

PERAMALAN HARGA MINYAK MENTAH INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST*

Selvi Annisa¹, Yeni Rahkmawati^{2*}, Hardianti Hafid³

^{1,2}Program Studi Statistika, Universitas Lambung Mangkurat

³Program Studi Statistika, Universitas Negeri Makassar

*e-mail: yeni.rahkmawati@ulm.ac.id

DOI: 10.14710/j.gauss.13.2.472-478

Article Info:

Received: 2024-08-29

Accepted: 2024-12-19

Available Online: 2025-01-10

Keywords:

Machine learning; Time series;

Random Forest; Crude oil

Abstract: *Crude oil prices are a critical global macroeconomic indicator, influencing central bank policies, investment strategies, and the pricing of oil-dependent goods. Accurate forecasting of crude oil prices is essential for informed decision-making in these areas. This study aims to forecast the price of Indonesian crude oil from April 2024 to December 2024 using the Random Forest algorithm. A quantitative approach utilizes monthly data on Indonesian crude oil prices from August 2017 to March 2024. The forecasting performance is evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The findings indicate that the Random Forest model, with Lag 1 as the input variable, produces forecasts with a MAPE of 6.215%, categorized it as excellent. The projected price range for Indonesian crude oil from April to December 2024 is between 70 and 87 USD per barrel. This forecast suggests potential price fluctuations driven by geopolitical conflicts in Europe and the Middle East, global demand for crude oil, and varying economic growth rates.*

1. PENDAHULUAN

Minyak mentah atau disebut juga minyak bumi merupakan bahan bakar fosil yang terbentuk secara alami dari endapan hidrokarbon dan bahan organik lainnya. Berbagai manfaat dari minyak mentah adalah pembangkit tenaga listrik, bahan bakar transportasi, perlengkapan rumah tangga, kosmetik, dan lain sebagainya (Gumus dan Kiran, 2017). Minyak mentah biasanya diperoleh melalui pengeboran yang selanjutnya dimurnikan dan diolah menjadi berbagai bentuk, seperti bensin, minyak tanah, aspal, dan lain-lain. Minyak mentah merupakan sumber daya tak terbarukan, artinya tidak dapat digantikan secara alami sesuai dengan jumlah yang dikonsumsi dan oleh karena itu merupakan sumber daya yang terbatas.

Harga minyak mentah merupakan salah satu indikator makro global yang paling penting. Harga minyak mentah ini dapat menjadi barometer perspektif ekonomi, pergerakan mata uang, dan inflasi. Meskipun saat ini sudah ada pengembangan mobil listrik dan meluasnya penggunaan sumber produksi energi terbarukan, minyak tetap menjadi komoditas global yang paling penting. Oleh karena itu, perkiraan atau peramalan harga minyak mentah memberikan peran besar dalam beberapa hal seperti kebijakan bank sentral, keputusan investasi, dan pembelian barang-barang yang banyak mengandung minyak (Ellwanger dan Snudden, 2023).

Proses peramalan harga minyak mentah dilakukan dengan menggunakan data historis dalam model deret waktu. Beberapa metode yang pernah digunakan adalah *exponential smoothing model* (ESM), *autoregressive integrated moving average* (ARIMA), *error correction models* (ECM), dan *autoregressive conditional heteroskedasticity* (GARCH). Meskipun metode-metode ini dapat menangkap interaksi linier dalam deret waktu, akan tetapi mereka gagal dalam menangkap karakteristik nonlinier harga minyak mentah sampai

batas tertentu (Abdollahi & Ebrahimi, 2020). Dibandingkan dengan model deret waktu klasik, algoritma *machine learning* mampu memodelkan deret waktu tanpa dibatasi oleh asumsi yang harus dipenuhi, termasuk masalah linieritas (Plakandaras et al., 2015).

