Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika Dan Pendidikan Informatika (KERNEL)
Vol. 4, No. 1, Juli 2023
ISSN: 2774-4345, DOI : 10.31284/j.kernel.2023.v4i1.5333

Analisis Perbandingan Metode Peramalan Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Harga Pembukan Harian XAU/IDR

Rachmad Maulana Putra[1], Nearya alling andika yalasena ponggawa[2], Syaiful Majid Ramadhani[3] dan Rani Rotul Muhima[4]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]

Penulis Korespondensi : rachmadmaulana37@gmail.com

ABSTRACT

The widespread availability of information in the digital age has made gold investment more accessible to a wider audience. In the Forex market, the world's largest foreign exchange market, gold is traded under the code XAU and is considered a major, stable commodity. Despite the ease of gold investment, fluctuating gold prices pose a significant challenge, making price prediction difficult. This research employs Single Exponential Smoothing and Double Exponential Smoothing methods to determine the most optimal forecasting approach based on the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Root Mean Square Error (RMSE) values. The study also utilizes Solver for parameter optimization to achieve the most optimal MAPE and RMSE values. Findings indicate that Single Exponential Smoothing is more optimal for gold price prediction, with a MAPE value of 0.63% and an RMSE value of 2518.38604.

Article History

Received : 11-11-2023
Revised : 15-12-2024
Accepted : 23-12-2024

Key words

Emas, Single Exponential Smoothing, Double Exponential Smoothing, Mean Absolute Percentage Error, Root Mean Square Error

ABSTRAK

Dengan ketersediaan dan luasnya informasi yang beredar di era digital menjadikan investasi emas menjadi lebih mudah dan dapat diakses oleh berbagai kalangan. Di pasar Forex, pasar valuta asing terbesar di dunia, emas diperdagangkan dengan kode XAU dan dianggap sebagai komoditas utama yang stabil. Meskipun berinvestasi emas dapat dilakukan dengan mudah namun ada beberapa tantangan yang harus dihadapi ketika memulai investasi emas yakni harga emas yang fluktuatif. Hal tersebut menyulitkan untuk melakukan prediksi harga emas akan tetapi tantangan sebenarnya adalah banyaknya metode prediksi yang tersedia sehingga sulit menentukan metode mana yang paling optimal. Disini penulis menggunakan metode Single Exponential Smooting dan Double Exponential Smoothing dengan tujuan untuk membandingkan kedua metode mana yang paling optimal berdasarkan nilai akurasi Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Square Error (RMSE) terendah. Peneliti juga menggunakan solver untuk mengoptimalkan parameter penghalusan agar bisa mendapatkan nilai MAPE dan RMSE yang paling optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Single Exponential Smoothing lebih optimal dalam memprediksi harga emas dengan nilai MAPE sebesar 0.63% dan RMSE sebesar 2518,38604.

PENDAHULUAN

Emas, yang telah lama dikenal sebagai simbol kemakmuran dan stabilitas ekonomi, telah berkembang dari perannya sebagai standar moneter menjadi aset penting dalam dunia keuangan modern, khususnya di era digital. Dengan ketersediaan dan luasnya informasi yang beredar di era digital menjadikan investasi emas menjadi lebih mudah dan dapat diakses oleh berbagai kalangan [1]. Di pasar *Forex*, pasar valuta asing terbesar di dunia, emas diperdagangkan dengan kode XAU dan dianggap sebagai komoditas utama yang stabil. Pasangan mata uang XAU/IDR, yang menggabungkan emas dengan Rupiah Indonesia, menawarkan perspektif tentang interaksi antara emas sebagai aset global dan kondisi ekonomi lokal seperti di Indonesia. Melalui ini, emas tidak hanya berperan sebagai sarana untuk menjaga nilai kekayaan tetapi juga sebagai alat untuk memahami dan mengakses dinamika ekonomi global dan lokal [2].

