

Implementasi Metode Double Exponential Smoothing Pada Harga Komoditas Nikel Future

Sarah Rifka Ulinai Silalahi¹, Surianto Sitepu², Tamado Simon Sagala³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Methodist Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Received, Des 11 , 2026

Revised, Jan 22, 2026

Accepted, Feb 15, 2026

Keywords:

Peramalan, Nikel Future,
Double Exponential Smoothing,
MAPE.

ABSTRAK

Nikel merupakan komoditas strategis dalam industri baja tahan karat dan baterai kendaraan listrik yang memiliki volatilitas harga tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan prediksi harga nikel future historical dengan menerapkan metode Double Exponential Smoothing (DES) yang mampu menangkap pola tren melalui komponen level dan tren secara simultan. Data yang digunakan adalah harga penutupan harian nikel periode 1 Januari 2020 hingga 21 Agustus 2025 yang bersumber dari Investing.com. Metodologi penelitian melibatkan pembagian data menjadi data latih (2020–2023) untuk pembentukan model dan data uji (2024) untuk validasi akurasi. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan memanfaatkan pustaka analisis data time series. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model DES menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 1,23%. Capaian ini menunjukkan bahwa metode DES sangat efektif dan dapat diandalkan sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan strategis di sektor investasi komoditas tambang.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Koresponden:

Sarah Rifka Ulinai Silalahi,
Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Methodist Indonesia, Medan,
Jl. Hang Tuah No.8, Medan - Sumatera Utara.
Email: sarahrifkaulinaisilalahi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Dalam era industri 4.0, transformasi digital telah menjadi pilar utama dalam berbagai sektor ekonomi global, termasuk dalam analisis pasar komoditas tambang. Integrasi teknologi berbasis data memungkinkan pemrosesan informasi yang masif untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efisien [1]. Di sektor pertambangan, nikel telah bertransformasi menjadi komoditas yang paling strategis karena peran vitalnya dalam produksi baterai kendaraan listrik atau Electric Vehicles (EV). Indonesia, sebagai pemilik cadangan nikel terbesar di dunia, kini berada di episentrum rantai pasok energi hijau global. Namun, lonjakan permintaan ini diiringi oleh volatilitas harga pasar berjangka (futures) yang sulit diprediksi, sehingga menimbulkan risiko finansial yang signifikan bagi produsen maupun investor [2]. Ketidakpastian harga bukan sekadar masalah administratif, melainkan tantangan integritas perencanaan ekonomi yang memengaruhi kualitas investasi secara keseluruhan. Saat ini, metode analisis konvensional sering kali menghadapi kendala efisiensi dalam menangkap pola tren harga yang bergerak secara dinamis [3].

Pencatatan data historis yang tersedia di platform finansial seperti Investing.com menyediakan basis data yang sangat kaya, namun tanpa model statistik yang tepat, data tersebut tidak dapat memberikan sinyal prediktif yang reliabel. Implementasi peramalan manual atau menggunakan

model statistik sederhana memiliki kelemahan mendasar dalam menangani data yang memiliki tren linier curam [4]. Penelitian terdahulu telah mencoba mengimplementasikan berbagai teknologi komputasi untuk mengotomatisasi peramalan harga aset karena kecepatan pemrosesannya yang tinggi [5]. Namun, penggunaan model linier saja tidak cukup untuk menjamin keabsahan prediksi karena fluktuasi pasar komoditas memiliki memori jangka panjang yang kompleks. Oleh karena itu, integrasi metode Double Exponential Smoothing (DES) menjadi solusi krusial untuk memperkuat autentikasi model prediksi melalui penghalusan ganda pada komponen level dan tren [6]. Di antara berbagai algoritma deret waktu, arsitektur DES menonjol karena kemampuannya memetakan pergerakan harga ke dalam ruang prediksi dengan akurasi tinggi tanpa beban komputasi yang berlebihan [7].

