

Forecasting Inflation In Indonesia Using The Modified Fuzzy Time Series Cheng

Peramalan Inflasi Di Indonesia Dengan Metode *Fuzzy Time Series* Cheng Yang Dimodifikasi

Indi Ria Al Kadry^{1*}, Jusmawati Massalesse^{2*}, Muh. Nur^{3*}

**Program Studi Matematika, FMIPA-Universitas Hasanuddin*

Email address : ¹indirialkadry@gmail.com, ²jusmawati@gmail.com,

³muhammadnur@unhas.ac.id

Abstract

Inflation is one of the most important indicators to analyze a country's economy. Therefore, it is necessary to forecast the inflation rate. Forecasting can be done by various methods, one of which is Fuzzy Time Series Cheng. In this study, several modifications were made to the method used. The purpose of this study is to forecast using the Modified Fuzzy Time Series (FTS) Cheng method and determine the accuracy of the forecasting results obtained. The results of this study indicate that the Modified FTS Cheng method can be used in forecasting, either by determining the interval average-based or using the Sturges equation. Based on the results of the calculation of forecasting accuracy using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), the accuracy for Modified FTS Cheng by determining the average-based interval for forecasting based on the current state and next state is 11.58% and 5.78%, respectively. Furthermore, the Modified FTS Cheng by determining the interval using the Sturges equation resulted in a MAPE value of 9.61% and a FTS Cheng of 7.54%. The MAPE value of each method is less than 10%, which means that the method has a very good performance, except for Modified FTS Cheng by determining the average-based interval for forecasting based on current state has good performance with MAPE values between 10 % and 20%.

Keywords: Inflation, Forecasting, Fuzzy Time Series Cheng, Modified Fuzzy Time Series Cheng and MAPE.

Abstrak

Inflasi merupakan salah satu indikator terpenting untuk menganalisis perekonomian suatu negara. Oleh karena itu, perlu dilakukan peramalan terhadap tingkat inflasi. Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya *Fuzzy Time Series (FTS)* Cheng. Pada penelitian ini dilakukan beberapa modifikasi pada metode yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan peramalan menggunakan metode *FTS* Cheng yang Dimodifikasi dan menentukan akurasi dari hasil peramalan yang diperoleh. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *FTS* Cheng Dimodifikasi dapat digunakan dalam melakukan peramalan, baik dengan penentuan interval berbasis rata-rata maupun



menggunakan persamaan Sturges. Berdasarkan hasil perhitungan keakuratan peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) diperoleh akurasi untuk *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan berdasarkan *current state* dan *next state* masing-masing sebesar 11,58% dan 5,78%. Selanjutnya, *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval menggunakan persamaan Sturges menghasilkan nilai MAPE sebesar 9,61% dan *FTS* Cheng sebesar 7,54%. Nilai MAPE dari masing-masing metode kurang dari 10% yang berarti bahwa metode tersebut mempunyai kinerja yang sangat baik, kecuali *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berbasis rata-rata untuk peramalan berdasarkan *current state* mempunyai kinerja yang baik dengan nilai MAPE berada antara 10% dan 20%.

Kata Kunci: *Inflasi, Peramalan, Fuzzy Time Series Cheng, Fuzzy Time Series Cheng Dimodifikasi dan MAPE.*

1. PENDAHULUAN

Secara umum inflasi merupakan sebuah kondisi dimana jumlah uang beredar lebih banyak dibandingkan dengan jumlah barang. Hal ini akan mendorong harga kebutuhan masyarakat makin tinggi sehingga daya beli masyarakat makin menurun. Dampak berkelanjutannya adalah devisa makin berkurang karena ketidakmampuan negara mengekspor barang [5].

