

Peramalan Harga Bitcoin dengan Metode *Double Exponential Smoothing*

Dicky Andrian^{1,*}, Dimara Kusuma Hakim², Tito Pinandita³, Feri Wibowo⁴

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik dan Sains, Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Banyumas, Indonesia

Email: ^{1,*}dickiandrian1@email.com, ²dimarakusumahakim@email.com, ³titop@ump.ac.id,

⁴feriwibowo@ump.ac.id

^{*}) Email Penulis Utama

Abstrak—Perkembangan teknologi digital pada era industri 4.0 mendorong munculnya instrumen keuangan berbasis teknologi *blockchain*, salah satunya *Bitcoin* sebagai aset kripto yang memiliki tingkat volatilitas harga yang tinggi. Kondisi tersebut menimbulkan ketidakpastian bagi investor dalam menentukan waktu yang tepat untuk melakukan transaksi jual dan beli. Oleh karena itu, diperlukan metode peramalan yang mampu mengestimasi pergerakan harga *Bitcoin* secara akurat berdasarkan data historis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan metode *Double Exponential Smoothing* dalam meramalkan harga penutupan *Bitcoin* serta mengevaluasi tingkat akurasi hasil peramalan yang dihasilkan. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data historis harga penutupan *Bitcoin* bulanan yang diperoleh dari situs Investing.com, dengan periode pengamatan mulai Januari 2020 hingga Desember 2024. Data tersebut memiliki karakteristik deret waktu dengan fluktuasi yang tinggi dan pola tren yang berubah-ubah, sehingga sesuai untuk dianalisis menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* yang mempertimbangkan komponen level dan tren. Proses penelitian meliputi tahap pengumpulan data, transformasi data, perhitungan peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*, serta evaluasi kesalahan peramalan. Evaluasi akurasi dilakukan menggunakan beberapa indikator, yaitu *Mean Absolute Error* sebagai ukuran rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil peramalan, *Mean Squared Error* yang mengukur rata-rata kuadrat kesalahan, *Root Mean Square Error* sebagai akar dari nilai *Mean Squared Error*, serta *Mean Absolute Percentage Error* yang menyatakan tingkat kesalahan relatif dalam bentuk persentase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi parameter pemulusan terbaik diperoleh pada nilai parameter alpha sebesar 0,9 dan parameter beta sebesar 0,1. Dengan parameter tersebut, metode *Double Exponential Smoothing* mampu menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* sebesar 5,33 persen, yang mengindikasikan tingkat akurasi peramalan yang sangat baik. Hasil peramalan memperlihatkan adanya tren kenaikan harga *Bitcoin* yang konsisten pada periode Januari 2025 hingga Desember 2027. Selain itu, penelitian ini juga mengembangkan sistem peramalan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *framework Streamlit* untuk mempermudah proses perhitungan, visualisasi, serta ekspor hasil peramalan. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena evaluasi akurasi hanya dilakukan menggunakan data historis yang sama dengan data pelatihan, sehingga validasi di luar sampel belum diterapkan. Secara keseluruhan, metode *Double Exponential Smoothing* terbukti mampu memberikan kinerja peramalan yang baik dan relevan untuk analisis pergerakan harga *Bitcoin* dalam jangka menengah hingga panjang.

Kata Kunci: *Bitcoin*, Peramalan, *TimeSeries*, Volatilitas, Akurasi

Abstract—The development of digital technology in the era of Industry 4.0 has driven the emergence of blockchain-based financial instruments, one of which is Bitcoin as a cryptocurrency asset characterized by high price volatility. This condition creates uncertainty for investors in determining the optimal timing for buying and selling transactions. Therefore, a forecasting method capable of accurately estimating Bitcoin price movements based on historical data is required. This study aims to analyze the capability of the Double Exponential Smoothing method in forecasting Bitcoin closing prices and to evaluate the accuracy of the resulting forecasts. The data used in this study consist of monthly historical Bitcoin closing prices obtained from Investing.com, covering the observation period from January 2020 to December 2024. These data exhibit time series characteristics with high fluctuations and changing trend patterns, making them suitable for analysis using the Double Exponential Smoothing method, which accounts for level and trend components. The research process includes data collection, data transformation, forecasting computation using the Double Exponential Smoothing method, and forecast error evaluation. Forecast accuracy is assessed using several indicators, namely Mean Absolute Error to measure the average absolute difference between actual and forecasted values, Mean Squared Error to measure the average squared error, Root Mean Square Error as the square root of the Mean Squared Error, and Mean Absolute Percentage Error to represent relative error in percentage terms. The results indicate that the best smoothing parameter combination is obtained at an alpha value of 0.9 and a beta value of 0.1. With these parameters, the Double Exponential Smoothing method produces a Mean Absolute Percentage Error of 5.33 percent, indicating a very high level of forecasting accuracy. The forecasting results show a consistent upward trend in Bitcoin prices during the period from January 2025 to December 2027. In addition, this study develops a web-based forecasting system using the Python programming language with the Streamlit framework to facilitate computation, visualization, and export of forecasting results. However, this study has limitations, as accuracy evaluation is conducted only using the same historical data as the training data, meaning that out-of-sample validation has not yet been implemented. Overall, the Double Exponential Smoothing method is proven to provide good forecasting performance and is relevant for analyzing Bitcoin price movements in the medium to long term.

Keywords: *Bitcoin*, Forecasting, *TimeSeries*, Volatility, Accuracy

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang berkembang sangat cepat pada masa revolusi industri 4.0, atau yang dikenal juga sebagai era digital, memberikan pengaruh besar terhadap perubahan dan pergerakan dalam sistem ekonomi maupun keuangan. *Blockchain* menjadi salah satu teknologi yang saat ini banyak menarik perhatian baik dari kalangan praktisi maupun akademisi. Popularitasnya tidak dapat dilepaskan dari penerapan awal melalui *Bitcoin*, yang dikenal sebagai bentuk mata uang kripto [1]. *Blockchain* adalah mekanisme penyimpanan data terdistribusi berbentuk rantai blok, yang berperan sebagai *ledger* global dalam merekam setiap aktivitas transaksi pada jaringan [2]. Di Indonesia, kehadiran *cryptocurrency* masih menjadi topik yang menimbulkan perdebatan, khususnya terkait aspek regulasi dan status legal penggunaannya. *Cryptocurrency* adalah bentuk mata uang digital yang memiliki fungsi serupa dengan mata uang konvensional, yaitu memungkinkan pengguna untuk melakukan transaksi pembayaran secara daring dalam aktivitas bisnis [3].

Salah satu bentuk mata uang digital yang paling dikenal dalam ekosistem *cryptocurrency* yaitu *Bitcoin*. Sebagai pelopor dalam teknologi *blockchain*, *Bitcoin* diperkenalkan pada tahun 2009 oleh sosok anonim yang dikenal dengan nama samaran Satoshi Nakamoto. *Bitcoin* adalah jenis aset digital sekaligus komoditas berbasis teknologi yang mengadopsi prinsip desentralisasi dan sistem enkripsi, sehingga memungkinkan terjadinya perdagangan langsung antar pengguna tanpa perantara [4].

