

## ***FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN DALAM MERAMALKAN HARGA SAHAM***

Nurmalia Rukhansah<sup>1</sup>, Much Aziz Muslim<sup>2</sup>, Riza Arifudin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

<sup>2,3</sup>Jurusan Ilmu Komputer, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Email: <sup>1</sup>liarukhansah@gmail.com, <sup>2</sup>a212muslin@yahoo.com, <sup>3</sup>riza\_wsb@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung hasil peramalan tujuh periode berikutnya menggunakan metode Fuzzy Time Series Markov Chain serta untuk mengetahui keakuratan hasil model peramalan yang dihasilkan berdasarkan output aplikasi peramalan yang dibuat pada software Matlab. Metode yang digunakan untuk membangun aplikasi peramalan adalah metode Sekuensial linier (waterfall). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penutupan saham Astro Agro Lestari Tbk. (AALI.JK) yang dicatat berdasarkan banyaknya hari kerja yaitu 1 minggu terdiri dari 5 hari dan tidak termasuk libur nasional diambil selama periode 1 Mei 2015 sampai dengan 23 September 2015. Hasil penelitian menunjukkan dalam periode 7 hari berikutnya yaitu tanggal 24 September sampai dengan 02 Oktober 2015 dengan menggunakan metode Fuzzy Time Series Markov Chain diperoleh harga masing-masing sebesar, Rp. 17.988; Rp. 18.019; Rp. 18.035; Rp. 18.043; Rp. 18.047; Rp. 18.049 dan Rp. 18.050 dengan nilai MAE dan AFER masing-masing sebesar Rp. 291 dan 1,3813%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase keakuratan model peramalannya sebesar 98,6187%.

**Kata Kunci:** Fuzzy Time Series Markov Chain, Harga Saham AALI.JK.

### **1. PENDAHULUAN**

Investasi merupakan penanaman modal untuk satu atau beberapa aktiva yang dimiliki dan biasanya dalam jangka waktu yang lama dengan harapan akan memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang, atau dapat dikatakan sebagai tabungan masa depan [1]. Secara teori dan berdasarkan pengalaman yang sudah dibuktikan di seluruh pasar modal dunia, investasi pada saham adalah jenis investasi jangka panjang yang menjanjikan. Investasi saham merupakan investasi perusahaan-perusahaan yang akan memberikan hasil investasi yang lebih besar daripada deposito maupun obligasi. Namun, dalam jangka pendek, terdapat resiko karena harga-harga saham yang selalu berfluktuasi [2].

Pada pasar sekunder atau aktivitas perdagangan saham sehari-hari, harga saham mengalami fluktuasi berupa kenaikan dan penurunan harga. Pembentukan harga saham terjadi karena adanya permintaan dan penawaran atas saham tersebut (Bursa Efek Indonesia). Dengan adanya fluktuasi harga saham tersebut, maka diperlukan peramalan yang akurat untuk mendapatkan hasil peramalan dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil.

Peramalan (*forecasting*) merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan harga saham sangat bermanfaat untuk melihat bagaimana prospek investasi saham sebuah perusahaan dimasa yang akan datang sehingga dapat mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi agar keuntungan yang diharapkan diperoleh tidak berubah menjadi kerugian atau jauh lebih kecil daripada yang diharapkan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung peramalan adalah metode *fuzzy time series*.

*Fuzzy time series* pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom yang diterapkan dalam konsep logika *fuzzy* untuk mengembangkan dasar dari *fuzzy time series* dengan menggunakan metode *time invariant* dan *time variant* yang digunakan untuk memodelkan peramalan jumlah pendaftar di suatu Universitas [3]. Sejak saat itu, banyak metode *fuzzy time series* yang diusulkan seperti, model Chen [4], model *weighted* [5], model markov [6], model persentase perubahan jumlah pendaftar universitas [7], menggunakan perbedaan dari jumlah pendaftar [8], penerapan jaringan *back propagation* [9], dan *multiple-atribut* metode *fuzzy time series* [10].

*Fuzzy time series markov chain* merupakan konsep baru yang pertamakali diusulkan oleh Tsaur, dalam penelitiannya untuk menganalisis keakuratan prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dengan dolar US [11]. Dalam penelitiannya Tsaur menggabungkan metode *fuzzy time series* dengan rantai markov, penggabungan tersebut bertujuan untuk memperoleh probabilitas terbesar menggunakan matriks probabilitas transisi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series markov chain* memberikan akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan metode *fuzzy time series* yang diusulkan oleh [3, 10, 12, 13, 14].

Pada metode *fuzzy time series markov chain* penentuan panjang interval yang terbentuk tergantung dari pilihan peneliti, tidak ada rumus pasti dalam perhitungannya. Sehingga untuk tiap-tiap peneliti

memungkinkan terjadinya perbedaan jumlah interval yang terbentuk meskipun menggunakan data yang sama, sedangkan dalam peramalan *fuzzy time series* penentuan panjang interval yang terbentuk berpengaruh terhadap pembentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), FLR yang terbentuk akan memberikan pengaruh terhadap pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), sedangkan FLRG yang terbentuk mempengaruhi hasil perhitungan peramalan.

Oleh sebab itu, penentuan panjang interval harus efektif agar FLR yang terbentuk tepat. Salah satu metode penentuan panjang interval yang efektif adalah model *Average-based Fuzzy Time Series* [15]. Sehingga dalam penelitian ini peramalan harga saham dihitung menggunakan metode *fuzzy time series markov chain* yang diperkenalkan oleh Tsaur dengan penentuan panjang interval dihitung menggunakan *Average-based fuzzy time series*. Dalam penelitian ini data yang digunakan merupakan data harga saham Astra Agro Lestari (AALI.JK) yang merupakan saham unggulan dan pernah mendapat penghargaan sebagai emiten terbaik ditahun 2010 berdasarkan sumber <http://www.astra-agro.co.id>.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menghitung peramalan harga saham selama periode 7 hari berikutnya menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* beserta dengan keakuratan model peramalan yang dihitung dengan parameter AFER dan MAE berdasarkan *output* aplikasi peramalan harga yang dibuat pada *software* Matlab.

## 2. METODE

### 2.1. Peramalan

Peramalan merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan dilakukan berdasarkan data yang terdapat selama masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Baik tidaknya hasil suatu penelitian ditentukan oleh ketepatan ramalan yang dibuat [16].

Peramalan terjadi karena adanya senjang waktu (*Time lag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Adanya waktu tenggang (*lead time*) yang panjang menjadi alasan utama diperlukannya suatu perencanaan dan peramalan. Oleh sebab itu peramalan diperlukan untuk menetapkan suatu peristiwa yang akan terjadi sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan [17].

### 2.2. Fuzzy Time Series

Misalkan  $U$  adalah himpunan semesta, Misalkan  $U$  adalah himpunan semesta,  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ , maka suatu himpunan *fuzzy*  $A$  dari  $U$  didefinisikan sebagai berikut.

$$A = \frac{f_A(u_1)}{u_1} + \frac{f_A(u_2)}{u_1} + \dots + \frac{f_A(u_n)}{u_1} \quad (1)$$

$f_A$  adalah fungsi keanggotaan dari  $A$ ,  $f_A: U \rightarrow [0,1]$  dan  $f_A(u_i)$  menunjukkan derajat keanggotaan  $u_i$  yang termasuk dalam himpunan *fuzzy*  $A$  dan  $f_A(u_i) \in [0,1]$  dengan  $1 \leq i \leq n$  [18].

