

KOMPARASI PERGERAKAN HARGA NIKEL DENGAN METODE DOUBLE EXSPONENSIAL SMOOTHING, TREND KUADRATIK, DAN TREND EKSPONENSIAL

Nuaf Dicky Bachtiar¹, Pangki Suseno²

^{1, 2}Universitas Bhinneka PGRI, Jl. Mayor Sujadi No.7, Tulungagung, Jawa Timur, Indonesia
Email: nuafdicky@gmail.com

Article History

Received: 28-07-2026

Revision: 19-08-2026

Accepted: 26-08-2026

Published: 31-08-2026

Abstract. Nickel is a crucial mineral commodity in the manufacturing industry and the global energy transition, particularly as a raw material for electric vehicles. The volatility of nickel prices creates a need for forecasting methods capable of generating accurate price estimates. This study aims to analyze and compare the accuracy of three time-series forecasting methods—Double Exponential Smoothing (DES), Quadratic Trend, and Exponential Trend—in projecting nickel prices. The research uses a quantitative approach with 30 observations of monthly nickel price data for the period January 2022 to June 2024 obtained from the public, namely Investing.com and related publications. The accuracy of each method was evaluated using Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results indicate that the Double Exponential Smoothing method achieved the highest accuracy, with a MAPE of 8.45%, whereas the Quadratic Trend and Exponential Trend methods yielded MAPE values of 11.47% and 11.89%, respectively. Based on the best-performing method, the projected nickel price for July 2024 is 20,423.40 USD/dmt. This study contributes an empirical comparison of the effectiveness of these three forecasting methods regarding fluctuating monthly nickel price data and provides a basis for selecting more accurate forecasting methods to support planning and decision-making related to nickel prices.

Keywords: Nickel Price; Double Exponential Smoothing; Quadratic Trend; Exponential Trend; Forecasting.

Abstrak. Nikel merupakan komoditas mineral krusial dalam industri manufaktur dan transisi energi global, terutama sebagai bahan baku kendaraan listrik. Pergerakan harga nikel yang fluktuatif menyebabkan kebutuhan akan metode peramalan yang mampu menghasilkan estimasi harga secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat akurasi tiga metode peramalan deret waktu (*time series*), yaitu *Double Exponential Smoothing* (DES), Trend Kuadratik, dan Trend Eksponensial dalam memproyeksikan harga nikel. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan 30 observasi data harga nikel bulanan periode Januari 2022 hingga Juni 2024 yang diperoleh dari publik, yaitu Investing.com dan publikasi terkait. Akurasi masing-masing metode dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Double Exponential Smoothing* memiliki tingkat akurasi terbaik dengan nilai MAPE sebesar 8,45%, sedangkan Trend Kuadratik dan Trend Eksponensial menghasilkan MAPE masing-masing sebesar 11,47% dan 11,89%. Berdasarkan metode terbaik tersebut, harga nikel pada Juli 2024 diproyeksikan sebesar 20.423,40 USD/dmt. Penelitian ini berkontribusi dalam memberikan perbandingan empiris efektivitas tiga metode peramalan pada data harga nikel bulanan yang berfluktuasi serta menyediakan dasar pemilihan metode peramalan yang lebih akurat untuk mendukung perencanaan dan pengambilan keputusan terkait harga nikel.

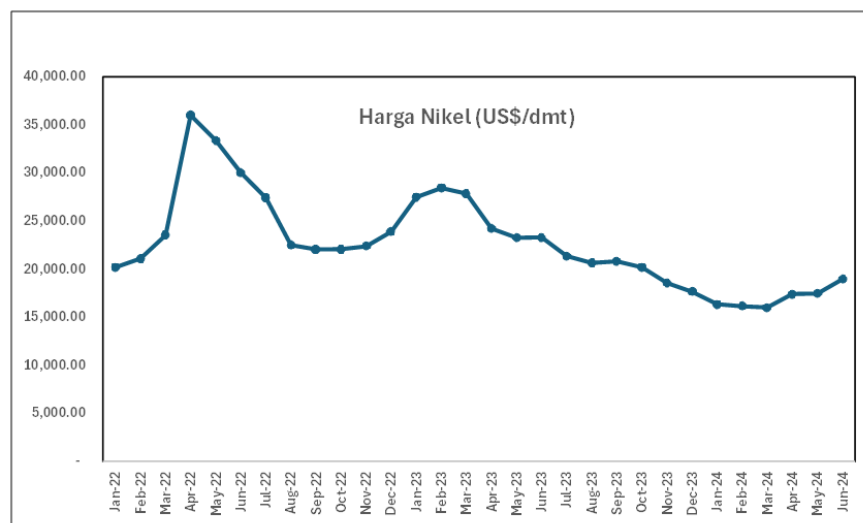
Kata Kunci: Harga Nikel; *Double Exponential Smoothing*; Trend Kuadratik; Trend Eksponensial; Peramalan

