

PERAMALAN INDEKS HARGA SAHAM GABUNGAN (IHSG) DENGAN METODE *FUZZY TIME SERIES* CHEN DAN *FUZZY TIME SERIES* CHENG

Marselinus^{1*}, Puspita Kartikasari², Deby Fakhriyana³

^{1,2,3} Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

*e-mail: marselgratias17@gmail.com

DOI: 10.14710/j.gauss.14.1.469-479

Article Info:

Received: 2024-11-30

Accepted: 2025-11-06

Available Online: 2025-11-19

Keywords:

JCI; Forecasting; FTS Chen; FTS Cheng; Sturges; Average Based

Abstract: The Jakarta Composite Index (JCI) is an index that measures the performance of all stocks listed on the Indonesia Stock Exchange. JCI can be used as one of the indicators used by investors to determine the movement of stocks in the Indonesian capital market. Decisions made by investors will have a stronger basis if forecasting is done. Investors can decide to exit the market or enter the market. The forecasting method used to forecast the JCI value in this study is Fuzzy Time Series (FTS). This method has advantages compared to other time series methods, where the FTS method does not require the fulfillment of classical assumptions as in ARIMA. Both forecasting methods will apply the Sturges and Average Based formulas in determining the class. The data used in this study is the JCI closing data on March 1, 2022 - March 1, 2023. The data is divided into two categories with 239 data as training data, namely data on March 1, 2022 - February 15, 2023 and 10 data as testing data, namely data on February 16 - March 1, 2023. The forecasting accuracy measure used in this study is sMAPE. Among the four forecasting methods, the best forecasting method is Cheng's Fuzzy Time Series method by applying the Sturges formula in determining the number of classes with an sMAPE value on testing data is 0.37%.

1. PENDAHULUAN

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) adalah suatu indeks yang merepresentasikan performa saham-saham yang dicatat di Bursa Efek Indonesia (BEI). IHSG menyediakan data yang relevan untuk penilaian kondisi pasar secara keseluruhan memberikan informasi tren yang sedang terjadi apakah tren turun ataupun tren naik (Anogara dan Pakarti, 2001). Indonesia yang merupakan sebuah negara berkembang memiliki potensi yang menjanjikan sebagai tujuan investasi menarik bagi para *investor* yang berkeinginan untuk memperluas ekspansi dalam sektor ekonomi. Instrumen yang kerap digunakan oleh para *investor* adalah saham. IHSG dalam konteks ini dapat dianggap sebagai salah satu indikator yang dapat memberikan gambaran pergerakan harga saham di pasar modal Indonesia (Arisyanti dan Sugiharti, 2015).

Efektivitas dan efisiensi proses pengambilan yang keputusan yang dilakukan oleh *investor* dapat dibantu dengan melakukan peramalan (Aswi dan Sukarna, 2006). Peramalan merupakan suatu teknik atau metode yang dimanfaatkan untuk membuat prediksi atau estimasi nilai yang akan terjadi. *Investor* akan memperoleh informasi mengenai arah pergerakan saham yang dapat membantu memutuskan saham yang akan dibeli maupun dijual. Perkembangan cepat dalam metode peramalan data runtun waktu telah menyediakan berbagai opsi metode yang dapat dipilih untuk melakukan peramalan (Virgianti dan Imro'ah, 2021). *Fuzzy Time Series* merupakan salah satu diantara metode tersebut. Metode ini memiliki beberapa model diantaranya adalah Chen, Cheng, Wang-Mendel, Lee, dan Saxena.

Metode ini memiliki keunggulan dibandingkan metode runtun waktu lainnya, dimana metode FTS tidak mensyaratkan pemenuhan asumsi-asumsi pada ARIMA seperti asumsi heteroskedastisitas. Harga yang berubah secara dramatis dalam periode waktu yang berdekatan menandakan adanya volatilitas tinggi (Hayes, 2021). Data dengan volatilitas tinggi menunjukkan adanya masalah heteroskedastisitas (Saluza, 2017). Masalah heteroskedastisitas merupakan salah satu pelanggaran asumsi dari model ARIMA. Namun metode FTS sendiri memiliki kelemahan dalam penentuan nilai interval yang mengakibatkan tidak optimalnya pembentukan *fuzzy logic relationship* dan akurasi hasil peramalan (Ujianto dan Irawan, 2015). Metode yang akan dibandingkan pada penelitian ini adalah FTS Chen dan FTS Cheng. Penelitian ini akan menerapkan dua rumus pembentukan kelas yaitu *Sturges* dan *Average Based*.

