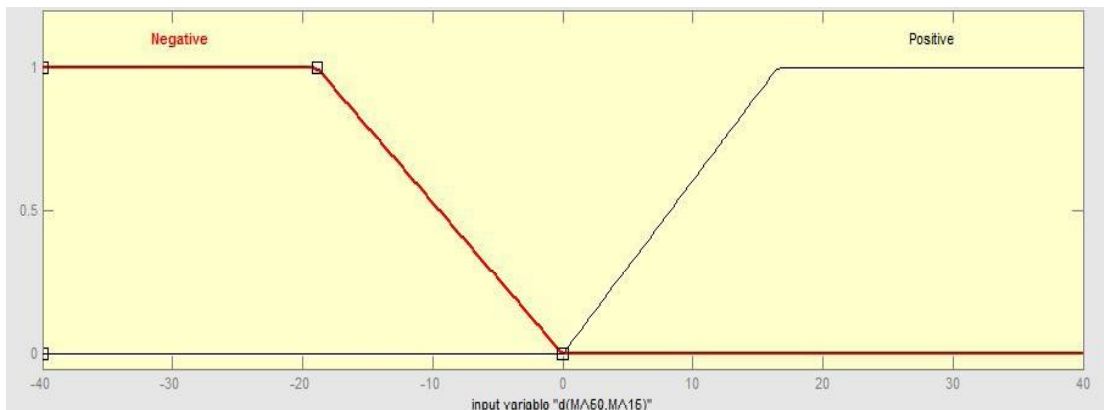
■ Gambar 4. Rancangan Variabel Input: d(P, MA15)

RANCANGAN dan PROSES FUZZIFIKASI VARIABEL INPUT: d(MA50,MA15)

Variabel ini memperlihatkan posisi/selisih MA15 terhadap MA50. Variabel d(MA50, MA15) terdiri dari dua label, yaitu:

- label *Negative*, dan
- label *Positive*.

Label *Negative* memperlihatkan posisi MA15 di bawah MA50, sedangkan label *Positive* memperlihatkan posisi MA15 di atas MA50. Label-label ini digambarkan dengan menggunakan bentuk geometris trapesium (trapmf, persamaan (1)) dengan nilai-nilai a, b, c dan d diambil sesuai pengamatan bentuk sebaran data (perhatikan Lampiran 3) dan nilai statistik yang dirangkum pada Tabel 3. Nilai a, b, c dan d masing-masing label adalah sebagai berikut (dalam %): -40, -40, -18.9 dan 0 (label *Negative*), 0, 16.5, 40 dan 40 (label *Positive*). Rancangan variabel d(MA50, MA15) dapat dilihat pada Gambar 5.



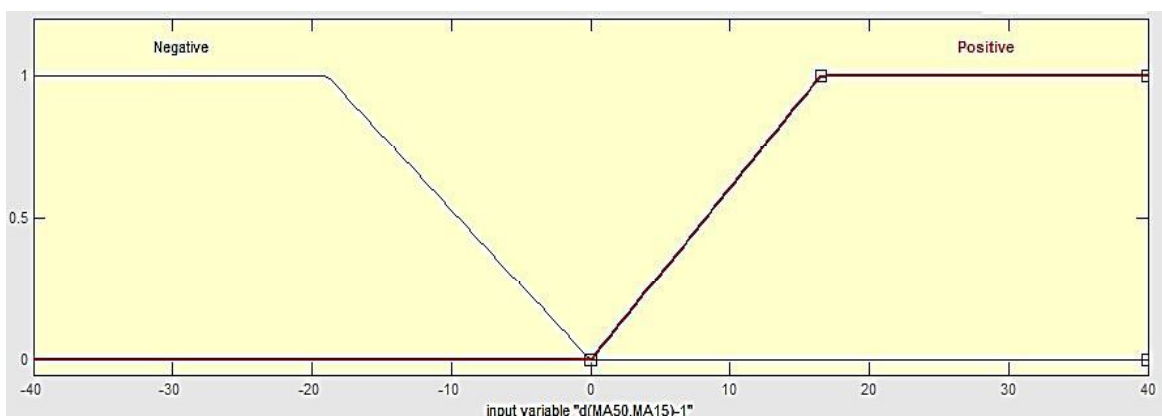
■ Gambar 5. Rancangan Variabel Input: d(MA50, MA15)

RANCANGAN dan PROSES FUZZIFIKASI VARIABEL INPUT: $d(\text{ma50}, \text{ma15})-1$

Variabel ini memperlihatkan posisi/selisih MA15 terhadap MA50 data sebelumnya. Variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})$ dan $d(\text{MA50}, \text{MA15})-1$ secara bersama-sama akan menggambarkan apakah telah terjadi perpotongan antar-MA atau tidak. Variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})-1$ memiliki rancangan yang sama dengan variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})$. Rancangan variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})-1$ dapat dilihat pada Gambar 6.