**Definisi 1.** Misalkan  $X(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ) semesta pembicaraan dan bagian dari  $R$ , dengan himpunan *fuzzy*  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) terdefinisi pada  $X(t)$ . Andaikan  $F(t)$  berupa kumpulan  $f_i(t)$  ( $i = 1, 2, \dots$ ). Maka  $F(t)$  disebut *fuzzy time series* dari  $X(t)$  ( $t = \dots, 0, 1, 2, \dots$ ) [19].

**Definisi 2.** Jika  $F(t)$  hanya disebabkan oleh  $F(t-1)$ , hubungan antara  $F(t)$  dengan  $F(t-1)$  dapat dinyatakan sebagai  $F(t-1) \rightarrow F(t)$  [4].

**Definisi 3.** Andaikan  $F(t) = A_i$  dan  $F(t-1) = A_j$ . Hubungan antara  $F(t)$  dan  $F(t-1)$  (disebut sebagai *fuzzy logical relationship*, FLR) dapat dinyatakan dengan  $A_i \rightarrow A_j$ ; dimana  $A_i$  disebut *left-hand side* (LHS) dan  $A_j$  *right-hand side* (RHS) dari FLR. Mengingat dua FLRs mempunyai himpunan *fuzzy* yang sama pada LHS  $A_i \rightarrow A_{j1}$ ,  $A_i \rightarrow A_{j2}$ . Maka kedua FLR dapat dikelompokkan kedalam *fuzzy logical relationship group* (FLRG)  $A_i \rightarrow A_{j1}, A_{j2}$  [20].

Umumnya untuk langkah-langkah model *fuzzy time series* mencakup: (1) menentukan semesta pembicaraan, dimana himpunan *fuzzy* akan didefinisikan (2) partisi himpunan semesta menjadi beberapa interval dengan panjang yang sama (3) mendefinisikan himpunan *fuzzy*  $A$  (4) *fuzzyfikasi* data historis (5) menentukan *fuzzy logical relationship* (6) mengelompokkan *fuzzy logical relationship* (pada langkah 5) (7) menghitung nilai peramalannya.

### 2.3. Fuzzy Time Series Markov Chain

Menurut [11] Prosedur peramalan *Fuzzy Time Series Markov Chain* didefinisikan pada langkah-langkah berikut.

- 1) Langkah 1. Mengumpulkan data historikal ( $Y_t$ ).
- 2) Langkah 2. Mendefinisikan himpunan semesta  $U$  dari data, dengan  $D_1$  dan  $D_2$  adalah bilangan positif yang sesuai.  

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (2)$$
- 3) Langkah 3. Menentukan jumlah interval *fuzzy*, dalam penelitian ini untuk menghitung jumlah interval *fuzzy* yang terbentuk digunakan metode *average based length* [15] dengan langkah sebagai berikut.
  - a) Hitung selisih nilai mutlak dari data  $A_{i+1}$  dan  $A_i$  ( $i=1, 2, \dots, n-1$ ), kemudian rata-rata hasilnya.
  - b) Bagi dua nilai yang dihasilkan pada langkah a.
  - c) Dari nilai yang diperoleh pada langkah b, tentukan nilai basis untuk panjang interval berdasarkan Tabel 1.

**Tabel 1.** Tabel pemetaan basis

Range	Basis
0,1-1,0	0,1
1,1-10	1
11-100	10
101-1000	100
1001-10000	1000

- d) Jumlah interval *fuzzy* dapat dihitung dengan,

$$n = \frac{(D_{max}+D_2)-(D_{min}-D_1)}{base} \quad (3)$$

Masing-masing interval dapat dihitung dengan

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + base] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + basis, D_{min} - D_1 + 2 * basis] \\ &\dots \\ u_n &= [D_{min} - D_1 + (n - 1) * basis, D_{min} - D_1 + n * basis] \end{aligned} \quad (4)$$

- 4) Langkah 4. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada *universe of discourse*  $U$ , himpunan *fuzzy*  $A_i$  menyatakan variabel linguistik dari harga saham dengan  $1 \leq i \leq n$ .
- 5) Langkah 5. *Fuzzyfikasi* data historis. Jika sebuah data *time series* termasuk ke dalam interval  $u_i$ , maka data tersebut di *fuzzyfikasi* ke dalam  $A_i$ .
- 6) Langkah 6. Menentukan *fuzzylogical relationship* dan *Fuzzy Logical Relationships Group* (FLRG). Jika himpunan *fuzzy* sekarang adalah  $A_i$ , dan grup relasi logika *fuzzy*  $A_i$  adalah tidak diketahui, misal  $A_i \rightarrow \neq$ , maka  $\neq$  akan merujuk kepada himpunan *fuzzy*  $A_i$ .
- 7) Langkah 7. Menghitung hasil peramalan  
 Untuk data *time series*, dengan menggunakan FLRG, dapat diperoleh probabilitas dari suatu *state* menuju ke suatu *state* berikutnya. Sehingga digunakan matriks transisi probabilitas markov dalam menghitung nilai peramalan, dimensi matriks transisi adalah  $n \times n$ . Jika *state*  $A_i$  melakukan transisi menuju ke *state*  $A_j$  dan melewati *state*  $A_k$ ,  $i, j= 1, 2, \dots, n$ , maka kita dapat memperoleh FLRG. Rumus probabilitas transisi adalah sebagai berikut.

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Dengan:

$P_{ij}$ = probabilitas transisi dari *state*  $A_i$  ke *state*  $A_j$  satu langkah

$M_{ij}$ = jumlah transisi dari *state*  $A_i$  ke *state*  $A_j$  satu langkah

$M_i$ = jumlah data yang termasuk dalam *state*  $A_i$

Matriks probabilitas  $R$  dari seluruh *state* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Matriks  $R$  merefleksikan transisi dari seluruh sistem tersebut. Jika  $F(t-1) = A_i$ , maka proses akan didefinisikan pada *state*  $A_i$  pada saat  $(t-1)$ , maka hasil peramalan  $F(t)$  akan dihitung dengan menggunakan baris  $[P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}]$ . Pada matriks  $R$ . Hasil peramalan  $F(t)$  adalah nilai rata-rata terbobot dari  $m_1, m_2, \dots, m_n$  (*midpoint* dari  $u_1, u_2, \dots, u_n$ ). Nilai hasil *output* peramalan pada  $F(t)$  dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa aturan berikut.

- a) Aturan 1: jika *fuzzylogical relationship group*  $A_i$  adalah *one to one* (misalnya  $A_i \rightarrow A_k$  dimana  $P_{ik} = 1$  dan  $P_{ij} = 0, j \neq k$ ) maka nilai peramalan  $F(t)$  adalah  $m_k$  nilai tengah dari  $u_k$ .

