

Peramalan Cadangan Devisa Menggunakan Metode *Double Smoothing Exponential* dan Metode *Fuzzy Time Series*

Besse Helmi Mustawinar¹, Kardiana², Yuliani³, Dwi Risky Arifanti⁴

Universitas Cokroaminoto Palopo^{1,2,3}

emmy.emm92@gmail.com¹, emmy.emm92@gmail.com², yulimath2507@gmail.com³,
dwiriskyarifanti@iainpalopo.ac.id⁴

Corresponding Author: Besse Helmi Mustawinar, E-mail: emmy.emm92@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to forecast the amount of foreign exchange reserves using two methods, namely Double Smoothing Exponential and Fuzzy Time Series. This foreign exchange reserve data is time series data, namely monthly data starting from January 2017 to February 2024 with a total of 86 monthly data. Next, to see the level of accuracy of the forecasting results, the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and MSE values are used, where the smaller the error value produced, the more accurate the forecasting results are from the Double Smoothing Exponential Holt and Fuzzy Time Series Cheng methods. The results of forecasting the amount of foreign exchange reserves in March 2024 using the Holt method are 144434.19 and for the Cheng method it is 140008.032. The double exponential smoothing method has an MSE value of 8625715.609 and a MAPE value of 1.69%. Meanwhile, with the fuzzy time series method the MSE value is 11651319,400 and the MAPE value is 1.96%. Forecasting using these two methods has a very good level of accuracy, because it has a MAPE value below 10%. Based on the results of this analysis, it can be seen that Holt's double exponential smoothing method has a smaller forecasting error size than Cheng's fuzzy time series method. Thus, it can be concluded that the Double Exponential Smoothing method is a better method for predicting the amount of foreign exchange reserves.

KEYWORDS

Double Smoothing Exponential, Fuzzy Time Series, MAPE, MSE, Foreign Exchange Reserves

ARTICLE DOI: <https://doi.org/10.53696/venn.v3i3.79>

A. Pendahuluan

Cadangan devisa adalah liquid asset dari negara yang diakui secara internasional, memiliki harga tinggi, dan dapat digunakan sebagai alat pembayaran dalam setiap kegiatan internasional, baik transaksi komersial internasional atau perdagangan internasional. Semakin banyak mata uang asing yang dipegang oleh Bank Sentral di suatu negara, maka akan semakin kuat juga kemampuan negara tersebut untuk melakukan transaksi ekonomi dan keuangan internasional serta semakin kuat nilai mata uangnya ([Maesyaroha & Kundhani, 2024](#)).

Di Indonesia sendiri, cadangan devisa memiliki peran penting dalam perekonomian negara yaitu sebagai pembayaran perdagangan internasional. Cadangan devisa dapat digunakan untuk menjaga stabilitas makroekonomi dan sistem keuangan. Melalui cadangan devisa, bank sentral dapat mempengaruhi stabilitas nilai tukar mata uang domestik ([Bank Indonesia, 2024](#)). Stabilitas ini juga berpengaruh pada kegiatan perdagangan internasional di sektor impor-ekspor. Dalam impor, perusahaan dapat mengendalikan biaya impor tanpa khawatir akan fluktuasi yang tiba-tiba dapat meningkatkan biaya. Sedangkan dalam hal ekspor, stabilitas nilai tukar dapat memberikan kepastian harga produk sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi dan daya saing di pasar internasional ([Maesyaroha & Kundhani, 2024](#)). Pentingnya stabilitas perekonomian melalui cadangan devisa di Indonesia sehingga penting untuk bisa memprediksi jumlah cadangan devisa ini. Anjloknya cadangan devisa akan memengaruhi stabilitas nilai tukar di Indonesia.

Peramalan dapat dilakukan berdasarkan metode statistika sesuai dengan kebutuhan. Oleh karena itu, dilakukan perbandingan metode untuk mendapatkan hasil ramalan dengan akurasi yang

tinggi. Metode *exponential smoothing* adalah prosedur perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus pada peramalan terhadap data yang baru dan menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial pada data terdahulu. Kelebihan dari metode *smoothing* adalah dapat menggunakan data yang relatif sedikit jika dibandingkan dengan metode yang lainnya, parameter yang digunakan lebih sedikit serta data yang digunakan adalah data time series tidak mengandung unsur musiman dan mudah dalam pengelolaan data (Sulpaayah, Bahri, & Harsyiah, 2022).

