

Pemodelan *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter pada Pergerakan Nilai FOREX Euro terhadap Rupiah

Nandita Uswatun Hasanah, Eti Kurniati*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 2/10/2024
Revised : 28/12/2024
Published : 31/12/2024



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 4
No. : 2
Halaman : 147 - 156
Terbitan : **Desember 2024**

Terakreditasi Sinta [Peringkat 5](#)
berdasarkan Ristekdikti
No. 177/E/KPT/2024

ABSTRAK

Pasar *Foreign Exchange* (FOREX) adalah arena global yang terpusat dengan mata uang dari berbagai negara diperdagangkan. Transaksi di pasar ini melibatkan pembelian satu mata uang dengan penjualan mata uang lain secara simultan, dengan tujuan mendapatkan keuntungan dari perubahan nilai tukar. *Trader* dan masyarakat yang terlibat dalam transaksi menggunakan mata uang asing penting untuk menentukan waktu yang tepat guna menghindari kerugian, karena semua transaksi tidak dilaksanakan pada saat pemesanan. Oleh karena itu, prediksi pergerakan nilai FOREX menjadi suatu alternatif untuk mengetahui pergerakan nilai tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi pergerakan nilai FOREX Euro terhadap Rupiah dengan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter. Salah satu pendekatan matematis yang diterapkan adalah pemodelan *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter. Hasil yang diperoleh yaitu nilai prediksi mendekati nilai sebenarnya dengan MAPE 4% untuk data *training* dan 3% untuk data *testing*.

Kata Kunci : *FOREX, Fuzzy Time Series, Model Stevenson Porter.*

ABSTRACT

The Foreign Exchange (FOREX) market is a centralized global arena where currencies from different countries are traded. Transactions in this market involve the simultaneous purchase of one currency with the sale of another, with the aim of profiting from changes in exchange rates. It is important for traders and people involved in transactions using foreign currencies to determine the right time to avoid losses, as all transactions are not executed at the time of booking. Therefore, predicting the movement of FOREX rates becomes an alternative to knowing the movement of these rates. The purpose of this research is to predict the movement of FOREX Euro value against Rupiah with Stevenson Porter's Fuzzy Time Series method. One of the mathematical approaches applied is Fuzzy Time Series Stevenson Porter modeling. The results obtained are the predicted value is close to the actual value with MAPE 4% for training data and 3% for testing data.

Keywords : *FOREX, Fuzzy Time Series, Stevenson Porter Model.*

Copyright© 2024 The Author(s).

A. Pendahuluan

Pasar valuta asing (FOREX) adalah salah satu pasar satu-kesatuan yang menggunakan pasangan mata uang dengan tujuan untuk membawa pembeli dan penjual mata uang secara bersamaan [10]. Pasar FOREX adalah pasar *over-the-counter* yang tidak memiliki jam perdagangan yang ditetapkan atau lokasi perdagangan pusat. Komputer di seluruh dunia yang terhubung digunakan untuk bernegosiasi tentang harga dan persyaratan perdagangan lainnya [11]. Para investor FOREX berpotensi menghadapi masalah yang berkaitan, misalnya dengan korelasi yang tinggi antara pasangan mata uang. Hal ini penurunan portofolio di pasar FOREX kemungkinan menjadi masalah yang menantang [1][12].

FOREX adalah bagian penting dari ekonomi dunia yang memungkinkan transaksi mata uang antar negara. Nilai FOREX menunjukkan kekuatan relatif suatu mata uang terhadap mata uang lainnya, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk inflasi, pertumbuhan ekonomi, tingkat suku bunga, dan kondisi politik [13]. Investor, pengusaha, dan pemerintah perlu memahami nilai pasar valuta asing karena dapat membantu mereka membuat keputusan strategis tentang investasi, bisnis, dan kebijakan moneter.

Pemodelan matematika menjadi suatu proses untuk menyelesaikan atau mempresentasikan suatu masalah di dunia nyata ke dalam pernyataan matematika [2]. Pemodelan matematika sangat penting dalam analisis data karena memungkinkan untuk menggambarkan, menganalisis, dan memprediksi fenomena alam atau sistem sosial dengan lebih akurat dan terukur. Penggunaan model matematika dapat mengidentifikasi hubungan antar variabel, memahami pola dan dinamika dalam data, dan membuat keputusan yang lebih objektif berdasarkan model yang telah diperoleh [14].

Keberhasilan dalam FOREX *trading* sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi politik, ekonomi lokal dan global, dan faktor lainnya [3]. Pada penerapan model matematika yaitu digunakan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter dalam pemodelan pergerakan nilai FOREX yang melibatkan data *time series* nilai mata uang Euro terhadap Rupiah untuk menghasilkan pemodelan yang akurat dan berguna bagi para pelaku pasar.

