

**PEMDELAN *FUZZY* UNTUK DATA *TIME SERIES* MENGGUNAKAN
METODE *TABEL LOOK UP* DENGAN TRANSFORMASI LOGARITMA
DAN DIFERENSI DAN APLIKASINYA PADA DATA INDEKS HARGA
SAHAM GABUNGAN (IHSG)**

Hari Purnomo

Dosen Prodi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Pacitan

E-mail: hazi328@yahoo.co.id

Abstract:

The purpose of this study is to form a fuzzy model for data time series using a lookup table with logarithmic transformation and differentiation as well as its application to predict IHSG listed on the BSE. First, all data of IHSG is made in logarithm and differentiation. Then, the formation of the fuzzy rules is by lookup table. In this study, the prediction of IHSG is only based on time series data of IHSG with 144 data as the training data. The results of this study are the prediction of IHSG is based on 6 fuzzy models formed to conclude that the model of fuzzy lookup table 8 input with logarithmic transformation is the best model to predict IHSG. It can be seen from MAPE produced by the model is 4.09%. When it is compared to fuzzy model 8 inputs without transformation in preceding studies, fuzzy models 8 inputs with logarithmic transformation is still a better model because it has a smaller MAPE values.

Keywords: *fuzzy models, lookup table, logarithmic transformation, differentiation, time series, and IHSG*

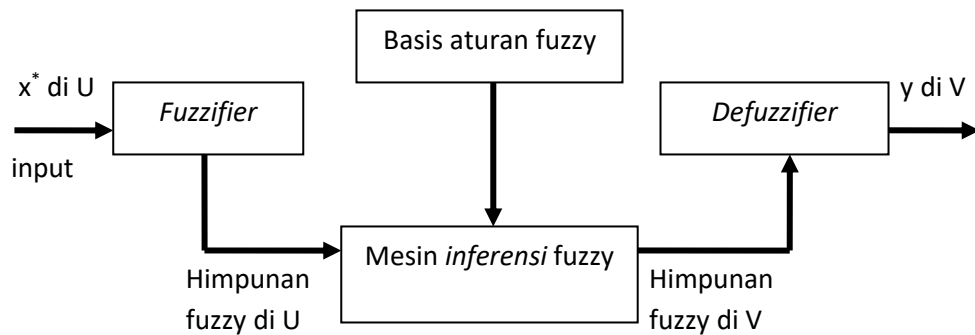
Indek Harga Saham Gabungan (IHSG) adalah suatu nilai yang digunakan untuk mengukur kinerja gabungan dari seluruh saham yang tercatat di bursa efek. IHSG ini bisa digunakan untuk menilai situasi pasar secara umum atau mengukur apakah harga saham mengalami kenaikan atau penurunan. IHSG yang naik menunjukkan kegairahan sedangkan IHSG yang turun menunjukkan adanya kelesuan pasar. IHSG merupakan dasar dalam pertimbangan untuk melakukan investasi, sebab dari indeks harga saham dapat diketahui situasi secara umum. Bahkan IHSG dapat digunakan untuk mengukur kondisi perekonomian suatu Negara. Adapun penelitian-penelitian tentang IHSG di BEJ dengan metode *time series* konvensional telah dilakukan antara lain dengan ARIMA dan GARCH (Murwaningsari, 2008)& (Usman, 2007). Selain itu, Penelitian-penelitian tentang IHSG dengan metode *fuzzy* telah dilakukan dengan menggunakan *table lookup* dan aturan lengkap (Susanto & Agus, 2012).

Model *fuzzy* dibangun berdasarkan logika *fuzzy* melalui fuzzifikasi, mesin inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi. Kelebihan dari model *fuzzy* adalah mampu memodelkan data yang hanya didasarkan pada pendapat ahli saja dan juga bisa digunakan untuk pemodelan berdasarkan data empirik. Ada beberapa konstruksi model *fuzzy*: *table lookup*, *gradien descent*, *recursive least square*, *clustering* (Wang, 1997). *Table lookup*: paling sederhana untuk mendapatkan aturan *fuzzy*. Kelemahan *table lookup*: mungkin aturan *fuzzy* yang diperoleh tidak mengcover seluruh domain.

Untuk memperoleh model *fuzzy* yang dapat mengcover seluruh domain bisa menggunakan konstruksi aturan *fuzzy* lengkap (Agus,dkk, 2009). Pada penelitian tentang IHSG Susanto & Agus (2012) data IHSG langsung digunakan untuk membuat model *fuzzy* dengan *table lookup*. Sedangkan pada penelitian ini sebelum menggunakan menggunakan *table lookup* terlebih dahulu data ditransformasi menggunakan logaritma dan diferensi. Bagaimana mengkonstruksi model *fuzzy* untuk data *time series* menggunakan skema *table lookup* dengan tranformasi logaritma dan diferensi serta bagaimana mengaplikasikannya untuk memprediksi IHSG yang tercatat di BEJ.