Penelitian mengenai FTS sudah dilakukan oleh Mey dan Irawan (2014) yang meneliti tentang perbandingan metode FTS Cheng dan metode Box-Jenkins untuk memprediksi IHSG. Didapatkan hasil bahwa metode FTS Cheng memiliki ukuran kesalahan yang lebih kecil dengan nilai MAPE sebesar 2,18% dibandingkan metode Box-Jenkins yang memiliki nilai MAPE sebesar 20,19%. Penelitian lainnya dilakukan oleh Reza *et al.* (2023) yang meneliti tentang perbandingan peramalan FTS Chen dan Lee pada peramalan IHSG. Didapatkan hasil metode FTS Chen memiliki ukuran kesalahan yang kecil dengan nilai MAPE sebesar 4,03%.

Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan hasil peramalan nilai IHSG menggunakan metode FTS Chen dan FTS Cheng. Perbandingan kedua metode ini dilihat dari besarnya nilai kesalahan yang dihasilkan. Suatu metode dapat dikatakan lebih baik daripada metode lainnya jika nilai kesalahan peramalan yang dihasilkan lebih kecil. Pada penelitian ini akan menggunakan nilai *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE) dalam menghitung nilai kesalahan yang dihasilkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

IHSG adalah suatu indeks yang mencerminkan pergerakan harga saham secara keseluruhan yang tercatat di Bursa Efek Indonesia (BEI). Setiap harinya, perhitungan IHSG dilakukan berdasarkan harga penutupan (*closing price*) saham-saham yang terdaftar di bursa efek. Indeks harga saham suatu negara yang mengalami penurunan disebabkan oleh kondisi perekonomian negara tersebut sedang mengalami penurunan dan sebaliknya indeks harga saham suatu negara yang mengalami peningkatan mengindikasikan adanya perbaikan kinerja perekonomian di negara tersebut (Grestandhi *et al.*, 2011)

Peramalan nilai IHSG akan memberikan *investor* dasar yang lebih baik dalam mengambil keputusan di pasar modal Indonesia. Ada dua jenis pendekatan dalam meramalkan pergerakan IHSG, yaitu pendekatan kasualitas dan pendekatan pola. Pendekatan kasualitas melibatkan prediksi berdasarkan variabel-variabel lain yang memiliki pengaruh terhadap IHSG. Di sisi lain, pendekatan pola mendasarkan prediksinya pada pola pergerakan historis IHSG.

Fuzzy Time Series merupakan suatu teknik peramalan yang menggunakan prinsip-prinsip logika *fuzzy*. Teknik ini bekerja dengan menemukan pola-pola dari data yang telah terkumpul dan akan digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data di masa mendatang. Keunikan dari proses peramalan menggunakan FTS adalah tidak memerlukan sistem pembelajaran yang kompleks sehingga dapat dengan mudah untuk diimplementasikan dan dikembangkan.

Peramalan menggunakan metode FTS Chen perlu melewati beberapa tahap diantara lain (Chen, 1996):

- Menentukan himpunan semesta yang dapat diperoleh dengan rumus $U = \{D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2\}$, dengan $D_{\min}$ adalah nilai terkecil dalam kumpulan data yang dimiliki, sedangkan $D_{\max}$ adalah nilai yang paling besar di antara data tersebut. Nilai D_1 dan D_2 adalah nilai positif sembarang yang ditentukan sesuai dengan kebutuhan.
- Membentuk kelas dengan interval yang dapat ditentukan dengan rumus *Sturges* atau *Average Based*.
- Dalam menentukan himpunan fuzzy $A_1, A_2, \dots, A_k$ pada himpunan semesta U , himpunan fuzzy A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\mu_{A_i}(u_1)}{u_1} + \frac{\mu_{A_i}(u_2)}{u_2} + \frac{\mu_{A_i}(u_3)}{u_3} + \dots + \frac{\mu_{A_i}(u_n)}{u_n} \quad (1)$$

Nilai $\mu_{A_i}(u_j) \in [0,1]$ dan $1 \leq j \leq n$. Nilai dari $\mu_{A_i}(u_j)$ ditentukan melalui persamaan berikut.

$$\mu_{A_i}(u_j) = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0,5, & i = j + 1 \text{ atau } i = j - 1 \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

- Melakukan fuzzifikasi terhadap data historis yang dimiliki. Fuzzifikasi adalah proses mengkonversi input berupa angka menjadi variabel linguistik pada data historis (Jang, 1997).
- Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) pada data historis yang sudah difuzzifikasi. Pembentukan FLR mengenal nilai *current state* dan *next state*. Pada data yang telah difuzzifikasi yang berurutan $A_i(t-1)$ dan $A_j(t)$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow A_j$.
- Membentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG). FLRG merupakan grup atau kelompok yang terdiri dari berbagai FLR. Misalkan FLR yang terbentuk adalah $A_5 \rightarrow A_7, A_5 \rightarrow A_8, A_5 \rightarrow A_9$ maka FLRG yang terbentuk adalah $A_5 \rightarrow A_7, A_8, A_9$.
- Defuzzifikasi nilai ramalan dengan beberapa aturan yaitu :
Defuzzifikasi adalah proses mengkonversi variabel linguistik menjadi output berupa angka. Proses defuzzifikasi akan menggunakan nilai *midpoint* dari masing-masing kelas yang terbentuk. Maka apabila FLRG pada A_1 adalah $A_1 \rightarrow A_1, A_2$, maka rumus peramalan yang digunakan adalah:

$$F_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n} \quad (3)$$

Metode Chen dan Cheng memiliki sedikit perbedaan dalam proses peramalannya. Peramalan menggunakan metode FTS Cheng perlu melewati beberapa tahap diantara lain (Cheng, 2008):

