

Peramalan Dengan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*
(Studi Kasus : Harga Penutupan Saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk
Periode Januari 2011 – Maret 2017)

Forecasting with Fuzzy Time Series Markov Chain Method
(Case Study : Closing Stock Price of PT. Radiant Utama Interinsco Tbk
period Januari 2011 – Maret 2017)

Yenni Safitri¹, Sri Wahyuningsih², dan Rito Goejantoro³

¹Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

²Laboratorium Statistika Terapan FMIPA Universitas Mulawarman

³Laboratorium Statistika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

E-mail: yennisafitri@gmail.com

Abstract

Forecasting is an activity to predict what will happen in the future with certain methods. Fuzzy time series is a method known as artificial intelligence used to predict the problem which the actual data is formed in linguistic values using fuzzy principles as its basis. This study discusses the method of fuzzy time series developed by Ruey Chyn Tsaur to predict the closing price of the shares of PT. Radiant Utama Interinsco Tbk April 2017. Markov Chain fuzzy time series method is used to analyze a time series data which is a combination of fuzzy time series model with Markov Chain. Forecasting of closing stock price based on data from January 2011 to March 2017 for April 2017 is Rp 224,29,00. Markov Chain's fuzzy time series method to forecast the closing stock prices data from January 2011 to March 2017 has a 3,48% of MAPE value or has a 96,52% of precision forecast. The results show that the Markov Chain fuzzy time series has an excellent level of accuracy for forecasting the closing stock prices.

Key words : Fuzzy Time Series, closing stock price, MAPE, Markov Chain, forecasting

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki potensi sebagai tujuan investasi bagi para investor asing dalam pengembangan ekspansi di sektor ekonomi. Investasi saham adalah investasi yang banyak dipilih oleh para investor. Investasi merupakan penanaman modal untuk satu atau beberapa aktiva yang dimiliki dan biasanya dalam jangka waktu yang lama dengan harapan akan memperoleh keuntungan di masa yang akan datang, atau dapat dikatakan sebagai tabungan masa depan (Sunariyah, 2003).

Menurut Salim (2010), saham adalah penyertaan modal ke sebuah perusahaan dalam bentuk surat berharga yang merupakan tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap suatu perusahaan. Saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer. Menerbitkan saham merupakan salah satu pilihan perusahaan ketika memutuskan untuk pendanaan perusahaan.

PT. Radiant Utama Interinsco Tbk merupakan perusahaan nasional yang berpengalaman di bidang industri minyak dan gas Indonesia selama lebih dari 30 tahun dalam melayani dan menyediakan jasa penunjang teknis untuk sektor minyak dan gas. Perusahaan ini memiliki 12 cabang di seluruh Indonesia, salah satunya Provinsi Kalimantan Timur yaitu di Kota Balikpapan yang merupakan salah satu daerah dengan tingkat perekonomian yang bertumpu pada sektor industri.

Peramalan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa mendatang dengan metode-metode tertentu.

Metode *fuzzy time series* pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom yang diterapkan dalam konsep logika *fuzzy* untuk mengembangkan dasar *fuzzy time series*. Konsep dari *fuzzy time series* didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, logika *fuzzy* dan penalaran perkiraan. *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.

Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan peramalan data harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017 menggunakan metode *fuzzy time series Markov Chain*. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil peramalan data harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017 dengan metode *fuzzy time series Markov Chain* dan mengetahui bagaimana ukuran ketepatan hasil peramalan data harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017 menggunakan MAPE.

Peramalan

Peramalan menurut Aswi dan Sukarna (2006) merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data masa kini. Proses peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan.

Jenis-jenis Peramalan

Menurut Aswi dan Sukarna (2006), metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu :

1. Metode Kualitatif merupakan peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak dan data tidak dapat direpresentasikan secara tegas menjadi suatu angka/nilai.
2. Metode Kuantitatif merupakan peramalan yang berdasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka.

Menurut Makridakis, dkk (1999), pada dasarnya metode peramalan kuantitatif ini dapat dibedakan atas :

1. Metode *time series* yaitu metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variasi waktu yang merupakan runtun waktu (*time series*).
2. Metode *casual* yaitu metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel. Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel bebas.

