

PERAMALAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) DENGAN METODE FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN

Y Aristyani¹✉ E Sugiharti²

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2015
Disetujui September 2015
Dipublikasikan Oktober 2015

Keywords:

Fuzzy Time Series Markov Chain, IHSG

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui akurasi metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada peramalan IHSG dan membuat aplikasi untuk peramalan IHSG menggunakan *software* MATLAB. Dalam penelitian ini, data bersumber dari *yahoo finance*. Data historis diambil dari data *Composite Indeks* (IHSG) periode Januari 2010 sampai dengan Februari 2014. Dengan mengubah data *time series* IHSG ke dalam *fuzzy logic group* untuk menentukan matriks probabilitas transisi, maka hasil peramalan dapat diperoleh. Tahap awal pembuatan aplikasi yaitu perancangan sistem. Aplikasi untuk peramalan IHSG dirancang dengan menggunakan GUI pada MATLAB dengan melakukan *coding* yang sesuai agar aplikasi bisa berjalan. Setelah dilakukan pengujian sistem diperoleh hasil MSE untuk metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 9827.1292 dan MSE untuk metode *Fuzzy Time Series S&C* sebesar 15769.7036. Karena memperoleh nilai MSE yang lebih kecil maka metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* lebih akurat dan memiliki kinerja yang lebih baik untuk peramalan. Aplikasi yang dibuat memiliki persentase akurasi peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 98,03458% dan persentase akurasi peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series S&C* sebesar 97,38003%.

Abstract

The purpose of this research were to determine the accuracy of the Markov Chain Fuzzy Time Series method on JCI forecasting and make an application for JCI forecasting using MATLAB software. In this research, the data sourced from Yahoo Finance. Historical data is taken from Data Composite Index (JCI) in the period of January 2010 to February 2014. By transferring time series data into fuzzy logic groups to determine the transition probability matrix, then the forecasting results can be obtained. The initial phase to making the application is system design. Application for JCI forecasting designed using GUI on MATLAB with appropriate coding in order to run the application. After testing the system then obtained MSE results for the Markov Chain Fuzzy Time Series method was 9827.1292 and MSE for Fuzzy Time Series S & C was 15769.7036. Because the MSE values obtained was smaller then the method of Markov Chain Fuzzy Time Series is more accurate and has better performance for forecasting. Application are made have the percentage of forecasting accuracy with Markov Chain Fuzzy Time Series method is 98,03458% and the percentage of forecasting accuracy with Fuzzy Time Series S & C is 97,38003%.

© 2015 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

E-mail: velina33@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara berkembang memiliki potensi menjadi tujuan investasi baru para investor asing dalam pengembangan ekspansi di sektor ekonomi. Investasi dalam bentuk saham merupakan investasi yang banyak dipilih para investor. Salah satu indikator yang menunjukkan pergerakan harga saham adalah Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) adalah suatu rangkaian informasi historis mengenai pergerakan harga saham gabungan sampai tanggal tertentu dan mencerminkan suatu nilai yang berfungsi sebagai pengukuran kinerja suatu saham gabungan di bursa efek (Puspitasari *et al.* 2012).

Data IHSG merupakan data runtun waktu yang dapat diprediksi untuk beberapa periode ke depan. Data runtun waktu (*time series*) adalah suatu rangkaian pengamatan berdasarkan urutan waktu dari karakteristik kuantitatif dari satu atau kumpulan kejadian yang diambil dalam periode waktu tertentu (Hansun 2012). Untuk memahami karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh data runtun waktu, para peneliti telah mengadopsi metode-metode analisis data runtun waktu (*time series analysis*) yang salah satu tujuannya tidak lain adalah untuk menemukan suatu keteraturan atau pola yang dapat digunakan dalam peramalan kejadian mendatang. Untuk memproses data runtun waktu, berbagai teknik *soft computing* seperti sistem *fuzzy*, jaringan saraf (*neural networks*), algoritma genetika (*genetic algorithm*) dan *hybrid* banyak dikembangkan oleh para peneliti dewasa ini. Khususnya, pendekatan dengan menggunakan sistem *fuzzy* dalam peramalan data runtun waktu dengan *Fuzzy Time Series*.

Metode *Fuzzy Time Series* pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom yang diterapkan pada konsep logika *fuzzy* untuk mengembangkan dasar dari *fuzzytime series* dengan menggunakan metode *time invariant* dan *time variant*. Pemanfaatan *fuzzy time series* telah digunakan untuk memprediksi jumlah pendaftaran mahasiswa di Universitas Alabama. Konsep *fuzzy time series* yang diajukan berdasarkan teori himpunan *fuzzy*, logika

fuzzy dan penalaran perkiraan. Peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* dapat menangkap pola dari data masa lalu untuk memproyeksikan data yang akan datang, kinerja lebih baik pada peramalan masalah riil, dapat dihadapkan dengan data linguistik serta dapat digabungkan dengan model dan pengetahuan heuristik. *Fuzzy Time Series* merupakan proses dinamik dari suatu variabel linguistik yang nilai linguistiknya adalah himpunan *fuzzy*. Keunggulan pemodelan *Fuzzy Time Series* adalah mampu memformulasikan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan pakar atau data-data empiris (Arimbawa & Jayanegara 2013).

Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Tsaur (2012) memperkenalkan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang diaplikasikan pada kasus peramalan penerimaan mahasiswa baru di Universitas Alabama dan memperoleh hasil peramalan lebih akurat dibanding dengan metode-metode sebelumnya dengan kesalahan peramalan terkecil. Dalam penelitian lainnya, metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* juga di aplikasikan untuk menghitung nilai tukar *dollar* Taiwan dan Amerika. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode tersebut merupakan metode yang lebih tepat untuk menghitung nilai tukar *dollar* dengan kesalahan peramalan terkecil dibanding dengan metode lainnya.

Dengan adanya berbagai metode peramalan yang telah banyak dikembangkan untuk meningkatkan akurasi peramalan dan perkembangan metode *Fuzzy Time Series* yang semakin luas, maka pada penelitian ini akan mengkaji keakuratan hasil peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang diterapkan pada kasus peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Selanjutnya untuk mempermudah penerapan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* untuk peramalan data runtun waktu, maka akan dibuat suatu program menggunakan *software* MATLAB.

METODE PENELITIAN

Dalam menyelesaikan penelitian ini, penulis melakukan berbagai langkah untuk mendapatkan

hasil penelitian yang baik. Metode penelitian ini terdiri atas beberapa tahap yaitu, studi pustaka, perumusan masalah, pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan.

Dalam artikel ilmiah ini, studi pustaka dilakukan terhadap hal-hal yang berkaitan dengan permasalahan yang ada, yaitu tentang Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Analisis Runtun Waktu, metode Peramalan, *Fuzzy Time Series*, *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *software* MATLAB yang akan digunakan untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG).

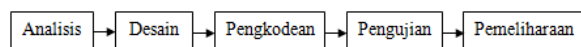
Dari hasil studi kasus, dapat dirumuskan berbagai permasalahan yang akan dibahas pada pembahasan selanjutnya, yaitu bagaimana membuat suatu aplikasi untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* menggunakan *software* MATLAB dan bagaimana keakuratan hasil peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*.

Tahap selanjutnya yaitu pengambilan data ISHG yang bersumber dari *yahoo finance* periode Januari 2010 sampai dengan Februari 2014. Data tersebut merupakan data *closing price* saham bulanan pada periode perdagangan terakhir. Data-data yang telah ada kemudian diolah berdasarkan kebutuhan agar bisa dijadikan data *input* serta akan dijadikan data uji sistem.

Dalam pembuatan sistem peramalan IHSG dibuat dengan model sekuensial linier. Tahapan yang dilakukan yaitu analisis, desain, pengkodean, pengujian dan pemeliharaan sistem. Langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan tentang masalah yang diteliti dan penarikan kesimpulan ini diperoleh dari hasil pemecahan masalah.

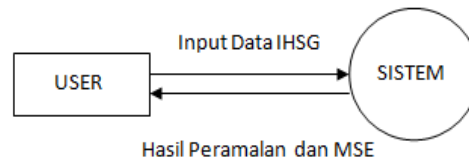
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan sistem peramalan IHSG ini menggunakan model sekuensial linier, yang dapat dilihat pada Gambar 1.



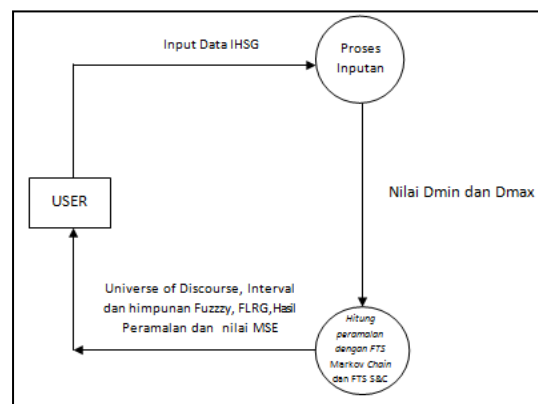
Gambar 1. Model Sekuensial Linier

Data Flow Diagram (DFD) merupakan suatu cara atau metode untuk membuat rancangan sebuah sistem yang mana berorientasi pada alur data yang bergerak pada sebuah sistem. DFD ini digunakan untuk melakukan proses *coding*. Gambar 2 merupakan DFD dari sistem yang akan dibuat pada penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Konteks Level 0