■ **Tabel 3.** Nilai Statistik Data Variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})$

Variabel Statistik	Nilai Statistik Variabel $d(\text{MA50}, \text{MA15})$
Xmin	-32.4457
Kuartil 1	-6.82992
Kuartil 2/Median	-1.36171
Kuartil 3	4.386275
Xmax	39.21673
Standar Deviasi	12.17542



■ **Gambar 6.** Rancangan Variabel *Input*: $d(\text{MA50}, \text{MA15})-1$

RANCANGAN dan PROSES FUZZIFIKASI VARIABEL INPUT: RSI_{14}

Variabel RSI_{14} menggambarkan nilai RSI selama 14 hari. Variabel ini termasuk jenis variabel osilator karena nilai variabel ini hanya berosilasi di antara nilai 0–100. Secara umum, variabel RSI dapat memberikan gambaran daerah di mana komoditas (dicerminkan oleh harga) telah mengalami kelebihan beli atau kelebihan jual. Dalam perancangan variabel ini, selain memperhatikan gambaran daerah kelebihan ini, batas nilai 50 juga dijadikan tolok-ukur. Batas nilai 50 ini diharapkan memberikan gambaran di mana harga sedang mengalami perubahan arah.

Variabel ini diwujudkan dengan tiga buah label, yaitu:

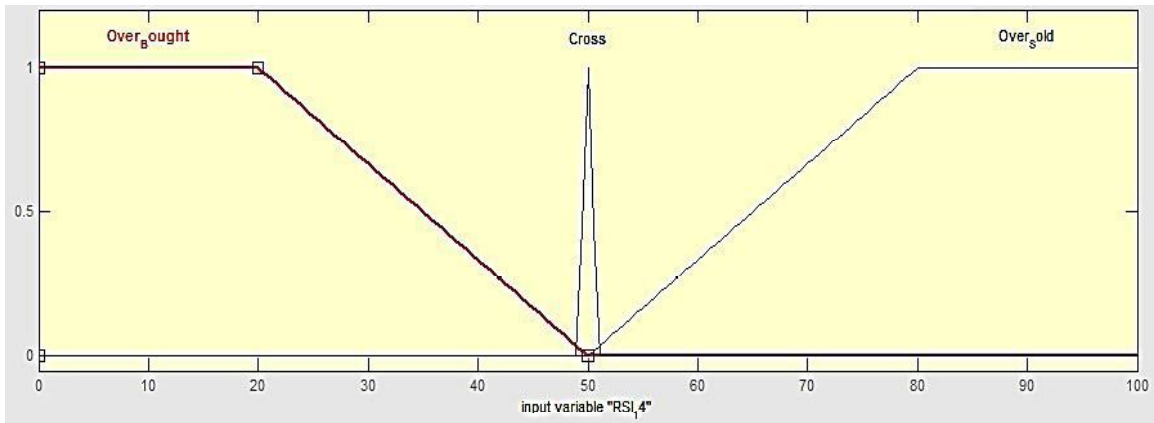
- label *Over_Bought*,
- label *Cross*, dan
- label *Over_Sold*.

Label *Over_Bought* menggambarkan daerah di mana harga kemungkinan telah terjadi kelebihan beli. Label ini diwujudkan dengan menggunakan bentuk geometris trapesium. Label *Cross* menggambarkan batas nilai 50 dan diwujudkan dengan bentuk geometris segitiga. Label *Over_Sold* menggambarkan daerah di mana harga kemungkinan telah terjadi kelebihan jual. Label ini diwujudkan dengan bentuk geometris trapesium.