How to Cite: Bachtiar, N. D & Suseno, P. (2026). Komparasi Pergerakan Harga Nikel dengan Metode *Double Exponential Smoothing*, *Trend Kuadratik*, dan *Trend Eksponensial*. *HORIZON: Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 4 (4), 5870-5881. <http://doi.org/10.54373/hijm.v4i4.7257>

PENDAHULUAN

Nikel merupakan salah satu komoditas mineral strategis dalam industri global karena digunakan dalam berbagai sektor, termasuk industri baja tahan karat, pelapisan logam, paduan logam, serta baterai kendaraan listrik. Peningkatan kebutuhan kendaraan listrik dalam agenda transisi energi global turut mendorong permintaan terhadap nikel. Indonesia memiliki posisi penting dalam industri nikel global karena termasuk negara produsen utama sekaligus memiliki cadangan nikel yang besar. Sumber daya nikel Indonesia didominasi oleh bijih nikel laterit, yang mendorong pemerintah mengembangkan kebijakan hilirisasi melalui pembangunan industri pengolahan dan pemurnian di dalam negeri. Kebijakan tersebut diarahkan untuk meningkatkan nilai tambah komoditas dan memperkuat peran Indonesia dalam rantai pasok industri nikel global.

Meskipun memiliki posisi strategis, industri nikel menghadapi tantangan berupa fluktuasi harga yang dipengaruhi oleh perubahan permintaan dan penawaran global, kondisi geopolitik, perkembangan industri kendaraan listrik, serta kebijakan perdagangan dan hilirisasi. Perubahan harga yang cukup tajam dapat menciptakan ketidakpastian bagi pelaku industri dalam menyusun perencanaan produksi, investasi, dan pengelolaan risiko. Oleh karena itu, kemampuan memperkirakan pergerakan harga nikel menjadi penting sebagai salah satu dasar dalam pengambilan keputusan ekonomi dan bisnis. Pergerakan harga nikel selama periode penelitian menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar. Kondisi tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pergerakan harga nikel

Berdasarkan Gambar 1, harga nikel mengalami kenaikan pada awal periode penelitian, dari sekitar US\$20.189,75/dmt pada Januari 2022 hingga mencapai sekitar US\$33.995,30/dmt pada April 2022. Setelah mencapai tingkat harga tersebut, harga nikel mengalami penurunan

hingga September 2022 dan selanjutnya bergerak secara fluktuatif. Selama 30 observasi bulanan pada Januari 2022 hingga Juni 2024, harga nikel memiliki rata-rata sebesar US\$22.697,60/dmt, dengan harga terendah sebesar US\$16.021,67/dmt dan harga tertinggi sebesar US\$35.995,65/dmt. Fluktuasi tersebut menunjukkan adanya ketidakstabilan harga yang perlu dipertimbangkan dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan pada industri yang menggunakan nikel sebagai bahan baku.

Peramalan harga menjadi salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengantisipasi ketidakpastian tersebut. Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan berbagai metode peramalan pada komoditas dan objek yang berbeda. Putri et al. (2025) menggunakan regresi linear sederhana dan *Single Exponential Smoothing* untuk mengestimasi produksi nikel. Carista et al. (2025) menggunakan ARIMA, *Support Vector Regression* (SVR), dan *Hybrid-SVR* untuk memprediksi harga nikel. Sementara itu, Rasyid et al. (2025) menerapkan *Triple Exponential Smoothing* untuk meramalkan harga emas. Penelitian mengenai *Double Exponential Smoothing* juga telah diterapkan pada produksi batubara (Masa et al., 2024), harga palladium (Selasakmida et al., 2021), dan harga emas (Syahputra, 2020). Adapun metode *Trend Kuadratik* telah digunakan untuk meramalkan volume ekspor melon (Apriyanti & Setiadi, 2021), produksi kopi (Wijaya et al., 2022), dan volume curah hujan (Dwiyanto et al., 2024).