Pada Gambar 2 menjelaskan bahwa sistem berinteraksi dengan *User*. *User* akan menginputkan data IHSG dan akan diproses oleh sistem sehingga menghasilkan nilai peramalan dari data yang sudah diinputkan. Dari Gambar 2 kemudian diperluas dengan penjelasan dalam DFD level 1 pada Gambar 3. Gambar tersebut menjelaskan bahwa *User* akan menginputkan data IHSG yang akan dihitung nilai peramalannya. Ketika data diinputkan maka akan diproses dan menampilkan nilai D_{min} dan D_{max} sebagai penentuan awal interval. Nilai D_1 dan D_2 ditentukan secara otomatis oleh sistem setelah itu akan dilakukan proses perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series S & C*. Kemudian *output* berupa nilai *Universe of Discourse*, interval dan himpunan *fuzzy*, fuzzifikasi, hasil peramalan dan nilai MSE.



Gambar 3. DFD Level 1

Perhitungan Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan peramalan IHSG dengan metode *fuzzy time series markov chain* yaitu:

Langkah 1. Input Data

Data *close price* IHSG dari bulan Januari 2010 sampai Februari 2014 akan diramalkan dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Data aktual yang diambil sebanyak 50 data yang bersumber dari yahoo *finance*.

Langkah 2. Definisikan Universe of Discourse

Pada tahap ini mendefinisikan *Universe of Discourse U* dengan data aktual dalam himpunan *fuzzy* yang akan didefinisikan. Langkah pertama yaitu mencari nilai minimal dan nilai maksimal dari data aktual. Nilai minimal dan nilai maksimal dari data *close price* IHSG bulan Januari 2010 sampai Februari 2014 adalah 2549.03 dan 5068.63, maka diperoleh $D_{min} = 2549.03$ dan $D_{max} = 5068.63$ dengan $D_1 = 49,03$ dan $D_2 = 31,37$. D_1 dan D_2 adalah bilangan bulat positif yang tepat. Berdasarkan nilai-nilai tersebut maka *Universe of Discourse U* dapat didefinisikan sebagai:

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$$

$$U = [2549,03 - 49,03, 5068,63 + 31,37]$$

$$U = [2500, 5100]$$

Langkah 3. Menghitung Interval dan Himpunan Fuzzy

Untuk menghitung interval l dari 50 data yang telah diinputkan digunakan rumus *average based length* (Duru & Yoshida 2009), langkah pertama yaitu menghitung rata-rata selisih D_{vt}, D_{vt-1} dengan rumus

$$av = \frac{\sum_{i=1}^n |D_i - D_{i-1}|}{n-1} = \frac{10467,92}{49} = 213,63.$$

Selanjutnya untuk memperoleh besar basis, maka nilai rata-rata dibagi dua dan diperoleh nilai rata-rata sebesar 106,815. Berdasarkan Tabel 1 maka data *close price* IHSG menggunakan basis 100.

Tabel 1. Pemetaan Basis

Range	Base
0.1-1.0	0.1
1.1-10	1
11-100	10
101-1000	100
1001-10000	1000

Selanjutnya menentukan jumlah interval *fuzzy* dengan rumus $m = \frac{((D_{max}+D_2)-(D_{min}-D_1))}{l} = \frac{5100-2500}{100} = \frac{2600}{100} = 26$. Maka diperoleh sejumlah 26 interval sebagai berikut.

- $u_1 = [2500,2600], u_2 = [2600,2700],$
- $u_3 = [2700,2800], u_4 = [2800,2900],$
- $u_5 = [2900,3000], u_6 = [3000,3100],$
- $u_7 = [3100,3200], u_8 = [3200,3300],$
- $u_9 = [3300,3400], u_{10} = [3400,3500],$
- $u_{11} = [3500,3600], u_{12} = [3600,3700],$
- $u_{13} = [3700,3800], u_{14} = [3800,3900],$
- $u_{15} = [3900,4000], u_{16} = [4000,4100],$
- $u_{17} = [4100,4200], u_{18} = [4200,4300],$
- $u_{19} = [4300,4400], u_{20} = [4400,4500],$
- $u_{21} = [4500,4600], u_{22} = [4600,4700],$
- $u_{23} = [4700,4800], u_{24} = [4800,4900],$
- $u_{25} = [4900,5000], u_{26} = [5000,5100],$

Himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_k dapat ditentukan berdasarkan interval yang telah terbentuk pada langkah sebelumnya dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut.

$$A_k = \begin{cases} \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2}, & k = 1 \\ \frac{0.5}{u_{k-1}} + \frac{1}{u_k} + \frac{0.5}{u_{k+2}}, & 2 \leq k \leq n - 1 \\ \frac{0.5}{u_{n-1}} + \frac{1}{u_n}, & k = n \end{cases}$$

$\frac{x}{u_k} = x$ merupakan derajat keanggotaan interval u_k dalam himpunan *fuzzy* A_k . Pada $k = 1$ didapatkan himpunan *fuzzy* A_1 (himpunan *fuzzy* nilai IHSG yang paling rendah). Pada saat $k = n$,

didapatkan A_n (himpunan *fuzzy* nilai IHSG yang paling tinggi). Semakin besar nilai k , himpunan *fuzzy* nilai IHSG akan bergerak dari yang paling rendah menjadi himpunan *fuzzy* nilai IHSG yang paling tinggi.