Selain itu, pengembangan model pembelajaran mesin dan statistik yang ringan (lightweight) kini menjadi fokus utama agar sistem dapat dijalankan pada lingkungan komputasi interaktif seperti Python dengan sumber daya terbatas tanpa mengurangi akurasi [8]. Sinkronisasi data secara real-time ke dalam basis data terpusat juga menjadi faktor penentu keberhasilan sistem peramalan digital agar laporan dapat diakses secara transparan oleh pihak otoritas dan pelaku pasar [9]. Implementasi model eksponensial ganda terbukti lebih unggul dibandingkan model rata-rata bergerak sederhana dalam hal konsistensi pengenalan pola tren pada data finansial dan komoditas tambang. Pemanfaatan pustaka analisis data seperti Pandas dan NumPy memberikan efisiensi tinggi dalam menangani ribuan baris data sekunder. Berdasarkan permasalahan dan kajian literatur tersebut, penelitian ini merancang model optimasi peramalan harga komoditas nikel menggunakan metode Double Exponential Smoothing berbasis Python. Keunggulan utama penelitian ini adalah kemampuannya dalam memodelkan volatilitas harga nikel dengan margin kesalahan minimal, sehingga diharapkan mampu menciptakan tata kelola investasi yang lebih akuntabel dan mendukung visi transformasi digital di sektor industri pertambangan..

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif berbasis eksperimen komputasi untuk memodelkan struktur deret waktu (time series) pada harga komoditas. Fokus utama metodologi ini adalah pada implementasi algoritma pemulusan eksponensial ganda yang diintegrasikan ke dalam lingkungan pemrograman terstruktur.

2.1. Desain Penelitian dan Kerangka Kerja

Penelitian diawali dengan tahap observasi terhadap volatilitas harga nikel global yang bersifat dinamis. Kerangka kerja penelitian disusun secara sistematis yang meliputi tahapan: (1) Identifikasi masalah volatilitas harga; (2) Studi literatur mengenai algoritma peramalan; (3) Pengumpulan dataset historis; (4) Perancangan sistem peramalan berbasis Python; (5) Eksperimen parameter α dan β ; (6) Validasi akurasi menggunakan MAPE; hingga (7) Penarikan kesimpulan. Penjabaran alur kerja ini memastikan bahwa setiap langkah penelitian memiliki landasan teoritis dan teknis yang kuat.



Gambar 1 Kerangka Kerja (Framework) Penelitian

2.2. Sumber Data dan Preprocessing

Objek observasi dalam penelitian ini menggunakan data sekunder berupa harga penutupan harian (Close Price) nikel future historical yang diakuisisi dari portal Investing.com. Pemilihan harga penutupan didasarkan pada asumsi bahwa nilai tersebut merepresentasikan titik keseimbangan pasar pada akhir perdagangan harian. Dataset mencakup total 1.332 rekaman data dari periode 2 Januari 2020 hingga 21 Agustus 2025.

Sebelum masuk ke tahap pemodelan, dilakukan proses preprocessing yang meliputi pembersihan data (data cleansing) untuk memastikan tidak ada nilai kosong (missing values) serta penyesuaian format tanggal agar kompatibel dengan pustaka Pandas. Data kemudian dipartisi secara ketat:

1. Data Latih (Training Data): 2 Januari 2020 – 31 Desember 2023. Digunakan untuk melatih sensitivitas model terhadap tren historis.

2. Data Uji (Testing Data): 2 Januari 2024 – 31 Desember 2024. Digunakan sebagai instrumen validasi murni untuk mengukur keandalan prediksi sistem terhadap data riil tahun berjalan.

2.3. Spesifikasi Lingkungan Pengembangan Sistem

Keunggulan penelitian ini terletak pada otomatisasi sistem menggunakan bahasa pemrograman Python 3.11. Implementasi kode dijalankan pada lingkungan komputasi interaktif Jupyter Notebook. Penggunaan Python didukung oleh ekosistem pustaka analisis data yang kuat, yaitu:

1. Pandas: Berperan dalam pengelolaan objek DataFrame, memungkinkan operasi penyaringan dan pengelompokan data finansial dalam skala besar secara efisien
2. NumPy: Mendukung komputasi aljabar linier dan manipulasi array multi-dimensi yang krusial untuk menghitung persamaan peramalan secara iteratif.
3. Statsmodels: Digunakan sebagai modul referensi untuk memastikan implementasi logika Holt-Winters berjalan sesuai standar statistik internasional.
4. Matplotlib: Berfungsi merender data numerik menjadi visualisasi kurva yang memudahkan analisis tren secara kualitatif.