Penetapan status hukum *Bitcoin* serta penerapan teknologi *blockchain* dalam sistem keuangan nasional masih menghadapi tantangan yang kompleks. Di Indonesia sendiri, dalam Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2011, Rupiah ditetapkan sebagai satu-satunya alat pembayaran yang sah di wilayah Indonesia. Selain itu, Regulasi Bank Indonesia yang tertuang dalam PBI Nomor 18/40/PBI/2016 serta PBI Nomor 19/12/PBI/2017 secara eksplisit melarang penggunaan mata uang virtual dalam transaksi pembayaran. Kebijakan ini mencerminkan sikap waspada pemerintah terhadap potensi risiko yang dapat mengganggu kestabilan sistem moneter akibat pemanfaatan aset digital seperti *Bitcoin* [5]. Namun, seiring dengan perkembangan instrumen investasi digital, *cryptocurrency* mulai memperoleh pengakuan secara hukum di Indonesia. Hal ini ditunjukkan melalui Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 99 Tahun 2018 tentang Kebijakan Umum Penyelenggaraan Perdagangan Berjangka Aset Kripto (*Crypto Asset*), yang menetapkan aset kripto sebagai komoditas yang dapat diperdagangkan dan memenuhi kriteria sebagai objek transaksi di Bursa Berjangka [6].

Nilai tukar *Bitcoin* dikenal sangat tidak stabil, sehingga banyak investor memanfaatkannya sebagai instrumen untuk meraih keuntungan finansial. Strategi yang umum dilakukan adalah membeli *Bitcoin* saat nilainya menurun dan menjualnya kembali ke mata uang konvensional ketika harga mengalami kenaikan. Tingginya volatilitas ini mendorong perlunya metode peramalan yang andal guna mengestimasi pergerakan harga *Bitcoin* di masa mendatang. Dengan demikian, investor dapat menentukan waktu yang tepat untuk melakukan transaksi jual beli dan memaksimalkan potensi keuntungan yang diperoleh [7].

Peramalan merupakan proses estimasi terhadap nilai atau peristiwa yang kemungkinan terjadi di masa mendatang dengan mengacu pada data historis maupun informasi terkini. Aktivitas ini berperan penting dalam mendukung proses pengambilan keputusan serta penyusunan strategi yang lebih terarah. Teknik peramalan banyak diterapkan di berbagai sektor, termasuk bidang keuangan, ekonomi, meteorologi, dan lainnya [8]. Metode peramalan yang umum diterapkan pada data runtun waktu dengan kecenderungan tren salah satunya adalah *Double Exponential Smoothing (DES)*. Metode ini menggunakan dua komponen pemulusan yang berfungsi untuk memodelkan nilai tingkat (*level*) dan arah pergerakan (*trend*) data secara bersamaan, sehingga mampu merespons perubahan data dari waktu ke waktu dengan lebih adaptif. Dengan karakteristik tersebut, *DES* dapat diklasifikasikan sebagai pendekatan data mining berbasis statistik yang efektif dalam menganalisis serta memprediksi data time series yang dinamis, termasuk pergerakan harga aset kripto seperti *Bitcoin*.

Penelitian mengenai *forecasting* menggunakan *Double Exponential Smoothing (DES)* telah dilakukan untuk berbagai penelitian misalkan indeks harga konsumen [9], peramalan harga *Bitcoin* [10], prediksi penjualan beras [11]. Studi yang dilakukan di Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa penggunaan parameter α sebesar 0,897 dan β sebesar 0 menghasilkan tingkat akurasi tinggi dengan nilai *MAPE* 0,76%, serta memperlihatkan pola kenaikan yang konsisten setiap bulan. Penelitian terkait peramalan harga *Bitcoin* menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan tingkat kesalahan peramalan yang relatif rendah, dengan nilai *MAPE* terendah sebesar 2,89% pada parameter α sebesar 0,9. Hasil tersebut menegaskan bahwa metode *DES* dapat dimanfaatkan sebagai sistem pendukung pengambilan keputusan dalam perdagangan *Bitcoin* serta mampu menangkap kecenderungan penurunan harga secara efektif. Sementara itu, kajian terhadap penjualan beras di Perum Bulog Sub Divre Medan membuktikan bahwa metode ini mampu menangkap tren penurunan dengan akurasi tinggi, ditunjukkan oleh nilai *MAPE* 0,27%.

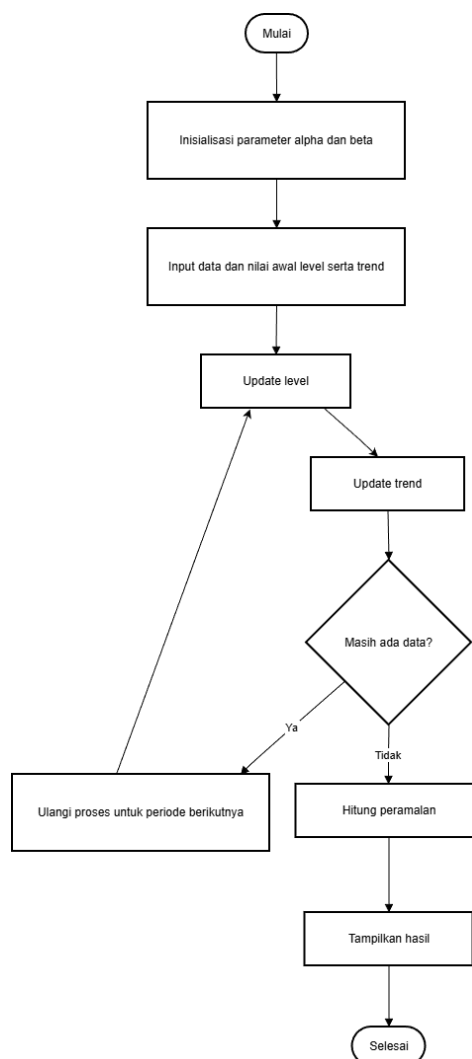
Mengacu pada uraian yang telah disampaikan, metode *Double Exponential Smoothing* dianggap relevan untuk diterapkan dalam peramalan harga *Bitcoin* yang memiliki tingkat volatilitas tinggi dan bersifat dinamis. Namun, tingkat keandalan metode ini dalam memprediksi harga *Bitcoin* masih memerlukan pengujian lebih lanjut melalui evaluasi kesalahan peramalan. Dengan demikian, pertanyaan penelitian dalam studi ini adalah sejauh mana

metode *Double Exponential Smoothing* mampu menghasilkan prediksi harga *Bitcoin* yang akurat berdasarkan indikator evaluasi kesalahan peramalan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai sejauh mana metode *Double Exponential Smoothing* dapat bekerja secara efektif lebih mendalam meramalkan harga *Bitcoin*, dengan melakukan evaluasi terhadap berbagai jenis kesalahan peramalan. Indikator yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Mean Absolute Error (MAE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, serta *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, yang berfungsi untuk menilai tingkat akurasi hasil peramalan sekaligus mengukur besarnya kesalahan prediksi dari metode yang diterapkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deret waktu atau *time series*, dengan menerapkan metode *Double Exponential Smoothing* sebagai metode utama dalam melakukan peramalan harga *Bitcoin* berdasarkan data historis. *Flowchart* metode *Double Exponential Smoothing* disajikan dalam Gambar 1:



Gambar 1. *Flowchart* metode *Double Exponential Smoothing*

Proses penelitian dilaksanakan secara terstruktur guna menghasilkan peramalan yang selaras dengan tujuan penelitian. Tahapan penelitian yang ditempuh dalam studi ini meliputi:

2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti menggunakan data historis harga penutupan bulanan *Bitcoin* yang diperoleh dari situs Investing.com untuk periode Januari 2020 hingga Desember 2024. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam

proses peramalan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Total data yang digunakan sebanyak 60 observasi bulanan. Variabel yang dianalisis adalah harga penutupan *Bitcoin* (*Closing Price*) sebagai variabel utama yang diramalkan. Waktu (bulan) berfungsi sebagai indeks deret waktu untuk menentukan urutan observasi, mendeteksi tren, serta memodelkan perubahan harga dari waktu ke waktu. Sampel data yang digunakan terdapat pada Tabel 1:

Tabel 1. Sampel Data Historis Harga Penutupan Bulanan *Bitcoin*

NO	Bulan	Harga penutupan
1	Jan-20	8.543,70
2	Feb-20	6.412,50
3	Mar-20	8.629,00
4	Apr-20	9.454,80
5	Mei 2020	9.135,40
6	Jun-20	11.333,40
7	Jul-20	11.644,20
8	Agt 2020	10.776,10
9	Sep-20	13.797,30
10	Okt 2020	19.698,10
11	Nov-20	28.949,40
12	Des 2020	33.108,10

Data historis harga penutupan *Bitcoin* yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan karakteristik deret waktu dengan tingkat fluktuasi yang tinggi serta pola tren yang mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Volatilitas harga yang signifikan menggambarkan dinamika pasar aset kripto yang dipengaruhi oleh beragam faktor, baik ekonomi maupun non-ekonomi. Kondisi tersebut menjadikan data harga *Bitcoin* tepat untuk dianalisis menggunakan pendekatan *time series*, khususnya metode *Double Exponential Smoothing* yang mampu memodelkan komponen level dan tren secara bersamaan. Oleh karena itu, penggunaan data ini dinilai relevan untuk mendukung tujuan penelitian, yaitu menilai kemampuan metode *Double Exponential Smoothing* dalam menghasilkan peramalan harga *Bitcoin* yang akurat.

2.2 Transformasi Data

Setelah data diperoleh, tahap selanjutnya adalah menyesuaikan struktur data agar sesuai dengan kebutuhan analisis. Proses ini meliputi pengurutan data berdasarkan urutan waktu, pemeriksaan kesesuaian format, serta konversi nilai ke bentuk numerik apabila diperlukan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan telah tertata dengan baik, konsisten, dan siap untuk diolah menggunakan pendekatan *Double Exponential Smoothing*.

2.3 Perhitungan *Double Exponential Smoothing*

Double Exponential Smoothing adalah metode peramalan yang memberikan bobot pada sejumlah periode atau observasi sebelumnya untuk memperkirakan nilai di masa mendatang [12]. Metode ini dalam pemulusan data memanfaatkan dua parameter *smoothing*, yaitu α untuk komponen level dan γ untuk komponen *trend*, sebagaimana tercantum dalam persamaan (1) sampai dengan (3) [13].

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

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \tag{2}$$

$$F_{t+m} = S'_t + b_t m \tag{3}$$

dengan,

- S_t : hasil pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke-t
- S_{t-1} : hasil pemulusan eksponensial tunggal pada periode ke t - 1
- α : parameter penghalusan untuk level dengan nilai antara 0 dan 1
- γ : parameter penghalusan untuk trend dengan nilai antara 0 dan 1
- X_t : nilai aktual atau asli priode ke 1
- b_t : hasil pemulusan trend dari periode ke t
- m : periode yang akan diramalkan
- b_{t-1} : hasil pemulusan trend periode ke t - 1

F_{t+m} : hasil peramalan periode $t + m$

2.4 Evaluasi Error

Dalam ranah penelitian, evaluasi kinerja merupakan tahapan penting untuk mengukur tingkat keberhasilan model yang dibangun dalam menghasilkan prediksi sesuai dengan target yang diharapkan [14]. Terdapat sejumlah indikator evaluasi yang umum diterapkan dalam analisis peramalan, antara lain *Mean Absolute Error (MAE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, *Root Mean Squared Error (RMSE)*, serta *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* [15]. Adapun rumus evaluasi dari beberapa metrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mean Absolute Error (MAE) merupakan ukuran rata-rata dari selisih absolut antara nilai hasil prediksi dan nilai aktual. Indikator ini menyajikan tingkat kesalahan secara umum tanpa memberikan bobot lebih besar terhadap error yang ekstrem, sehingga mudah dipahami dan relatif stabil terhadap pengaruh outlier. *MAE* dapat dihitung menggunakan persamaan (4) [16].

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i| \quad (4)$$

dengan,

n : jumlah data

\hat{y}_i : nilai sebenarnya dari pengamatan ke - i

y_i : nilai yang diramal pada pengamatan ke- i

Mean Squared Error (MSE) merupakan salah satu metrik evaluasi yang lazim digunakan dalam analisis regresi untuk menghitung rata-rata dari kuadrat selisih antara nilai estimasi dan nilai aktual. Menghitung *MSE* terdapat pada persamaan (5) [17].

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

dengan,

n : jumlah data

\hat{y}_i : nilai sebenarnya dari pengamatan ke - i

y_i : nilai yang diramal pada pengamatan ke- i

Root Mean Square Error (RMSE) digunakan sebagai indikator untuk menilai seberapa besar kesalahan yang terjadi antara hasil peramalan dan data aktual. Model peramalan yang dianggap paling baik ditunjukkan oleh nilai *RMSE* yang paling kecil. Adapun rumus matematis *RMSE* terdapat pada persamaan (6) [18].

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}}{n} \quad (6)$$

dengan,

n : jumlah data

x_t : nilai sebenarnya

\hat{x}_t : nilai hasil prediksi

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metode untuk menguji akurasi hasil peramalan yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Penggunaan *MAPE* cukup umum karena hasilnya mudah dibaca dan dipahami. Jika nilai *MAPE* yang dihasilkan semakin rendah, maka kualitas peramalan dapat dianggap semakin baik. *MAPE* dapat dihitung dengan persamaan (7) [19].