Diperoleh:

- $A_1 = [2500,2600], A_2 = [2600,2700],$
- $A_3 = [2700,2800], A_4 = [2800,2900],$
- $A_5 = [2900,3000], A_6 = [3000,3100],$
- $A_7 = [3100,3200], A_8 = [3200,3300],$
- $A_9 = [3300,3400], A_{10} = [3400,3500],$
- $A_{11} = [3500,3600], A_{12} = [3600,3700],$
- $A_{13} = [3700,3800], A_{14} = [3800,3900],$
- $A_{15} = [3900,4000], A_{16} = [4000,4100],$

- $A_{17} = [4100,4200], A_{18} = [4200,4300],$
- $A_{19} = [4300,4400], A_{20} = [4400,4500],$
- $A_{21} = [4500,4600], A_{22} = [4600,4700],$
- $A_{23} = [4700,4800], A_{24} = [4800,4900],$
- $A_{25} = [4900,5000], A_{26} = [5000,5100],$

Langkah 4. Fuzzifikasi Data Aktual

Tahap ini menentukan nilai keanggotaan pada masing-masing himpunan *fuzzy* dari data historis, dengan nilai keanggotaan 0 sampai 1. Nilai keanggotaan ini diperoleh dari fungsi keanggotaan yang telah dibuat sebelumnya. Mengubah besaran tegas menjadi besaran *fuzzy*. Fuzzifikasi data aktual dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Fuzzifikasi Data Aktual

No	Bulan/ Tahun	Data Close Saham (Y_t)	Aktual Price Interval	Fuzzi fikasi
1	Jan-10	2610.80	[2600,2700]	A_2
2	Feb-10	2549.03	[2500,2600]	A_1
3	Mar-10	2777.30	[2700,2800]	A_3
4	Apr-10	2971.25	[2900,3000]	A_5
5	Mei-10	2796.96	[2700,2800]	A_3
6	Jun-10	2913.68	[2900,3000]	A_5
7	Jul-10	3069.28	[3000,3100]	A_6
8	Agust-10	3081.88	[3000,3100]	A_6
9	Sep-10	3501.30	[3500,3600]	A_{11}
10	Okt-10	3635.32	[3600,3700]	A_{12}
11	Nop-10	3531.21	[3500,3600]	A_{11}
12	Des-10	3703.51	[3700,3800]	A_{13}
13	Jan-11	3409.17	[3400,3500]	A_{10}
14	Feb-11	3470.35	[3400,3500]	A_{10}
15	Mar-11	3678.67	[3600,3700]	A_{12}
16	Apr-11	3819.62	[3800,3900]	A_{14}
17	Mei-11	3836.97	[3800,3900]	A_{14}
18	Jun-11	3888.57	[3800,3900]	A_{14}
19	Jul-11	4130.80	[4100,4200]	A_{17}
20	Agust-11	3841.73	[3800,3900]	A_{14}
21	Sep-11	3549.03	[3500,3600]	A_{11}
22	Okt-11	3790.85	[3700,3800]	A_{13}
23	Nop-11	3715.08	[3700,3800]	A_{13}
24	Des-11	3821.99	[3800,3900]	A_{14}
25	Jan-12	3941.69	[3900,4000]	A_{15}
26	Feb-12	3985.21	[3900,4000]	A_{15}

Tabel 2. Lanjutan

No	Bulan/ Tahun	Data Close Saham (Y_t)	Aktual Price Interval	Fuzzi fikasi
27	Mar-12	4121.55	[4100,4200]	A_{17}
28	Apr-12	4180.73	[4100,4200]	A_{17}
29	Mei-12	3832.82	[3800,3900]	A_{14}
30	Jun-12	3955.58	[3900,4000]	A_{15}
31	Jul-12	4142.34	[4100,4200]	A_{17}
32	Agust-12	4060.33	[4000,4100]	A_{16}
33	Sep-12	4262.56	[4200,4300]	A_{18}
34	Okt-12	4350.29	[4300,4400]	A_{19}
35	Nop-12	4276.14	[4200,4300]	A_{18}
36	Des-12	4316.69	[4300,4400]	A_{19}
37	Jan-13	4453.70	[4400,4500]	A_{20}
38	Feb-13	4795.79	[4700,4800]	A_{23}
39	Mar-13	4940.99	[4900,5000]	A_{25}
40	Apr-13	5034.07	[5000,5100]	A_{26}
41	Mei-13	5068.63	[5000,5100]	A_{26}
42	Jun-13	4818.90	[4800,4900]	A_{24}
43	Jul-13	4610.38	[4600,4700]	A_{22}
44	Agust-13	4195.09	[4100,4200]	A_{17}
45	Sep-13	4316.18	[4300,4400]	A_{19}
46	Okt-13	4510.63	[4500,4600]	A_{21}
47	Nop-13	4256.44	[4200,4300]	A_{18}
48	Des-13	4274.18	[4200,4300]	A_{18}
49	Jan-14	4418.76	[4400,4500]	A_{20}
50	Feb-14	4620.22	[4600,4700]	A_{22}