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelas objek matematika yang menggabungkan konsep keanggotaan dengan nilai kontinu. Berbeda dari himpunan tradisional yang memiliki nilai keanggotaan bernilai biner (0 atau 1), himpunan *fuzzy* diwakili oleh fungsi keanggotaan yang memberikan nilai-nilai keanggotaan dalam rentang kontinu antara 0 dan 1 [15]. Fungsi ini menggambarkan derajat kepemilikan suatu objek terhadap himpunan *fuzzy*, di mana nilai 0 menunjukkan kepemilikan yang tidak ada sama sekali, sedangkan nilai 1 menunjukkan kepemilikan penuh. Nilai-nilai di antara 0 dan 1 menunjukkan derajat kepemilikan yang bersifat parsial [4].

Fuzzy Time Series (FTS) adalah teknik pemodelan yang menggunakan prinsip-prinsip logika *fuzzy* untuk menganalisis dan pemodelan data berbasis waktu [16]. Tidak seperti model deret waktu tradisional yang berfokus pada nilai numerik, *Fuzzy Time Series* memungkinkan untuk memasukkan ketidakjelasan yang sering terjadi pada data dunia nyata. *Trader* ataupun masyarakat dapat mengembangkan strategi pembelian FOREX yang efektif dan efisien dengan pendekatan *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter [18].

Pola yang dikumpulkan dari data sebelumnya digunakan dalam sistem pemodelan ini untuk memproyeksikan data yang akan datang [5]. Salah satu model analisis runtun yang paling banyak digunakan dalam prediksi adalah model *Fuzzy Time Series*, yang pertama kali dikembangkan oleh Song dan Chissom pada tahun 1993 [17]. Dalam penerapannya, model ini menggunakan data berupa himpunan *fuzzy* yang berasal dari bilangan realitas himpunan semesta data aktual [6].

Model Stevenson Porter adalah versi baru dari model *Fuzzy Time Series*. Model ini diciptakan oleh Meredith Stevenson dan John E. Porter pada tahun 2009 dan digunakan pertama kali untuk meramalkan model data jumlah pendaftar saat ini di Universitas Alabama. [7]. Meredith dan John memodifikasi model dari Jilani, Burney dan Ardil dalam penelitian yang berjudul "*Fuzzy Metric Approach for Fuzzy Time Series Forecasting based on Frequency Density Based Partitioning*" dengan memanfaatkan persentase perubahan data sebagai himpunan semesta (*Universal Discourse*) dalam prediksi data *time series* untuk menentukan interval *fuzzy* berdasarkan pembagian jumlah frekuensi dari masing-masing interval awal sehingga menjadi beberapa sub interval [20].

Data latih (data *training*) adalah data yang sudah memiliki kelas, yang berperan sebagai pembentuk suatu pola, model, ataupun pengetahuan [8]. Algoritma akan diberikan data *input* historis dengan *output* yang dipetakan. Algoritma akan mempelajari pola-pola dalam data *input* untuk setiap *output* dan

merepresentasikannya sebagai persamaan statistik, yang juga dikenal sebagai model. Setelah algoritma berhasil dipelajari, model yang dihasilkan akan digunakan untuk membuat prediksi pada data baru. Data uji (data *testing*) adalah data yang dicari kelasnya yang berperan sebagai alat ukur dalam sebuah evaluasi. Data *testing* digunakan untuk melihat seberapa baik model yang dibuat dapat menangani suatu data yang tidak pernah dilihat sebelumnya, menghasilkan prediksi yang akurat untuk mendukung perubahan suatu masalah [9].

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana memodelkan *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter untuk memprediksi pergerakan nilai tukar Euro terhadap Rupiah?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini untuk memprediksi nilai FOREX dengan menggunakan model *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter.

B. Metode Penelitian

Peneliti menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Data yang dipilih dalam penelitian ini adalah data FOREX dengan mata uang Euro terhadap Rupiah yang berjumlah 447 data.

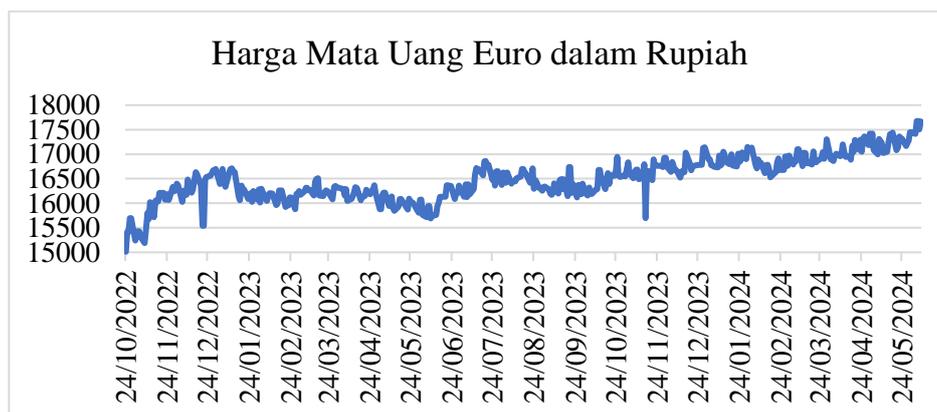
Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari *website* resmi Yahoo Finance, dengan periode pengumpulan informasi dimulai pada tanggal 24 Oktober 2022 hingga tanggal 28 Juni 2024. Data tersebut dikumpulkan dengan frekuensi harian, memastikan bahwa setiap hari dalam rentang waktu tersebut tercakup untuk memberikan gambaran yang komprehensif dan akurat.

