

Comparison of Forecasting Using Fuzzy Time Series Chen Model and Lee Model to Closing Price of Composite Stock Price Index

Mohammad Reza Febrino, Dony Permana*, Syafriandi, Nonong Amalita

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: donypermana@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 27 Oktober 2022

Revised : 14 Desember 2022

Accepted : 10 Februari 2023

ABSTRACT

Investment is an activity to invest with the hope that someday you will get a number of benefits from the investment result. In investing, analyzing is important to see the current situation and condition of stock. Investors can forecast stock prices by looking at trends based on data movements from stock prices in the past. Fuzzy Time Series (FTS) was used in this study to forecast. Fuzzy time series is a forecasting technique that uses patterns from past data to project future data in areas where linguistic values are formed in the data. This study compares the closing price of composite stock forecasting using the fuzzy time series chen and lee models. The JCI's closing price for the following period is 6,904 and has a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 4.03%, according to the chen fuzzy time series method. In contrast, utilizing Lee's fuzzy time series method, the predicted JCI closing price for the following period is 7,046, with a MAPE value of 3.10 percent. It can be concluded from the forecasting results of the Chen and Lee methods that the Lee model FTS is superior to the Chen model FTS in predicting the JCI closing price.

Keywords: Composite stock price index, Forecasting, Fuzzy Time Series, Investment, Mean Absolute Percentage Error



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Investasi adalah aktivitas penanaman modal, dengan harapan pada suatu waktu nanti mendapat sejumlah keuntungan dari hasil penanaman modal tersebut. Ada banyak instrumen investasi yang tersedia, masing-masing dengan manfaat dan risikonya sendiri. Saham adalah pilihan investasi yang populer dan menggiurkan di Indonesia. Saham adalah selembar kertas yang di atasnya tertulis jumlah, nama perusahaan, dan hak serta tanggung jawab masing-masing investor (Fahmi, 2012). Menganalisis saham untuk menentukan keadaan dan kondisinya saat ini adalah bagian penting dari investasi. Dengan melihat data pergerakan harga saham di masa lalu, investor dapat memprediksi harga saham. Penyertaan modal seseorang atau suatu pihak dalam suatu perusahaan atau Perseroan Terbatas diwakili oleh saham. Segala transaksi jual beli saham diselenggarakan dan disediakan oleh Bursa Efek Indonesia. Bursa Efek Indonesia (BEI) adalah pihak media transaksi perdagangan yang mempertemukan penjual dengan pembeli efek. pada tahun 1983 BEI memperkenalkan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) sebagai fitur indeksasi saham. IHSG adalah statistik ringkas yang digunakan untuk menunjukkan data pergerakan seluruh saham dalam satu atau beberapa grafik saja (www.ocbcnisp.com, 2021).

Penelitian ini dilakukan peramalan harga penutupan IHSG dengan menggunakan *fuzzy time series* model Chen dan *fuzzy time series* model Lee. Teknik peramalan yang dikenal dengan *fuzzy time series* memanfaatkan pola-pola yang ditemukan pada data sebelumnya untuk memberikan gambaran data yang akan datang. Nilai-nilai historis tersebut kemudian dibentuk dalam nilai – nilai linguistik. Model Song dan Chissom, yang telah digunakan untuk memprediksi jumlah registrasi (Song, 1993), hanyalah dua dari sekian banyak model yang menyusun deret waktu fuzzy. Namun, belakangan diketahui bahwa model Chen dan Lee dianggap lebih baik dalam memprediksi karena model Song dan Chissom tidak memiliki tingkat keakuratan yang baik untuk peramalan (Wangren, 2011).

Berdasarkan penelitian Mahadi, dkk. (2020) metode peramalan *Fuzzy Time Series* model Lee digunakan untuk meramalkan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan di Kalimantan Timur. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian tersebut, diperoleh hasil ukuran ketepatan peramalan menggunakan *Mean Absolute*

Percentage Error (MAPE) sebesar 0,53428% dan 0,16675%. Sedangkan pada penelitian Alfjariani, dkk. (2020) Metode peramalan *fuzzy time series* model Chen digunakan untuk memprediksi kunjungan wisatawan di museum Mulawarman. Berdasarkan hasil peramalan tersebut diperoleh tingkat akurasi MAPE dibawah 20%. yang mana bisa disimpulkan bahwa Metode Fuzzy Time Series Chen dan Lee dapat meramalkan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai menggunakan model *fuzzy time series* Chen dan Lee untuk meramalkan harga penutupan IHSG dan menemukan metode yang unggul untuk memprediksi harga penutupan IHSG. Hal ini akan memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan investor dalam mengambil keputusan, mengembangkan pengetahuan tentang peramalan harga saham, dan menjadi referensi untuk menulis karya ilmiah atau mengembangkan penelitian lebih lanjut.

II. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *Investing.com*. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga penutupan IHSG. Populasi dalam penelitian ini adalah semua data IHSG yang resmi semenjak diperkenalkan pertama kali pada tanggal 1 April 1983 hingga saat ini, sedangkan sampel dari penelitian ini adalah data harga penutupan mingguan IHSG dari bulan Oktober 2017 – September 2022.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *fuzzy time series* Chen dan Lee dalam meramalkan data harga penutupan IHSG. Langkah-langkah dalam analisis data sebagai berikut:

1. Menentukan himpunan semesta

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

yang akan dibagi menjadi interval dengan jarak yang sama dan digunakan sebagai himpunan untuk data yang sebenarnya. D_1 dan D_2 adalah dua angka positif sembarang. Sedangkan D_{min} dan D_{max} adalah nilai data terkecil dan terbesar

2. Pembentukan Interval.

Pada tahap ini, himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Dengan menggunakan aturan *sturges* sebagai berikut.

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

dengan K adalah banyak kelas yang terbentuk dan n adalah jumlah data historis yang digunakan. Langkah selanjutnya adalah menentukan rentang (*Range*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$R = D_{max} - D_{min} \quad (3)$$

D_{max} adalah data terbesar, D_{min} adalah data terkecil, dan R adalah *range*. Nilai *range* tersebut digunakan untuk menentukan lebar interval dengan menggunakan rumus.

$$I = \frac{\text{Range } (R)}{\text{Banyak Kelas } (K)} \quad (4)$$

Dengan :

I : Lebar interval

R : Rentang

K : Banyak kelas

3. Mengidentifikasi himpunan *fuzzy*.

Tahap ini mengubah himpunan semesta yang telah terbagi. Kemudian dibentuk menjadi himpunan *fuzzy* berdasarkan interval yang telah diperoleh. Misalkan Q_1, Q_2, \dots, Q_n adalah himpunan *fuzzy* yang terdiri dari nilai linguistik dari suatu variabel linguistik.

$$\begin{aligned} Q_1 &= \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3, \dots + 0/u_k \\ Q_2 &= \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3, \dots + 0/u_k \\ Q_p &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3, \dots, 0,5/u_{k-1} + 1/u_k \end{aligned} \quad (5)$$

dimana $u_k (i = 1, 2, \dots, p) =$ elemen dari himpunan semesta (U) dan “/” menyatakan derajat keanggotaan dengan nilainya yang berada dalam rentang 0, 0.5, dan 1.

4. Fuzzifikasi data historis.

Langkah pertama dalam proses inferensi *fuzzy* disebut Fuzzifikasi. Setelah menerima input data, sistem menentukan nilai fungsi keanggotaan dan mengkategorikan data sesuai interval yang telah ditentukan untuk mengubah variabel numerik (non-fuzzy) menjadi variabel linguistik (*fuzzy*) (Jang, 1997).

5. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR).

Ambil contoh, $F_t = Q_i$ dan $F_{(t+1)} = Q_j$. Hubungan logika fuzzy diwakili oleh $Q_i \rightarrow Q_j$, dimana Q_i menunjukkan keadaan saat ini dari data historis dan Q_j menunjukkan data historis berikutnya dari waktu saat ini (keadaan berikutnya). Hubungan antara dua observasi berurutan F_t dan $F_{(t+1)}$ menjadi $F_t \rightarrow F_{(t+1)}$.

Contoh : $Q_1 \rightarrow Q_1$, $Q_1 \rightarrow Q_2$ dan $Q_2 \rightarrow Q_1$

6. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).

Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) merupakan hasil penggabungan nilai dari setiap Q_i yang diperoleh melalui proses FLR. Model Chen dan Lee adalah salah satu dari beberapa pendekatan umum untuk menentukan urutan formasi FLRG ini. Proses pengelompokan inilah yang membedakan kedua model tersebut. Karena tidak ada pembobotan yang digunakan untuk menentukan relasi dalam grup, Dalam model Chen relasi yang sama dianggap satu. Sedangkan dalam model Lee, relasi yang sama tidak dianggap satu. karena menurut Lee dapat mempengaruhi nilai prediksi maka nilai tersebut harus dihitung (Qiu dkk, 2011).

7. Defuzifikasi nilai ramalan.

Nilai peramalan yang didapatkan dari nilai tengah setiap interval pada FLRG yang dibentuk pada tahap sebelumnya disebut defuzifikasi.

8. Menghitung nilai ketepatan model.

Secara teori, peramalan dilakukan dengan membandingkan prediksi dengan apa yang sebenarnya terjadi. Cara terbaik untuk menggunakan teknik peramalan adalah dengan menggunakan teknik yang menghasilkan penyimpangan paling sedikit. Ketepatan hasil peramalan dapat dihitung dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut (Jumingan, 2009).

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{x_t - f_t}{x_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (6)$$

dimana X_t adalah data aktual pada periode ke- t ; f_t adalah nilai hasil model pada periode ke- t ; n adalah banyaknya data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi data dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui ukuran pemusatan, besaran sebaran, dan bentuk pola data mingguan harga penutupan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Oktober 2017 – September 2022 sebelum melakukan analisis terhadap data tersebut. Berikut adalah deskripsi data mingguan harga penutupan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Oktober 2017 – September 2022.

Tabel 1. Deskripsi Data Harga Penutupan IHSG Oktober 2017 – September 2022

Min	Max	Mean	St. Deviasi
4.195	7.243	6.120	609,728

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan dua model peramalan yaitu model Chen dan Lee. Penerapan *fuzzy time series* model Chen dan Lee pada data mingguan harga penutupan IHSG Oktober 2017 – September 2022 dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut. Langkah awal dalam analisis data *fuzzy time series* model Chen dan Lee adalah pembentukan himpunan semesta yang digunakan untuk melihat semua data yang akan digunakan dalam pembentukan interval. Pada Tabel 1. diketahui nilai minimum pada data mingguan harga penutupan IHSG Oktober 2017 – September 2022 adalah 4.195 dan nilai maksimumnya adalah 7.243. Sedangkan untuk nilai D1 dan D2 sembarang ditetapkan nilai masing-masingnya yaitu 0. Sehingga semesta pembicara yang dihasilkan adalah: $= [4.195 - 0, 7.243 + 0] = [4.195, 7.243]$.

Langkah selanjutnya adalah membentuk interval. Sebelum membentuk interval kelas, perlu diketahui terlebih dahulu banyak kelas interval dan rentang kelas interval. Rumus *sturges* dapat digunakan untuk menentukan banyak kelas interval sehingga diperoleh hasil sebagai berikut. $K = 1 + 3,3 \times \log 260 = 8,97 \approx 9$. Langkah selanjutnya adalah menentukan rentang kelas interval sehingga diperoleh hasil sebagai berikut. $R = 7.243 - 4.195 = 3,048$. Nilai rentang tersebut digunakan untuk mencari panjang interval. diperoleh hasil sebagai berikut. $I = \frac{3,048}{9} = 338,64$ Hasil dari perhitungan tersebut adalah terdapat sembilan interval kelas dengan panjang 338,64. Maka terbentuklah $U_1, U_2, U_3, \dots, U_9$ berdasarkan jumlah interval dengan panjang yang sama, yaitu sebagai berikut $U_1 =$

$[4,195 - 4,534], U_2 = [4,534 - 4,872], U_3 = [4,872 - 5,211], U_4 = [5,211 - 5,549], U_5 = [5,549 - 5,888], U_6 = [5,888 - 6,227], U_7 = [6,227 - 6,565], U_8 = [6,565 - 6,904], U_9 = [6,904 - 7,243]$