Meskipun berinvestasi emas dapat dilakukan dengan mudah namun ada beberapa tantangan yang harus dihadapi ketika memulai investasi emas yakni harga emas yang fluktuatif atau dengan kata lain harga emas mudah mengalami kenaikan atau penurunan dalam jangka waktu tertentu [3]. Naik turunnya harga emas merupakan fenomena umum, hal ini dapat disebabkan oleh dinamika ekonomi global, nilai mata uang negara serta tingkat inflasi [4]. Kondisi fluktuatif ini membuat

prediksi harga emas menjadi sulit. Namun, ada berbagai metode peramalan yang dikembangkan untuk meramalkan harga emas secara akurat diantaranya adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), *Exponential Smoothing Technique* (ETS), *Random Walk* dan *Artificial Neural Network (ANN)* [5][6]. Pemilihan metode dalam peramalan merupakan hal yang sangat penting karena hasil dari setiap metode akan berbeda-beda. Untuk memilih metode yang terbaik dapat dipilih berdasarkan nilai terendah dari *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Square Error*(RMSE) [5][6],

Dalam studi ini, peneliti mengkaji dua varian utama dari Teknik Smoothing Eksponensial (ETS), yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES), untuk menilai dan membandingkan keefektifan kedua metode tersebut dalam meramalkan harga emas di pasar *forex*. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi metode yang paling akurat secara prediktif. Peneliti menerapkan kedua metode tersebut pada data historis harga emas, dengan mengoptimalkan parameter α dan β menggunakan fitur *Solver* di *Microsoft Excel*. Optimisasi ini memungkinkan identifikasi nilai-nilai yang optimal secara otomatis untuk mendapatkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang minimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Peramalan

Peramalan atau *Forecasting* adalah proses memanfaatkan rangkaian informasi historis untuk mengestimasi peristiwa masa depan. Ini juga dapat dipahami sebagai usaha untuk mengantisipasi peristiwa masa depan dengan menggunakan model matematis yang menerapkan data historis relevan untuk membuat proyeksi ke depan [8].

Single Exponential Smoothing

Single Exponential Smoothing adalah teknik yang mengaplikasikan pembobotan menurun terhadap data historis dalam rangkaian waktu untuk memperbaharui prediksi secara konstan. Teknik ini memprioritaskan data terkini dengan memberikan bobot lebih besar, sementara data yang lebih lama menerima bobot yang semakin menurun secara eksponensial. Dengan demikian, prosedur ini menciptakan sebuah rata-rata yang dihaluskan, yang beradaptasi seiring dengan perubahan yang terjadi dalam data tersebut. Hal ini memungkinkan prediksi untuk menangkap tren jangka pendek tanpa perlu mempertimbangkan fluktuasi musiman atau siklikal. Penghalusan eksponensial tunggal cocok untuk situasi di mana pola data relatif stabil dan tidak terdapat tren atau pola musiman yang jelas [9]. Rumus dasarnya dapat dilihat pada (1)

$$\boldsymbol{Ft = \alpha . Xt - 1 + (1 - \alpha) . Ft - 1} \qquad \textbf{(1)}$$

Dimana :

Ft : Nilai peramalan untuk periodee t
$Xt - 1$: Nilai sebenarnya untuk periode sebelumnya (t-1)
$Ft - 1$: Peramalan untuk periode sebelumnya
α : Parameter penghalusan (0 < α <)

Double Exponential Smoothing

Double Exponential Smoothing, yang juga sering disebut sebagai metode *Holt*, merupakan pengembangan dari *Simple Exponential Smoothing* yang dirancang untuk mengatasi kelemahan pada metode sebelumnya dalam mengakomodasi data yang menunjukkan tren. Metode ini sangat berguna dalam analisis seri waktu di mana data menunjukkan tren naik atau turun yang konsisten seiring waktu. Dengan menggunakan dua persamaan komplementer, metode ini tidak hanya memperbarui

estimasi tingkat atau level data seri waktu saat ini (dikenal sebagai komponen level), tetapi juga memperhitungkan perubahan atau kecenderungan yang terjadi dari periode ke periode (dikenal sebagai komponen tren) [7]. Rumus dasarnya dapat dilihat pada (2) dan (3)

$$\boldsymbol{St = \alpha . yt + (1 - \alpha)(St - 1 + Bt - 1)} \quad \textbf{(2)}$$

$$\boldsymbol{Bt = \beta(St - St - 1) + (1 - \beta)Bt - 1} \quad \textbf{(3)}$$

Dimana :