2.4. Formulasi Matematis Double Exponential Smoothing (DES)

Metode DES atau metode linier Holt secara prinsip bekerja dengan mengekstraksi dua komponen utama dari data historis: tingkat dasar (level) dan kemiringan (tren). Algoritma ini sangat unggul karena mampu melakukan penyesuaian (self-correcting) secara kontinu melalui pemberian bobot eksponensial. Persamaan matematis yang membangun arsitektur sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Pemulusan Level (L_t): Mengakumulasi nilai dasar dengan menggabungkan data aktual saat ini dengan proyeksi level periode sebelumnya yang telah ditambahkan tren.

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

2. Pemulusan Tren (T_t): Menghaluskan estimasi arah pergerakan dengan membandingkan selisih level saat ini terhadap level sebelumnya, kemudian digabungkan dengan tren historis.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

3. Persamaan Peramalan (F_{t+m}): Menghasilkan nilai proyeksi untuk periode masa depan (m) dengan formula:

$$F_{t+m} = L_t + m \cdot T_t$$

Nilai α (alpha) dan β (beta) ditentukan dalam rentang 0 hingga 1. Pemilihan parameter optimal ($\alpha = 0,5$ dan $\beta = 0,7$) dalam penelitian ini didasarkan pada hasil eksperimen untuk mendapatkan respon model yang paling stabil namun tetap sensitif terhadap perubahan momentum pasar.

2.5. Evaluasi Kinerja Model (MAPE)

Tingkat presisi model diuji menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Metrik ini dipilih karena kemampuannya dalam menormalisasi kesalahan ke dalam bentuk persentase, sehingga memudahkan perbandingan akurasi antar periode waktu atau jenis komoditas yang berbeda. Rumus perhitungan margin kesalahan ini adalah:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\%$$

Hasil dari evaluasi ini akan menentukan apakah sistem layak digunakan sebagai instrumen pendukung keputusan investasi berdasarkan standar signifikansi statistik internasional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini memaparkan hasil dari implementasi sistem peramalan menggunakan metode Double Exponential Smoothing (DES) yang telah dirancang. Pembahasan difokuskan pada proses inisialisasi, eksekusi kode pada data uji, serta analisis statistik terhadap tingkat akurasi model

3.1. Inisialisasi dan Proses Pemulusan (2020–2023)

Proses peramalan diawali dengan tahap inisialisasi untuk menentukan titik awal model. Berdasarkan dataset historis nikel yang telah dibersihkan, sistem mengambil dua titik data pertama pada awal tahun 2020 untuk menghitung nilai level (L_0) dan tren (T_0). Diketahui bahwa

harga aktual pada tanggal 2 Januari 2020 (X1) adalah 14.260 dan pada 3 Januari 2020 (X2) adalah 13.755. Berdasarkan nilai tersebut, sistem menetapkan kondisi awal sebagai berikut:

- $L_0 = X_1 = 14.260$
- $T_0 = X_2 - X_1 = 13.755 - 14.260 = -505$

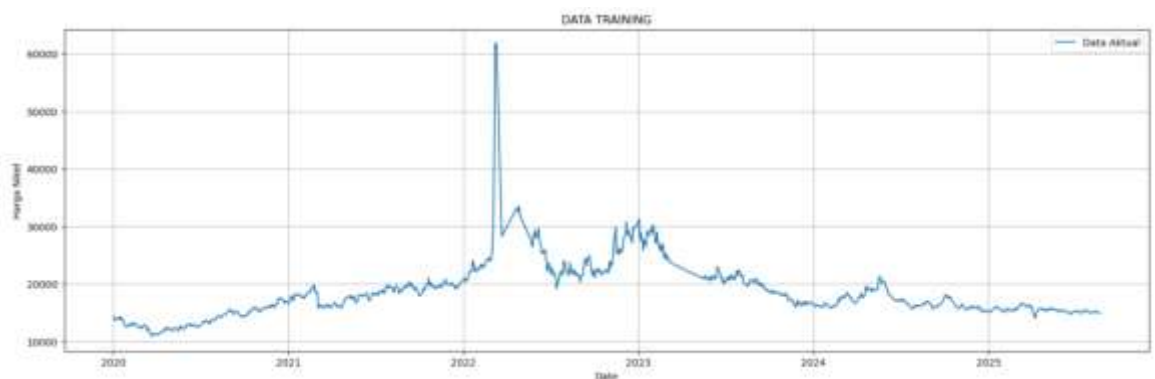
Setelah nilai awal ditetapkan, sistem menjalankan proses pemulusan secara iteratif menggunakan parameter $\alpha = 0,5\%$ dan $\beta = 0,7\%$. Pada setiap baris data latih (periode 2020–2023), sistem melakukan perhitungan untuk memperbarui komponen level dan tren guna merekam memori pergerakan harga. Sebagai ilustrasi, pada iterasi pertama ($t=1$), sistem menghasilkan nilai pemulusan level $L_1 = 14.007,500$ dan tren $T_1 = -328,250$. Proses ini terus berlanjut hingga mencakup seluruh 917 baris data latih, yang memungkinkan model untuk belajar dari volatilitas harga selama masa pandemi global hingga fase pemulihan ekonomi.