- Menentukan himpunan semesta yang dapat diperoleh dengan rumus $U = [D_{\min} - D_1, D_{\max} + D_2]$ dengan $D_{\min}$ adalah nilai terkecil dalam kumpulan data yang dimiliki, sedangkan $D_{\max}$ adalah nilai yang paling besar di antara data tersebut. Nilai D_1 dan D_2 adalah nilai positif sembarang yang ditentukan sesuai dengan kebutuhan.
- Membentuk kelas dengan interval yang dapat ditentukan dengan rumus *Sturges* atau *Average Based*. Salah satu perbedaan antara metode Chen dan Cheng terdapat pada proses pembentukan kelas. Langkah yang harus dilakukan pada metode Cheng adalah mencari nilai rata-rata frekuensi. Kemudian membagi dua setiap kelas yang memiliki frekuensi lebih besar dari nilai rata-rata frekuensi. Kelas yang baru harus dibagi dengan panjang interval yang seimbang.

$$\text{Rata - rata frekuensi} = \frac{N}{n} \quad (4)$$

Dimana N merupakan jumlah data dan n merupakan banyaknya kelas yang terbentuk.

- c. Menentukan himpunan *fuzzy* $A_1, A_2, \dots, A_k$ pada himpunan semesta U. Himpunan *fuzzy* A_i dari U dengan derajat keanggotaan umumnya sesuai dengan persamaan (1) dan persamaan (2).
- d. Melakukan fuzzifikasi terhadap data historis yang dimiliki. Fuzzifikasi adalah proses mengkonversi input berupa angka menjadi variabel linguistik pada data historis.
- e. Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) pada data historis yang sudah difuzzifikasi. Pembentukan FLR mengenal nilai *current state* dan *next state* Pada data yang telah difuzzifikasi yang berurutan $A_i(t-1)$ dan $A_j(t)$ dapat dinyatakan sebagai FLR $A_i \rightarrow A_j$.
- f. Membentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG): Terdapat perbedaan antara metode Chen dan Cheng dalam penentuan FLRG. Metode Cheng memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan perulangan FLR yang sama. Contoh penerapan bobotnya dalah sebagai berikut.
Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama
(t=1) $A_3 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 1
(t=2) $A_3 \rightarrow A_1$, diberikan bobot 2
(t=3) $A_3 \rightarrow A_3$, diberikan bobot 1
- g. Menentukan pembobotan pada kelompok *fuzzy logic* yang sama, FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan yang dapat ditulis sebagai berikut

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Langkah selanjutnya memasukkan bobot FLRG yang terbentuk matriks pembobot yang telah distandarisasi. Matriks tersebut disimbolkan sebagai W^* yang dituliskan seperti persamaan (6)

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11*} & w_{12*} & \dots & w_{1n*} \\ w_{21*} & w_{22*} & \dots & w_{2n*} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{n1*} & w_{n2*} & \dots & w_{nn*} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Rumus standarisasi matriks dituliskan pada persamaan (7)

$$w_{ij}^* = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (7)$$

Proses defuzzifikasi pada metode Cheng didapatkan dengan mengalikan pembobot terstandarisasi W^* dengan nilai *midpoint* masing-masing kelas yang dapat dituliskan pada persamaan (8)

$$F_t = L_{df}(t-1) \times W_n(t-1) \quad (8)$$

Pada metode Chen dan Cheng, terdapat pembentukan kelas yang dapat dilakukan menggunakan dua rumus berbeda. Kedua rumus ini adalah *Sturges* dan *Average Based*. Penggunaan rumus ini ditentukan oleh peneliti sesuai dengan kebutuhan. Kedua metode ini memiliki perbedaan pada jumlah kelas yang terbentuk dan panjang kelasnya.

