



Perbandingan Peramalan Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss Frans (CHF) dengan Metode Fuzzy Time Series (FTS) Markov Chain

(Comparison of Rupiah Exchange Rate Forecast Against the US Dollar and Swiss Franc Dollar (CHF) with the Fuzzy Time Series (FTS) Markov Chain Method)

Fika Delsafitri¹, Siska Resti^{2*}, Yurniati³

^{1,2,3} Prodi Aktuaria, Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan, Universitas Tamansiswa Padang - Jl. Tamansiswa No.9 Kota Padang, Sumatera Barat, 25138

* email penulis korespondensi: siskaresti@unitas-pdg.ac.id

Abstrak

Perekonomian Indonesia banyak dipengaruhi perekonomian internasional sehingga nilai tukar rupiah sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan perekonomiannya. Perekonomian Indonesia dipengaruhi juga kondisi perekonomian dari negara lain, salah satunya adalah perekonomian Amerika dan Swiss dimana Indonesia masih memiliki hutang Internasional. Ketika terjadi penurunan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar akan mempengaruhi jumlah hutang luar negeri yang harus dibayarkan. Biaya produksi industri baik impor maupun ekspor juga dipengaruhi oleh meningkat atau menurunnya nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimanakah hasil peramalan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss Franc (CHF) dengan metode *fuzzy time series (FTS) Markov Chain*. Hasil dari penelitian ini berdasarkan peramalan nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika menggunakan metode *Fuzzy Time Series* terjadi peningkatan yaitu pada tanggal 16 juni sebesar 16259,583 dan tanggal 17 juni sebesar 16259,583 dengan nilai MAPE 0,49%. yaitu dengan kategori cukup karena 20%-50%. Hasil peramalan nilai tukar rupiah terhadap Dollar Swiss menggunakan metode *Fuzzy Time Series* tanggal 16 Juli 2024 sebesar 18153,92 dan 17 Juli 2024 sebesar 18153,92 dengan nilai MAPE 0,44 %. yaitu dengan kategori cukup karena 20%-50%.

Kata kunci: Nilai Tukar; Peramalan; *Fuzzy Time Series*

Abstract

Indonesia's economy is heavily influenced by the international economy so that the rupiah exchange rate is urgently needed by the people in their economic life. The economy Indonesia also influenced by the economic conditions of other countries, one of which is the American economy and Switzerland where Indonesia still have international debt. When there is a decline in the exchange rate of the Rupiah against the Dollar, it will affect the amount of foreign debt that must be paid. Industrial production costs, both imports and exports, are also affected by the increase or decrease in the exchange rate of the Rupiah against the US Dollar. The purpose of this study is to find out how the results of forecasting the exchange rate of the Rupiah against the US Dollar and the Dollar Switzerland Franc (CHF) using the Fuzzy Time Series (FTS) Markov Chain method, and to find out how the results of forecasting the exchange rate of the Rupiah against the US Dollar and the Dollar Switzerland Franc (CHF) using the Fuzzy Time Series (FTS) method of the Markov Chain, and to find out the results of forecasting the exchange rate of the Rupiah against the US Dollar and the Dollar Switzerland Franc (CHF) 1. The results of forecasting the rupiah exchange rate against the Dollar Switzerland using the Fuzzy Time Series method on July 16, 2024 of 18153.92 and July 17, 2024 of 18153.92 with a MAPE value of 0.49%. namely with a very good category because it is 20%-50%.

Keywords: Exchange Rate; Forecasting; Fuzzy Time Series

Cara mengutip dengan APA 7 style: Delsafitri, F., Resti, S., & Yurniati. (2025). Perbandingan Peramalan Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss Frans (CHF) dengan Metode Fuzzy Time Series (FTS) Markov Chain. *JEM: Jurnal Edumatika (Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Matematika)*, 1(2), 107-118. <https://ojs.unitas-pdg.ac.id/index.php/edumatika/issue/view/123>.