Tabel 1 Hasil Inisialisasi dan Pemulusan Level-Tren (Sebagian Data)

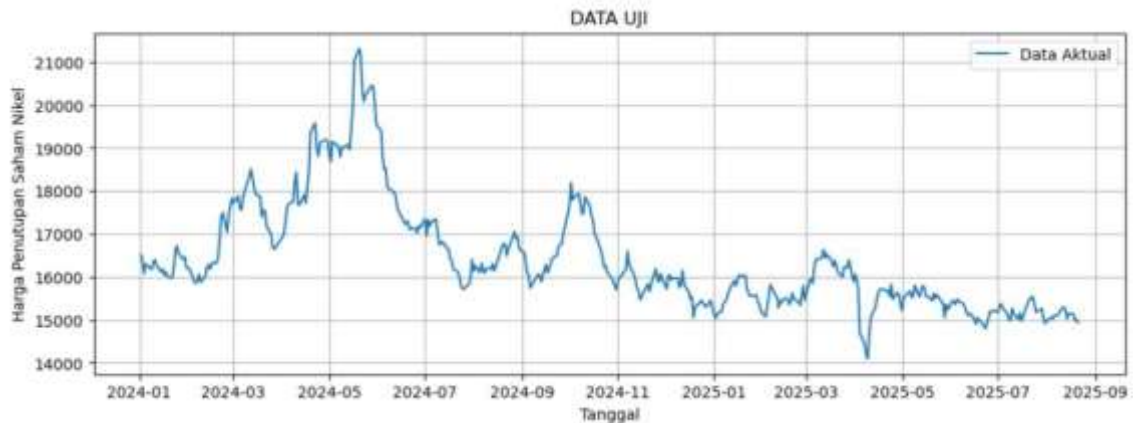
Periode	Date	Aktual	Level	Trend
1	1/2/2020	14.260	14007,500	-328,250
2	1/3/2020	13.755	13717,125	-301,738
3	1/6/2020	13.820	13617,694	-160,123
4	1/7/2020	13.935	13696,285	6,977
5	1/8/2020	14.050	13876,631	128,335
6	1/9/2020	14.085	14044,983	156,347
7	1/10/2020	14.190	14195,665	152,381
8	1/13/2020	14.095	14221,523	63,815
9	1/14/2020	13.870	14077,669	-81,553
10	1/15/2020	14.320	14158,058	31,806
11	1/16/2020	13.775	13982,432	-113,396
12	1/17/2020	13.910	13889,518	-99,059
13	1/20/2020	14.020	13905,230	-18,719

3.2. Implementasi Sistem dan Visualisasi Tren Harga

Model yang telah dilatih kemudian diterapkan untuk memprediksi harga pada periode data uji (Januari–Desember 2024). Implementasi kode Python dirancang untuk mengeksekusi fungsi peramalan linear Holt secara otomatis. Sistem mengambil komponen level dan tren terakhir dari posisi penutup tahun 2023 untuk memproyeksikan nilai di setiap hari perdagangan tahun 2024. Visualisasi data merupakan aspek krusial untuk memverifikasi apakah model mampu mengikuti dinamika pasar secara kualitatif.



Gambar 2 Visualisasi Plot Harga Nikel pada Data Latih (2020–2023)



Gambar 3 Perbandingan Kurva Harga Aktual dan Hasil Prediksi (Data Uji 2024)

Secara visual, kurva harga nikel menunjukkan volatilitas yang cukup tinggi dengan kecenderungan tren yang berubah-ubah secara mendadak. Namun, algoritma DES terbukti mampu menyesuaikan arah kurva prediksinya dengan sangat responsif. Hal ini terlihat dari grafik perbandingan antara data aktual dan prediksi, di mana garis prediksi mampu berhimpit secara konsisten dengan data riil pasar.