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (7)$$

dengan,

n : jumlah data

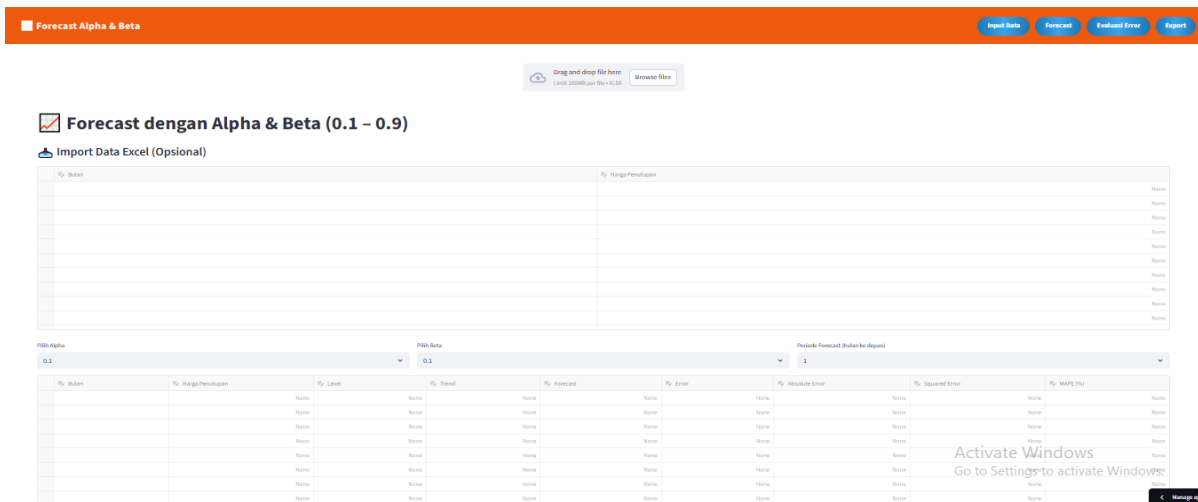
\hat{y}_i : nilai sebenarnya dari pengamatan ke - i

y_i : nilai yang diramal pada pengamatan ke- i

2.5 Tools

Pengolahan serta perhitungan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak spreadsheet Microsoft Excel dan bahasa pemrograman Python untuk menjaga ketepatan hasil perhitungan serta memudahkan pelaksanaan evaluasi kesalahan peramalan. Microsoft Excel dimanfaatkan pada tahap prapemrosesan data, penyesuaian struktur dan format data, pelaksanaan perhitungan metode Double Exponential Smoothing, penghitungan ukuran kesalahan peramalan, serta penyajian visual dari hasil analisis.

Di sisi lain, bahasa pemrograman Python digunakan dalam pengembangan sistem peramalan berbasis web dengan memanfaatkan framework *Streamlit*. Sistem ini berperan sebagai sarana implementasi metode *Double Exponential Smoothing* yang mendukung proses pemuatan data historis harga *Bitcoin*, pengaturan nilai parameter α dan γ , penentuan horizon peramalan, serta perhitungan indikator evaluasi kesalahan. Selain itu, sistem tersebut juga menyajikan visualisasi hasil peramalan dan menyediakan fasilitas ekspor hasil perhitungan guna menunjang proses analisis lanjutan. Antarmuka sistem peramalan harga *Bitcoin* metode *Double Exponential Smoothing* berbasis *Streamlit* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Antarmuka sistem peramalan harga *Bitcoin* berbasis *Streamlit*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan uraian mengenai hasil penelitian yang diperoleh dari tahapan yang telah dilakukan dan dijelaskan sebelumnya, dimulai dari proses pengumpulan data, tahap transformasi, hingga penerapan metode utama yaitu *Double Exponential Smoothing*. Selanjutnya dilakukan evaluasi kesalahan untuk menilai tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan. Pengukuran kesalahan tersebut menggunakan beberapa indikator, yakni *Mean Absolute Error (MAE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, *Root Mean Square Error (RMSE)*, serta *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Rangkaian hasil perhitungan tersebut dipaparkan pada bagian berikut.

3.1 Hasil Perhitungan *Double Exponential Smoothing*

a. Optimasi *alpha* dan *beta*

Pada tahap ini ditentukan awal nilai dari *alpha* dan *beta*, setelah itu Optimasi dilakukan guna untuk meminimalisi error. Parameter yang diperoleh seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Parameter *Alpha* dan *Beta*

Parameter	Nilai
<i>Alpha</i>	0,9
<i>Beta</i>	0,1

Nilai *alpha* dari 0,9 berarti model lebih fokus pada data terbaru. Sementara itu, *beta* sebesar 0,1 menunjukkan bahwa model tidak terlalu peka terhadap perubahan tren. Kombinasi kedua nilai ini dipilih karena menghasilkan kesalahan peramalan yang paling kecil dibandingkan dengan kombinasi lainnya.

b. Peramalan harga *Bitcoin*

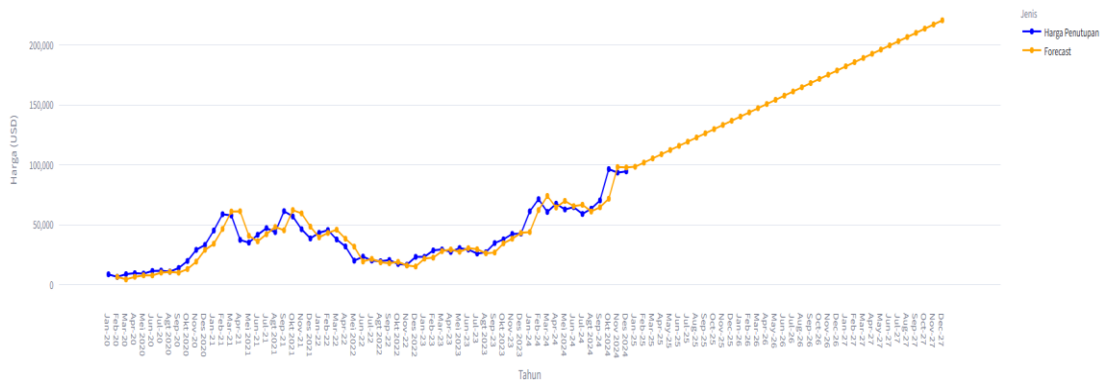
Peramalan dilakukan berdasarkan data historis harga penutupan setiap bulan dari *Bitcoin* yang dimulai dari bulan Januari 2020 hingga Desember 2024. Data tersebut sebagai dasar untuk peramalan periode bulan Januari 2025 hingga Desember 2027. Hasil dari peramalan data terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Peramalan data harga Penutupan *Bitcoin*

NO	Bulan	Harga Penutupan	Level	Trend	Forecast
1	Jan-20	8.543,70	8.543,70	-2.131,20	
2	Feb-20	6.412,50	6412,5	-2131,2	6412,50
3	Mar-20	8.629,00	8194,23	-1739,91	4281,30
4	Apr-20	9.454,80	9154,752	-1469,86	6454,32
5	Mei 2020	9.135,40	8990,349	-1339,32	7684,89
6	Jun-20	11.333,40	10965,16	-1007,9	7651,03
7	Jul-20	11.644,20	11475,51	-856,08	9957,26
8	Agt 2020	10.776,10	10760,43	-841,979	10619,43
9	Sep-20	13.797,30	13409,42	-492,883	9918,45
10	Okt 2020	19.698,10	19019,94	117,458	12916,53
11	Nov-20	28.949,40	27968,2	1000,538	19137,40
12	Des 2020	33.108,10	32694,16	1373,08	28968,74
94	...	...	..	...	...
95	Nov-2027	...	...	...	217244,35
96	Des 2027	...	...	...	220740,96

Berdasarkan hasil peramalan tersebut, dapat diamati bahwa harga penutupan *Bitcoin* menunjukkan tren kenaikan yang sangat signifikan sepanjang periode analisis. Dari nilai awal sebesar \$8.543,70 pada Januari 2020, harga diproyeksikan melonjak hingga mencapai \$220740,96 pada Desember 2027. Kenaikan ini mencerminkan potensi pertumbuhan yang kuat dan berkelanjutan, serta menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu menangkap arah pergerakan harga secara konsisten.