Langkah 5. Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Tahap ini menentukan relasi logika fuzzy yaitu $A_j \rightarrow A_i$. Dimana A_j merupakan *current state* ($Y_{(t-1)}$) dan A_i adalah *next state* pada waktu t . Berikut adalah FLR berdasarkan tabel fuzzifikasi di atas.

$A_2 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_3, A_3 \rightarrow A_5, A_5 \rightarrow A_3, A_3 \rightarrow A_5, A_5 \rightarrow A_6,$
 $A_6 \rightarrow A_6, A_6 \rightarrow A_{11}, A_{11} \rightarrow A_{12}, A_{12} \rightarrow A_{11}, A_{11} \rightarrow A_{13},$
 $A_{13} \rightarrow A_{10}, A_{10} \rightarrow A_{10}, A_{10} \rightarrow A_{12}, A_{12} \rightarrow A_{14}, A_{14} \rightarrow A_{14},$
 $A_{14} \rightarrow A_{14}, A_{14} \rightarrow A_{17}, A_{17} \rightarrow A_{14}, A_{14} \rightarrow A_{11},$
 $A_{11} \rightarrow A_{13},$
 $A_{13} \rightarrow A_{13}, A_{13} \rightarrow A_{14}, A_{14} \rightarrow A_{15}, A_{15} \rightarrow A_{15}, A_{15} \rightarrow A_{17},$

$A_{17} \rightarrow A_{17}, A_{17} \rightarrow A_{14}, A_{14} \rightarrow A_{15}, A_{15} \rightarrow A_{17},$
 $A_{17} \rightarrow A_{16},$
 $A_{16} \rightarrow A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{19}, A_{19} \rightarrow A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{19},$
 $A_{19} \rightarrow A_{20},$
 $A_{20} \rightarrow A_{23}, A_{23} \rightarrow A_{25}, A_{25} \rightarrow A_{26}, A_{26} \rightarrow A_{26},$
 $A_{26} \rightarrow A_{24},$
 $A_{24} \rightarrow A_{22}, A_{22} \rightarrow A_{17}, A_{17} \rightarrow A_{19}, A_{19} \rightarrow A_{21}, A_{21} \rightarrow A_{18},$
 $A_{18} \rightarrow A_{18}, A_{18} \rightarrow A_{20}, A_{20} \rightarrow A_{22}.$

Langkah 6. Menentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Berdasarkan FLR di atas dapat ditentukan FLRG seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Current State	Next State
A ₁	A ₃
A ₂	A ₁
A ₃	A ₅ , A ₅
A ₅	A ₃ , A ₆
A ₆	A ₆ , A ₁₁
A ₁₀	A ₁₀ , A ₁₂
A ₁₁	A ₁₂ , A ₁₃ , A ₁₃
A ₁₂	A ₁₁ , A ₁₄ ,
A ₁₃	A ₁₀ , A ₁₃ , A ₁₄
A ₁₄	A ₁₄ , A ₁₄ , A ₁₇ , A ₁₁ , A ₁₅ , A ₁₅
A ₁₅	A ₁₅ , A ₁₇ , A ₁₇
A ₁₆	A ₁₈
A ₁₇	A ₁₄ , A ₁₄ , A ₁₇ , A ₁₆ , A ₁₉
A ₁₈	A ₁₉ , A ₁₉ , A ₁₈ , A ₂₀
A ₁₉	A ₁₈ , A ₂₀ , A ₂₁
A ₂₀	A ₂₂ , A ₂₃
A ₂₁	A ₁₈
A ₂₂	A ₁₇
A ₂₃	A ₂₅
A ₂₄	A ₂₂
A ₂₅	A ₂₆
A ₂₆	A ₂₆ , A ₂₄

Berdasarkan FLRG di atas maka matriks probabilitas transisi R dapat diperoleh dengan rumus $P_{ij} = (M_{ij})/M_i$ Di mana :

$$i, j = 1, 2, \dots, n.$$

P_{ij} adalah probabilitas transisi dari state A_i dan A_j satu langkah.