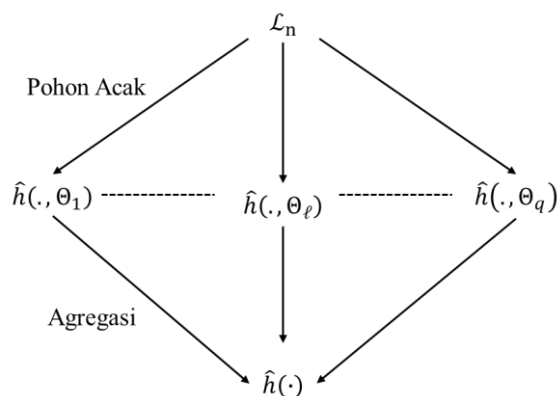
Random Forest dalam *machine learning* termasuk dalam metode *ensemble*. Algoritma ini terdiri dari sekumpulan pohon regresi yang dibangun dari sejumlah variabel input dan data yang disampel secara acak dari data awal (Pratomo et al., 2019). *Random Forest* memiliki kelebihan yang mampu mengolah data besar, heterogen, kompleks dan tidak linier. Kemudian juga mampu mengurangi *overfitting*, varians dan bias dengan melakukan agregasi peramalan dari setiap pohon regresi yang terbentuk (Iskandar dan Ramdhani, 2023).

Beberapa penerapan algoritma *Random Forest* dalam permasalahan deret waktu diantaranya oleh Yoon (2020) untuk meramalkan GDP Jepang dari tahun 2001 hingga 2018, Rianto dan Yunis (2021) untuk memprediksi jumlah mahasiswa baru di Universitas XYZ, Veeramsetty et al., (2022) untuk meramalkan beban daya listrik, Iskandar dan Ramdhani (2023) untuk meramalkan saham Microsoft dari tahun 1986 hingga 2023, dan Gradojevic et al., (2023) untuk meramalkan return Bitcoin dari tahun 2015 hingga 2019. Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk meramalkan harga minyak mentah Indonesia pada bulan April 2024 hingga Desember 2024 menggunakan algoritma *Random Forest*. Pada penelitian ini membandingkan beberapa skema variabel input dengan menggunakan ukuran keakuratan MAPE.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip umum dari *Random Forest* adalah menggabungkan kumpulan pohon keputusan yang dihasilkan secara acak. Tujuan dari pendekatan ini adalah, alih-alih berupaya mengoptimalkan satu prediktor secara langsung seperti pada pohon regresi (*Regression Tree*), *Random Forest* menggabungkan sekumpulan prediktor yang mungkin tidak optimal secara individual. Karena setiap pohon dalam hutan ini diacak, *Random Forest* memungkinkan eksplorasi yang lebih luas dari ruang semua kemungkinan pohon prediktor, yang pada praktiknya menghasilkan kinerja prediktif yang lebih baik (Genuer dan Poggi, 2020).

Secara umum definisi dari *Random Forest* menurut Breiman (2001) yaitu: Misalkan $(\hat{h}(\cdot, \Theta_1), \dots, \hat{h}(\cdot, \Theta_q))$ adalah sekumpulan prediktor pohon dengan $\Theta_1, \dots, \Theta_q$ adalah variabel acak i.i.d. yang independen dari \mathcal{L}_n . Prediktor *Random Forest* \hat{h} diperoleh dengan menggabungkan kumpulan pohon acak ini. Proses agregasi dalam *Random Forest* ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Skema Umum *Random Forest*

Perhitungan prediksi dalam Random Forest untuk kasus regresi adalah dengan mencari rata-rata prediksi dari setiap pohon regresi yang dituliskan dalam Persamaan 1.

$$\hat{h}(x) = \frac{1}{q} \sum_{\ell=1}^q \hat{h}(x, \Theta_{\ell}) \quad (1)$$

dimana q adalah jumlah pohon regresi yang terbentuk dan $\hat{h}(x, \Theta_{\ell})$ merupakan prediksi dari pohon regresi ke ℓ .

Kebaikan dari prediksi atau peramalan yang dihasilkan dalam penelitian ini diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE adalah rata-rata perubahan persentase absolut antara nilai yang diprediksi dan nilai sebenarnya. Kategori evaluasi berdasarkan nilai MAPE adalah sebagai berikut: jika $MAPE < 10\%$, maka kemampuan peramalan dikategorikan sebagai sangat baik; jika MAPE berada dalam rentang $10\% \leq MAPE < 20\%$, maka kemampuan peramalan dikategorikan sebagai baik; jika MAPE berada dalam rentang $20\% \leq MAPE < 50\%$, maka kemampuan peramalan dikategorikan sebagai cukup; dan jika $MAPE \geq 50\%$, maka kemampuan peramalan dikategorikan sebagai buruk. Formula dari MAPE dirumuskan sebagai berikut

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |(y_i - \hat{y}_i)/y_i|}{n} \times 100\% \quad (2)$$

dimana n merupakan jumlah data yang diramalkan, y_i adalah nilai yang sebenarnya, dan \hat{y}_i adalah nilai peramalannya (Chen et.al., 2003).