PENDAHULUAN

Melakukan transaksi jual beli dalam kehidupan sehari-hari dibutuhkan suatu alat tukar berupa uang. Perbandingan nilai tukar mata uang suatu negara dengan negara lain disebut nilai tukar mata uang. Alat tukar digunakan untuk pemenuhan ekonomi makro dan ekonomi mikro, dalam ekonomi mikro alat tukar digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan oleh masyarakat dapat dilihat pada kegiatan sehari-hari yang dilakukan pada lingkungan dimana masyarakat itu tinggal, sedangkan pada ekonomi makro digunakan pemerintah untuk mengambil kebijakan fiskal dan moneter yang berkaitan dengan suku bunga dan pajak pemerintah, Aktifitas sosial ekonomi berarti adalah suatu kegiatan yang terjadi antara dua atau lebih masyarakat yang berhubungan dengan kegiatan jual beli. Transaksi jual beli oleh masyarakat menjadi sangat penting karena mempunyai dampak yang sangat berpengaruh terhadap perekonomian suatu negara (Susilowati, I.H., & Rosento. R, 2020).

Meningkat atau menurunnya nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika akan berpengaruh pada biaya produksi industri baik impor maupun ekspor. Perubahan perilaku nilai tukar terhadap Dollar Amerika dipengaruhi oleh faktor seperti, tingkat inflasi, tingkat suku bunga, jumlah uang beredar, aliran modal yang masuk maupun keluar, posisi neraca pembayaran internasional Indonesia serta kebijakan moneter yang dijalankan pemerintah (Arifin dan Mayasya, 2018).

Tingkat inflasi yang tinggi suatu negara akan menyebabkan harga barang-barang tersebut kurang kompetitif di pasar Internasional, ketika tingkat inflasi domestik meningkat menyebabkan permintaan akan impor naik sehingga nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika melemah, begitu pula sebaliknya. Fluktuasi kurs yang tidak stabil menunjukkan bahwa keadaan ekonomi suatu negara tidak stabil. Fluktuasi Rupiah yang mengalami depresiasi hingga apresiasi yang signifikan setelah krisis moneter (Letarisky, 2014).

Untuk mengetahui nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss Frans maka dilakukanlah peramalan, Tujuan dilakukannya peramalan terhadap nilai tukar Rupiah bagi pemerintah agar dapat mengambil kebijakan dalam mengatasi pelemahan nilai tukar yaitu dengan menaikkan anggaran pendapatan belanja negara (APBN) dan menjaga disiplin APBN dan merumuskan kebijakan tentang nilai tukar Rupiah agar menguat, mengantisipasi agar kurs tidak semakin melemah. Tujuan peramalan bagi masyarakat agar sejahtera, tidak banyak masyarakat miskin dan bahan pokok tidak mahal (Amalia, et, al. 2022).

Nilai tukar mata uang adalah harga satu unit mata uang asing dalam uang domestik dan dapat dikatakan harga mata uang domestik dan terhadap mata uang asing (Simorangkir & Suseno, 2004), sedangkan Mankiw (2007) mendefinisikan nilai tukar antar kedua negara adalah harga yang disepakati oleh kedua negara untuk saling berdagang. Nilai tukar memainkan peran sentral dalam perdagangan internasional, karena nilai tukar memungkinkan untuk membandingkan harga suatu barang atau jasa yang diproduksi oleh berbagai negara (Krugman, Obstfeld, & Melitz, 2014).

Menurut Sadono & Sukirno (2011) jenis nilai tukar mata uang atau kurs valuta asing terdiri dari 4 (empat) jenis yaitu: 1) *Selling Rate* (Kurs Jual) merupakan kurs yang ditentukan oleh suatu bank untuk penjualan valuta asing tertentu pada saat tertentu; 2)

Middle Rate (Kurs Tengah) merupakan kurs tengah antar kurs jual dan kurs beli valuta asing terhadap mata uang nasional, yang telah ditetapkan oleh bank sentral pada saat tertentu; 3) *Buying Rate* (Kurs Beli) merupakan kurs yang ditentukan oleh suatu bank untuk pembelian valuta asing tertentu pada saat tertentu; dan 4) *Flat Rate* (Kurs Rata) merupakan kurs yang berlaku dalam transaksi jual beli bank notes dan *travellers cheque*.