Selain *exponential smoothing* berbagai teknik *soft computing* seperti *system fuzzy* banyak dikembangkan untuk peramalan data time series. Data cadangan devisa merupakan data runtun waktu yang nilainya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain nilai ekspor dan nilai tukar rupiah. Oleh karena itu, metode grup variasi fuzzy dapat digunakan untuk meramalkan cadangan devisa Indonesia. Metode grup variasi fuzzy merupakan metode analisis data dengan menambahkan faktor pendukung yang dianggap dapat memengaruhi nilai faktor utama (Ramdhayanti, 2015). *Fuzzy time series* (FTS) menggunakan persamaan relasi fuzzy dan penalaran perkiraan yang diperkenalkan oleh Cheng dan Chissom untuk melakukan prediksi dimana model Cheng dikembangkan dengan mengimplikasikan bobot pada relasi fuzzy setiap kelompok (Mustawinar, Adhalia, & Sam, 2022). Analisis time series memungkinkan identifikasi pola musiman dan tren jangka panjang dalam data, yang sangat berguna untuk peramalan dan pengambilan keputusan (Box, Jenkins, & Reinsel, 2015). Selain itu, analisis ini juga efektif dalam mendeteksi anomali dan membantu pemantauan proses, sehingga memungkinkan respons yang cepat terhadap perubahan atau masalah yang tidak terduga (Chatfield, 2004).

Metode *Fuzzy Time Series* Cheng telah banyak digunakan dalam peramalan masalah dan menghasilkan hasil peramalan yang baik dengan kesalahan minimal. Model tersebut telah diusulkan oleh (Ramadhani, Mustawinar, Arifanti, & Yuliani, 2024) dengan diterapkan untuk memprediksi harga minyak mentah di Indonesia dengan nilai kesalahannya yaitu 2% (< 10%). Penelitian lainnya dilakukan oleh (Sulpaayah, Bahri, & Harsyiah, 2022) dengan membandingkan akurasi antara *exponential smoothing* dan *fuzzy time series* dalam memprediksi harga beras di Kota Mataram. Oleh karena itu akan dilakukan penelitian untuk meramalkan cadangan devisa dengan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Fuzzy Time Series*.

1. Metode Double Smooting Exponential

Double Exponential Smoothing merupakan suatu metode prediksi dengan memberi nilai pembobot pada beberapa periode atau pengamatan sebelumnya untuk memprediksi nilai pada periode yang akan datang. Metode *Double Exponential Smoothing* ada dua macam yaitu dari Holt dan Brown, dimana Brown melakukan pemulusan eksponensial yang menggunakan satu parameter. Sedangkan *Double Exponential Smoothing* oleh Holt menggunakan dua parameter yaitu α dan β untuk yang memuluskan nilai *trend* (kecenderungan yang konsisten) dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan dari deret asli.

Persamaan dari rumus *double exponential smoothing* Holt didapatkan dengan menggunakan tiga persamaan (Sulpaayah, dkk, 2022), yakni:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

$$b_t = \beta (s_t - s_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (2)$$

Proses inisialisasi untuk *exponential smoothing* dari Holt memerlukan dua taksiran, yang satu mengambil nilai pemulusan pertama untuk S_1 dan yang lain mengambil trend b_1 . Yang pertama, memilih $S_1 = X_1$ dengan taksiran nilai trend yaitu:

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3} \quad (3)$$

Langkah selanjutnya adalah peramalan, dengan menggunakan persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode m yang akan datang yaitu :

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad (4)$$

Keterangan:

S_t = nilai pemulusan eksponensial bulan yang dihitung

α = konstanta pemul usan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 \leq \beta \leq 1$)

b_t = estimasi trend

Y_t = nilai aktual pada periode t

t = periode yang dihitung

m = jumlah periode ke depan yang diramalkan

F_{t+m} = nilai prediksi m periode ke depan

2. Metode Fuzzy Time Series Cheng

Fuzzy time series (FTS) merupakan salah satu metode *soft computing* yang telah digunakan dan diterapkan dalam analisis data runtun waktu. Tujuan utama dari FST adalah untuk memprediksi data runtun waktu yang dapat digunakan secara luas pada sembarang data *real time*. FTS menggunakan persamaan relasi fuzzy dan penalaran perkiraan yang diperkenalkan oleh Chong dan Chissom untuk memprediksi jumlah siswa yang terdaftar telah diperluas untuk prediksi yang lebih akurat oleh Chen dalam memanfaatkan operasi aritmatika dan hasilnya lebih baik dalam memprediksi jumlah siswa yang terdaftar. Model Chen mempunyai kelemahan karena tidak menekankan pada pengulangan dan tidak mempunyai bobot yang lebih kecil pada pengamatan yang lebih luas. Kemudian, model Cheng dikembangkan untuk menyempurnakan model Chen dengan mengimplikasikan bobot pada relasi fuzzy setiap kelompok ([Mustawinar dkk, 2022](#)). Adapun tahapan

- 1) Menentukan himpunan semesta U ,

$$U = [d_{\min}, d_{\max}] \quad (5)$$

- 2) Menentukan lebar interval (I) menggunakan distribusi frekuensi yang dijabarkan sebagai berikut :

- a. Menghitung rentang nilai (*range*) dengan rumus, banyak interval kelas dengan menggunakan persamaan *Sturges*

$$R = d_{\max} - d_{\min} \quad (6)$$

- b. Menghitung banyak interval kelas dengan menggunakan persamaan *Sturges*, yaitu

$$K = 1 + 3.332 \log n \quad (7)$$

Selanjutnya dengan persamaan (6) dan (7) diperoleh nilai I , yaitu

$$I = \frac{R}{K} \quad (8)$$

- c. Mencari nilai tengah dengan rumus, $m_i = \frac{(\text{batas atas} - \text{batas bawah})}{2}$ dimana i adalah banyaknya himpunan fuzzy.

- 3) Himpunan fuzzy dibentuk dengan melihat jumlah frekuensi yang berbeda, maka pada frekuensi terbanyak pertama dibagi menjadi h interval yang sama. Berikutnya, frekuensi terbanyak kedua dibagi atas $h - 1$ interval yang sama, interval pada frekuensi terbanyak ketiga dibagi menjadi $h - 2$ interval yang sama. Hal ini dilakukan sampai pada interval dengan frekuensi yang tidak dapat dibagi lagi.

- 4) Mendefinisikan himpunan fuzzy A_i dan melakukan fuzzifikasi pada data aktual yang diamati. Misalkan $A_1, A_2, \dots, A_i$ adalah himpunan fuzzy yang mempunyai nilai linguistik pada persamaan (5) maka pendefinisian pada U adalah:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{\mu_1|1\} + \{\mu_2|0.5\} + \{\mu_3|0\} + \{\mu_4|0\} + \dots + \{\mu_p|0\} \\ A_2 &= \{\mu_1|0.5\} + \{\mu_2|1\} + \{\mu_3|0.5\} + \{\mu_4|0\} + \dots + \{\mu_p|0\} \\ &\vdots \\ A_p &= \{\mu_1|0\} + \{\mu_2|0\} + \{\mu_3|0\} + \dots + \{\mu_{p-1}|0.5\} + \{\mu_p|1\} \end{aligned} \quad (9)$$

Kemudian menggunakan fuzzy trapezium, himpunan fuzzy didefinisikan menjadi $A = (a, b, c, d)$ sehingga $A_1 = (d_0, d_1, d_2, d_3), \dots, A_m = (d_{m-1}, d_m, d_{m+1}, d_{m+2})$ dimana $d_0 = D_{\min} - I$ dan $d_{m+2} = d_{m+1} + I$ dan fuzzifikasi data historis menandakan nilai linguistik data diwakili oleh satu set himpunan fuzzy dan $1 \leq i \leq m$

- 5) Menentukan *Fuzzy Logical Relationship (FLR)* berdasarkan data yang dapat dilambangkan dengan $A_i \rightarrow A_j$ dimana A_i disebut *current state* dan A_j disebut *next state*
- 6) Menentukan bobot relasi FLR menjadi Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG) dengan memasukkan semua hubungan (all relationship) dan memberikan bobot berdasarkan pada urutan dan perulangan yang sama. FLR yang memiliki current state (A_i) yang sama digabungkan menjadi satu grup ke dalam bentuk matriks pembobotan W yang didefinisikan sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1j} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{ij} \end{bmatrix} \quad (10)$$