Mengingat besarnya dampak inflasi terhadap perekonomian suatu negara maka perlu dilakukan peramalan tingkat inflasi pada masa yang akan datang guna menentukan langkah-langkah yang perlu diambil untuk menghadapi tantangan yang lebih besardi masa depan [8]. Permalan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satunya *Fuzzy Time Series* (*FTS*). Penelitian mengenai metode *FTS* dan pengembangannya dalam meramalkan suatu masalah telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti, seperti Ariyanto, dkk. [2] dan Arnita, dkk. [3]. Ariyanto, dkk. melakukan peramalan terhadap penjualan eceran dengan menggunakan metode *FTS* Cheng, dengan panjang interval 7, 50 dan 125. Pada penelitian tersebut diperoleh bahwa 50 interval yang paling mendekati nilai aktual. Selanjutnya, penelitian Arnita, dkk. menggunakan *FTS* Cheng dan dua metode *FTS* lainnya untuk peramalan terhadap curah hujan. Dalam penelitian tersebut diperoleh bahwa nilai MAPE untuk *FTS* Cheng yaitu sebesar 34,5%. Hal ini menandakan bahwa metode *FTS* Cheng dapat digunakan dalam peramalan. %. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan distribusi frekuensi, pada penelitian ini dilakukan modifikasi dengan terhadap metode *FTS* Cheng dengan dengan menambahkan standar deviasi pada penentuan batas interval himpunan semesta, menentukan panjang interval dengan basis rata-rata (*average-based*) dan mentranspose matriks pembobot terstandarisasi.

2. HASIL UTAMA

a. Fuzzy Time Series Cheng Dimodifikasi

Pada bagian ini dilakukan beberapa modifikasi pada metode *FTS* Cheng dengan menambahkan standar deviasi pada himpunan semesta, menggunakan basis rata-rata (*average-based*) dalam menentukan panjang interval dan matriks pembobot terstandarisasi.

- Menentukan jarak rata-rata.
Data aktual diurutkan berdasarkan data terkecil hingga data terbesar. Setelah diurutkan ditentukan jarak rata-rata antara setiap dua data berurut dengan menggunakan rumus:

$$AD(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} |x_{p(i)} - x_{p(i+1)}| \quad (1)$$

dengan AD merupakan jarak rata-rata dan n menyatakan banyaknya data [4].

- Menentukan standar deviasi.

Standar deviasi ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - AD)^2} \quad (2)$$

Selanjutnya, penentuan panjang interval ditentukan dengan menggunakan basis rata-rata (*average-based*) dengan langkah-langkah:

- 1) Menentukan semua selisih absolut antara data aktual D_{i+1} dan D_i dengan $i = 1, 2, \dots, n-1$, yaitu $S_i = |D_{i+1} - D_i|, \forall i = 1, 2, \dots, n-1$.
- 2) Menentukan panjang interval, yaitu dengan mengambil $\frac{1}{2}$ dikalikan dengan selisih rata-rata atau $\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{n-1} \frac{S_i}{n-1} \right)$.
- 3) Menentukan basis panjang interval berdasarkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Tabel Pemetaan Dasar

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

- 4) Membulatkan panjang interval sesuai dengan basis yang ditentukan sebagai panjang interval [9].

Berdasarkan uraian tersebut, perbedaan utama FTS Cheng dan FTS Cheng Dimodifikasi yaitu terletak pada penentuan himpunan semesta, panjang interval dan bobot matriks terstandarisasi. Sehingga secara lengkap metode *Fuzzy Time Series* Cheng Dimodifikasi mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan himpunan semesta data aktual U . Jika D_{max} dan D_{min} merupakan nilai terbesar dan terkecil dari data *time series* dengan $D_{max} = \max\{y_i | y_i \in D\}$, $D_{min} = \min\{y_i | y_i \in D\}$ [7] dan σ adalah standar deviasi maka himpunan semesta (U) didefinisikan sebagai:

$$U = [D_{min} - \sigma, D_{max} + \sigma] \quad (3)$$

dengan D merupakan data aktual.

Langkah 2: Menentukan panjang interval. Panjang interval ditentukan dengan menggunakan basis rata-rata (*average-based*).

Langkah 3: Menentukan banyaknya interval himpunan *fuzzy* berdasarkan panjang interval dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{(D_{max} + \sigma) - (D_{min} - \sigma)}{I} \quad (4)$$

dengan I menyatakan panjang interval.