C. Hasil dan Pembahasan

Pemodelan dengan Data Training

Dengan mengamati apakah data tersebut menunjukkan *trend* atau tidak, dapat dilakukan dengan cara membuat plot data dari satu titik ke titik lainnya jika garis plot yang terbentuk cenderung terus bergerak naik atau turun secara konsisten tanpa adanya penurunan drastis pada nilai data, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut memiliki *trend* yang jelas.

Trend naik menunjukkan pertumbuhan atau peningkatan nilai secara berkelanjutan, sementara *trend* turun menunjukkan penurunan nilai secara bertahap. Ketiadaan penurunan nilai yang signifikan atau drastis menandakan kestabilan dan kontinuitas dalam pola pergerakan data, yang penting untuk analisis dan prediksi yang lebih akurat.



Sumber: Yahoo Finance, 2022-2024.

Gambar 1. Harga Mata Uang Euro dalam Rupiah

Langkah pengerjaan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter dimulai dari data yang digunakan berupa data *time series* $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$. Setelah itu dilakukan perhitungan perubahan antardata yang terjadi antara data x_t dan data x_{t+1} . Berdasarkan persamaan sebelumnya, hasil perbandingan data tersebut akan berupa nilai perubahan data runtun waktu. Ditentukan himpunan semesta U yaitu dengan $U = [BB, BA]$ dengan BA merupakan nilai perubahan terbesar d_t , dan BB merupakan nilai perubahan yang paling kecil d_t .

Bagi himpunan semesta dalam beberapa interval. Lalu, kelompokkan nilai d_t ke dalam interval yang sesuai dengan persamaan 2 dengan catatan apabila nilainya berupa desimal, maka dibulatkan. Kemudian hitung frekuensinya pada masing-masing interval tersebut dengan persamaan 3; sama seperti menghitung dengan persamaan 2 nilainya juga dibulatkan ke angka terdekat. Jumlah frekuensi d_t pada masing-masing interval akan digunakan untuk mencacah interval tersebut dengan persamaan 4. Proses ini dilakukan dengan membagi panjang kelas interval dengan peringkat dari frekuensi yang dimiliki. Selanjutnya definisikan himpunan *fuzzy* A_j lalu, carilah titik tengah dari interval tersebut dengan menggunakan persamaan 5. Kemudian nilai dari a_i akan dijadikan nilai dari himpunan *fuzzy* A_j sesuai dengan berapa interval yang dibentuk setelah pencacahan dilakukan. Lakukan defuzzifikasi data *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan triangular seperti pada persamaan 6 yang mana pada tahap ini akan menghasilkan berupa data perubahan hasil persentase prediksi. Merubah hasil persentase prediksi tersebut menjadi data prediksi menggunakan persamaan 7 dengan hasil berupa nilai mata uang yang mendekati nilai *close* pada data yang digunakan. Lalu, tentukan nilai kesalahan atau nilai error dengan persamaan 8 sebagai hasil prediksi dapat menghindari pengukuran akurasi terhadap besarnya nilai aktual dan nilai prediksi.

Tabel 1. Kriteria Nilai MAPE

| Nilai MAPE | Kriteria |
|------------|-------------|
| <10% | Sangat Baik |
| 10% – 20% | Baik |
| 21% – 50% | Cukup |
| >50% | Buruk |

$$d_{t+1} = \left(\frac{x_{t+1} - x_t}{x_t} \times 100 \right) \tag{1}$$

$$B = 1 + 3.3 \log n \tag{2}$$

$$P = \frac{BA - BB}{B} \tag{3}$$

$$P_n = \frac{P}{Peringkat} \tag{4}$$

$$a_i = \frac{BB_i + BA_i}{2} \tag{5}$$

$$t_j = \begin{cases} \frac{1.5}{\frac{1}{a_j} + \frac{0.5}{a_{j+1}}}; & \text{jika } j = 1 \\ \frac{2}{\frac{0.5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j} + \frac{0.5}{a_{j+1}}}; & \text{jika } 2 \leq j \leq n - 1 \\ \frac{1.5}{\frac{0.5}{a_{j-1}} + \frac{1}{a_j}}; & \text{jika } j = n \end{cases} \tag{6}$$

$$F(t) = \left(\frac{t_j}{100} \times x_{t-1}\right) + x_{t-1} \tag{7}$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right| \times 100\% \tag{8}$$

