

Peramalan Harga *Crude Oil* dengan Model *Double Exponensial Smoothing-Holts*

Mohamad As'ad¹, Eka Yuniar^{2✉}, Sujito³, Eni Farida⁴, Sigit Setyowibowo⁵

^{1,3,5} Teknologi Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita, Malang, Indonesia

^{2,4} Sistem Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita, Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 22-11-2022

Direvisi : 12-12-2022

Diterima : 26-12-2022

Kata Kunci:

Peramalan, Harga crude oil, Model *double exponential smoothing-Holts*

Keywords :

Forecasting, Crude oil price, Double exponential smoothing- Holts model

Corresponding Author :

Eka Yuniar

Sistem Informasi, STMIK PPKIA Pradnya Paramita, Malang, Indonesia

Jl. Laksda Adi Sucipto no. 249A, Blimbing Kota Malang Jawa Timur

Email: eka@stimata.ac.id

ABSTRAK

Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) oleh pemerintah sangat ramai sekali di respon masyarakat. *Crude oil* merupakan bahan baku BBM. Harga *crude oil* tergantung pasar dunia. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan harga *crude oil* bulanan secara cepat dan akurat dengan menggunakan model yang mudah dan dengan *software* yang mudah didapat. Penelitian ini memakai model *double exponential smoothing dari Holts (DES-H)*. Data sekunder diperoleh dari "*Spot Crude Oil Price: West Texas Intermediate (WTISPLC)*". Hasil penelitian ini dengan model *DES-H* mendapatkan parameter alpha sebesar 0,9999 dan parameter beta sebesar 1e-04. Nilai akurasi peramalan yaitu *RMSE* sebesar 5.813075 dan *MAPE* sebesar 7.451311 % (sangat bagus). Penambahan data terbaru sangat penting untuk update model dan digunakan untuk peramalan jangka pendek.

ABSTRACT

The increase in the price of fuel oil (BBM) by the government has received a lot of public response. Crude oil is a raw material for BBM. The price of crude oil depends on the world market. This study aims to predict the monthly price of crude oil quickly and accurately by using an easy model and easily available software. This study uses the double exponential smoothing model from Holts (DES-H). Secondary data obtained from "Spot Crude Oil Price: West Texas Intermediate (WTISPLC)". The results of this study with the DES-H model obtained an alpha parameter of 0.9999 and a beta parameter of 1e-04. Forecasting accuracy values are RMSE of 5.813075 and MAPE of 7.451311 % (very good). The addition of the latest data is very important for updating the model and is used for short-term forecasting.

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak atau yang sering disingkat bbm merupakan bahan bakar cair yang banyak digunakan untuk menghidupkan mesin, baik mesin kendaraan atau mesin-mesin yang lain. Sering kali harga bbm mengalami kenaikan yang harus disesuaikan dengan harga minyak mentah dunia atau yang disebut dengan crude oil. Seringkali harga bbm disubsidi oleh pemerintah dan juga subsidi tersebut dikurangi bahkan dicabut, sehingga menyebabkan harga bbm mengalami kenaikan. Ketergantungan harga bbm terhadap harga crude oil berkorelasi positif, dimana harga crude oil naik menyebabkan harga bbm juga naik. Perlu diketahui bahwa crude oil merupakan



bahan baku pembuatan bbm. Proses pembuatan bbm dari crude oil dilakukan melalui proses penyulingan dan pengolahan yang sering disebut *refinery*. Proses utama pengilangan minyak adalah penyulingan (*destilasi*) dan pemecahan (*cracking*). Hasil dari pengilangan minyak bumi diantaranya yaitu : *petroleum gas (LPG)*, *naphtha*, *gasoline* (bensin, mutu bensin tergantung pada *random octan number / RON*) yang terbagi menjadi tiga (*RON 88 / premium*, *RON 92 / pertamax* dan *RON 95 / pertamax plus*), *avgas* dan *avtur*, *kerosin* (minyak tanah), *gas oil* (minyak diesel), *fuel oil* (minyak bakar), minyak pelumas dan yang terakhir adalah *residu* (sebagai bahan *aspal*, *ter*, *coke* dan *lilin*) (Sa'adah, Fauzi & Juanda, 2017).