Jangka Waktu Peramalan

Jangka waktu peramalan dibedakan menjadi dua kategori yaitu sebagai berikut :

1. Peramalan Jangka Pendek
Peramalan jangka pendek umumnya mencakup jangka waktu 1 periode hingga 3 periode. Namun, peramalan jangka pendek yang sering digunakan yaitu 1 periode.
2. Peramalan Jangka Panjang
Peramalan jangka panjang umumnya mencakup jangka waktu lebih dari 3 periode.
(Subagyo, 2009)

Jenis-jenis Pola Data

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu (Makridakis dkk, 1999) :

1. Pola *Horizontal*
Pola data ini terjadi bila data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan atau stasioner terhadap nilai rata-ratanya.
2. Pola *Trend*

Pola *trend* adalah suatu kecenderungan naik turunnya data dalam waktu tertentu. Pola *trend* ini berguna untuk membuat ramalan yang diperlukan untuk perencanaan.

3. Pola Siklis
Pola siklis adalah suatu gerak kecenderungan tak beraturan dalam jangka panjang pada suatu frekuensi yang hampir pasti. Gerak siklis ini biasa terdapat dalam hal yang berhubungan dengan bisnis dan ekonomi.
4. Pola Musiman
Pola musiman adalah suatu gerak kecenderungan naik turunnya data yang terjadi secara periodik. Misalnya kuartal tahun, bulan atau hari.

Analisis Time Series

Makridakis, dkk (1999) menyebutkan bahwa data *time series* adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu.

Tujuan dari metode peramalan *time series* adalah menemukan pola pada deret data historis dan memperkirakan nilai pola tersebut ke masa depan.

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian (*uncertainty*). Ada beberapa definisi tentang logika *fuzzy*, diantaranya :

1. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat".
2. Logika *fuzzy* adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika *fuzzy* adalah cabang teori dari himpunan *fuzzy*.
3. Logika *fuzzy* menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik.

Logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*) sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam logika *fuzzy* memang tidak seteliti dengan menggunakan bilangan, namun kata-kata lebih dekat dengan intuisi manusia (Agus, 2009).

Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti : muda, parobaya, tua.
- b. Numerik, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti : 40, 25, 50 dan sebagainya.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu :

- a. Variabel *fuzzy*, yaitu variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.
Contoh : umur, temperatur dan sebagainya.
- b. Himpunan *fuzzy*, merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
Contoh :
 1. Variabel umur, terbagi menjadi 3 himpunan *fuzzy*, yaitu : muda, parobaya dan tua.
 2. Semesta pembicaraan, adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh : semesta pembicaraan untuk variabel temperatur : [0 40].
 3. Domain himpunan *fuzzy*, seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. (Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Fuzzifikasi

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).

Defuzzifikasi

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2013), *input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy* sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy*.

Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip *fuzzy* sebagai dasarnya. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan *time series* klasik. Hal yang membedakan *fuzzy time series* dengan *time series* klasik adalah nilai-nilai yang digunakan dalam peramalan merupakan himpunan *fuzzy* dari bilangan-bilangan riil atas himpunan semesta yang ditentukan (Arga, 1985).

Fuzzy time series digunakan untuk menyelesaikan masalah peramalan dimana data historis berupa nilai-nilai linguistik.

Fuzzy Time Series Markov Chain

Adapun langkah-langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series Markov Chain* adalah sebagai berikut :

Langkah pertama : Menentukan semesta pembicaraan *U*. Untuk mendefinisikannya, terlebih dahulu ditentukan nilai terkecil dan nilai

terbesar dari data historis. Berdasarkan nilai terkecil dan nilai terbesar, maka dapat didefinisikan semesta pembicaraan *U* sebagai berikut :

$$U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2] \quad (1)$$

di mana :

- D_{min} = nilai minimum
- D_{max} = nilai maksimum

D_1 dan D_2 adalah dua bilangan positif yang tepat di mana bilangan positifnya ditentukan oleh peneliti. Dalam menentukan semesta, himpunan data historis dijadikan kedalam beberapa bentuk dari ratusan, ribuan dan lain-lain yang disesuaikan dengan batas bawah dan batas atasnya.