Nilai-nilai batas bentuk geometris tersebut diambil berdasarkan bentuk sebaran data dan nilai statistik variabel yang diperlihatkan pada Tabel 4. Nilai-nilai batas label *Over_Bought* adalah $a=0$, $b=0$, $c=20$ dan $d=50$. Nilai-nilai batas label *Cross* adalah $a=49$, $b=50$ dan $c=51$. Nilai-nilai batas label *Over_Sold* adalah $a=50$, $b=80$, $c=100$ dan $d=100$. Rancangan variabel dapat dilihat pada Gambar 7.

■ **Tabel 4.** Nilai Statistik Data Variabel RSI_14

Variabel Statistik	Nilai Statistik Variabel RSI_14
Xmin	3.740044
Kuartil 1	39.29047
Kuartil 2/Median	52.08013
Kuartil 3	63.58697
Xmax	91.37318
Standar Deviasi	16.79988



■ **Gambar 7.** Rancangan Variabel *Input*: RSI_14

RANCANGAN dan PROSES FUZZIFIKASI VARIABEL: INPUT (d-3, d-2 dan d-1) dan OUTPUT (d)

Keempat variabel ini (d-3, d-2, d-1 dan d) dihitung berdasarkan persamaan:

$$Var_d = \frac{(V_d - V_{d-1})}{V_{d-1}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

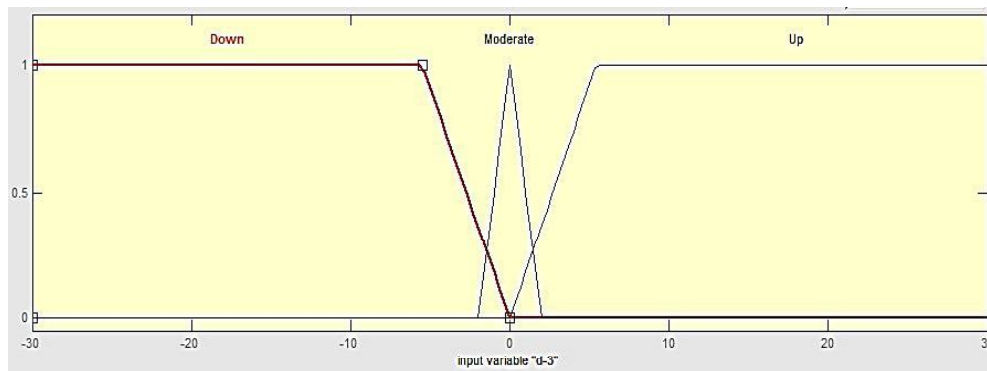
dengan:

- Var_d merupakan persentase perubahan harga saham pada hari ke- d ,
- V_d merupakan harga saham pada hari ke- d ,
- V_{d-1} merupakan harga pada hari ke- $(d-1)$.

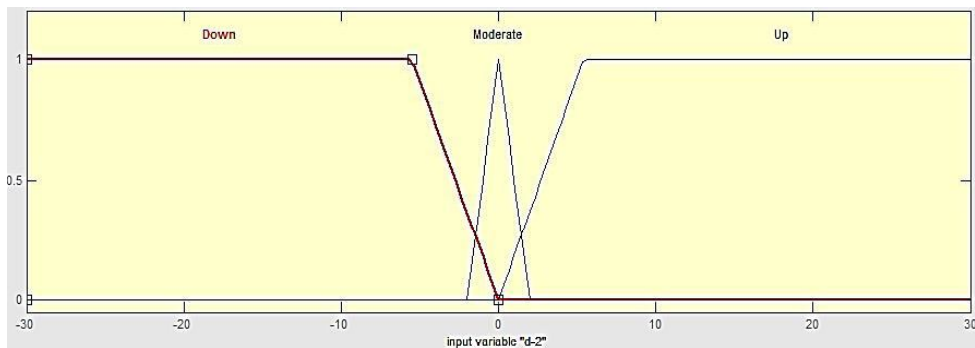
Perubahan nilai variabel d-3, d-2, d-1 dan d masing-masing dijelaskan dengan tiga label, yaitu: label *Down*, label *Moderate*, dan label *Up*. Label *Down* menggambarkan bahwa variabel mengalami penurunan yang cukup signifikan. Label ini diwujudkan dengan menggunakan bentuk geometris trapesium. Label *Moderate* menggambarkan bahwa variabel mengalami pergerakan naik maupun turun yang wajar. Label ini diwujudkan dengan menggunakan bentuk geometris segitiga. Label *Up* menggambarkan bahwa variabel mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Label ini diwujudkan dengan menggunakan bentuk geometris trapesium. Batas-batas nilai bentuk geometris keempat label diambil berdasarkan nilai statistik variabel. Nilai statistik ini dapat dilihat pada Tabel 5. Batas-batas nilai label *Down* adalah $a=-30$, $b=-30$, $c=-5.5$ dan $d=0$. Batas-batas nilai label *Moderate* adalah $a=-2$, $b=0$ dan $c=2$. Batas-batas nilai label *Up* adalah $a=0$, $b=5.4$, $c=30$ dan $d=30$. Rancangan masing-masing variabel dapat dilihat pada Gambar 8 (d-3), Gambar 9 (d-2), Gambar 10 (d-1) dan Gambar 11 (d).

