

ANALISIS PERAMALAN INDEKS SAHAM SYARIAH INDONESIA (ISSI) MENGGUNAKAN *FUZZY TIME SERIES* CHEN DAN *FUZZY TIME SERIES* CHENG

FORECASTING ANALYSIS OF THE INDONESIAN SHARIA STOCK INDEX (ISSI) USING *FUZZY TIME SERIES* CHEN AND *FUZZY TIME SERIES* CHENG

Fikri Rizky Mahendra¹, Darvi Mailisa Putri^{2§}, Ilham Dangu Rianjaya³

¹Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, Indonesia [fikrikiki113@gmail.com]

²Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, Indonesia [darvimailisa@uinib.ac.id]

³Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Imam Bonjol Padang, Indonesia [ilham.rianjaya@uinib.ac.id]

[§]Corresponding Author

Received 13th Nov 2024; Accepted 22th Nov 2024; Published 10th Des 2024;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dalam memprediksi Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dan *Fuzzy Time Series* Cheng. *Fuzzy Time Series* (FTS) merupakan konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah, dengan menggunakan data historis. Kedua metode ini menggunakan prinsip-prinsip logika *fuzzy*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk metode FTS Chen yaitu, 0,048% dan FTS Cheng yaitu, 0,031%. Maka disimpulkan kedua metode memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan dapat dikatakan Model FTS Chen dan FTS Cheng tergolong sangat baik. Metode ini juga memiliki urgensi yang besar dalam berbagai bidang, terutama yang berkaitan dengan analisis deret waktu dan peramalan dalam kondisi ketidakpastian atau data yang tidak pasti. Kedua metode ini memiliki kelebihan masing-masing sebagai contoh FTS Chen dapat memberikan peramalan yang lebih akurat, terutama dalam peramalan jangka panjang atau dalam situasi yang memiliki fluktuasi tinggi dalam data. Sedangkan FTS Cheng sangat efektif ketika digunakan pada data yang relatif stabil.

Kata Kunci: *Fuzzy Time Series* Chen, *Fuzzy Time Series* Cheng, MAPE

Abstract

This study aims to determine the level of accuracy in predicting the Indonesian Sharia Stock Index (ISSI) using Chen's *Fuzzy Time Series* and Cheng's *Fuzzy Time Series* methods. *Fuzzy Time Series* (FTS) is a concept that can be used to forecast problems, using historical data. Both methods use the principles of fuzzy logic. The results showed that the forecasting accuracy using *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) for Chen's FTS method is 0.048% and Cheng's FTS is 0.031%. So it is concluded that both methods have a MAPE value of less than 10% and it can be said that the Chen FTS and Cheng FTS models are classified as very good. These methods also have great urgency in various fields, especially those related to time series analysis and forecasting under conditions of uncertainty or uncertain data. Both methods have their own advantages as Chen's FTS can provide more accurate forecasting, especially in long-term forecasting or in situations that have high fluctuations in the data. Whereas Cheng's FTS is very effective when used on relatively stable data.

Keywords: *Fuzzy Time Series* Chen, *Fuzzy Time Series* Cheng, MAPE

1. Pendahuluan

Indeks bursa saham adalah indikator perdagangan saham yang disusun dengan satu formula tertentu yang berlangsung di bursa efek. Indonesia memiliki beberapa indeks di antaranya seperti IHSG (Indeks Harga Saham Gabungan), JII (Jakarta Islamic Index), ISSI (Indonesia Saham Syariah Indonesia) dan sebagainya. Setiap bursa efek memiliki indeks harga saham yang berbeda-beda berdasarkan pergerakan harga saham yang termasuk di dalam bursa efek tersebut. Indeks bursa efek dapat menggambarkan kondisi pasar pada suatu saat, apakah pasar sedang naik atau turun. Dengan adanya indeks, kita dapat mengetahui tren pergerakan harga saham terbaru, sedang dalam keadaan naik, stabil atau turun. Pergerakan indeks menjadi indikator penting bagi para investor untuk menentukan apakah mereka akan menjual, menahan atau membeli satu atau beberapa saham. Karena harga-harga saham bergerak dalam hitungan detik dan menit, maka nilai indeks pun bergerak turun naik dalam hitungan waktu yang cepat pula [1].

Pergerakan harga saham selalu mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Fluktuasi pasar biasanya ditandai dengan berubahnya indeks saham. Indeks harga saham dapat menjadi tolak ukur untuk melihat perekonomian suatu negara. Peramalan adalah suatu teknik untuk membuat suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data masa sekarang [2].