Visualisasi grafik digunakan sebagai alat bantu untuk mempermudah pemahaman terhadap pola pergerakan harga *Bitcoin* selama periode analisis. Dengan menyajikan data dalam bentuk grafik, pembaca dapat dengan cepat mengidentifikasi tren, fluktuasi, serta titik-titik penting yang mungkin tidak langsung terlihat dari tabel angka. Grafik ini juga membantu memperjelas perbedaan antara data historis dan hasil peramalan, sehingga interpretasi terhadap kinerja model menjadi lebih intuitif dan informatif. Adapun visualisasi dari harga penutupan *Bitcoin* selama periode Januari 2020 hingga Desember 2027 ditampilkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Visualisasi Grafik Hasil Peramalan Harga Penutupan *Bitcoin*

Gambar 3 menampilkan grafik yang memperlihatkan dua garis utama, yaitu garis biru yang merepresentasikan data aktual atau harga penutupan *Bitcoin* dari Januari 2020 hingga Desember 2024, serta garis oranye yang menunjukkan hasil peramalan. Dari grafik tersebut terlihat bahwa harga *Bitcoin* mengalami peningkatan dari tahun ke tahun walau masih ada terjadinya naik dan turun harga.

Pada bulan Januari 2020, harga penutupan *Bitcoin* tercatat sebesar \$8.543,70. Satu tahun kemudian, tepatnya pada Januari 2021, nilai tersebut meningkat tajam hingga mencapai \$45.164,00, atau lebih dari lima kali lipat dibandingkan harga awal. Periode antara Januari 2021 hingga Januari 2022 menunjukkan adanya dinamika pergerakan harga yang cukup signifikan. Meskipun sempat mengalami kenaikan pada Maret 2021 dengan harga penutupan sebesar \$57.720,30, tren tersebut tidak bertahan lama karena setelahnya terjadi penurunan. Pada Januari 2022, harga penutupan *Bitcoin* kembali turun menjadi \$43.188,20, bahkan lebih rendah sekitar \$2.000 dibandingkan dengan harga pada Januari 2021.

Periode Januari 2022 hingga Januari 2023, harga penutupan *Bitcoin* mengalami penurunan yang cukup tajam, yakni turun hingga sekitar setengah dari nilai sebelumnya dan tercatat sebesar \$23.150,50. Kondisi ini menunjukkan adanya fluktuasi yang signifikan dalam dua tahun terakhir, di mana harga *Bitcoin* sempat mengalami kenaikan namun kemudian kembali melemah. Berbeda dengan periode berikutnya, yaitu Januari 2023 hingga Januari 2024, pergerakan harga menunjukkan tren yang lebih stabil dengan kecenderungan meningkat. Dalam kurun waktu tersebut, harga penutupan *Bitcoin* naik konsisten dari \$23.150,50 pada Januari 2023 hingga mencapai \$94.536,10 pada Januari 2024, mencerminkan adanya fase pertumbuhan yang kuat setelah penurunan sebelumnya.

Berdasarkan data harga penutupan setiap bulan dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2024 tersebut, menandakan kalau harga penutupan *Bitcoin* dari tahun ketahun mengalami fluktuasi atau volatilitas. Fluktuasi merupakan kondisi yang menggambarkan adanya pergerakan naik-turun pada harga atau nilai tertentu, di mana perubahan tersebut terjadi akibat adanya pengaruh dari faktor permintaan dan penawaran [20].

Forecast yang peneliti lakukan pada periode bulan Januari tahun 2025 sampai dengan bulan Desember tahun 2027, diantaranya pada periode bulan Januari tahun 2025 menuju 1 tahun berikutnya yaitu bulan Januari 2026, harga *Bitcoin* diprediksi mengalami kenaikan tanpa penurunan harga sampai dengan \$140318,99. Sedangkan pada 2 tahun terakhir yaitu tahun 2026 ke tahun 2027, harga penutupan *Bitcoin* berdasarkan hasil perhitungan adalah \$140.318,99 dan \$220.740,96. Data harga penutupan tersebut menandakan bahwa harga penutupan *Bitcoin* dari bulan Januari tahun 2025 sampai dengan bulan Desember tahun 2027, mengalami kenaikan yang konsisten dengan akurasi prediksi *MAPE* 5,33%.

Mengingat karakteristik harga *Bitcoin* yang sangat fluktuatif, metode *Double Exponential Smoothing* terbukti menjadi pendekatan yang tepat untuk melakukan peramalan dalam konteks ini. Oleh karena itu, metode *Double Exponential Smoothing* dapat digunakan sebagai pendekatan yang relevan dalam analisis pasar kripto, khususnya untuk memproyeksikan harga aset digital seperti *Bitcoin* dalam jangka menengah hingga panjang.