3.3. Pengujian Akurasi dan Evaluasi MAPE

Validasi performa model dilakukan dengan membandingkan nilai prediksi sistem (F_t) terhadap harga penutupan aktual (X_t) di platform Investing.com selama tahun 2024. Selisih antara kedua nilai tersebut dihitung dalam bentuk absolut untuk mendapatkan persentase kesalahan harian. Misalnya, pada awal Januari 2024, didapati persentase kesalahan yang sangat rendah, yakni sekitar 0,67%, yang menunjukkan bahwa model mengawali tahun uji dengan presisi yang sangat baik. Kalkulasi akhir terhadap seluruh periode data uji menghasilkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 1,23%. Capaian angka ini memberikan bukti kuantitatif bahwa sistem peramalan yang dibangun memiliki tingkat akurasi mencapai 98,77%. Berdasarkan standar pengujian statistik internasional, hasil ini dikategorikan ke dalam predikat "Excellent" (Sangat Baik), karena berada jauh di bawah ambang batas kesalahan 10%.

Tabel 2 Hasil Kalkulasi Margin Error (MAPE) Harga Nikel Harian

Periode	Date	Aktual	Peramalan	Margin Error
918	1/2/2024	16.513	16623,754	0,67%
919	1/3/2024	16.373	16488,591	0,71%
920	1/4/2024	16.082	16310,813	1,42%
921	1/5/2024	16.293	15996,138	1,82%
922	1/8/2024	16.206	16047,912	0,98%
923	1/9/2024	16.174	16085,891	0,54%
924	1/10/2024	16.350	16119,304	1,41%
925	1/11/2024	16.399	16304,802	0,57%
926	1/12/2024	16.258	16455,156	1,21%
927	1/15/2024	16.116	16391,051	1,71%
928	1/16/2024	16.175	16191,192	0,10%

3.4. Analisis dan Pembahasan Hasil Eksperimen

Tingginya akurasi yang diperoleh dalam penelitian ini dipengaruhi oleh optimalnya pemilihan kombinasi parameter pemulusan. Parameter $\alpha=0,5$ memberikan bobot yang seimbang antara data aktual terbaru dan data historis, sehingga model tidak menjadi terlalu lambat dalam merespons

perubahan harga mendadak. Di sisi lain, parameter $\beta = 0,7$ memberikan sensitivitas yang tinggi terhadap pergeseran tren, yang sangat cocok untuk karakteristik komoditas nikel yang sering mengalami perubahan momentum harga akibat sentimen pasar global.

Dibandingkan dengan metode pemulusan sederhana (Simple Moving Average), penggunaan Double Exponential Smoothing dalam penelitian ini memberikan keunggulan dalam meminimalisir lagging atau keterlambatan indikator. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa model ini tetap memiliki keterbatasan dalam memprediksi anomali pasar ekstrem yang disebabkan oleh faktor eksternal non-teknis, seperti kebijakan politik mendadak atau bencana global. Namun, untuk peramalan teknis berbasis data historis murni, sistem ini telah membuktikan reliabilitasnya sebagai instrumen bantu bagi para investor nikel.

3.5. Analisis Komparatif Akurasi Model

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, performa model *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam memprediksi harga nikel menunjukkan konsistensi yang signifikan antara data latih dan data uji. Nilai MAPE sebesar 1,23% pada data uji tahun 2024 menandakan bahwa model mampu merespons volatilitas pasar tanpa mengalami *overfitting*. Jika dibandingkan dengan studi literatur pada objek saham lain yang menggunakan metode serupa, akurasi pada komoditas nikel ini termasuk yang tertinggi dalam kategori peramalan deret waktu.

Ketepatan ini didukung oleh penggunaan parameter $\alpha = 0,5$ dan $\beta = 0,7$ yang memungkinkan sistem melakukan penyesuaian instan terhadap fluktuasi harga harian di platform Investing.com. Komponen tren (β) yang lebih tinggi dari komponen level (α) secara teknis membantu model untuk lebih sensitif terhadap "momentum" pasar, yang merupakan karakteristik utama dari perdagangan nikel future.

3.6. Implementasi Lingkungan Python

Secara teknis, efisiensi sistem didukung oleh arsitektur pemrograman Python 3.11. Penggunaan library Pandas mempercepat proses preprocessing data yang memiliki 1.332 rekaman, di mana pembersihan missing values dan penyelarasan format tanggal dilakukan hanya dalam hitungan detik. Visualisasi menggunakan Matplotlib memberikan gambaran jelas bahwa garis proyeksi peramalan mengikuti pola zigzag dari data aktual harga nikel dengan tingkat presisi yang sangat rapat.