Langkah berikutnya adalah menentukan himpunan *fuzzy* pada himpunan semesta. Berdasarkan interval waktu yang diperoleh, tahap ini mengubah himpunan U yang telah dibagi, yang masih merupakan himpunan bilangan *crisp*, menjadi himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* dibuat berdasarkan nilai dari keanggotaan *fuzzy* (A_i), yaitu antara 0, 0.5, 1, dimana $1 = i = n$, n adalah jumlah interval yang telah diperoleh sebelumnya. Bernilai 1 untuk $j = 1$, 0 untuk $j = i - 1$ atau $j = i + 2$, dan 0 untuk nilai lainnya. Penggambaran pembentukan himpunan *fuzzy* dalam bentuk matriks dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Himpunan *Fuzzy* Model Chen

A_{ij}	A_{1i}	A_{2i}	A_{3i}	A_{4i}	A_{5i}	A_{6i}	A_{7i}	A_{8i}	A_{9i}
A_{1j}	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0
A_{2j}	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0
A_{3j}	0	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0
A_{4j}	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0	0
A_{5j}	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0
A_{6j}	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0
A_{7j}	0	0	0	0	0	0.5	1	0.5	0
A_{8j}	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0.5
A_{9j}	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1

Dengan menggunakan rumus pada persamaan 5, dapat menghasilkan himpunan *fuzzy* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_4 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{1}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_5 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{1}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_6 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0.5}{u_5} + \frac{1}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_7 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0.5}{u_6} + \frac{1}{u_7} + \frac{0.5}{u_8} + \frac{0}{u_9} \\
 A_8 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0.5}{u_7} + \frac{1}{u_8} + \frac{0.5}{u_9} \\
 A_9 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} + \frac{0.5}{u_8} + \frac{1}{u_9}
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah fuzzifikasi data historis. Setelah menerima input data, sistem mengubah variabel numerik (*non-fuzzy*) menjadi variabel linguistik (*fuzzy*) dan menentukan nilai fungsi keanggotaannya.

Tabel 3. Nilai Fuzzifikasi

Tanggal	Harga Penutupan	Fuzzifikasi
1 Oktober 2017	5.905	A_6
8 Oktober 2017	5.924	A_6
15 Oktober 2017	5.930	A_6
⋮	⋮	⋮
11 September 2022	7.169	A_9
18 September 2022	7.179	A_9
25 September 2022	7.041	A_9

Berdasarkan tabel 3, Harga penutupan IHSG pada 1 Oktober 2017 sebesar 5.905. data tersebut termasuk dalam derajat keanggotaan nilai linguistik A_6 , karena harga penutupan IHSG pada tanggal 1 Oktober 2017 berada pada interval $U_6 = [5,888 - 6,227]$. Pada data harga penutupan IHSG tanggal 8 Oktober juga termasuk kedalam derajat keanggotaan nilai linguistik A_6 , karena harga penutupan IHSG pada tanggal 8 Oktober 2017 berada pada interval

$U_6 = [5,888 - 6,227]$. Begitu seterusnya sampai dengan harga penutupan IHSG yang terakhir, yaitu pada tanggal 25 September 2022 yang termasuk kedalam derajat keanggotaan nilai linguistik A_9 , karena harga penutupan IHSG pada tanggal 25 september 2022 berada pada interval $U_9 = [6,904 - 7,243]$.

Langkah selanjutnya adalah membentuk *Fuzzy Logic Relationship (FLR)*. *Fuzzy Logic Relationship (FLR)* merupakan hubungan yang terbentuk dari himpunan fuzzy A_i . FLR dapat ditulis $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah himpunan pengamatan sebelumnya $F_{(t-1)}$ dan A_j adalah himpunan pengamatan saat ini $F_{(t)}$ pada data *time series*. Berikut adalah hasil dari proses FLR yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil FLR

Periode	Fuzzifikasi	FLR
1 Oktober 2017	A_6	$NA \rightarrow A_6$
8 Oktober 2017	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
15 Oktober 2017	A_6	$A_6 \rightarrow A_6$
\vdots	\vdots	\vdots
11 September 2022	A_9	$A_9 \rightarrow A_9$
18 September 2022	A_9	$A_9 \rightarrow A_9$
25 September 2022	A_9	$A_9 \rightarrow A_9$