Proses pembentukan kelas menggunakan rumus *Sturges* dapat dilakukan melalui tahap dibawah ini:

- a. Menghitung banyak kelas yang terbentuk dengan rumus :

$$k = 1 + 3,322 \log n \quad (9)$$

- b. Menghitung panjang kelas yang terbentuk dengan membagi nilai jangkauan dengan banyak kelas dengan rumus :

$$l = \frac{D_{max} - D_{min}}{k} \quad (10)$$

Berbeda dengan pembentukan kelas menggunakan rumus *Sturges*, berikut adalah proses pembentukan kelas menggunakan rumus *Average Based* (Huarng, 2001):

- a. Selisih mutlak ada mengurangkan nilai X_{t+1} dan X_1 dibagi dengan nilai $n-1$

$$mean = \frac{\sum_{t=1}^n |X_{t+1} - X_1|}{n - 1} \quad (11)$$

- b. Rata-rata selisih mutlak yang didapatkan pada persamaan (11) dibagi dua dan menjadi panjang interval

$$l = \frac{rata - rata}{2} \quad (12)$$

- c. Setelah panjang interval didapatkan, langkah selanjutnya adalah menentukan basis untuk panjang interval tersebut dengan merujuk pada tabulasi basis yang tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Basis Interval *Average Based*

Interval	Basis
0,1 - 1,0	0,1
1,1 - 10	1
11 - 100	10
101 - 1000	1000

- d. Selanjutnya menghitung jumlah kelas yang terbentuk dengan rumus:

$$k = \frac{D_{max} - D_{min}}{l} \quad (13)$$

Hasil peramalan yang akurat merupakan tujuan utama dari analisis *time series*. Suatu metode peramalan dianggap optimal jika mampu menghasilkan ramalan dengan tingkat kesalahan yang kecil. Untuk mencari ukuran kesalahan terhadap hasil ramalan yang digunakan di penelitian ini menggunakan sMAPE dengan rumus:

$$sMAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{(|x_t| + |x_t|)/2} \times 100\% \quad (14)$$

x_t adalah data aktual Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada waktu ke- t dan F_t adalah hasil peramalan pada waktu ke- t .

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data pada penelitian ini adalah data harian harga penutupan IHSG periode 1 Maret 2022 sampai dengan 1 Maret 2023. Data ini akan dibagi menjadi *training* data sebanyak 239 data yaitu data pada periode 1 Maret 2022 – 15 Februari 2023 dan *testing* data sebanyak 10 data yaitu data pada periode 16 Februari 2023 – 1 Maret 2023. Analisis data yang dilakukan akan dibantu dengan aplikasi Microsoft Excel 2021. Langkah-langkah analisisnya antara lain:

1. Mengumpulkan data dan membagi menjadi dua bagian yaitu *training* data dan *testing* data
2. Meramalkan nilai IHSG terhadap 239 *training* data dan 10 *testing* data dengan FTS Chen dengan menerapkan rumus *Sturges* dan *Average Based*
3. Meramalkan nilai IHSG terhadap 239 *training* data dan 10 *testing* data dengan FTS Cheng dengan menerapkan rumus *Sturges* dan *Average Based*

4. Menghitung nilai sMAPE
5. Membandingkan hasil dan ketepatan dari keempat model
6. Menentukan model yang terbaik

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Himpunan semesta yang terbentuk untuk keempat model adalah $\{6.580,00 ; 7.320,00\}$ dengan D_1 bernilai 4,45 dan D_2 bernilai 1,98. Hasil peramalan menggunakan metode FTS Chen maupun Cheng menggunakan rumus *Sturges* dan *Average Based* ditunjukkan pada langkah-langkah berikut:

- a. Proses pembentukan kelas merupakan tahapan setelah membentuk himpunan semesta (*universe of discourse*). Pada penelitian ini digunakan rumus *Sturges* dan *Average Based*. Hasil yang didapatkan pun memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Jumlah kelas paling sedikit adalah FTS Chen (*Sturges*) sebanyak 9 kelas. Sedangkan jumlah kelas paling banyak adalah FTS Cheng (*Average Based*) sebanyak 54 kelas. Tabel 2 menunjukkan hasil pembentukan kelas menggunakan metode Chen.

Tabel 2. Kelas Terbentuk Menggunakan Metode Chen

Chen <i>Sturges</i>			Chen <i>Average Based</i>		
Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Kelas	Batas Atas	Batas Bawah
u_1	6.580,00	6.662,22	u_1	6.580,00	6.600,00
u_2	6.662,22	6.744,44	u_2	6.600,00	6.620,00
u_3	6.744,44	6.826,67	u_3	6.620,00	6.640,00
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
u_8	7.155,56	7.237,78	u_{36}	7.280,00	7.300,00
u_9	7.237,78	7.320,00	u_{37}	7.300,00	7.320,00

Setelah kelas pada rumus *Sturges* telah didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata frekuensi untuk melakukan partisi ulang. Kelas dengan jumlah frekuensi yang lebih besar dari rata-rata frekuensi akan di partisi ulang menjadi menjadi dua kelas dengan panjang kelas yang sama besar. Tabel 3 menunjukkan hasil pembentukan kelas menggunakan metode Cheng.