3.2 Evaluasi Error

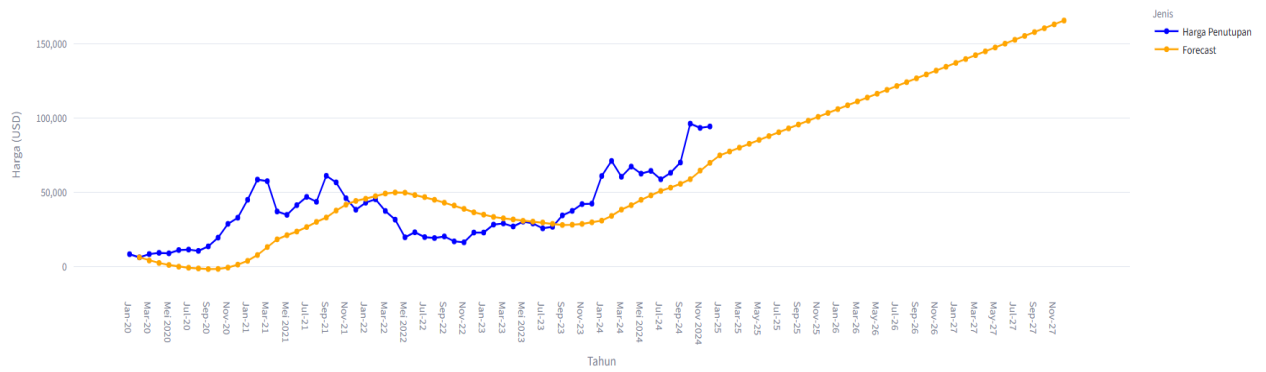
Pada tahap ini diperlukan agar peneliti bisa mengetahui tingkat kesalahan prediksi atau peramalan dengan menggunakan 4 metrik yaitu *MAE*, *MSE*, *RMSE* dan *MAPE*. Setelah dilakukannya perhitungan *Double Exponential Smoothing* dan Evaluasi Error, peneliti melakukan optimasi *alpha* dan *beta* serta meminimalisir *error* dalam perhitungan dari *Double Exponential Smoothing*. Optimasi *alpha* dan *beta* dilakukan dengan cara mengubah nilai dari parameter *alpha* dan *beta* sesuai dengan hasil 4 metrik yang sudah dilakukan sebelumnya, bila hasil dari optimasi *alpha* dan *beta* menghasilkan *MAE*, *MSE*, *RMSE* dan *MAPE* yang lebih kecil maka nilai dari parameter *alpha* dan *beta* tersebut adalah nilai yang terbaik. Oleh karena itu, nilai dari parameter *alpha* dan *beta* sangat mempengaruhi hasil dari prediksi serta hasil dari error yang dihasilkan dari ke 4 metrik dalam *Evaluasi Error*. Perbedaan hasil dari beberapa nilai parameter *alpha* dan *beta* yang mempengaruhi dari hasil eror terdapat di Tabel 4.

Tabel 4. Perbedaan Hasil Nilai Parameter Alpha dan Beta

NO	Alpha	Beta	MAE	MSE	RMSE	MAPE
1	0,1	0,1	15046,55	333254225.08	18255,25	50,65%
2	0,3	0,1	6431,08	60226112,18	7760,55	22,73%
3	0,6	0,1	2819,35	12007517,70	3465,19	10,39%
4	0,9	0,1	1382,88	2948802,80	1717,21	5,33%

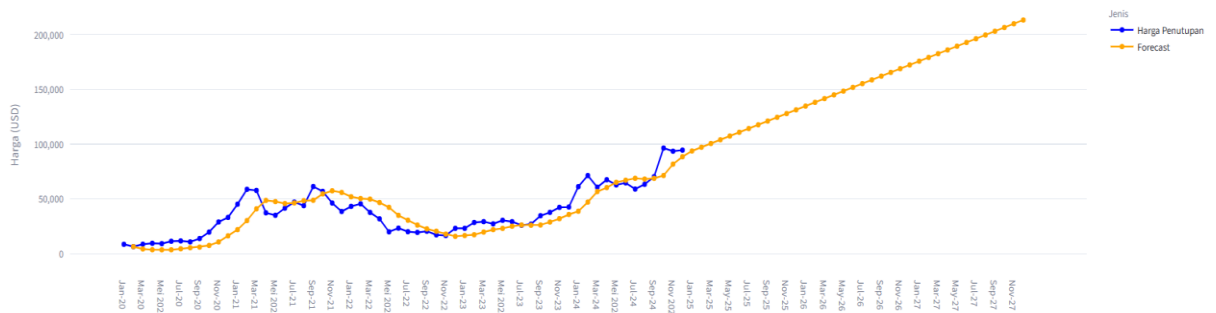
Tabel 4 adalah tabel perbandingan mengenai optimasi *alpha* dan *beta* terbaik untuk data harga penutupan *Bitcoin* yang sudah dilakukan peramalan dengan *Metode Double Exponential Smoothing*, yang dilakukan untuk mengetahui nilai parameter dari *alpha* dan *beta* yang terbaik berdasarkan nilai dari Evaluasi ke 4 metrik.

Pada nilai parameter *alpha* dengan nilai 0,1 dan *beta* sebesar 0,1 dapat dilihat pada Tabel 4 bahwa *MAE* sangat tinggi dan nilai *MSE* 333254225.08 yang dimana jumlah tersebut sangatlah tinggi. Sedangkan nilai *RMSE* juga masih tinggi serta *MAPE* dengan nilai 50,65% yang berarti bisa diturunkan lagi dengan optimasi *alpha* dan *beta*. Nilai tersebut dapat divisualisasikan pada Gambar 4:



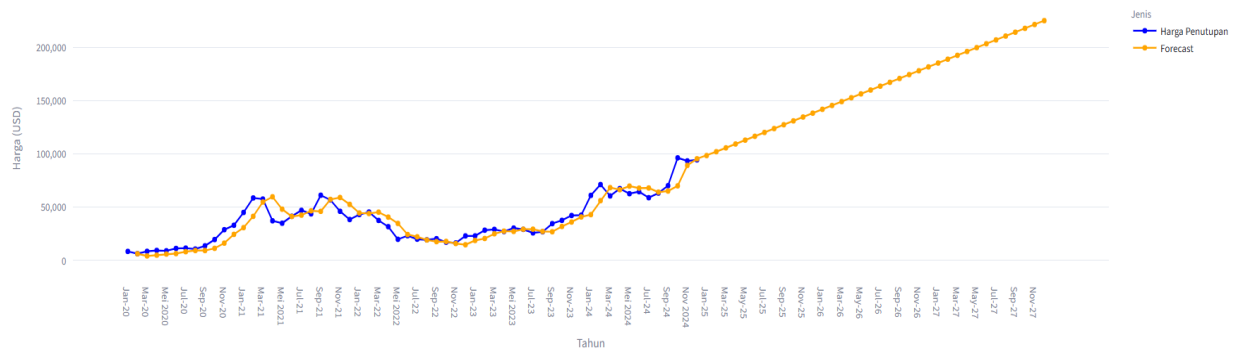
Gambar 4. Visualisasi dari Parameter α 0,1 dan β 0,1

Sedangkan pada nilai α 0,3 dan β 0,1 menghasilkan MAE yang mulai menurun dari nilai sebelum nya yaitu 6431,08, MSE 60226112,18, kesalahan rata rata pediksi perbulan atau $RMSE$ 7760,55 dan $MAPE$ 22,73%. Artinya, dengan mengubah nilai parameter α saja, nilai akurasi dari ke 4 metrik tersebut mulai membaik dan bila nilai dari α ditingkatkan lagi maka akan menghasilkan yang lebih baik dari sebelum nya. Visualisasi dari nilai parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Visualisasi dari Parameter α 0,3 dan β 0,1

Parameter dari nilai α 0,6 serta β 0,1 menunjukkan peningkatan kualitas prediksi dan menurun nya tingkat kesalahan dari prediksi yang sudah dilakukan. Dapat dilihat pada MAE sebesar 2819,35, MSE 12007517,70, $RMSE$ 3465,19 dan yang terakhir $MAPE$ 10,39%. Dengan data tersebut, $MAPE$ 10,39% sudah cukup baik dalam konteks peramalan. Akan tetapi, untuk nilai parameter α dan β masih bisa di maksimalkan agar mendapatkan data yang terbaik dari segi prediksi maupun hasil dari evaluasi error. Hasil dari nilai parameter α dan β tersebut dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Visualisasi dari Parameter α 0,6 dan β 0,1