Peramalan dapat membantu para investor untuk mengambil keputusan yang tepat untuk meminimalisir kerugian akibat pergerakan harga

saham yang terjadi setiap waktu. Selain itu, peramalan juga dapat membantu meningkatkan efektivitas rencana bisnis baik bagi investor maupun perusahaan. Maka penting dilakukan peramalan pada suatu nilai yang selalu mengalami pergerakan khususnya pada harga saham [3].

Salah satu metode yang bisa digunakan adalah *Fuzzy Time Series* (FTS) yang diperkenalkan oleh Song dan Chissom (1993). Metode ini merupakan suatu konsep yang digunakan untuk meramalkan masalah di mana data aktual dibentuk dalam nilai-nilai linguistik [4]. Diantara yang termasuk dalam metode FTS adalah FTS Chen dan FTS Cheng. Kedua metode ini hampir sama namun terdapat sedikit perbedaan pada langkah pembentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui implementasi *Fuzzy Time Series* Chen dan *Fuzzy Time Series* Cheng dalam peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dan tingkat akurasi dalam memprediksi Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI) dalam menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Chen dan *Fuzzy Time Series* Cheng.

2. Landasan Teori

2.1. Saham Syariah

Saham dikategorikan menjadi dua yaitu saham syariah dan saham non-syariah. Perbedaan ini terletak pada kegiatan usaha dan tujuannya. Saham syariah adalah saham-saham yang memiliki karakteristik sesuai dengan syariah Islam atau

yang lebih dikenal dengan *sharia compliant* [5]. Sedangkan saham non-syariah adalah saham yang kegiatan usahanya tidak menggunakan prinsip syariah Islam.

2.2. Peramalan

Peramalan merupakan sesuatu hal yang akan terjadi di masa depan dan dapat didasarkan pada data yang ada saat ini atau di masa lalu. Peramalan memegang peranan penting dalam pengambilan keputusan di masa depan seperti peramalan cuaca, saham, perencanaan produksi, penjadwalan personel, dan urusan bisnis, sehingga dalam hal ini diperlukan hasil peramalan yang akurat di banyak bidang, sehingga banyak metode peramalan yang dikembangkan [6].

2.3. Data Runtun Waktu

Analisis runtun waktu (*time series*) adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilistik keadaan yang akan terjadi di masa yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan [7]. Data runtun waktu (*time series*) dapat juga diartikan data yang terdiri atas satu objek tetapi meliputi beberapa periode waktu misalnya data harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan lain-lain [8].

2.4. Logika dan Himpunan fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Lotfi A. Zadeh melalui tulisannya pada Tahun 1965 tentang teori himpunan fuzzy. Logika *fuzzy* adalah metode berhitung dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata kata yang digunakan dalam logika fuzzy memang tidak sepresisi satu bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Manusia bisa

langsung merasakan nilai dari variabel kata-kata yang sudah dipakai sehari-hari seperti rendah, sedang, dan tinggi. Istilah *fuzzy* berarti kabur atau tidak jelas, namun sistem *fuzzy* yang dibangun untuk memodelkan peramalan tersebut tetap mempunyai cara kerja dan deskripsi yang jelas berdasarkan pada teori logika *fuzzy* [4].

Himpunan *fuzzy* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Lotfi Zadeh yang didasarkan pada gagasan dalam memperluas jangkauan fungsi karakteristik sehingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval. Pada himpunan *fuzzy* nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1, yang berarti himpunan *fuzzy* dapat mewakili intepretasi tiap nilai berdasarkan pendapat atau keputusan dan probabilitasnya. Nilai 0 menunjukkan salah dan nilai 1 menunjukkan benar dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah [9].

2.5. Fuzzy Time Series

Fuzzy time series adalah sebuah konsep baru yang diusulkan oleh Song dan Chissom berdasarkan teori himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) dan konsep variabel linguistik. *Fuzzy time series* merupakan konsep yang dapat digunakan untuk meramalkan masalah di mana data historis tersebut dibentuk dalam nilai-nilai linguistik, dengan kata lain data-data terdahulu dalam *fuzzy time series* adalah data linguistik, sedangkan data terkini sebagai hasilnya berupa angka-angka riil [10].

Konsep *fuzzy time series* pertama kali dikenalkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993, dimana nilai *fuzzy time series* direpresentasikan himpunan *fuzzy* dapat diartikan sebagai suatu interval 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 dan U dengan derajat keanggotaan umumnya dinyatakan sebagai berikut:

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

dimana μ_{A_i} adalah derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy A_i di mana $A_i: U \rightarrow [0,1]$. u_k adalah elemen dari himpunan fuzzy A_i dan $\mu_{A_i}(u_k)$ adalah derajat keanggotaan dari u_k pada A_i dengan $k = 1, 2, 3, \dots, n$.