Langkah 4: Mendefinisikan himpunan *fuzzy* A_i dan menfuzzifikasikan data aktual yang diamati. Misalkan A_1, A_2, \dots, A_p merupakan himpunan *fuzzy* dari suatu variabel linguistik yang mempunyai nilai linguistik, dengan himpunan *fuzzy* A_1, A_2, \dots, A_p pada $U = (u_{ij}), j = 1, 2, \dots, p$ adalah sebagai berikut [1]:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= a_{11}/u_1 + a_{12}/u_2 + a_{13}/u_3 + \dots + a_{1p}/u_p \\
 A_2 &= a_{21}/u_1 + a_{22}/u_2 + a_{23}/u_3 + \dots + a_{2p}/u_p \\
 &\vdots \\
 A_p &= a_{p1}/u_1 + a_{p2}/u_2 + a_{p3}/u_3 + \dots + a_{pp}/u_p
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

dengan derajat keanggotaan a_{ij} adalah sebagai berikut [6]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & j = i \\ 0,5, & j = i - 1 \text{ atau } j = i + 1 \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}
 \tag{6}$$

Langkah 5: Membentuk tabel *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) berdasarkan data aktual. FLR dapat ditulis sebagai $A_i \rightarrow A_j$, dengan A_i disebut *current state* dan A_j disebut *next state*.

Langkah 6: Menentukan bobot relasi FLR dengan memasukkan semua hubungan berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama menjadi *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). FLR dengan *current state* (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup.

Misalkan terdapat urutan FLR yang sama, untuk t yang berbeda seperti berikut ini:

$$\begin{aligned}
 &\text{untuk } t = 1, A_1 \rightarrow A_1, \text{ diberikan bobot } 1 \\
 &\text{untuk } t = 2, A_2 \rightarrow A_1, \text{ diberikan bobot } 1 \\
 &\text{untuk } t = 3, A_3 \rightarrow A_1, \text{ diberikan bobot } 1 \\
 &\text{untuk } t = 4, A_1 \rightarrow A_1, \text{ diberikan bobot } 2
 \end{aligned}$$

dimana t menyatakan waktu.

Selanjutnya, membentuk matriks pembobot $W = (w_{ij})$ berdasarkan bobot relasi pada FLR, dengan w_{ij} merupakan bobot matriks pada baris ke- i dan kolom ke- j . Sehingga bentuk matriks pembobot (W) dapat ditulis sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1p} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2p} \\ \vdots & \vdots & w_{ij} & \vdots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pp} \end{bmatrix}
 \tag{7}$$

dengan $i, j = 1, 2, \dots, p$.

Langkah 7: Melakukan standarisasi terhadap matriks pembobot W untuk mendapatkan matriks $W^* = (w_{ij}^*)$, dengan

$$w_{ij}^*(t) = \frac{w_{ij}}{\sum_{j=1}^p w_{ij}}
 \tag{8}$$

atau

$$W^* = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{12}^* & \dots & w_{1p}^* \\ w_{21}^* & w_{22}^* & \dots & w_{2p}^* \\ \vdots & \vdots & w_{ij}^* & \vdots \\ w_{p1}^* & w_{p2}^* & \dots & w_{pp}^* \end{bmatrix}
 \tag{9}$$

dengan W^* disebut matriks pembobot terstandarisasi.

Langkah 8: Menentukan defuzzifikasi nilai peramalan. Nilai peramalan diperoleh dengan mengalikan transpose dari matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dengan nilai tengah (m_i). Nilai tengah (m_i) pada interval himpunan *fuzzy* dapat dihitung dengan rumus:

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2}
 \tag{10}$$

sehingga perhitungan peramalannya menjadi:

$$F_i = w_{1i}^*(m_1) + w_{2i}^*(m_2) + \dots + w_{pi}^*(m_p)
 \tag{11}$$

atau dalam bentuk matriks dapat dituliskan sebagai:

$$F_i = \begin{bmatrix} w_{11}^* & w_{21}^* & \dots & w_{p1}^* \\ w_{12}^* & w_{22}^* & \dots & w_{p2}^* \\ \vdots & \vdots & w_{ij}^* & \vdots \\ w_{1p}^* & w_{2p}^* & \dots & w_{pp}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_p \end{bmatrix} \quad (12)$$

dengan F_i adalah hasil peramalan dengan $i = 1, 2, \dots, p$.