Tabel 3. Kelas Terbentuk Menggunakan Metode Cheng

Cheng <i>Sturges</i>			Cheng <i>Average Based</i>		
Kelas	Batas Bawah	Batas Atas	Kelas	Batas Atas	Batas Bawah
u_1	6.580,00	6.662,20	u_1	6.580,00	6.600,00
u_2	6.662,20	6.744,40	u_2	6.600,00	6.620,00
u_3	6.744,40	6.826,60	u_3	6.620,00	6.640,00
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
u_{12}	7.155,40	7.196,50	u_{52}	7.260,00	7.280,00
u_{13}	7.196,50	7.237,60	u_{53}	7.280,00	7.300,00
u_{14}	7.237,60	7.319,80	u_{54}	7.300,00	7.320,00

- b. Proses fuzzifikasi yang dilakukan terhadap data historis sesuai dengan himpunan *fuzzy* yang terbentuk menghasilkan hasil yang berbeda untuk keempat model yang dibentuk. Data penutupan pada 1 Maret 2022 memiliki nilai fuzzifikasi berurutan yaitu A5 pada

Chen (*Sturges*), A18 pada Chen (*Average Based*), A6 pada Cheng (*Sturges*) dan A24 pada Cheng (*Average Based*). Tabel 4 menunjukkan hasil fuzzifikasi yang diperoleh untuk keempat model.

Tabel 4. Hasil Fuzzifikasi

No	Penutupan	Chen		Cheng	
		<i>Sturges</i>	<i>Average Based</i>	<i>Sturges</i>	<i>Average Based</i>
1	6.921,44	A5	A18	A6	A24
2	6.868,40	A4	A15	A5	A18
3	6.928,33	A5	A18	A6	A24
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
237	6.900,14	A4	A17	A5	A22
238	6.941,85	A5	A19	A6	A26
239	6.914,54	A5	A17	A6	A3

- c. Membentuk *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dan *FLR Group* (FLRG), *FLR Group* (FLRG) merupakan grup atau kelompok yang terdiri dari beberapa FLR. FLR mencakup beberapa hubungan yang saling terkait atau tergantung satu dengan yang lain. Namun terdapat perbedaan antara metode Chen dan Cheng yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. FLRG Metode Chen

Chen <i>Sturges</i>			Chen <i>Average Based</i>		
<i>Current State</i>		<i>Next State</i>	<i>Current State</i>		<i>Next State</i>
A ₁	→	A ₁ , A ₂ , A ₃	A ₁	→	A ₁ , A ₃ , A ₄
A ₂	→	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄	A ₂	→	-
A ₃	→	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅	A ₃	→	A ₁ , A ₄ , A ₇
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A ₇	→	A ₆ , A ₇ , A ₈	A ₃₅	→	A ₃₁ , A ₃₃ , A ₃₇
A ₈	→	A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₉	A ₃₆	→	-
A ₉	→	A ₈ , A ₉	A ₃₇	→	A ₃₀ , A ₃₅

- d. Pembentukan FLRG pada metode Cheng berbeda dengan Chen. Pada metode Cheng terdapat pembobotan untuk setiap relasi yang sama. Berikut adalah hasil FLRG yang terbentuk pada metode Cheng dimana terdapat pembobotan untuk setiap relasi yang sama.

Tabel 6. FLRG Metode Cheng

Cheng <i>Sturges</i>			Cheng <i>Average Based</i>		
<i>Current State</i>		<i>Next State</i>	<i>Current State</i>		<i>Next State</i>
A ₁	→	7(A ₁), 6(A ₂), A ₃	A ₁	→	A ₁ , A ₃ , A ₄
A ₂	→	4(A ₁), 4(A ₂), 2(A ₃), A ₅	A ₂	→	-
A ₃	→	3(A ₁), A ₂ , 13(A ₃), 3(A ₄), A ₅ , A ₆	A ₃	→	A ₁ , A ₄ , A ₈
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A ₁₂	→	3(A ₁₀), 4(A ₁₁), 6(A ₁₂), 4(A ₁₃)	A ₅₂	→	A ₄₆ , A ₄₉ , A ₅₀ , A ₅₄

A_{13}	$\rightarrow$	$A_6, 3(A_{12}), 8(A_{13}), A_{14}$	A_{53}	$\rightarrow$	-
A_{14}	$\rightarrow$	$A_{12}, 3(A_{13}), 4(A_{14})$	A_{54}	$\rightarrow$	A_{44}, A_{52}

- e. Defuzzifikasi Nilai Peramalan: Sesuai dengan persamaan (3) dan persamaan (8), diperoleh hasil defuzzifikasi untuk masing-masing model yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Defuzzifikasi Chen dan Defuzzifikasi Cheng