■ **Tabel 5.** Nilai Statistik Data Variabel d-3, d-2, d-1 dan d

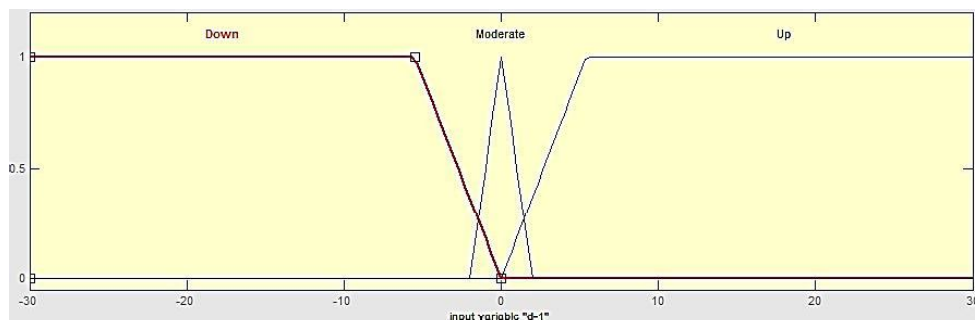
Variabel Statistik	Nilai Statistik Variabel d-3, d-2, d-1 dan d
Xmin	-26.3586
Kuartil 1	-1.66914
Kuartil 2/Median	0
Kuartil 3	1.574709
Xmax	22.04757
Standar Deviasi	3.926105



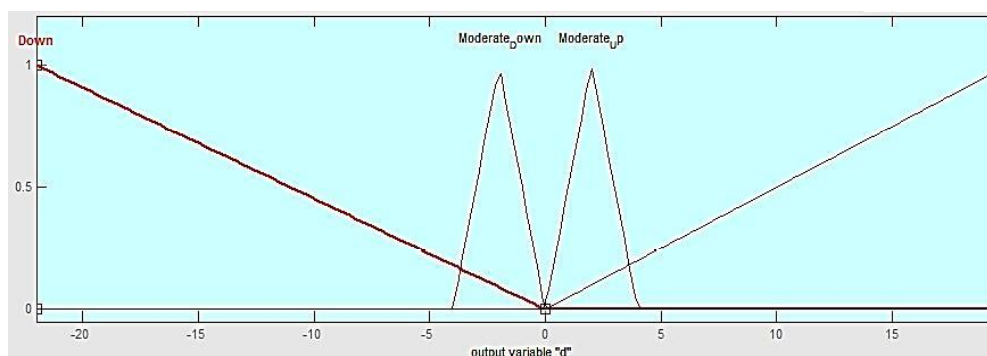
■ Gambar 8. Rancangan Variabel *Input*: d-3



■ Gambar 9. Rancangan Variabel *Input*: d-2



■ Gambar 10. Rancangan Variabel *Input*: d-1



■ Gambar 11. Rancangan Variabel *Output*: d

RANCANGAN PROSES INFERENSI

Operator-operator logika himpunan *crisp* yang digunakan dalam sistem ini dilakukan penyesuaian sehingga dapat memroses nilai-nilai *fuzzy*. Penyesuaian operator-operator ini sesuai dengan metode Mamdani (Min-Max), dapat dilihat pada Tabel 6.