Organization of the Petroleum Exporting Countries atau yang disingkat dengan *OPEC*, merupakan organisasi negara-negara pengeksport minyak bumi dunia yang bertujuan menegosiasikan masalah produksi minyak, harga minyak dan konsesi dengan perusahaan minyak bumi. Masalah produksi dan harga minyak atau crude oil ini berkorelasi tinggi, sehingga kalau harganya terlalu tinggi produksi ditingkatkan dan sebaliknya. Harga crude oil ini sangat penting sekali, sehingga banyak penelitian tentang prediksi atau peramalan harga crude oil sebagai bahan baku bbm, hal ini dilakukan untuk memperkirakan harga crude oil apakah terjadi kenaikan yang besar, stabil ataupun terjadi penurunan. Penelitian tentang harga crude oil diantaranya adalah : prediksi harga crude oil dengan *Convolutional Neural Network (CNN)*. *CNN* mencoba untuk mengekstraksi fitur berita sebagai sentimen dan menangkap hubungan dengan perubahan harga. Metode ini mengelompokkan beberapa topik yang berperan untuk menentukan akurasi tinggi dalam prediksi harga minyak (Sang & Wang, 2019). Prediksi harga crude oil dengan *Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*. *EEMD* digunakan untuk melakukan eksekusi kembali serta melakukan pemutakhiran terhadap hasil dekomposisi harga dari data baru. Kekurangan *EEMD* ini adalah dalam training menggunakan data historis kurang menghasilkan prediksi yang bagus. Untuk itu digunakan ekstraksi fitur dari berbagai keadaan dalam data tersebut dengan *LSTM* agar menghasilkan prediksi terhadap pergerakan harga secara langsung (Wu, Wu & Zhu, 2019). Prediksi harga crude oil berdasarkan model volatilitasnya dilakukan dengan model *generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (GARCH)* dan model turunannya yaitu *integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (IGARCH)*. Hasil menunjukkan bahwa model *IGARCH* merupakan model terbaik pada penelitian ini dengan akurasi peramalan *mean error (ME)* sebesar 0.0000963591 dan *root mean square error (RMSE)* sebesar 0.05304335. (Ng'ang'a, & Oleche, 2022). Penelitian tentang prediksi harga *crude oil*, *gold*, *silver* dan *platinum* dengan menggunakan model *double exponential smoothing* dari *Brown (DES)*, *double exponential smoothing* dari *Holt's (HLT)* dan *model random walk (RW)* didapat hasil penelitian bahwa model *HLT* merupakan model terbaik dari model *DES* dan *RW* (Shukor, dkk., 2020). Model *exponential smoothing* merupakan model lama yang masih sering digunakan para peneliti untuk peramalan data yang akan datang. Model *exponential smoothing* ini juga digunakan dalam event "The M4 Competition: 100,000 time series and 61 forecasting methods" (The M4 Competition artinya kompetisi Makridakis dalam bidang metode peramalan dan sudah diadakan tahun 1980 untuk M1) pada tahun 2018, ini artinya model *exponential smoothing* masih digunakan sebagai pembanding terhadap model-model peramalan yang baru (Makridakis, Spiliotis & Assimakopoulos, 2020). Lebih lanjut diadakan kompetisi M5 ditahun 2020 dan model *exponential smoothing* masih juga di gunakan sebagai pembanding secara hibrida (model *exponential smoothing* di gabung dengan model yang lain) (Makridakis, Spiliotis & Assimakopoulos, 2022).