Dari data yang diperoleh, 95% data digunakan sebagai data *training* untuk pemodelan dengan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter, sementara 5% sisanya digunakan sebagai data *testing* untuk memeriksa keakuratan model. Proses pemodelan melibatkan langkah-langkah yang mencakup preprocessing data, pelatihan model dengan data *training*, dan evaluasi hasil dengan data *testing*. Perhitungan keakuratan dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap data *testing* untuk menentukan seberapa baik model dapat memprediksi pola berdasarkan data yang ada.

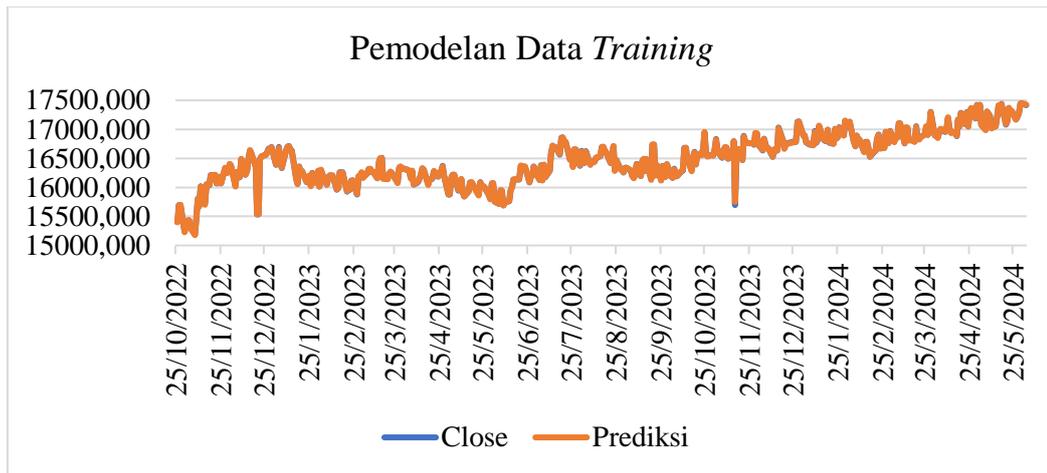
Tabel 2. Hasil Prediksi Pergerakan Data *Training*

| Tanggal | Close | d_{t+1} | A_j | t_j | Prediksi | Keterangan (Kemungkinan) | |
|------------|-----------|-----------|-------|---------|-----------|-----------------------------|----------|
| 24/10/2022 | 15011.688 | - | - | - | - | - | - |
| 25/10/2022 | 15415.000 | 2.6867 | A46 | 2.7241 | 15420.615 | Naik | 2.7241% |
| 26/10/2022 | 15407.000 | -0.0519 | A27 | -0.1107 | 15397.942 | Turun | 0.1107% |
| 27/10/2022 | 15695.000 | 1.8693 | A41 | 1.8303 | 15688.996 | Naik | 1.8303% |
| 28/10/2022 | 15695.000 | 0.0000 | A28 | 0.0266 | 15699.169 | Naik | 0.0266% |
| 31/10/2022 | 15239.854 | -2.8999 | A10 | -2.9634 | 15229.888 | Turun | 2.9634% |
| 11/01/2022 | 15423.000 | 1.2018 | A37 | 1.1966 | 15422.209 | Naik | 1.1966% |
| 11/02/2022 | 15430.000 | 0.0454 | A28 | 0.0266 | 15427.097 | Naik | 0.0266% |
| 11/03/2022 | 15430.000 | 0.0000 | A28 | 0.0266 | 15434.098 | Naik | 0.0266% |
| 11/04/2022 | 15305.000 | -0.8101 | A22 | -0.8329 | 15301.486 | Turun | -0.8329% |
| 11/07/2022 | 15188.265 | -0.7627 | A22 | -0.8329 | 15177.527 | Turun | -0.8329% |
| 11/08/2022 | 15447.734 | 1.7084 | A40 | 1.6678 | 15441.576 | Naik | 1.6678% |
| 11/09/2022 | 15805.000 | 2.3127 | A44 | 2.3178 | 15805.784 | Naik | 2.3178% |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 3/6/2024 | 17416.000 | -0.1662 | A27 | -0.1107 | 17425.695 | Turun | 0.1107% |

Sumber: Yahoo Finance, 2022-2024.

Setelah selesai melakukan proses pemodelan dengan data training, hasilnya berupa grafik yang memperlihatkan perbandingan antara nilai *close* dan nilai prediksi dari model. Grafik ini disajikan di bawah ini, yang menggambarkan bagaimana nilai close historis dan nilai prediksi yang dihasilkan oleh model berinteraksi dan berkorelasi satu sama lain.