- 7) Menentukan peramalan awal F_t dengan aturan sebagai berikut

$$F_t = W \times m_i \quad (11)$$

Apabila hasil fuzzyfikasi periode ke- i adalah A_i yang tidak memiliki FLR pada FLRG dengan kondisi $A_i \rightarrow \phi$ dimana nilai maksimum derajat keanggotaannya berada pada u_i maka nilai peramalan (F_t) adalah nilai tengah dari u_i , atau didefinisikan dengan m_i .

3. Ukuran Kesalahan Peramalan

Untuk mengevaluasi harga parameter peramalan, digunakan ukuran kesalahan peramalan. Harga parameter peramalan yang terbaik adalah harga yang memberikan nilai kesalahan peramalan yang terkecil. Terdapat berbagai macam ukuran kesalahan yang dapat diklasifikasikan menjadi ukuran standart dalam statistik dan ukuran relatif. Macam ukuran kesalahan yang dapat diklasifikasikan menjadi ukuran standart dalam statistik dan ukuran relatif.

Beberapa kriteria yang digunakan untuk menguji ketepatan ramalan ([Makridakis, dkk, 1999](#)) sebagai berikut:

- 1) Nilai Rata-rata Persentase Kesalahan Mutlak

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n} \times 100\% \quad (12)$$

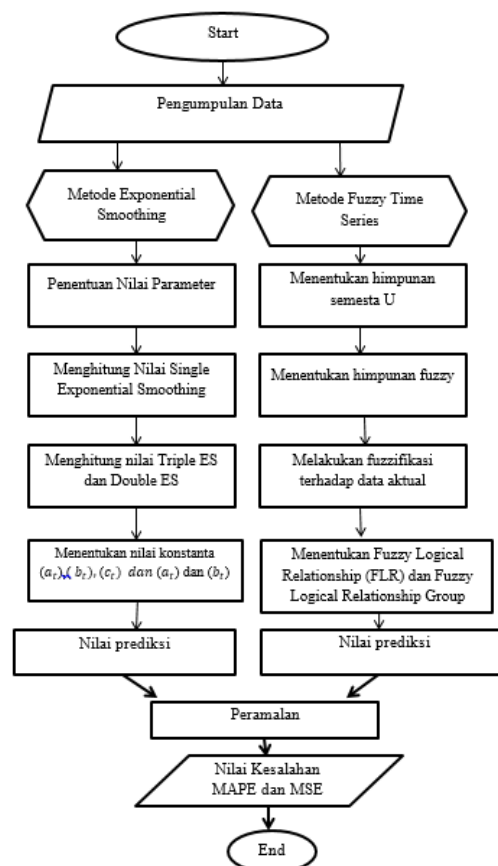
- 2) Nilai Rata-rata kesalahan Kuadrat

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (13)$$

B. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian kajian pustaka yang sifatnya kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder yang bersumber dari ([Badan Pusat Statistika, 2024](#)). Data sekunder ini akan dianalisis dengan menggunakan dua metode yaitu metode *Double Smoothing Exponential Holt* dan metode *Fuzzy Time Series* Cheng dengan menggunakan *software* statistika yaitu SPSS dan *Microsoft Excel*.

Berikut alur penelitian (*flowchart*) tahapan analisis peramalan dengan menggunakan metode Holt dan Cheng yang dijabarkan sebagai berikut.