Dalam model dan aplikasi, model *exponential smoothing (ES)* digunakan untuk beberapa kondisi data yaitu data *stasioner* dengan model *single exponential smoothing (SES)*, data mengandung *trend* dengan model *double exponential smoothing (DES, Brown-DES dan Holt's DES)* dan yang ketiga data yang mengandung pola musiman dengan model *triple exponential smoothing* yang dikenal sebagai *model winter*. Model *winter* ada dua yaitu *winter additive* dan *winter multiplikative* (Hyndman & Athanasopoulos, 2021). Pada penelitian bertujuan memprediksi harga *crude oil* yang merupakan

bahan baku bbm dengan menggunakan model yang mudah dan simpel serta mempunyai akurasi yang tinggi. Dari latar belakang dan review penelitian terdahulu, penelitian ini menggunakan model *double exponential smoothing-Holts (DES-H)* untuk meramalkan harga *crude oil*.

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Data yang digunakan di penelitian ini merupakan data sekunder berupa data bulanan harga *crude oil* yang diunduh dari “*Spot Crude Oil Price: West Texas Intermediate (WTI) (WTISPLC)*” dengan alamat *website* : <https://fred.stlouisfed.org/series/WTISPLC>. Data diunduh mulai bulan Januari 2000 sampai dengan September 2022.

Model *Double Exponential Smoothing Holts (DES-H)*

Model *double exponential smoothing* dari *Holts (DES-H)* digunakan untuk meramalkan data yang mempunyai pola adanya trend. Model *DES-H* dapat ditulis sebagai berikut (Prapcoyo & As'ad, 2022) :

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + T_t p \quad (3)$$

Y_t : *true* data pada *time* ke - t , α : koefisien eksponensial pertama

A_t : pendugaan pemulusan eksponensial, β : koefisien eksponensial kedua

T_t : pendugaan trend

Persamaan (1), (2) dan (3) dapat dijelaskan bahwa persamaan (1) untuk memodelkan data yang bersifat *stasioner*, sedang untuk persamaan (2) untuk memodelkan data yang mengandung trend. Persamaan (3) merupakan jumlahan dari persamaan (1) dan persamaan (2). Untuk mengetahui dengan pasti apakah data mengandung trend atau tidak, dapat diuji dengan uji Dicky Fuller Test (*ADF-test*). Selanjutnya untuk mengetahui seberapa akurat model yang digunakan untuk peramalan dapat diukur dengan akurasi peramalan yaitu *mean absolute percentage error (MAPE)* dan *root mean square error (RMSE)*.

Dicky Fuller Test (*ADF-test*).

Uji *ADF-test* di gunakan untuk menguji apakah data mempunyai unsur trend, sehingga dapat dipakai sebagai acuan pertama dalam memilih model peramalan. Uji *ADF-test* mempunyai hipotesis pengujian berikut (As'ad, Sujito & Setyowibowo, 2020):

H_0 : $\phi = 0$ (data tidak stasioner, ada unit root)

H_1 : $\phi \neq 0$ (data stasioner, tidak ada unit root)

Uji statistiknya adalah:

$$ADF_t = \frac{\hat{\phi}_{-1}}{SE(\hat{\phi})} \quad (4)$$

$\hat{\phi}$, merupakan penduga parameter pada error terkecil dari model autoregresi data $SE(\hat{\phi})$, standar deviasi dari parameter model autoregresi data.

Keputusan hasil uji, jika nilai *ADF-test* > dari nilai titik kritis *ADF-test* dengan kata lain nilai *p-value* < dari α ($\alpha = margin\ error$), dapat disimpulkan terima H_1 .

AIC (Akaike information criterion) dan BIC (Bayesian information criterion)

Dalam menentukan model yang paling baik dalam klas atau ruang model yang sama digunakan nilai *AIC* dan *BIC*. Nilai *AIC* dan *BIC* dihitung sebagai berikut (As'ad, Sujito & Setyowibowo, 2020):

$$AIC = -2 \left(\frac{LL}{T} \right) + \frac{2t_p}{T} \quad (5)$$

$$BIC = -2 LL + k \ln (T) \quad (6)$$

dimana, *LL* = log likelihood, *t_p* = Total Parameters, *T* = Jumlah Data, *k* = estimasi parameter model. Nilai *AIC* dan *BIC* yang paling kecil dari model tersebut merupakan model yang paling baik dalam klas atau ruang model yang sama.

