

Submission

Authors	Andreas Rony Wijaya
Title	MODEL PREDIKSI DATA HARGA MINYAK MENTAH DUNIA DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING
Original file	61367-75676679492-1-SM.DOCX 2023-01-15
Supp. files	61367-75676679493-1-SP.XLSX 2023-01-15 ADD A SUPPLEMENTARY FILE
Submitter	Mr. Andreas Rony Wijaya
Date submitted	January 15, 2023 - 03:26 PM
Section	Articles
Editor	Bimaster Bimaster

#61367 Review

[SUMMARY](#) **[REVIEW](#)** [EDITING](#)

Submission

Authors	Andreas Rony Wijaya
Title	MODEL PREDIKSI DATA HARGA MINYAK MENTAH DUNIA DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING
Section	Articles
Editor	Bimaster Bimaster

Peer Review

Round 1

Review Version	61367-75676679495-1-RV.DOCX 2023-01-15
Initiated	—
Last modified	—
Uploaded file	None

Editor Decision

Decision	Accept Submission 2023-02-02
Notify Editor	Editor/Author Email Record No Comments
Editor Version	None
Author Version	None
Upload Author Version	<input type="button" value="Choose File"/> No file chosen <input type="button" value="Upload"/>



Bimaster : Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya

Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Sekretariat : Gedung Baru Lantai 2 FMIPA Untan Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi

Website OJS : <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/index>

Nomor : 12/Bimaster/01-03/2022

Pontianak, 23 Januari 2022

Lamp. : -

Hal : *Letter of Acceptance* (LOA)

Yth.

Andreas Rony Wijaya

di

Tempat

Berdasarkan hasil review yang dilakukan oleh Tim Dewan Redaksi Bimaster (Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya), kami menyatakan bahwa artikel Anda dengan judul

MODEL PREDIKSI DATA HARGA MINYAK MENTAH DUNIA DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING

Dinyatakan **diterima** untuk dipublikasikan pada Bimaster Volume 12 Nomor 1; 21-28

Demikian hal ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Pimpinan Redaksi

Fransiskus Fran, M.Si
NIP. 198804152019031014

MODEL PREDIKSI DATA HARGA MINYAK MENTAH DUNIA DENGAN METODE *EXPONENTIAL SMOOTHING*

Andreas Rony Wijaya

Program Studi Sains Data, Fakultas Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto
e-mail: andreas@ittelkom-pwt.ac.id

INTISARI

Harga Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi suatu faktor penting yang perlu dikontrol oleh pemerintah. Harga BBM ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah harga minyak mentah dunia. Oleh karena fluktuatifnya harga minyak mentah dunia, perlu diperhatikan perkembangan harga minyak mentah di pasar global. Peramalan harga minyak mentah dunia juga perlu dilakukan untuk memperkirakan harga minyak mentah dunia di masa depan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan harga minyak mentah dunia untuk tahun 2023. Data yang digunakan adalah data tahun 2020 sampai dengan 2022, sebanyak 700 observasi. Peramalan dilakukan dengan metode exponential smoothing dengan menggunakan nilai alpha yang paling optimal. Diperoleh nilai optimal alpha adalah sebesar 0.21. Metrik evaluasi model peramalan yang digunakan adalah MAD, RMSE, MAPE, MPE, dan MASE. Kelima metrik evaluasi model peramalan tersebut menghasilkan nilai yang kecil yang mengindikasikan bahwa model peramalan sesuai untuk meramalkan harga minyak mentah dunia. Hasil peramalan dengan metode exponential smoothing terhadap harga minyak mentah dunia menunjukkan bahwa harga minyak mentah dunia diperkirakan akan mengalami tren naik untuk 100 periode mendatang dengan nilai berkisar diantara 75 sampai dengan 90 USD / barrel.

Kata Kunci : peramalan, harga minyak mentah, harga BBM, exponential smoothing

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi, sektor transportasi di Indonesia juga mengalami peningkatan yang pesat. Peningkatan jumlah kendaraan tersebut imbasnya mengakibatkan kebutuhan bahan bakar juga meningkat. Pertamina sebagai perusahaan BUMN yang bergerak di bidang energi harus menjamin ketersediaan bahan bakar di dalam negeri.