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, terdapat *research gap* berupa keterbatasan penelitian yang secara khusus membandingkan kemampuan beberapa metode peramalan dalam memprediksi harga nikel bulanan. Penelitian mengenai nikel sebelumnya lebih banyak berfokus pada estimasi produksi atau menggunakan pendekatan tertentu untuk memprediksi harga, sedangkan perbandingan *Double Exponential Smoothing*, *Trend Kuadratik*, dan *Trend Eksponensial* pada data harga nikel bulanan belum banyak dikaji. Kebaruan penelitian ini terletak pada perbandingan empiris ketiga metode tersebut pada data harga nikel bulanan periode Januari 2022 hingga Juni 2024 dengan menggunakan MAD, MSE, dan MAPE untuk menentukan metode yang menghasilkan akurasi peramalan terbaik. Hasil perbandingan tersebut diharapkan dapat memberikan dasar yang lebih objektif dalam memilih metode peramalan yang sesuai untuk memproyeksikan harga nikel.

Salah satu metode yang digunakan adalah *Double Exponential Smoothing* (DES) atau metode Holt. Metode ini merupakan pengembangan *Single Exponential Smoothing* yang mempertimbangkan dua komponen, yaitu *level* dan *trend*, sehingga dapat digunakan untuk meramalkan data deret waktu yang memiliki kecenderungan tren (Andini et al., 2024). Selain DES, metode *Trend Kuadratik* dan *Trend Eksponensial* digunakan sebagai metode pembanding

untuk mengetahui apakah pola perubahan harga nikel lebih baik direpresentasikan melalui pendekatan pemulusan eksponensial atau model tren. Perbandingan ketiga metode tersebut menjadi penting karena karakteristik data harga nikel yang berfluktuasi memungkinkan setiap metode menghasilkan tingkat akurasi yang berbeda. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat akurasi metode *Double Exponential Smoothing*, *Trend Kuadratik*, dan *Trend Eksponensial* dalam meramalkan harga nikel bulanan periode Januari 2022 hingga Juni 2024 berdasarkan nilai MAD, MSE, dan MAPE, serta menentukan metode yang paling akurat untuk memproyeksikan harga nikel pada periode berikutnya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi empiris mengenai metode peramalan yang paling sesuai sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan harga nikel.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis deret waktu (*time series*). Penelitian bertujuan membandingkan tingkat akurasi tiga metode peramalan, yaitu *Double Exponential Smoothing* (DES), *Trend Kuadratik*, dan *Trend Eksponensial*, dalam memprediksi harga nikel global. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian memanfaatkan data historis berbentuk numerik untuk membangun dan mengevaluasi model peramalan secara objektif. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa 30 observasi harga nikel global bulanan periode Januari 2022 sampai dengan Juni 2024. Data diperoleh dari sumber publik, yaitu Investing.com dan publikasi terkait. Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi. Seluruh data Januari 2022–Juni 2024 digunakan sebagai data historis untuk membentuk dan mengestimasi masing-masing model peramalan. Selanjutnya, model dengan tingkat akurasi terbaik digunakan untuk menghasilkan ramalan satu periode ke depan, yaitu harga nikel bulan Juli 2024.

Tahapan penelitian meliputi identifikasi permasalahan, studi literatur, pengumpulan data, analisis deskriptif, penerapan metode peramalan, dan evaluasi akurasi model. Pada metode *Double Exponential Smoothing*, parameter *smoothing* alpha (α) dioptimalkan untuk memperoleh model dengan tingkat kesalahan terkecil. Metode *Trend Kuadratik* dan *Trend Eksponensial* dibentuk berdasarkan pola hubungan antara waktu dan harga nikel pada 30 periode pengamatan. Akurasi ketiga metode dibandingkan menggunakan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai kesalahan peramalan yang paling rendah. Setelah model terbaik diperoleh, model tersebut digunakan untuk memproyeksikan harga nikel

pada Juli 2024, dengan menjadikan data Januari 2022–Juni 2024 sebagai dasar estimasi parameter dan pola tren. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

HASIL

Hasil Analisis Peramalan

Metode Double Exponential Smoothing

Metode Double Exponential Smoothing (Pendekatan Brown) memuluskan data yang memiliki unsur tren linier melalui parameter pembobot *Alpha* (α). Melalui proses iterasi dan optimasi, tingkat kesalahan minimum diperoleh dengan menggunakan parameter $\alpha = 0,99$. Berikut adalah penjabaran lengkap hasil perhitungannya untuk 30

Tabel 1. Data perhitungan peramalan *double exponential smoothing* ($\alpha = 0,99$)