Akurasi Peramalan

Untuk mengetahui keakuratan hasil peramalan digunakan suatu alat ukur untuk mengetahui hasil keakuratan tersebut. Hasil akurasi tersebut adalah akurasi peramalan, yang dalam penelitian ini digunakan *mean absolute percentage error (MAPE)* dan *root mean square error (RMSE)*. Untuk menghitung RMSE dan MAPE dapat dilihat di persamaan (7) dan persamaan (8) berikut (Farida, As'ad, Sujito & Setyowibowo, 2022)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (7)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \quad (8)$$

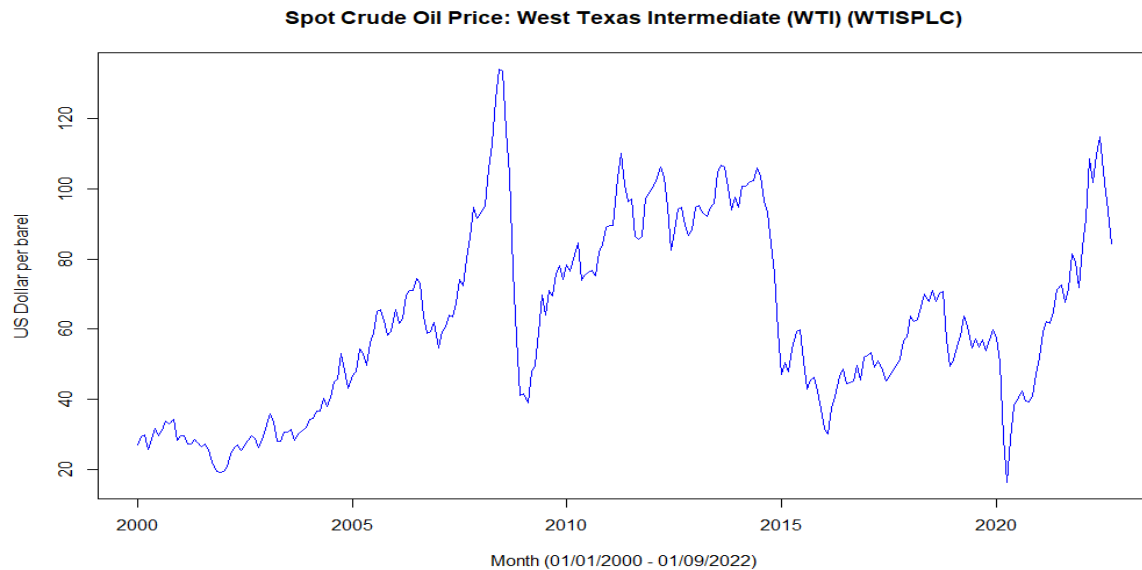
Untuk mengetahui kriteria akurasi peramalannya digunakan *MAPE*, karena dalam perhitungan *MAPE* membandingkan antara error dengan data sesungguhnya yang diprosentasikan. Kriteria dari nilai MAPE dapat dilihat di tabel 1 berikut (Nabila & Ranggadara, 2020) :

Tabel 1. Range nilai MAPE (kompetensi model peramalan)

<i>Nilai MAPE</i>	<i>Keterangan</i>
kurang dari 10 %	Sangat Bagus
antara 10% sampai 20 %	Bagus
antara 20 % sampai 50 %	Layak
lebih besar dari 50 %	Jelek

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data sekunder berupa harga crude oil bulanan (USA \$ per barel) mulai Januari 2000 sampai dengan September 2022. Grafik data sekunder harga crude oil bulanan di sajikan dalam gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik harga crude oil dari bulan Januari 2000 – September 2022