3. METODE PENELITIAN

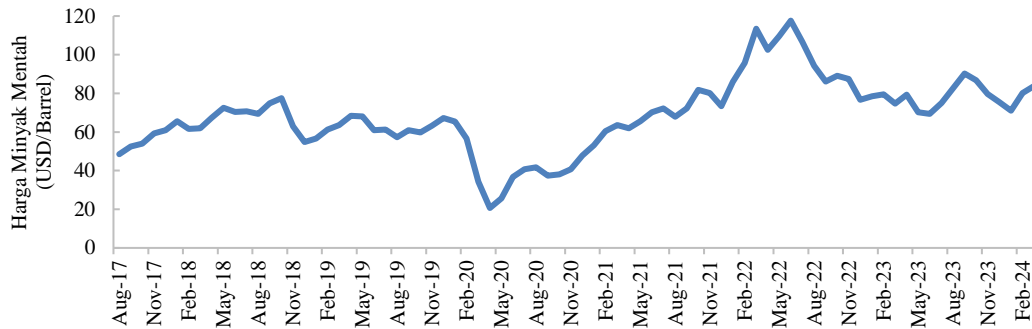
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan data harga rata-rata bulanan minyak mentah Indonesia dari Agustus 2017 sampai Maret 2024 (USD/Barrel). Data deret waktu ini merupakan data sekunder bulanan yang diambil dari situs resmi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (<https://migas.esdm.go.id/>).

Proses olah data dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman R versi 4.3.1 dan Python versi 3.11.4. Langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan statistika deskriptif untuk mengetahui pola harga minyak mentah Indonesia.
2. Menerapkan algoritma *Random Forest* dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Melakukan pengecekan signifikansi lag menggunakan plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF).
 - b. Membuat beberapa skema variabel input berdasarkan plot PACF.
 - c. Membagi data menjadi data latih (bulan Agustus 2017-Maret 2023) dan data uji (bulan April 2023-Maret 2024) pada setiap skema variabel input.
 - d. Menerapkan algoritma *Random Forest* pada data latih dan mengevaluasi hasil peramalannya pada data uji menggunakan Persamaan 1.
 - e. Menghitung nilai MAPE pada data uji.
 - f. Membandingkan nilai MAPE untuk setiap skema variabel input.
 - g. Melakukan peramalan harga minyak mentah Indonesia untuk bulan April – Desember 2024 berdasarkan skema variabel input dengan MAPE terendah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistika deskriptif yang digunakan untuk melihat pola harga minyak mentah Indonesia adalah grafik garis (*line chart*). Melalui grafik garis yang terbentuk, pola naik dan turunnya harga minyak mentah Indonesia dapat terlihat dengan jelas.

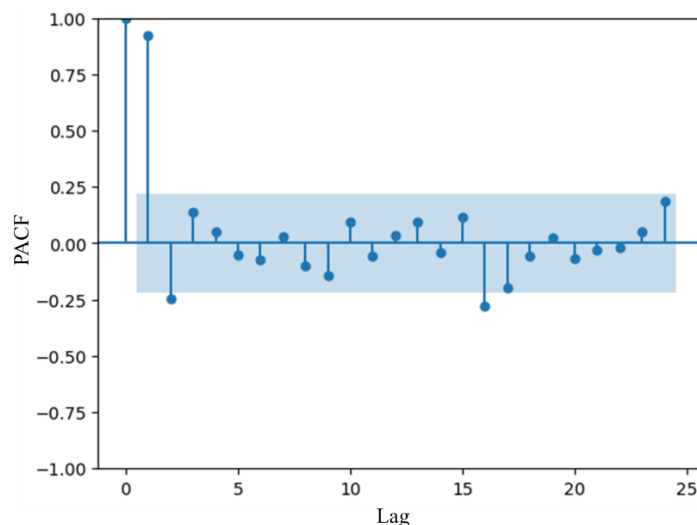


Sumber: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2024 (diolah)