(t)	(Yt)	1 (St')	2 (St'')	(at)	(bt)	(Ft)	Error	%
1	20.189,75	20.189,75	20.189,75	20.189,75	0,00	20.189,75	0,00	0,00%
2	21.113,75	21.104,51	21.095,36	21.113,66	905,61	20.189,75	924,00	4,38%
3	23.537,00	23.512,68	23.488,50	23.536,85	2.393,14	22.019,27	1.517,73	6,45%
4	35.995,30	35.870,47	35.746,65	35.994,29	12.258,15	25.929,99	10.065,31	27,96%
5	33.415,75	33.440,30	33.463,36	33.417,23	-2.283,29	48.252,45	14.836,70	44,40%
6	30.048,81	30.082,72	30.116,53	30.048,92	-3.346,83	31.133,94	1.085,13	3,61%
7	27.414,47	27.441,15	27.467,91	27.414,40	-2.648,62	26.702,09	712,38	2,60%
8	22.504,77	22.554,13	22.603,27	22.505,00	-4.864,63	24.765,77	2.261,00	10,05%
9	22.059,13	22.064,08	22.069,47	22.058,69	-533,80	17.640,36	4.418,77	20,03%
10	22.081,25	22.081,08	22.080,96	22.081,19	11,49	21.524,89	556,36	2,52%
11	22.374,77	22.371,83	22.368,92	22.374,74	287,96	22.092,68	282,09	1,26%
12	23.907,75	23.892,39	23.877,16	23.907,63	1.508,23	22.662,70	1.245,05	5,21%
13	27.482,62	27.446,72	27.411,02	27.482,41	3.533,87	25.415,86	2.066,76	7,52%
14	28.444,50	28.434,52	28.424,29	28.444,76	1.013,27	31.016,28	2.571,78	9,04%
15	27.860,00	27.865,75	27.871,33	27.860,16	-552,96	29.458,02	1.598,02	5,74%
16	24.227,00	24.263,39	24.299,47	24.227,31	-3.571,86	27.307,20	3.080,20	12,71%
17	23.278,57	23.288,42	23.298,53	23.278,31	-1.000,94	20.655,44	2.623,13	11,27%
18	23.317,00	23.316,71	23.316,53	23.316,90	18,00	22.277,37	1.039,63	4,46%
19	21.376,75	21.396,15	21.415,35	21.376,95	-1.901,18	23.334,90	1.958,15	9,16%
20	20.663,86	20.671,18	20.678,62	20.663,74	-736,73	19.475,77	1.188,09	5,75%
21	20.827,73	20.826,16	20.824,69	20.827,64	146,06	19.927,01	900,72	4,32%
22	20.190,00	20.196,36	20.202,64	20.190,08	-622,04	20.973,70	783,70	3,88%
23	18.563,64	18.579,97	18.596,19	18.563,74	-1.606,45	19.568,03	1.004,39	5,41%
24	17.653,33	17.662,60	17.671,93	17.653,26	-924,26	16.957,29	696,04	3,94%
25	16.368,86	16.381,80	16.394,70	16.368,90	-1.277,23	16.729,00	360,14	2,20%
26	16.151,00	16.153,31	16.155,72	16.150,89	-238,98	15.091,66	1.059,34	6,56%
27	16.021,67	16.022,99	16.024,31	16.021,66	-131,41	15.911,92	109,75	0,69%
28	17.424,52	17.410,50	17.396,64	17.424,37	1.372,33	15.890,25	1.534,27	8,81%
29	17.472,38	17.471,76	17.471,01	17.472,51	74,37	18.796,70	1.324,32	7,58%
30	18.962,11	18.947,21	18.932,44	18.961,97	1.461,43	17.546,88	1.415,23	7,46%
Rata-rata							2.179,94	8,45%

Dari Tabel 1 di atas, peramalan menggunakan *Double Exponential Smoothing* menghasilkan tingkat *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 2.179,94; *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 13.768.448,99; dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 8,45%.

Metode Trend Kuadrat

Model ini digunakan untuk memodelkan pola data historis harga nikel yang diindikasikan tidak bergerak secara linier lurus, melainkan membentuk kelengkungan kurva. Persamaan yang dibentuk mengikuti fungsi parabola $Y = a + bt + ct^2$. Berikut adalah penjabaran parameternya secara menyeluruh:

Tabel 2. Data perhitungan peramalan *trend kuadrat*

Periode (t)	Aktual (Y)	t ²	t ³	t ⁴	t·Y	t ² ·Y	Prediksi (Ft)
1	20.189,75	1	1	1	20.189,75	20.189,75	25.885,52
2	21.113,75	4	8	16	42.227,50	84.455,00	25.984,49
3	23.537,00	9	27	81	70.611,00	211.833,00	26.049,30
4	35.995,30	16	64	256	143.981,20	575.924,80	26.079,95
5	33.415,75	25	125	625	167.078,75	835.393,75	26.076,44
6	30.048,81	36	216	1296	180.292,86	1.081.757,16	26.038,78
7	27.414,47	49	343	2401	191.901,29	1.343.309,03	25.966,95
8	22.504,77	64	512	4096	180.038,16	1.440.305,28	25.860,96
9	22.059,13	81	729	6561	198.532,17	1.786.789,53	25.720,81
10	22.081,25	100	1000	10000	220.812,50	2.208.125,00	25.546,50
11	22.374,77	121	1331	14641	246.122,47	2.707.347,17	25.338,03
12	23.907,75	144	1728	20736	286.893,00	3.442.716,00	25.095,40
13	27.482,62	169	2197	28561	357.274,06	4.644.562,78	24.818,61
14	28.444,50	196	2744	38416	398.223,00	5.575.122,00	24.507,66
15	27.860,00	225	3375	50625	417.900,00	6.268.500,00	24.162,55
16	24.227,00	256	4096	65536	387.632,00	6.202.112,00	23.783,28
17	23.278,57	289	4913	83521	395.735,69	6.727.506,73	23.369,85
18	23.317,00	324	5832	104976	419.706,00	7.554.708,00	22.922,26
19	21.376,75	361	6859	130321	406.158,25	7.717.006,75	22.440,51
20	20.663,86	400	8000	160000	413.277,20	8.265.544,00	21.924,60
21	20.827,73	441	9261	194481	437.382,33	9.185.028,93	21.374,53
22	20.190,00	484	10648	234256	444.180,00	9.771.960,00	20.790,29
23	18.563,64	529	12167	279841	426.963,72	9.820.165,56	20.171,90
24	17.653,33	576	13824	331776	423.679,92	10.168.318,08	19.519,35
25	16.368,86	625	15625	390625	409.221,50	10.230.537,50	18.832,64
26	16.151,00	676	17576	456976	419.926,00	10.918.076,00	18.111,76
27	16.021,67	729	19683	531441	432.585,09	11.679.797,43	17.356,73
28	17.424,52	784	21952	614656	487.886,56	13.660.823,68	16.567,54
29	17.472,38	841	24389	707281	506.699,02	14.694.271,58	15.744,19
30	18.962,11	900	27000	810000	568.863,30	17.065.899,00	14.886,67
Total	680.928,04	9455	216225	5273999	9.701.974,29	185.888.085,49	

Berdasarkan analisis hasil dari tabel di atas, peramalan menggunakan Trend Kuadratik menghasilkan tingkat Mean Absolute Deviation (MAD) sebesar 2.700,64; Mean Squared Error (MSE) sebesar 11.926.938,91; dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 11,47%.

Metode Trend Eksponensial

Metode Trend Eksponensial bekerja atas dasar asumsi laju rasio persentase yang konstan seiring waktu, lalu ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural ($\ln Y = a + bt$) agar parameternya dapat diestimasi.

Tabel 3. Data perhitungan peramalan trend eksponensial

Periode (t)	Aktual (Y)	t ²	lnY	t·lnY	Prediksi (Ft)
1	20.189,75	1	99,129	99,129	28.295,93
2	21.113,75	4	99,577	199,154	27.827,10
3	23.537,00	9	100,663	301,990	27.366,04
4	35.995,30	16	104,911	419,646	26.912,61
5	33.415,75	25	104,168	520,839	26.466,70
6	30.048,81	36	103,106	618,635	26.028,18
7	27.414,47	49	102,188	715,318	25.596,92
8	22.504,77	64	100,215	801,719	25.172,81
9	22.059,13	81	100,015	900,133	24.755,73
10	22.081,25	100	100,025	1,000,248	24.345,56
11	22.374,77	121	100,157	1,101,726	23.942,18
12	23.907,75	144	100,820	1,209,835	23.545,49
13	27.482,62	169	102,213	1,328,770	23.155,37
14	28.444,50	196	102,557	1,435,799	22.771,71
15	27.860,00	225	102,349	1,535,242	22.394,41
16	24.227,00	256	100,952	1,615,236	22.023,36
17	23.278,57	289	100,553	1,709,399	21.658,46
18	23.317,00	324	100,569	1,810,249	21.299,60
19	21.376,75	361	99,701	1,894,311	20.946,70
20	20.663,86	400	99,361	1,987,228	20.599,63
21	20.827,73	441	99,440	2,088,249	20.258,32
22	20.190,00	484	99,129	2,180,847	19.922,67
23	18.563,64	529	98,290	2,260,661	19.592,57
24	17.653,33	576	97,787	2,346,883	19.267,95
25	16.368,86	625	97,031	2,425,784	18.948,70
26	16.151,00	676	96,897	2,519,332	18.634,74
27	16.021,67	729	96,817	2,614,058	18.325,99
28	17.424,52	784	97,656	2,734,377	18.022,35
29	17.472,38	841	97,684	2,832,829	17.723,74
30	18.962,11	900	98,502	2,955,059	17.430,08
Total	680.928,04	9455	3,002,464	46,162,686	