Peramalan atau (*Forecasting*) adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Segala sesuatu tidak pasti dalam kehidupan sosial, sukar diperkirakan secara tepat, oleh karena itu perlu diadakan peramalan. Peramalan (*forecasting*) bertujuan mendapatkan peramalan yang bisa diminimumkan kesalahan (*forecast error*) yang bisa diukur dengan *mean squared error*, *mean absolute error*, dan sebagainya (Subagyo, 2013).

Menurut (Kitagawa, 2010) analisis deret waktu dapat diartikan sebagai analisis pada sekumpulan observasi yang disusun secara beruntun atau berurut dari waktu ke waktu, hal ini mengakibatkan observasi dalam data deret waktu tidak bebas atau saling berkorelasi yang mengakibatkan urutan dari observasi menjadi penting. Hal demikian mengakibatkan prosedur dan teknik statistika yang menggunakan asumsi bebas tidak bisa digunakan lagi, sehingga untuk menganalisis data deret waktu diperlukan suatu metode ataupun pendekatan yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian Kuantitatif diartikan sebagai penelitian berdasarkan pengalaman empiris yang mengumpulkan data-data berbentuk *numeric* (Sujarweni, 2014). Data yang digunakan adalah data sekunder berupa nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss meliputi kurs jual harian tanggal 15 Juni - 15 Juli 2024 yang diperoleh dari Website Bank Indonesia di www.bi.go.id. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh unit analisis yang ciri-cirinya akan diduga (Singarimbun & Effendi, 1998). Populasi pada penelitian ini adalah Nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss (CHF) pada tahun 2023. Sampel adalah bagian dari elemen-elemen populasi yang hendak diteliti. Adapun ide dasar dari pengambilan sampel adalah bahwa dengan menyeleksi elemen-elemen populasi, kesimpulan tentang keseluruhan populasi diharapkan dapat diperoleh (Cooper & Pamela, 2001). Sampel penelitian ini adalah data kurs Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss CHF dari tanggal 15 Juni sampai 15 Juli 2024.

Metode dalam pengambilan sampel adalah metode *Purposive Sampling*. *Purposive Sampling* adalah metodologi pengambilan sampel dimana kelompok sampel ditargetkan memiliki kriteria tertentu. Menurut Sugiyono (2019) *Purposive Sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Kriteria *Purposive Sampling* adalah data kurs dengan nilai uji *Autocorrelation Function (ACF)* yang menunjukkan data *stationer* pada *difference* kedua.

Prosedur penelitian yang dilakukan dengan metode *Fuzzy Time Series* sebagai berikut:

1. Mengambil data historikal secara keseluruhan pada 15 Juni sampai 15 Juli 2024.
2. Menetapkan semesta $U = [D_{min} - D_1, D_{max} + D_2]$ (1)
dengan D_{max} merupakan nilai maksimum pada data. D_{min} merupakan nilai minimum pada data. D_1 dan D_2 merupakan bilangan positif.
3. Menentukan Panjang Interval dan Banyak Interval.
4. Menentukan himpunan *Fuzzy* pada semesta U dengan mendeskripsikan A_i sebagai interval partisi dari u_i .
5. Melakukan fuzifikasi data historik. Data di fuzifikasi kedalam A_i apabila data *time*

series berada pada interval u_i .

6. Melakukan uji *Fuzzy Logical Relationship (FLR)* dan *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*.
7. Menghitung *output* prakiraan. *Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)*. Digunakan untuk data time series akan memperoleh probabilitas dari stase ke stase yang lain, oleh karena itu digunakan, matriks *Markov* transisi dengan matriks transisi $n \times n$. Rumus probabilitas pada stase yaitu :

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Dengan :

P_{ij} = Probabilitas transisional dari state A_i ke A_j .

M_{ij} = Jumlah transisi dari state A_i ke A_j .

M_i = Jumlah data yang termasuk dari state A_i .

8. Menghitung nilai prakiraan tahap awal dengan melihat hubungan diantara suatu stase ke stase yang lain.
9. Menghitung nilai penyesuaian untuk mendapatkan perhitungan nilai prakiraan akhir
10. Melakukan perhitungan tingkat akurasi hasil prakiraan dari *Fuzzy Time Series Markov Chain* dengan melihat nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika dan Dollar Swiss meliputi kurs jual harian tanggal 15 Juni -15 Juli 2024 yang diperoleh dari Website Bank Indonesia di www.bi.go.id.

