

Peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*

Oleh: Irza Mahya Syafrida¹, Indah Manfaati Nur², Prizka Rismawati Arum³

^{1,2,3}Univeristas Muhammadiyah Semarang

email: mahyasyafrida@gmail.com

Article history

Submission :
Revised :
Accepted :

Abstract

Time series is one of the most developed forecasting methods. The forecasting process is very important in time series data because it is needed in the decision making process. In the economic field, forecasting can be used to monitor future stock movements. This study describes the modeling problem in forecasting the Indonesian Islamic Stock Index (ISSI) using the Fuzzy Time Series (FTS) which was developed with a combination of Markov Chain. The method development is carried out by inducing the Markov Chain method at the data forecasting stage of the Indonesian Sharia Stock Index (ISSI). The test results show that the Fuzzy Time Series Markov Chain (FTSMC) forecasting model meets the criteria of high accuracy forecasting (Highly Accurate), with an increase in accuracy of 4.236151%.

Keyword:

Fuzzy Time Series, Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI), MAPE, *Markov Chain*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara muslim terbesar di dunia merupakan pasar yang sangat besar untuk pengembangan industry keuangan syariah. Investasi Syariah di pasar modal yang merupakan bagian dari industry keuangan Syariah, mempunyai peranan yang cukup penting untuk dapat meningkatkan pasar modal industry keuangan syariah di Indonesia (Azis, Mintarti, dan Nadir, 2015).

Sejak November 2007, Badan Pengawas Pasar Modal (BAPEPAM) dan Lembaga Keuangan (LK) telah mengeluarkan Daftar Efek Syariah (DES) yang berisi daftar saham Syariah yang ada di Indonesia. Keberadaan DES ditindaklanjuti oleh BEI dengan meluncurkan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada tanggal 12 Mei 2011. ISSI merupakan indeks saham syariah yang beranggotakan seluruh saham syariah yang dahulunya terdaftar di IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan) bergabung dengan saham non syariah lainnya. Pada tanggal 8 Maret 2011, diterbitkan Fatwa No. 80 tentang Penerapan Prinsip Syariah dalam Mekanisme Perdagangan Efek Bersifat Ekuitas di Bursa Efek oleh DSN-MUI. Fatwa ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap ISSI sehingga mempermudah masyarakat untuk menginvestasikan modalnya pada saham syariah di Indonesia karena investasi

syariah di pasar modal Indonesia sudah sesuai dengan prinsip-prinsip Syariah.



Indeks Saham Syariah Indonesia mengalami fluktuasi cenderung naik artinya perkembangan pasar modal syariah menunjukkan bahwa semakin meningkatnya pertumbuhan saham syariah di Indonesia dari tahun ke tahun akan semakin membuat masyarakat semakin percaya dengan berinvestasi di pasar modal syariah dan akan berdampak terhadap kesejahteraan masyarakat. Hal ini dikarenakan ada konsep halal, berkah dan bertambah pada pasar modal syariah yang memperdagangkan saham syariah. Pasar modal syariah menggunakan prinsip, prosedur, asumsi, instrumentasi, dan aplikasi bersumber dari nilai epistemologi Islam (Nazwar, 2008).

Fluktuasi harga saham dapat menyulitkan pelaku pasar/investor 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 alat yang diperlukan dalam mengatasi hal tersebut ialah teknik peramalan. Teknik peramalan merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menaksir keadaan yang akan datang (Herjanto, 2009).

Peramalan adalah proses perkiraan tentang sesuatu yang terjadi pada waktu yang akan datang berdasarkan data empiris. Tujuan utama proses peramalan adalah mengurangi ketidakpastian dan membuat perkiraan lebih baik dari apa yang akan terjadi di masa depan. System peramalan yang handal (*reliable*) dan akurat (*accurate*) dibutuhkan untuk membuat keputusan yang tepat tentang hal-hal yang esensial termasuk variabel-variabel kritical selain melibatkan hal-hal subyektif seperti intuisi dan pengalaman.

Peramalan terhadap harga saham sangat bermanfaat untuk melihat prospek investasi saham suatu perusahaan pada masa yang akan datang. Peramalan ini juga diharapkan bisa mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi pada suatu perusahaan agar terhindar dari kerugian (Riyanto, 2017). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung peramalan adalah metode *Fuzzy Time Series* (FTS).

Fuzzy time series dikembangkan oleh Song dan Chissom (Song, 1993) dikenal sebagai *fuzzy time series* klasik yang menggunakan relasi fuzzy. Relasi fuzzy dibentuk dari hubungan logika data latih yang melibatkan himpunan fuzzy dari partisi himpunan universal. Pembagian partisi himpunan universal berdasarkan distribusi statistik sebagai pertimbangan partisi ulang dan penggunaan data penyusunan himpunan universal masih menjadi masalah terbuka dalam rangka bagaimana menentukan model peramalan optimal untuk meningkatkan performansi peramalan.

Peramalan yang dibahas adalah bagaimana membentuk *fuzzy time series Markov chain* untuk menganalisis data linguistic atau data time series sampel kecil, diusulkan supaya keakuratan prediksi lebih tinggi dengan mentransfer data time series ke grup logika fuzzy, dan menggunakannya untuk mendapatkan matriks transisi *Markov chain* kemudian digunakan untuk peramalan. Selanjutnya dilihat peningkatan kehandalan dan akurasi peramalan dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

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 (Song, 1993). Sejak saat itu, banyak metode *fuzzy time series* yang diusulkan seperti, model *Chen* (Chen, 1996), Model *Weighted* (Yu, 2005), model *Markov* (Sullivan, 1994), menggunakan perbedaan dari jumlah pendaftar (Melike, 2005), dan multiple-atribut metode *fuzzy time series* (Cheng, 2008).

Fuzzy time series markov chain (Tsaur, 2012) merupakan konsep baru dalam penelitiannya untuk menganalisis keakuratan prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dengan dollar US. Dalam penelitiannya Tsaur menggabungkan metode *fuzzy time series* dengan *Markov chain*, penggabungan tersebut bertujuan untuk memperoleh probabilitas transisi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *fuzzy time series markov chain* memberikan akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan metode *fuzzy time series*.

Beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya: (1) Rifky Aisyatul Faroh dengan judul penelitian "Penerapan Model *Fuzzy Time Series Markov Chain* Untuk Peramalan Inflasi" yang menyatakan bahwa tingkat akurasi peramalan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* lebih baik dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* Klasik. Diperoleh nilai MAPE untuk model *Fuzzy Time Series-Markov Chain* yaitu 1,50% dan MSE sebesar 0,13. Sedangkan nilai MAPE untuk model *Fuzzy Time Series* Klasik yaitu sebesar 2,25% dan nilai MSE sebesar 0,34. (2) Libertania Maria Melania Esti Un dan Maria Titah Jatipaningrum dengan judul penelitian "Perbandingan Metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* Untuk Memprediksi Curah Hujan Di Nusa Tenggara Timur" yang menyatakan bahwa perbandingan hasil prediksi dari kedua metode yaitu metode *Fuzzy Time Series Chen* dan *Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan menggunakan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *R-Square* maka dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* adalah metode yang terbaik untuk memprediksi data curah hujan di Provinsi Nusa Tenggara Timur bagian pulau Timor. (3) Binar Rahmawati Dwi Prihatni Aliek dengan judul penelitian "Penerapan Model *Fuzzy Time Series Markov Chain* Untuk Peramalan Cuaca Di Jalur Penyeberangan Gresik-Bawean" yang menyatakan bahwa nilai MAPE untuk *Fuzzy Time Series Markov Chain* dari data angin, gelombang 1, gelombang 2, dan

gelombang 3 berturut-turut adalah 0.018%, 0.001%, 0.003%, dan 0.001%. Sedangkan untuk *Fuzzy Time Series* Klasik memiliki nilai MAPE berturut-turut adalah 0.119%, 0.028%, 0.059%, 0.026% yang berarti model *Fuzzy Time Series Markov Chain* lebih baik dibandingkan dengan model *Fuzzy Time Series* Klasik untuk kasus peramalan cuaca di jalur penyeberangan Gresik-Bawean. (4) M.Nazri, Martaleli Bettiza, dan Alena Uperiaty dengan judul penelitian “Penerapan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* Untuk Memprediksi Jumlah Penduduk (Studi Kasus : Kota Tanjungpinang)” yang menyatakan bahwa metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* bisa diimplementasikan untuk memprediksi jumlah penduduk Kota Tanjungpinang dan hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan 3 kali proses pengujian didapatkan hasil nilai error terkecil dari perhitungan MAPE yaitu sebesar 0.059% pada bilangan positif $D1 = 6$ dan $D2 = 165$. (5) Safira Yasmin Amalutfa dan Moh. Hafiyusholeh dengan judul penelitian “Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Dan Yuan Menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain*” yang menyatakan bahwa nilai MAPE untuk data nilai tukar jual dollar, nilai tukar beli dollar, nilai tukar jual yuan, dan nilai tukar beli yuan masing-masing adalah 0.53%, 0.48%, 0.42% dan 0.41% yang menunjukkan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* pada data nilai tukar rupiah terhadap dollar dan yuan berada pada kriteria peramalan sangat baik.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis akan membahas permasalahan tersebut dalam skripsi ini dengan judul “Peramalan Indeks Harga Saham Syariah (ISSI) Dengan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain*”.

LANDASAN TEORI

Peramalan

Definisi dari peramalan (forecasting) adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan data historis dan proses kalkulasi untuk memprediksikan sebuah proyeksi atas kejadian di masa datang. Cara lain yang dapat ditempuh adalah dengan intuisi subjektif atau dengan model matematis yang disusun oleh pihak manajemen. (Heizer & Render, 2011).

Time Series

Deret berkala (Time Series) adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang

dikumpulkan dari waktu ke waktu (Anwary, 2011). Pada deret berkala perlu memperhatikan pola data deret berkala. Pola data deret berkala dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu (Makridakis et al, 1999 dalam Aryanti, 2012):

1. Pola Horizontal (H) atau Horizontal Data Pattern
2. Pola data Trend (T) atau Trend Data Pattern
3. Pola Data Musiman (S) atau Seasonal Data Pattern
4. Pola Data Siklis (C) atau Cycled Data Pattern

Fuzzy Time Series

Fuzzy time series (FTS) adalah metode peramalan data time series yang menggunakan prinsip-prinsip fuzzy sebagai dasarnya. FTS pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom (1993) untuk meramalkan jumlah pendaftaran mahasiswa baru di Universitas Alabama. Sistem peramalan metode FTS yaitu dengan cara menangkap pola data historis kemudian digunakan untuk meramalkan data yang akan datang. Peramalan FTS menggunakan nilai himpunan fuzzy dari bilangan real atas himpunan semesta yang telah ditentukan. Data historis yang akan diramalkan diganti dengan himpunan fuzzy (Tauryawati dan Irawan, 2004).

Fuzzy Time Series Markov Chain

Fuzzy time series markov chain (Tsaur, 2012) merupakan konsep baru dalam penelitiannya untuk menganalisis kakuratan prediksi nilai tukar mata uang Taiwan dengan dolar US. Dalam penelitiannya Tsaur menggabungkan metode *fuzzy time series* dengan Markov chain, 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*.

Langkah – langkah peramalan dengan metode *fuzzy time series* markov chain adalah sebagai berikut:

1. Pembentukan lebar interval

Pada langkah ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. salah satu cara yang bisa dipakai adalah dengan menggunakan rumus Struges.

$$\text{Jumlah Interval } (n) = 1 + 3,222 \text{ Log } (n)$$

(2.36)

dengan n merupakan banyaknya data historis yang digunakan. Dari hasil tersebut, nantinya

akan terbentuk sejumlah nilai linguistik untuk mempresentasikan suatu himpunan fuzzy pada interval-interval yang terbentuk dari himpunan semesta (U).

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_k\}$$

(2.37)

dengan

U : himpunan semesta

u : besar jarak pada U, untuk $i = 1, 2, \dots, k$.

Menentukan besar lebar interval

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

Menghitung nilai tengah atau midpoint

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

(2.39)

dimana i merupakan himpunan fuzzy.

Dari hasil tersebut, maka didapatkan partisi dari himpunan semesta sesuai dengan panjang dari interval.

$$u_1 = (D_{min}; +l)$$

$$u_2 = (D_{min}; +l + 2l)$$

$$u_3 = (D_{min}; +2l + 3l)$$

⋮

$$u_k = (D_{min} + (k - 1); +kl)$$

2. Mendefinisikan fuzzifikasi.

Secara kasar himpunan fuzzy dapat diartikan sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan samar. Jika universe of discourse (U) adalah himpunan semesta $U = [u_1, u_2, \dots, u_p]$, maka suatu himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}}{u_n}$$

(2.41)

dimana $\mu_{A_i}(i_j)$ merupakan derajat keanggotaan dari u_j ke A_i dimana $\mu_{A_i}(i_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq p$ (p merupakan banyak kelas). Nilai derajat keanggotaan dari (u_j) didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A_i}(i_1) = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases}$$

(2.42)

Hal tersebut dapat digambarkan dengan aturan sebagai berikut ini.