St : Estimasi level data pada waktu t
Bt : Estimasi tren pada waktu t
yt : Nilai observasi aktual pada waktu t
α : Parameter penghalusan untuk komponen level
β : Parameter penghalusan untuk komponen tren

Mean Absolute Percentage Error

MAPE atau singkatan dari *Mean Absolute Percentage Error* adalah metrik yang mengukur kesalahan prediksi model sebagai persentase dari nilai sebenarnya. Kesalahan dihitung dengan mengambil nilai absolut dari perbedaan antara prediksi dan nilai sebenarnya, diubah menjadi persentase, dan dirata-ratakan. MAPE akan dianggap sangat akurat jika nilainya berada dibawah 10% dan akurat jika nilainya diantara 10% – 20% [9]. Rumus dasarnya bisa dilihat pada (4)

$$\boldsymbol{MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{|y_i - \widehat{y_i}|}{yi} \; x\, 100\%} \quad \textbf{(4)}$$

Dimana :

y_i : Nilai aktual pada titik data ke-i
$\hat{y}_i$: Nilai Prediksi pada titik data ke-i
n : Jumlah total data
$|\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i}|$: Kesalahan absolut antara nilai aktual dan prediksi
$\frac{1}{n}\ \Sigma$: Mengambil rata-rata dari kesalahan absolut persentase untuk semua data

Root Mean Square Error

RMSE atau singkatan dari *Root Mean Squared Error*, merupakan indikator statistik yang sering dipakai untuk menilai besar kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prediksi. Metrik ini melakukan perhitungan dengan mengambil akar kuadrat dari rata-rata kesalahan kuadratik antara nilai prediksi model dengan nilai yang sebenarnya. Sebuah nilai RMSE yang lebih kecil menandakan kesalahan yang lebih kecil dalam prediksi itu menunjukkan bahwa efektivitas model yang lebih tinggi. RMSE menjadi alat ukur yang diandalkan dalam analisis peramalan karena kemampuannya mengidentifikasi kesalahan besar dalam prediksi, dan umum digunakan untuk membandingkan serta mengevaluasi performa beragam model prediktif [5]. Rumus dasarnya bisa dilihat pada (5)

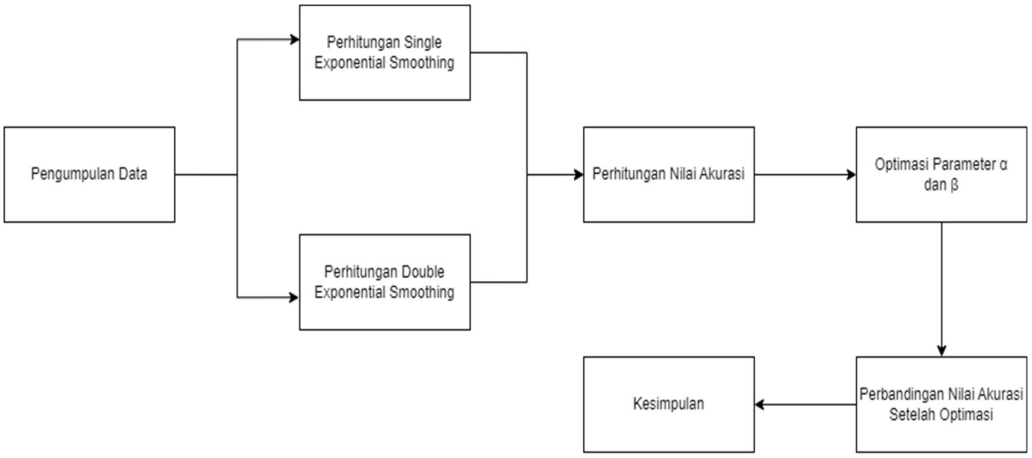
$$\boldsymbol{RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2}} \quad \textbf{(5)}$$

Dimana :

y_i : Nilai aktual pada titik data ke-i
$\hat{y}_i$: Nilai Prediksi pada titik data ke-i
n : Jumlah total data
$(y_i - \hat{y}_i)^2$: Kuadrat nilai kesalahan aktual dan prediksi