Dalam penelitian ini yang dijadikan sebagai *U* adalah himpunan data aktual yang kemudian membaginya menjadi beberapa interval dengan jarak (panjang interval) yang sama.

Langkah kedua : Menentukan interval. Penentuan interval dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah interval kelas. Adapun untuk menentukan jumlah interval kelas menggunakan rumus Sturges berikut :

$$K = 1 + 3,322 \times \log(n) \quad (2)$$

di mana :

- K = jumlah interval
- n = banyaknya data

2. Menentukan panjang interval kelas. Adapun rumus untuk menentukan panjang interval kelas didefinisikan sebagai berikut :

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

di mana :

- l = panjang interval

Selanjutnya membagi semesta pembicaraan menjadi beberapa bagian sesuai jumlah interval dan panjang interval yang didapat, maka setiap interval diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min} - D_1 ; D_{min} - D_1 + l] \\ u_2 &= [D_{min} - D_1 + l ; D_{min} - D_1 + 2l] \\ &\vdots \end{aligned} \quad (4)$$

3. Mencari nilai tengah dengan menjumlahkan batas bawah dan batas atas kemudian dibagi dua. Adapun rumus untuk mencari nilai tengah adalah sebagai berikut :

$$m_i = \frac{(batas\ bawah + batas\ atas)}{2} \quad (5)$$

di mana :

- i = banyaknya himpunan *fuzzy*

Langkah ketiga : Menentukan himpunan *fuzzy* untuk semesta pembicaraan *U*. Untuk mempermudah, setiap himpunan *fuzzy* $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ didefinisikan dalam jumlah interval yang telah ditentukan, di mana A_1, A_2, \dots, A_n didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_n\} \\
 A_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_n\} \\
 &\vdots \\
 A_n &= \{0/u_1 + \dots + 0,5/u_{n-1} + 1/u_n\}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

dimana u_i ($i = 1, 2, \dots, n$) adalah elemen dari himpunan semesta U dan bilangan yang diberi symbol “/” menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(u_i)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) dimana nilainya adalah 0, 0,5 dan 1.

Langkah keempat : Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_i \rightarrow A_j$. Di mana A_i merupakan *current state* $Y_{(t-1)}$ dan A_j adalah *next state* pada waktu ke t . FLR menghubungkan relasi antara nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan tabel fuzzifikasi.

Langkah kelima : Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Tahap ini mengelompokkan FLR kedalam beberapa kelompok.

Langkah keenam : Menentukan matriks probabilitas transisi *Markov*. FLRG digunakan untuk mendapatkan probabilitas *state* selanjutnya. Sehingga didapat matriks transisi *Markov*, maka dimensinya adalah $n \times n$.

Probabilitas transisi untuk *state* dapat ditulis :

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}; i, j = 1, 2, \dots, n \tag{7}$$

di mana :

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

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

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

Matriks probabilitas transisi *state* **P** dapat ditulis :

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \tag{8}$$

di mana $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$.

Dari Matriks **P**, berikut beberapa definisi :

1. Jika $P_{ij} > 0$, maka *state* A_j dapat diakses dari *state* A_i .
2. Jika *state* A_i dan A_j saling dapat diakses, maka A_i berkomunikasi dengan A_j (Ross, 2003).

Langkah ketujuh : Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Untuk menghasilkan nilai peramalan dari matriks probabilitas yang didapat maka dapat dihitung dengan aturan sebagai berikut :

1. Jika FLRG A_i adalah kosong ($A_i \rightarrow \neq$) maka hasil peramalan adalah m_i , yaitu nilai tengah dari u_i dengan persamaan :

$$F(t) = m_i \tag{9}$$

2. Jika FLRG A_i adalah relasi satu ke satu ($A_i \rightarrow A_k$ dengan $P_{ij} = 0$ dan $P_{ik} = 1, j \neq k$), maka hasil peramalan adalah m_k yaitu nilai tengah dari u_k dengan persamaan :

$$F(t) = m_k P_{ik} = m_k \tag{10}$$

3. Jika FLRG A_j adalah relasi satu ke banyak ($A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n, j = 1, 2, \dots, n$), jika kumpulan data $Y(t - 1)$ pada saat $t - 1$ yang berada pada *state* A_j , maka hasil peramalan adalah sebagai berikut :

$$F(t) = m_1 P_{j1} + m_2 P_{j2} + \dots + m_{j-1} P_{j(j-1)} + Y(t - 1) P_j + m_{j+1} P_{j(j+1)} + \dots + m_n P_{jn} \tag{11}$$

di mana :

m_1, \dots, m_n = nilai tengah dari u_1, \dots, u_n

$Y(t - 1)$ = nilai aktual pada waktu $t - 1$.