Di Indonesia, harga bahan bakar minyak (BBM) menjadi suatu faktor yang dapat berpengaruh terhadap stabilitas harga dan kondisi perekonomian suatu negara. Harga BBM bisa naik atau turun tergantung dari beberapa faktor [1], seperti harga minyak dunia, nilai tukar mata uang, biaya produksi dan distribusi, serta kebijakan pemerintah.

Pada tahun 2022, harga BBM di Indonesia kembali mengalami kenaikan. Kenaikan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti meningkatnya harga minyak dunia, serta melemahnya nilai tukar rupiah terhadap dolar AS. Pemerintah Indonesia juga telah mengeluarkan kebijakan untuk menaikkan harga BBM bersubsidi agar lebih sejajar dengan harga pasar.

Kenaikan harga BBM dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap perekonomian suatu negara [2], karena BBM merupakan suatu kebutuhan utama dari warga Indonesia. Oleh karenanya, pemerintah Indonesia terus berupaya untuk menstabilkan harga BBM dengan cara yang sesuai, sambil terus memperhatikan kepentingan masyarakat dan stabilitas perekonomian negara.

Harga minyak mentah dunia mempunyai relasi yang erat dengan kenaikan harga BBM di Indonesia. Harga minyak mentah menjadi suatu faktor penyebab yang mempengaruhi harga BBM, karena Indonesia adalah sebagai negara importir minyak mentah [3]. Seiring dengan meningkatnya harga minyak mentah dunia, menyebabkan biaya produksi serta distribusi BBM di Indonesia juga akan meningkat, sehingga harga BBM di pasar juga akan ikut meningkat.

Untuk menyusun kebijakan mengenai harga BBM subsidi di Indonesia diperlukan perencanaan yang matang, salah satunya yaitu dengan memperhatikan perkembangan harga minyak mentah dunia di periode mendatang. Untuk mengetahui harga minyak mentah dunia di periode mendatang dapat dilakukan peramalan (*forecasting*). Peramalan adalah memprediksi beberapa nilai di waktu mendatang yang berdasarkan data-data yang tercatat pada waktu sebelumnya.

Penelitian dan studi mengenai peramalan sudah banyak dilakukan di berbagai bidang kehidupan. Pada penelitian dari Satrio, et. al. [4] melakukan peramalan tentang kasus Covid-19 di Indonesia menggunakan model *ARIMA*. Pada bidang ekonomi, peramalan dengan metode *ARCH/GARCH* diterapkan pada peramalan indeks harga saham sektoral [5]. Sementara itu, peramalan mengenai harga minyak mentah dunia dilakukan dengan metode jaringan saraf tiruan [1], dengan metode regresi polinomial [6], serta penggunaan pendekatan secara *deep learning* [7].

Peramalan menggunakan metode *exponential smoothing* banyak digunakan di berbagai penerapan peramalan. Metode ini terkenal sebagai metode yang sederhana, dengan keefisienan komputasinya, dan menghasilkan akurasi yang baik [8].

Berdasarkan uraian masalah tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan peramalan harga minyak mentah dunia menggunakan metode *exponential smoothing*. Periode peramalan yang akan dilakukan adalah sebanyak 100 periode ke depan.