Tabel 1. Data Nilai Tukar Rupiah terhadap Dollar Amerika

No	Tanggal	Kurs jual
1	15 Juni 2024	16367,43
2	16 Juni 2024	16367,43
3	17 Juni 2024	16367,43
4	18 Juni 2024	16367,43
	⋮	⋮
31	15 Juni 2024	16234,77

Sumber: www.bi.go.id

Dari Tabel 1 diatas diperoleh nilai minimum (D_{min}) sebesar 16234,8 dan nilai maximum (D_{max}) 16540,3. Berdasarkan (D_{min}) dan (D_{max}) dapat ditentukan nilai (D_1) dan (D_2). Nilai (D_1) dan (D_2), adalah bilangan bulat positif yang tepat dan ditentukan oleh peneliti yang merupakan bilangan bulat positif. Maka diperoleh nilai $D_1 = 0,77$ dan $D_2 = 0,71$. Sehingga dapat didefinisikan semesta pembicaraan U sebagai berikut:

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2]$$

1. Menentukan semesta pembicaraan U

$$\begin{aligned} U &= [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ &= [16234,77 - 0,77; 16540,29 + 0,71] \\ &= [16234; 16541] \end{aligned}$$

2. Menentukan banyak interval dan Panjang tiap interval

a) Menentukan banyak interval.

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \cdot \log(n) \\
 &= 1 + 3,322 \cdot \log(31) \\
 &= 1 + 3,322 \cdot 1,491361693 \\
 &= 1 + 4,954303545 \\
 &= 5,954303544 \\
 K &= 6
 \end{aligned}$$

Sehingga banyaknya interval (n) yaitu 6 interval. Kemudian himpunan semesta U yang sudah ditentukan sebelumnya, dibagi kedalam 6 interval yang sama panjang untuk menentukan nilai linguistik dan data terfuzzifikasi.

b) Menentukan Panjang Interval

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{K} \\
 &= \frac{[(16540,29 + 0,71) - (16234,77 - 0,77)]}{6} \\
 &= \frac{[(16541) - (16234)]}{6} \\
 &= \frac{[(307)]}{6} \\
 &= 51,16
 \end{aligned}$$

Membagi semesta pembicaraan U menjadi beberapa kelas sesuai banyak interval dan Panjang interval.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + L] \\
 u_2 &= [D_{min} - D_1 + 1; D_{min} - D_1 + 2L] \\
 u_3 &= [D_{min} - D_1 + 2I; D_{min} - D_1 + 3L] \\
 &\vdots \\
 u_n &= [D_{min} - D_1 + (n - 1)I; D_{min} - D_1 + nL] \\
 u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + L] \\
 &= [16234,77 - 0,77; 16234,77 - 0,77 + 51,16] \\
 &= [16234; 16285,16] \\
 u_2 &= [D_{min} - D_1 + 1; D_{min} - D_1 + 2L] \\
 &= [16234,77 - 0,77 + 51,16; 16234,77 - 0,77 + 102,32] \\
 &= [16285,16; 16336,32] \\
 u_3 &= [D_{min} - D_1 + 2I; D_{min} - D_1 + 3L] \\
 &= [16234,77 - 0,77 + 102,32; 16234,77 - 0,77 + 153,48] \\
 &= [16336,32; 16387,48] \\
 u_4 &= [D_{min} - D_1 + 3I; D_{min} - D_1 + 4L] \\
 &= [16234,77 - 0,77 + 153,48; 16234,77 - 0,77 + 204,64] \\
 &= [16387,48; 16438,64] \\
 u_5 &= [D_{min} - D_1 + 4I; D_{min} - D_1 + 5L] \\
 &= [16234,77 - 0,77 + 204,64; 16234,77 - 0,77 + 255,8] \\
 &= [16438,64; 16489,8] \\
 u_6 &= [D_{min} - D_1 + 5I; D_{min} - D_1 + 6L] \\
 &= [16234,77 - 0,77 + 255,8; 16234,77 - 0,77 + 306,96] \\
 &= [16489,8; 16540,96]
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Nilai u_1 sampai u_6