Aturan 1: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j+1} , berarti dinyatakan nol.

Aturan 2: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_j , $1 \leq i \leq p$ maka derajat keanggotaan untuk μ_j adalah 1, untuk u_{j-1} dan u_{j+1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j , u_{i-1} dan u_{i+1} berarti dinyatakan nol.

Aturan 3: Jika data aktual X_t termasuk dalam u_i , maka derajat keanggotaan untuk u_j adalah 1, dan untuk u_{j-1} adalah 0,5 dan jika bukan u_j dan u_{j-1} berarti dinyatakan nol (Boaisha dan Amaitik, 2010).

Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p merupakan himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik dari suatu variabel linguistik, pendefinisian himpunan fuzzy A_1, A_2, \dots, A_p pada himpunan semesta U adalah sebagai berikut.

$$A_1 = \left\{ \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

$$A_2 = \left\{ \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

$$A_3 = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0,5}{u_4} + \dots + \frac{0}{u_p} \right\}$$

⋮

$$A_p = \left\{ \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \dots + \frac{0,1}{u_1} + \frac{1}{u_1} \right\}$$

di mana u_j ($i = 1, 2, \dots, p$) adalah elemen dari himpunan semesta (U) dan bilangan yang diberi simbol “/” menyatakan derajat keanggotaan $\mu_{A_i}(i_j)$ terhadap A_i ($i = 1, 2, \dots, p$) yang di mana nilainya adalah 0; 0,5 atau 1.

3. Membentuk Fuzzy Logic Relationships (FLR) dan Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG).

Menetapkan relasi fuzzy logic (FLR) berdasarkan data historis. Pada data yang telah difuzzifikasi dua himpunan fuzzy yang berurutan ($t - 1$) dan $A_{(t)}$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow t$. Hubungan diidentifikasi berdasarkan hasil dari fuzzifikasi data time series. Jika variabel time series $F_{(t-1)}$ merupakan fuzzifikasi sebagai A_k dan $F_{(t)}$ merupakan hasil fuzzifikasi sebagai A_m , maka A_k dengan A_m dapat dinotasikan sebagai $A_k \rightarrow A_m$, dimana A_k merupakan data historis saat sekarang (current state) dan A_m merupakan data historis selanjutnya dari waktu sekarang (next state). Misalkan jika FLR yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_1 \rightarrow A_2, A_1 \rightarrow A_3$, maka FLRG yang terbentuk adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2, A_3$.

4. Membuat matrik probabilitas transisi. Menemukan berapa peluang dari suatu state

menuju ke suatu state berikutnya. 30 Dari peluang-peluang tersebut dapat dibangun matriks transisi probabilitas dengan dimensi matriks transisi adalah $n \times n$. Jika state A_i membuat transisi ke state A_j dan melewati state lainnya A_k , $i, j, k = 1, 2, \dots, n$, maka dapat diperoleh FLRG.

Matriks peluang transisi R dari state bisa ditulis sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

5. Menghitung hasil peramalan. Seluruh sistem transisi terceminkan dari matrik R . Jika $F(t-1) = A_i$, proses didefinisikan menjadi state A_i pada waktu $t-1$, maka peramalan untuk $F(t)$ akan dihitung dengan menggunakan vektor baris $[P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}]$. Hasil peramalan $F(t)$ sama dengan rata-rata pembobotan dari m_1, m_2, \dots, m_n . Untuk mencari nilai midpoint dari interval u_i ($i=1, 2, \dots, k$) suatu himpunan, yaitu sebagai berikut (Yu dan Huang, 2010):

$$m_1 = \frac{[D_{min} - D_1, D_{min} - D_1 + l]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{l}{2}$$

$$m_2 = \frac{[D_{min} - D_1 + l, D_{min} - D_1 + 2xl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{3xl}{2}$$

$$m_3 = \frac{[D_{min} - D_1 + 2xl, D_{min} - D_1 + 3xl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{5xl}{2}$$

⋮

$$m_n = \frac{[D_{min} - D_1 + (n-1)xl, D_{min} - D_1 + nxl]}{2} = D_{min} - D_1 + \frac{(2x-n-1)xl}{2}$$

Terdapat aturan-aturan dalam menentukan nilai hasil output peramalan pada $F(t)$, antara lain:

Aturan 1: jika Fuzzy Logic Relationships Group dari A_i merupakan himpunan kosong ($A_j \rightarrow \emptyset$), maka peramalan $F(t)$ adalah M_i , apabila titik tengah dari interval u_i dengan persamaan berikut

$$F(t) = m_i$$

Dimana,

$$m_i = \text{Nilai Tengah } u_i$$

Aturan 2: Jika fuzzy logical relation group (FLRG) dari A_i adalah one to one yaitu $A_1 \rightarrow A_k$, dengan $P_{1k} = 1$ dan M_k merupakan nilai tengah

dari u_k dengan persamaan sebagai berikut

$$F(t) = m_i P_{jl} = m_l$$

Aturan 3: Jika fuzzy logical relation group (FLRG) dari A_j adalah one to many yaitu ($A_j \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_n$) dengan Y_{t-1} adalah data sebenarnya ($t-1$), maka hasil peramalan dilakukan menggunakan persamaan berikut

$$F(t) = m_1 P_{i1} + m_1 P_{i2} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_i + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m_n P_{ij}$$

6. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (Adjusted Value). Tujuan dari tahap ini adalah memperbaiki error peramalan yang disebabkan oleh matrik Markov-chain yang bias. Bias pada matrik ini biasanya disebabkan oleh ukuran sampel yang lebih kecil ketika memodelkan model Fuzzy time series markov-chain. Oleh karena itu, berikut prinsip-prinsip dalam menghitung nilai penyesuaian (D_t) pada peramalan:

Aturan 1: Jika state A_i berhubungan dengan A_i , mulai dari state A_i pada waktu $t-1$ sebagai $F(t-1) = A_i$, dan mengalami peningkatan transisi menuju state A_j pada waktu t , ($i < j$), maka nilai D_t adalah:

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

Aturan 2: Jika state A_i berhubungan dengan A_i , mulai dari state pada waktu $t-1$ sebagai $F(t-1) = A_i$, dan mengalami penurunan transisi menuju state A_j pada waktu t , ($i > j$), maka nilai D_t adalah:

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

Aturan 3: Jika transisi dimulai dari state A_i pada waktu $t-1$, sebagai $F(t-1) = A_i$, dan mengalami lompatan transisi kedepan (maju) menuju state $A_i + s$ pada waktu t , ($1 \leq s \leq n - i$), maka nilai nilai D_t adalah:

$$D = \left(\frac{l}{2}\right) s, (1 \leq s \leq n - i)$$

Dimana, s = jumlah lompatan ke depan.