b. Implementasi Metode

2.2.1 Analisis Deskriptif

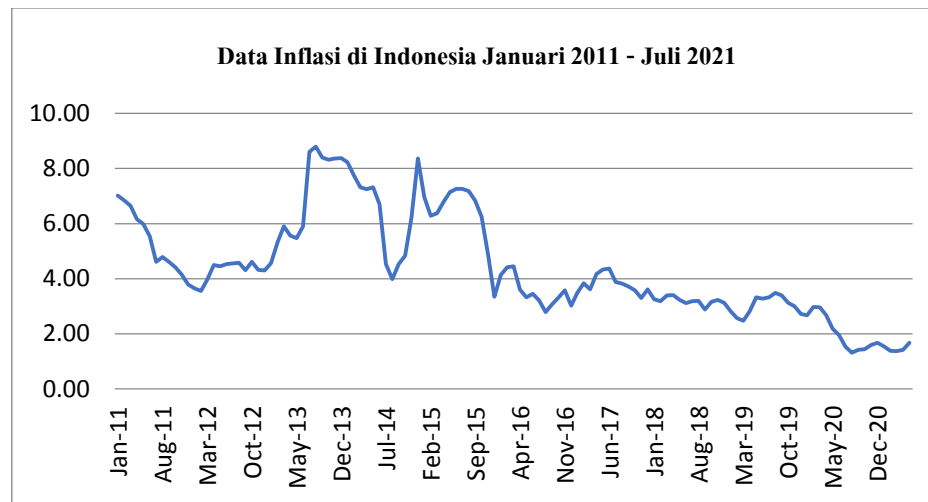
Data yang digunakan merupakan data inflasi di Indonesia pada bulan Januari 2011 hingga Juli 2021 yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Gambaran data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Data Inflasi di Indonesia Bulan Januari 2011 - Juli 2021

t	Bulan	Inflasi
1	Januari 2011	7,02
2	Februari 2011	6,84
3	Maret 2011	6,65
⋮	⋮	⋮
31	Juli 2013	8,61
32	Agustus 2013	8,79
⋮	⋮	⋮
116	Agustus 2020	1,32
117	September 2020	1,42
⋮	⋮	⋮
126	Juni 2021	1,33
127	Juli 2021	1,52

Sumber: Data sekunder, BPS Indonesia [10]

Dari Tabel 2.2, data inflasi terendah terjadi pada Agustus 2020 yaitu 1,32 yang menunjukkan bahwa inflasi pada periode tersebut mengalami penurunan. Sebaliknya, data inflasi tertinggi terjadi pada Agustus 2013 yaitu 8,79 yang menunjukkan bahwa inflasi pada periode tersebut mengalami kenaikan. Berikut grafik *time series* dari data inflasi:



Gambar 2.1 Grafik *Time Series* Data Inflasi di Indonesia

Grafik *time series* pada Gambar 2.1 menunjukkan bahwa data inflasi berubah setiap bulan, tetapi tidak terdapat pergerakan khusus. Dengan kata lain, data inflasi tersebut tidak menunjukkan pola tertentu. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak terduga seperti kondisi ekonomi dan sebagainya.

2.2.2 Fuzzy Time Series Cheng Dimodifikasi

Berikut langkah-langkah perhitungan peramalan inflasi di Indonesia dengan metode *FTS* Cheng Dimodifikasi:

Langkah 1: Menentukan himpunan semesta. Berdasarkan Tabel 2.2 diperoleh D_{min} yaitu 1,32, D_{max} yaitu 8,79 dan standar deviasi diperoleh dengan langkah-langkah:

- Mengurutkan data dari yang terkecil hingga terbesar. Setelah data diurutkan, ditentukan selisih absolut dari setiap dua data yang berurutan.