Gambar 2. Pergerakan Harga Minyak Mentah Indonesia

Secara keseluruhan berdasarkan Gambar 2, hingga akhir tahun 2019 harga minyak mentah di Indonesia berada disekitaran 48-78 USD/Barrel. Kemudian di awal tahun 2020 terjadi penurunan harga minyak mentah akibat pandemi Covid-19 yang berlangsung hingga mencapai harga terendah di bulan April 2020 yaitu sebesar 20,66 USD/Barrel. Penurunan harga minyak mentah ini diakibatkan oleh penerapan kebijakan *lockdown* dan pembatasan pergerakan manusia di sejumlah negara termasuk Indonesia (Nugraheni dan Inayah, 2022). Selanjutnya harga minyak mentah di Indonesia berangsur naik secara perlahan dengan puncak harga tertinggi di bulan Juni 2022 yaitu sebesar 117,62 USD/Barrel. Hal ini disebabkan oleh kekhawatiran para pelaku pasar minyak terhadap ketidakpastian produksi minyak global akibat kegagalan OPEC+ dalam memenuhi target produksi. Kegagalan ini terjadi dikarenakan kurangnya investasi, penerapan sanksi terhadap Rusia, serta penurunan produksi minyak oleh beberapa negara seperti Nigeria, Ekuador, Libya, UAE, dan Arab Saudi (Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2022). Kemudian di bulan-bulan berikutnya harga minyak mentah menurun disekitaran 69-106 USD/Barrel. Penurunan tersebut salah satunya disebabkan oleh kekhawatiran pasar terhadap ekonomi global khususnya di wilayah Eropa dan Amerika Serikat, serta peningkatan stok minyak mentah global (Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2023a).

Sebelum menerapkan algoritma *Random Forest* pada data, perlu diidentifikasi terlebih dahulu lag yang berpengaruh atau signifikan. Identifikasi ini dilakukan untuk menentukan variabel input atau variabel bebas pada algoritma *Random Forest*. Lag-lag yang berpengaruh dapat dilihat melalui plot PACF.



Gambar 3. Plot PACF Harga Minyak Mentah Indonesia

Berdasarkan Gambar 3, lag yang berpengaruh atau signifikan (ditandai oleh garis lag yang melewati area biru) adalah Lag 1 (y_{t-1}), Lag 2 (y_{t-2}), dan Lag 16 (y_{t-16}). Artinya, harga minyak mentah saat ini dipengaruhi oleh harga minyak mentah bulan lalu, dua bulan sebelumnya, serta 16 bulan sebelumnya. Dengan demikian, terdapat skema variabel input yang dapat diambil.

Tabel 1. Skema Variabel Input

Skema	Variabel Input
1	Lag 1
2	Lag 2
3	Lag 16
4	Lag 1, Lag 2
5	Lag 1, Lag 16
6	Lag 2, Lag 16
7	Lag 1, Lag 2, Lag 16

Terdapat tujuh skema dengan variabel input yang berbeda seperti tertera pada Tabel 1. Pada setiap skema, data harga minyak mentah Indonesia dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih digunakan untuk membangun model *Random Forest*, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam memprediksi atau meramalkan data baru. Pada penelitian ini, data latih diambil dari bulan Agustus 2017 sampai Maret 2023, sedangkan data uji diambil dari bulan April 2023 sampai Maret 2024.