2.6. Metode Fuzzy Time Series Chen

Fuzzy Time Series (FTS) Chen adalah sebuah metode peramalan data yang menggunakan prinsip-prinsip fuzzy sebagai dasarnya. Metode ini dikembangkan oleh Dr. Shyi-Ming Chen pada tahun 1996 (Chen, 1996). Fuzzy Time series menggunakan operasi sederhana, mengandung operasi matriks yang kompleks, dan memiliki pembobot yang sama besar. Langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan peramalan menggunakan metode FTS Chen sebagai berikut [11]:

1. Menentukan Semesta Pembicaraan U dengan rumus berikut:

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

dengan X_{min} adalah data minimum X_{max} adalah data maksimal D_1 dan D_2 merupakan bilangan positif sembarang yang ditentukan oleh peneliti untuk menentukan himpunan semestanya dari himpunan data historis.

2. Menentukan interval kelas U dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama.

Jumlah kelas interval linguistik dapat dihitung menggunakan rumus Sturges [12]:

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

dimana n adalah banyak kelas interval dan N adalah banyak observasi.

Selanjutnya, menghitung panjang interval berikut adalah rumus yang digunakan untuk melakukan ini:

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

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

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (4)$$

3. Mendefinisikan himpunan fuzzy untuk masing-masing interval linguistik dengan rumus sebagai berikut:

$$A_i = \sum_j^n \frac{\mu_{ij}}{u_j} \quad (5)$$

dengan ketentuan nilai derajat keanggotaan u_i adalah

$$\mu_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika } i = j \\ 0,5 & \text{jika } i = j - 1 \text{ atau } j + 1 \\ 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (6)$$

dimana μ_{ij} adalah derajat keanggotaan u_{ij} dari himpunan fuzzy A_i dengan $i, j = 1, 2, \dots, n$.

4. Melakukan fuzzifikasi yaitu suatu proses mengidentifikasi data ke dalam himpunan fuzzy. Jika sebuah data historis yang dikumpulkan termasuk de dalam inteval u_i maka data tersebut difuzzifikasi ke dalam A_i .

5. Melakukan dan membuat tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG).

6. Melakukan Defuzzifikasi yaitu proses perhitungan dari hasil output peramalan, Misal $F(t-1) = A_i$.

Aturan1: Jika hanya terdapat satu relasi fuzzy logic pada deretan relasi *fuzzy logic*. Misal Jika $A_i \rightarrow A_j$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk A_j

Aturan 2: Jika ada himpunan fuzzy yang tidak mempunyai relasi *fuzzy logic*, misal jika $A_i \rightarrow \emptyset$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk A_i

Aturan 3: Misal jika $A_i \rightarrow A_i, A_j, \dots, A_k$, maka $F(t)$ adalah nilai peramalannya, sesuai untuk $A_i, A_j, \dots, A_k$.

Misal peramalan dari F_t yang sesuai adalah $A_1, A_2, \dots, A_n$, dan nilai keanggotaan maksimumnya terjadi pada interval $u_1, u_2, \dots, u_n$, defuzzifikasi peramalannya adalah sama dengan rata-rata nilai tengah dari $u_1, u_2, \dots, u_n$. Dimana masing-masing nilai tengahnya adalah $m_1, m_2, \dots, m_n$. Untuk persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$F_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{k} \quad (7)$$

2.7. Metode *Fuzzy Time Series* Cheng

Metode Cheng mempunyai cara yang sedikit berbeda dalam penentuan interval, menggunakan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan FLR yang sama. Berikut adalah tahapan-tahapan peramalan pada data *time series*

dengan menggunakan FTS Cheng [13]:

1. Menentukan Semesta Pembicaraan U , selanjutnya dilakukan pembagian interval dengan jarak yang sama. Jika terjadi satu jumlah data dalam suatu interval lebih besar dari nilai rata-rata dari banyaknya data pada tiap interval, maka pada interval tersebut dibagi menjadi interval yang berukuran lebih kecil dengan membagi dua[14].
2. Menentukan interval kelas U dibagi menjadi beberapa interval dengan jarak yang sama. Jumlah kelas interval linguistik dapat dihitung menggunakan rumus sturges seperti Persamaan (4). Namun, setelah interval-interval tersebut terbentuk maka dilakukan terlebih dahulu perhitungan banyaknya data observasi yang berbeda pada interval yang sama dan dilakukan untuk semua interval[15]. Selanjutnya dihitung rata-rata banyaknya data observasi pada setiap interval dengan rumus berikut:

$$r = \frac{N}{n} \quad (8)$$

dengan r adalah rata-rata banyaknya data pada interval, N adalah banyaknya data observasi dan n adalah banyaknya interval.

3. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* dan melakukan fuzzifikasi pada data historis yang diamati. Pendefinisian himpunan *fuzzy* dan fuzzifikasi pada metode Cheng sama dengan metode Chen diatas.
4. Membuat tabel FLR berdasarkan data aktual. FLR dapat dilambangkan $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i disebut *current state* dan A_j disebut *next state*.

5. Menetapkan bobot relasi FLR menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan (*all relationship*) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan. Misal terdapat suatu urutan FLR yang sama.

$$\begin{aligned} (t = 1) A_i &\rightarrow A_i, \text{diberi bobot } 1 \\ (t = 2) A_j &\rightarrow A_i, \text{diberi bobot } 1 \\ (t = 3) A_i &\rightarrow A_i, \text{diberi bobot } 2 \\ (t = 4) A_i &\rightarrow A_i, \text{diberi bobot } 3 \end{aligned} \quad (9)$$

dimana t menyatakan waktu

6. Menetapkan bobot pada kelompok relasi *fuzzy logic*. Menentukan bobot untuk semua kelompok relasi *fuzzy logic* berdasarkan pada pembobotannya[16]. Kemudian mentransfer bobot tersebut ke dalam matrik pembobotan yang telah dinormalisasi ($W_n(t)$), yang ditulis pada persamaan berikut:

$$\begin{aligned} (W_n(t)) &= W'_1, W'_2, \dots, \\ &= \left[\frac{W_1}{\sum_{h=1}^k W_h}, \frac{W_2}{\sum_{h=1}^k W_h}, \dots, \frac{W_k}{\sum_{h=1}^k W_h} \right] \end{aligned} \quad (10)$$

7. Menghitung hasil Peramalan

Untuk menghasilkan nilai peramalan, matrik pembobotan ($W(t)$) yang telah dinormalisasikan menjadi ($W_n(t)$) tersebut kemudian dikalikan dengan matriks defuzifikasi yaitu L_{df} . Matriks defuzifikasi (L_{df}) ditulis dengan persamaan $L_{df} = m_1, m_2, \dots, m_k$, dimana m_k adalah nilai tengah dari tiap interval[17]. Cara untuk menghitung peramalannya adalah

$$F_t = L_{df}(t - 1) \cdot W_n(t - 1) \quad (11)$$

2.8. Akurasi Peramalan

Perhitungan *error* merupakan suatu cara untuk mengetahui ketepatan model yang telah diperoleh. Dengan perhitungan *error* dapat dilihat seberapa akurat data hasil peramalan dari model yang telah diperoleh dengan data aktualnya. Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan. MAPE dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut[18].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X(t) - F(t)|}{X(t)} \times 100\% \quad (14)$$

Kriteria keakuratan MAPE adalah sebagai berikut:

1. Ketepatan peramalan sangat baik jika nilai $MAPE < 10\%$.
2. Ketepatan peramalan baik jika nilai $MAPE$ $10\% - 20\%$.
3. Ketepatan peramalan cukup jika nilai $MAPE$ $20\% - 50\%$.
4. Ketepatan peramalan tidak akurat jika nilai $MAPE > 50\%$.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian yakni data sekunder berupa data dengan periode bulan Indeks Saham Syariah Indonesia (ISSI), data tersebut diakses dari situs *website* Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dengan periode mulai dari Januari 2015 sampai dengan Desember 2023

sebanyak 108 data.

3.1. Fuzzy Time Series Chen

- Langkah pertama yang digunakan yaitu mendefinisikan himpunan semesta U berdasarkan Persamaan (1) yaitu;

$$U = [2.449.104, 6.145.960]$$

- Kemudian himpunan U dibagi menjadi beberapa interval dengan menggunakan Persamaan (2), (3), dan (4) yaitu

$$u_1 = (2.449.104, 2.911.211),$$

$$u_2 = (2.911.211, 3.373.318),$$

$$u_3 = (3.373.318, 3.835.425),$$

$$u_4 = (3.835.425, 4.297.532),$$

$$u_5 = (4.297.532, 4.759.639),$$

$$u_6 = (4.759.639, 5.221.746),$$

$$u_7 = (5.221.746, 5.683.853),$$

$$u_8 = (5.683.853, 6.145.960).$$

- Tahap selanjutnya menentukan himpunan fuzzy untuk seluruh himpunan semesta U pada setiap data. Berdasarkan aturan penentuan derajat keanggotaan pada