Berdasarkan analisis hasil peramalan pada tabel di atas, *Trend Eksponensial* menghasilkan tingkat *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 2.836,92; *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 13.842.694,90; dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 11,89%.

Evaluasi Tingkat Akurasi

Tujuan utama dalam merancang sebuah sistem prediksi adalah untuk meminimalkan deviasi (simpangan kesalahan) antara estimasi teoritis dan realitas empiris di lapangan. Tingkat akurasi dari keseluruhan model peramalan *Double Exponential Smoothing* (DES), *Trend Kuadratik*, dan *Trend Eksponensial* dievaluasi secara statistik. Hasil perbandingan nilai error menggunakan metrik *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dirangkum pada Tabel 4. berikut:

Tabel 4. Komparasi akurasi metode peramalan

Metode Peramalan	MAD (US\$)	MSE	MAPE (%)
Double Exponential Smoothing	2.179,94	13.768.448,99	8,45%
Trend Kuadratik	2.700,64	11.926.938,91	11,47%
Trend Eksponensial	2.836,92	13.842.694,90	11,89%

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa terdapat dinamika *trade-off* performa pada hasil kalkulasi. Model *Trend Kuadratik* memang memiliki nilai MSE terkecil secara keseluruhan (11.926.938,91), namun metode *Double Exponential Smoothing* unggul signifikan dan mendominasi pada evaluasi metrik absolut (MAD terkecil sebesar 2.179,94) serta metrik relatif persentase (MAPE terkecil sebesar 8,45%). Berdasarkan standar literatur *forecasting*, ukuran MAPE digunakan sebagai patokan penentu kualitas model yang paling universal karena indikator ini bebas dari bias satuan harga. Dengan nilai $MAPE < 10\%$, kinerja *Double Exponential Smoothing* tergolong ke dalam predikat "Sangat Baik" dan ditetapkan secara mutlak sebagai metode terbaik untuk meramalkan harga nikel pada penelitian ini.

DISKUSI

Analisis Fenomena Fluktuasi Pasar Komoditas Nikel

Harga nikel global selama Januari 2022 hingga Juni 2024 menunjukkan fluktuasi yang cukup tajam. Harga meningkat dari US\$20.189,75/dmt pada Januari 2022 menjadi US\$35.995,30/dmt pada April 2022. Kenaikan tersebut terjadi di tengah ketidakpastian pasokan global akibat konflik Rusia-Ukraina yang memengaruhi sentimen pasar nikel. Setelah mencapai harga tinggi, harga kemudian mengalami tren penurunan hingga mencapai titik terendah US\$16.021,67/dmt pada Maret 2024. Penurunan tersebut berkaitan dengan meningkatnya pasokan global, terutama akibat pertumbuhan produksi nikel Indonesia, yang mendorong kondisi surplus dan memberikan tekanan terhadap harga.

Pola kenaikan dan penurunan tersebut menunjukkan bahwa harga nikel tidak bergerak secara konstan, tetapi mengalami perubahan tren yang dipengaruhi dinamika pasokan, permintaan, dan sentimen pasar global. Kondisi ini sejalan dengan Tangkudung dan Kaseger (2024) yang menjelaskan bahwa perkembangan hilirisasi nikel Indonesia meningkatkan kapasitas pengolahan dan memengaruhi dinamika pasar nikel global. Karakteristik tersebut menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan metode peramalan, khususnya metode yang mampu menyesuaikan estimasi terhadap perubahan data terbaru seperti *Double Exponential Smoothing*.