Rules yang digunakan dalam penelitian ini diambil berdasarkan pengamatan secara statistik. Pengamatan dilakukan terhadap semua kombinasi yang ada dari semua variabel yang terlibat. *Rules* dirancang dengan mengikuti aturan *if-then*. Rancangan *Rules* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 12.

1. If (d-3 is Down) and (d-2 is Down) and (d-1 is Down) then (d is Turun_Moderate) (1)
2. If (d-3 is Down) and (d-2 is Down) and (d-1 is Moderate) then (d is Turun_Moderate) (1)
3. If (d-3 is Down) and (d-2 is Down) and (d-1 is Up) then (d is Naik_Moderate) (1)
4. If (d-3 is Down) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Down) then (d is Turun_Moderate) (1)
5. If (d-3 is Down) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Moderate) then (d is Naik) (1)
6. If (d-3 is Down) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (1)
7. If (d-3 is Down) and (d-2 is Up) and (d-1 is Down) then (d is Turun_Moderate) (1)
8. If (d-3 is Down) and (d-2 is Up) and (d-1 is Moderate) then (d is Turun) (1)
9. If (d-3 is Down) and (d-2 is Up) and (d-1 is Up) then (d is Turun_Moderate) (1)
10. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Down) and (d-1 is Down) then (d is Turun) (1)
11. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Down) and (d-1 is Moderate) then (d is Turun_Moderate) (1)
12. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Down) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (0.5)
13. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Down) then (d is Turun) (1)
14. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Moderate) then (d is Naik) (0.5)
15. If (d-3 is Moderate) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (0.5)
16. If (d-3 is Up) and (d-2 is Down) and (d-1 is Down) then (d is Naik) (1)
17. If (d-3 is Up) and (d-2 is Down) and (d-1 is Moderate) then (d is Naik_Moderate) (1)
18. If (d-3 is Up) and (d-2 is Down) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (1)
19. If (d-3 is Up) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Down) then (d is Turun) (1)
20. If (d-3 is Up) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Moderate) then (d is Turun_Moderate) (1)
21. If (d-3 is Up) and (d-2 is Moderate) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (1)
22. If (d-3 is Up) and (d-2 is Up) and (d-1 is Down) then (d is Naik_Moderate) (1)
23. If (d-3 is Up) and (d-2 is Up) and (d-1 is Moderate) then (d is Naik_Moderate) (1)
24. If (d-3 is Up) and (d-2 is Up) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (1)
25. If (d(P,MA15) is Extreme_Down) and (d(MA50,MA15) is Positive) and (d(MA50,MA15)-1 is Positive) then (d is Turun_Moderate) (1)
26. If (d(P,MA15) is Extrim_Up) and (d(MA50,MA15) is Positive) and (d(MA50,MA15)-1 is Positive) then (d is Naik) (1)
27. If (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) and (RSI_14 is Over_Bought) then (d is Naik) (1)
28. If (d(P,MA15) is Moderate) and (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) then (d is Turun_Moderate) (1)
29. If (d(P,MA15) is Extrim_Up) and (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) and (RSI_14 is Over_Sold) then (d is Turun) (1)
30. If (d(P,MA15) is Extreme_Down) then (d is Turun_Moderate) (0.5)
31. If (d(P,MA15) is Extreme_Down) and (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) then (d is Turun) (0.5)
32. If (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) then (d is Turun_Moderate) (1)
33. If (d(MA50,MA15) is Negative) and (d(MA50,MA15)-1 is Negative) and (RSI_14 is Over_Sold) then (d is Turun_Moderate) (1)
34. If (RSI_14 is Cross) and (d-1 is Up) then (d is Naik_Moderate) (1)
35. If (RSI_14 is Cross) and (d-1 is Down) then (d is Turun_Moderate) (0.5)
36. If (d(P,MA15) is Extreme_Down) and (RSI_14 is Over_Sold) then (d is Naik_Moderate) (1)
37. If (RSI_14 is Over_Sold) and (d-1 is Up) then (d is Naik) (1)
38. If (RSI_14 is Over_Bought) and (d-1 is Down) then (d is Turun_Moderate) (0.5)

■ Gambar 12. Rancangan *Rules*

■ Tabel 6. Ekuivalensi Operator Logika

Operator Logika <i>Crips</i>	Ekuivalensi Operator
<i>AND</i>	MIN
<i>OR</i>	MAX
<i>IMPLICATION</i>	MIN

Proses implikasi menggunakan operator MIN, sedangkan agregasi dilakukan dengan menggunakan operator MAX. Proses defuzzifikasi dilakukan dengan metode *centroid*. Metode ini dilakukan dengan menghitung momen masing-masing bagian bentuk geometris yang dihasilkan dari proses agregasi. Perhitungan momen ini akan menghasilkan titik pusat bentuk geometris hasil agregasi secara keseluruhan. Titik pusat inilah yang merupakan hasil defuzzifikasi sistem.