Persamaan (5) dan (6) maka himpunan fuzzy yang terbentuk sebagai berikut:

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

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

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

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

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

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

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

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

- Langkah selanjutnya dilakukan proses fuzzifikasi yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fuzzifikasi

No	Data Aktual	Fuzzifikasi
1	2.997.601,71	A_2
2	3.045.812,76	A_2
3	3.068.467,89	A_2
⋮	⋮	⋮
106	5.684.645,48	A_8
107	5.862.310,16	A_8
108	6.145.957,92	A_8

- Menentukan FLR dan FLRG disajikan beberapa tabel berikut

Tabel 2. (FLR) FTS Chen

No	Bulan/Tahun	FLR
1	Januari/2015	—
2	Februari/2015	$A_2 \rightarrow A_2$
3	Maret/2015	$A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮	⋮
106	Oktober/2023	$A_8 \rightarrow A_8$
107	November/2023	$A_8 \rightarrow A_8$
108	Desember/2023	$A_8 \rightarrow A_8$

Tabel 3. (FLRG) FTS Chen

Grup	Curret State	Next State
1	A_1	A_1, A_2
2	A_2	A_1, A_2, A_3
3	A_3	A_2, A_3, A_4
4	A_4	A_3, A_4, A_5

Grup	Curret State	Next State
5	A_5	A_4, A_5, A_6
6	A_6	A_5, A_6, A_7
7	A_7	A_8
8	A_8	A_8

6. Proses defuzzifikasi nilai peramalan ada dua tahap yaitu pertama, mencari nilai tengah berdasarkan FLR diatas dan kedua, menghitung nilai peramalan berdasarkan 3 aturan defuzzifikasi. Maka diperoleh hasil defuzzifikasi dari FLRG pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Defuzzifikasi dari FLRG

No	FLRG	Defuzzifikasi
1	A_1	2.911.211
2	A_2	3.142.265
3	A_3	3.604.372
4	A_4	4.066.479
5	A_5	4.528.586
6	A_6	4.990.693
7	A_7	5.914.907
8	A_8	5.914.907

hasil peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia dari bulan Januari 2015 sampai dengan Desember 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan FTS Chen

Bulan/Tahun	Data Aktual	Peramalan
Januari/2015	2.997.601,71	-
Februari/2015	3.045.812,76	3.142.265
Maret/2015	3.068.467,89	3.142.265
⋮	⋮	⋮
Oktober/2023	5.684.645,48	5.914.907
November/2023	5.862.310,16	5.914.907
Desember/2023	6.145.957,92	5.914.907

Januari/2024	-	5.914.907
--------------	---	-----------

Berdasarkan hasil defuzzifikasi dan hasil peramalan diatas, maka diperoleh peramalan saham syariah Indonesia untuk bulan Januari 2024 yaitu sebesar 5.914.907.

3.2. Fuzzy Time Series Cheng

1. Mendefinisikan himpunan semesta U sama seperti FTS Chen yaitu; $U = [2.449.104, 6.145.960]$
2. Pada metode peramalan dengan menggunakan metode FTS Chen sebelumnya telah dilakukan pembagian himpunan semesta U menjadi beberapa interval seperti pada metode Chen diatas. Kemudian untuk setiap interval dihitung banyaknya data observasi yang termuat dalam interval tersebut, diperoleh perhitungan sebagai berikut:

Tabel 6. Data Observasi pada Interval

Interval Linguistik	Data Obsevasi
$u_1 = [2.449.104, 2.911.211]$	17
$u_2 = [2.911.211, 3.373.318]$	23
$u_3 = [3.373.318, 3.835.425]$	40
$u_4 = [3.835.425, 4.297.532]$	8
$u_4 = [3.835.425, 4.297.532]$	10
$u_5 = [4.297.532, 4.759.639]$	4
$u_7 = [5.221.746, 5.683.853]$	1
$u_8 = [5.683.853, 6.145.960]$	5

Selanjutnya dihitung rata-rata banyaknya data observasi pada tiap interval sebagai berikut:

$$r = \frac{108}{8} = 13.5 \approx 14$$

Karena banyaknya data observasi yang berbeda pada interval u_1 , u_2 , dan u_3 melebihi rata-rata

banyaknya data observasi pada tiap interval u_1, u_2 , dan u_3 tersebut dibagi menjadi dua interval yang lebih kecil. Sehingga interval linguistik terbagi menjadi 14 interval sebagai berikut:

Tabel 7. Interval Setelah Proses Pembagian

Interval Linguistik	Nilai Tengah
$u_1 = [2.449.104, 2.680.158]$	$m_1 = 2.564.631$
$u_2 = [2.680.158, 2.911.211]$	$m_2 = 2.795.684$
$u_3 = [2.911.211, 3.142.265]$	$m_3 = 3.026.738$
$u_4 = [3.142.265, 3.373.318]$	$m_4 = 3.257.791$
$u_5 = [3.373.318, 3.488.845]$	$m_5 = 3.431.081$
$u_6 = [3.488.845, 3.604.372]$	$m_6 = 3.546.608$
$u_7 = [3.604.372, 3.719.898]$	$m_7 = 3.662.135$
$u_8 = [3.719.898, 3.835.425]$	$m_8 = 3.777.662$
$u_9 = [3.835.425, 4.297.532]$	$m_9 = 4.066.479$
$u_{10} = [4.297.532, 4.759.639]$	$m_{10} = 4.528.586$
$u_{11} = [4.759.639, 5.221.746]$	$m_{11} = 4.990.693$
$u_{12} = [5.221.746, 5.683.853]$	$m_{12} = 5.452.800$
$u_{13} = [5.683.853, 6.145.960]$	$m_{13} = 5.914.907$

Dari interval linguistik yang telah dilakukan proses pembagian di atas, maka diperoleh banyaknya data observasi tiap interval sebagai berikut:

Tabel 8. Data Observasi pada Setiap Interval Setelah Proses Pembagian

Interval Linguistik	Data Observasi
$u_1 = [2.449.104, 2.680.158]$	6
$u_2 = [2.680.158, 2.911.211]$	11
$u_3 = [2.911.211, 3.142.265]$	11
$u_4 = [3.142.265, 3.373.318]$	12
$u_5 = [3.373.318, 3.488.845]$	14
$u_6 = [3.488.845, 3.604.372]$	11
$u_7 = [3.604.372, 3.719.898]$	6
$u_8 = [3.719.898, 3.835.425]$	9
$u_9 = [3.835.425, 4.297.532]$	8
$u_{10} = [4.297.532, 4.759.639]$	10

Interval Linguistik	Data Observasi
$u_{11} = [4.759.639, 5.221.746]$	4
$u_{12} = [5.221.746, 5.683.853]$	1
$u_{13} = [5.683.853, 6.145.960]$	5

3. Tahap selanjutnya menentukan himpunan *fuzzy* untuk seluruh himpunan semesta U pada setiap data. maka himpunan *fuzzy* yang terbentuk sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} + \frac{0}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{0}{u_{13}} \\
 A_2 &= \frac{0.5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0.5}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} + \frac{0}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{0}{u_{13}} \\
 A_3 &= \frac{0}{u_1} + \frac{0.5}{u_2} + \frac{1}{u_3} + \frac{0.5}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} + \frac{0}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{0}{u_{13}} \\
 &\vdots \\
 A_{11} &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0.5}{u_{10}} + \frac{1}{u_{11}} + \frac{0.5}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{0}{u_{13}} \\
 A_{12} &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0.5}{u_{11}} + \frac{1}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{0.5}{u_{13}} \\
 A_{13} &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \frac{0}{u_4} + \frac{0}{u_5} + \frac{0}{u_6} + \frac{0}{u_7} \\
 &\quad + \frac{0}{u_8} + \frac{0}{u_9} + \frac{0}{u_{10}} + \frac{0}{u_{11}} + \frac{0.5}{u_{12}} \\
 &\quad + \frac{1}{u_{13}}
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya dilakukan proses fuzzifikasi yang ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Fuzzifikasi FTS Cheng

No	Data Aktual	Fuzzifikasi
1	2.997.601,71	A_3
2	3.045.812,76	A_3
3	3.068.467,89	A_3
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
106	5.684.645,48	A_{13}
107	5.862.310,16	A_{13}
108	6.145.957,92	A_{13}

4. Menentukan *Fuzzy Logic Relations* (FLR) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. FLR Cheng

No	Bulan/Tahun	FLR
1	Januari/2015	—
2	Februari/2015	$A_3 \rightarrow A_3$
3	Maret/2015	$A_3 \rightarrow A_3$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
106	Oktober/2023	$A_{13} \rightarrow A_{13}$
107	November/2023	$A_{13} \rightarrow A_{13}$
108	Desember/2023	$A_{13} \rightarrow A_{13}$