Langkah kedelapan : Menghitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan. Penyesuaian peramalan digunakan untuk meninjau kembali kesalahan peramalan. Aturan penyesuaian untuk nilai peramalan dijelaskan sebagai berikut :

1. Jika *state* A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi naik ke *state* A_j pada saat $t, (i < j)$, maka nilai penyesuaian ditentukan sebagai :

$$D_{t1} = \left(\frac{l}{2}\right) \tag{12}$$

di mana :

l = panjang interval

2. Jika *state* A_i berkomunikasi dengan A_i , dimulai dari *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi turun ke *state* A_j pada saat $t, (i > j)$, maka nilai penyesuaian ditentukan sebagai :

$$D_{t1} = -\left(\frac{l}{2}\right) \tag{13}$$

3. Jika *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi maju ke *state* A_{i+s} pada saat $t, 1 \leq s \leq n - i$, maka nilai penyesuaian ditentukan sebagai :

$$D_{t2} = \left(\frac{l}{2}\right) s, (1 \leq s \leq n - i) \tag{14}$$

di mana :

s = banyak perpindahan transisi maju.

4. Jika *state* A_i pada saat $t - 1$ sebagaimana $F(t - 1) = A_i$ dan terjadi perpindahan transisi mundur ke *state* A_{i-v} pada saat $t, 1 \leq v \leq i$, maka nilai penyesuaian ditentukan sebagai :

$$D_{t2} = -\left(\frac{l}{2}\right) v, (1 \leq v \leq i) \tag{15}$$

di mana :

v = banyaknya perpindahan transisi mundur.

Langkah kesembilan : Menghitung hasil peramalan yang telah disesuaikan. Secara umum

hasil peramalan dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$F'_t = F_t \pm D_{t1} \pm D_{t2} = F_t \pm \left(\frac{l}{2}\right) \pm \left(\frac{l}{2}\right) \quad (16)$$

di mana :

l = panjang interval

Ketepatan Metode Peramalan

Peramalan dilakukan untuk membandingkan hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Kesalahan peramalan merupakan ukuran seberapa baik kinerja suatu model peramalan yang digunakan dengan membandingkan nilai hasil peramalan dari model dengan data aktual. MAPE (*mean absolute percentage error*) adalah metode untuk mengevaluasi metode peramalan (Singh, 2009).

Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10% dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20%. Adapun perhitungan MAPE sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F'_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100 \% \quad (17)$$

di mana :

Y_t = nilai aktual pada data ke- t

F'_t = nilai hasil ramalan untuk data ke- t

n = banyaknya data

Saham

Saham merupakan salah satu dari sejumlah instrumen investasi yang banyak terdapat di pasar modal. Saham merupakan sejenis surat berharga yang diperjualbelikan secara legal di pasar modal (Supramono, 2014).

Pengertian saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh sebuah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Apabila kita memiliki saham sebuah perusahaan, maka dapat dikatakan kita memiliki perusahaan tersebut sebesar persentase tertentu sesuai dengan jumlah lembar saham yang kita miliki.

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder PT. Radiant Utama Interinsco Tbk yang diperoleh dari *yahoo finance* pada bulan Januari 2011 – Maret 2017, data disajikan dalam bentuk data bulanan.