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k \quad (7)$$

- b) Aturan 2: jika *fuzzylogical relationship group*  $A_i$  adalah *one to many* (misalnya  $A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$ ), ketika  $Y(t-1)$  pada saat  $(t-1)$  termasuk ke dalam *state*  $A_j$  maka peramalan  $F(t)$ , adalah:

$$F(t) = m_1 P_{j1} + m_2 P_{j2} + \dots + m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t-1) P_{jj} + m_{j+1} P_{j(j+1)} + \dots + m_n P_{jn} \quad (8)$$

Dimana:

$m_1, m_2, \dots, m_n$  adalah nilai tengah  $u_1, u_2, \dots, u_n, Y(t-1)$  adalah nilai *state*  $A_j$  pada waktu  $t-1$ .

- 8) Langkah 8. Menghitung nilai penyesuaian ( $D_i$ ) pada nilai peramalan. Berikut prinsip-prinsip dalam menghitung nilai penyesuaian.

- a) Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_j$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  dinyatakan sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami *increasing transition* menuju ke *state*  $A_j$  pada waktu  $t$  dimana ( $i < j$ ) maka nilai penyesuaiannya adalah:

$$D_{t1} = \left(\frac{l}{2}\right) \quad (9)$$

Dimana  $l$  adalah basis interval.

- b) Jika *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_j$ , dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  dinyatakan sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami *decreasing transition* menuju *state*  $A_j$  pada waktu  $t$  dimana ( $i > j$ ) maka nilai penyesuaiannya adalah

$$D_{t1} = -\left(\frac{l}{2}\right) \quad (10)$$

- c) Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  dinyatakan sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami *jump forward transition* menuju *state*  $A_{i+s}$  pada waktu  $t$  di mana ( $1 \leq s \leq n-i$ ) maka nilai penyesuaiannya adalah

$$D_{t2} = \left(\frac{l}{2}\right) s, 1 \leq s \leq n-i \quad (11)$$

Dimana  $s$  adalah jumlah lompatan ke depan.

- d) Jika transisi dimulai dari *state*  $A_i$  pada waktu  $t-1$  sebagai  $F(t-1) = A_i$ , dan mengalami *jump-backward transition* menuju ke *state*  $A_{i-v}$  pada waktu  $t$  dimana ( $1 \leq v < i$ ) maka nilai penyesuaiannya adalah

$$D_{t2} = -\left(\frac{l}{2}\right) v, 1 \leq v \leq i \quad (12)$$

Dimana  $v$  adalah jumlah lompatan ke belakang.

- 9) Langkah 9. Menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan

- a) Jika FLRGA $_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari *state*  $A_i$  di mana *state*  $A_i$  berhubungan dengan  $A_i$  maka hasil peramalannya menjadi

$$F'(t) = F(t) + D_{t1} + D_{t2} = F(t) + \left(\frac{l}{2}\right) + \left(\frac{l}{2}\right) \quad (13)$$

- b) Jika FLRGA $_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i+1}$  dapat diakses dari  $A_i$  dimana *state*  $A_i$  tidak berhubungan dengan  $A_i$  maka hasil peramalannya menjadi

$$F'(t) = F(t) + D_{t2} = F(t) + \left(\frac{l}{2}\right) \quad (14)$$

- c) Jika FLRGA $_i$  adalah *one to many* dan *state*  $A_{i-2}$  dapat diakses dari *state*  $A_i$  dimana  $A_i$  tidak berkomunikasi dengan  $A_i$  maka hasil peramalannya menjadi

$$F'(t) = F(t) - D_{t2} = F(t) - \left(\frac{l}{2}\right) x2 = F(t) - l \quad (15)$$

- d) Ketika  $v$  adalah *jump step*, bentuk umum dari hasil peramalannya adalah:

$$F'(t) = F(t) \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F(t) \pm \left(\frac{l}{2}\right) \pm \left(\frac{l}{2}\right) v \quad (16)$$

#### 2.4. AFER dan MAE

Seperti [21, 7, 20] kami menggunakan *average forecasting error rate* (AFER) untuk menghitung nilai kesalahan model peramalan.

$$AFER = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|A_i - F_i|}{A_i}}{n} \times 100\% \quad (17)$$

Serta menggunakan *mean absolute error* (MAE) untuk menghitung nilai kesalahan model peramalan seperti pada [22].

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - F_i|}{n} \quad (18)$$

Dimana  $A_i$  nilai aktual pada periode  $i$ ,  $F_i$  nilai prediksi pada periode  $i$ , dan  $n$  jumlah data hasil prediksi.

#### 2.5. Metode Penelitian

Tahap pertama pada metode penelitian adalah studi pustaka, studi pustaka dimulai dengan mengumpulkan sumber pustaka yang relevan yang dijadikan landasan untuk menganalisis permasalahan. Tahap kedua adalah perumusan masalah. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil

peramalan harga saham untuk periode 7 hari berikutnya menggunakan *metode fuzzy time series markov chain* serta bagaimana tingkat keakuratan model peramalan harga saham yang dihitung menggunakan parameter AFER dan MAE berdasarkan *ouput* aplikasi peramalan yang dibuat pada *software* Matlab. Tahap ketiga adalah pemecahan masalah, pemecahan masalah dimulai dengan mengumpulkan data harga penutupan saham yang bersumber dari *yahoo finance* selama periode 01 Mei 2015 s/d 23 September 2015, setelah data diperoleh kemudian dihitung model dan nilai peramalannya menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*, terakhir adalah perancangan aplikasi peramalan harga menggunakan GUI Matlab R2009a. Tahap keempat adalah penarikan simpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-langkah perhitungan peramalan harga saham menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* adalah sebagai berikut.

- 1) Langkah 1. Mengumpulkan historikal data. Data historis merupakan data harga penutupan saham yang diambil selama periode 01 Mei 2015 sampai dengan 23 September 2015. Seperti yang disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data historikal harga saham