M_{ij} adalah jumlah transisi dari state A_i dan A_j satu langkah.

M_i adalah jumlah data yang termasuk dalam state A_i .

Probabilitas transisi matrik R dapat dituliskan sebagai berikut (Ross 2003):

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

Langkah 7. Menghitung Nilai Peramalan

Dalam menghitung hasil ramalan terdapat dua aturan, yaitu *one to one* dan *one to many* dengan rumus yang berbeda. Contoh perhitungannya sebagai berikut.

Aturan 1: jika *fuzzy logical relationship* A_i adalah relasi *one to one* (misalnya $A_i \rightarrow A_k$ di mana $P_{ik} = 1$ dan $P_{ij} = 0, j \neq k$) maka nilai peramalan $F(t)$ adalah m_k nilai tengah dari u_k .

Aturan 2: jika *fuzzy logical relationship* A_i adalah relasi *one to many* (misalnya $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$), di mana data yang diambil Y_{t-1} pada waktu $(t - 1)$ pada state A_j maka peramalan $F(t)$, adalah:

$$F(t) = m_1P_{j1} + m_2P_{j2} + \dots + m_{j-1}P_{j(j-1)} + Y_{(t-1)}P_{jj} + m_{j+1}P_{j(j+1)} + \dots + m_nP_{jn}$$

Di mana:

$m_1, m_2, \dots, m_{j-1}, m_{j+1}, \dots, m_n$ adalah nilai tengah $u_1, u_2, \dots, u_{j-1}, u_{j+1} \dots u_n$.

$Y_{(t-1)}$ adalah nilai state A_j pada waktu $t - 1$.

Misalnya untuk menghitung hasil ramalan bulan Juli 2010, di mana FLRG data aktual bulan Juli 2010 berupa FLRG *one to many* yaitu $A_5 \rightarrow A_3, A_6$. Karena FLRG *one to many* maka perhitungan hasil ramalan adalah:

$$\begin{aligned} F(\text{Juli } 2010) &= m_3P_{53} + m_4P_{54} + Y_{(t-1)}P_{55} + m_6P_{56} \\ &= 2750 \cdot \frac{1}{2} + 2850 \cdot \frac{0}{2} + 2913,68 \cdot \frac{0}{2} + 3050 \cdot \frac{1}{2} \\ &= 1375 + 0 + 0 + 1525 \\ &= 2900 \end{aligned}$$

Langkah 8. Menghitung Adjust (Nilai Kecenderungan)

Beberapa pengaturan nilai peramalan yang disarankan untuk memperbaiki error yaitu:

Aturan 1. Jika state A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$, dan membuat transisi menaik ke state A_j pada waktu t di mana $(i < j)$ maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = \left(\frac{l}{2}\right)$$

Di mana l adalah nilai basis interval.

Aturan 2. Jika state A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$, dan membuat transisi menaik ke state A_j

pada waktu t di mana ($i > j$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t1} = -\left(\frac{l}{2}\right)$$

Aturan 3. Jika arah state ke dalam state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi melompat maju ke state A_{i+s} pada waktu t di mana ($1 \leq s \leq n - i$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah :

$$D_{t2} = \left(\frac{l}{2}\right)s$$

Di mana s adalah jumlah lompatan ke depan.

Aturan 4. Jika proses didefinisikan ke state A_i pada waktu $t - 1$ sebagai $Y_{(t-1)} = A_i$ dan membuat transisi melompat ke belakang state A_{i-v} pada waktu t di mana ($1 \leq v \leq i$) maka rumus pengaturan nilai kecenderungan adalah:

$$D_{t2} = -\left(\frac{l}{2}\right)v$$

Di mana v adalah jumlah lompatan ke belakang.

Untuk menentukan hasil peramalan dengan nilai kecenderungan terdapat beberapa aturan sebagai berikut.

Aturan 1. Jika *fuzzy logical relationship group* A_i adalah *one to many* dan state A_{i+1} dapat diakses dari A_i di mana state A_i berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi,

$$F'(t) = F(t) + \left(\frac{l}{2}\right) + \left(\frac{l}{2}\right)$$

Aturan 2. Jika *fuzzy logical relationship group* A_i adalah *one to many* dan state A_{i+1} dapat diakses dari A_i di mana state A_i tidak berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi,

$$F'(t) = F(t) + D_{t2}$$

Aturan 3. Jika *fuzzy logical relationship group* A_i adalah *one to many* dan state A_{i-2} dapat diakses dari A_i di mana state A_i tidak berkomunikasi dengan A_i maka hasil peramalan menjadi,

$$F'(t) = F(t) - l$$

Aturan 4. Ketika v adalah langkah lompatan, bentuk umum dari hasil peramalan adalah:

$$F'(t) = F(t) \pm \left(\frac{l}{2}\right) \pm \left(\frac{l}{2}\right)v$$

Misalnya menghitung *adjust* hasil ramalan bulan Juli 2010, transisi dari A_5 ke A_6 adalah maju

satu langkah dan A_5 tidak berkomunikasi dengan A_5 sehingga $adjust = D_{t2} = \left(\frac{100}{2}\right)1 = 50$. Maka nilai hasil ramalan menjadi $F'(t) = F(t) + D_{t2} = 2900 + 50 = 2950$.