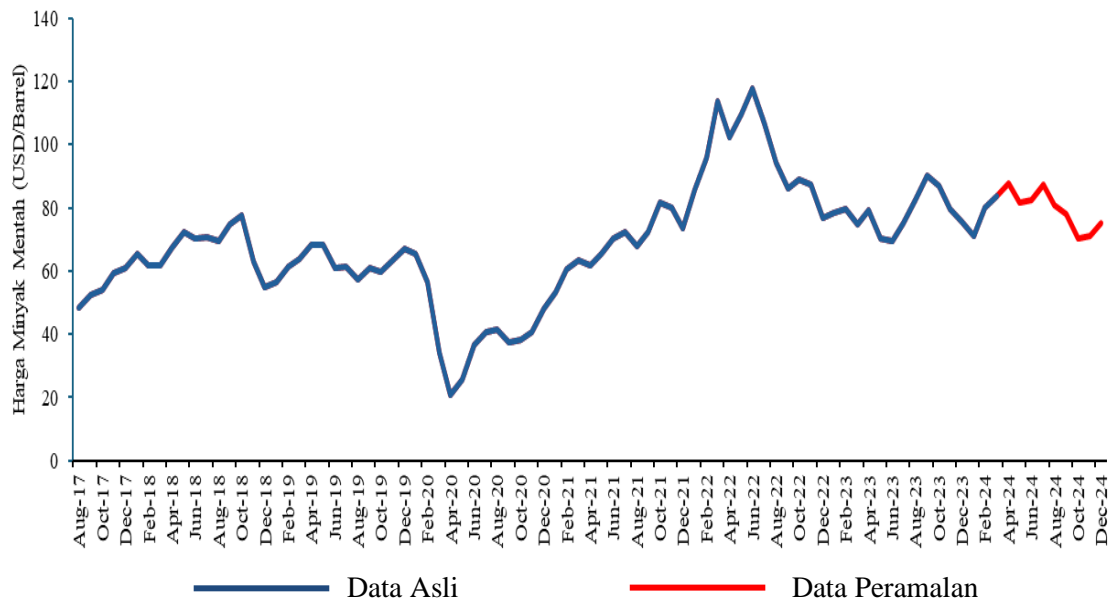
Tabel 2. Perbandingan MAPE Data Uji

Skema	MAPE (%)
1	6,22
2	10,27
3	9,16
4	6,93
5	7,60
6	11,21
7	7,49

Tabel 2 menunjukkan nilai MAPE terkecil adalah dari skema 1 yaitu 6,22% dan nilai MAPE tertinggi adalah skema 6 yaitu 11,21%. Berdasarkan Tabel 2, kedua skema ini menghasilkan nilai MAPE yang berada dalam kriteria sangat akurat (skema 1) dan akurat (skema 6). Artinya secara keseluruhan, algoritma *Random Forest* mampu memberikan hasil peramalan yang akurat. Selanjutnya dengan menggunakan skema 1, yaitu Lag 1 sebagai variabel input, akan dilakukan peramalan harga minyak mentah Indonesia untuk bulan April 2024 – Desember 2024.

Tabel 3. Peramalan Harga Minyak Mentah Indonesia (USD/Barrel)

Periode	Harga Minyak Mentah
April 2024	87,75
Mei 2024	81,83
Juni 2024	82,34
Juli 2024	87,19
Agustus 2024	80,87
September 2024	77,89
Oktober 2024	70,36
November 2024	70,92
Desember 2024	75,26



Gambar 4. Plot Peramalan Harga Minyak Mentah Indonesia

Hasil peramalan harga minyak mentah Indonesia pada Tabel 3 dan Gambar 4 berada dalam rentang 70-88 USD/Barrel. Harga minyak mentah diramalkan naik pada bulan April 2024, hal ini disebabkan oleh serangan Ukraina terhadap kilang minyak Rusia, yang dapat mengganggu pasokan bahan bakar di Asia dan Eropa serta membuka peluang pengetatan pasokan di pasar minyak (Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2024). Selain itu harga minyak mentah juga diramalkan turun pada bulan Agustus hingga November 2024, beberapa penyebab dari penurunan harga minyak mentah adalah permintaan minyak mentah global yang mengalami penurunan, serta terjadinya perlambatan pertumbuhan ekonomi global (Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2023b).

5. KESIMPULAN

Algoritma *Random Forest* dengan variabel input Lag 1 mampu menghasilkan peramalan minyak mentah Indonesia dengan nilai MAPE 6,22% dan berada pada kriteria sangat akurat. Selain itu peramalan minyak mentah Indonesia untuk bulan April 2024 hingga Desember 2024 berada pada rentang 70-88 USD/Barrel. Harga ini diramalkan mengalami fluktuasi naik dan turun yang diantaranya disebabkan oleh kondisi perang di wilayah Eropa dan Timur Tengah, permintaan minyak mentah, serta pertumbuhan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, H. dan Ebrahimi, S. B. 2020. A new hybrid model for forecasting Brent crude oil price. *Energy*, vol. 200. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117520>
- Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine Learning*, vol. 45, no. 1, hh. 5–32.
- Chen, R. J. C., Bloomfield, P., dan Fu, J. S. 2003. An evaluation of alternative forecasting methods to recreation visitation. *Journal of Leisure Research*, vol 35, no. 4, hh. 441–454.
- Ellwanger, R. dan Snudden, S. 2023. Forecasts of the real price of oil revisited: Do they beat the random walk?. *Journal of Banking & Finance*, vol. 154. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2023.106962>