METODE

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data, perhitungan peramalan menggunakan Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing, perhitungan nilai akurasi, optimasi data, perbandingan nilai akurasi dan analisa. Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Alur Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari situs Investing Indonesia, fokus pada bagian data historis yang mencakup pergerakan harga emas (XAU) terhadap IDR. Data ini meliputi berbagai aspek, termasuk tanggal, harga terakhir, harga pembukaan, harga penutupan, serta nilai tertinggi dan terendah. Dalam penelitian ini, subjek yang diteliti adalah pergerakan harga emas selama satu bulan terakhir, yang mencakup periode dari 23 Januari hingga 23 November 2023. Analisis ini terbatas pada emas dengan satuan 1 ons dan hanya memfokuskan pada data tanggal serta harga pembukaan. Rincian lebih lanjut tentang data ini tersaji dalam Tabel 1.

Peramalan Single Exponential Smoothing

Untuk melakukan prediksi menggunakan metode Single Exponential Smoothing, prakiraan dihasilkan dengan cara memperbaharui nilai prakiraan sebelumnya berdasarkan kombinasi bobot dari data terbaru dan prakiraan yang telah ada [5]. Metode ini sangat efektif untuk data deret waktu yang bergerak sekitar nilai rata-rata konstan dan tidak menunjukkan tren atau pola pertumbuhan yang signifikan. Pada dasarnya, parameter penghalusan, α, yang nilainya berkisar antara 0 dan 1, digunakan untuk mengatur proporsi bobot yang diberikan pada observasi terkini dibandingkan dengan prakiraan sebelumnya. Dengan metode ini, prakiraan baru dibentuk dengan menggabungkan informasi dari observasi terkini dan prakiraan sebelumnya, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat untuk data yang stabil tanpa fluktuasi tren yang jelas [9]

Table 1 Dataset (Data emas)

Tanggal	Harga Pembukaan
23/10/2023	314.550
24/10/2023	314.172
25/10/2023	312.401
26/10/2023	314.197
27/10/2023	315.974
……	…..
23/11/2023	309.996

Peramalan Double Exponential Smoothing

Untuk melakukan prediksi menggunakan metode Double Exponential Smoothing, dapat mengimplementasikan suatu model yang tidak hanya mengambil nilai data terkini tetapi juga memperhitungkan tren data dari waktu ke waktu. Berbeda dengan Single Exponential Smoothing yang hanya menghaluskan data dan memberikan bobot yang menurun secara eksponensial pada nilai-nilai historis, Double Exponential Smoothing menambahkan komponen tambahan untuk mengakomodasi tren dalam data [10]. Berikut penjelasan lebih lanjut dan cara kerja Double Exponential Smoothing berdasarkan rumus (2) dan (3) yang telah dipaparkan sebelumnya

1. Estimasi Level St :
   Estimasi level pada waktu t, yang merupakan perkiraan rata-rata seri waktu pada saat itu. Ini dihitung dengan menggunakan kombinasi antara nilai observasi aktual pada waktu t (diberikan sebagai yt) dan nilai level yang diperkirakan dari waktu sebelumnya (diberikan sebagai $St-1$), disesuaikan dengan nilai tren dari waktu sebelumnya (diberikan sebagai $Bt-1$). Parameter α adalah koefisien penghalusan untuk komponen level, yang menentukan bobot yang diberikan pada observasi terakhir relatif terhadap perkiraan sebelumnya.
2. Estimasi Tren Bt :
   Estimasi tren pada waktu t, yang merupakan perkiraan dari perubahan atau kemiringan seri waktu dari satu periode ke periode berikutnya. Ini dihitung dengan menggunakan perbedaan antara level yang diperkirakan saat ini dan sebelumnya, serta nilai tren dari waktu sebelumnya. Parameter β adalah koefisien penghalusan untuk komponen tren, yang menentukan bobot yang diberikan pada perubahan terkini dalam level relatif terhadap perkiraan tren sebelumnya.