No	u_n	Nilai
1	u_1	[16234; 16285,16]
2	u_2	[16285,16;16336,32]
3	u_3	[16336,32;16387,48]
4	u_4	[16387,48;16438,64]
5	u_5	[16438,64;16489,8]
6	u_5	[16489,8;16540,96]

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

c) Mencari nilai Tengah

Untuk mencari nilai Tengah menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$m_1 = \frac{16234 + 16285,16}{2}$$

$$= 16260$$

$$m_2 = \frac{16285,16 + 16336,32}{2}$$

$$= 16311$$

$$m_3 = \frac{16336,32 + 16387,48}{2}$$

$$= \frac{32,7238}{2}$$

$$= 16,362$$

$$m_4 = \frac{16387,48 + 16438,64}{2}$$

$$= \frac{32,82612}{2}$$

$$= 16413$$

$$m_5 = \frac{16438,64 + 16489,8}{2}$$

$$= \frac{32,92854}{2}$$

$$= 16464$$

$$m_6 = \frac{16489,8 + 16540,96}{2}$$

$$= \frac{32,92854}{2}$$

$$= 16515$$

Tabel 3. Nilai Tengah

No	m_i	Nilai
1	m_1	16260
2	m_2	16311
3	m_3	16362
4	m_4	16413
5	m_5	16464
6	m_6	16515

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

- Mendefinisikan himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* u_1 disederhanakan dengan nilai antara 0,05 dan 1 dimana $1 \leq i \leq n$ dengan ukuran matrixs $n \times n$ Dimana n merupakan nilai dari banyaknya kelas interval.
- Fuzzifikasi* dari data historis. *Fuzzifikasi* data historis. *Fuzzifikasi* data historis

digunakan untuk mencari kesamaan himpunan *fuzzy* untuk setiap data *input*. Jika kumpulan data *time series* berada pada interval u_1 , maka data difuzzifikasi ke himpunan *fuzzy* A_i .

Tabel 4. Fuzzifikasi Kurs Jual

t	Data Actual	Data <i>fuzzy</i> kurs jual
1	16367,43	A_3
2	16367,43	A_3
3	16367,43	A_3
4	16367,43	A_3
5	16455,87	A_5

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

- Menentukan *fuzzy logic relationship* (FLR). Berdasarkan pada tabel 4, maka dapat ditentukan FLR yang merupakan hubungan antara setiap urutan data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan kabur. Sebagai contoh, untuk data ke-1 yaitu A_3 dan data ke-2 yaitu A_5 , maka nilai FLR yang diperoleh yaitu $A_3 \rightarrow A_5$. FLR untuk data nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Fuzzy Logic Relationship (FLR)

t	Data Actual	Data <i>fuzzy</i> kurs jual
1	$1 \rightarrow 2$	$A_3 \rightarrow A_3$
2	$2 \rightarrow 3$	$A_3 \rightarrow A_3$
3	$3 \rightarrow 4$	$A_3 \rightarrow A_3$
4	$4 \rightarrow 5$	$A_3 \rightarrow A_5$
5	$5 \rightarrow 6$	$A_5 \rightarrow A_6$

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

- Penentuan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Pada tahap ini mengelompokkan FLR ke dalam beberapa kelompok. FLRG untuk data nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Current State	Next state
A_1	$\rightarrow 4A_1$
A_2	$\rightarrow 0$
A_3	$\rightarrow 3A_3, A_5$
A_4	$\rightarrow A_5$
A_5	$\rightarrow A_1, A_5, A_6, A_7, A_8$
A_6	$\rightarrow A_4, 2A_5, 5A_6, A_7$
A_7	$\rightarrow 2A_6$
A_8	$\rightarrow A_6, 2A_8, A_9$
A_9	$\rightarrow A_8, A_9$

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

- Penentuan matriks probabilitas transisi *Markov*. FLRG digunakan untuk mendapatkan probabilitas state selanjutnya, sehingga didapatkan selanjutnya, sehingga didapatkan matriks transisi markov dengan dimensi $n \times n$. Pada penelitian ini dibentuk matriks

probabilitas transisi *Markov* berorde 9×9 . Probabilitas transisi untuk State dapat ditulis pada rumus sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}; i, j = 1, 2, \dots, n$$