Chen <i>Sturges</i>			Chen <i>Average Based</i>		
<i>Current State</i>		Nilai Ramalan	<i>Current State</i>		Nilai Ramalan
A_1	$\rightarrow$	6.703,33	A_1	$\rightarrow$	6.623,33
A_2	$\rightarrow$	6.744,44	A_2	$\rightarrow$	-
A_3	$\rightarrow$	6.785,56	A_3	$\rightarrow$	6.650,00
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
A_7	$\rightarrow$	7.114,44	A_{35}	$\rightarrow$	7.243,33
A_8	$\rightarrow$	7.135,00	A_{36}	$\rightarrow$	-
A_9	$\rightarrow$	7.237,78	A_{37}	$\rightarrow$	7.220,00

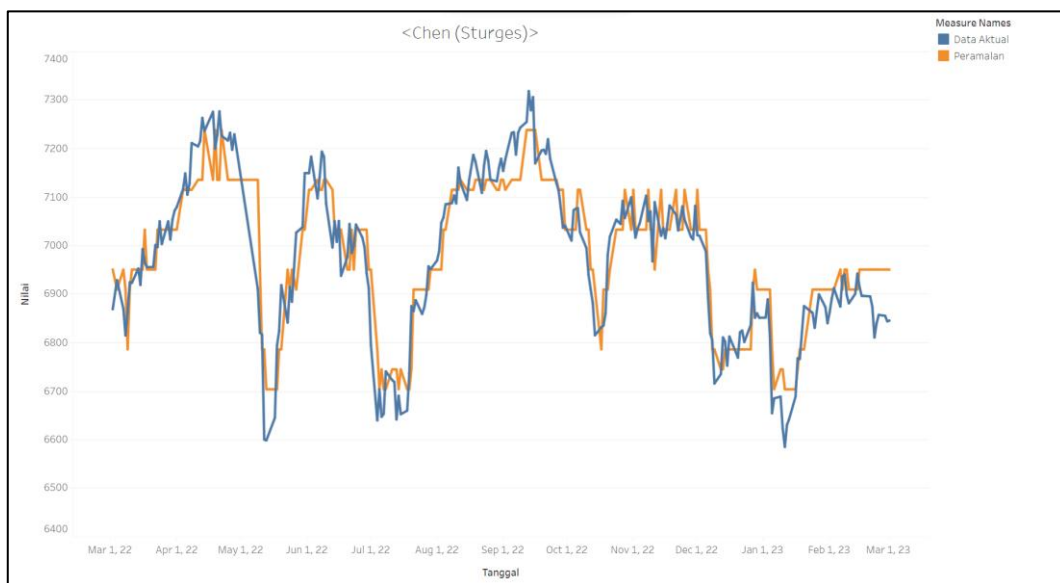
Defuzzifikasi Cheng					
Cheng <i>Sturges</i>			Cheng <i>Average Based</i>		
<i>Current State</i>		Nilai Ramalan	<i>Current State</i>		Nilai Ramalan
A_1	$\rightarrow$	6.668,07	A_1	$\rightarrow$	6.621,67
A_2	$\rightarrow$	6.705,17	A_2	$\rightarrow$	-
A_3	$\rightarrow$	6.778,96	A_3	$\rightarrow$	6.648,33
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
A_{12}	$\rightarrow$	7.161,44	A_{52}	$\rightarrow$	7.241,25
A_{13}	$\rightarrow$	7.206,78	A_{53}	$\rightarrow$	-
A_{14}	$\rightarrow$	7.242,74	A_{54}	$\rightarrow$	7.217,50

- f. Perhitungan Akurasi peramalan
 Nilai ramalan kemudian dimasukkan sesuai dengan *current state* masing-masing pada data historis yang dimiliki. Setelah hasil ramalan telah didapatkan, dilanjutkan dengan menghitung dan membandingkan nilai sMAPE *training* data maupun *testing* data pada setiap model. Tabel 8 menunjukkan bahwa metode terbaik dengan melihat nilai sMAPE terkecil pada *testing* data adalah *Fuzzy Time Series* Cheng menggunakan metode penentuan kelas *Sturges*. Hasilnya menunjukkan nilai sMAPE sebesar 0,37% dimana nilai tersebut kurang dari 10% sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Mengacu pada nilai sMAPE yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi peramalan model ini mencapai 99,63% yang

