

The Application of The Fuzzy Time Series-Markov Chain Method on Rupiah Exchange Rate Data Against The United States Dollar (USD)

Rahmad Revi Fadillah, Dony Permana*, Yenni Kurniawati, Admi Salma

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

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

Submitted : 18 Juli 2023

Revised : 23 Agustus 2023

Accepted : 25 Agustus 2023

ABSTRACT

The exchange rate plays an important role in evaluating the Indonesian economy due to how much it affects the nation's overall financial situation. Activities for projecting future exchange rates can be conducted based on their dynamic characteristics. The purpose of this study is to predict the exchange rate of the Indonesian Rupiah (IDR) against the United States Dollar (USD) using the Fuzzy Time Series Markov chain (FTS-MC) method. Researchers apply the FTS-MC approach to analyze the connection between every bit of historical data and the direction in which it moved in order to forecast future data movements. While the rupiah exchange rate Forecast against the USD between January 2 and January 31, 2023, with a MAPE value of 2.41% and a forecast accuracy score of 97.58% result. During up to 8 forecasted periods, the forecasting value gained by the FTS-MC approach is close to the actual value, and the next period is higher than the current value. The forecasting results graph further shows that the FTS-MC approach gives forecast values fluctuate around IDR15,800.

Keywords: Exchange Rate, Forecast, Fuzzy Time Series-Markov Chain, Rstudio



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

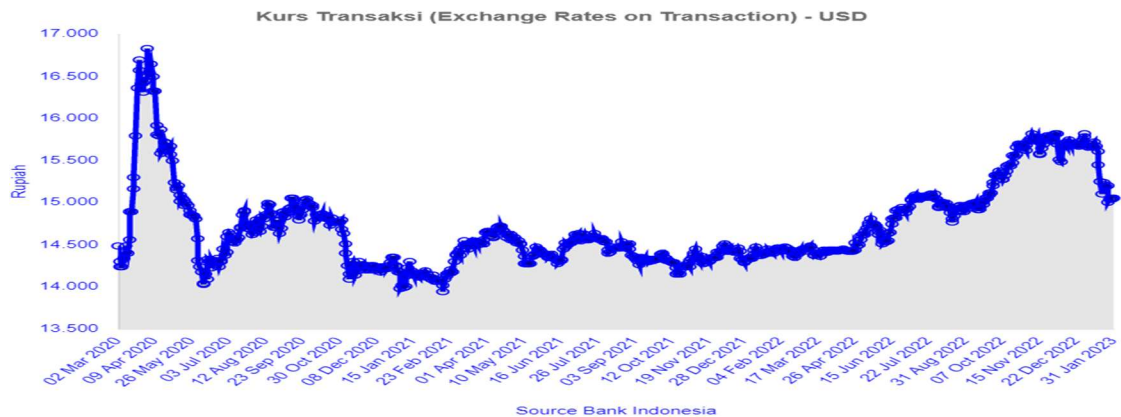
I. PENDAHULUAN

Pada tahun 1969, Indonesia mengadopsi sistem ekonomi terbuka yang membuka pintu bagi pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Sejak saat itu, perekonomian Indonesia terus mengalami pertumbuhan yang signifikan dari tahun ke tahun. Hal ini terlihat pada permintaan suatu barang oleh masyarakat Permintaan suatu barang yang tinggi di dalam negeri dan ketersediaan barang dari luar negeri mendorong negara-negara untuk terlibat dalam perdagangan internasional, yang melibatkan kegiatan penjualan luar negeri maupun pembelian luar negeri (Ferdy, 2014). Kegiatan ini berkaitan dengan nilai tukar mata uang atau kurs rupiah terhadap mata uang negara lain, hal ini dalam penawaran dan permintaan didasarkan untuk menentukan kurs rupiah.

Kurs rupiah Indonesia mempunyai dampak berarti pada fluktuasi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) (Jatipaningrum et al. 2019). Semakin turunnya harga kurs rupiah terhadap dolar amerika mempengaruhi *trend* IHSG (Tesa, 2012). Dolar Amerika merupakan mata uang utama dunia, dan kestabilan perekonomian suatu negara dapat dinilai melalui kestabilan kurs rupiah kepada mata uang negara lain. kurs rupiah kepada dolar Amerika yang tidak stabil, akan bermanfaat untuk memiliki prakiraan nilai Rupiah terhadap Dolar Amerika untuk periode mendatang (Amalutfia dan Hafiyusholeh, 2020).