Perhitungan peramalan memberikan data historis sebelumnya, maka peramalan dimulai dari tanggal 16 Juni 2024 yaitu data ke-2. Sebagai contoh untuk tanggal 16 Juni 2024 ($t=2$) data yang dilihat pada tanggal sebelumnya pada tanggal 15 Juni 2024 ($t=1$) Dimana state bertransisi dari A_3 ke A_3 , maka perhitungan peramalannya adalah:

$$\begin{aligned} f_2 &= m_1 p_{31} + m_2 p_{32} + m_3 p_{33} + m_4 p_{34} + m_5 p_{35} + m_6 p_{36} + m_7 p_{37} + m_8 p_{38} + m_9 p_{39} \\ &= 16260(0) + 16311(0) + 16362(0,75) + 16413(0) + 16464(0,25) + 16515(0) + \\ &\quad 16567(0) + 16618(0) + 16669(0) \\ &= 16387,5 \end{aligned}$$

8. Perhitungan peramalan awal untuk seluruh data dapat dihitung dengan cara yang sama. Peramalan awal kurs jual disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7. Peramalan Awal

t	Data Aktual	Peramalan Awal
1	16367,43	
2	16367,43	16387,5
3	16367,43	16387,5
4	16367,43	16387,5
5	16455,87	16484,71667

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

9. Menghitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan. Sebagai contoh, berdasarkan tabel untuk kurs jual saat $t = 1$ diketahui state saat ini adalah A_1 dan state selanjutnya adalah A_2 . Untuk nilai $s =$ orde selanjutnya-orde saat ini $= 2-1 = 1$. Sehingga nilai penyesuaian hasil peramalannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D_{t2} &= \left(\frac{1}{2}\right)s = \left(\frac{51,167}{2}\right)(0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Nilai penyesuaian untuk seluruh data dapat dihitung dengan cara yang sama. Penyesuaian peramalan kurs jual dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Penyesuaian Peramalan Kurs Jual

t	data Aktual	Peramalan awal	Penyesuaian
1	16367,43		
2	16367,43	16387,5	0
3	16367,43	16387,5	0
4	16367,43	16387,5	204,668
5	16455,87	16484,71667	102,334

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

10. Menghitung hasil peramalan yang telah disesuaikan, misalnya hasil peramalan yang telah disesuaikan contoh untuk kurs jual model 1 $t=2$ memiliki nilai peramalan

sebesar 16387,5 dan nilai penyesuaiannya adalah yaitu 0, sehingga diperoleh peramalan akhirnya sebagai berikut.

$$F_2 = F_2 + D_t = 16387,5 + (0) \\ = 16387,5$$

$$F_{32} = F_{32} + D_t = 16259,58 + (0) \\ = 16259,58$$

$$F_{33} = F_{33} + D_t = 16259,58 + (0) \\ = 16259,58$$

Perhitungan peramalan akhir untuk seluruh data dapat dihitung dengan cara yang sama.

Tabel 9. Peramalan Akhir Kurs Jual

t	data Aktual	Peramalan awal	Penyesuaian	Peramalan Akhir
1	16367,43			
2	16367,43	16387,5	0	16387,5
3	16367,43	16387,5	0	16387,5
4	16367,43	16387,5	204,668	16592,168
5	16455,87	16484,71667	102,334	16587,051

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

Setelah mendapatkan peramalan akhir selanjutnya adalah menghitung Tingkat akurasi dari model yang dibangun menggunakan MAPE sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - f_t}{Y_t} \right| \times 100\% \\ = \frac{0,0015}{31} \times 100\% \\ = 0,49\%$$

Selanjutnya adalah perhitungan dengan peramalan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar Swiss menggunakan *Fuzzy Time Series*.