Perhitungan Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Metode Fuzzy Time Series S & C.

Langkah-langkah awal yang dilakukan untuk peramalan IHSG menggunakan metode *Fuzzy Time Series S & C* sama dengan langkah-langkah yang digunakan dalam menghitung peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Hal yang membedakan perhitungan dengan dua metode tersebut yaitu pada tahap perhitungan peramalan. Pada *Fuzzy Time Series S & C* untuk menentukan nilai peramalan tidak harus mencari nilai *adjust* terlebih dahulu.

Jika $F(t - 1) = A_j$, maka untuk menghitung nilai ramalan $F(t)$ berdasarkan atas aturan-aturan berikut.

Aturan1: jika FLRG dari A_j adalah kosong, misal ($A_j \rightarrow \phi$), maka peramalan untuk $F(t)$ adalah m_j , dimana m_j adalah nilai tengah dari interval u_j :

$$F(t) = m_j.$$

Aturan 2: jika FLRG dari A_j adalah relasi *one to one* ($A_j \rightarrow A_k, j.k = 1,2, \dots, 7$), maka peramalan untuk $F(t)$ adalah m_k , nilai tengah dari interval u_k :

$$F(t) = m_k$$

Aturan3: jika FLRG dari A_j adalah relasi *one to many* ($A_j \rightarrow A_1, A_3, A_5, j = 1,2, \dots, 7$), maka peramalan untuk $F(t)$ adalah rata-rata dari m_1, m_3, m_5 , nilai tengah dari u_1, u_3, u_5 :

$$F(t) = (m_1 + m_3 + m_5)/3.$$

Misalnya untuk menghitung hasil ramalan bulan Januari 2012, di mana FLRG data aktual bulan Januari 2012 berupa FLRG *one to many* yaitu $A_{14} \rightarrow A_{14}, A_{14}, A_{17}, A_{11}, A_{15}, A_{15}$. Karena FLRG *one to many* maka perhitungan hasil ramalan adalah

$$F(\text{Januari 2012}) = \frac{m_{14}, m_{14}, m_{17}, m_{11}, m_{15}, m_{15}}{6} = 3883,33$$

Hasi Kerja Sistem

Dari 50 data IHSG yang sudah diinputkan akan diperoleh nilai hasil peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series S & C* sebagai metode pembandingan serta MSE dari kedua metode tersebut untuk mengetahui nilai *error* dan keakuratan dari kedua metode tersebut.

Gambar 4 menjalankan tampilan program ketika data diinputkan kemudian diproses oleh sistem dan *outputnya* berupa jumlah interval dan himpunan *fuzzy*, fuzzifikasi, FLRG, dan hasil peramalan serta MSE. Data hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Tampilan Program saat Dijalankan

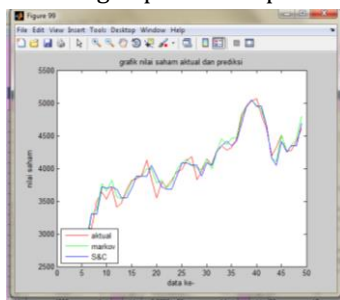
Tabel 4. Hasil Peramalan IHSG

No	Bulan/ Tahun	Data Aktual Close Price Saham (Y_t)	Nilai Peramalan dengan Markov Chain	Peramalan FTS	Nilai peramalan dengan FTS S&C
1	Jan-10	2610.80	-	-	-
2	Feb-10	2549.03	2550		2550
3	Mar-10	2777.30	2750		2750
4	Apr-10	2971.25	2950		2950
5	Mei-10	2796.96	2800		2900
6	Jun-10	2913.68	2950		2950
7	Jul-10	3069.28	2950		2900
8	Agust-10	3081.88	3310		3300
9	Sep-10	3501.30	3366		3300
10	Okt-10	3635.32	3767		3717
11	Nop-10	3531.21	3650		3700
12	Des-10	3703.51	3817		3717
13	Jan-11	3409.17	3568		3683
14	Feb-11	3470.35	3530		3550
15	Mar-11	3678.67	3610		3550
16	Apr-11	3819.62	3800		3700
17	Mei-11	3836.97	3873		3883
18	Jun-11	3888.57	3879		3883
19	Jul-11	4130.80	3996		3883
20	Agust-11	3841.73	3996		4050