Kurs memiliki peran yang signifikan dalam perekonomian terbuka karena ditentukan oleh keseimbangan antara penawaran dan permintaan di pasar valuta asing baik barang maupun modal atau uang. Stabilitas nilai mata uang mencerminkan stabilitas atau keadaan yang baik bagi suatu negara. Pelemahan rupiah merupakan hasil dari kondisi ekonomi global yang mempengaruhi banyak negara, termasuk Indonesia. Menurut Bank Indonesia (BI) (2020), pelemahan kurs tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di negara-negara lain. Pelemahan kurs di negara-negara berkembang umumnya terkait dengan perkembangan terakhir di Amerika Serikat (Republika.go.id, 18 Maret 2021). Pelemahan kurs rupiah dapat membawa konsekuensi yang merugikan bagi perekonomian Indonesia yang sedang memulihkan diri setelah pandemi. Selain itu, hal ini juga dapat mempengaruhi strategi investasi masyarakat secara tidak langsung. Dalam laporan bank indonesia, penyebaran virus Covid-19 di indonesia memberikan tekanan cukup besar terhadap perekonomian nasional, tak terkecuali pada sektor kurs rupiah terhadap dolar Amerika (Bank

Indonesia, 2020). Pada Gambar 1 disajikan pergerakan kurs rupiah terhadap Dolar Amerika dari Maret 2020 hingga Januari 2023.



Gambar 1. Data kurs Rupiah terhadap Dolar Amerika Maret 2020 – Januari 2023

Berdasarkan Gambar 1 yang disajikan dibawah, pada Maret 2020, kasus Covid-19 pertama di Indonesia mulai dilaporkan oleh pemerintah. Sejak saat itu, nilai kurs rupiah juga mengalami depresiasi hingga puncaknya terjadi pada awal bulan April 2020. Bahkan pada tanggal 2 April 2020, rupiah sempat jatuh ke Rp 16.825 per dolar Amerika. Hal ini menyebabkan nilai kurs melemah pada paruh pertama tahun 2020 yang diakibatkan oleh peningkatan aliran modal keluar di awal pandemi akibat ketidakpastian pasar keuangan global. Memasuki tahun 2021 nilai kurs rupiah terhadap dolar Amerika masih mengalami pergerakan naik turun yang cukup signifikan. Hal ini menggambarkan selama pandemi Covid-19, kondisi perekonomian Indonesia juga naik turun. Sehingga peramalan dilakukan untuk melihat pergerakan nilai kurs rupiah terhadap dolar Amerika dan dapat ditentukan tindakan yang tepat untuk menghadapi masalah tersebut.

Peramalan adalah proses estimasi yang dilakukan untuk memprediksi peristiwa di masa depan dengan seakurat mungkin (Hyndman 2018). Hal ini melibatkan penggunaan informasi yang tersedia, termasuk data historis, serta pengetahuan tentang peristiwa masa depan yang dapat mempengaruhi prediksi tersebut. *Fuzzy Time Series (FTS)* adalah model yang memanfaatkan konsep logika *fuzzy* yang diterapkan untuk data deret waktu, yang mana logika *fuzzy* dapat menangani data tidak pasti (Nugroho, 2016). FTS pertama kali diusulkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993. FTS-Markov Chain (FTS-MC) merupakan konsep baru dalam penelitiannya untuk menganalisis keakuratan memprediksi nilai kurs rupiah terhadap dolar Amerika. Dalam studinya, Tsaur (2012) mengkombinasikan metode FTS dengan Markov Chain, bertujuan untuk mendapatkan probabilitas tertinggi dengan menggunakan matriks probabilitas transisi (Tsaur, 2012).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginvestigasi bagaimana dampak COVID-19 terhadap hasil peramalan data kurs rupiah terhadap dolar Amerika, serta untuk mengevaluasi tingkat akurasi peramalan tersebut. Penelitian ini memiliki tujuan agar hasilnya dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan di masa depan guna menghindari fluktuasi yang tidak stabil dalam nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif . Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan pendekatan numerik untuk mengumpulkan dan menganalisis data. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil secara online di situs <https://www.bi.go.id/id/default.aspx> dengan variabel data yang digunakan adalah data harian kurs rupiah dimulai dari 2 Maret 2020 hingga 31 Januari 2023, memiliki 731 data yang dibagi untuk data pelatihan dan data pengujian. Adapun software pendukung dipakai untuk penelitian ini yaitu menggunakan *RStudio*. peramalan pada metode FTS-MC yang dilakukan sebagai berikut (Tsaur, 2012) :

1. Melakukan perhitungan Himpunan semesta (U) menggunakan persamaan

$$U = [D_{min} - D_1; D_{max} + D_2] \tag{1}$$

yang dimana, D_{min} = nilai minimum pada data, D_{max} = nilai maksimum pada data dan D_1, D_2 merupakan angka bilangan positif yang disesuaikan.