Periode	Harga Saham (Rp)	Periode	Harga Saham (Rp)	Periode	Harga Saham (Rp)
Mei 1, 2015	20.350	Jun 19, 2015	22.650	Agu 7, 2015	19.775
Mei 4, 2015	20.250	Jun 22, 2015	22.050	Agu 10, 2015	19.750
Mei 5, 2015	20.400	Jun 23, 2015	22.000	Agu 11, 2015	19.075
Mei 6, 2015	20.975	Jun 24, 2015	22.950	Agu 12, 2015	18.500
Mei 7, 2015	20.450	Jun 25, 2015	23.225	Agu 13, 2015	19.650
Mei 8, 2015	21.200	Jun 26, 2015	22.800	Agu 14, 2015	19.125
Mei 11, 2015	22.225	Jun 29, 2015	22.650	Agu 17, 2015	19.125
Mei 12, 2015	24.150	Jun 30, 2015	22.950	Agu 18, 2015	18.175
Mei 13, 2015	26.000	Jul 1, 2015	23.750	Agu 19, 2015	18.050
Mei 14, 2015	26.000	Jul 2, 2015	25.000	Agu 20, 2015	17.125
Mei 15, 2015	26.400	Jul 3, 2015	25.500	Agu 21, 2015	16.550
Mei 18, 2015	26.275	Jul 6, 2015	25.825	Agu 24, 2015	15.250
Mei 19, 2015	27.225	Jul 7, 2015	25.950	Agu 25, 2015	14.800
Mei 20, 2015	27.400	Jul 8, 2015	25.500	Agu 26, 2015	15.025
Mei 21, 2015	25.950	Jul 9, 2015	25.500	Agu 27, 2015	16.600
Mei 22, 2015	26.100	Jul 10, 2015	25.575	Agu 28, 2015	18.075
Mei 25, 2015	26.500	Jul 13, 2015	25.900	Agu 31, 2015	17.125
Mei 26, 2015	27.200	Jul 14, 2015	25.375	Sep 1, 2015	16.900
Mei 27, 2015	26.825	Jul 15, 2015	24.975	Sep 2, 2015	16.200
Mei 28, 2015	26.225	Jul 16, 2015	24.975	Sep 3, 2015	16.275
Mei 29, 2015	24.800	Jul 17, 2015	24.975	Sep 4, 2015	16.050
Jun 1, 2015	25.075	Jul 20, 2015	24.975	Sep 7, 2015	15.225
Jun 2, 2015	25.075	Jul 21, 2015	24.975	Sep 8, 2015	15.400
Jun 3, 2015	25.650	Jul 22, 2015	24.350	Sep 9, 2015	17.300
Jun 4, 2015	25.050	Jul 23, 2015	23.900	Sep 10, 2015	16.500
Jun 5, 2015	24.600	Jul 24, 2015	22.925	Sep 11, 2015	18.000
Jun 8, 2015	23.800	Jul 27, 2015	21.500	Sep 14, 2015	18.125
Jun 9, 2015	23.200	Jul 28, 2015	20.475	Sep 15, 2015	17.825
Jun 10, 2015	23.925	Jul 29, 2015	20.700	Sep 16, 2015	18.150
Jun 11, 2015	23.725	Jul 30, 2015	19.675	Sep 17, 2015	17.975
Jun 12, 2015	23.200	Jul 31, 2015	20.075	Sep 18, 2015	18.000
Jun 15, 2015	22.475	Agu 3, 2015	19.800	Sep 21, 2015	18.100
Jun 16, 2015	22.900	Agu 4, 2015	19.900	Sep 22, 2015	17.900
Jun 17, 2015	22.500	Agu 5, 2015	20.250	Sep 23, 2015	17.925
Jun 18, 2015	22.625	Agu 6, 2015	20.000		

- 2) Langkah 2. Mendefinisikan himpunan semesta  $U$ . Dari data historikal harga saham diperoleh  $D_{min} = 14.800$ ,  $D_{max} = 27.400$ , dengan  $D_1 = 100$  dan  $D_2 = 200$ , sehingga  $U = [14.700, 27.600]$ .
- 3) Langkah 3. Membagi himpunan semesta  $U$  menjadi sejumlah himpunan *fuzzy* dengan panjang interval yang sama. Untuk menghitung panjang interval *fuzzy* yang terbentuk digunakan metode *Average-based length*, adapun langkahnya sebagai berikut.
  - a) Rata-rata selisih nilai mutlak data diperoleh sebesar 525,9709.

- b) Nilai hasil bagi dua dari rata-rata diperoleh sebesar 262,9854.  
 c) Dari nilai yang diperoleh pada langkah b, basis untuk panjang interval diperoleh sebesar 100.  
 d) Dengan basis sebesar 100, berdasarkan rumus (1), jumlah interval yang terbentuk sebanyak 129 interval. Yang kemudian di partisi kedalam interval  $u_1, \dots, u_{129}$ , dengan panjang yang sama yaitu  $u_1 = [14.700, 14.800], \dots, u_{129} = [27.500, 27.600]$ .

- 4) Langkah 4. Mendefinisikan himpunan *fuzzy*  $A_i$  menjadi suatu himpunan-himpunan *fuzzy* yang variabel linguistiknya ditentukan sesuai keadaan semesta. Yang didefinisikan dengan

$$A_1 = \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_{129}}$$

$$A_2 = \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_{129}}$$

$$A_3 = \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \dots + \frac{0}{u_{129}}$$

...

$$A_{128} = \frac{0}{u_1} + \dots + \frac{0,5}{u_{127}} + \frac{1}{u_{128}} + \frac{0,5}{u_{129}}$$

$$A_{129} = \frac{0}{u_1} + \dots + \frac{0,5}{u_{128}} + \frac{1}{u_{129}}$$

- 5) Langkah 5. *Fuzzyfikasi* data historis. Hasil *fuzzyfikasi* untuk setiap periode data disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** *Fuzzyfikasi* data historis

Periode	Harga Saham (Rp)	<i>Fuzzyfikasi</i>	Periode	Harga Saham (Rp)	<i>Fuzzyfikasi</i>
Mei 1, 2015	20.350	$A_{57}$	Jul 14, 2015	25.375	$A_{107}$
Mei 4, 2015	20.250	$A_{56}$	Jul 15, 2015	24.975	$A_{103}$
Mei 5, 2015	20.400	$A_{58}$	Jul 16, 2015	24.975	$A_{103}$
Mei 6, 2015	20.975	$A_{63}$	Jul 17, 2015	24.975	$A_{103}$
Mei 7, 2015	20.450	$A_{58}$	Jul 20, 2015	24.975	$A_{103}$
Mei 8, 2015	21.200	$A_{66}$	Jul 21, 2015	24.975	$A_{103}$
Mei 11, 2015	22.225	$A_{76}$	Jul 22, 2015	24.350	$A_{97}$
Mei 12, 2015	24.150	$A_{95}$	Jul 23, 2015	23.900	$A_{93}$
Mei 13, 2015	26.000	$A_{114}$	Jul 24, 2015	22.925	$A_{83}$
Mei 14, 2015	26.000	$A_{114}$	Jul 27, 2015	21.500	$A_{64}$

**Tabel 3.** *Fuzzyfikasi* data historis (lanjutan)

Periode	Harga Saham (Rp)	<i>Fuzzyfikasi</i>	Periode	Harga Saham (Rp)	<i>Fuzzyfikasi</i>
Mei 15, 2015	26.400	$A_{118}$	Jul 28, 2015	20.475	$A_{58}$
Mei 18, 2015	26.275	$A_{116}$	Jul 29, 2015	20.700	$A_{61}$
Mei 19, 2015	27.225	$A_{126}$	Jul 30, 2015	19.675	$A_{50}$
Mei 20, 2015	27.400	$A_{128}$	Jul 31, 2015	20.075	$A_{54}$
Mei 21, 2015	25.950	$A_{113}$	Agu 3, 2015	19.800	$A_{52}$
Mei 22, 2015	26.100	$A_{115}$	Agu 4, 2015	19.900	$A_{53}$
Mei 25, 2015	26.500	$A_{119}$	Agu 5, 2015	20.250	$A_{56}$
Mei 26, 2015	27.200	$A_{126}$	Agu 6, 2015	20.000	$A_{54}$
Mei 27, 2015	26.825	$A_{122}$	Agu 7, 2015	19.775	$A_{51}$
Mei 28, 2015	26.225	$A_{116}$	Agu 10, 2015	19.750	$A_{51}$
Mei 29, 2015	24.800	$A_{102}$	Agu 11, 2015	19.075	$A_{44}$
Jun 1, 2015	25.075	$A_{104}$	Agu 12, 2015	18.500	$A_{39}$
Jun 2, 2015	25.075	$A_{104}$	Agu 13, 2015	19.650	$A_{50}$
Jun 3, 2015	25.650	$A_{110}$	Agu 14, 2015	19.125	$A_{45}$
Jun 4, 2015	25.050	$A_{104}$	Agu 17, 2015	19.125	$A_{45}$
Jun 5, 2015	24.600	$A_{100}$	Agu 18, 2015	18.175	$A_{35}$
Jun 8, 2015	23.800	$A_{92}$	Agu 19, 2015	18.050	$A_{34}$
Jun 9, 2015	23.200	$A_{86}$	Agu 20, 2015	17.125	$A_{35}$
Jun 10, 2015	23.925	$A_{93}$	Agu 21, 2015	16.550	$A_{19}$
Jun 11, 2015	23.725	$A_{91}$	Agu 24, 2015	15.250	$A_6$