Sistem Fuzzy

Sistem *fuzzy* adalah pengetahuan dasar atau sistem aturan dasar yang terdiri dari himpunan aturan *JIKA-MAKA* (wang, 97:2). Sistem *fuzzy* terdiri dari 4 komponen penting untuk memproses *input* dan *output* yaitu aturan basis *fuzzy*, mesin inferensi *fuzzy*, *fuzzifier* dan *defuzzifier*. Berikut disajikan sistem logika *fuzzy* dalam bentuk bagan.



Gambar 1.
Sistem Fuzzy dengan Fuzzifikasi dan Defuzzifikasi

Mengkontruksi model fauzzy

Pada penelitian ini konstruksi model *fuzzy* menggunakan dua metode. Pertama, metode tabel *lookup* (wang, 1997) yang dimodifikasi dengan transformasi logaritma. Kedua, metode tabel *lookup* (wang, 1997) yang dimodifikasi dengan transformasi diferensi. Metode *table lookup* merupakan metode yang digunakan untuk membentuk model *fuzzy* dengan langkah-langkah sebagai berikut. Diberikan N data training dari data *time series*:

$$(x(t-p), x(t-p+1), \dots, x(t-1); x(t)) \quad (1)$$

Step 1. Definisikan himpunan universal untuk domain input dan output.

Step 2. Definisikan himpunan *fuzzy* pada himpunan universal yang kontinu, normal dan lengkap.

Step 3. Bentuk satu aturan *fuzzy* untuk satu pasang data *training* dan diperoleh aturan *fuzzy*:

$$(A_{j_1,1}^l(t-p), A_{j_2,2}^l(t-p+1), \dots, A_{j_m,m}^l(t-1)) \rightarrow A_{\hat{q},1}^l(t)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, N$. (2)

Step 4. Hitung nilai derajat keanggotaan setiap aturan $fuzzy$ yang diperoleh dari *step 3*. Jika ada aturan $fuzzy$ yang konflik, maka pilih aturan $fuzzy$ dengan derajat tertinggi. Untuk setiap pasang data

Menggunakan rumus.

$$(x(t-p), x(t-p+1), \dots, x(t-1); x(t))$$

Step 5. Bentuk basis aturan $fuzzy$ yang diperoleh dari *step 4*.

$$D(rule) = \prod_{i=1}^p \mu_{A_i^n}(x(t-i)) \mu_{A^n}(x(t))$$

Step 6. Bentuk model $fuzzy$: basis aturan $fuzzy$, fuzzifikasi, mesin inferensi $fuzzy$, dan defuzzifikasi. Dalam penelitian ini model $fuzzy$ dikonstruksi dengan fuzzifikasi singleton, mesin inferensi pergandaan, defuzzifikasi rata-rata pusat dan fungsi keanggotaan Gaussian.

Aplikasi model $fuzzy$ pada penelitian ini yaitu untuk memprediksi data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Data IHSG yang digunakan dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2011. Dari data-data tersebut sebelum digunakan untuk menentukan model $fuzzy$ terlebih dahulu data ditransformasi logaritma dan transformasi diferensi. Selanjutnya mendefinisikan himpunan universal data IHSG yang sudah dilogaritmakan dan yang sudah didiferensi yaitu berturut-turut adalah $[2.5539 \ 3.6161]$ dan $[-576 \ 419]$, selanjutnya dari himpunan universal tersebut masing-masing didefinisikan 15 himpunan $fuzzy$ dengan σ berturut-turut adalah 0.075 dan 75. Himpunan-himpunan $fuzzy$ tersebut dipakai sebagai dasar untuk pembentukan aturan $fuzzy$. Berikut langkah-langkah konstruksi model $fuzzy$ menggunakan data IHSG.