RANCANGAN *INTERFACE* PENGHITUNG INDIKATOR/TEKNIKAL

Interface penghitung indikator diwujudkan dengan menggunakan Microsoft Excel 2007. *Interface* ini digunakan untuk menghitung nilai-nilai variabel *input* yang akan digunakan oleh simulator (perhatikan Gambar 1). Persamaan-persamaan yang digunakan dalam perancangan *interface* ini adalah sebagai berikut:

$$MA15 = \frac{\sum_{i=1}^{15} P_i}{15} \dots\dots\dots(4)$$

$$MA50 = \frac{\sum_{i=1}^{50} P_i}{50} \dots\dots\dots(5)$$

$$d(P, MA15)(\%) = \frac{P-MA15}{P} * 100\% \dots\dots\dots(6)$$

$$d(MA50, MA15)(\%) = \frac{MA50-MA15}{MA50} * 100 \dots\dots\dots(7)$$

$$\bar{x}_{gain} = \frac{\sum x_{gain}}{14} \dots\dots\dots(8)$$

$$\overline{x_{loss}} = \frac{\sum x_{loss}}{14} \dots\dots\dots(8)$$

$$RS = \frac{x_{gain}}{x_{loss}} \dots\dots\dots(9)$$

$$RSI = 100 - \frac{100}{1+RS} \dots\dots\dots(10)$$

RANCANGAN AUTOMATED SCRIPT FILES

Automated Script Files ini digunakan untuk menyuplai data ke FIS sehingga sekelompok data yang terdiri dari variabel-variabel *input* dapat dihitung dalam satu kali proses. *Automated Script Files* ini dirancang dengan menggunakan *script file* Matlab (*M-File*). Rancangan *Automated Script Files* dapat dilihat pada Gambar 13.

```

1 function hasil=autoFiles(fis,data);
2 - f=readfis(fis);
3 - d=load(data);
4 - hasil=evalfis(d,f)
    
```

■ **Gambar 13.** Rancangan *Automated Script Files*

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Pengujian sistem dilakukan dengan mengikuti alur seperti pada Gambar 1. Seperti yang dipaparkan sebelumnya, pengujian dilakukan per tahun per saham. Detail hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil pengujian sistem per saham dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan tingkat keakurasian yang rendah, walau pun dalam detail hasil pengujian sistem terlihat bahwa pada beberapa kasus (saham dan tahun tertentu), sistem memberikan tingkat keakurasian yang baik.

Tingkat keuntungan yang mampu dihasilkan oleh sistem juga tidak menunjukkan hasil yang memuaskan. Untuk saham ASII, BBKA dan ELTY, sistem terbukti menghasilkan tingkat keuntungan yang negatif dalam periode pengujian. Pada detail hasil pengujian sistem sistem juga tidak menunjukkan adanya unjuk kerja yang cukup memuaskan dan konsisten dalam menghasilkan tingkat keuntungan. Untuk tahun pengujian 2008 dan 2010, terlihat unjuk kerja sistem sangat rendah (ditandai dengan banyaknya hasil pengujian saham yang memberikan tingkat keuntungan negatif, empat buah saham di tahun 2008, tahun 2010 tiga buah saham di tahun 2010).

Sistem menunjukkan unjuk kerja yang konsisten untuk saham AALI dan INKP. Baik dalam pengujian keseluruhan periode mau pun secara tahunan terhadap ke dua jenis saham ini, sistem memberikan tingkat akurasi dan tingkat keuntungan yang konsisten dan positif.