- Genuer, R. dan Poggi, JM. 2020. *Random Forests*. In: *Random Forests with R. Use R!*. Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56485-8_3
- Gradojevic, N., Kukolj, D., Adcock, R. dan Djakovic, V. 2023. Forecasting Bitcoin with technical analysis: A not-so-Random Forest?. *International Journal of Forecasting*, vol. 39, no. 1, hh. 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.08.001>
- Gumus, M., dan Kiran, M. S. 2017. Crude oil price forecasting using XGBoost. *2017 International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)*, hh. 1100–1103. <https://doi.org/10.1109/UBMK.2017.8093500>
- Iskandar, D. Z. H. dan Ramdhani, Y. 2023. Optimasi Parameter Random Forest menggunakan Grid Search Untuk Analisis Time series. *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, vol. 16, no. 2, hh. 267-277. <https://doi.org/10.33322/petir.v16i2.2084>
- Kementerian ESDM Ditjen Migas. 2022. *Rerata ICP Juni 2022 Naik Jadi US\$117,62 per Barel*. Dikutip dari <https://migas.esdm.go.id/post/read/rerata-icp-juni-2022-naik-jadi-us-117-62-per-barel>
- Kementerian ESDM Ditjen Migas. 2023a. *ICP Juni 2023 Turun Rendah Sebesar US\$0,76 Per Barel Dibandingkan Mei 2023*. Dikutip dari <https://migas.esdm.go.id/post/read/icp-juni-2023-turun-rendah-sebesar-us-0-76-per-barel-dibandingkan-mei-2023>
- Kementerian ESDM Ditjen Migas. 2023b. *Menteri ESDM Tetapkan ICP Minyak Mentah Indonesia November 2023 sebesar US\$79,63 Per Barel*. Dikutip dari <https://migas.esdm.go.id/post/read/menteri-esdm-tetapkan-icp-minyak-mentah-indonesia-november-2023-sebesar-us-79-63-per-barel>
- Kementerian ESDM Ditjen Migas. 2024. *ICP Maret Ditetapkan USD83,79 Perbarel*. Dikutip dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/icp-maret-ditetapkan-usd8379-perbarel>
- Nugraheni, R. D. dan Inayah, I. 2022. Dampak Pandemi COVID-19 Terhadap Harga Minyak dan Pangan Dunia: Analisis VECM. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, vol. 30, no. 1, hh. 15-29. <https://doi.org/10.14203/JEP.30.1.2022.15-29>
- Plakandaras, V., Gupta, R., Gogas, P., dan Papadimitriou, T. 2015. Forecasting the U.S. real house price index. *Economic Modelling*, vol. 45, hh. 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.10.050>
- Pratomo, A., Umbara, R. F. dan Rohmawati, A. A. 2019. Prediksi Pergerakan Harga Saham dengan Metode Random Forest Menggunakan Trend Deterministic Data Preparation (Studi Kasus Saham Perusahaan PT Astra International Tbk, PT Garuda Indonesia Tbk, dan PT Indosat Tbk). *eProceedings of Engineering*, vol. 6, no. 1, hh. 2545-2556.
- Rianto, M. dan Yunis, R. 2021. Analisis Runtun Waktu untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru dengan Model Random Forest. *Paradigma*, vol. 23, no. 1, hh 70-74. <https://doi.org/10.31294/p.v21i2>
- Veeramsetty, V., dkk. 2022. Short-term electric power load forecasting using Random Forest and gated recurrent unit. *Electrical Engineering*, vol. 104, hh. 307–329. <https://doi.org/10.1007/s00202-021-01376-5>
- Xue, B., Tong, N., Xu, X. dan He, X. 2019. Dynamical Short-Term Prediction of Rain Attenuation in W Band: A Time-Series Model With Simpler Structure and Higher Accuracy. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 61, no. 1, 77-86. <https://doi.org/10.1109/MAP.2018.2883017>
- Yoon, J. 2020. Forecasting of Real GDP Growth Using Machine Learning Models: Gradient Boosting and Random Forest Approach. *Computational Economics*, vol. 57, no. 1, hh. 247–265. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10054-w>