Grafik ini tidak hanya menunjukkan kesesuaian antara nilai aktual dan prediksi, tetapi juga memberikan wawasan tentang keakuratan dan efektivitas pemodelan dalam merepresentasikan pergerakan data. Analisis visual dari grafik ini akan membantu dalam mengevaluasi performa model dan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang hasil prediksi yang dihasilkan.



Sumber: Yahoo Finance, 2022-2024.

Gambar 2. Plot Pemodelan Data Training

Pemodelan dengan Data Testing

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan sebelumnya, pemodelan pada data *testing* dilakukan dengan pendekatan yang serupa menggunakan metode yang sama. Proses pengerjaan untuk data *testing* mengikuti langkah-langkah yang telah diterapkan pada data *training*, termasuk *preprocessing*, pelatihan model, dan evaluasi hasil [19]. Dengan cara ini, konsistensi dalam metode pemodelan dapat dipertahankan, dan hasil dari data *testing* dapat dibandingkan secara langsung dengan hasil dari data *training*.

Setelah penerapan metode tersebut pada data *testing*, hasil yang diperoleh disajikan di bawah ini, menunjukkan performa model terhadap data yang belum pernah digunakan dalam fase pelatihan. Hasil ini memberikan indikasi tentang bagaimana model dapat memprediksi data baru dan sejauh mana keakuratannya dalam skenario yang berbeda dari data yang dikenal.

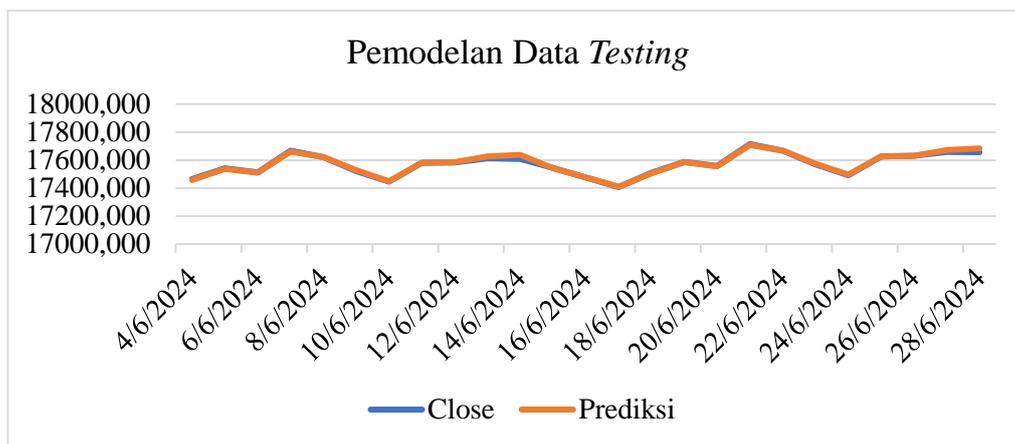
Tabel 3. Hasil Prediksi Pergerakan Data Testing

| Tanggal | Close | d_{t+1} | A_j | t_j | Prediksi | Keterangan (Kemungkinan) | |
|------------|-----------|-----------|-------|---------|-----------|--------------------------|----------|
| 3/6/2024 | 17416.000 | - | - | - | - | | |
| *4/6/2024 | 17463.553 | 0.2730 | A14 | 0.2410 | 17457.971 | Naik | 0.2410% |
| *5/6/2024 | 17541.360 | 0.4455 | A15 | 0.4221 | 17537.270 | Naik | 0.4221% |
| *6/6/2024 | 17511.892 | -0.1680 | A8 | -0.1816 | 17509.508 | Turun | -0.1816% |
| *7/6/2024 | 17668.109 | 0.8921 | A21 | 0.8510 | 17660.920 | Naik | 0.8510% |
| *8/6/2024 | 17621.631 | -0.2631 | A7 | -0.2652 | 17621.252 | Turun | -0.2652% |
| *9/6/2024 | 17522.373 | -0.5633 | A1 | -0.5289 | 17528.434 | Turun | -0.5289% |
| *10/6/2024 | 17445.786 | -0.4371 | A4 | -0.4198 | 17448.808 | Turun | -0.4198% |
| *11/6/2024 | 17579.829 | 0.7683 | A19 | 0.7693 | 17579.988 | Naik | 0.7693% |
| *12/6/2024 | 17583.189 | 0.0191 | A11 | 0.0268 | 17584.548 | Naik | 0.0268% |
| *13/6/2024 | 17612.191 | 0.1649 | A14 | 0.2410 | 17625.563 | Naik | 0.2410% |
| *14/6/2024 | 17608.525 | -0.0208 | A10 | 0.1433 | 17637.433 | Naik | 0.1433% |
| *15/6/2024 | 17543.361 | -0.3701 | A5 | -0.3792 | 17541.753 | Turun | -0.3792% |
| *16/6/2024 | 17476.216 | -0.3827 | A5 | -0.3792 | 17476.836 | Turun | -0.3792% |
| *17/6/2024 | 17407.062 | -0.3957 | A5 | -0.3792 | 17409.946 | Turun | -0.3792% |
| *18/6/2024 | 17510.472 | 0.5941 | A16 | 0.5699 | 17506.258 | Naik | 0.5699% |
| *19/6/2024 | 17588.279 | 0.4443 | A15 | 0.4221 | 17584.388 | Naik | 0.4221% |
| *20/6/2024 | 17558.812 | -0.1675 | A8 | -0.1816 | 17556.342 | Turun | -0.1816% |