Perhitungan Nilai Akurasi

Untuk mengukur tingkat akurasi dari setiap metode, dalam penelitian ini ada 2 perhitungan akurasi yang akan digunakan yakni *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Dalam penilaian akurasi model peramalan, *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menyediakan ukuran kesalahan relatif dengan menyatakan kesalahan prediksi sebagai persentase dari nilai aktual [11]. MAPE dihitung dengan mengambil rata-rata dari nilai-nilai absolut perbedaan antara prediksi dan nilai sebenarnya, dibagi dengan nilai sebenarnya, dan diwakili sebagai persentase. Sementara itu, *Root Mean Square Error* (RMSE) menawarkan ukuran variabilitas kesalahan dengan memberikan bobot lebih pada kesalahan prediksi yang lebih besar, sehingga menghasilkan penilaian yang lebih ketat terhadap model dengan kesalahan besar dan merupakan indikator yang baik dari kesalahan standar prediksi [12]. RMSE dihitung dengan mengambil akar

kuadrat dari rata-rata kuadrat kesalahan antara prediksi dan nilai sebenarnya, menyajikan kesalahan dalam unit yang sama dengan data yang diprediksi. Penggunaan kedua metrik ini memberikan pandangan yang lengkap tentang performa model, dengan MAPE mengungkapkan efektivitas prediksi secara relatif, dan RMSE menunjukkan kesalahan absolut dalam konteks nilai yang diprediksi.

Optimasi nilai parameter α dan β

Untuk mendapatkan hasil akurasi yang maksimal tanpa menguji parameter α dan β secara berulang, peneliti disini menggunakan bantuan *Solver* yang ada di *Microsoft Excel. Solver* di Excel adalah program tambahan *(add-in)* yang menyelesaikan masalah kompleks dengan menemukan nilai optimal pada sel tujuan, melalui penyesuaian variabel dan batasan tertentu [13].

1. Optimasi parameter α pada *Single Exponential Smoothing*

Table 2 Optimasi Parameter Penghalusan SES

Tujuan Objektif	Parameter Permulusan	Batasan
MAPE	α	$\alpha \geq 0$
		$\alpha \leq 1$

2. Optimasi parameter α dan β pada *Double Exponential Smoothing*

Table 3 Optimasi Paramater Penghalusan DES

Tujuan Objektif	Parameter Permulusan	Batasan
MAPE	α	$\alpha \geq 0$
		$\alpha \leq 1$
	β	$\beta \geq 0$
		$\beta \leq 1$

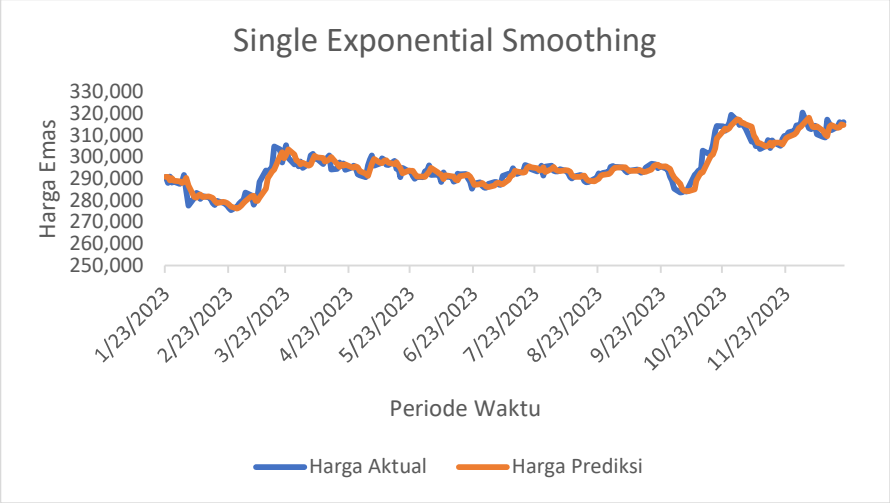
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, nilai akurasi dari metode *peramalan Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* telah dihitung setelah proses optimasi parameter. Optimasi ini melibatkan penyesuaian nilai-nilai parameter untuk memastikan bahwa kedua metode tersebut mencapai efisiensi maksimal dalam memprediksi data. Dengan memperhatikan faktor-faktor seperti tren dan pola data historis, parameter dari masing-masing metode tersebut telah dikalibrasi secara cermat untuk menghasilkan tingkat kesalahan yang minimal. Hal ini memungkinkan metode Single Exponential Smoothing untuk menangkap level data yang stabil, sementara Double Exponential Smoothing secara efektif mengakomodir komponen tren. Hasil perhitungan ini mencerminkan keakuratan yang telah ditingkatkan dari model-model tersebut, menunjukkan bahwa pendekatan yang diambil untuk optimasi dapat diandalkan dalam meningkatkan performa model peramalan dalam konteks data yang diberikan