Tabel 10. Data nilai tukar Rupiah Terhadap Dollar Swiss (CHF)

No	Tanggal	Kurs Jual
1	15 Juni 2024	18285,59
2	16 Juni 2024	18285,59
3	17 Juni 2024	18285,59
4	18 Juni 2024	18285,59
5	19 Juni 2024	18409,07

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

- Menentukan semesta pembicaraan U

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \\ = [18112,14 - 0,14; 18614,73 + 0,27] \\ = [18112; 18615]$$

- Menentukan banyak interval dan Panjang tiap interval

- Menentukan banyak interval.

$$K = 1 + 3,322 * \log(n) \\ = 1 + 3,322 * \log(31)$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 + 3,322 * 1,491361693 \\
 &= 1 + 4,954303545 \\
 &= 5,954303544 \quad K = 6
 \end{aligned}$$

b) Menentukan Panjang Interval

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{[(D_{max} + D_2) - (D_{min} - D_1)]}{K} \\
 &= \frac{[(18614,73 + 0,27) - (18112,14 - 0,14)]}{6} \\
 &= \frac{[(18615) - (18112)]}{6} \\
 &= \frac{[(503)]}{6} \\
 &= 83,8333
 \end{aligned}$$

c) Membagi semesta pembicaraan U menjadi beberapa kelas sesuai banyak interval dan Panjang interval.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= [D_{min} - D_1; D_{min} - D_1 + L] \\
 u_2 &= [D_{min} - D_1 + 1; D_{min} - D_1 + 2L] \\
 u_3 &= [D_{min} - D_1 + 2L; D_{min} - D_1 + 3L] \\
 &\vdots \\
 u_n &= [D_{min} - D_1 + (n - 1)L; D_{min} - D_1 + nL]
 \end{aligned}$$

d) Mencari nilai Tengah

Untuk mencari nilai Tengah menggunakan rumus sebagai berikut:

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

- Mendefinisikan himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan dari himpunan *fuzzy* u_1 disederhanakan dengan nilai antara 0,05 dan 1 dimana $1 \leq i \leq n$ dengan ukuran matrix $n \times n$ Dimana n merupakan nilai dari banyaknya kelas interval.
- Fuzzifikasi dari data historis. Fuzzifikasi data historis. Fuzzifikasi data historis digunakan untuk mencari kesamaan himpunan *fuzzy* untuk setiap data *input*. Jika kumpulan data *time series* berada pada interval u_1 , maka data difuzzifikasi ke himpunan *fuzzy* A_i .
- Menentukan *fuzzy logic relationship* (FLR). Berdasarkan pada tabel 4, maka dapat ditentukan FLR yang merupakan hubungan antara setiap urutan data terhadap data berikutnya dalam bentuk himpunan kabur. Sebagai contoh, untuk data ke-1 yaitu A_2 dan data ke-2 yaitu A_2 , maka nilai FLR yang diperoleh yaitu $A_2 \rightarrow A_2$.
- Penentuan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG). Pada tahap ini mengelompokkan FLR ke dalam beberapa kelompok. FLRG untuk data nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika.
- Penentuan matriks probabilitas transisi *Markov*. FLRG digunakan untuk mendapatkan probabilitas state selanjutnya, sehingga didapatkan selanjutnya, sehingga didapatkan matriks transisi markov dengan dimensi $n \times n$. Pada penelitian ini dibentuk matriks probabilitas transisi *Markov* berorde 7×7 . Probabilitas transisi untuk State dapat ditulis pada rumus sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}; i, j = 1, 2, \dots, n$$

Perhitungan peramalan memberikan data historis sebelumnya, maka peramalan dimulai dari tanggal 16 Juni 2024 yaitu data ke-2. Sebagai contoh untuk tanggal 16 Juni 2024 ($t=2$) data yang dilihat pada tanggal sebelumnya pada tanggal 15 Juni 2024 ($t=1$) Dimana state bertransisi dari A_2 ke A_2 , maka perhitungan peramalannya adalah:

$$\begin{aligned}
 f_2 &= m_1 p_{21} + m_2 p_{22} + m_3 p_{23} + m_4 p_{24} + m_5 p_{25} + m_6 p_{26} + m_7 p_{27} \\
 &= 18153,92(0,0769) + 18237,75(0,8461) + 18321,58(0) + 18405,42(0,0769) + \\
 &\quad 18489,25(0) + 18573,08(0) + 18656,92(0) \\
 &= 18242,37
 \end{aligned}$$

8. Perhitungan peramalan awal untuk seluruh data dapat dihitung dengan cara yang sama. Peramalan awal kurs jual disajikan pada tabel berikut.