Menentukan interval partisi himpunan semesta (U), $l = \frac{(D_{max}-D_{min})}{K}$ (2)

dimana $K = 1 + 3,3 \log n$ (3)
 setelah melakukan langkah-langkah tersebut, maka diperoleh interval sebagai berikut :

$$\begin{aligned} u_1 &= [D_{min}; D_{min} + l] \\ u_2 &= [D_{min} + l; D_{min} + 2l] \\ &\vdots \\ u_n &= [D_{min} + (n - 1)l; D_{min} + nl] \end{aligned} \quad (4)$$

Langkah selanjutnya yaitu mencari nilai tengah,
 $m_i = \frac{\text{batas atas} + \text{batas bawah}}{2}$ (5)

- Dimana, i = banyak himpunan *fuzzy*
- Menentukan *fuzzy set* A untuk himpunan semesta U. Himpunan *fuzzy* A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) didefinisikan sebagai banyaknya selang yang telah didapat dimana A_1, A_2, \dots, A_n didefinisikan .

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{u_1} + \frac{0,5}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ A_2 &= \frac{0,5}{u_1} + \frac{1}{u_2} + \frac{0,5}{u_3} + \dots + \frac{0}{u_i} \\ A_j &= \frac{0}{u_1} + \frac{0}{u_2} + \frac{0}{u_3} + \dots + \frac{0,5}{u_{i-1}} + \frac{1}{u_i} \end{aligned} \quad (6)$$

- Untuk setiap elemen ($i = 1, 2, \dots, n$) dalam himpunan semesta U dan ketentuan yang ada dalam bentuk simbol “/” ini mencerminkan derajat keanggotaan $A_i(u_i)$ kepada A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) yang nilainya berkisar antar 0 hingga 1.
- Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR), tahap ini menentukan relasi logika *fuzzy* yaitu $A_i \rightarrow A_j$. Di mana A_i adalah *current state* dari ($Y_{(t-1)}$), sementara A_j mewakili keadaan selanjutnya t . Langkah ini memiliki kaitan antara nilai linguistik berdasarkan hasil pada tabel fuzzifikasi.
 - Fuzzy Logical Relationship Grup* (FLRG). Di tahap ini melakukan pengelompokkan pada tahap sebelumnya kedalam beberapa kelompok.
 - Menentukan matriks probabilitas transisi *Markov Chain*. FLRG dipakai untuk menghasilkan nilai probabilitas *state* selanjutnya. Maka diperoleh matriks transisi *Markov Chain*. Probabilitas transisi untuk *state* dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{M_i}; i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7)$$

keterangan:

P_{ij} : probabilitas transisi dari *state* A_i ke A_j satu langkah

M_{ij} : jumlah transisi dari *state* A_i ke A_j satu langkah

M_i : jumlah data pada *state* A_i

Matriks probabilitas transisi *state* P bisa didefinisikan sebagai berikut:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Dengan syarat $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$.

- Membuat diagram transisi pada langkah sebelumnya dengan melihat hasil yang didapatkan pada matriks probabilitas transisinya.
- Menentukan *defuzzifikasi* Markov Chain.
 Dalam proses defuzzifikasi, nilai ramalan awal dapat ditentukan dengan menghitung ramalan dari matriks probabilitas transisi menggunakan aturan berikut.

- 1) Jika FLRG di A_i adalah kosong ($A_i \rightarrow \emptyset$) maka ramalannya adalah m_i yaitu median dari u_i dengan persamaannya.

$$F_t = m_i \tag{9}$$

- 2) Jika FLRG pada A_i merupakan hubungan satu-satu ($A_i \rightarrow A_k$) maka nilai peramalan yang diterima merupakan nilai tengah dari u_k dengan persamaan.

$$F_t = (P_{ik} m_k) = m_k \tag{10}$$

Dimana $P_{ik} = 1$ dan m_k yaitu hasil median dari u_k .