Aturan 4: Jika transisi dimulai dari state A_i pada waktu $t-1$, sebagai $F(t-1) = A_i$, dan mengalami lompatan transisi ke belakang (mundur) menuju state A_{i-v} pada waktu t , ($1 \leq v \leq i$), maka nilai nilai D_t adalah:

$$D = -\left(\frac{1}{2}\right)^v, (1 \leq v \leq i)$$

Dimana, v = jumlah lompatan ke belakang

Aturan 5: jika fuzzy logic relationships A_i berkomunikasi dengan A_j dimana, $i=j$ maka nilai penyesuaian dari peramalan yaitu $D=0$.

7. Menghitung Hasil Peramalan Akhir didapatkan dari proses penggabungan fuzzy time series dan markov chain dilakukan dengan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$F'_t = F_t + D$$

Dimana,

F'_t = hasil peramalan akhir

F_t = hasil peramalan awal

D = nilai penyesuaian peramalan

Ukuran Ketetapan Peramalan

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah ukuran keakuratan dari nilai data *time series* pada suatu metode dan biasanya diekspresikan dalam bentuk persen.

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^n \left[\frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right] \times 100\%$$

(2.59)

keterangan:

n = jumlah data yang digunakan

X_t = data aktual atau data historis pada periode ke - t

F_t = data hasil peramalan pada periode ke - t

Suatu model dikatakan berakurasi tinggi jika nilai MAPE berada di bawah 10% dan peramalan yang baik jika nilai MAPE berada diantara 11% dan 20% (Lewis, 1982).

Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ketepatan Peramalan} = 100\% - MAPE$$

Indeks Saham Syariah Indonesia

Saham syariah merupakan saham-saham yang memiliki karakteristik sesuai dengan syariah Islam atau yang lebih dikenal dengan *syariah compliant*. Dalam melakukan transaksi di pasar modal yang harus diperhatikan adalah niat bertransaksi, untuk investasi, bukan untuk judi atau spekulasi. Sesuai Fatwa Dewan Syariah Nasional (DSN) Majelis Ulama Indonesia (MUI) No.40/DSN-MUI/X/2003 tentang Pasar Modal dan Pedoman Umum Penerapan Prinsip Syariah di Bidang Pasar Modal, yang mendefinisikan saham syariah merupakan bukti kepemilikan atas suatu perusahaan yang memenuhi kriteria tidak bertentangan dengan prinsip-prinsip syariah. Selanjutnya, pengertian saham menurut Fakhruddin dalam Prabowo (2013:14) adalah tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Wujud saham adalah lembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut. Porsi kepemilikan ditentukan oleh seberapa besar penyertaan yang ditanamkan di perusahaan tersebut. Syariah dalam arti luas "al-syariah" berarti seluruh ajaran Islam yang berupa norma-norma ilahiyah, baik yang mengatur tingkah laku batin (sistem kepercayaan/doctrinal) maupun tingkah laku konkrit (*legal formal*) yang individual dan kolektif. Dalam arti ini, Al-Syariah identik dengan din, yang berarti meliputi seluruh cabang pengetahuan keagamaan Islam, seperti kalam, tasawuf, tafsir, hadist, fiqih, usul fiqih, dan seterusnya.

METODE PENELITIAN

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder merupakan sumber data penelitian dengan cara diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data diambil secara *online* di situs <http://www.duniainvestasi.com/bei/> yang berasal dari Bursa Efek Indonesia. Data tersebut merupakan data Indeks Saham Syariah Indonesia pada periode Mei 2011 sampai dengan Desember 2020.

Variabel dan Struktur Data

Data penelitian ini menggunakan sebanyak 116 data penutupan harga saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) sebagai

variabel Y adapun struktur datanya sebagai berikut:

Tabel 1. Struktore Data Penelitian

No	Waktu	Y
1	Mei 2011	Y_1
2	Juni 2011	Y_2
3	Juli 2011	Y_3
⋮	⋮	⋮
116	Desember 2020	Y_{116}

Langkah Penelitian:

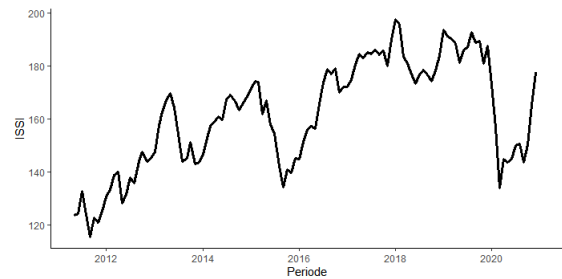
Adapun langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data historis.
2. Mendefinisikan himpunan semesta U dari data historis.
3. Menentukan jumlah dan panjang interval fuzzy.
4. Mendefinisikan himpunan fuzzy pada semesta pembicaraan U (Song dan Chisom, 1993).
5. Fuzzifikasi data historis.
6. Membentuk fuzzy logical relation (FLR) dari hasil fuzzifikasi, lalu fuzzy logical relation (FLR) dikelompokkan menjadi fuzzy logical relation group (FLRG).
7. Membentuk matrik probabilitas transisi markov.
8. Menghitung hasil peramalan (Forecasting Value).
9. Menghitung nilai penyesuaian pada peramalan (Adjusted Value).
10. Menentukan hasil ramalan yang cocok (Adjusted Forecasting Value).
11. Menghitung nilai MAPE.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Statistika Deskriptif

Data yang digunakan merupakan data harga penutupan saham syariah di Indonesia dari bulan Mei 2011 sampai dengan Desember 2020. Terdapat 116 data pengamatan yang digunakan pada penelitian ini.



Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa data Harga Penutupan Saham Pada Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) pada periode bulan Mei 2011 sampai dengan Desember 2020 cenderung memiliki pola data *trend* dan berdasarkan data tersebut, juga diketahui nilai minimal, nilai maksimal, rata-rata harga penutupan, serta standar deviasi. Nilai minimal yaitu 115.42 yang terjadi pada bulan September 2011, nilai maksimumnya yaitu 197.464 terjadi pada bulan Januari 2018, rata-rata harga penutupannya yaitu 161.5572 per bulan dan standar deviasi sebesar 20.28077744.