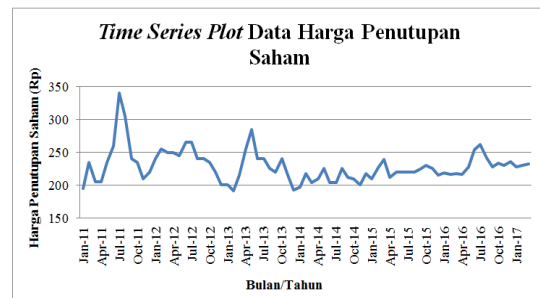
Analisis Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan data PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017 dengan menggunakan bantuan *software Microsoft Office Excel* diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Statistika Deskriptif Harga Penutupan Saham

Jumlah Data	Min	Maks	Rata-rata	Standar Deviasi
75	191	340	229	24,64

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh bahwa data terdiri dari 75 data dengan nilai harga penutupan saham paling rendah sebesar Rp 191,00 dan nilai tertinggi sebesar Rp 340,00. Dengan rata-rata sebesar Rp 229,00 dan standar deviasi sebesar Rp 24,64,00. Kemudian digambarkan pola dari 75 data harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017.



Gambar 1. Time series plot data harga penutupan saham

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa *plot* data harga penutupan saham Januari 2011 sampai dengan Maret 2017 menunjukkan gerakan atau pola yang tidak tertentu. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak terduga seperti kondisi ekonomi dan sebagainya.

Metode Fuzzy Time Series Markov Chain Menentukan Semesta Pembicaraan U

Dari data harga penutupan saham PT. Radiant Utama Inteinsco Tbk diperoleh $D_{min} = 191$, $D_{max} = 340$ dengan $D_1 = 1$ dan $D_2 = 10$ sehingga $U = [190, 350]$.

Menentukan Interval Kelas

1. Menentukan Jumlah Interval Kelas

Untuk menentukan jumlah interval kelas dapat menggunakan Persamaan Sturges dan didapat hasilnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} K &= 1 + (3,322 \times \log(75)) \\ &= 1 + (3,322 \times 1,88) \\ &= 7,23 \text{ dibulatkan menjadi } 7 \end{aligned}$$

2. Menentukan Panjang Interval Kelas

Menentukan panjang interval kelas sebagai berikut :

$$l = \frac{[(340+10) - (191-1)]}{7} = \frac{160}{7} = 22,86$$

Diketahui jumlah interval kelas yang didapat adalah 7 dan panjang interval kelas sebesar 22,86, selanjutnya membagi semesta pembicaraan menjadi beberapa bagian.

Adapun 7 interval yang sama dalam semesta pembicaraan yaitu $u_1 = [190, 212,86]$, $u_2 = [212,86, 235,72]$, $u_3 = [235,72, 258,58]$, $u_4 = [258,58, 281,44]$, $u_5 = [281,44, 304,3]$, $u_6 = [304,3, 327,16]$ dan $u_7 = [327,16, 350,02]$.

3. Mencari Nilai Tengah

Selanjutnya mencari nilai tengah dari masing-masing semesta pembicaraan U dapat dilihat pada Tabel 2 .

Tabel 2. Nilai Tengah

Variabel Linguistik (A_i)	Nilai Tengah (m_i)
A_1	201,43
A_2	224,29
A_3	247,15
A_4	270,01
A_5	292,87
A_6	315,73
A_7	338,59

Fuzzifikasi Nilai dari Data Harga Penutupan Saham

Berdasarkan himpunan *fuzzy* yang sudah dibentuk, di mana data harga penutupan saham diubah ke dalam bentuk nilai linguistik. Hasil fuzzifikasi dinotasikan ke dalam bilangan linguistik dapat dilihat pada Tabel 3 :

Tabel 3. Penentuan Fuzzifikasi Data Harga Penutupan Saham

Bulan/Tahun	Y_t	Interval	Fuzzifikasi
Jan/11	195	$u_1 = [190, 212,86]$	A_1
Feb/11	235	$u_2 = [212,86, 235,72]$	A_2
Mar/11	205	$u_1 = [190, 212,86]$	A_1
Apr/11	205	$u_1 = [190, 212,86]$	A_1
Mei/11	235	$u_2 = [212,86, 235,72]$	A_2
Jun/11	260	$u_4 = [258,58, 281,44]$	A_4
Jul/11	340	$u_7 = [327,16, 350,02]$	A_7
⋮	⋮	⋮	⋮
Feb/17	230	$u_2 = [212,86, 235,72]$	A_2
Mar/17	232	$u_2 = [212,86, 235,72]$	A_2

Keterangan :

Y_t = data aktual (dalam rupiah)

Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Berdasarkan penentuan fuzzifikasi pada Tabel 3 maka dapat ditentukan FLR yang merupakan hubungan antara setiap data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Urutan data dapat dilihat pada Tabel 4.