- 3) Jika FLRG pada A_i adalah satu ke banyak ($A_1 \rightarrow A_1, A_2, \dots, A_j$) maka nilai peramalan bisa memakai persamaan berikut ini.

$$F_t = m_1 P_{i1} + m_2 P_{i2} + \dots + m_{i-1} P_{i(i-1)} + Y_{(t-1)} P_i + m_{i+1} P_{i(i+1)} + \dots + m_n P_{ij} \tag{11}$$

dimana $Y_{(t-1)}$ ini data asli dari $(t - 1)$

- a) Penyesuaian hasil ramalan dilakukan dengan tujuan untuk menilai kesalahan ramalan, atau juga penyesuaian ramalan ini digunakan untuk meminimalkan kesalahan yang terjadi selama proses ramalannya. Aturan berikut dipakai dalam proses penyesuaian hasil ramalan.:

- 1) Jika pada FLR ($A_i \rightarrow A_j$) dan $i < j$ jadi hasil penyesuaian ramalan bisa dibuat dengan memanfaatkan persamaan.

$$D = \frac{l \times s}{2} \tag{12}$$

Dimana, l adalah panjang interval dan s adalah banyaknya perpindahan transisi maju

- 2) Jika FLR ($A_i \rightarrow A_j$) $i > j$ jadi nilai penyesuaian ramalan dapat dibuat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$D = -\frac{l \times r}{2} \tag{13}$$

Dimana, r merupakan banyak perpindahan transisi mundur.

- b) Ramalan hasil penyesuaian ini adalah hasil ramalan akhir yang didapat dari metode FTS-MC yang dapat dicari dengan memanfaatkan persamaan berikut ini.

$$F'_t = F_t + D \tag{14}$$

8. Keakuratan suatu metode peramalan dinilai dengan membandingkan hasil yang diramalkan dengan hasil aktual. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menghitung error adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), yang digunakan untuk memperkirakan kinerja metode ramalan (Singh, 2009). Suatu metode dianggap memiliki kemampuan yang sangat baik jika nilai MAPE tidak melebihi 10%. Perhitungan MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \tag{15}$$

dimana :

Y_t : data aktual pada data $-t$

\hat{Y}_t : data hasil ramalan untuk data $-t$

n : banyak data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum data Kurs Rupiah terhadap dolar Amerika periode 2 Maret 2020 sampai dengan 31 Januari 2023 yang diperoleh dari *website* bank Indonesia ditampilkan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa plot data berfluktuasi cukup tajam pada awal periode dan mengalami depresiasi hingga puncaknya pada pertengahan bulan April 2020. Bahkan pada tanggal 2 April 2020, rupiah sempat jatuh pada harga Rp 16.825 per dolar Amerika. Pada bulan Mei 2020, kurs rupiah mengalami peningkatan dan secara bertahap mengalami fluktuasi hingga awal bulan Januari 2023 meskipun tidak setajam di paruh pertama tahun 2020.

Selanjutnya data dianalisis menggunakan metode FTS-MC. Tahap dalam analisis FTS-MC dilakukan dengan menggunakan $U = [13.900 ; 16.700]$, $K = 10$, dan $l = 280$. sehingga diperoleh nilai tengah dan kelas himpunan semesta (U) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai u_1 sampai dengan u_{10} dan Hasil Nilai Tengah

Interval	Nilai tengah (m_i)
$u_1 = [13.900 ; 14.180]$	$m_1 = 14.040$
$u_2 = [14.180 ; 14.460]$	$m_2 = 14.320$
$u_3 = [14.460 ; 14.740]$	$m_3 = 14.600$
$u_4 = [14.740 ; 15.020]$	$m_4 = 14.880$
$u_5 = [15.020 ; 15.300]$	$m_5 = 15.160$
$u_6 = [15.300 ; 15.580]$	$m_6 = 15.440$
$u_7 = [15.580 ; 15.860]$	$m_7 = 15.720$
$u_8 = [15.860 ; 16.140]$	$m_8 = 16.000$
$u_9 = [16.140 ; 16.420]$	$m_9 = 16.280$
$u_{10} = [16.420 ; 16.700]$	$m_{10} = 16.560$

Selanjutnya yaitu menentukan FLR pada data kurs rupiah terhadap dolar Amerika pada Tabel 2.