Rasionalisasi Keunggulan *Double Exponential Smoothing*

Metode *Double Exponential Smoothing* (Brown) mampu mencatatkan persentase error yang jauh lebih kecil (8,45%) karena sifat struktural persamaannya yang fleksibel dalam melakukan pemulusan. Dengan parameter *Alpha* (α) yang mendekati angka 1 (dalam penelitian ini $\alpha = 0,99$), model secara ekstrem membebankan bobot kalkulasinya pada pergerakan harga observasi mutakhir (data paling baru), dan membuang memori data masa lalu yang sudah tidak relevan. Secara matematis, setiap kali terjadi pembalikan tren harga di lapangan secara tiba-tiba (contoh: dari lonjakan ke penurunan tajam), nilai koefisien *level* (a_t) dan *tren* (b_t) pada DES akan mengkoreksi diri seketika (*instant adjustment*). Akibatnya, rentang antara garis proyeksi prediksi dengan garis data riil menjadi sangat rapat, sehingga simpangan mutlak (MAD) berhasil ditekan pada angka US\$ 2.179,94, jauh mengungguli metode statis lainnya.

Kelemahan Struktural *Trend Kuadratik* dan *Trend Eksponensial*

Berbeda dengan *Double Exponential Smoothing* yang memperbarui estimasi berdasarkan perkembangan data terbaru, *Trend Kuadratik* dan *Trend Eksponensial* membentuk pola berdasarkan hubungan matematis antara waktu dan nilai historis secara keseluruhan. *Trend Kuadratik* menghasilkan MSE paling rendah, yaitu 11.926.938,91, tetapi memiliki MAPE sebesar 11,47%. Nilai MSE yang relatif rendah menunjukkan bahwa model mampu mengurangi kesalahan kuadrat secara keseluruhan, terutama ketika menghadapi perubahan harga yang besar. Namun, kemampuan tersebut tidak secara otomatis menunjukkan bahwa model mampu mengikuti perubahan harga pada setiap periode. Bentuk kurva yang relatif tetap menyebabkan model kurang responsif terhadap perubahan arah harga secara tiba-tiba. Hal ini dapat menjelaskan mengapa *Trend Kuadratik* memiliki MSE terendah tetapi MAPE masih lebih tinggi dibandingkan *Double Exponential Smoothing*.

Trend Eksponensial menghasilkan MAPE tertinggi, yaitu 11,89%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa asumsi pertumbuhan atau penurunan harga berdasarkan pola eksponensial relatif kurang sesuai dengan karakteristik harga nikel selama periode penelitian. Data harga nikel menunjukkan perubahan arah dan tingkat pertumbuhan yang tidak konsisten, sehingga pola pertumbuhan eksponensial tidak mampu mengikuti fluktuasi aktual secara optimal. Hasil ini menegaskan bahwa pemilihan metode peramalan perlu mempertimbangkan karakteristik data, bukan hanya bentuk matematis model. Dalam penelitian ini, perubahan tren dan fluktuasi harga yang cukup tajam membuat metode yang lebih adaptif terhadap informasi terbaru, yaitu *Double Exponential Smoothing*, menghasilkan akurasi relatif lebih baik dengan MAPE 8,45%.

Proyeksi Masa Depan dan Implikasi Manajerial

Mengingat *Double Exponential Smoothing* memberikan representasi pemodelan yang paling andal, metode ini digunakan untuk melakukan prakiraan (*forecasting*) nilai tukar komoditas pada periode selanjutnya. Menggunakan konstanta kalkulasi periode terakhir ($t=30$), hasil peramalan memproyeksikan bahwa estimasi harga nikel global untuk periode Bulan Juli 2024 akan berada pada angka US\$ 20.423,40 /dmt. Proyeksi ini memiliki relevansi strategis bagi manajemen ekosistem industri hilirisasi nasional. Informasi peramalan harga nikel ini dapat diimplementasikan sebagai tolok ukur instrumen lindung nilai (*hedging*) komoditas, penetapan kebijakan kapasitas volume produksi smelter, dan perencanaan *budgeting* agar perusahaan tambang serta produsen kendaraan listrik mampu menghindari turbulensi kerugian yang diakibatkan oleh volatilitas bahan baku utama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis peramalan harga nikel global periode Januari 2022 hingga Juni 2024, ketiga metode menunjukkan tingkat akurasi yang berbeda. *Double Exponential Smoothing* (DES) Brown dengan parameter $\alpha = 0,99$ menghasilkan MAD sebesar 2.179,94, MSE sebesar 13.768.448,99, dan MAPE sebesar 8,45%, sehingga menjadi metode dengan akurasi terbaik. *Trend Kuadratik* menghasilkan MAD sebesar 2.700,64, MSE sebesar 11.926.938,91, dan MAPE sebesar 11,47%, sedangkan *Trend Eksponensial* menghasilkan MAD sebesar 2.836,92, MSE sebesar 13.842.694,90, dan MAPE sebesar 11,89%. Meskipun *Trend Kuadratik* memiliki MSE terendah, DES dipilih sebagai model terbaik karena menghasilkan nilai MAPE dan MAD paling rendah. Berdasarkan model DES, harga nikel global untuk Juli 2024 diproyeksikan sebesar US\$20.423,40/dmt.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