Tabel 2.3. Selisih Absolut Setiap Dua Data Berurutan

i	$x_{p(i)}$	$ x_{p(i)} - x_{p(i+1)} $
1	1,32	0,01
2	1,33	0,04
\vdots	\vdots	\vdots
126	8,61	0,18

Berdasarkan Tabel 2.3 diperoleh jumlah selisih absolut sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{n-1} |x_{p(i)} - x_{p(i+1)}| = 0,01 + 0,04 + \dots + 0,18 = 7,47,$$

sehingga, berdasarkan persamaan (1) diperoleh jarak rata-rata yaitu:

$$AD(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} |x_{p(i)} - x_{p(i-1)}| = \frac{1}{126} (7,47) = 0,05929.$$

- Menentukan standar deviasi. Standar deviasi ditentukan dengan terlebih dahulu menghitung $(x_i - AD)^2$, $i = 1, 2, \dots, n$ dengan $x_i = x_{p(i)} - x_{p(i+1)}$ dan $AD = 0,05929$. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Kuadrat dari Selisih Setiap Selisih Dua Data Berurutan dan Jarak Rata-rata

i	$x_{p(i)}$	x_i	$(x_i - AD)^2$
1	1,32	0,01	0,00243
2	1,33	0,04	0,00037
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
126	8,61	0,18	0,01457

Berdasarkan nilai yang diperoleh pada Tabel 2.4, maka jumlahan kuadrat dari selisih setiap selisih dua data berurutan dan jarak rata-rata sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - AD)^2 = 0,00243 + 0,00077 + \dots + 0,01457 = 0,99544,$$

sehingga, berdasarkan persamaan (2) diperoleh standar deviasi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - AD)^2} = \sqrt{\frac{1}{126} (0,99544)} = 0,08708 \approx 0,09$$

Selanjutnya, dari Persamaan (3) diperoleh himpunan semesta U sebagai berikut:

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - \sigma, D_{max} + \sigma] \\ &= [1,32 - 0,09, 8,79 + 0,09] \\ &= [1,23, 8,88] \end{aligned}$$

Langkah 2: Menentukan panjang interval dengan basis rata-rata (*average-based*). Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Menghitung semua selisih absolut data aktual dengan persamaan $S_i = |D_i - D_{i+1}|$, dengan S adalah selisih dan $i = 1, 2, \dots, n - 1$. Misalkan, selisih data aktual pertama ($D_1 = 7,02$) dan kedua ($D_2 = 6,84$) yaitu $S_1 = |D_1 - D_2| = |7,02 - 6,84| = 0,18$ dan seterusnya. Adapun hasil dari selisih absolut data aktual dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5. Selisih Absolut Data Aktual

i	Bulan	D_i	$ D_i - D_{i+1} $
1	Januari 2011	7,02	0,18
2	Februari 211	6,84	0,19
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
126	Juni 2021	1,33	0,35

2. Mengambil $\frac{1}{2}$ kali rata-rata selisih absolut yang diperoleh pada langkah sebelumnya. Berdasarkan Tabel 2.5 diperoleh rata-rata selisih absolut data aktual yaitu $\frac{\sum_{i=1}^{n-1} S_i}{n-1} = \frac{42,90}{126} = 0,34$. Sehingga $\frac{1}{2}$ kali rata-rata selisih absolut adalah $\frac{1}{2} \left(\frac{\sum_{i=1}^{n-1} S_i}{n-1} \right) = \frac{1}{2} (0,34) = 0,17$. Dengan demikian diperoleh panjang interval yaitu 0,17.
3. Menentukan basis panjang interval. Dari langkah kedua diperoleh panjang interval yaitu 0,17, maka berdasarkan Tabel 2.1 diperoleh basis panjang interval yaitu 0,1.
4. Kemudian, membulatkan panjang sesuai dengan basis yang ditentukan sebagai panjang interval. Panjang interval 0,17 dibulatkan berdasarkan basis, maka diperoleh panjang interval adalah 0,1.

JURNAL MATEMATIKA, STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Indi Ria Al Kadry, Jusmawati Massalesse, Muh. Nur

Langkah 3: Menentukan banyaknya interval dari himpunan *fuzzy* berdasarkan panjang interval. Dengan menggunakan Persamaan (4) diperoleh:

$$K = \frac{8,88 - 1,23}{0,1} = 76,5 \approx 77$$

Langkah 4: Mendefinisikan himpunan *fuzzy* dengan mengasumsikan A_1, A_2, \dots, A_p menjadi nilai-nilai linguistik dari variabel linguistik. Berdasarkan masing-masing interval tersebut, didefinisikan *fuzzy set* A_i , dengan $1 \leq i \leq 77$. Berdasarkan Persamaan (5) maka akan terbentuk variabel linguistik sebagai berikut:

$$A_1 = \{1/u_1 + 0,5/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0/u_{76} + 0/u_{77}\}$$

$$A_2 = \{0,5/u_1 + 1/u_2 + 0,5/u_3 + \dots + 0/u_{76} + 0/u_{77}\}$$

⋮

$$A_{77} = \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + \dots + 0,5/u_{76} + 1/u_{77}\}$$