Jun 12, 2015	23.200	$A_{86}$	Agu 25, 2015	14.800	$A_2$
Jun 15, 2015	22.475	$A_{78}$	Agu 26, 2015	15.025	$A_4$
Jun 16, 2015	22.900	$A_{83}$	Agu 27, 2015	16.600	$A_{20}$
Jun 17, 2015	22.500	$A_{79}$	Agu 28, 2015	18.075	$A_{34}$
Jun 18, 2015	22.625	$A_{80}$	Agu 31, 2015	17.125	$A_{25}$
Jun 19, 2015	22.650	$A_{80}$	Sep 1, 2015	16.900	$A_{23}$
Jun 22, 2015	22.050	$A_{74}$	Sep 2, 2015	16.200	$A_{16}$
Jun 23, 2015	22.000	$A_{74}$	Sep 3, 2015	16.275	$A_{16}$
Jun 24, 2015	22.950	$A_{83}$	Sep 4, 2015	16.050	$A_{14}$
Jun 25, 2015	23.225	$A_{86}$	Sep 7, 2015	15.225	$A_6$
Jun 26, 2015	22.800	$A_{82}$	Sep 8, 2015	15.400	$A_8$
Jun 29, 2015	22.650	$A_{80}$	Sep 9, 2015	17.300	$A_{27}$
Jun 30, 2015	22.950	$A_{83}$	Sep 10, 2015	16.500	$A_{19}$
Jul 1, 2015	23.750	$A_{91}$	Sep 11, 2015	18.000	$A_{34}$
Jul 2, 2015	25.000	$A_{104}$	Sep 14, 2015	18.125	$A_{35}$
Jul 3, 2015	25.500	$A_{109}$	Sep 15, 2015	17.825	$A_{32}$
Jul 6, 2015	25.825	$A_{112}$	Sep 16, 2015	18.150	$A_{35}$
Jul 7, 2015	25.950	$A_{113}$	Sep 17, 2015	17.975	$A_{33}$
Jul 8, 2015	25.500	$A_{109}$	Sep 18, 2015	18.000	$A_{34}$
Jul 9, 2015	25.500	$A_{109}$	Sep 21, 2015	18.100	$A_{35}$
Jul 10, 2015	25.575	$A_{109}$	Sep 22, 2015	17.900	$A_{33}$
Jul 13, 2015	25.900	$A_{113}$	Sep 23, 2015	17.925	$A_{33}$

- 6) Langkah 6. Menentukan *fuzzy logical relationship* (FLR) dan *fuzzy logical relationship group* (FLRG). Hasil FLRG disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** *Fuzzy logical relationship group*

<i>LHS</i>	<i>RHS</i>	<i>LHS</i>	<i>RHS</i>	<i>LHS</i>	<i>RHS</i>
$A_1$	-	$A_{44}$	$A_{39}$	$A_{87}$	-
$A_2$	$A_4$	$A_{45}$	$A_{45}, A_{35}$	$A_{88}$	-
$A_3$	-	$A_{46}$	-	$A_{89}$	-
$A_4$	$A_{20}$	$A_{47}$	-	$A_{90}$	-
$A_5$	-	$A_{48}$	-	$A_{91}$	$A_{86}, A_{104}$
$A_6$	$A_2, A_8$	$A_{49}$	-	$A_{92}$	$A_{86}$
$A_7$	-	$A_{50}$	$A_{54}, A_{45}$	$A_{93}$	$A_{91}, A_{83}$
$A_8$	$A_{27}$	$A_{51}$	$A_{51}, A_{44}$	$A_{94}$	-
$A_9$	-	$A_{52}$	$A_{53}$	$A_{95}$	$A_{114}$
$A_{10}$	-	$A_{53}$	$A_{56}$	$A_{96}$	-
$A_{11}$	-	$A_{54}$	$A_{52}, A_{51}$	$A_{97}$	$A_{93}$
$A_{12}$	-	$A_{55}$	-	$A_{98}$	-
$A_{13}$	-	$A_{56}$	$A_{58}, A_{54}$	$A_{99}$	-
$A_{14}$	$A_6$	$A_{57}$	$A_{56}$	$A_{100}$	$A_{92}$
$A_{15}$	-	$A_{58}$	$A_{63}, A_{66}, A_{61}$	$A_{101}$	-
$A_{16}$	-	$A_{59}$	-	$A_{102}$	$A_{104}$
$A_{17}$	-	$A_{60}$	-	$A_{103}$	$A_{103}, A_{103}, A_{103},$ $A_{103}, A_{97}$
$A_{18}$	-	$A_{61}$	$A_{50}$	$A_{104}$	$A_{104}, A_{110}, A_{100},$ $A_{109}$
$A_{19}$	$A_6, A_{34}$	$A_{62}$	-	$A_{105}$	-
$A_{20}$	$A_{34}$	$A_{63}$	$A_{58}$	$A_{106}$	-
$A_{21}$	-	$A_{64}$	$A_{58}$	$A_{107}$	$A_{103}$
$A_{22}$	-	$A_{65}$	-	$A_{108}$	-
$A_{23}$	$A_{16}, A_{16}, A_{14}$	$A_{66}$	$A_{76}$	$A_{109}$	$A_{112}, A_{109}, A_{109},$ $A_{113}$
$A_{24}$	-	$A_{67}$	-	$A_{110}$	$A_{104}$
$A_{25}$	$A_{19}, A_{23}$	$A_{68}$	-	$A_{111}$	-
$A_{26}$	-	$A_{69}$	-	$A_{112}$	$A_{113}$
$A_{27}$	$A_{19}$	$A_{70}$	-	$A_{113}$	$A_{115}, A_{109}, A_{107}$
$A_{28}$	-	$A_{71}$	-	$A_{114}$	$A_{114}, A_{118}$
$A_{29}$	-	$A_{72}$	-	$A_{115}$	$A_{119}$
$A_{30}$	-	$A_{73}$	-	$A_{116}$	$A_{126}, A_{102}$