- Bagi pelaku industri nikel, metode Double Exponential Smoothing dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan pengadaan bahan baku, produksi, dan pengelolaan risiko harga jangka pendek.
- Bagi pelaku perdagangan komoditas, hasil peramalan sebaiknya digunakan sebagai informasi pendukung dalam pengambilan keputusan dengan tetap mempertimbangkan kondisi pasar, geopolitik, dan perubahan pasokan global.
- Bagi peneliti selanjutnya, disarankan menggunakan periode dan frekuensi data yang lebih panjang, serta membandingkan metode dengan memasukkan variabel eksternal seperti produksi nikel, nilai tukar, permintaan global, dan kondisi ekonomi untuk meningkatkan akurasi peramalan.

REFERENSI

- Apriyanti, L., & Setiadi, A. (2021). Analisis peramalan volume ekspor melon di PT. Bumi Sari Lestari Temanggung Jawa Tengah. *JEPA (Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis) Universitas Brawijaya*, 5(4), 1–10.
- Atong, P. (2025). Raja Ampat dalam persimpangan: Dilema pembangunan berbasis tambang dan pariwisata berkelanjutan. *FOKUS: Publikasi Ilmiah untuk Mahasiswa, Staf Pengajar dan Alumni Universitas Kapuas Sintang*, 23(2).
- Carista, N., Mahadesyawardani, A., Dwiyanto, A. S., & Pusporani, E. (2025). Forecasting nickel prices in Indonesia using ARIMA, SVR, and hybrid ARIMA-SVR approach. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 21(3), 627–645.
- Dwiyanto, R. M. R. I., Pimpi, L., Djafar, M. K., & Abapihi, B. (2024). Analisis ketepatan model eksponensial smoothing dan trend dalam mengestimasi dan meramalkan volume curah hujan di Kota Kendari. *Jurnal Matematika Komputasi dan Statistika*, 4(3), 820–829.
- Galang, G. A. P., & Setiawan, F. (2022). Analisis pengaruh waktu pelapisan nikel pada material aluminium seri 2024 terhadap kekuatan tarik dan kekerasan dengan metode elektroplating. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 199–205.
- Masa, A. P. A., Prafanto, A., & Setyadi, H. J. (2024). Peramalan ekspor batu bara Indonesia menggunakan metode double exponential smoothing Brown: Forecasting Indonesian coal exports using double exponential smoothing Brown method. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(3), 1139–1147.
- Putri, S., & Istiqamah, N. (2025). Performance comparison of simple linear regression and single exponential smoothing methods for forecasting nickel production at PT. Jaga Aman Sejahtera. *Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*, 10(1), 6–12.
- Rasyid, R. M. A. K., Pambudi, A., & Santoso, B. (2025). Penerapan metode triple exponential smoothing untuk prediksi harga emas: Studi kasus pada PT. Aneka Tambang. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 6(2), 118–123.
- Sahl, D. F., & Djati, I. G. S. M. (2025). Aspek teknologi, politik kebijakan, dan ekonomi dalam kebijakan hilirisasi sumber daya nikel Indonesia pada tahun 2020. *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*, 6(1), 21–31.

- Santoso, J. T. (2022). *Sepeda listrik: Perencanaan, perakitan dan perbaikan*. Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik.
- Selasakmida, A. D., Tarno, T., & Wuryandari, T. (2021). Perbandingan metode double exponential smoothing Holt dan fuzzy time series Chen untuk peramalan harga paladium. *Jurnal Gaussian*, 10(3), 325–336.
- Syahputra, A. (2020). Implementasi metode double exponential smoothing pada aplikasi prediksi harga emas dunia. *Jurnal Teknologi Terapan and Sains 4.0*, 1(1), 117–128.
- Tangkudung, A. G., & Kaseger, J. Y. (2024). Hilirisasi nikel sebagai nilai tambah dalam penguatan perekonomian Indonesia. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(10), 3946–3955. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i10.1591>
- Wijaya, I. P. E., Indah, N. P., & Muhyiddin, Y. (2022). Analisis komparatif metode trend dalam peramalan produksi kopi Indonesia: Comparative analysis of trend methods in forecasting Indonesian coffee production. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 8(2), 1465–1475.