| Tanggal | Close | d_{t+1} | A_j | t_j | Prediksi | Keterangan (Kemungkinan) | |
|------------|-----------|-----------|-------|---------|-----------|--------------------------|----------|
| *21/6/2024 | 17715.028 | 0.8897 | A21 | 0.8510 | 17708.238 | Naik | 0.8510% |
| *22/6/2024 | 17668.550 | -0.2624 | A7 | -0.2652 | 17668.047 | Turun | -0.2652% |
| *23/6/2024 | 17569.293 | -0.5618 | A1 | -0.5289 | 17575.105 | Turun | -0.5289% |
| *24/6/2024 | 17492.705 | -0.4359 | A4 | -0.4198 | 17495.531 | Turun | -0.4198% |
| *25/6/2024 | 17626.749 | 0.7663 | A19 | 0.7693 | 17627.268 | Naik | 0.7693% |
| *26/6/2024 | 17630.108 | 0.0191 | A11 | 0.0268 | 17631.480 | Naik | 0.0268% |
| *27/6/2024 | 17659.110 | 0.1645 | A14 | 0.2410 | 17672.595 | Naik | 0.2410% |
| *28/6/2024 | 17655.444 | -0.0208 | A10 | 0.1433 | 17684.419 | Naik | 0.1433% |

*Data Hasil Peramalan

Prediksi yang dihasilkan dari data peramalan di atas memberikan nilai-nilai yang mirip dengan hasil dari data pelatihan. Nilai-nilai prediksi ini menunjukkan kecenderungan yang sangat mendekati nilai aktual yang sebenarnya. Dengan demikian, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang sejauh mana akurasi prediksi, hasil prediksi tersebut dipresentasikan dalam bentuk grafik pada gambar berikut.



Sumber: Data Hasil Peramalan

Gambar 3. Plot Pemodelan Data *Testing*

Menghitung Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Menentukan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah langkah penting dalam analisis data untuk mengukur akurasi model prediksi. MAPE dihitung dengan mengambil rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai yang diramalkan dan nilai aktual.

Nilai MAPE yang lebih rendah menunjukkan model yang lebih akurat, karena berarti prediksi lebih mendekati nilai sebenarnya. Proses ini membantu dalam evaluasi performa model dan perbaikan lebih lanjut untuk mendapatkan hasil prediksi yang lebih akurat. Nilai yang digunakan pada MAPE ini yaitu nilai *close* dan nilai prediksi akan disubstitusikan satu per satu sehingga menghasilkan suatu nilai persen.

MAPE Pada Data Training

Tabel 4. Selisih Nilai Absolut pada Data *Training*

| Tanggal | Close | Prediksi | $\left \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right $ |
|------------|-----------|-----------|--|
| 10/24/2022 | 15011.688 | - | - |
| 10/25/2022 | 15415.000 | 15420.615 | 0.0004 |

| Tanggal | Close | Prediksi | $\left \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right $ |
|------------|-----------|-----------|--|
| 10/26/2022 | 15407.000 | 15397.942 | 0.0006 |
| 10/27/2022 | 15695.000 | 15688.996 | 0.0004 |
| 10/28/2022 | 15695.000 | 15699.169 | 0.0003 |
| 10/31/2022 | 15239.854 | 15229.888 | 0.0007 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 06/03/2024 | 17416.000 | 17425.695 | 0.0006 |

Nilai total dari kesalahan absolut, yang diperoleh melalui perhitungan selisih antara nilai aktual dan nilai prediksi, kemudian dibagi dengan nilai nyata. Proses ini menghasilkan ukuran relatif dari kesalahan model dalam hubungannya dengan nilai sebenarnya, memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang sejauh mana prediksi menyimpang dari data aktual. Dengan cara ini, kita dapat mengevaluasi dengan lebih akurat performa model dan efektivitasnya dalam menghasilkan prediksi yang akurat.

$$\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right| = 0.1528$$

Kemudian nilai MAPE yang didapatkan adalah:

$$MAPE = \frac{1}{420} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right| = 0.0363 = 4\%$$