Pertama, menentukan input dan output data berdasarkan data IHSG. Pada tulisan ini model $fuzzy$ dibentuk menjadi beberapa kategori yaitu a) dua *input* dan satu output, b) tiga *input* satu *output*, dan c) delapan input dan satu *output*; **Kedua**, proses fuzzifikasi menggunakan fuzzifikasi singleton untuk masing-masing model $fuzzy$; **Ketiga**, menentukan aturan $fuzzy$. Konstruksi aturan $fuzzy$ pada tulisan ini menggunakan dua metode yaitu Metode table lookup dengan transformasi logaritma digunakan untuk mengkonstruksi aturan $fuzzy$ pada langkah pertama, untuk model fuzzy dua input terbentuk 37 aturan $fuzzy$, untuk model fuzzy tiga input terbentuk 68 aturan $fuzzy$, dan untuk delapan *input* terbentuk 136 aturan $fuzzy$. Sedangkan Metode *table lookup* dengan transformasi diferensi digunakan untuk mengkonstruksi aturan $fuzzy$ pada langkah pertama, untuk model $fuzzy$ dua *input* terbentuk 46 aturan $fuzzy$, untuk model fuzzy tiga input terbentuk 83 aturan $fuzzy$, dan untuk delapan input terbentuk 135 aturan $fuzzy$; **Keempat**, menentukan Mesin Inferensi $fuzzy$. Mesin inferensi yang digunakan yaitu mesin inferensi pergandaan dengan bentuk sebagai berikut: 1) proses defuzzifikasi. Defuzzifikasi yang digunakan dalam paper ini yaitu defuzzifikasi rata-rata pusat dengan bentuk; a) membentuk model. Berdasarkan jenis fuzzifikasi, mesin inferensi, defuzzifikasi dan fungsi keanggotaan gaussian. Dibentuk

model *fuzzy* sebagai berikut: 1) model dengan dua *input*; 2) model dengan tiga *input*; 3) model dengan delapan *input*. Masing-masing model *fuzzy* dikonstruksi menggunakan data yang sudah di transformasikan logaritma dan diferensi. Sehingga akan diperoleh enam model *fuzzy*.

Transfomasi Ulang

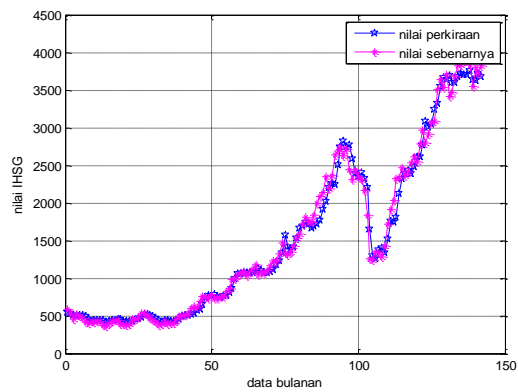
Mengingat bahwa sebelum mengkonstruksi model *fuzzy* dengan tabel *lookup* data IHSG di transformasikan dengan logaritma dan diferensi. Sehingga pada data hasil prediksi masing-masing model harus ditranformasi ulang ke dalam bentuk data time series semula. Adapun hasil perhitungan Mean square eror (MSE) and MAPE dengan menggunakan bantuan program Matlab diperoleh ringkasan pada table 1 berikut.

Tabel 1.
Mse dan Mape dari Setiap Model *fuzzy*

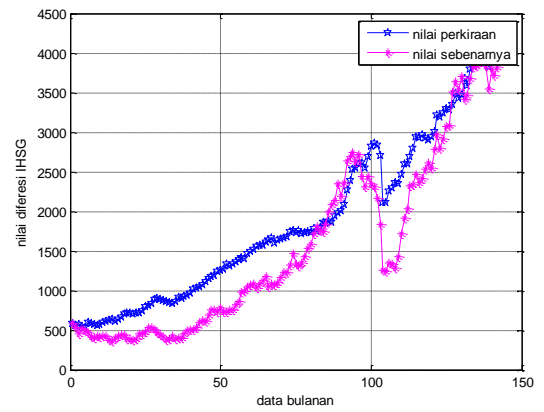
No	Model <i>fuzzy</i> Table lookup	Input	Banyak aturan	MSE	Mape (%)
1	Tranformasi log	Dua input	37	18430	6,55
2	Transformasi diferensi	Dua input	14	172520	40,91
3	Tranformasi log	Tiga input	68	14483	5,57
4	Transformasi diferensi	Tiga input	62	2617100	126,41
5	Tranformasi log	Delapan input	136	10913	4,09
6	Transformasi diferensi	Delapan input	135	15986	12.085
7	Tanpa transformasi	Delapan input	135	4906,4	5,50

Tabel di atas, dapat dilihat bahwa model yang terbaik yaitu model *fuzzy* tabel lookup delapan *input* dengan tranformasi logaritma. Jika dibandingkan dengan model *fuzzy* yang langsung menggunakan tabel lookup tanpa tranformasi pada penelitian IHSG sebelumnya (Susanto & Agus, 2012). Model *fuzzy* tabel lookup dengan tranformasi logaritma untuk satu input, dua input, tiga input dan delapan input memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan model fuzzy tabel lookup tanpa transformasi.