$A_{31}$	-	$A_{74}$	$A_{74}, A_{83}$	$A_{117}$	-
$A_{32}$	$A_{35}$	$A_{75}$	-	$A_{118}$	$A_{116}$
$A_{33}$	$A_{34}, A_{35}, A_{33}$	$A_{76}$	$A_{95}$	$A_{119}$	$A_{126}$
$A_{34}$	$A_{25}, A_{25}, A_{35}, A_{33}$	$A_{77}$	-	$A_{120}$	-
$A_{35}$	-	$A_{78}$	$A_{83}$	$A_{121}$	-
$A_{36}$	-	$A_{79}$	$A_{80}$	$A_{122}$	$A_{116}$
$A_{37}$	-	$A_{80}$	$A_{80}, A_{74}, A_{83}$	$A_{123}$	-
$A_{38}$	-	$A_{81}$	-	$A_{124}$	-
$A_{39}$	$A_{50}$	$A_{82}$	$A_{80}$	$A_{125}$	-
$A_{40}$	-	$A_{83}$	$A_{79}, A_{86}, A_{91}, A_{64}$	$A_{126}$	$A_{128}, A_{122}$
$A_{41}$	-	$A_{84}$	-	$A_{127}$	-
$A_{42}$	-	$A_{85}$	-	$A_{128}$	$A_{113}$
$A_{43}$	-	$A_{86}$	$A_{93}, A_{78}, A_{82}$	$A_{129}$	-

- 7) Langkah 7. Menghitung nilai peramalan. Misalkan untuk menghitung hasil peramalan pada 4 Mei, 2015 =  $m_{56} = 20.250$ . Untuk hasil perhitungan peramalan periode yang lain disajikan pada Tabel 5.
- 8) Langkah 8. Menghitung nilai penyesuaian ( $D_t$ ) pada nilai peramalan. Misalkan untuk menghitung nilai penyesuaian pada Mei 4, 2015 =  $-\left(\frac{l}{2}\right)v = -50$ . Untuk hasil perhitungan nilai penyesuaian lain disajikan pada Tabel 5.
- 9) Langkah 9. Menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan. Misalkan untuk menghitung nilai peramalan yang telah disesuaikan periode  $F'(Mei\ 4,\ 2015) = F(Mei\ 4,\ 2015) + (-50) = 20.200$ . Untuk hasil perhitungan yang lain disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Periode	Harga Saham (Rp.)	Peramalan tahap 1	Penyesuaian	Peramalan yang telah disesuaikan
Mei 1, 2015	20.350	-	-	-
Mei 4, 2015	20.250	20.250	-50	20.200
Mei 5, 2015	20.400	20.250	100	20.350
Mei 6, 2015	20.975	20.984	250	21.234
Mei 7, 2015	20.450	20.450	-250	20.200
Mei 8, 2015	21.200	20.984	400	21.384
Mei 11, 2015	22.225	22.250	500	22.750
Mei 12, 2015	24.150	24.150	950	25.100
Mei 13, 2015	26.000	26.050	950	27.000
Mei 14, 2015	26.000	26.225	0	26.225
Mei 15, 2015	26.400	26.225	50	26.275
Mei 18, 2015	26.275	26.250	-100	26.150
Mei 19, 2015	27.225	26.050	500	26.550
Mei 20, 2015	27.400	27.150	100	27.250
Mei 21, 2015	25.950	25.950	-750	25.200
Mei 22, 2015	26.100	25.684	100	25.784

**Tabel 5.** Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain (lanjutan)*

Periode	Harga Saham (Rp.)	Peramalan tahap 1	Penyesuaian	Peramalan yang telah disesuaikan
Mei 25, 2015	26.500	26.550	200	26.750
Mei 26, 2015	27.200	27.250	350	27.600
Mei 27, 2015	26.825	27.150	-200	26.950
Mei 28, 2015	26.225	26.250	-300	25.950
Mei 29, 2015	24.800	26.050	-700	25.350
Jun 1, 2015	25.075	25.050	100	25.150
Jun 2, 2015	25.075	25.232	0	25.232
Jun 3, 2015	25.650	25.232	50	25.282
Jun 4, 2015	25.050	25.050	-300	24.750
Jun 5, 2015	24.600	25.225	-50	25.175



Jun 8, 2015	23.800	23.850	-400	23.450
Jun 9, 2015	23.200	23.250	-300	22.950
Jun 10, 2015	23.925	23.084	350	23.434
Jun 11, 2015	23.725	23.350	-100	23.250
Jun 12, 2015	23.200	24.150	-250	23.900
Jun 15, 2015	22.475	23.084	-400	22.684
Jun 16, 2015	22.900	22.950	250	23.200
Jun 17, 2015	22.500	22.775	-200	22.575
Jun 18, 2015	22.625	22.650	50	22.700
Jun 19, 2015	22.650	22.542	0	22.542
Jun 22, 2015	22.050	22.550	-50	22.500
Jun 23, 2015	22.000	22.500	0	22.500
Jun 24, 2015	22.950	22.475	50	22.525
Jun 25, 2015	23.225	22.775	150	22.925
Jun 26, 2015	22.800	23.084	-200	22.884
Jun 29, 2015	22.650	22.650	-100	22.550
Jun 30, 2015	22.950	22.550	50	22.600
Jul 1, 2015	23.750	22.775	400	23.175
Jul 2, 2015	25.000	24.150	650	24.800
Jul 3, 2015	25.500	25.213	50	25.263
Jul 6, 2015	25.825	25.700	50	25.750
Jul 7, 2015	25.950	25.950	50	26.000
Jul 8, 2015	25.500	25.684	-200	25.484
Jul 9, 2015	25.500	25.700	0	25.700
Jul 10, 2015	25.575	25.700	0	25700
Jul 13, 2015	25.900	25.738	50	25.788
Jul 14, 2015	25.375	25.684	-300	25.384
Jul 15, 2015	24.975	24.950	-200	24.750
Jul 16, 2015	24.975	24.850	0	24.850
Jul 17, 2015	24.975	24.850	0	24.850
Jul 20, 2015	24.975	24.850	0	24.850
Jul 21, 2015	24.975	24.850	0	24.850
Jul 22, 2015	24.350	24.850	-50	24.800
Jul 23, 2015	23.900	23.950	-200	23.750
Jul 24, 2015	22.925	23.350	-500	22.850
Jul 27, 2015	21.500	22.775	-700	22.075

**Tabel 5.** Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (lanjutan)

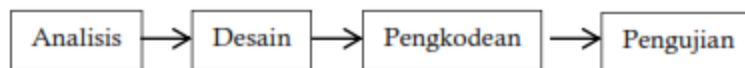
Periode	Harga Saham (Rp.)	Peramalan tahap 1	Penyesuaian	Peramalan yang telah disesuaikan
Jul 28, 2015	20.475	20.450	-550	19.900
Jul 29, 2015	20.700	20.984	150	21.134
Jul 30, 2015	19.675	19.650	-550	19.100
Jul 31, 2015	20.075	19.600	200	19.800
Agu 3, 2015	19.800	19.800	-100	19.700
Agu 4, 2015	19.900	19.950	50	20.000
Agu 5, 2015	20.250	20.250	150	20.400
Agu 6, 2015	20.000	20.250	-100	20.150
Agu 7, 2015	19.775	19.800	-150	19.650
Agu 10, 2015	19.750	19.413	0	19.413
Agu 11, 2015	19.075	19.400	-50	19.350
Agu 12, 2015	18.500	18.550	-250	18.300
Agu 13, 2015	19.650	19.650	550	20.200
Agu 14, 2015	19.125	19.600	-250	19.350
Agu 17, 2015	19.125	18.638	0	18.638
Agu 18, 2015	18.175	18.638	-50	18.588
Agu 19, 2015	18.050	17.950	-50	17.900
Agu 20, 2015	17.125	17.650	-450	17.200
Agu 21, 2015	16.550	16.750	-300	16.450
Agu 24, 2015	15.250	16.650	-650	16.000