Single Exponential Smoothing

Setelah mengoptimalkan metode *Single Exponential Smoothing* dengan bantuan *Solver*, nilai koefisien penghalusan α yang didapatkan adalah 0,58057. Untuk mendapatkan pemahaman yang

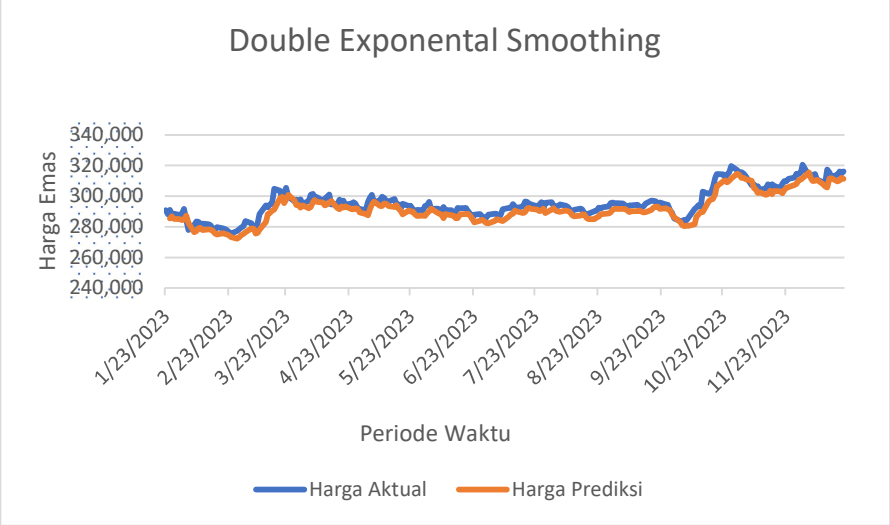
lebih detail mengenai efektivitas metode ini dalam memprediksi harga emas untuk pasangan mata uang XAU/IDR, perbandingan antara nilai aktual dan nilai ramalan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Prediksi Harga Emas XAU/IDR dengan SES

Double Exponential Smoothing

Setelah mengoptimalkan metode *Double Exponential Smoothing* dengan bantuan *Solver*, nilai koefisien penghalusan α yang didapatkan adalah 0,734354989 dan β sebesar 0. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih detail mengenai efektivitas metode ini dalam memprediksi harga emas untuk pasangan mata uang XAU/IDR, perbandingan antara nilai aktual dan nilai ramalan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Prediksi Harga Emas XAU/IDR dengan DES

Table 4 Hasil Perbandingan Akurasi SES dan DES

Metode	RMSE	MAPE
Single Exponential Smoothing	2518,38604	0,63%
Double Exponential Smoothing	2527,21831	0,67%

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa untuk skenario dimana periode waktu analisis relatif singkat dan data tidak menunjukkan tren atau pola musiman yang jelas, metode *Single Exponential Smoothing* menunjukkan tingkat optimalitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Double Exponential Smoothing*. Hal ini tercermin dari nilai RMSE yang lebih rendah, yaitu 2518,38604, dan MAPE yang lebih kecil, yaitu 0,63% untuk *Single Exponential* Smoothing, yang menandakan tingkat kesalahan prediksi yang lebih kecil dan akurasi yang lebih tinggi. Sebaliknya, *Double Exponential Smoothing*, dengan RMSE sebesar 2527,21831 dan MAPE 0,67%, meskipun secara nominal tidak jauh berbeda, namun dalam praktiknya menunjukkan bahwa metode ini kurang optimal dalam kondisi data yang stabil tanpa adanya tren yang signifikan. *Single Exponential Smoothing* lebih adaptif terhadap perubahan langsung dalam data karena tidak memasukkan faktor tren, yang menjadikannya solusi yang lebih tepat dalam situasi dimana prediksi jangka pendek diperlukan dan ketika data historis konsisten tanpa fluktuasi besar atau tren yang berkembang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Andriani, Gunawan, and A. E. Prayoga, "Prediksi Nilai Emas Menggunakan Algoritma Regresi Linear," *J. Ilm. Inform. Komput.*, vol. 28, no. 1, pp. 27–35, 2023, doi: 10.35760/ik.2023.v28i1.8096.