■ **Tabel 7.** Hasil Pengujian Sistem per Saham

Saham	Data	Hasil Pengujian
AALI	Total Data	672
	Total Profit	82,650
	Total Loss	-60,850
	Total Akurasi	369
	Tingkat Akurasi (%)	54.91
	Tingkat Keuntungan (%)	26.38
ASII	Total Data	672
	Total Profit	8,240
	Total Loss	-8,395
	Total Akurasi	341
	Tingkat Akurasi (%)	50.74
	Tingkat Keuntungan (%)	-1.88
ANTM	Total Data	672

Saham	Data	Hasil Pengujian
	Total Profit	100,050
	Total Loss	-93,950
	Total Akurasi	343
	Tingkat Akurasi (%)	51.04
	Tingkat Keuntungan (%)	6.10
BBCA	Total Data	675
	Total Profit	16,225
	Total Loss	-17,025
	Total Akurasi	334
	Tingkat Akurasi (%)	49.48
	Tingkat Keuntungan (%)	-4.93
ELTY	Total Data	677
	Total Profit	1,104
	Total Loss	-1,160
	Total Akurasi	348
	Tingkat Akurasi (%)	51.40
	Tingkat Keuntungan (%)	-5.07
INDF	Total Data	672
	Total Profit	9,560
	Total Loss	-8,900
	Total Akurasi	325
	Tingkat Akurasi (%)	48.36
	Tingkat Keuntungan (%)	6.90
INKP	Total Data	668
	Total Profit	8,560
	Total Loss	-5,960
	Total Akurasi	348
	Tingkat Akurasi (%)	52.10
	Tingkat Keuntungan (%)	30.37
PGAS	Total Data	714
	Total Profit	11,605
	Total Loss	-10,605
	Total Akurasi	350
	Tingkat Akurasi (%)	49.02
	Tingkat Keuntungan (%)	8.62
UNTR	Total Data	672
	Total Profit	49,625
	Total Loss	-45,800
	Total Akurasi	317
	Tingkat Akurasi (%)	47.17
	Tingkat Keuntungan (%)	7.71

KESIMPULAN

Hasil pengujian sistem menunjukkan secara umum sistem tidak stabil dan tidak mampu mencapai tujuan perancangan. Walau pun dalam kasus tertentu seperti saham AALI dan ASII tahun 2008, hasil pengujian sistem menunjukkan kinerja yang melampaui tujuan perancangan (masing-masing 60.75% dan 59.14%). Jadi, berdasarkan data hasil pengujian ini, tidak dapat disimpulkan kinerja sistem yang stabil dan konsisten baik dikaitkan dengan sektor industri maupun masa tren/periode.

Kinerja sistem yang tidak stabil dan konsisten ini mungkin dapat dikaitkan dengan jenis pasar modal Indonesia yang termasuk kategori berkembang (*emerging*) dan berkapitalisasi kecil dibandingkan penelitian-penelitian sejenis yang diadakan di pasar modal berkembang atau berkapitalisasi besar (penelitian-penelitian yang disebutkan sebelumnya). Penelitian yang dilakukan terlebih dahulu oleh peneliti yang sama pun tidak dapat dikatakan memberikan hasil yang memuaskan dibandingkan dengan hasil penelitian ini, karena kedua hasil penelitian ini secara umum dapat dikatakan memiliki unjuk kerja sistem yang mendekati tingkat akurasi (56,83%, J. Fat [7]). Berdasarkan hal ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan variabel *input* belum tentu meningkatkan kinerja sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sewell, *Behavioral Finance*. University of Cambridge, Februari 2007 (revisi April 2010), pp. 1, 6-7.
- [2] J. W. Wilder, Jr, *New Concepts in Technical Trading Systems*, North Carolina: Hunter Publishing Company, 1978, p. 65.
- [3] R. Alfaro and A. Sagner, *Financial Forecast for the Relative Strength Index*, MPRA Paper No. 25913, April 2010, pp. 7-10.
- [4] V. Olej, *Prediction of the Index Fund by Takagi-Sugeno Fuzzy Inference Systems and Feed-Forward Neural Network*, Proceedings of the 5th WSEAS, Madrid, 15-17 Februari 2006, pp. 7-12.
- [5] Matlab Help, *Fuzzy Logic Toolbox: Trapmf*, Release 14.
- [6] Matlab Help, *Fuzzy Logic Toolbox: Trimf*, Release 14.
- [7] J. Fat, *Prediksi Arah Indeks Harga Saham Gabungan dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic*, Prosiding Seminar Nasional Ritektra, 2010, hal. 91-92.