Berdasarkan Tabel 4. FLR pada periode 1 Oktober 2017 hanya terdapat himpunan sisi kanan saja. Hal itu dikarenakan dalam pembentukan FLR, himpunan yang terletak disebelah kiri adalah pengamatan sebelumnya yaitu data $F_{(t-1)}$. Setelah mengelompokkan fuzzifikasi yang sama pada sisi kiri $F_{(t-1)}$ dan menggabungkannya menjadi satu grup, langkah selanjutnya adalah membuat *Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)* menggunakan hasil FLR. Model FLRG yang dikembangkan oleh Chen dan Lee menghasilkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil FLRG Model Chen dan Lee

Grup	FLRG Model Chen	FLRG Model Lee
Grup 1	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow (3)A_2$
Grup 2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$	$A_2 \rightarrow (2)A_1, (5)A_2, (1)A_3$
Grup 3	$A_3 \rightarrow A_1, A_3, A_4$	$A_3 \rightarrow (1)A_1, (16)A_3, (2)A_4$
Grup 4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$	$A_4 \rightarrow (2)A_3, (5)A_4, (1)A_5$
Grup 5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_6$	$A_5 \rightarrow (1)A_4, (9)A_5, (12)A_6$
Grup 6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6, A_7$	$A_6 \rightarrow (11)A_5, (65)A_6, (9)A_7$
Grup 7	$A_7 \rightarrow A_5, A_6, A_7, A_8$	$A_7 \rightarrow (1)A_5, (7)A_6, (49)A_7, (5)A_8$
Grup 8	$A_8 \rightarrow A_7, A_8, A_9$	$A_8 \rightarrow (4)A_7, (20)A_8, (3)A_9$
Grup 9	$A_9 \rightarrow A_8, A_9$	$A_9 \rightarrow (2)A_8, (23)A_9$

Langkah selanjutnya adalah defuzzifikasi. Defuzzifikasi adalah metode penegasan yang digunakan untuk menghasilkan nilai variabel berbeda yang diperoleh berdasarkan nilai tengah setiap interval dimana nilai tersebut diperoleh dari FLRG yang dibentuk pada tahap sebelumnya yang kemudian dapat dilakukan peramalan bersarkan nilai defuzzifikasi yang telah diperoleh. Sehingga diperoleh hasil dari proses defuzzifikasi pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Defuzzifikasi Model Chen dan Model Lee

Grup	FLRG Model Chen	Perhitungan Model Chen	Nilai Defuzzifikasi Model Chen	FLRG Model Lee	Perhitungan Model Lee	Nilai Defuzzifikasi Model Lee
1	$A_1 \rightarrow A_2$	m_2	4702.893	$A_1 \rightarrow (3)A_2$	$\frac{(3)m_2}{3}$	4702.893
2	$A_2 \rightarrow A_1, A_2, A_3$	$\frac{m_1+m_2+m_3}{3}$	4702.893	$A_2 \rightarrow (2)A_1, (5)A_2, (1)A_3$	$\frac{(2)m_1+(5)m_2+(1)m_3}{8}$	4660.564
3	$A_3 \rightarrow A_1, A_3, A_4$	$\frac{m_1+m_3+m_4}{3}$	4928.65	$A_3 \rightarrow (1)A_1, (16)A_3, (2)A_4$	$\frac{(1)m_1+(16)m_3+(2)m_4}{19}$	5041.529
4	$A_4 \rightarrow A_3, A_4, A_5$	$\frac{m_3+m_4+m_5}{3}$	5380.164	$A_4 \rightarrow (2)A_3, (5)A_4, (1)A_5$	$\frac{(2)m_3+(5)m_4+(1)m_5}{8}$	5337.835
5	$A_5 \rightarrow A_4, A_5, A_6$	$\frac{m_4+m_5+m_6}{3}$	5380.164	$A_5 \rightarrow (1)A_4, (9)A_5, (12)A_6$	$\frac{(1)m_4+(9)m_5+(12)m_6}{22}$	5549.482
6	$A_6 \rightarrow A_5, A_6, A_7$	$\frac{m_5+m_6+m_7}{3}$	6057.436	$A_6 \rightarrow (11)A_5, (65)A_6, (9)A_7$	$\frac{(11)m_5+(65)m_6+(9)m_7}{85}$	6049.468
7	$A_7 \rightarrow A_5, A_6, A_7, A_8$	$\frac{m_5+m_6+m_7+m_8}{4}$	5888.118	$A_7 \rightarrow (1)A_5, (7)A_6, (49)A_7, (5)A_8$	$\frac{(1)m_5+(7)m_6+(49)m_7+(5)m_8}{62}$	6035.588
8	$A_8 \rightarrow A_7, A_8, A_9$	$\frac{m_7+m_8+m_9}{3}$	6734.707	$A_8 \rightarrow (4)A_7, (20)A_8, (3)A_9$	$\frac{(4)m_7+(20)m_8+(3)m_9}{3}$	6722.165
9	$A_9 \rightarrow A_8, A_9$	$\frac{m_8+m_9}{2}$	6904.024	$A_9 \rightarrow (2)A_8, (23)A_9$	$\frac{(2)m_8+(23)m_9}{2}$	7046.251