Pemodelan FTS Markov Chain

Langkah-langkah perhitungan peramalan saham menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) adalah sebagai berikut:

Langkah 1. Menentukan semesta pembicaraan U dari data Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Mei 2011 sampai dengan Desember 2020, yang ditunjukkan pada gambar 4.1. Dari data tersebut didapatkan data minimum ($D_{min} = 115.42$) pada bulan September 2011 dan nilai maksimum ($D_{max} = 197.464$) pada bulan Januari 2018. Selanjutnya menentukan nilai D_1 dan D_2 yang merupakan bilangan positif yang sesuai, nilai yang digunakan adalah $D_1 = 0.42$ dan $D_2 = 1.536$. Setelah mendapatkan nilai D_{min} D_{max} D_1 dan D_2 , selanjutnya dapat didefinisikan semesta pembicaraan U sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [115.42 - 0.42; 197.464 + 1.536] \\ &= [115; 199] \end{aligned}$$

Langkah 2. Membagi (partisi) semesta pembicaraan U menjadi 8 (delapan) bagian.

$$n = 1 + 3.322 \log(116) = 7.85812944 \approx 8$$

Selanjutnya mencari panjang intervalnya, diperoleh nilai ℓ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \ell &= \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{n} \\ \ell &= \frac{[(197.464 + 1.536) - (115.42 - 0.42)]}{8} = 10.5 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan panjang intervalnya ($\ell = 10.5$), maka semesta pembicaraan bias dibagi (partisi) kedalam 8

(delapan) bagian. Berikut adalah interval yang diperoleh:

Tabel 2. Pembagian Semesta Pembicaraan

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah
U_1	115.0	125.5	120.25
U_2	125.5	136.0	130.75
U_3	136.0	146.5	141.25
U_4	146.5	157.0	151.75
U_5	157.0	167.5	162.25
U_6	167.5	178.0	172.75
U_7	178.0	188.5	183.25
U_8	188.5	199.0	193.75

Langkah 3. Menentukan himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan U . Himpunan *fuzzy* ada 8 (delapan) yang terbentuk berdasarkan jumlah interval u . berikut adalah himpunan *fuzzy*:

$$A_1 = \{1/u_1, 0.5/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_2 = \{0.5/u_1, 1/u_2, 0.5/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_3 = \{0/u_1, 0.5/u_2, 1/u_3, 0.5/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_4 = \{0/u_1, 0/u_2, 0.5/u_3, 1/u_4, 0.5/u_5, 0/u_6, 0/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_5 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0.5/u_4, 1/u_5, 0.5/u_6, 0/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_6 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0.5/u_5, 1/u_6, 0.5/u_7, 0/u_8\}$$

$$A_7 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0.5/u_6, 1/u_7, 0.5/u_8\}$$

$$A_8 = \{0/u_1, 0/u_2, 0/u_3, 0/u_4, 0/u_5, 0/u_6, 0.5/u_7, 1/u_8\}$$

Langkah 4. Melakukan *fuzzyfikasi* pada data historis. Tahap ini bertujuan untuk mengubah data ISSI ke dalam bentuk nilai linguistic yang merupakan bentuk interval. Misalnya data bulan Mei 2011 ($t=1$) sebesar 123.812 masuk dalam interval $U_1 = [115.0; 125.5]$. Setelah menentukan data tersebut masuk ke dalam interval U_1 , maka data tersebut difuzzyfikasi kedalam A_1 . Hasil Fuzzyfikasi data ISSI dapat dilihat pada table.

Tabel 3. Data Fuzzyfikasi

T	ISSI	Fuzzyfikasi
1	123,8120	A_1
2	124,2900	A_1
3	132,6880	A_2
:	:	:
116	177,4830	A_6

Langkah 5. Menentukan *Fuzzy Logical Relation* (FLR) dan *Fuzzy Logical Relation Group* (FLRG). Setelah mendapatkan hasil *fuzzyfikasi*, maka dapat ditentukan FLR. FLR merupakan hubungan antara setiap urutan data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan *fuzzy*. Misalnya data ke-1 yaitu A_1 dan data ke-2 yaitu A_1 , maka FLR yang didapatkan yaitu $A_1 \rightarrow A_1$. FLR keseluruhan dari data ISSI dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. *Fuzzy Logical Relation* (FLR)

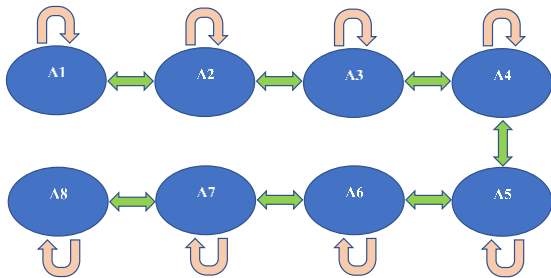
Urutan Data	FLR
1-2	$A_1 \rightarrow A_1$
2-3	$A_1 \rightarrow A_2$
3-4	$A_2 \rightarrow A_1$
:	:
115-116	$A_5 \rightarrow A_6$

Berdasarkan Tabel 4 setelah mendapatkan FLR selanjutnya menentukan FLRG. FLRG merupakan pengelompokan dari setiap perpindahan *state* yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan dari FLR yang sudah ada dan sejalan dengan prinsip dasar rantai *markov*. Berikut adalah FLRG dari seluruh data:

Tabel 5. *Fuzzy Logical Relation Group* (FLRG)

Current State	Next State
A_1	$(5A_1) (2A_2)$
A_2	$(A_1) (2A_2) (5A_3)$
A_3	$(3A_2) (9A_3) (7A_4)$
A_4	$(A_2) (5A_3) (3A_4) (5A_5)$
A_5	$(3A_4) (10A_5) (5A_6)$
A_6	$(A_4) (3A_5) (9A_6) (5A_7)$
A_7	$(5A_6) (14A_7) (3A_8)$
A_8	$(3A_7) (6A_8)$

FLRG yang didapatkan, selanjutnya digunakan untuk membentuk proses transisi peramalan yang menggambarkan hubungan antara satu *state* dengan *state* lainnya. Berikutnya adalah proses transisi peramalan:



Tanda panah dua arah menunjukkan bahwa *state* bertransisi dari satu *state* ke *state* berikutnya dan berlaku hubungan sebaliknya, *state – state* tersebut antara lain A_1 dan A_2 , A_2 dan A_3 , A_3 dan A_4 , A_4 dan A_5 , A_5 dan A_6 , A_6 dan A_7 , serta A_7 dan A_8 . Sedangkan tanda tanah panah yang menunjukkan kearah dirinya sendiri berarti *state-state* tersebut antara lain $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7$, dan A_8 .