Menentukan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Setelah memperoleh FLR, selanjutnya ditentukan FLRG yang merupakan pengelompokkan dari setiap perpindahan *state*, yaitu *state* saat ini (*current state*) dan *state*

selanjutnya (*next state*), dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Fuzzy Logical Relationship (FLR)

Urutan Data	FLR
1 – 2	$A_1 \rightarrow A_2$
2 – 3	$A_2 \rightarrow A_1$
3 – 4	$A_1 \rightarrow A_1$
4 – 5	$A_1 \rightarrow A_2$
5 – 6	$A_2 \rightarrow A_4$
6 – 7	$A_4 \rightarrow A_7$
⋮	⋮
73 – 74	$A_2 \rightarrow A_2$
74 – 75	$A_2 \rightarrow A_2$

Tabel 5. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Current State (A_i)	Next State (A_j)	Jumlah state
A_1	$8(A_1), 10(A_2)$	18
A_2	$8(A_1), 18(A_2), 6(A_3), A_4$	33
A_3	$A_1, 6(A_2), 6(A_3), 2(A_4), A_5$	16
A_4	$2(A_3), A_4, A_7$	4
A_5	A_3	1
A_6	A_3	1
A_7	A_6	1
Jumlah state		74

Menentukan Matriks Probabilitas Transisi

Dari hasil sebelumnya diperoleh bahwa jumlah interval adalah 7, sehingga dibentuk matriks probabilitas transisi berorde 7x7 yang setiap elemennya merupakan nilai probabilitas sebagai berikut :

$$P = \begin{bmatrix} \frac{8}{18} & \frac{10}{18} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{8}{33} & \frac{18}{33} & \frac{6}{33} & \frac{1}{33} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{16} & \frac{6}{16} & \frac{6}{16} & \frac{2}{16} & \frac{1}{16} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{2}{4} & \frac{1}{4} & 0 & 0 & \frac{1}{4} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Proses Peramalan dan Defuzzifikasi Berdasarkan FLRG yang Dibentuk

Selanjutnya dilakukan proses peramalan dan defuzzifikasi berdasarkan FLRG yang telah dibentuk. Peramalan dilakukan dengan cara matriks probabilitas transisi dikalikan dengan m_i , di mana m_i adalah nilai tengah dari tiap-tiap interval dapat dilihat pada Tabel 6.

Menentukan Nilai Penyesuaian Pada Hasil Peramalan

Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memiliki langkah penyesuaian kecenderungan sebagai tahapan untuk mengurangi besarnya penyimpangan hasil peramalan. Penyesuaian kecenderungan dilakukan pada setiap hubungan antar *current state* dan *next state* dari FLR dapat dilihat pada Tabel 6.

Menentukan Hasil Peramalan yang Telah Disesuaikan

Setelah memperoleh nilai penyesuaian, selanjutnya ditentukan hasil peramalan yang telah disesuaikan yaitu hasil peramalan dijumlahkan dan dikurangi dengan nilai penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Peramalan yang Telah Disesuaikan (dalam Rupiah)

Bulan/ Tahun	Y_t	F_t	Nilai Penyesuaian	F'_t
Jan/11	195	-	-	-
Feb/11	235	214,13	11,43	225,56
Mar/11	205	230,13	- 11,43	218,70
Apr/11	205	214,13	0	214,13
Mei/11	235	214,13	11,43	225,56
Jun/11	260	230,13	22,86	252,99
Jul/11	340	273,23	34,29	307,51
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Feb/17	230	226,31	0	226,31
Mar/17	232	227,4	0	227,4
Apr/17	-	-	-	224,29

Keterangan :