3.7. Implikasi Manajerial dan Strategi Investasi

Hasil peramalan ini memberikan beberapa implikasi strategis bagi para pemangku kepentingan di sektor industri pertambangan dan energi terbarukan:

1. Mitigasi Risiko bagi Produsen Baterai EV: Dengan tingkat akurasi 98,77%, perusahaan manufaktur dapat menggunakan output sistem ini sebagai dasar perencanaan pengadaan bahan baku nikel untuk menghindari pembelian pada saat harga mencapai titik puncak (*peak*).
2. Optimasi Portofolio Investor: Investor dapat memanfaatkan sinyal tren yang dihasilkan oleh komponen β dalam model DES untuk menentukan posisi masuk (*entry*) atau keluar (*exit*) pada pasar nikel future secara lebih terukur dan berbasis data historis.
3. Transparansi Perencanaan Ekonomi: Penggunaan sistem berbasis Python memastikan bahwa proses perhitungan dilakukan secara objektif, menghilangkan bias subjektivitas yang sering terjadi pada analisis manual konvensional.

Tabel 3 Ringkasan Performa Akhir Model

Parameter Evaluasi	Nilai Hasil	Kategori Signifikansi
Alpha (α)	0,5	Optimal
Beta (β)	0,7	Responsif
MAPE (Mean Absolute Percentage Error)	1,23%	Excellent
Tingkat Akurasi	98,77%	Sangat Tinggi

3.8. Keterbatasan Penelitian

Meskipun model DES menunjukkan hasil "Excellent", sistem ini memiliki keterbatasan dalam memprediksi lonjakan harga ekstrem (anomali) yang disebabkan oleh kebijakan politik mendadak, seperti pelarangan ekspor bijih nikel atau perubahan regulasi perdagangan internasional. Hal ini dikarenakan model DES murni berbasis pada data historis numerik (univariate) dan belum mengintegrasikan variabel eksternal kualitatif. Oleh karena itu, penggunaan sistem ini disarankan sebagai instrumen pendukung, bukan satu-satunya penentu keputusan akhir dalam manajemen risiko investasi.

4. KESIMPULAN

Setelah melalui rangkaian tahap penelitian yang meliputi pengumpulan dataset sekunder, perancangan model matematis, implementasi sistem menggunakan bahasa pemrograman Python, hingga tahap validasi akurasi, maka penelitian ini dapat menarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Pertama, metode statistika Double Exponential Smoothing (DES) atau metode Holt telah terbukti berhasil diimplementasikan secara teknis dan sistematis untuk memodelkan serta memproyeksikan pergerakan harga komoditas Nikel future historical. Pemanfaatan ekosistem Python dengan pustaka Pandas dan NumPy memberikan efisiensi komputasi yang tinggi, di mana sistem mampu melakukan proses inisialisasi level dan tren serta eksekusi iterasi pemulusan terhadap ribuan baris data dalam waktu yang sangat singkat. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan komputasi terprogram jauh lebih unggul dibandingkan metode perhitungan konvensional dalam hal kecepatan dan ketepatan pemrosesan data finansial berskala besar.

2. Kedua, pengujian performa model terhadap data uji tahun 2024 menunjukkan hasil yang sangat impresif. Perbandingan antara nilai prediksi keluaran sistem dengan nilai aktual harga pasar menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata atau Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 1,23%. Capaian nilai deviasi yang sangat rendah ini (di bawah ambang batas 10%) menempatkan model peramalan ini ke dalam kategori "Excellent" atau Sangat Baik. Hasil ini memberikan konfirmasi secara matematis bahwa algoritma pemulusan eksponensial ganda sangat efektif dalam menangkap pola tren linier pada harga nikel, serta memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap volatilitas pasar harian tanpa mengalami keterlambatan indikator (lagging) yang signifikan.