Tabel 11. Peramalan Awal Kurs Jual

t	Data aktual	peramaan awal
1	18285,59	
2	18285,59	18242,37
3	18285,59	18242,37
4	18285,59	18242,37
5	18409,07	18573,08

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

9. Menghitung nilai penyesuaian pada hasil peramalan. Sebagai contoh, berdasarkan tabel untuk kurs jual saat $t = 1$ diketahui state saat ini adalah A_1 dan state selanjutnya adalah A_2 . Untuk nilai $s = \text{orde selanjutnya} - \text{orde saat ini} = 2 - 1 = 1$. Sehingga nilai penyesuaian hasil peramalannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D_{t2} &= \left(\frac{1}{2}\right)s = \left(\frac{83,8333}{2}\right)(0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

10. Menghitung hasil peramalan yang telah disesuaikan, misalnya untuk kurs jual saat $t=2$ memiliki nilai peramalan awal sebesar 18242,37 dan nilai penyesuaiannya yaitu 0, sehingga diperoleh peramalan akhirnya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 F_2 &= F_2 + D_t = 18242,37 + (0) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{32} &= F_{32} + D_{32} \\
 &= 18153,92 + (0) \\
 &= 18153,92
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{33} &= F_{33} + D_{33} \\
 &= 18153,92 + (0) \\
 &= 18153,92
 \end{aligned}$$

Perhitungan peramalan akhir untuk seluruh data dapat dihitung dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Perhitungan Peramalan Akhir

t	Data aktual	Peramaan Awal	Penyesuaian	Peramalan Akhir
1	18285,59			
2	18285,59	18242,37	0	18242,37
3	18285,59	18242,37	0	18242,37
4	18285,59	18242,37	335,333	18577,71
5	18409,07	18573,08	503	19076,08

Sumber: Data diolah peneliti, 2024

Setelah mendapatkan peramalan akhir selanjutnya adalah menghitung tingkat akurasi dari model yang dibangun menggunakan MAPE sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - f_t}{Y_t} \right| \times 100\% \\ &= \frac{0,001359}{31} \times 100\% \\ &= 0,44\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa Perbandingan Hasil Peramalan nilai *Fuzzy Time Series* dan *Double Exponential Smoothing*, adalah 1) Hasil peramalan nilai tukar rupiah terhadap Dollar Amerika menggunakan metode *Fuzzy Time Series* terjadi peningkatan yaitu pada tanggal 16 juni sebesar 16259,583 dan tanggal 17 juni sebesar 16259,583 dengan nilai MAPE 0,49%. yaitu dengan kategori cukup karena 20%-50%, dan 2) Hasil peramalan nilai tukar rupiah terhadap Dollar Swiss menggunakan metode *Fuzzy Time Series* tanggal 16 juli 2024 sebesar 18153,92 dan 7 juli 2024 sebesar 18153,92 dengan nilai MAPE 0,44 %. yaitu dengan kategori cukup karena 20%-50%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih untuk orang tua, keluarga, dosen pembimbing, dan teman-teman yang telah memberikan semangat kepada peneliti hingga terselesaikannya penelitian ini dengan baik. Peneliti berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Amalutfia, S. Y., & Hafiyusholeh, M. (2020). Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar dan Yuan Menggunakan FTS-Markov Chain. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 2(2), 102-113.
- Arifin, S., & Mayasya, S. (2018). Faktor- faktor yang mempengaruhi nilai tukar rupiah terhadap dolar amerika serikat. *Jurnal Ekonomi-Qu*, 8(1).
- Fogarty, Donald W., Blakstone Jr., John H.;Hoffmann, Thomas R. 3th (2002), *Production & inventory management*, 2nd Edition., South-Western Publising Co, 2002.
- Jatipaningrum, M. T., Suryowati, K., & Un, L. M. M. E. (2019). Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dollar Dengan FTS-Markov Chain dan Hidden Markov Model. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*. 6(1), 32-41.
- Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Tsaur, R.C. (2012). A *Fuzzy Time Series-Markov Chain Model With An Application To Forecast The Exchange Rate Between The Taiwan And US Dollar*. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8:4931-4942.