Langkah 6. Menghitung hasil peramalan. Pada tahap ini akan dibentuk matrik probabilitas transisi *Markov* berorde 8×8 dari FLRG yang sudah ditentukan pada tahap sebelumnya. Misalnya untuk $A_i \rightarrow A_j$ dengan $i = 1$ dan $j = 1, 2, \dots, n$, *state* A_1 bertransisi ke *state* lainnya sebanyak 7 kali yaitu ke *next state* A_1 sebanyak 5 kali dan *next state* A_2 sebanyak 2 kali, maka $P_{11} = 5/7$ dan $P_{12} = 2/7$. Berikut adalah matrik transisi *markov*:

$$P = \begin{bmatrix} 5/7 & 2/7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/8 & 2/8 & 5/8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3/19 & 9/19 & 7/19 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/14 & 5/14 & 3/14 & 5/14 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3/18 & 10/18 & 5/18 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/18 & 3/18 & 9/18 & 5/18 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5/22 & 14/22 & 3/22 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3/9 & 6/9 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan matrik probabilitas transisi *Markov*, selanjutnya akan dilakukan peramalan. Sebagai contoh perhitungan peramalan untuk bulan Juni 2011 (data ke-2) dan bulan Agustus 2011 (data ke-4), dengan melihat data bulan sebelumnya (Mei 2011 dan Juli 2011) dimana *state* bertransisi dari $A_1 \rightarrow A_1$ dan $A_2 \rightarrow A_1$. Berikut adalah perhitungan peramalan:

$$\begin{aligned} F(1) &= Y(t-1)P_{11} + m_2P_{12} \\ &= (123.812)(5/7) + (130.75)(2/7) \\ &= 125.7943 \\ F(3) &= m_1P_{11} + Y(t-1)P_{12} + m_3P_{13} \end{aligned}$$

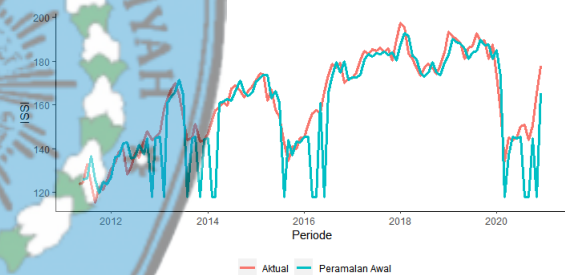
$$\begin{aligned} &= (120.25)(1/8) + (132.688)(2/8) + \\ &\quad (141.25)(5/8) \\ &= 136.4845 \end{aligned}$$

Menggunakan cara yang sama, berikut ini adalah hasil peramalan awal sebelum disesuaikan dapat dilihat pada table.

Tabel 6. Hasil Peramalan Awal Sebelum Disesuaikan

Bulan/Tahun	Data Aktual	Hasil Peramalan Awal $F(t)$
Mei/2011	123,8120	*
Juni/2011	124,2900	125,7943
Juli/2011	132,6880	126,1357
Agustus/2011	124,0840	136,4845
⋮	⋮	⋮
Desember/2020	177,4830	165,0067

Visualisasi grafik perbandingan antara data actual dengan nilai peramalan awal sebelum disesuaikan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada gambar berikut:



Pada gambar tersebut peramalan awal sebelum disesuaikan menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang ditunjukkan dengan grafik berwarna biru menjelaskan bahwa pola dari nilai saham syariah yang dihasilkan tidak sama dengan pola nilai saham syariah yang sesungguhnya.

Langkah 7. Menyelesaikan kecenderungan nilai peramalan. Metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* mempunyai langkah penyesuaian kecenderungan nilai peramalan sebagai tahapan untuk mengurangi besarnya penyimpangan hasil peramalan. Penyesuaian kecenderungan nilai peramalan dilakukan pada setiap hubungan antar *current state* dan *next state* dari FLR. Sebagai contoh perhitungan nilai penyesuaian untuk bulan Juni 2011 dan Juli 2011, pada Tabel 4 *current state* dan *next state* adalah $A_1 \rightarrow A_1$ dan $A_1 \rightarrow A_2$ berikut perhitungan untuk nilai penyesuaiannya:

$$D_{t(\text{Juni } 2011)} = 0$$

$$D_{t(\text{Juli } 2011)} = \left(\frac{\rho}{2}\right)$$

$$= \left(\frac{10,5}{2}\right)$$

$$= 5,25$$

Berikut hasil penyesuaiannya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 7. Nilai Penyesuaian Hasil Peramalan

Current State	Next State	Nilai Penyesuaian
$A_1 \rightarrow$	A_1	0
$A_1 \rightarrow$	A_2	5,25
$A_2 \rightarrow$	A_1	-5,25
\vdots	\vdots	\vdots
$A_4 \rightarrow$	A_5	5,25
$A_5 \rightarrow$	A_6	5,25

Langkah 8. Menentukan hasil peramalan akhir. Setelah memperoleh nilai penyesuaian, selanjutnya ditentukan hasil peramalan akhir. Hasil peramalan akhir merupakan hasil peramalan yang telah disesuaikan yaitu hasil peramalan awal yang telah dijumlahkan dengan nilai penyesuaian yang ada. Untuk perhitungan nilai penyesuaian yang disesuaikan mengikuti aturan yang sudah ada.

Sebagai contoh perhitungan untuk nilai peramalan yang telah disesuaikan adalah sebagai berikut:

- Misal pada $D_{t(\text{Juni } 2011)}$ yang memiliki nilai penyesuaian sebesar 0 dan nilai peramalan awal sebesar 125.7943 sehingga

$$F'(1) = F(1) \pm D_{t(\text{Juni } 2011)}$$

$$= 125.7943 + 0$$

$$= 125.7943$$
- Misal pada $D_{t(\text{Juli } 2011)}$ yang memiliki nilai penyesuaian sebesar 5.25 dan nilai peramalan awal sebesar 126.1357 sehingga

$$F'(2) = F(2) \pm D_{t(\text{Juli } 2011)}$$

$$= 126.1357 + 5.25$$

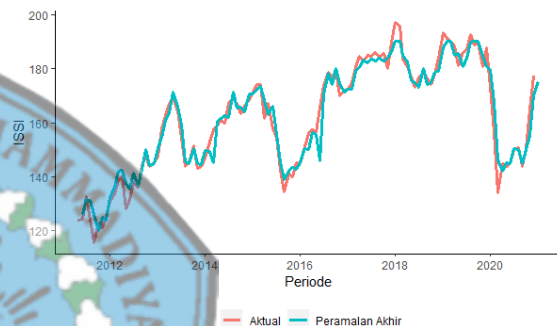
$$= 131,3857$$

Berikut adalah hasil peramalan akhir metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) dapat dilihat pada tabel.