Tabel 2. FLR

No	Data Kurs Jual	FLR
1	14485,07	-
2	14293,11	$A_3 \rightarrow A_2$
3	14241,86	$A_2 \rightarrow A_2$
4	14238,84	$A_2 \rightarrow A_2$
5	14338,34	$A_2 \rightarrow A_2$
⋮	⋮	⋮
710	15669,96	$A_7 \rightarrow A_7$

Dapat dilihat dari Tabel 2, untuk FLR pada data $t = 1$ adalah A_3 dan pada $t = 2$ adalah A_2 sehingga dari data $t = 1$ ke data $t = 2$ adalah $A_3 \rightarrow A_2$. Begitupun untuk data t selanjutnya. Kemudian menentukan FLRG pada data kurs rupiah terhadap dolar Amerika dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. FLRG

Current state saat ini	Current state selanjutnya
A_1	$\rightarrow 38(A_1), 10(A_2)$
A_2	$\rightarrow 10(A_1), 235(A_2), 15(A_3)$
A_3	$\rightarrow 15(A_2), 123(A_3), 10(A_4)$
A_4	$\rightarrow 9(A_3), 101(A_4), 7(A_5)$
A_5	$\rightarrow 6(A_4), 34(A_5), 2(A_6), A_7$
A_6	$\rightarrow 2(A_5), 15(A_6), 3(A_7)$
A_7	$\rightarrow 3(A_6), 52(A_7), A_8, A_9$
A_8	$\rightarrow 2(A_7)$
A_9	$\rightarrow A_8, 3(A_9), 2(A_{10})$
A_{10}	$\rightarrow 2(A_9), 6(A_{10})$

Dilihat pada Tabel 3, diketahui bahwa pada *Current State* A_1 memiliki hubungan dengan 38, (A_1), $10(A_2)$, maka FLRG yang dihasilkan adalah $A_1 \rightarrow 38(A_1), 10(A_2)$. Begitupun dengan *current state lainnya*. Hasil dari FLRG ini digunakan untuk Membuat matriks probabilitas transisi markovnya. Matriks probabilitas ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Probabilitas Transisi Markov Chain

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀
A ₁	0,792	0,208	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₂	0,03817	0,903	0,0577	0	0	0	0	0	0	0
A ₃	0	0,101	0,831	0,068	0	0	0	0	0	0
A ₄	0	0	0,077	0,863	0,059	0	0	0	0	0
A ₅	0	0	0	0,139	0,791	0,046	0,023	0	0	0
A ₆	0	0	0	0	0,1	0,75	0,15	0	0	0
A ₇	0	0	0	0	0	0,052	0,912	0,017	0,17	0
A ₈	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
A ₉	0	0	0	0	0	0	0	0,166	0,5	0,333
A ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,75

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk matriks probabilitas transisi Markov Chain berdasarkan FLRG nya memiliki matriks yang ber-ordo 10x10. Pada state A1 bertransisi ke state lainnya sebanyak 48 kali, maka perhitungannya $P_{11} = \frac{38}{48} = 0,792$ dan begitu seterusnya pada data lainnya.

Selanjutnya yaitu melakukan defuzzifikasi, dimana pada pembahasan ini digunakan untuk meramalkan data kurs rupiah terhadap dolar Amerika. Dalam proses defuzzifikasi ini ada beberapa tahapan sebagai berikut.

- a. Untuk peramalan awal dari FTS-MC ini dapat dilihat nilai matriks probabilitas transisinya. Maka dapat untuk meramalkan data aktualnya. Perhitungan peramalan dari $t = 2$ yaitu pada 3 Maret 2020. Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Peramalan awal

T	Data aktual	Peramalan awal
1	14485,07	-
2	14293,11	14495,03
3	14241,86	14302,19
4	14238,84	14256,03
5	14338,34	14253,31
⋮	⋮	14342,93
		⋮
710	15669,96	15775,95
711	-	15801,64

- b. Menentukan nilai penyesuaian peramalan. Untuk contohnya pada Tabel 6 saat $t = 4$ pada 5 maret 2020 yang diketahui FLR nya A2→A2. Berikut mencari nilai penyesuaiannya :

$$D_{t4} = \frac{t \times s}{2} = \frac{280}{2} = 140$$

Jadi untuk D_{t4} didapat hasil sebesar 140.