Nilai yang terakhir yaitu dari parameter α 0,9 dan β 0,1 yang dapat diartikan bahwa nilai α tersebut adalah nilai maksimal dikarenakan nilai parameter α dimulai dari 0,1 sampai dengan 0,9 dan hasil dari parameter α tersebut adalah nilai yang terbaik. Oleh karena itu, penentuan nilai dari α dan β terbaik dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Mean Absolute Error (MAE)

Perhitungan *MAE* dalam penelitian ini menghasilkan nilai sebesar 1.382,88. Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil peramalan adalah sekitar 1.382,88 satuan harga perbulan. Artinya, setiap hasil prediksi yang dihasilkan oleh model *Double Exponential Smoothing* memiliki deviasi rata-rata sebesar 1.382,88 dari nilai sebenarnya.

b. *Mean Squared Error (MSE)*

Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai *MSE* sebesar 2.948.802,80. Metrik ini menghitung rata-rata dari kuadrat perbedaan antara nilai sebenarnya dan hasil prediksi. Sifatnya yang mengkuadratkan selisih, *MSE* cenderung lebih peka terhadap kesalahan yang besar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa bulan dengan deviasi yang cukup tinggi, secara umum model masih mampu memberikan hasil peramalan yang stabil. Perlu dicatat bahwa nilai *MSE* yang besar tidak selalu menandakan performa model yang buruk, apalagi jika data yang digunakan memiliki skala harga yang tinggi seperti *Bitcoin*.

c. *Root Mean Square Error (RMSE)*

RMSE menghitung rata-rata kesalahan prediksi perbulan dari harga penutupan bitcoin. Nilai yang dihasilkan setelah perhitungan ialah \$1717,21. Artinya, kesalahan rata-rata prediksi perbulan yaitu \$1717,21 perbulan dan terbilang cukup kecil jika dibandingkan dengan rentang harga *Bitcoin* yang sangat tinggi dan fluktuatif.

d. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Metrik tersebut menghasilkan nilai bukan angka biasa, akan tetapi dalam persentase. Sehingga memudahkan pembaca dalam memahami dan menganalisis seberapa besar tingkat kesalahan yang terjadi dalam proses peramalan. Dengan format ini, interpretasi terhadap akurasi prediksi menjadi lebih intuitif dan langsung terlihat. Berdasarkan hasil perhitungan dalam penelitian ini, nilai *MAPE* yang diperoleh adalah 5,33%. Apabila nilai *MAPE* berada di bawah 10%, maka hasil peramalan dapat dikategorikan sangat baik. Sementara itu, jika nilainya masih di bawah 20%, maka akurasi peramalan tersebut masih tergolong baik dan dapat diterima [21].

3.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasil peramalan yang dihasilkan. Pertama, evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan data historis yang sama dengan data pelatihan, sehingga proses *out-of-sample validation* belum diterapkan. Kondisi ini mengakibatkan kemampuan model dalam memprediksi data di luar rentang periode penelitian belum dapat diuji secara komprehensif. Kedua, metode *Double Exponential Smoothing* yang diterapkan dalam penelitian ini hanya mengakomodasi komponen level dan tren, tanpa memasukkan unsur musiman maupun faktor eksternal lainnya, seperti kondisi makroekonomi, kebijakan regulasi, sentimen pasar, serta pengaruh global yang berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap fluktuasi harga *Bitcoin*. Ketiga, meskipun nilai *MAPE* yang diperoleh menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik, capaian tersebut belum dapat dijadikan sebagai jaminan bahwa model akan mempertahankan tingkat akurasi yang sama dalam jangka panjang. Hal ini disebabkan oleh karakteristik pasar kripto yang cenderung dinamis dan memiliki tingkat volatilitas yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan metode pembandingan, melakukan validasi menggunakan data di luar sampel, serta mengombinasikan pendekatan deret waktu dengan metode lain guna meningkatkan keandalan dan ketepatan hasil peramalan. Berdasarkan hasil evaluasi kesalahan yang telah dilakukan, metode *Double Exponential Smoothing* menunjukkan kinerja peramalan yang baik terhadap data harga penutupan *Bitcoin*, ditunjukkan oleh nilai *MAPE* sebesar 5,33%. Namun demikian, interpretasi terhadap hasil peramalan ini tetap perlu dilakukan secara cermat, mengingat masih terdapat keterbatasan dalam penelitian, terutama terkait pengujian akurasi jangka panjang serta tidak dipertimbangkannya faktor-faktor eksternal di luar model.

4. KESIMPULAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan peramalan harga penutupan *Bitcoin* menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* serta melakukan evaluasi atau menghitung akurasi dari hasil prediksi menggunakan beberapa metrik. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, metode ini terbukti mampu menangkap pola tren jangka menengah maupun jangka panjang secara konsisten.

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa harga penutupan *Bitcoin* yang semula pada bulan Januari 2020 sebesar \$8.543,70 di prediksi terus meningkat sampai dengan bulan Desember tahun 2027 dengan harga \$220.740,96. Harga tersebut sekaligus menandakan adanya potensi pertumbuhan yang kuat dan berkelanjutan atau konsisten. Pada visualisasi grafik hasil peramalan juga menunjukkan bahwa harga penutupan *Bitcoin* terus konsisten mengalami kenaikan dari bulan Januari tahun 2025 sampai bulan Desember tahun 2027. Oleh karena itu, walau mengalami naik turun nya harga penutupan *Bitcoin* atau fluktuasi, metode ini sangat baik untuk prediksi harga *Bitcoin*.