METODE DAN MODEL

Metode Peramalan

Peramalan adalah proses memprediksi kejadian di masa mendatang menggunakan informasi yang tersedia saat ini [9]. Ada beberapa metode atau model yang dapat diaplikasikan dalam melakukan analisis peramalan, tergantung pada tipe data yang tersedia dan tujuan peramalan. Berikut ini metode peramalan yang umum digunakan mengacu pada [10]:

- a. Regresi linier: metode ini menggunakan hubungan linier antara satu atau lebih variabel yang independen dan satu variabel dependen untuk memprakirakan nilai dari variabel dependen di masa depan.
- b. Metode *moving average*: metode ini menggunakan rata-rata data masa lalu untuk memprediksi nilai di masa depan.
- c. Metode dekomposisi: metode ini memecah data ke dalam komponen seperti tren, musiman, dan noise untuk memprakirakan nilai di periode mendatang.
- d. Model autoregresif integrasi rata-rata (*ARIMA*): metode ini menggunakan kombinasi autoregresi (hubungan masa lalu dengan masa kini) dan *moving average* (rata-rata data masa lalu) untuk memprediksi nilai di periode mendatang.
- e. Metode artificial neural network (*ANN*): metode ini menggunakan jaringan saraf tiruan yang terinspirasi dari struktur otak manusia untuk memprediksi nilai di masa depan.
- f. Metode *SARIMA* (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*) adalah metode peramalan yang digunakan untuk menangani data musiman dengan mengkombinasikan metode *ARIMA* dengan musiman.
- g. Metode *GARCH* (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) adalah metode peramalan yang digunakan untuk menangani volatilitas dalam data.

Pilihan metode terbaik untuk diterapkan pada analisis peramalan tergantung pada tipe data yang tersedia, tujuan peramalan, dan kemampuan analisis yang tersedia.

Model *Exponential Smoothing*

Exponential smoothing adalah metode peramalan yang diterapkan dalam memprakirakan nilai di periode mendatang menggunakan rata-rata data masa yang lalu yang dikoreksi dengan bobot yang lebih tinggi pada data terbaru untuk mengurangi fluktuasi jangka pendek atau tren jangka panjang. Metode ini mengasumsikan bahwa data masa lalu mempunyai informasi yang sesuai mengenai masa depan serta memberikan bobot yang lebih tinggi untuk data terbaru dalam menyesuaikan peramalan dengan perubahan yang mungkin terjadi.

Metode *exponential smoothing* [11] terdiri dari beberapa langkah berikut:

- Menentukan parameter α (alpha) yang akan digunakan untuk menentukan bobot yang diberikan pada data terbaru. Nilai α bervariasi antara 0 dan 1, dengan nilai yang lebih besar memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru.
- Menentukan nilai peramalan awal (F_0) dengan menggunakan rata-rata data masa lalu.
- Menghitung nilai peramalan berikutnya (F_t) dengan menggunakan rumus:

$$F_t = \alpha \times A_t + (1 - \alpha) \times F_{t-1}$$

dengan A_t merupakan nilai aktual di periode t , sedangkan F_{t-1} merupakan nilai peramalan di periode sebelumnya.

- Mengulangi langkah 3 untuk setiap periode yang akan diprediksi.

Metode *exponential smoothing* dapat digunakan untuk memprediksi berbagai jenis data, seperti jumlah penjualan, produksi, atau pengeluaran. Namun, metode ini tidak begitu baik untuk memprediksi data yang memiliki tren atau musiman yang kuat, karena metode ini tidak mengakui tren atau musiman secara eksplisit.

Metode Evaluasi Hasil Peramalan

Setelah memprediksi nilai di masa depan dengan menggunakan suatu metode peramalan, penting untuk mengevaluasi keakuratan hasil peramalan tersebut. Ada banyak metode evaluasi hasil peramalan yang digunakan dalam menghitung keakuratan hasil peramalan yang mengacu pada [12], di antaranya:

- Mean Absolute Error (MAE)* merupakan nilai rata-rata dari selisih absolut antara nilai sebenarnya dan nilai yang diprediksi oleh model. Nilai *MAE* yang lebih kecil menunjukkan bahwa model tersebut lebih akurat dalam memprediksi nilai yang sebenarnya terjadi.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

Dengan Y_t merupakan nilai sebenarnya, sedangkan \hat{Y}_t adalah nilai prediksinya.

- Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* merupakan rata-rata dari selisih persentase absolut antara nilai yang sebenarnya terjadi dengan nilai prediksi dari model. Nilai *MAPE* dapat dituliskan sebagai,

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

- Mean Percentage Error (MPE)* merupakan metrik yang bisa digunakan dalam mengukur keakuratan model peramalan. *MPE* dihitung dengan membagi selisih antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi dengan nilai sebenarnya, lalu mencari rata-rata dari hasil tersebut. Nilai *MPE* yang bernilai positif berarti nilai peramalan lebih besar dibandingkan nilai aktual, sedangkan nilai *MPE* yang negatif menunjukkan bahwa nilai peramalan lebih kecil daripada

nilai aktual. Semakin kecil nilai MPE , semakin akurat model peramalan yang digunakan.

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t}$$

- d. *Root Mean Squared Error (RMSE)* merupakan akar dari MSE . Nilai $RMSE$ yang lebih kecil menunjukkan bahwa model terkait lebih akurat dalam memprediksi nilai yang sebenarnya terjadi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{N}}$$

- e. $MASE$ (*Mean Absolute Scaled Error*) [13] merupakan metrik lain yang bisa Anda gunakan untuk mengukur keakuratan model peramalan. $MASE$ dihitung dengan menghitung *Mean Absolute Error (MAE)* dari model peramalan yang digunakan, kemudian membandingkannya dengan MAE dari model peramalan acak (*random walk*). Semakin kecil nilai $MASE$, semakin akurat model peramalan yang Anda gunakan.

$$MASE = (MAE \text{ model peramalan}) / (MAE \text{ model acak})$$

dengan MAE model peramalan adalah *Mean Absolute Error* dari model peramalan yang digunakan, dan MAE model acak adalah *Mean Absolute Error* dari model peramalan acak (*random walk*)

DATA DAN SUMBER

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data harga minyak mentah dunia dalam 3 tahun terakhir dari tanggal Januari 2020 sampai November 2022. Data diperoleh dari website *macrotrends* [14] dengan skala periode data adalah harian. Data memiliki record 700 observasi dan 2 variabel yaitu variable waktu dan harga minyak yang ditampilkan dalam US Dollar per barrel.

Tabel 1. Data harga minyak mentah dunia

Tanggal	Harga
1/2/2020	61.17
1/3/2020	63
1/6/2020	63.27
1/7/2020	62.7
1/8/2020	59.65
:	:
:	:
11/28/2022	77.24
11/29/2022	78.91
11/30/2022	80.55

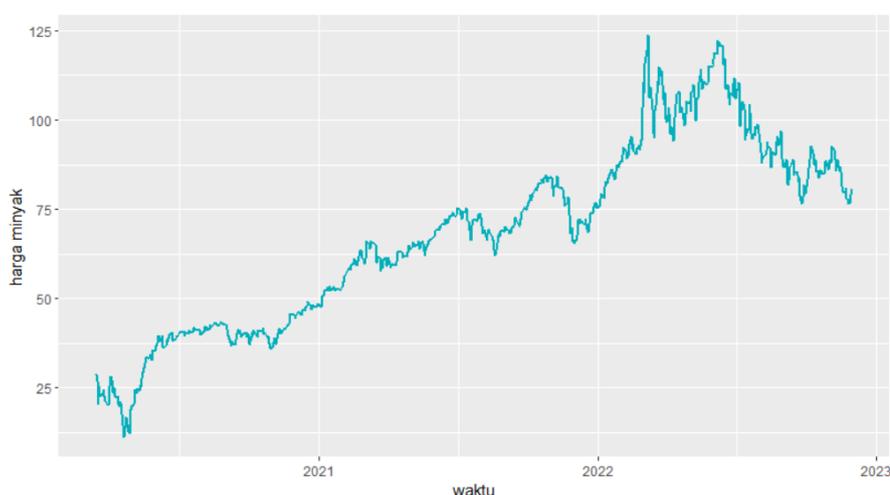
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistika deskriptif dari data harga minyak mentah dapat disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa data harga minyak mentah berada dalam nilai rata-rata sekitar 67.62 USD/barrel dan mempunyai nilai tengah sebesar 68.32 USD/barrel, dengan nilai maksimum dan minimum dari data tersebut secara berturut-turut sebesar 11.26 USD/barrel dan 123.70 USD/barrel. Kemudian nilai keragaman datanya sebesar 645.5236, dengan nilai koefisien variansi sebesar 36.2933 %.