Langkah selanjutnya adalah melakukan peramalan. Setelah mendapatkan nilai defuzzifikasi, dapat langsung diekstrak ke seluruh data mingguan harga penutupan IHSG. Nilai defuzzifikasi tersebut adalah nilai model untuk keseluruhan data sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Peramalan Menggunakan Model Chen dan Lee

Periode	Harga Penutupan	Nilai Model Chen	Nilai Model Lee
1 Oktober 2017	5.905	-	-
8 Oktober 2017	5.924	6057.436	6049.46766
15 Oktober 2017	5.930	6057.436	6049.46766
⋮	⋮	⋮	⋮
11 September 2022	7.169	6904.024444	7046.251378
18 September 2022	7.179	6904.024444	7046.251378
25 September 2022	7.041	6904.024444	7046.251378

Nilai peramalan untuk data pertama tidak ada, karena data pertama merupakan lag dari peramalan harga penutupan IHSG yang akan mempengaruhi ramalan untuk bulan mendatang. Hasil peramalan menggunakan metode fuzzy time series model Chen dan Lee untuk harga penutupan IHSG tiga periode berikutnya, yaitu pada tanggal 2 Oktober 2022 sampai 16 November 2022 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Peramalan Model Chen dan Lee Periode Berikutnya

Periode	Peramalan Lee	Peramalan Chen
2 Oktober 2022	7.046	6.904
9 November 2022	7.046	6.734
16 November 2022	7.046	6.734

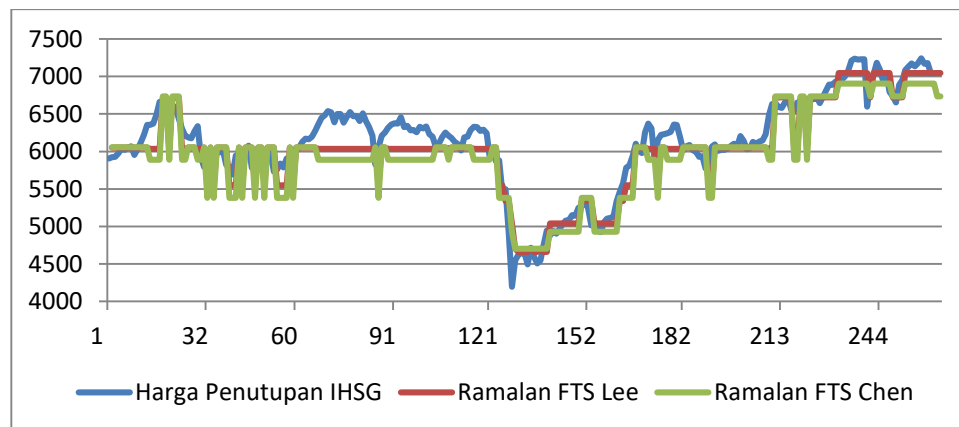
Langkah berikutnya adalah menghitung nilai ketepatan model. Secara teori, peramalan dilakukan dengan membandingkan prediksi dengan apa yang sebenarnya terjadi. Ketepatan hasil peramalan pada penelitian ini dihitung

dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus pada persamaan 9. Hasil dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Ketepatan Model Chen dan Lee