- c. Setelah dilakukan penyesuaian maka dilakukanlah peramalan akhir yang dimana antara peramalan awal F'_t ditambahkan dengan nilai penyesuaiannya (D). maka hasil nilai peramalan akhir dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Peramalan akhir (data training)

Periode	Peramalan akhir
1 Januari 2023	15801,64

Setelah didapat peramalan akhir selanjutnya menghitung nilai tingkat errornya pada data training yang dihitung menggunakan MAPE. Hasil dari perhitungan MAPE dilihat sebagai berikut.

$$MAPE(\text{data training}) = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% = 0,34\%$$

Setelah dilakukanya analisis FTS-MC pada data kurs rupiah terhadap dolar Amerika pada periode 2 Maret 2020 sampai 31 Desember 2022 untuk data training maka dilakukan peramalan sebanyak 21 hari kedepan untuk dibandingkan dengan data testing pada periode 2 Januari 2023 hingga 31 Januari 2023. Hasil perbandingan dapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan data pengujian dan hasil ramalan data pelatihan

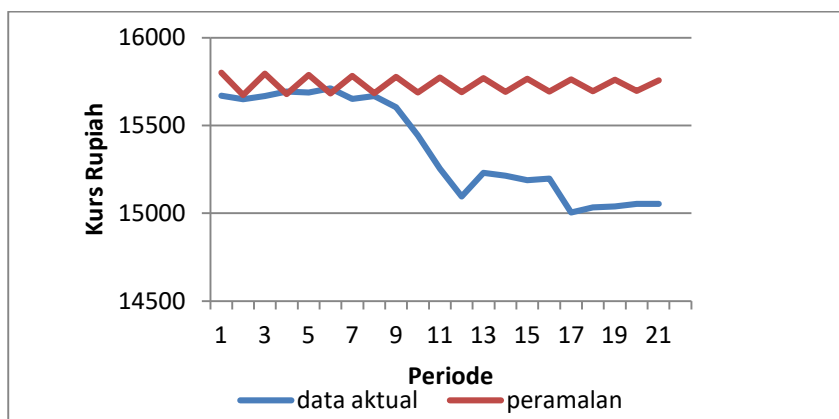
Periode	Data aktual	Peramalan
2 Januari 2023	15669,96	15801,64
3 Januari 2023	15649,86	15674,12
4 Januari 2023	15667,95	15794,72
5 Januari 2023	15693,08	15678,1
6 Januari 2023	15688,05	15788,44
⋮	⋮	⋮
31 Januari 2023	15053,9	15757,5

Kemudian untuk tingkat kesalahan model dapat dilakukan menggunakan MAPE dengan hasil ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Tingkat akurasi data pengujian

Model	FTS-MC
MAPE	2,41

Dilihat pada Tabel 9. Diperoleh hasil tingkat akurasi pada analisis FTS-MC sebesar 2,41% dengan tingkat akurasi 97,58% maka analisis sangat baik digunakan untuk menghitung peramalan pada data kurs rupiah terhadap dolar Amerika. Untuk melihat hasil perbandingan nilai peramalan data pelatihan dan data pengujian dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan data aktual pengujian dengan hasil peramalan data pelatihan

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa untuk data aktual testing dengan hasil peramalan FTS-MC data training tidak jauh berbeda.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diketahui peramalan nilai tukar rupiah terhadap USD periode 2 Januari 2023 sampai dengan 31 Januari 2023 menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,41% dengan tingkat akurasi sebesar 97,58%. adapun nilai peramalan yang diperoleh dengan metode FTS-MC sangat mendekati nilai aktualnya hingga 8 periode peramalan dan berada diatas nilai aktual pada periode selanjutnya. Peramalan kurs rupiah menggunakan FTS-MC

menunjukkan nilai kurs rupiah selama periode yang diprediksi cenderung berfluktuasi disekitar harga harga Rp15.800.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalutfia, S. Y., & Hafiyusholeh, Moh. (2020). *Analisis Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar dan Yuan Menggunakan FTS-Markov Chain*. VYGOTSKY, 2(2), 102. <https://doi.org/10.30736/vj.v2i2.258>
- Bank Indonesia. *Laporan Perekonomian Indonesia 2020*. website:www.bi.go.id. Jakarta: Bank Indonesia.
- Jatipaningrum, M. T., Suryowati, K., & Un, L. M. M. E. (2019). Prediksi Kurs Rupiah Terhadap Dolar Dengan FTS-Markov Chain Dan Hidden Markov Model. *Jurnal Derivat: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 32–41. <https://doi.org/10.31316/j.derivat.v6i1.334>
- 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(7 B), 4931–4942.
- Nugroho, K. (2016). Model Analisis Produksi dengan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *INFOKAM*, 1, 46–50.