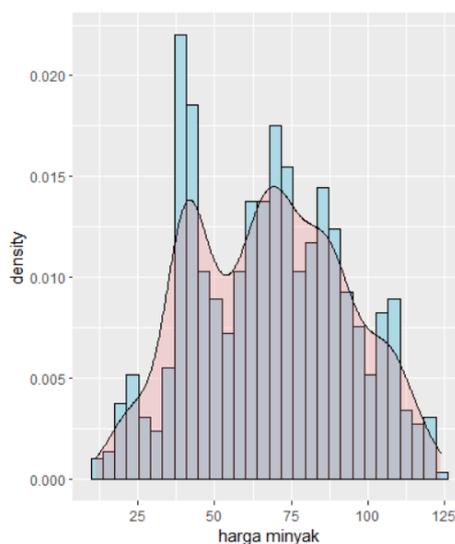
Tabel 2. Analisis Deskriptif

Analisis Deskriptif	
Nilai Minimum	11.26
Nilai Maksimum	123.70
Rata-rata	67.62
Median	68.32
Variansi	645.5236
Koefisien Variansi	0.362933

Dalam mengidentifikasi metode atau model peramalan yang sesuai untuk diterapkan pada suatu data dapat dilihat dari pola data *time series* tersebut. Pola data *time series* dari harga minyak mentah dunia tahun 2020-2022 disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 dapat diidentifikasi bahwa pola harga minyak mentah mulai tanggal Januari 2020 hingga November 2022 mempunyai pola yang cenderung memiliki tren naik, sehingga pola data harga minyak mentah ini tidak stationer.

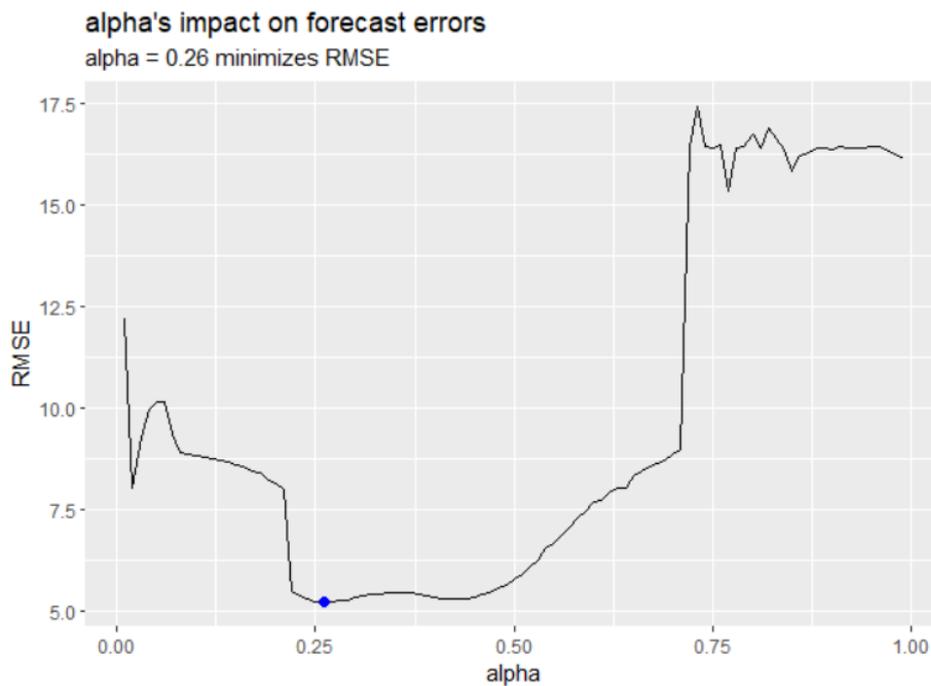
**Gambar 1.** Plot *time series* data harga minyak mentah tahun 2020-2022

Histogram data harga minyak mentah dunia tahun 2020-2022 ditampilkan dalam Gambar 2. Berdasarkan histogram pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa harga minyak mentah dunia mayoritas berada pada nilai 40-50 USD/barrel dan 65-75 USD per barrel.