[2] R. G. T. Paramita Lea Christanti, "PERBANDINGAN PERAMALAN (FORECASTING) MENGGUNAKAN ANALISA TEKNIKAL MOVING AVERAGE DAN FIBONACCI PADA PERGERAKAN TRANSAKSI GOLD (XAU)," *Syrakarta Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 103–110, 2022.

[3] R. Y. Arintika and D. Isynuwardhana, "Pengaruh Inflasi, Suku Bunga SBI, Kurs Valuta Asing, Indeks Harga Konsumen dan Harga Emas Dunia Terhadap Indeks Harga Saham Syariah Indonesia," *e-Proceeding Manag.*, vol. 2, no. 1, p. 444, 2015, [Online]. Available: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/management/article/view/1737%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/management/article/viewFile/1737/1649.

[4] A. Mahendra, M. M. Amalia, and H. Leon, "Analisis Pengaruh Suku Bunga, Harga Minyak Dunia, Harga Emas Dunia Terhadap Indeks Harga Saham Gabungan Dengan Inflasi Sebagai Variabel Moderating Di Indonesia," *Owner*, vol. 6, no. 1, pp. 1069–1082, 2022, doi: 10.33395/owner.v6i1.725.

[5] H. A. Abdul Rahman, M. F. Ros Azizi, M. F. Saruand, and N. A. Shafie, "Forecasting Of Malaysia Gold Price with Exponential Smoothing," *J. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 1, pp. 44–50, 2022, doi: 10.30880/jst.2022.14.01.005.

[6] J. E, J. Ye, and H. Jin, "A novel hybrid model on the prediction of time series and its application for the gold price analysis and forecasting," *Phys. A Stat. Mech. its Appl.*, vol.

527, p. 121454, 2019, doi: 10.1016/j.physa.2019.121454.

[7] S. A. Shukor *et al.*, "Forecasting Stock Market Price of Gold, Silver, Crude Oil and Platinum by Using Double Exponential Smoothing, Holt's Linear Trend and Random Walk," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1874, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1874/1/012087.

[8] N. Ritha, T. Matulatan, and R. Hidayat, "Penerapan Fuzzy Time Series Stevenson Porter pada Peramalan Pergerakan Nilai Forex," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, no. Query date: 2022-10-05 09:20:54, pp. 179–184, 2020, [Online]. Available: https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/inotek/article/view/83.

[9] A. D. Mico, D. Arifianto, A. M. Zakiyyah, F. Teknik, U. M. Jember, and A. Dio, "PERAMALAN PENJUALAN BATU GAMPING PADA UD EKO JAYA MENGGUNAKAN SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN DOUBLE memudahkan prediksi penjualan batu gamping UD Eko Joyo dapat menggunakan sistem aplikasi peramalan (forecasting) yang bisa menghitung secara otomatis t," vol. 3, no. 2, pp. 151–160, 2022.

[10] F. Adi, D. Suhaedi, and E. Kurniati, "Penggunaan Rstudio dalam Pembuatan Aplikasi Peramalan Harga Emas dengan Metode Double Exponential Smooting Holt," *Bandung Conf. Ser. Math.*, vol. 3, no. 2, pp. 192–199, 2023, doi: 10.29313/bcsm.v3i2.9523.

[11] D. RAHMAN, I. W. SUMARJAYA, and I. K. G. SUKARSA, "Perbandingan Peramalan Hasil Produksi Ikan Menggunakan Metode Permulusan Eksponensial Holt-Winters Dan Arima," *E-Jurnal Mat.*, vol. 7, no. 4, p. 371, 2018, doi: 10.24843/mtk.2018.v07.i04.p227.

[12] D. Chicco, M. J. Warrens, and G. Jurman, "The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation," *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 7, pp. 1–24, 2021, doi: 10.7717/PEERJ-CS.623.

[13] A. Rachman, T. Yulianto, and D. Setyawan, "Perancangan Aplikasi Perhitungan dan Optimisasi Konstruksi Profil pada Midship Kapal Berdasar Rule Biro Klasifikasi Indonesia," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.29732.