Y_t = data aktual

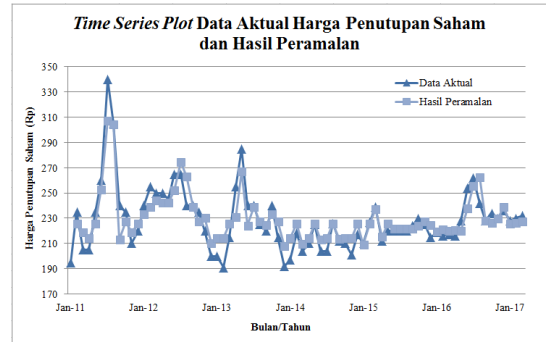
F_t = peramalan awal

F'_t = peramalan akhir

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa peramalan akhir pada bulan April 2017 yaitu Rp 224,29,00.

Perbandingan Pola Data Aktual Harga Penutupan Saham dan Hasil Peramalan

Adapun perbandingan pola data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Time series plot data aktual harga penutupan saham dan hasil peramalan

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa bentuk plot data aktual dengan hasil peramalan harga penutupan saham tiap periode memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dengan data aktualnya, yang menandakan bahwa pola hasil peramalan menggunakan *fuzzy time series Markov Chain* mengikuti pola data aktual.

Pengukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Setelah dilakukan peramalan, maka dapat dihitung besarnya kesalahan dari tiap peramalan. Kesalahan hasil peramalan pada penelitian ini menggunakan MAPE dapat dilihat pada Tabel 7 :

Tabel 7. Ukuran Ketepatan Hasil Peramalan

Bulan/ Tahun	Y_t	F'_t	$\left \frac{Y_t - F'_t}{Y_t} \right $
Jan/11	195	-	-
Feb/11	235	225,56	0,04
Mar/11	205	218,70	0,067
Apr/11	205	214,13	0,045
Mei/11	235	225,56	0,04
Jun/11	260	252,99	0,027
Jul/11	340	307,51	0,096
⋮	⋮	⋮	⋮
Feb/17	230	226,31	0,016
Mar/17	232	227,4	0,02
Jumlah			2,61

Keterangan :

Y_t = data aktual (dalam rupiah)

F'_t = hasil peramalan (dalam rupiah)

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{0,04+0,067+0,045+\dots+0,02}{75} \times 100\% \\
 &= \frac{2,61}{75} \times 100\% \\
 &= 3,48\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, data harga penutupan saham dari bulan Januari 2011 sampai dengan Maret 2017 memiliki nilai MAPE sebesar 3,48% menandakan tingkat kesalahan untuk metode *fuzzy time series Markov Chain* dalam meramalkan harga penutupan saham satu bulan kedepan. Peramalan menggunakan metode *fuzzy time series Markov Chain* mempunyai tingkat akurasi yang sangat bagus, karena mempunyai nilai MAPE di bawah 10 %.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan harga penutupan saham PT. Radiant Utama Interinsco Tbk periode Januari 2011 – Maret 2017 untuk bulan April 2017 sebesar Rp 224,29,00 dan memiliki nilai ketepatan hasil peramalan sebesar 96,52% sehingga mempunyai tingkat akurasi yang sangat bagus.

Daftar Pustaka

- Agus, S, N. (2009). *Introduction to Fuzzy Logic Using Matlab*. Jakarta : Erlangga.
- Arga, W. (1985). *Analisa Runtun Waktu Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta :BPFE- Yogyakarta.
- Aswi, dan Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu*. Makasar : Andira Publisher.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. (2010). *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Makridakis, S, Wheelright, S, C, dan McGee, V, E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi 2*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Ross, S, M. (2003). *Introduction to Probability Models*. New York : Academic Press.
- Salim, J. (2010). *Cara Gampang Bermain Saham*. Jakarta : Visi Media.
- Singh, S, R. (2009). A Computational Method of Forecasting Based on Higher-order Fuzzy Time Series. *Expert Systems with applications*, 36 : 10551-10559.
- Subagyo, P. (2009). *Forecasting Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta : BPFE.
- Sunariyah. (2003). *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal, edisi ketiga*. Yogyakarta : UPP-AMP YKPN.
- Supramono, G. (2014). *Transaksi Bisnis Saham dan Penyelesaian Sengketa Melalui Pengadilan*. Jakarta : Prenadamedia Grup.
- 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.