**Gambar 2.** Histogram data harga minyak mentah

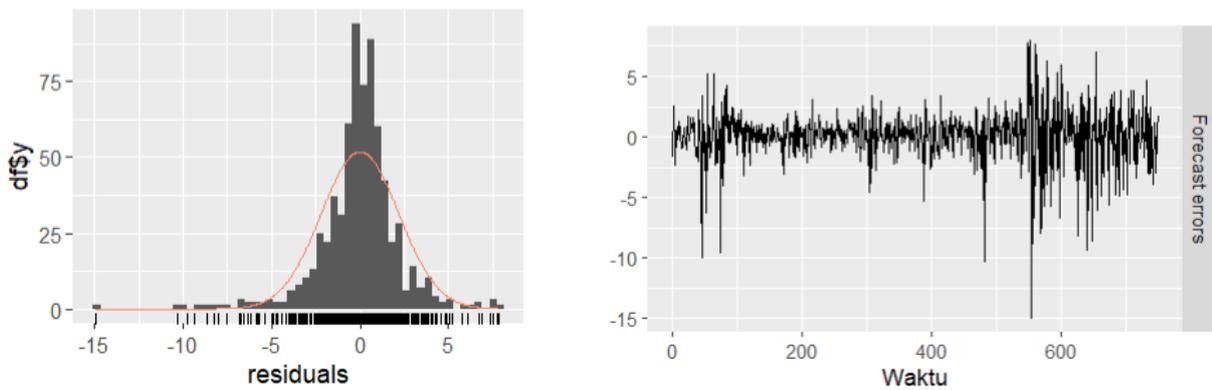
Sebelum melakukan analisis peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing*, perlu dilakukan pemilihan nilai parameter *smoothing*, yaitu nilai alpha terlebih dahulu. Nilai alpha berkisar pada nilai antara 0 sampai dengan 1, dan menentukan seberapa besar pengaruh yang akan diberikan pada data terbaru dalam peramalan. Semakin besar nilai alpha, semakin besar pengaruh yang diberikan pada data terbaru, dan semakin kecil nilai alpha, semakin kecil pengaruh untuk data terbaru. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam memilih nilai alpha, diantaranya adalah menggunakan nilai alpha default, menggunakan *grid search*, atau menggunakan metode optimisasi.

Dilakukan split data menjadi *training set* dan *testing set*, dengan jumlah data untuk *training set* sebanyak 600 observasi, dan 100 observasi untuk *testing set*. Digunakan nilai alpha sebesar 0.01 sampai dengan 0.99. Nilai alpha yang sesuai adalah yang memberikan nilai eror peramalan yang paling kecil. Digunakan indikator *root of mean square error (RMSE)* sebagai evaluasi hasil peramalan. Nilai *RMSE* dari keseluruhan nilai alpha pada analisis exponential smoothing pada data harga minyak mentah dunia disajikan pada Gambar 3. Diperoleh nilai alpha yang menghasilkan nilai *RMSE* yang paling kecil adalah ketika $\alpha=0.26$, dengan nilai *RMSE* sebesar 5.25.



Gambar 3. Nilai RMSE berdasarkan beberapa nilai alpha

Model peramalan yang bagus dapat dilihat dari residualnya dengan beberapa cara. Residual tersebar pada sekitar nilai 0: Jika residual tersebar pada sekitar nilai 0, ini menunjukkan bahwa model peramalan yang digunakan mampu menangkap pola yang ada dalam data dengan baik. Residual memiliki variasi yang konstan: Jika residual memiliki variasi yang konstan, ini menunjukkan bahwa model peramalan yang digunakan mampu menangkap *trend* dalam data dengan baik. Selain itu juga dapat digunakan histogram dari residual untuk melihat kebaikan model peramalan. Jika histogram residual memiliki bentuk yang mendekati distribusi normal (atau distribusi Gaussian), itu menunjukkan bahwa model peramalan yang digunakan cukup baik.