Adapun batas yang baru hasil dari penentuan nilai linguistik dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut:

Tabel 2.6. Interval *Fuzzy* Berdasarkan Basis Rata-rata

A_i	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah (m_i)	Panjang Interval
A_1	1,23	1,33	1,28	0,1
A_2	1,33	1,43	1,38	0,1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_{77}	8,83	8,93	8,88	0,1

Langkah 5: Menentukan fuzzifikasi data aktual berdasarkan interval yang diperoleh. Hasil dari fuzzifikasi data aktual dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Fuzzifikasi Data Aktual

t	Bulan	Inflasi	Fuzzifikasi
1	Januari 2011	7,02	A_{58}
2	Februari 2011	6,84	A_{57}
⋮	⋮	⋮	⋮
127	Juni 2021	1,52	A_1

Setelah melakukan fuzzifikasi, kemudian menentukan FLR. FLR dapat ditulis sebagai $A_i \rightarrow A_j$. Adapun hasil dari FLR tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Hasil *Fuzzy Logical Relationship* (FLR)

t	Bulan	Fuzzifikasi	FLR
1	Jan-11	A_{58}	*
2	Feb-11	A_{57}	$A_{58} \rightarrow A_{57}$
⋮	⋮	⋮	⋮
127	Jun-21	A_1	$A_5 \rightarrow A_1$

Langkah 6: Selanjutnya, menentukan FLRG dengan memasukkan semua *next state* (A_j) pada *current state* (A_i) yang sama dalam satu grup. Hasil dari FLRG dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Pembobotan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG)

Grup	Current State	Next State
Grup 1	A_1	$A_2 A_3$
Grup 2	A_2	$2(A_2) A_3 A_5$
⋮	⋮	⋮
Grup 50	A_{76}	A_{72}

Kemudian bobot yang diperoleh pada Tabel 2.9 dituliskan ke dalam bentuk matriks pembobotan. Sehingga, berdasarkan Persamaan (9) diperoleh bobot FLRG seperti pada Tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10. Matriks Pembobotan

	w_{ij}									
A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	⋯	A_{76}	A_{77}
A_1	0	1	1	0	0	0	0	⋯	0	0
A_2	0	2	1	0	1	0	0	⋯	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋯	⋮	⋮
A_{77}	0	0	0	0	0	0	0	⋯	0	0

Langkah 7: Setelah membentuk matriks pembobotan, kemudian mentransfer bobot FLRG pada Tabel 2.10 menjadi matriks pembobot terstandarisasi (W^*) dengan normalisasi kolom. Berdasarkan Persamaan (8) diperoleh:

- untuk $j = 1$

$$w_{11}^*(t) = w_{21}^*(t) = w_{31}^*(t) = \frac{0}{0+0+0+1+1+1+\dots+0} = 0$$

$$w_{41}^*(t) = \frac{w_{41}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i1}} = \frac{1}{0+0+0+1+1+1+\dots+0} = \frac{1}{2}$$

$$w_{51}^*(t) = \frac{w_{51}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i1}} = \frac{1}{0+0+0+1+1+1+\dots+0} = \frac{1}{2}$$

0 untuk yang lainnya.

- untuk $j = 2$

$$w_{12}^*(t) = \frac{w_{12}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i2}} = \frac{1}{1+2+1+0+0+0+\dots+0} = \frac{1}{4}$$

$$w_{22}^*(t) = \frac{w_{22}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i2}} = \frac{2}{1+2+1+0+0+0+\dots+0} = \frac{2}{4}$$

$$w_{32}^*(t) = \frac{w_{32}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i2}} = \frac{0}{1+2+1+0+0+0+\dots+0} = 0$$

$$w_{42}^*(t) = \frac{w_{42}}{\sum_{i=1}^{77} w_{i2}} = \frac{1}{1+2+1+0+0+0+\dots+0} = \frac{1}{4}$$

0 untuk yang lainnya.