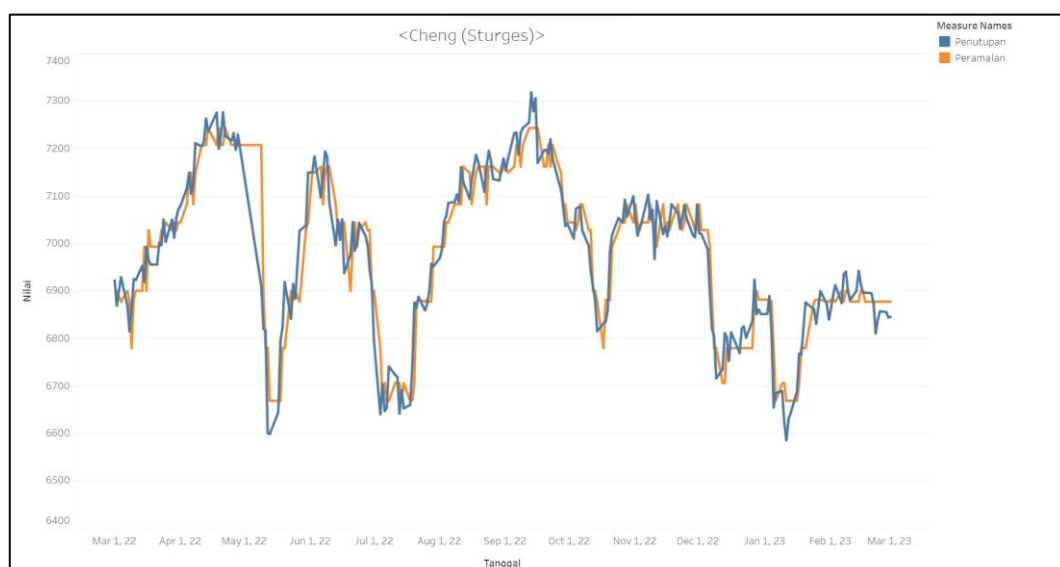
berarti hasil ramalan mendekati dengan data aktual yang diamati dan dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut

Tabel 8. Akurasi Peramalan

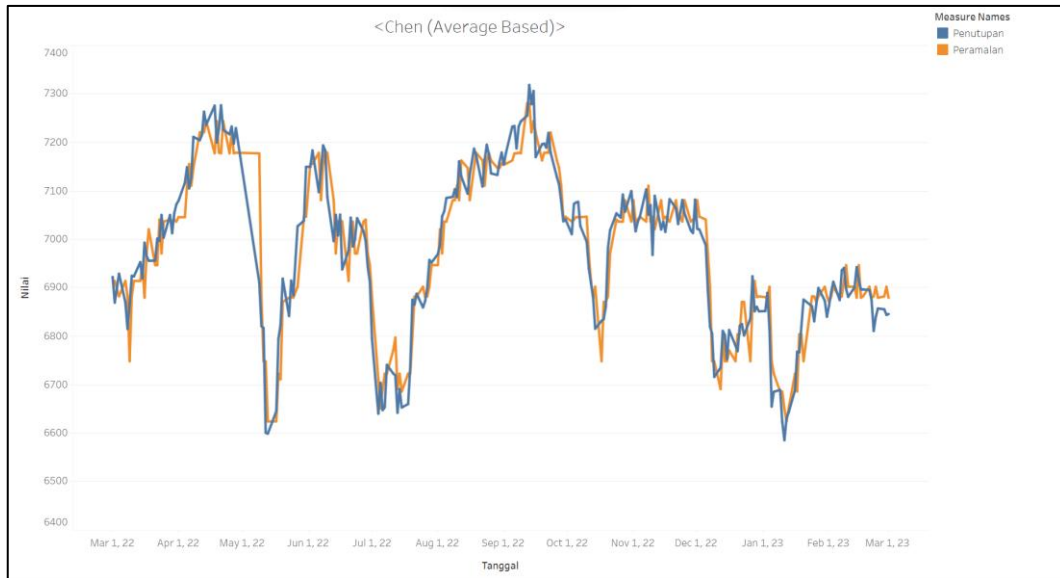
Metode	Pembentukan Kelas	Training	Testing
Chen	<i>Sturges</i>	0,73%	1,29%
	<i>Average Based</i>	0,59%	0,46%
Cheng	<i>Sturges</i>	0,60%	0,37%
	<i>Average Based</i>	0,55%	0,40%



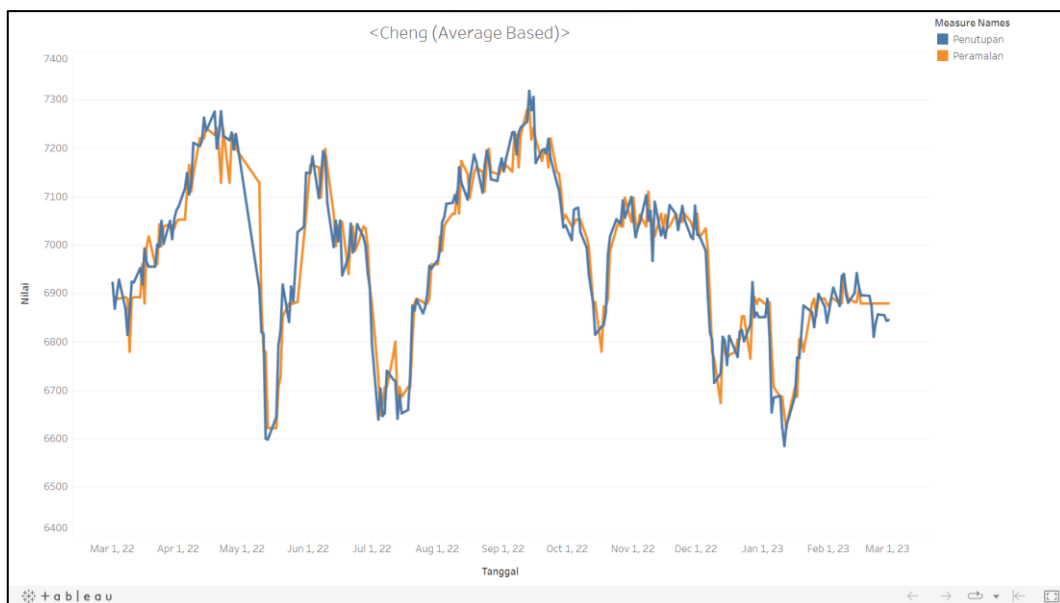
Gambar 1. Perbandingan Hasil Peramalan Chen (*Sturges*) dan Data Aktual