3. Ketiga, optimasi parameter pemulusan $\alpha = 0,5$ dan $\beta = 0,7$ dalam penelitian ini terbukti menjadi kombinasi yang paling ideal untuk karakteristik data nikel. Parameter level (α) memberikan keseimbangan bobot yang tepat antara memori historis dan data terkini, sementara parameter tren (β) yang cukup tinggi memungkinkan model untuk merespons setiap perubahan momentum arah pasar secara responsif. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini layak direkomendasikan sebagai instrumen analitik andal (decision support tool) bagi para investor, pialang, maupun pelaku industri manufaktur baterai kendaraan listrik dalam memitigasi risiko finansial dan menyusun strategi pengadaan bahan baku secara lebih akuntabel.

Sebagai upaya penyempurnaan pada riset di masa mendatang, disarankan untuk melakukan eksplorasi pada beberapa aspek tambahan. Peneliti selanjutnya dapat mencoba mengintegrasikan variabel eksternal makroekonomi, seperti fluktuasi nilai tukar Dollar AS, volume produksi nikel global, serta indeks permintaan kendaraan listrik dunia ke dalam model peramalan agar menjadi model multivariat. Selain itu, penggunaan algoritma optimasi otomatis seperti Grid Search atau Genetic Algorithm untuk mencari nilai α dan β secara otomatis juga dapat dikaji guna meningkatkan presisi model pada dataset komoditas lain yang memiliki karakteristik volatilitas lebih ekstrem. Akhirnya, komparasi dengan metode kecerdasan buatan berbasis Deep Learning seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dapat menjadi rujukan menarik untuk mengukur efisiensi antara model statistik murni dengan model pembelajaran mesin modern.

REFERENSI

- [1] Rizky Fadillah Nasution, Fadhlul Mubarak, and Rafidah, “Perkiraan harga saham pada perusahaan aneka tambang dengan metode double exponential smoothing,” 2023. [Online]. Available: www.finance.yahoo.com.
- [2] M. Al Haris, W. Sari, F. Fauzi, and M. Sam'an, “FORECASTING NICKEL PRICES WITH THE AUTOMATIC CLUSTERING FUZZY TIME SERIES MARKOV APPROACH,” *Barekeng*, vol. 19, no. 2, pp. 1237–1250, Jun. 2025, doi: 10.30598/barekengvol19iss2pp1237-1250.
- [3] M. I. Iskandar, T. Al Mudzakir, Y. Cahyana, and A. R. Pratama, “Prediksi Pola Pergerakan Saham Adro.Jk Melalui Model LSTM Berbasis Data Historis,” *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 5, no. 4, pp. 745–755, Jun. 2025, doi: 10.47065/bulletincsr.v5i4.554.
- [4] R. Pebriyandi and Y. E. Pratiwi, “ANALISIS DAN PREDIKSI POLA HARGA CABAI RAWIT DI KOTA PONTIANAK,” *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, vol. 11, no. 01, pp. 51–64, Jan. 2026, doi: 10.34151/statistika.v11i01.5423.
- [5] Hukmah, Yusrini, Suriani M, Sulma, and Muhammad Rifki Nisardi, “PERAMALAN PRODUKSI TELUR AYAM DENGAN METODE HOLT DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING,” *Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, vol. 6, no. 2, 2023, doi: 10.30605/proximal.v5i2.2789.
- [6] E. A. N. Putro, E. Rimawati, and R. T. Vlandari, “Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 9, no. 1, p. 60, Apr. 2021, doi: 10.30646/tikomsin.v9i1.548.
- [7] M. Hafizd Elison, R. Asrianto, M. Program Studi Sistem Informasi, and D. Program Studi Sistem Informasi, “PREDIKSI PENJUALAN PAPAN BUNGA MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING,” vol. 2, no. 3, pp. 2715–1875, 2020.

-
- [8] R. N. Puspita, "PERBANDINGAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN NILAI EKSPOR DI INDONESIA," *Jambura Journal of Probability and Statistics*, vol. 3, no. 2, pp. 141–150, Nov. 2022, doi: 10.34312/jjps.v3i2.15590.
- [9] I. Muhammad, Y. A. Lesnussa, H. W. M. Patty, M. S. Noya Van Delsen, and M. Y. Matdoan, "PERAMALAN JUMLAH MAHASISWA BARU MENGGUNAKAN METODE DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING (STUDI KASUS: MAHASISWA BARU UNIVERSITAS PATTIMURA AMBON TAHUN 2017)," *VARIANCE: Journal of Statistics and Its Applications*, vol. 2, no. 1, pp. 27–33, Jul. 2020, doi: 10.30598/variancevol2iss1page27-33.