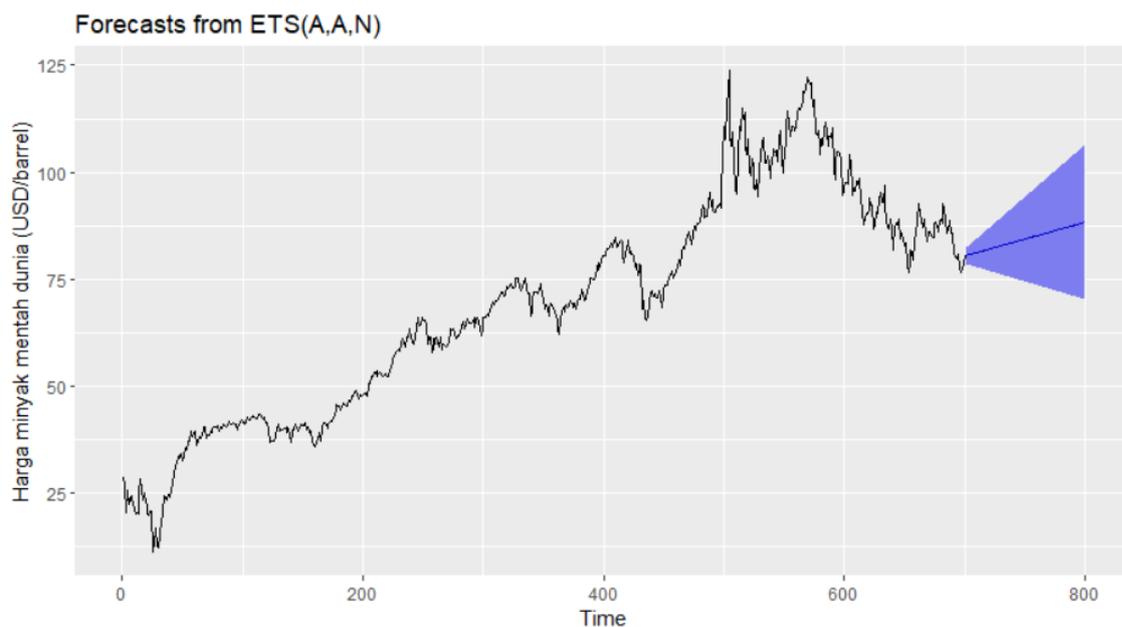


Gambar 4. Histogram dan plot dari residual hasil peramalan

Pada Gambar 4 disajikan plot residual dan histogramnya. Berdasarkan plot residual terlihat bahwa nilai mean dari residual cenderung mendekati nol, dan variansi juga cenderung konstan. Berdasarkan histogram residual juga menunjukkan bahwa residual cenderung berdistribusi secara normal. Teknik pengukuran evaluasi hasil ramalan lainnya yang dapat digunakan adalah dengan pengukuran RMSE, MAE, MAPE, MPE, dan MASE.

Tabel 3. Nilai evaluasi hasil peramalan

Indikator	Nilai
RMSE	2.175856
MAE	1.448351
MPE	0.03677615
MAPE	2.480181
MASE	0.92