Tabel 4. Lanjutan

21	Sep-11	3549.03	3781	3883
22	Okt-11	3790.85	3817	3717
23	Nop-11	3715.08	3697	3683
24	Des-11	3821.99	3772	3683
25	Jan-12	3941.69	3974	3683
26	Feb-12	3985.21	4081	4083
27	Mar-12	4121.55	4145	4083
28	Apr-12	4180.73	4044	4050
29	Mei-12	3832.82	4006	4050
30	Jun-12	3955.58	3978	3883
31	Jul-12	4142.34	4135	4083
32	Agust-12	4060.33	3998	4050
33	Sep-12	4262.56	4250	4250
34	Okt-12	4350.29	4453	4350
35	Nop-12	4276.14	4367	4417
36	Des-12	4316.69	4457	4350
37	Jan-13	4453.70	4467	4417
38	Feb-13	4795.79	4850	4700
39	Mar-13	4940.99	4950	4950
40	Apr-13	5034.07	5050	5050
41	Mei-13	5068.63	4942	4950
42	Jun-13	4818.90	4909	4950
43	Jul-13	4610.38	4650	4650
44	Agust-13	4195.09	4150	4150
45	Sep-13	4316.18	4109	4050
46	Okt-13	4510.63	4517	4417
47	Nop-13	4256.44	4250	4250
48	Des-13	4274.18	4352	4350
49	Jan-14	4418.76	4456	4350
50	Feb-14	4620.22	4800	4700
MSE			9827.1292	15769.7036

Grafik perbandingan data aktual IHSG dengan data hasil peramalan menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain* dan *Fuzzy Time Series S & C* sebagai pembandingan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Data Aktual IHSG dengan Hasil Peramalan

Berdasarkan Gambar 5, grafik data aktual dan data hasil peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*, dan metode *Fuzzy Time Series S & C* menaik dan menurun pada periode waktu tertentu maka pola datanya mengikuti pola *trend*.

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai MSE dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 9827.1292 dan MSE dengan metode *Fuzzy Time Series S & C* sebesar 15769.7036. Hal ini jelas bahwa metode *Fuzzy time Series Markov Chain* lebih baik dari metode *Fuzzy Time Series S & C* dengan kesalahan peramalan terkecil menurut nilai MSE yang diperoleh. Dengan demikian metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat digunakan

untuk membentuk model peramalan dengan relatif mudah dan kinerja peramalan yang akurat. Akurasi hasil kerja sistem sangat penting untuk mengetahui keberhasilan program yang telah dirancang. Berdasarkan perhitungan persentase akurasi hasil kerja sistem diperoleh persentase akurasi peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 98,03458% dan persentase akurasi peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series S & C* sebesar 97,38003%.

SIMPULAN

Aplikasi untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dibuat dengan menggunakan *software* MATLAB R2009a. Dalam pembuatan aplikasi tahapan-tahapan yang dilakukan adalah analisis, perancangan sistem, pembuatan desain tampilan program dengan menggunakan GUI kemudian dilakukan *coding* yang sesuai dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada MATLAB R2009a agar desain program bisa berfungsi. Setelah proses selesai maka dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat. Selanjutnya dilakukan pemeliharaan sistem untuk memperbaiki *error* saat dilakukan pengujian sistem. Setelah semua proses selesai aplikasi dapat digunakan untuk peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Berdasarkan hasil pengujian sistem untuk 50 data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) diperoleh nilai MSE dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 9827.1292 dan

MSE dengan metode *Fuzzy Time Series S & C* sebesar 15769.7036. Dari hasil MSE yang diperoleh metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memperoleh nilai MSE yang lebih kecil. Dengan demikian metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* lebih akurat dibandingkan metode *Fuzzy Time Series S & C* dan memiliki kinerja yang lebih baik dalam peramalan data IHSG.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimbawa IBKP & Jayanegara K. 2013. Komparasi Metode ANFIS dan Fuzzy Time Series Kasus Peramalan Jumlah Wisatawan Australia Ke Bali. *E-Jurnal Matematika 2* (2) 2013: 18-26.
- Duru O & Yoshida S. 2009. *Comparative Analysis of Fuzzy Time Series and Forecasting an Empirical Study of Forecasting Dry Bulk Shipping Index*. Department of Maritime Transportation and Management Engineering, Istanbul Technical University. Turkey.
- Hansun S. 2012. Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series. *IJCCS 6* (2) 2012: 79-88.
- Puspitasari I, Suparti & Wilandari Y. 2012. Analisis Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Dengan Menggunakan Model Regresi Kernel. *Jurnal Gaussian 1*. Universitas Diponegoro.
- Ross SM. 2003. *Introduction to probability Models 10th Edition*. University of Southern California. Los Angeles.
- Tsaur RC. 2012. A Fuzzy Time Series Markov Chain Model With An Application to Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan and US Dollar. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*. 8 7(B) 2012: 4931-4942.