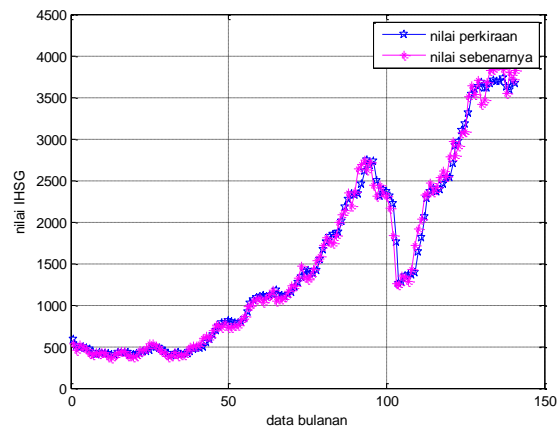
Pada tabel di atas juga bisa diketahui bahwa model *fuzzy* tabel lookup dengan tranformasi diferensi memiliki hasil yang kurang bagus jika dilihat dari mape yang dihasilkan oleh setiap model. Adapun diferensi yang dilakukan dalam penelitian ini baru diferensi pada lag pertama dan belum mencoba untuk lag-lag yang lainnya. Peneliti menduga bahwa model tabel lookup dengan transformasi diferensi cocok untuk dipakai pada data time series yang mengandung *trend* dan akan menjadi kajian selanjutnya. Berikut grafik perbandingan antara data asli dan prediksi dari setiap model.



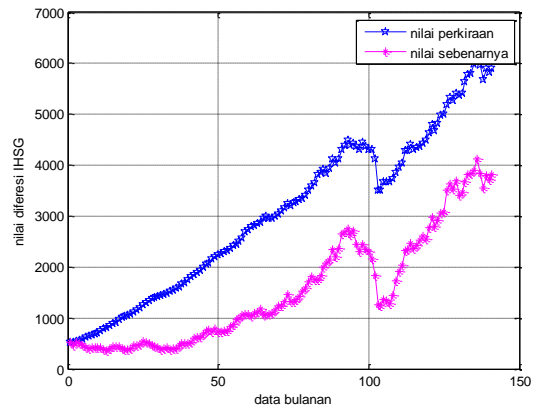
(a). Dua input dengan transformasi log



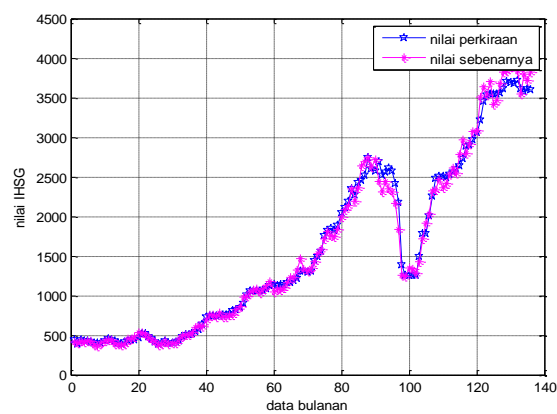
(b). Dua input dengan transformasi diferensi



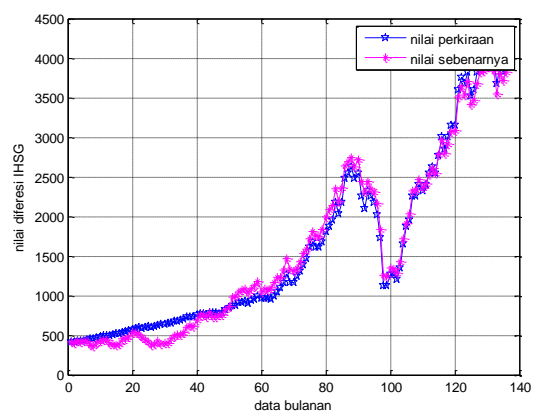
(c). Tiga input dengan tranformasi log



(d). Tiga input dengan transformasi diferensi



(e). Delapan input dengan transformasi log



(f). Delapan input dengan tranformasi diferensi

Hasil prediksi untuk model yang menggunakan transformasi logaritma memiliki hasil prediksi yang hampir sama. Sebaliknya hal tersebut tidak terjadi pada model yang menggunakan transformasi diferensi. Adapun hasil prediksi data IHSG menggunakan masing-masing data bisa dilihat pada tabel 2 berikut.