Cara yang sama dilakukan sampai dengan $j = 77$, dan berdasarkan Persamaan (9) diperoleh transpose matriks pembobot terstandarisasi (W^*) sebagai berikut:

Tabel 2.11. Matriks Pembobotan Terstandarisasi

	w_{ij}^*									
A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	⋯	A_{76}	A_{77}

127	Juli 2021	1,52	A_3	$A_1 \rightarrow A_3$	1,41
-----	-----------	------	-------	-----------------------	------

Berdasarkan persamaan Sturges, *FTS* Cheng Dimodifikasi mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan himpunan semesta U .

$$U = [D_{min} - \sigma, D_{max} + \sigma] \\ = [1,23, 8,88]$$

Langkah 2: Menentukan panjang interval, dengan langkah-langkah:

a. Menghitung *range* (R)

$$R = D_{max} - D_{min} = 8,88 - 1,23 = 76,5$$

b. Menghitung interval kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \times \log(n) = 1 + 3,322 \times \log(127) = 7,9888 \approx 8.$$

c. Menghitung lebar interval (I)

$$I = \frac{R}{K} = \frac{7,65}{8} 0,96.$$

Langkah 3: Menentukan interval-interval dalam himpunan semesta U . Diperoleh bahwa terdapat 8 interval yang sama, dengan nilai setiap interval sebagai berikut:

Tabel 2.15. Frekuensi Kepadatan dengan Persamaan Sturges

u_i	Batas Bawah	Batas Atas	Jumlah Data	Jumlah Sub Interval	Lebar Sub Interval
u_1	1,23	2,19	15	4	0,24
u_2	2,20	3,16	18	5	0,19
u_3	3,17	4,13	34	7	0,14
u_4	4,14	5,10	25	6	0,16
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
u_8	8,02	8,98	8	2	0,48

Selanjutnya, membentuk himpunan *fuzzy* berdasarkan banyaknya frekuensi yang berbeda. Berdasarkan Tabel 2.15 diperoleh bahwa terdapat 7 frekuensi yang berbeda. Frekuensi data terbanyak pertama yaitu 34 pada u_3 , dibagi menjadi 7 interval yang sama dengan lebar sub-interval $I_3 = \frac{0,96}{7} = 0,14$. Selanjutnya, interval dengan frekuensi data terbanyak kedua yaitu 25 pada u_4 , dibagi menjadi 6 interval yang sama dengan lebar sub-interval $I_4 = \frac{0,93}{6} = 0,16$. Hal ini dilakukan sampai pada interval yang tidak dapat dibagi lagi. Dengan demikian, diperoleh bahwa terdapat 30 sub-interval yang terbentuk.

Dengan menggunakan cara yang sama, maka diperoleh hasil peramalan data aktual untuk *FTS* Cheng Dimodifikasi berdasarkan persamaan Sturges sebagai berikut:

Tabel 2.16. Hasil Peramalan Inflasi di Indonesia Berdasarkan Persamaan Sturges

t	Bulan	Inflasi	Fuzzifikasi	FLR	Peramalan
1	Januari 2011	7,02	A_{26}	*	*
2	Februari 2011	6,84	A_{25}	$A_{26} \rightarrow A_{25}$	7,62
3	Maret 2011	6,65	A_{25}	$A_{25} \rightarrow A_{25}$	7,06
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
127	Juli 2021	1,52	A_2	$A_1 \rightarrow A_2$	1,46

2.2.3 Perhitungan Keakuratan Peramalan

Setelah melakukan perhitungan peramalan, selanjutnya dihitung keakuratan hasil peramalan menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Tabel 2.17. Hasil Peramalan Periode Selanjutnya

Metode	MAPE	Keakuratan Peramalan
<i>FTS</i> Cheng	7,44%	92,56%
<i>FTS</i> Cheng Dimodifikasi		
- <i>Current State</i>	11,61%	88,39%
- <i>Next State</i>	5,76%	94,22%
- Persamaan Sturges	9,61%	90,39%

2.2.4 Peramalan Inflasi Periode Selanjutnya

Hasil peramalan dengan metode *FTS* Cheng dan *FTS* Cheng Dimodifikasi untuk periode selanjutnya yakni Agustus 2021:

Tabel 2.18. Hasil Peramalan Periode Selanjutnya

Metode	Data Aktual	Hasil Peramalan	Error(%)
<i>FTS</i> Cheng		1,49	6,29
<i>FTS</i> Dimodifikasi			
- <i>Current State</i>	1,59	1,33	16,35
- <i>Next State</i>		1,63	2,52
- Persamaan Sturges		1,46	8,18

Berdasarkan Tabel 2.18 dapat dilihat bahwa nilai hasil peramalan Agustus 2021 menggunakan metode *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan peramalan berdasarkan *next state* paling mendekati data aktual dengan nilai kesalahan 2,52% atau lebih kecil dibandingkan metode lainnya. Hal ini berbanding lurus dengan hasil yang diperoleh pada Tabel 2.17 dimana nilai MAPE peramalan dengan *next state* lebih kecil dan keakuratan peramalannya lebih besar dibandingkan metode *FTS* Cheng dan *FTS* Cheng Dimodifikasi menggunakan persamaan Sturges dengan nilai kesalahan masing-masing adalah 6,29% dan 8,18. Selanjutnya, untuk nilai kesalahan terbesar yaitu 16,35% atau paling menjauhi data aktual terdapat pada metode *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan peramalan berdasarkan *current state*, seperti halnya dengan nilai MAPE dan keakuratan peramalan yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dibahas, maka diperoleh kesimpulan:

1. Metode *FTS* Cheng Dimodifikasi dapat digunakan dalam melakukan peramalan, baik dengan penentuan interval berdasarkan basis rata-rata maupun menggunakan persamaan Sturges.
2. Peramalan dengan *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berdasarkan basis rata-rata menghasilkan akurasi peramalan nilai MAPE masing-masing untuk peramalan dengan *current state* dan *next state* sebesar 11,58% dan 5,78% yang berarti bahwa peramalan berdasarkan *current state* mempunyai kinerja yang baik dan peramalan berdasarkan *next state* mempunyai kinerja yang sangat baik. Selanjutnya, *FTS* Cheng Dimodifikasi dengan penentuan interval berdasarkan persamaan Sturges

mempunyai kinerja yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 9,61%. Dan untuk peramalan inflasi di Indonesia dengan metode *FTS* Cheng mempunyai kinerja yang sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 7,54%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alyousifi, Y., dkk. (2020). Markov Weighted Fuzzy Time-Series Model Based on an Optimum Partition Method for Forecasting Air Pollution. *International Journal of Fuzzy System*.
- [2] Ariyanto, R., Tjahjana, R. H. & Udjiani, T. (2020). Forecasting Retail Sales Based on Cheng Fuzzy Time Seies and Particle Swarm Optimization Clustering Algorithm. *Journal of Physic: Conference Series*.
- [3] Arnita, N. A. & Marpaung, F. (2020). A Comparison of The Fuzzy Time Series Methods of Chen, Cheng and Markov Chain in Predicting Rainfall in Medan. *Journal of Physics: Conference Series*.
- [4] Arroyo, D. O. & Jens, R. P. (2018). A Weighted Fuzzy Time Series Forecasting Model. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(27): 0947-5645.
- [5] Badan Pusat Statistik. (2021). Inflasi. <https://www.bps.go.id/subject/3/inflasi.html>. Diakses pada tanggal 26 April 2021.
- [6] Guo, H., Witold, P. & Xiaodong, L. (2018). Fuzzy Time Series Forecasting Based on Axiomatic Fuzzy Set Theory. *Neural Computing and Applications*.
- [7] Iqbal, S., dkk. (2020). A New Fuzzy Time Series Forecasting Method Based on Clustering and Weighted Average Approach. *Journal of Intelligent & Fuzzy System*, 38(5): 6089-6098.
- [8] Wismarini, N. R. & Untung, K. (2020). Pemodelan Inflasi di Kota Surakarta Tahun 2000-2019. *Prosiding Sendika*, 6(1).
- [9] Xihao, S. & Li, Y. (2008). Average-Based Fuzzy Time Series Models for Forecasting Shanghai Compound Index. *World of Modelling and Simulation*, 4(2): 104-111.