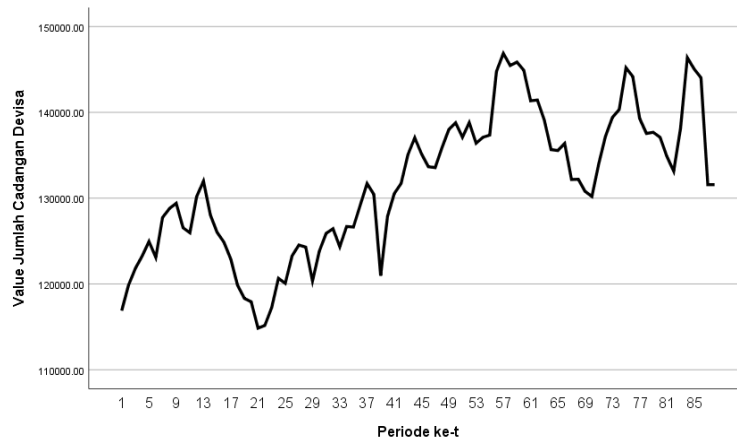


Gambar 1. Flowchart Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data Cadangan Devisa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) dengan pada bulan Januari 2017 - Februari 2024, data disajikan dalam bentuk data bulanan dengan jumlah data sebanyak 86 data.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat jika dari 84 data dapat diketahui nilai terkecil adalah 114847.52 pada bulan *September* 2018 dan nilai terbesar 146869.99 pada bulan *September* 2021, dengan nilai rata-rata 131571,844.



Gambar 2. Plotting Cadangan Devisa

1. Peramalan Metode Double Smoothing Exponential

Pada metode Double Smoothing Exponential untuk memuluskan nilai trend pada data cadangan devisa maka digunakan dua parameter konstanta pemulusan yaitu α dan β dengan menggunakan tiga persamaan yang dijabarkan sebagai berikut.

1) Menggunakan Nilai Smoothing Pertama

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{t-1})$$

Untuk $t = 1$ maka diperoleh

$$S_1 = X_1 = 116,890.08 \text{ dengan nilai trend pertama dihitung melalui persamaan (3)}$$

$$b_1 = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3}$$

$$b_1 = 2119.78$$

Untuk $t = 2$ dan $\alpha = 0.1$ maka akan dihitung dengan persamaan (1)

$$S_2 = \alpha X_2 + (1 - \alpha) (S_{2-1} + b_{2-1})$$

$$S_2 = 0.1 \times 119863.05 + (1 - 0.1)(116,890.08 + 2119.78)$$

$$S_2 = 119095.182$$

2) Menghitung nilai Trend pada periode ke - t

$$b_t = \beta (s_t - s_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}$$

Untuk $t = 2$ dan $\beta = 0.1$ maka berdasarkan persamaan (2) akan diperoleh :

$$b_2 = \beta (s_2 - s_1) + (1 - \beta) b_1$$

$$b_2 = (0.1) \times (119095.182 - 116890.08) + (1 - 0.1) \times 2119.78$$

$$b_2 = 218490.42$$

3) Menghitung hasil ramalan tahun ke-3 dengan $m = 1$ dengan persamaan (4)

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

$$F_3 = S_2 + b_2 m$$

$$F_3 = 119095.182 + 218490.42 \times 1$$

$$F_3 = 337585.602$$

Setelah menentukan nilai parameter α dan β masing-masing bernilai 0.1 maka selanjutnya diperoleh nilai MSE sebesar 62035849.71. Untuk menentukan hasil ramalan seluruh data maka akan ditentukan nilai parameter α dan β yang terbaik berdasarkan ukuran kesalahan peramalan (MSE) yang terkecil. Untuk memudahkan perhitungan maka digunakan fitur *Solver* pada Ms. *Excel*. Berdasarkan *solver* yang dapat diamati maka diperoleh nilai pada $\alpha = 1.000$ dan $\beta = 0.062$ dengan nilai MSE = 8625715.609. Hasil peramalan dengan metode double smoothing Holt dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil peramalan menggunakan metode Double Smoothing Exponential Holt

Periode	Cadangan Devisa	Peramalan DSE
Januari – 2017	116,890.08	-
Februari - 2017	119,863.05	-
Maret – 2017	121,805.63	121805,63
⋮	⋮	⋮
November – 2023	138,100.08	138.100,08
Desember – 2023	146,383.75	146.383,75
Januari - 2024	145,051.57	145.051,57
Februari - 2024	144,039.97	144.039,97

2. Hasil Analisis Fuzzy Time Series

Metode fuzzy time series membentuk himpunan fuzzy yang dihitung melalui persamaan (5), (6), (7), dan (8) seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval (u) dan Nilai Tengah (m) pada Metode Fuzzy Time Series

Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai Tengah	Fuzzifikasi
1	114847.52	119422.1586	117134.8393	A1
2	119422.1586	123996.7971	121709.4779	A2
3	123996.7971	128571.4357	126284.1164	A3
4	128571.4357	133146.0743	130858.755	A4
5	133146.0743	137720.7129	135433.3936	A5
6	137720.7129	142295.3514	140008.00321	A6
7	142295.3514	146869.99	144582.6707	A7

Berdasarkan himpunan *Fuzzy* yang sudah dibentuk pada Tabel 2, selanjutnya akan digunakan sebagai melakukan fuzzifikasi pada data cadangan devisa diubah ke dalam bentuk nilai linguistik. FLR diperoleh dengan menghubungkan relasi antara nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fuzzifikasi. Selanjutnya hasil fuzzifikasi dan FLR dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Fuzzifikasi

Periode	Cadangan Devisa	Fuzzifikasi	FLR
Januari – 2017	116,890.08	A1	-
Februari – 2017	119,863.05	A2	A1 → A2
Maret – 2017	121,805.63	A2	A2 → A2
⋮	⋮	⋮	⋮
November – 2023	138,100.08	A6	A4 → A6
Desember – 2023	146,383.75	A7	A6 → A7
Januari – 2024	145,051.57	A7	A7 → A7
Februari – 2024	144,039.97	A7	A7 → A7

Berdasarkan hasil fuzzifikasi pada Tabel 3 dapat ditentukan hasil FLR-nya secara lengkap yang membentuk *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG), didefinisikan pada Tabel 4.

Tabel 4. FLRG pada Metode *Fuzzy Time Series*

Nilai Tengah	Current State	Next State	Banyak Relasi	FLRG
117134.840	A1	1(-), 4(A1), 1(A2)	6	119422.159
121709.478	A2	2(A1), 6(A2), 3(A3), 1(A4)	12	123996.797
126284.116	A3	5(A2), 8(A3), 2(A4)	15	126284.116
130858.755	A4	4(A3), 8(A4), 2(A5)	14	130858.755
135433.394	A5	2(A4), 13(A5), 4(A6)	19	135433.394
140008.032	A6	1(A4), 3(A5), 4(A6), 2(A7)	10	137720.713
144582.671	A7	1(A5), 2(A6), 7(A7)	10	140008.032

Penentuan nilai peramalan pertama pada *Fuzzy Time Series* dari *Cheng* ini menggunakan hasil FLRG pada Tabel 4, yang akan ditampilkan melalui Tabel 5.

Tabel 5. Hasil peramalan menggunakan model FTS Cheng

Periode	Cadangan Devisa	Fuzzifikasi	Peramalan FES
Januari – 2017	116,890.08	A1	-
Februari - 2017	119,863.05	A2	119422.159
Maret – 2017	121,805.63	A2	123996.797
⋮	⋮	⋮	⋮
November – 2023	138,100.08	A6	130858.755
Desember – 2023	146,383.75	A7	137720.713
Januari - 2024	145,051.57	A7	1400088.032
Februari - 2024	144,039.97	A7	1400088.032

3. Hasil Perbandingan Peramalan Metode Double Smooting Exponential dan metode *Fuzzy Time Series*

Setelah dilakukan peramalan, maka dapat dihitung besarnya kesalahan dari tiap peramalan. Kesalahan hasil peramalan pada penelitian ini menggunakan MAPE. Nilai MAPE akan dihitung dan dibandingkan tingkat ketepatannya pada dua metode yang digunakan. Selengkapnya data peramalan dan nilai MAPEnya dapat diamati Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Peramalan Metode Double Exponential Smoothing dan *Fuzzy Time Series*.

Periode	Cadangan Devisa	Peramalan DES	MAPE DES	Peramalan FTS	MAPE FTS
Januari - 2017	116,890.08	-	-	-	-
Februari - 2017	119,863.05	-	-	119422.159	0%
Maret – 2017	121,805.63	122036.07	0%	123996.797	2%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
November – 2023	138,100.08	132914.32	4%	130858.755	5%
Desember – 2023	146,383.75	138198.22	6%	137720.713	6%
Januari - 2024	145,051.57	146992.64	1%	1400088.032	3%
Februari - 2024	144,039.97	145539.34	1%	1400088.032	3%
Maret – 2024 (nilai peramalan)	-	144434.19	-	140008.032	-
MAPE			1.69%		1,96%
MSE			8625715.609		11651319,400