Agu 25, 2015	14.800	15.150	-200	14.950
Agu 26, 2015	15.025	15.050	100	15.150
Agu 27, 2015	16.600	16.650	800	17.450
Agu 28, 2015	18.075	18.050	700	18.750
Agu 31, 2015	17.125	17.650	-450	17.200
Sep 1, 2015	16.900	16.750	-100	16.650
Sep 2, 2015	16.200	16.250	-350	15.900
Sep 3, 2015	16.275	16.125	0	16.125
Sep 4, 2015	16.050	16.163	-50	16.113
Sep 7, 2015	15.225	15.250	-400	14.850
Sep 8, 2015	15.400	15.150	100	15.250
Sep 9, 2015	17.300	17.350	950	18.300
Sep 10, 2015	16.500	16.550	-400	16.150
Sep 11, 2015	18.000	16.650	750	17.400
Sep 14, 2015	18.125	17.650	50	17.700
Sep 15, 2015	17.825	17.950	-150	17.800
Sep 16, 2015	18.150	18.150	150	18.300
Sep 17, 2015	17.975	17.950	-100	17.850
Sep 18, 2015	18.000	18.013	50	18.063
Sep 21, 2015	18.100	17.650	50	17.700
Sep 22, 2015	17.900	17.950	-100	17.850
Sep 23, 2015	17.925	17.975	0	17.975
Sep 24, 2015				17.988
Sep 25, 2015				18.019
Sep 28, 2015				18.035
Sep 29, 2015				18.043

**Tabel 5.** Hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (lanjutan)

Periode	Harga Saham (Rp.)	Peramalan tahap 1	Penyesuaian	Peramalan yang telah disesuaikan
Sep 30, 2015				18.047
Okt 1, 2015				18.049
Okt 2, 2015				18.050

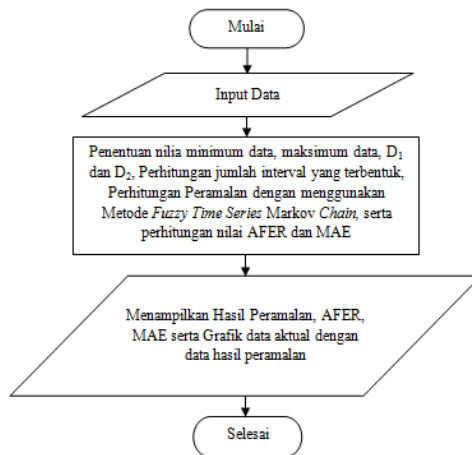
Untuk melakukan proses peramalan, dibuat suatu aplikasi peramalan harga menggunakan *software* Matlab R2009a. Seperti pada [23] metode sekuensial linier (*waterfall*) digunakan dalam pembangunan perangkat lunak aplikasi peramalan harga yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 3.** Metode sekuensial linier (*waterfall*).

Dalam [24] sekuensial linier mengusulkan sebuah pendekatan kepada perkembangan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial yang dimulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh analisis, desain, kode, dan pengujian. Tahap analisis merupakan tahap menganalisis hal-hal yang diperlukan dalam pelaksanaan pembuatan perangkat lunak. Pada tahap ini, pengambilan data harga saham dilakukan secara *online* di *website yahoo finance*. Data historis merupakan data harga penutupan saham yang diambil selama periode 01 Mei 2015 s/d 23 September 2015. Tahap desain merupakan tahap penerjemahan dari data yang dianalisis ke dalam bentuk yang mudah dimengerti oleh *user*. Pada tahap ini dilakukan proses desain aplikasi peramalan harga menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Tahap pengkodean merupakan tahap penerjemahan data atau pemecahan masalah yang telah dirancang ke dalam bahasa pemrograman tertentu. Pada tahap ini dilakukan pengkodean terhadap desain aplikasi peramalan harga yang telah dibuat kedalam bahasa pemrograman dari *software* Matlab R2009a. Selanjutnya yaitu tahap pengujian terhadap perangkat lunak aplikasi peramalan harga yang dibangun. Pada tahap ini untuk mengetahui keakuratan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dalam memodelkan peramalan harga dapat dilihat dari nilai AFER dan MAE yang telah diperoleh.

Pada aplikasi peramalan harga menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*, terdapat beberapa proses yang harus dilakukan. Proses-proses ini selengkapnya disajikan dalam diagram alir aplikasi peramalan harga yang disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram alir aplikasi peramalan harga.

Desain aplikasi peramalan harga dibuat menggunakan GUI dengan mengaplikasikan fungsi-fungsi dari *software* Matlab R2009a. Adapun tampilan aplikasi peramalan harga yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Desain aplikasi peramalan harga.

Dari Gambar 3 terdapat 7 macam menu, yaitu: menu *Input* Data yang berfungsi untuk menginputkan data yang akan dihitung peramalannya, menu 4 hari berfungsi untuk menampilkan hasil perhitungan peramalan selama periode 4 hari berikutnya, menu 7 Hari untuk menampilkan hasil perhitungan peramalan selama periode 7 hari berikutnya, menu 10 hari untuk menampilkan hasil perhitungan peramalan selama periode 10 hari berikutnya, menu *reset* untuk memulai perhitungan peramalan dari awal. Menu *home* untuk kembali ke halaman depan, dan *exit* jika pengguna menginginkan untuk keluar dari program.

Setelah aplikasi dirancang maka harus diuji tingkat akurasi. Aplikasi diuji menggunakan 104 data historikal. Setelah data uji berhasil dimasukkan, kemudian dihitung menggunakan aplikasi Peramalan Harga. Dari hasil perhitungan model peramalan diperoleh nilai AFER dan MAE yang masing-masing sebesar 1,3813% dan Rp. 291.