Tabel 8. Hasil Peramalan Akhir Setelah Disesuaikan

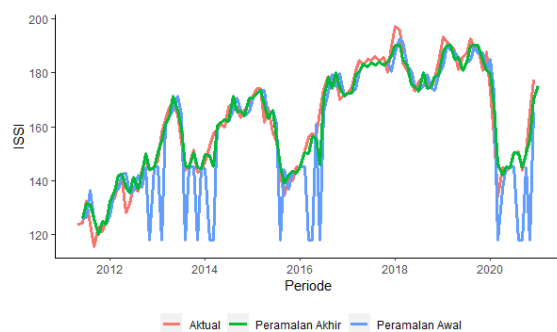
Bulan/Tahun	Data Aktual	Hasil Peramalan Awal $F(t)$	Nilai Penyesuaian	Hasil Peramalan Akhir $F(t)$
Mei/2011	123,8120	-	-	-
Juni/2011	124,2900	125,7943	0	125,7943
Juli/2011	132,6880	126,1357	5,25	131,3857
Agustus/2011	124,0840	136,4845	-5,25	131,2345
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
November/2020	165,1120	149,8333	5,25	144,7257
Desember/2020	177,4830	165,0067	5,25	170,2567

Visualisasi grafik perbandingan antara data actual dengan nilai peramalan akhir setelah disesuaikan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada gambar berikut:



Pada gambar tersebut peramalan akhir setelah disesuaikan menggunakan *Fuzzy Time Series Markov Chain* yang ditunjukkan dengan grafik berwarna biru menjelaskan bahwa pola dari nilai saham syariah yang dihasilkan hampir sama dengan pola nilai saham syariah yang sesungguhnya.

Visualisasi grafik perbandingan antara data actual, peramalan awal sebelum disesuaikan, dan peramalan akhir setelah disesuaikan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* dapat dilihat pada gambar berikut:



Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa peramalan yang memiliki pola dari nilai

saham syariah yang dihasilkan hampir sama dengan pola data actual atau data nilai saham syariah yang sesungguhnya adalah peramalan akhir setelah disesuaikan dengan grafik berwarna hijau. Meskipun besar nilai yang dihasilkan tidak sama dengan nilai data actual, tetapi pola nilai peramalan akhir dari metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* mengikuti pola dari data actual.

Langkah 9. Menghitung nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi model *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC). Adapun hasil perhitungan tingkat akurasi dapat dilihat pada tabel.

Tabel 9. Ketepatan Model (MAPE)

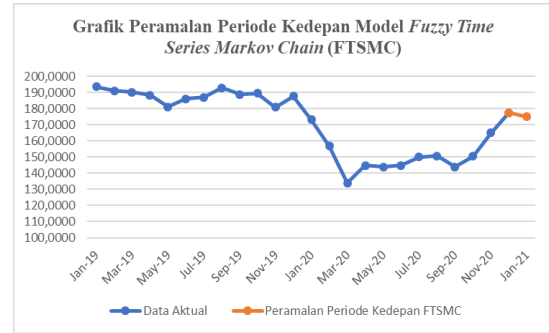
MAPE
4.236151

Tabel tersebut menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memperoleh nilai MAPE sebesar 4.236151% yang berarti terjadi penyimpangan sebesar 4.236151% atau tingkat akurasi mencapai 95,763849% dari data actual. Berdasarkan keakuratan MAPE, maka peramalan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* memenuhi kriteria hasil peramalan yang berakurasi tinggi (*Highly Accurate*) karena nilai MAPE < 10%.

Peramalan Model *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC)

Pemodelan yang telah dilakukan dan perhitungan tingkat keakuratan pada penjelasan sebelumnya, diketahui pemodelan *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) menghasilkan kriteria peramalan yang berakurasi tinggi (*Highly Accurate*). Sehingga langkah selanjutnya adalah meramalkan data harga penutupan Indeks Saham Syariah Indonesia menggunakan model FTSMC. Untuk hasil peramalan bulan berikutnya, yaitu bulan Januari 2021 dengan jumlah data actual sebanyak 116, $\ell = 10.5$, didapatkan transisi berada di A_6 maka hasil peramalan sebesar 175,1165.

Visualisasi grafik peramalan periode kedepan dengan menggunakan FTSMC dapat dilihat pada gambar berikut:



Berdasarkan gambar tersebut bahwa nilai peramalan harga penutupan saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia untuk 1 periode ke depan (Januari 2021) adalah sebesar 175,1165. Setelah didapatkan nilai peramalannya, lalu dibandingkan dengan data periode sebelumnya sebesar 177,483, selisih dari kedua nilai tersebut cukup kecil hanya sebesar 2,3665 artinya pada periode kedepan mengalami penurunan sebesar 2,3665.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari uraian yang telah dibahas pada penjelasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Pola data yang diperoleh menggunakan model *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) mengikuti pola dari data actual yaitu pola data *trend*.
2. Hasil peramalan harga penutupan saham pada Indeks Saham Syariah Indonesia pada bulan Januari 2021 dengan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) menggunakan 8 himpunan fuzzy adalah sebanyak 175,1165.
3. Model *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTSMC) memenuhi kriteria hasil peramalan yang berakurasi tinggi (*Highly Accurate*) karena nilai MAPE < 10%. Diperoleh nilai MAPE untuk model FTSMC yaitu 4.236151% yang berarti terjadi penyimpangan sebesar 4.236151% atau tingkat akurasi mencapai 95,763849% dari data actual.