Grafik pada gambar 1 menunjukkan data harga crude oil yang berfluktuasi naik dari bulan Januari 2000 sampai mengalami puncak pada bulan Juli 2008 sebesar US \$ 133, 93. Setelah mengalami puncak harga paling mahal, OPEC berusaha untuk meningkatkan produksi crude oil dan menyebabkan harga crude oil kembali turun drastis di bulan Pebruari tahun 2009 sebesar US\$ 39,16. Data selanjutnya berfluktuasi naik turun hingga berharga US\$ 16,55 perbarell di bulan April 2020, selanjutnya harga naik tetinggi pada bulan Juni 2022 sebesar US\$ 114,84 perbarell. Untuk selanjutnya analisis data peramalan harga crude oil dengan model *DES-Holt's* digunakan alat bantu *software R package statistics*, yang merupakan open source program. *Software R package statistics* dapat di download di website <https://cran.r-project.org/> dan dapat diinstal secara gratis.

Uji Dicky Fuller test

Untuk mengetahui secara pasti apakah ada pola trend atau tidak data harga crude oil pada gambar 1, harus dilakukan uji stasioneritas Dicky Fuller test pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan uji stasioneritas Dicky-Fuller test

Augmented Dickey-Fuller Test
data: data
Dickey-Fuller = -2.2445, Lag order = 12, p-value = 0.473
alternative hypothesis: stationary

Hasil uji pada tabel 2 didapat nilai *Dicky-fuller-test* sebesar -2,2445 atau p-value sebesar 0.473. Nilai *p-value* sebesar 0,473 > 0,05 (taraf kesalahan penelitian sebesar 5% atau 0,05), kesimpulannya terima H_0 (data tidak *stasioner*). Sesuai dengan pendahuluan penelitian ini, model yang cocok untuk data yang mengandung trend adalah *double exponensial smoothing-Holt's (DES-Holt's)*.

Model Double Exponensial Smoothing-Holts (DES-H)

Hasil running *smoothing parameters* model (DES)-Holt's dari program R package disajikan di tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan *smoothing parameters* model (DES)-Holt's

<i>Model Double Eksponensial Smoothing (DES)</i>	
Smoothing parameters	(α) 0.9999
	(β) 1e-04

Dari tabel 3, nilai parameter eksponensial alpha (α) sebesar 0,9999 dan beta (β) sebesar 1e-04.

Nilai AIC dan BIC

Hasil *running* untuk model DES-H dengan R package untuk nilai AIC dan BIC, disajikan dalam tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil perhitungan AIC dan BIC model (DES)-Holt's

<i>Model Double Eksponensial Smoothing-Holts(DES-H)</i>	
AIC	2502.406
BIC	2520.453

Pada kelas atau ruang yang sama, beberapa model yang ada dipilih berdasar nilai AIC dan BIC yang terkecil. Hasil running model diperlihatkan hanya untuk nilai AIC dan BIC yang paling kecil. Pada model DES-H yang terpilih mempunyai AIC sebesar 2502.406 dan BIC sebesar 2520.453.

Akurasi Peramalan

Hasil perhitungan akurasi peramalan untuk model DES-H disajikan di tabel 5 berikut :