Gambar 2. Perbandingan Hasil Peramalan Cheng (*Sturges*) dan Data Aktual



Gambar 3. Perbandingan Hasil Peramalan Chen (*Average Based*) dan Data Aktual



Gambar 4. Perbandingan Hasil Peramalan Cheng (*Average Based*) dan Data Aktual

5. KESIMPULAN

Metode *Fuzzy Time Series* Chen dan Cheng menggunakan rumus pembentukan kelas *Sturges* dan *Average Based* dapat digunakan dalam meramalkan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Nilai sMAPE pada *testing* data untuk keempat model kurang dari 10% sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki kemampuan peramalan yang sangat baik. Model terbaik yang didapatkan adalah *Fuzzy Time Series* dengan rumus pembentukan kelas *Sturges* dengan nilai sMAPE pada *testing* data sebesar 0,37%. Mengacu pada nilai sMAPE yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi peramalan model ini mencapai 99,63% yang berarti hasil ramalan mendekati dengan data aktual yang diamati dan dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan dan analisis lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anogara, Pakarti. 2001. *Pengantar Pasar Modal Edisi Revisi*. Jakarta : PT Rineka Cipta
- Arisyanti, Sugiharti. 2015. *Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Dengan Metode Fuzzy Time Series Markov Chain*. Jurnal MIPA. Univertas Negeri Semarang.
- Aswi, Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu*. Makassar : Andika Publiater
- Chen, S. M. 1996. *Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series*. Fuzzy Sets and Systems No. 81: Hal. 311-319.
- Cheng. 2008. *Fuzzy Time Series Based on Adaptive Expectation Model for TAIEX Forecasting*. Journal of Expert System Application Vol. 34, No. 2:Hal. 1126- 1132.
- Grestandhi, J. Susanto, B. Mahatma, T. 2011. *Analisis Perbandingan Metode Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dengan Metode Ols-Arch/Garch dan Arima*.
- Hayes, A. 2021. Volatility. <https://www.investopedia.com/terms/v/volatility.asp>.
- K, Huarng. 2001. *Effective Lengths of Intervals to Improve Forecasting in Fuzzy Time Series*. Fuzzy Sets and Systems. Hal 387 – 394.
- Jang, S. 1997. *Neouro-Fuzzy and Soft Computing*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Mey, T.L., Irawan, M.I. 2014. *Perbandingan Metode Fuzzy Time Series Cheng dan Metode Box-Jenkins untuk Memprediksi IHSG*. Jurnal Sains dan Seni POMITS Vol. 2, No. 2.
- Muhammad, M. Wahyuningsih, S. Siringoringo, M. 2021. *Peramalan nilai tukar petani subsektor peternakan menggunakan fuzzy time series lee*. Jambura Journal of Mathematics. Vol 3 No 1, Hal 1-15.
- Reza, F.M. Permana, D. Syafriandi. Amalita, N. 2023. *Forecasting Using Fuzzy Time Series Chen Model and Lee Model to Closing Price of Composite Stock Price Index*. UNP Journal of Statistics and Data Science Vol. 1, No. 2 : Hal. 74-81.
- Saluza, I. 2017. *Model Estimasi GARCH dalam Mengukur Kinerja Nilai Tukar Rupiah*. Eksakta Vol. 18, No. 2: Hal. 52-61.
- Ujianto, Y. Irawan, M. 2015. *Perbandingan Performasi Metode Peramalan Fuzzy Time Series yang Dimodifikasi dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*. Jurnal Sains dan Seni ITS.Vol 4 No 2. Hal A31-A36
- Virgianti, V. Imroah, S.M.N. 2021. *Penerapan Fuzzy Time Series Chen Average Based Pada Peramalan Curah Hujan*. Buletin Ilmiah Math.Stat dan Terapannya Vol. 10, No. 4: Hal. 458-494.