Gambar 4. Hasil peramalan harga minyak mentah

Berdasarkan hasil prediksi menggunakan model *exponential smoothing* terlihat bahwa harga minyak mentah dunia diperkirakan cenderung akan mengalami kenaikan yang terjadi pada 100 periode ke depan. Nilai berkisar diantara 80 sampai dengan 90 USD /barrel.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dilakukan peramalan data harga minyak mentah dunia dengan metode *exponential smoothing*. Data yang digunakan adalah data harga minyak mentah dunia dari tahun 2020 sampai dengan 2022. Peramalan dilakukan dengan metode *exponential smoothing* dengan menggunakan nilai alpha yang paling optimal. Diperoleh nilai optimal alpha adalah sebesar 0.21. Metrik evaluasi model peramalan yang digunakan adalah *MAD*, *RMSE*, *MAPE*, *MPE*, dan *MASE*. Kelima metrik evaluasi model peramalan tersebut menghasilkan nilai yang kecil yang mengindikasikan bahwa model peramalan sesuai untuk meramalkan harga minyak mentah dunia. Hasil peramalan dengan metode *exponential smoothing* terhadap harga minyak mentah dunia menunjukkan bahwa harga minyak mentah dunia diperkirakan akan mengalami kenaikan untuk 100 periode mendatang dengan nilai berkisar diantara 75 sampai dengan 90 USD / barrel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Veri, S. Surmayanti, and G. Guslendra, "Prediksi Harga Minyak Mentah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan," *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 21, no. 3, pp. 503–512, Jul. 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1382.
 - [2] M. Personal, R. Archive, and M. A. Nizar, "M P RA The Impact of World Oil Prices Fluctuation on Indonesia's Economy CORE View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk provided by Munich Personal RePEc Archive," 2012. [Online]. Available: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/65601/>
 - [3] A. Cahyono Adi and F. Lasnawatin, "Team Handbook Steering Committee."
 - [4] C. B. Aditya Satrio, W. Darmawan, B. U. Nadia, and N. Hanafiah, "Time series analysis and forecasting of coronavirus disease in Indonesia using ARIMA model and PROPHET," in *Procedia Computer Science*, 2021, vol. 179, pp. 524–532. doi: 10.1016/j.procs.2021.01.036.
 - [5] A. Pani Desvina, N. Rahmah, J. H. Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas No, and S. Baru, "Penerapan Metode ARCH/GARCH Dalam Peramalan Indeks Harga Saham Sektoral," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 2, no. I, 2016.
 - [6] D. A. Ferryan, P. K. Intan, and M. Hafiyusholeh, "Peramalan Harga Minyak Mentah di Indonesia dengan Metode Regresi Polinomial," *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 19, no. 1, pp. 13–18, Jun. 2022, doi: 10.22487/2540766x.2022.v19.i1.15779.
 - [7] X. Li, W. Shang, and S. Wang, "Text-based crude oil price forecasting: A deep learning approach," *Int J Forecast*, vol. 35, no. 4, pp. 1548–1560, Oct. 2019, doi: 10.1016/j.ijforecast.2018.07.006.
 - [8] E. Ostertagová and O. Ostertag, "Forecasting using simple exponential smoothing method," *Acta Electrotechnica et Informatica*, vol. 12, no. 3, Jan. 2013, doi: 10.2478/v10198-012-0034-2.
 - [9] A. Coghlan, "A Little Book of R For Time Series Release 0.2," 2018.
 - [10] R. H. Shumway and D. S. Stoffer, "Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples (Third edition)." [Online]. Available: www.springer.com/series/417
 - [11] F. Sidqi and I. D. Sumitra, "Forecasting Product Selling Using Single Exponential Smoothing and Double Exponential Smoothing Methods," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Nov. 2019, vol. 662, no. 3. doi: 10.1088/1757-899X/662/3/032031.
-

- [12] N. Ahmad, Y. Ghadi, M. Adnan, and M. Ali, "Load Forecasting Techniques for Power System: Research Challenges and Survey," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 71054–71090, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3187839.
- [13] P. H. Frances, "A note on the Mean Absolute Scaled Error," *Int J Forecast*, vol. 32, no. 1, pp. 20–22, 2016.
- [14] Macrotrends, "Crude Oil Price," <https://www.macrotrends.net/1369/crude-oil-price-history-chart>, 2022.

ANDREAS RONY WIJAYA: Program Studi Sains Data, Fakultas Informatika, Institut Teknologi
Telkom Purwokerto
e-mail: andreas@ittelkom-pwt.ac.id