MAPE pada Data Testing

Tabel 5. Selisih Nilai Absolut pada Data *Testing*

| Tanggal | Close | Prediksi | $\left \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right $ |
|------------|-----------|-----------|--|
| 3/6/2024 | 17416.000 | - | - |
| *4/6/2024 | 17463.553 | 17457.971 | 0.0003 |
| *5/6/2024 | 17541.360 | 17537.270 | 0.0002 |
| *6/6/2024 | 17511.892 | 17509.508 | 0.0001 |
| *7/6/2024 | 17668.109 | 17660.920 | 0.0004 |
| *8/6/2024 | 17621.631 | 17621.252 | 0.0000 |
| *9/6/2024 | 17522.373 | 17528.434 | 0.0003 |
| *10/6/2024 | 17445.786 | 17448.808 | 0.0002 |
| *11/6/2024 | 17579.829 | 17579.988 | 0.0000 |
| *12/6/2024 | 17583.189 | 17584.548 | 0.0001 |
| *13/6/2024 | 17612.191 | 17625.563 | 0.0008 |
| *14/6/2024 | 17608.525 | 17637.433 | 0.0016 |
| *15/6/2024 | 17543.361 | 17541.753 | 0.0001 |
| *16/6/2024 | 17476.216 | 17476.836 | 0.0000 |
| *17/6/2024 | 17407.062 | 17409.946 | 0.0002 |
| *18/6/2024 | 17510.472 | 17506.258 | 0.0002 |
| *19/6/2024 | 17588.279 | 17584.388 | 0.0002 |
| *20/6/2024 | 17558.812 | 17556.342 | 0.0001 |
| *21/6/2024 | 17715.028 | 17708.238 | 0.0004 |

| Tanggal | Close | Prediksi | $\left \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right $ |
|------------|-----------|-----------|--|
| *22/6/2024 | 17668.550 | 17668.047 | 0.0000 |
| *23/6/2024 | 17569.293 | 17575.105 | 0.0003 |
| *24/6/2024 | 17492.705 | 17495.531 | 0.0002 |
| *25/6/2024 | 17626.749 | 17627.268 | 0.0000 |
| *26/6/2024 | 17630.108 | 17631.480 | 0.0001 |
| *27/6/2024 | 17659.110 | 17672.595 | 0.0008 |
| *28/6/2024 | 17655.444 | 17684.419 | 0.0016 |

*Data Hasil Peramalan

Dari perhitungan selisih di atas, maka diketahui nilai total dari kesalahan absolut dibagi dengan nilai nyata:

$$\sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right| = 0.0084$$

kemudian nilai MAPE yang didapatkan adalah:

$$MAPE = \frac{1}{25} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_{t+1} - \hat{y}_{t+1}}{y_{t+1}} \right| = 0.0337 = 3\%$$

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian yaitu prediksi pergerakan nilai FOREX antara Euro dan Rupiah yang dilakukan menggunakan metode *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter. Nilai yang ditampilkan pada grafik memiliki nilai yang mendekati nilai sebenarnya. Pemodelan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi para pelaku pasar dan pengambil keputusan dalam merencanakan strategi investasi atau mitigasi risiko terkait perubahan nilai tukar mata uang tersebut. Serta, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang diperoleh dari analisis menunjukkan performa model yang sangat baik. Untuk data *training*, MAPE tercatat sebesar 4%, yang menunjukkan bahwa prediksi model terhadap data *training* memiliki tingkat kesalahan rata-rata yang rendah dan dapat diterima dengan baik. Selain itu, MAPE pada data *testing* juga mencapai 3%, yang menunjukkan bahwa model tidak hanya bekerja dengan baik pada data yang digunakan untuk pelatihan, tetapi juga memiliki akurasi tinggi saat diuji dengan data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Kedua nilai MAPE ini berada dalam kriteria sangat baik, menandakan bahwa model *Fuzzy Time Series* Stevenson Porter yang digunakan dalam penelitian ini mampu memberikan prediksi yang konsisten dan akurat baik pada data yang dikenal maupun pada data yang baru.

Daftar Pustaka

- [1] P. Juszczuk Dan L. Krus, "Fuzzy Trading System On The Forex Market For Deriving The Portfolio Of Instruments," *Control And Cybernetics*, Vol. 51, No. 4, Hlm. 467–486, Des 2022, Doi: 10.2478/Candc-2022-0025.
- [2] A. Fatahillah, M. Istiqomah, Dan D. Dafik, "Pemodelan Matematika Pada Kasus Kecanduan Game Online Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 14," *Limits: Journal Of Mathematics And Its Applications*, Vol. 18, No. 2, Hlm. 129, Nov 2021, Doi: 10.12962/Limits.V18i2.6854.