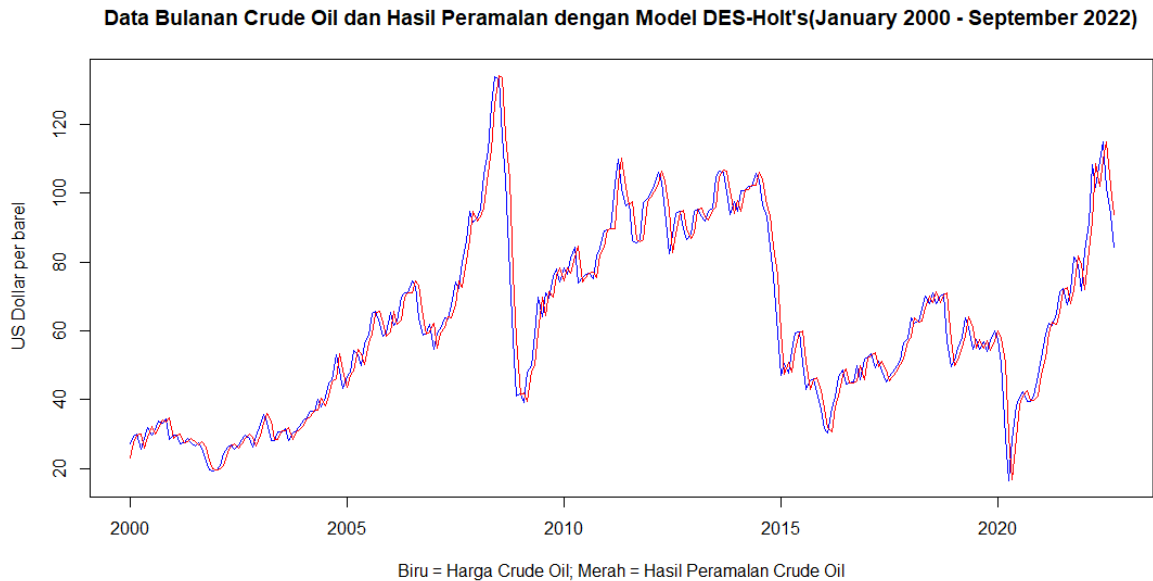
Tabel 5. Hasil perhitungan RMSE dan MAPE model DES-Holts

<i>Model Double Eksponensial Smoothing-Holts(DES-H)</i>	
RMSE	5.813075
MAPE	7.451311

Nilai RMSE sebesar 5.813075 dan nilai MAPE sebesar 7.451311 %. Nilai MAPE sebesar 7.451311 % jika dikriteriakan berdasarkan tabel 1 di atas termasuk kriteria kurang dari 10% (<10%) yang termasuk kriteria sangat bagus.

Hasil Peramalan

Grafik hasil peramalan dan nilai harga crude oil yang sesungguhnya (seperti dalam gambar 1) di gambarkan jadi satu grafik di gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik Ramalan Model DES-Holt's (Merah) dan Data Harga Crude Oil (Biru) dari Bulan Januari 2000 – September 2022

Dari gambar 2, tampak bahwa antara data sesungguhnya (biru) dan data ramalannya (merah) berhimpit sekali. Gambar 2 menunjukkan bahwa model *DES-H* dapat dipergunakan untuk meramalkan harga crude oil dengan kriteria sangat bagus (*MAPE* < 10%) atau secara garis besar dengan menggunakan model yang sederhana dan simple prosedurnya serta dengan bantuan software R package yang open source (gratis) bisa digunakan untuk meramalkan harga crude oil dengan sangat baik.

Hasil peramalan tiga periode kedepan yaitu Oktober 2022 sampai dengan Desember 2022 disajikan di tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Peramalan 3 Periode Kedepan untuk Model DES-Holt's

Model Peramalan	Oktober 2022	November 2022	Desember 2022
DES-Holt's	84.52526	84.78956	85.05386