Saran

Dari hasil penelitian ini ada saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya adalah penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan pengembangan dengan membandingkan berbagai macam model *Fuzzy Time Series* lain seperti menggunakan model Heuristic, Chen-Hsu dan lain sebagainya, sehingga mampu menghasilkan peramalan yang

lebih tepat dan tingkat keakuratan yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Aliék, Binar Rahmawati Dwi Prihatni. 2018. *Penerapan Model FTS-Markov Chain Untuk Peramalan Cuaca Di Jalur Penyeberangan Gresik-Bawean*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya: Surabaya.
- Amalutfia, Safira Yasmin dan Moh. Hafiyusholeh. 2020. *Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Dan Yuan Menggunakan FTS-Markov Chain*. Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Lamongan, E-ISSN: 2656-5946, P-ISSN: 2656-2286, Vol. 2 (2), pp, 102-113.
- Antokolaras, Anggardito. 2017. *Analisis pengaruh Variabel Makroekonomi Domestik dan Makroekonomi Global Terhadap Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) Periode 2012-2016*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Bintang, Andi Sri, Wen-Chi Huang dan Rosihan Asmara. 2019. *Forecasting Of Indonesia Seaweed Export: A Comparison Of Fuzzy Time Series With And Without Markov Chain*. Agricultur Socio-Economics Journal, Volume XIX, Vol. 1, No. 2, hlm, 85-94.
- Cai, Zhang, Wu, and Leung. 2013. *A Novel Stock Forecasting Model Based On Fuzzy Time Series And Genetic Algorithm*. Procedia Computer Science, Volume 18.
- Cheng CH, Chen TL, Teoh HJ and Chiang CH. 2008. *Fuzzy Time-Series Bases On Adaptive Expectation Model For TAIEX Forecasting*. Expert Systems with Applications, (34), 1126-1132.
- Elfajar, Setiawan dan Dewi. 2017. *Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, e-ISSN: 2548-964X, Vol. 1, No. 2, hlm, 85-94.
- Faroh, Rifky Aisyatul. 2016. *Penerapan Model Fuzzy Time Series Markov Chain Untuk Peramalan Inflasi*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Fauziah, Normalita, dkk. 2016. *Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus : Curah Hujan Kota Samarinda)*. Journal Statistika, Vol. 4, No. 2, November 2016.
- Haris, M. Syauqi. 2010. "Implementasi Metode Fuzzy Time Series Dengan Penentuan Interval Berbasis Rata-Rata Untuk Peramalan Data Penjualan Bulanan". Universitas Brawijaya: Malang.
- Jatipaningrum, Maria Titah. 2016. *Peramalan Data Produk Domestik Bruto Dengan Fuzzy Time Series Markov Chain*. Jurnal Teknologi, Volume 9 No. 1, Juni 2016, 31-38.
- Khoirudin, Arwan Ahmad. 2007. *Algoritma Genetika Untuk Menentukan Jenis Kurva Dan Parameter Himpunan Fuzzy*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007), ISSN: 1907-5022, Yogyakarta, 16 Juni 2007.
- Muhajir, M. 2016. *Aplikasi Model Fuzzy Time Series Markov-Chain Dalam Memprediksi Produksi Premium Dan Solar di Indonesia*. Skripsi. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- (Nazri, Muhammad, Martaleli Bettiza, dan Alena Uperiati. 2018. *Penerapan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain Untuk Memprediksi Jumlah Penduduk (Studi Kasus : Kota Tanjungpinang)*. Skripsi. Universitas Maritim Raja Ali Haji: Tanjungpinang.)
- Prayogi, Arif Rohmad. 2018. "Demand Forecasting Penggunaan Energi Listrik (KWH) Menggunakan Fuzzy Time Series Cheng (Studi Kasus di PT PLN Area Yogyakarta)". Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Qin, Yao, dkk. 2017. *A Dual-Stage Attention-Based Recurrent Neural Network For Time Series Prediction*. Journal : University of California, arXiv: 1704.02971v4 [cs.LG] 14 Aug 2017.

- Rukhansah, Muslim dan Arifudin. 2015. *Fuzzy Time Series Markov Chain Dalam Meramalkan Harga Saham*. Seminar Nasional Ilmu Komputer (SNK) – Semarang, ISBN: 978-602-1034-19-4.
- 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.
- Sigh, S, R. 2007. *A Simple Time Variant Method For Fuzzy Time Series Forecasting*. Cybermetics and System: An Int. Jurnal, 38. 305-521.
- Song, Q. dan Chissom, B. S. 1993. *Forecasting Enrollment With Fuzzy Time Series-Part 1*. Fuzzy Sets and Systems, 54(1): 1-9.
- Song, Qiang dan Brad S. Chissom. 1991. *Fuzzy Time Series And Its Models*. Fuzzy Sets and Systems 54 (1993) 269-277.
- Sungkawa, Iwa dan Ries Tri Megasari. 2011. *Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulya*. Jurnal : Mathematics & Statistics Department School of Computer Science, Binus University, Vol. 2, No. 2 Desember 2011: 636-645.
- Suryanto, Andik Adi dan Asfan Muqtadir. 2019. *Penerapan Metode Mean Absolute Error (MAE) Dalam Algoritma Regresi Linier Untuk Prediksi Produksi Padi*. SAINTEKBU: Jurnal Sains dan Teknologi, Volume: 11 No. 1 Februari 2019.
- Tay, Francis E.H dan Lijuan Cao. 2001. *Application Of Support Vector Machines In Financial Time Series Forecasting*. Omega The International Journal Of Management Science, Omega 29 (2001) 309-317.
- 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.
- Tsaur, R. C., Yang, J.C.O., dan Wang, H.F. 2004. *Fuzzy Relation Analysis in Fuzzy Time Series Model*. Computer and Mathematics with Applications, 49(4): 539-548.
- Un, Libertania Maria Melania Esti dan Maria Titah Jatipaningrum. 2019. *Perbandingan Metode FTS-Chen dan FTS-Markov Chain Untuk Memprediksi Curah Hujan Di Nusa Tenggara Timur*. Jurnal Statistika Industri dan Komputasi, E-ISSN: 2527-9378, Volume 4, No. 2, Juli 2019, pp. 1-9.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 1995. Tentang Pasar Modal.
- Vivianti, dkk. 2020. *Implementasi Metode Fuzzy Time Series Untuk Peramalan Jumlah Pengunjung di Benteng Fort Rotterdam*. Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research. ISSN 2684-7590, Vol. 2 No. 1 (2020), 1-2.
- Wahyuni, Nur. 2015. *Average-Based Fuzzy Time Series Markov Chain Untuk Meramalkan Kurs Nilai Tukar Rupiah USD-IDR*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Wibowo, Trigati Widyandari Lestari. 2015. *Peramalan Harga Minyak Mentah di Indonesia dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Widi, Tegar Anugrah. 2018. “Perbandingan Model Chen Dan LEE Pada Metode Fuzzy Time Series Untuk Prediksi Harga Saham Bank BRI (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian Bank BRI Periode 10 November 2017-29 Maret 2018)”. Skripsi. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Widoatmojo, Sawidji. 2005. *Cara Sehat Investasi di Pasar Modal*. Jakarta: PT. Jurnalindo Aksaragrafika.
- Yuliana, Indah. 2010. *Investasi Produk Keuangan Syariah*. Malang: UIN=Maliki Press.