Evaluasi Error dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat dari prediksi yang dilakukan dengan metode *Double Exponential Smoothing*. Proses ini sangatlah penting karena dengan Evaluasi Error peneliti bisa mengetahui kesalahan prediksi dengan menggunakan beberapa metrik diantaranya *Mean Absolute Error (MAE)*, *Mean Squared Error (MSE)*, *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Hasil dari proses tersebut menghasilkan *MAE* sebesar 1.382,88, nilai *MSE* 2.948.802,80, *RMSE* ialah \$1717,21 dan *MAPE* 5,33 Berdasarkan *MAE* tersebut, dapat diketahui bahwa rata-rata selisih absolut antara nilai aktual dan hasil prediksi adalah sekitar 1.382,88 per bulan. Artinya, setiap hasil prediksi yang dihasilkan oleh model *Double Exponential Smoothing* memiliki deviasi rata-rata sebesar 1.382,88 dari nilai sebenarnya. Nilai dari *MSE* yaitu sebesar 2.948.802,80, data tersebut menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa bulan dengan deviasi yang cukup tinggi, secara umum model masih mampu memberikan hasil peramalan yang stabil. Sedangkan hasil dari *RMSE* adalah \$1717,21 yang artinya kesalahan rata-rata prediksi perbulan yaitu \$1717,21 perbulan dan terbilang cukup kecil jika dibandingkan dengan rentang harga bitcoin yang sangat tinggi dan fluktuatif. Metrik terakhir *MAPE* diperoleh 5,33%, yang artinya tingkat kesalahan relatif dari hasil peramalan terhadap data aktual hanya sekitar 5,33 persen.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan *Double Exponential Smoothing* dan Evaluasi Error terhadap data peramalan harga *Bitcoin* setiap bulan dari bulan Januari 2020 sampai dengan bulan Desember 2027. Metode tersebut dapat disimpulkan bahwa, dapat melakukan peramalan dengan baik walau data harga *Bitcoin* terdapat naik turun nya harga atau fluktuasi, serta dengan akurasi prediksi dengan tingkat kesalahan relatif terhadap data aktual hanya sekitar 5,33 %, metode ini sangatlah baik dan dapat menangkap tren jangka menengah hingga jangka panjang, metode ini relevan untuk digunakan pada pasar kripto.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan apresiasi teruntuk yang selalu memberi semangat ke penulis, sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar dan diharapkan memberikan manfaat yang besar. Sekali lagi penulis mengucapkan terima kasih kepada Orang Tua yang ikut mendukung dan memberikan semangat, Mar'atul Maziddah yang selalu mendukung dan selalu menjadi support system, Universitas Muhammadiyah Purwokerto sebagai tempat penulis menimba ilmu. Akhirnya, penulis berharap penelitian ini semoga dapat menjadi edukasi untuk khalayak umum dan menambah wawasan serta pemikiran dalam bidang yang dikaji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Blockchain and D. I. Bpjs, "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI ORGANISASI DALAM MENGADOPSI," vol. 9, no. 2, pp. 536–548, 2023.
- [2] Z. Munawar *et al.*, "Analisis keamanan pada teknologi blockchain," vol. 8, no. 2, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.2062.
- [3] M. R. Kurniawan, R. Purbowisanti, M. R. M. Amsy, E. Bisnis, U. M. Surakarta, and J. Tengah, "Risks and Investment of Cryptocurrency : an Islamic Approach," vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [4] M. R. Maulana, P. Universitas, I. Negeri, K. Uniska, and M. A. B. Banjarmasin, "BITCOIN DAN KONSEP UANG DIGITAL : TINJAUAN HISTORIS DAN TEORITIS," vol. 1, no. 2, pp. 69–78, 2024.
- [5] S. A. Alisia and A. H. Barkatullah, "Legalitas Bitcoin dan Teknologi Blockchain Dalam Sistem Keuangan Indonesia : Analisis Tatanan Hukum," pp. 2856–2863, 2025.
- [6] I. A. Saputra, I. Faniyah, and B. P. Pratama, "Perlindungan Hukum Terhadap Member Dalam Transaksi Jual Beli Aset Digital Dengan Penggunaan Cryptocurrency Bitcoin Pada Platform Trading Indodax Indonesia," vol. 2, no. 3, pp. 229–242, 2025.
- [7] M. Nirraca and E. Hartati, "Prediksi harga bitcoin menggunakan metode long short term memory," vol. 07, no. 01, pp. 55–65, 2024.
- [8] V. Tarigan *et al.*, "Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Untuk Memperediksi Jumlah Penjualan Springbed di PT . Masindo Karya Prima," pp. 339–346, 2023.
- [9] A. A. Asmaradana, E. Widodo, R. Artikel, and E. I. Smoothing, "PENERAPAN METODE PERAMALAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA INDEKS HARGA KONSUMEN KOTA," vol. 1, no. 1, pp. 30–36, 2023.
- [10] F. Liantoni and A. Agusti, "Forecasting Bitcoin Using Double Exponential Smoothing Method Based on Mean Absolute Percentage Error," vol. 4, pp. 91–95, 2018.
- [11] S. Manullang, U. N. Medan, A. Mansyur, and U. N. Medan, "SUB DIVRE MEDAN MENGGUNAKAN METODE," vol. 2, no. 1, 2023.
- [12] B. H. Mustawinar and D. R. Arifanti, "Peramalan Cadangan Devisa Menggunakan Metode Double Smoothing Exponential dan Metode Fuzzy Time Series," pp. 105–114, 2024.

- [13] J. I. Matematika, A. M. Intahaya, and A. Isroil, "MATH unesa," vol. 13, no. 02, pp. 309–314, 2025.
- [14] I. Amansyah, J. Indra, E. Nurlaelasari, and A. R. Juwita, "Prediksi Penjualan Kendaraan Menggunakan Regresi Linear : Studi Kasus pada Industri Otomotif di Indonesia," vol. 4, pp. 1199–1216, 2024.
- [15] H. Sulastri, G. S. Anwar, E. Nur, and F. Dewi, "Peramalan Stok Barang Percetakan dan ATK Menggunakan Single Moving Average," vol. 7, no. 1, pp. 59–69, 2023.
- [16] A. F. Insani, A. Mushawir, A. Adiaksa, S. Viridi, P. Studi, and S. Komputasi, "OPTIMISATION OF VARIABLE COMBINATIONS FOR HOUSEHOLD ELECTRICITY CONSUMPTION PREDICTION USING A MULTIVARIATE TIME SERIES MACHINE LEARNING APPROACH," vol. 10, no. 1, pp. 87–98, 2025.
- [17] S. J. Pipin, R. Purba, and H. Kurniawan, "Prediksi Saham Menggunakan Recurrent Neural Network (RNN- LSTM) dengan Optimasi Adaptive Moment Estimation," vol. 4, no. 4, pp. 806–815, 2023, doi: 10.47065/josyc.v4i4.4014.
- [18] I. Fitriyani, M. Al Haris, and P. R. Arum, "PERAMALAN LAJU INFLASI DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE FUZZY TIME SERIES SAXENA-EASO," vol. 13, no. 2, pp. 94–110, 2024, doi: 10.14421/fourier.2024.132.94-110.
- [19] K. Kategori, S. Menurut, and P. Lynch, "ANALISIS PERBANDINGAN MODEL ARIMA DAN LSTM DALAM PERAMALAN HARGA PENUTUPAN SAHAM (STUDI KASUS : 6," vol. 2, no. 6, 2023.
- [20] P. S. Agribisnis, F. Pertanian, and U. M. Makassar, "ANALISIS FLUKTUASI DAN TREND HARGA KOMODITAS TELUR AYAM RAS DI KABUPATEN BULUKUMBA ANALYSIS OF FLUCTUATIONS AND TRENDS IN THE PRICE OF PUREBRED CHICKEN EGGS IN BULUKUMBA REGENCY," vol. 3, no. 1, pp. 21–28, 2023.
- [21] L. Sarifah, S. Kamilah, S. Khotijah, I. Sains, I. Sains, and I. Sains, "Penerapan Metode Single Moving Average Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin Pada Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Pamekasan," vol. 8, no. 2, 2023, doi: 10.31102/zeta.2023.8.2.47-54.