Hasil peramalan 3 periode kedepan seperti pada tabel 6 menunjukkan peningkatan harga crude oil walaupun setiap periode naiknya cuma sedikit. Secara umum bisa dikatakan harga crude oil untuk 3 periode mendatang relatif stabil dikisaran US\$ 84.52526 sampai dengan 85.05386 US\$ perbarel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini mempergunakan data sekunder harga crude oil bulanan yang di dapat dari “*Spot Crude Oil Price: West Texas Intermediate (WTI) (WTISPLC)*” untuk meramalkan harga crude oil dengan model *DES-Holt's* yang mudah dan simpel untuk dilakukan analisis oleh para stakeholder atau pengguna serta mempunyai akurasi yang tinggi (level bagus sekali). Hasil dari penelitian ini, mempergunakan model *DES-Holt's* dengan dengan nilai alpha sebesar 0,9999 dan beta sebesar 1e-04 dengan nilai AIC sebesar 2502.406 dan nilai BIC sebesar 2520.453. Model *DES-Holt's* untuk memprediksi harga *crude oil* yang menghasilkan nilai akurasi yaitu *RMSE* dan *MAPE* masing-masing sebesar 5.813075 dan 7.451311 %.

Saran

Penggunaan model *DES-Holt's* untuk peramalan disarankan untuk menambahkan data terbaru dalam model, supaya model mengikuti update data. Disarankan juga untuk meramalkan dalam jangka pendek. Untuk meneliti peramalan harga crude oil disarankan juga menggunakan model *ETS, ARIMA, ANN* atau model berbasis *AI*

REFERENSI

- As'ad, M., Sujito & Setyowibowo, S. (2020), 'Peramalan Harga Emas Harian dengan Model Hibrida Double Exponensial Smoothing Holt's dan Jaringan Syaraf Tiruan', *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 19(1), 51-58. <https://doi.org/10.32409/jikstik.19.1.156>
- Eni, F., As'ad, M., Sujito & Setyowibowo, S. (2022), 'Metode Extrem Learning Machine Untuk Meramalkan Harga Emas Harian Saat Pandemi Covid-19', *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 21(1), 1-7. <https://doi.org/10.32409/jikstik.21.1.2915>
- Sa'adah, A.F., Fauzi, A. & Juanda, B. (2017), 'Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik', *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia* Vol. 17 (2), 118-137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>
- Shang, X.Li.W. & Wang, S., (2019), 'Text-based crude oil price forecasting: A deep learning approach', *International Journal of Forecasting*, 35(4), 1548–1560. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.07.006>
- Wu, Y-X., Wu, Q.B. & Zhu, J.Q., (2019), 'Improved EEMD-based crude oil price forecasting using LSTM networks', *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 516, 114–124. DOI: 10.1016/j.physa.2018.09.120
- Ng'ang'a, F. and Oleche, M. (2022) Modelling and Forecasting of Crude Oil Price Volatility Comparative Analysis of Volatility Models. *Journal of Financial Risk Management*, 11, 154-187. doi: [10.4236/jfrm.2022.111008](https://doi.org/10.4236/jfrm.2022.111008).
- Shukor, S.A., Sufahani, S.F., Khalid, K., Wahab, M.H.A., Idrus S.Z.S., Ahmad, A., & Subramanian, T.S., (2021), Forecasting Stock Market Price of Gold, Silver, Crude Oil and Platinum by Using Double Exponential Smoothing, Holt's Linear Trend and Random Walk, *Journal. Physics.: Conference. Series. 1874 012087*
- Hyndman, R.J., & Athanasoapulos, G., (2021), *Forecasting Principles and Practice, 3rd edition*, OTexts: Melbourne, Australia. OTexts.com/fpp3. Accessed on 26 -12-2022.
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2020), 'The M4 Competition: 100,000 time series and 61 forecasting methods', *International Journal of Forecasting*, 36, 54-74. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.04.014>
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022), 'M5 accuracy competition: Results, findings, and conclusions', *International Journal of Forecasting*, 38, 1346-1364. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.013>
- Prapcoyo, H., As'ad, M. (2022), 'The Forecasting of Monthly Inflation in Yogyakarta City Uses an Exponential Smoothing-State Space Model', *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAR)*, 6(2), 800-809. <http://dx.doi.org/10.29040/ijebar.v6i2.4853>
- Nabila, I. & Ranggadara, I. (2020), 'Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut', *Journal of Information System*, 5(2). 250-255. DOI: 10.33633/joins.v5i2.3900