Model	FTS Chen	FTS Lee
MAPE	4,03 %	3,10 %
Ketepatan Peramalan	95,97 %	96,9 %

Berdasarkan Tabel 9, Hasil perhitungan MAPE FTS model Lee untuk peramalan harga penutupan IHSG sebesar 3,10% dengan nilai ketepatan peramalan sebesar 96,9 %. Dari hasil tersebut model Lee dikatakan memiliki kinerja yang sangat baik dan lebih baik dibandingkan dengan model Chen. Perbandingan hasil peramalan model Chen dan Lee pada Harga mingguan penutupan IHSG juga dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perbandingan FTS Model Chen dan Lee

Berdasarkan Gambar 1, terlihat 3 buah grafik berwarna merah, hijau dan ungu. dimana grafik berwarna biru mewakili data aktual dari harga penutupan IHSG. Grafik berwarna merah adalah nilai ramalan model Lee dan grafik berwarna hijau adalah nilai ramalan model Chen. Terlihat bahwa grafik peramalan model Lee lebih Mengikuti Pola data aktualnya. Hal tersebut terjadi karena tingkat akurasi model Chen lebih kecil dari model Lee, dan model Lee memiliki nilai ketepatan peramalan yang lebih besar dari model Chen.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan dari hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut. (1) Dengan menggunakan metode *fuzzy time series* model Chen dan model Lee, analisis peramalan harga penutupan mingguan indeks harga saham gabungan (IHSG) untuk periode dari Oktober 2017 hingga September 2022 mengungkapkan bahwa model FTS Lee lebih cocok dengan data aktual daripada model FTS Chen. (2) Dengan menggunakan model *time series fuzzy* Chen, harga penutupan IHSG periode berikutnya dapat diprediksi menjadi 6.904. Sedangkan hasil prediksi harga penutupan IHSG periode berikutnya dengan menggunakan model *fuzzy time series* Lee adalah sebesar 7.046. (3) Ramalan harga penutupan IHSG yang dibuat dengan model *fuzzy time series* Chen memiliki nilai MAPE 4,03% dan akurasi peramalan 95,97%, sedangkan ramalan harga penutupan IHSG yang dibuat dengan model *fuzzy time series* Lee memiliki nilai MAPE 3,10% dan peramalan akurasi 96,9%. Terlihat dari hasil tersebut bahwa nilai MAPE model FTS Lee lebih tinggi dari model Chen. Alhasil, dapat ditarik kesimpulan bahwa model FTS Lee lebih unggul dalam memprediksi harga penutupan IHSG.

B. Saran

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan dengan memodelkan data dengan berbagai macam model *fuzzy time series* lain seperti model Singh, Cheng, Markov Chain, Chen-Hsu, Heuristic dan lain sebagainya. Sehingga dapat memperoleh model peramalan yang lebih tepat dengan tingkat keakuratan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfajriani, A., dkk. (2020). "Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen dan Hsu dalam Memprediksi Kunjungan Wisatawan di Museum Mulawarman". *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 4(2), 144-153.
- Fahmi, I. (2012). *Pengantar pasar modal: panduan bagi para akademisi dan praktisi bisnis dalam memahami pasar modal Indonesia*. Penerbit Alfabeta.
- Jang, JSR., Sun, CT dan Mizutani, E. (2004). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. Singapore. Pearson Education
- Jumingan. (2009). *Analisis Laporan Keuangan*. Bumi Aksara, Surakarta.
- Muhammad, M., dkk. (2021). "Peramalan Nilai Tukar Petani Subsektor Peternakan Menggunakan Fuzzy Time Series Lee". *Jambura Journal of Mathematics*, 3(1), 1-15.
- Song, Q., & Chissom, B. S. (1993). "Forecasting enrollments with fuzzy time series—Part I". *Fuzzy sets and systems*, 54(1), 1-9.
- Wangren., dkk. (2011). "A Generalized Method For Forecasting Based On Fuzzy Time Series". *Expert System with Applications*. 38, 10446 – 10453.
- Ocbcnip.com. (2021). *Apa Itu IHSG? Ini Pengertian, Fungsi, & Cara Hitungnya*. Diakses pada tanggal 20 Juni 2022, dari <https://www.ocbcnisp.com/id/article/2021/08/09/ihsg-adalah>