Table 2.
Hasil Prediksi untuk 10 Bulan Kedepan

No	Model <i>fuzzy table lookup</i> dengan transformasi logaritma			Model <i>fuzzy</i> dengan aturan lengkap dengan transformasi differensi		
	Dua input	Tiga input	Delapan Input	Dua Input	Tiga input	Delapan input
1	3713,3	3670,2	3642,9	3892,3	3913,4	3672,8
2	3667,9	3666,0	3630,7	3924,1	3930,1	3372,8
3	3668,2	3670,3	3631,6	3966,4	4065,8	2772,8
4	3671,9	3660,6	3630,1	3993,8	4145,8	2772,8
5	3673,0	3660,0	3630,5	4028,7	4173,8	2922,8
6	3673,1	3660,7	3645,5	4056,6	4342,5	2922,8
7	3673,0	3659,3	3654,7	4088,5	4352,6	2847,8
8	3673,0	3659,2	3658,3	4117,0	4384,2	2997,8
9	3673,0	3659,3	3652,0	4147,7	4536,1	3297,8
10	3673,0	3659,1	3648,6	4176,6	4513,0	3522,8

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan enam model *fuzzy* yang terbentuk, model *fuzzy* tabel lookup delapan *input* dengan transformasi logaritma memiliki nilai MAPE terkecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model ini merupakan model *fuzzy* terbaik yang bisa digunakan untuk prediksi data IHSG selanjutnya. Dengan melihat data IHSG yang dipakai untuk konstruksi model *fuzzy*, maka data tersebut bisa dikategorikan dalam data yang memiliki *trend* atau data yang mempunyai kecenderungan untuk selalu naik dalam kurun waktu tidak bisa ditentukan, walaupun pada waktu tertentu nilai IHSG bisa saja tidak naik atau bahkan turun. Melihat model *fuzzy* yang dibentuk hanya dari beberapa data IHSG (tahun 2000-2011), maka hasil prediksi hanya berkisar pada himpunan universal yang didefinisikan pertama kali ketika membentuk model *fuzzy*. Hal ini mengakibatkan hasil prediksi yang cenderung konstan seperti yang terlihat pada table 2 khususnya model yang diperoleh dengan transformasi logaritma. Sedangkan hasil prediksi model *fuzzy* dengan transformasi diferensi memiliki kecenderungan selalu naik. Selanjutnya perlu diteliti model *fuzzy* yang sesuai untuk data yang mengandung tren, sehingga hasil prediksi bisa saja di luar himpunan universal yang didefinisikan.

SARAN

Harus diakui hingga kini, sedikit sekali riset tentang pemdelan *fuzzy* dilakukan oleh para peneliti, sehingga data dan hasil tentangnya sulit didapatkan. Ke

depan, diharapkan para peneliti dapat mengkaji pemdelan fuzzy lebih komprehensif, sehingga dapat menambah khasanah keilmuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A.M., Subanar, Widodo, Saleh, S., Peramalan Tingkat Suku Bunga Sertifikat Bank Indonesia Berdasarkan Data *Fuzzy* Time Series Multivariat, *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 11, No. 2, 205-211, 2010.
- Abadi, A.M., Subanar, Widodo, Saleh, S., A New Method for Generating *Fuzzy* Rules from Training Data and Its Applications to Forecasting Inflation Rate and Interest Rate of Bank Indonesia Certificate, *Journal of Quantitative Methods*, Vol. 5, No. 2, 78-83, 2009.
- Abadi, A.M., Subanar, Widodo, Saleh, S., Constructing *Fuzzy* Time Series Model Using Combination of Table lookup and Singular Value Decomposition Methods and Its Applications to Forecasting Inflation Rate, *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 10, No. 2, 190-198, 2009.
- Karyati, dkk 2003. Konstruksi fuzzifier dan defuzzifier suatu sistem samar. Research Grant Due-Like Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY yogyakarta
- Murwaningsari, E., Pengaruh Volume Perdagangan Saham, Deposito dan Kurs terhadap IHSG beserta Prediksi IHSG (Model Garch dan Arima), *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*, vol 23, No.2, 179-195, 2008.
- Susanto, H. P., & Agus A. M. (2012) Konstruksi Model Fuzzy Untuk Data Time series dan Aplikasinya untuk prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Prosiing Konferensi Nasional Matematika XVI. Bandung 3-6 Juli 2012
- Usman, H., Prediksi IHSG dengan Model Garch dan Model Arima, *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia* vol VII No.02, 73-91, 2007.
- Wang, L.X., *A Course in Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Prentice- Hall International, Inc, 1997.