5. Menentukan *Fuzzy Logic Relations Group* (FLRG) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. FLRG Cheng

Current State	Next State
A_1	$(5)A_1, (1)A_2$
A_2	$(1)A_1, (7)A_2, (3)A_3$
A_3	$(3)A_2, (5)A_3, (3)A_4$
A_4	$(1)A_3, (8)A_4, (2)A_5, (1)A_6$
A_5	$(1)A_3, (1)A_4, (5)A_5, (6)A_6, (1)A_7$

Current State	Next State
A_6	$(6)A_5, (3)A_6, (2)A_7$
A_7	$(1)A_7, (3)A_8, (2)A_9$
A_8	$(1)A_5, (1)A_6, (2)A_7, (3)A_8, (2)A_9$
A_9	$(3)A_8, (3)A_9, (2)A_{10}$
A_{10}	$(1)A_9, (6)A_{10}, (3)A_{11}$
A_{11}	$(2)A_{10}, (1)A_{11}, (1)A_{12}$
A_{12}	$(1)A_{13}$
A_{13}	$(5)A_{13}$

6. Menetapkan pembobotan untuk masing-masing FLRG sebagai berikut:

$$W_n(1) = \left[\frac{5}{6}, \frac{1}{6} \right],$$

$$W_n(2) = \left[\frac{1}{11}, \frac{7}{11}, \frac{3}{11} \right],$$

$$W_n(3) = \left[\frac{3}{11}, \frac{5}{11}, \frac{3}{11} \right],$$

$$\vdots$$

$$W_n(11) = \left[\frac{2}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \right],$$

$$W_n(12) = \left[\frac{1}{1} \right],$$

$$W_n(13) = \left[\frac{5}{5} \right]$$

7. Menentukan hasil peramalan dari matriks diatas sebagai contoh $F(t-1) = A_1$ adalah matriks baris $(L_{df}(t-1)) = [m_1, m_2]$ dan matriks pembobotannya adalah matriks kolom $W_n(t-1) = [5/6, 1/6]$, sehingga diperoleh hasil ramalan $F(t)$ yaitu:

$$F(t) = [2.564.631 \ 2.795.684] \begin{bmatrix} 5/6 \\ 1/6 \end{bmatrix} \\ = 2.603.140$$

dengan menggunakan cara yang sama maka diperoleh nilai ramalan untuk $F(t)$ sebagai berikut:

Table 12. Nilai Peramalan FTS Cheng

$F(t - 1)$	Nilai Peramalan untuk $F(t)$
A_1	2.603.140
A_2	2.837.694
A_3	3.026.738
A_4	3.291.487
A_5	3.455.837
A_6	3.504.598
A_7	3.854.679
A_8	3.751.989
A_9	4.073.699
A_{10}	4.621.007
A_{11}	4.875.166
A_{12}	5.914.907
A_{13}	5.914.907

Selanjutnya menghitung hasil peramalan Indeks Saham Syariah Indonesia dari bulan Januari 2015 sampai dengan Januari 2024 dapat dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Hasil Peramalan FTS Cheng

Bulan/Tahun	Data Aktual	Nilai Peramalan
Januari/2015	2.997.601,71	-
Februari/2015	3.045.812,76	3.026.738
Maret/2015	3.068.467,89	3.026.738
⋮	⋮	⋮
Oktober/2023	5.684.645,48	5.914.907
November/2023	5.862.310,16	5.914.907
Desember/2023	6.145.957,92	5.914.907
Januari/2024	-	5.914.907

Berdasarkan matriks dan hasil peramalan diatas, maka diperoleh peramalan saham syariah Indonesia untuk bulan Januari 2024 yaitu sebesar 5.914.907.

3.3. Akurasi Peramalan

Langkah terakhir yang dilakukan setelah peramalan dengan metode *Fuzzy Time Series* Chen dan *Fuzzy Time Series* Cheng adalah mengukur tingkat akurasi dari hasil peramalan tersebut. Rumus untuk melakukan akurasi peramalan menggunakan MAPE berdasarkan Persamaan (14) untuk masing-masing metode diperoleh akurasi peramalan sebagai berikut:

Tabel 14. Akurasi Peramalan

Peramalan	Akurasi Peramalan MAPE
FTS Chen	0,048%
FTS Cheng	0,034%

Berdasarkan Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa MAPE dari setiap metode dapat dikatakan hasil peramalan tersebut sangat baik karena nilai MAPE-nya untuk setiap metode kurang dari 10%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Time Series* Cheng memiliki tingkat akurasi lebih baik dibandingkan dengan *Fuzzy Time Series* Chen, walaupun selisih nilai *error* antara kedua metode cukup kecil. Hal ini dapat dilihat dari nilai MAPE dari kedua metode memiliki kurang dari 10% dan dapat dikatakan *Fuzzy Time Series* Chen dan *Fuzzy Time Series* Cheng tergolong sangat baik.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada keluarga, dan kepada seluruh pihak yang turut membantu, membimbing dan mendukung pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] W. Sawidji, *Pasar Modal Indonesia: Pengantar & Studi Kasus*. 2009.
- [2] S. Sumartini, M. N. Hayati, and S. Wahyuningsih, "Peramalan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Cheng," *EKSPONENSIAL*, vol. 8, no. 1, pp. 51–56, 2017.
- [3] D. M. Putri, A. Afrimayani, L. H. Hasibuan, F. R. Ul Hasanah, and M. Jannah, "Comparison of Double Exponential Smoothing and Fuzzy Time Series Markov Chain in Forecasting Foreign Tourist Arrivals," *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, vol. 18, no. 3, pp. 1817–1828, 2024, doi: 10.30598/barekengvol18iss3pp1817-1828.
- [4] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi logika fuzzy : untuk pendukung keputusan / Sri Kusumadewi, Hari Purnomo*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [5] R. Auliyah and A. Hamzah, "Analisa Karakteristik Perusahaan, Industri dan Ekonomi Makro Terhadap Return dan Beta Saham Syariah di Bursa Efek Jakarta," *Simp. Nas. Akunt.*, vol. 9, pp. 23–26, 2006.
- [6] A. B. Elfajar, B. D. Setiawan, and C. Dewi, "Peramalan Jumlah Kunjungan Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–94, 2017.
- [7] A. Sukarna, "Analisis Deret Waktu: Teori dan Aplikasinya," *Makasar Andira Publ.*, 2006.
- [8] M. S. W. SC and V. E. McGee, "Metode dan Aplikasi Peramalan (Jakarta: Binarupa Aksara)," *Bin. Aksara*, 1999.
- [9] P. Thakur, A. Kaczynska, N. Gandotra, N. Saini, and W. Salabun, "The Application of the New Pythagorean Fuzzy Entropy to Decision-Making using Linguistic Terms," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 207, pp. 4525–4534, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.09.516.
- [10] N. Fauziah, S. Wahyuningsih, and Y. N. Nasution, "Peramalan Menggunakan Fuzzy Time Series Chen (Studi Kasus: Curah Hujan Kota Samarinda)," *J. Stat. Univ. Muhammadiyah Semarang*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [11] A. Afrimayani and D. M. Putri, "Analisis Pergerakan Harga Emas Berjangka Menggunakan Model Fuzzy Time Series Markov Chain," *JOSTECH J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 144–155, 2023, doi: 10.15548/jostech.v3i2.6994.
- [12] N. Afnisah and F. Marpaung, "A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1462, no. 1, p. 12044.
- [13] C.-H. Cheng, T.-L. Chen, H. J. Teoh, and C.-H. Chiang, "Fuzzy time-series based on adaptive expectation model for TAIEX forecasting," *Expert Syst. Appl.*, vol. 34, no. 2, pp. 1126–1132, 2008.
- [14] I. J. Thira, N. A. Mayangky, D. N. Kholifah, I. Balla, and W. Gata, "Peramalan Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia menggunakan Fuzzy Time Series," *J. Edukasi dan Penelit. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 18–23, 2019.
- [15] K. Nugroho, "Model analisis prediksi menggunakan metode fuzzy time series," *J. Ilm. Infokam*, vol. 12, no. 1, 2016.
- [16] S. S. Berutu, E. Sedyono, and P. S. Sasongko, "Peramalan Penjualan Dengan Metode Fuzzy Time Series Ruey Chyn Tsaur," *HimsyaTech*, vol. 11, no. 1, pp. 1–11, 2013.
- [17] C.-H. Cheng, G.-W. Cheng, and J.-W. Wang, "Multi-attribute fuzzy time series method based on fuzzy clustering," *Expert Syst. Appl.*, vol. 34, no. 2, pp. 1235–1242, 2008.

- [18] R.-C. Tsaur, "A fuzzy time series-Markov chain model with an application to forecast the exchange rate between the Taiwan and US dollar," *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control*, vol. 8, no. 7, pp. 4931–4942, 2012.