Akurasi hasil kerja aplikasi peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* digunakan untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan aplikasi peramalan yang telah dirancang, serta untuk mengetahui apakah aplikasi tersebut dapat digunakan untuk meramalkan. Untuk mengetahui hasil akurasi dapat dihitung dengan rumus

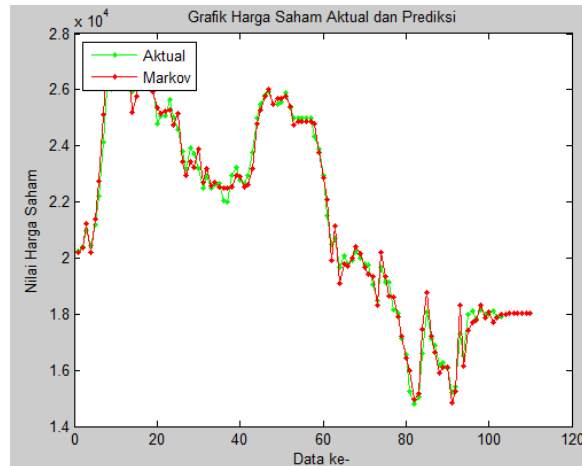
$$\text{Persentase akurasi} = 100\% - \text{Error}$$

Berdasarkan rumus diatas dengan kesalahan model peramalan untuk 104 data diperoleh kesalahan yang dihitung menggunakan parameter MAE dan AFER masing-masing sebesar Rp. 291 dan 1,3813%, maka

persentase hasil akurasi aplikasi peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chian* dalam memodelkan harga saham AALI.JK adalah sebesar 98,6187%.

Sedangkan akurasi untuk hasil peramalan periode 7 hari berikutnya yang dihitung menggunakan parameter AFER dan MAE masing-masing sebesar 2,1115% dan Rp. 401.

Gambar 4 merupakan visualisasi grafik perbandingan data aktual dengan data hasil peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* untuk 104 data harga penutupan saham.



**Gambar 4.** Grafik perbandingan data aktual dengan data peramalan.

Setelah dibuat dan diuji coba, terdapat beberapa kelebihan yang dimiliki aplikasi Peramalan Harga Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* diantaranya adalah aplikasi peramalan memudahkan pengguna untuk meramalkan harga saham, aplikasi juga menampilkan keakuratan model peramalan berdasarkan parameter AFER dan MAE, aplikasi yang dibuat efisien dan valid, efisien sebab tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan perhitungan peramalan dan valid sebab hasil *output* aplikasi peramalan sama dengan hasil perhitungan manual.

Sedangkan kekurangan yang dimiliki program Peramalan Harga Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* adalah *user* harus menginputkan data sendiri dan data yang dimasukkan harus dalam format *Excel*, serta aplikasi hanya dapat mencari *error* model peramalan bukan error hasil peramalan.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan *output* aplikasi peramalan harga menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada *software* Matlab R2009a diperoleh peramalan harga saham untuk periode 7 hari berikutnya yaitu periode 24 September 2015 s/d 02 Oktober 2015 masing-masing sebesar Rp. 17.988; Rp. 18.019; Rp. 18.035; Rp. 18.043; Rp. 18.047; Rp. 18.049 dan Rp. 18.050. Persentase keakuratan hasil kerja aplikasi peramalan harga menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar 98,6187% dengan nilai kesalahan model peramalan yang dihitung menggunakan parameter MAE dan AFER masing-masing sebesar Rp. 291 dan 1,3813% yang berarti terjadi penyimpangan pada model peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* sebesar Rp. 291 dan 1,3813% dari data aktual.

#### 5. REFERENSI

- [1] Sunaryah. 2003. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal, edisi ketiga*. UPP-AMP YKPN, Yogyakarta.
- [2] Pratomo, E.P dan Nugraha, U. 2004. *Reksa Dana Solusi Perencanaan Investasi di Era Modern*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [3] Song, Q. dan Chissom, B. S. 1993. Forecasting Enrollment With Fuzzy Time Series- Part I. *Fuzzy sets and systems*, 54(1): 1-9.
- [4] Chen, S. 1996. Forecasting Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *Fuzzy sets and systems*, 81(3): 311-319.
- [5] Yu, H. 2005. Weighted Fuzzy Time Series Models For Taiex Forecasting. *Physica A*, 349: 609-624.
- [6] Sullivan, J. dan Woodall, W. 1994. A comparison of Fuzzy Forecasting and Markov Modeling. *Fuzzy sets system*, 64: 279-293.
- [7] Stevenson, M. dan Porter, J. E. 2009. Fuzzy Time Series Forecasting Using Percentage Change As the Universe of Discourse. *World academy of science, engineering and technology*, 55: 154-157.

- [8] Melike, S. dan Degtiarev, K. Y. 2005. Forecasting Enrollment Model Based on First Order Fuzzy Time Series. *Proceedings of world academy of science, engineering and technology*, 1: 132-135.
- [9] Huarng, K. dan Yu, H. K. 2006. The Application of Neural Networks to Forecast Fuzzy Time Series. *Physica A*, 363(2): 481-491.
- [10] Cheng, C. H., Cheng, G. W., dan Wang, J. W. 2008. Multi-attribute Fuzzy Time Series Method Based on Fuzzy Clustering. *Expert systems with applications*, 34(2), pp.1235-1242.
- [11] Tsaur, R. C. 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(7B): 4931-4942.
- [12] Tsaur, R. C., Yang, J.C.O., dan Wang, H. F. 2005. Fuzzy relation Analysis in Fuzzy Time Series Model. *Computer and mathematics with applications*, 49(4): 539-548.
- [13] Singh, S. R. 2007. A Simple Method of Forecasting Based on Fuzzy Time Series. *Applied mathematic and computation*, 186(1): 330-339.
- [14] Li, S. T. dan Cheng, Y. C. 2007. Deterministic Fuzzy Time Series Model For Forecasting Enrollment. *Computers and mathematics with application*, 53(12): 1904-1920.
- [15] Xihao, S. dan Yimin, L. 2008. Average-Based Fuzzy Time Series Models For Forecasting Shanghai Compound Index. *World journal of modelling and simulation*, 4(2): 104-111.
- [16] Fahmi, T., Sudarno, dan Wilandari, Y. 2013. Perbandingan Metode Pemulusan Eksponensial Tunggal dan Fuzzy Time series untuk Memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan. *Jurnal GAUSSIAN*, 2(2): 137-146.
- [17] Makridakis, S., Wheelwright, S. C., dan Mc Gee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan (2nd ed.)*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [18] Jasim, H. T. dan Salim, A. G. J. 2012. A Novel Algorithm to Forecast Enrollment Based on Fuzzy Time Series. *Application and Applied Mathematics (AAM)*, 7(1): 385-397.
- [19] Chen, S. dan Hsu, C. 2004. A New Method to Forecasting Enrollments Using Fuzzy Time Series. *International journal of applied Science and engineering*, 2(3): 234-244.
- [20] Saxena, P., Sharma, K., dan Easo, S. 2012. Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series With Higher Forecast Accuracy Rate. *International journal computer technology and application*, 3(3): 957-961.
- [21] Jilani, T. A., Burney, S. M. A., dan Ardil, C. 2007. Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting Based on Frequency Density Based Partitioning. *Proceedings of world journal academy of science, engineering and technology*, 23: 333-338.
- [22] Chai, T. dan Draxler, R. R. 2014. Root Mean Square Error (RMSE) or Mean Absolute Error (MAE)?- Arguments Against Avoiding RMSE in the Literature. *Geoscientific Model Development*, 7: 1247-1250.
- [23] Muslim, M. A. dan Widyastuti, T. 2014. Comparative Research of Haar and Daubechies Wavelet in Denoising Digital Image of Semarang District Region's Map. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 34(1): 48-57.
- [24] Pressman, R. S. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi*. Volume I. Andi, Yogyakarta.