Berdasarkan perhitungan, metode *double exponential smooting* meramalkan jumlah cadangan devisa pada bulan Maret 2024 sebesar 144434.19 dengan nilai MSE 8625715.609 dan nilai MAPE

1.69%. Sedangkan, dengan metode fuzzy time series diperoleh peramalan jumlah devisa pada bulan Maret 2024 sebesar 140008.032 dengan nilai MSE 11651319,400 dan nilai MAPE 1.96%. Peramalan menggunakan dua metode ini mempunyai tingkat akurasi yang sangat bagus, karena mempunyai nilai MAPE dibawah 10%. Nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) di bawah 10% dianggap bagus karena menunjukkan bahwa kesalahan prediksi model relatif terhadap nilai aktual cukup kecil, dengan rata-rata kesalahan kurang dari 10% dari nilai sebenarnya ([Makridakis, Wheelwright, & Hyndman, 1998](#)). MAPE yang rendah mengindikasikan akurasi tinggi dalam peramalan dan konsistensi model dalam memberikan prediksi yang mendekati nilai aktual, sehingga memberikan hasil yang dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan ([Hyndman & Athanasopoulos, 2018](#)).

Jika dibandingkan nilai MAPE dan MSE dari kedua metode, metode *double exponential smooting* memiliki nilai MAPE dan MSE lebih kecil. Dengan demikian hasil peramalan dengan menggunakan metode double exponential smoothing Holt ternyata lebih mendekati nilai data aktualnya daripada peramalan dengan menggunakan metode fuzzy time series dari Cheng.

D. Kesimpulan

Peramalan jumlah cadangan devisa dengan metode *double exponential smooting* dari Bulan Januari 2017 – Februari 2024 diperoleh dengan nilai MSE 8625715.609 dan nilai MAPE 1.69%, serta hasil peramalan jumlah cadangan devisa pada bulan Maret 2024 sebesar 144434.19. Sedangkan, dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* diperoleh dengan nilai MSE 11651319,400 dan nilai MAPE 1.96%. Hasil peramalan metode Cheng ini pada jumlah cadangan devisa pada bulan Maret 2024 sebesar 140008.032. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa, pada metode *double exponential smooting* dari Holt memiliki ukuran kesalahan peramalan yang lebih kecil daripada metode *fuzzy time series Cheng*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* adalah metode yang lebih baik untuk memprediksi jumlah cadangan devisa,

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistika. (2024, February 19). *Badan Pusat Statistika*. Retrieved from Badan Pusat Statistika Website: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTA5MSMy/posisi-cadangan-devisa--juta-us--.html>
- Bank Indonesia. (2024, Juni 7). *Bank Indonesia*. Retrieved from BI Website: https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2611624.aspx
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Wiley.
- Chatfield, C. (2004). *The Analysis of Time Series: An Introduction*. Chapman & Hall.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.
- Maesyaroha, W. U., & Kundhani, E. Y. (2024). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Cadangan Devisa. *Jurnal Ilmu Ekonomi (JIE)*, 92-109.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications*. Wiley.

- Mustawinar, B. H., Adhalia, N. F., & Sam, M. (2022). Application of fuzzy time series in predicting the number of tourists during the COVID19 pandemic. *E-Jurnal Matematika*, 146-151.
- Ramadhani, M., Mustawinar, B. H., Arifanti, D. R., & Yuliani. (2024). Prediksi Harga Minyak Dunia Dengan Fuzzy Time Series. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 305-309.
- Ramdhayanti, M. (2015). *UPT Perpustakaan Universitas Sebelas Maret*. Retrieved from Peramalan Cadangan Devisa Indonesia Menggunakan Metode Grup Variasi Fuzzy: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/51440/Peramalan-Cadangan-Devisa-Indonesia-Menggunakan-Metode-Grup-Variasi-Fuzzy>
- Sulpaiyah, Bahri, S., & Harsyiah, L. (2022). Forecasting Rice Price with Double Exponential Smoothing and Fuzzy Time Series Methods (Case Study: Price of Rice in Mataram City). *Eigen Mathematics Journal*, 58-69.