- [3] A. Baradja Dan H. Naskah, “Elektrise: Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro Prediksi Pergerakan Mata Uang Dengan Convolutional Neural Network Pada Trading Forex: Studi Kasus Eur/Usd,” Vol. 12, Hlm. 2830–3512, 2024, Doi: 10.47709/Elektrise.V12i2.3627.
- [4] L. A. Zadeh, “Fuzzy Sets,” *Information And Control*, Vol. 8, No. 3, Hlm. 338–353, Jun 1965, Doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [5] Rashesh Vaidya Dan Kulchandra Pandit, “Distribution Nature Of Foreign Exchange (Forex) Rates In Nepal,” *Journal Of Balkumari College*, Vol. 12, No. 1, Hlm. 75–82, Des 2023, Doi: 10.3126/Jbkc.V12i1.60429.
- [6] D. P. Sugumonrong, A. Handinata, Dan A. Tehja, “Prediksi Harga Emas Menggunakan Metode Fuzzy Time Series Model Algoritma Chen,” *Informatics Engineering Research And Technology*, Vol. 1, Hlm. 48–54, Agu 2019.
- [7] Sarmila Nurhasanah, “Metode Average-Based Weighted Fuzzy Integrated Time Series Lee High Order (Studi Kasus Pada Peramalan Mata Uang Kripto Bitcoin),” Perpustakaan.Upi.Edu.
- [8] I. Gede, I. Sudipa, Dan M. Darmawiguna, “Buku Ajar Data Mining.” [Daring]. Tersedia Pada: <https://www.researchgate.net/Publication/377415198>
- [9] J. Hurwitz Dan D. Kirsch, *Machine Learning For Dummies*, Ibm Limited Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2018. [Daring]. Tersedia Pada: <http://www.wiley.com/Go/Permissions>
- [10] M. A. Alfiansyah and E. Kurniati, “Analisis Portofolio Saham Syariah di Masa Pandemi Covid-19 dengan Menggunakan Multi Indeks Model,” *J. Ris. Mat.*, pp. 30–36, Jul. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i1.795.
- [11] S. Zein and G. Gunawan, “Prediksi Hasil FIFA World Cup Qatar 2022 Menggunakan Machine Learning dengan Python,” *J. Ris. Mat.*, pp. 153–162, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i2.1382.
- [12] R. Y. Indriani, D. Suhaedi, and F. H. Badruzzaman, “Penggunaan Metode Nadir Compromise Programming dalam Menyelesaikan Permasalahan Multi Objektif,” *J. Ris. Mat.*, vol. 1, no. 2, pp. 82–90, Dec. 2021, doi: 10.29313/jrm.v1i2.364.
- [13] A. Oktavia and M. Y. Fajar, “Peramalan Laju Inflasi, BI Rate dan Indeks Harga Saham Gabungan,” *J. Ris. Mat.*, pp. 16–22, Jul. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i1.789.
- [14] F. M. Pratama and I. Sukarsih, “Fungsi Transposisi Modulo untuk Mencari Nada pada Komposisi Akor dalam Musik Blues,” *J. Ris. Mat.*, pp. 65–72, Jul. 2023, doi: 10.29313/jrm.v3i1.1746.
- [15] S. A. Savitri and D. Suhaedi, “Penerapan Inference Fuzzy Mamdani dalam Seleksi Penerima Bantuan Sosial Tunai Kabupaten Belitung Timur,” *J. Ris. Mat.*, pp. 163–172, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i2.1383.
- [16] W. Ismarnita and Respitawulan, “Penerapan Logika Fuzzy dalam Menentukan Tingkat Kerawanan Longsor di Suatu Wilayah,” *J. Ris. Mat.*, pp. 45–54, Jul. 2023, doi: 10.29313/jrm.v3i1.1737.
- [17] D. S. N. Aliana, Y. Permanasari, and Respitawulan, “Prediksi Curah Hujan di Kota Bandung Menggunakan Model Logika Fuzzy Time Series,” *J. Ris. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 65–72, Oct. 2021, doi: 10.29313/jrm.v1i1.220.
- [18] N. H. Pajriati, E. Kurniati, and D. Suhaedi, “Penerapan Metode Average Based Fuzzy Time Series Lee Untuk Peramalan Harga Emas Di PT. X,” *J. Ris. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 73–81, Oct. 2021, doi: 10.29313/jrm.v1i1.221.
- [19] D. Monica and D. Suhaedi, “Analisis Model Fuzzy Time Series Chen, Cheng dan Singh pada Data Trend,” *J. Ris. Mat.*, vol. 4, no. 1, pp. 81–92, Jun. 2024, doi: 10.29313/jrm.v4i1.3605.
- [20] G. Achyar and O. Rohaeni, “Penggunaan Hybrid K-Means dan General Regression Neural Network untuk Prediksi Harga Saham Indeks LQ45,” *J. Ris. Mat.*, pp. 111–120, Dec. 2022, doi: 10.29313/jrm.v2i2.1193.