



## **Pemodelan ARIMAX untuk Meramalkan Harga Minyak Mentah Dunia**

Ihsan Fathoni Amri\*, Ayu Wulandari, Khansa Ni'mal Abidah,  
Alfian Chandra Irawan, M. Al Haris  
Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia  
[\\*ihsanfathoni@unimus.ac.id](mailto:ihsanfathoni@unimus.ac.id)

### **ABSTRAK**

Perdagangan secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu, ekspor dan impor. Salah satu contoh perdagangan tersebut adalah minyak mentah. Diketahui saat ini harga pasar minyak mentah dunia mempengaruhi tingkat perekonomian global. Harga minyak yang terus berubah, tentu saja menjadi sumber kekhawatiran dan perhatian tersendiri, terutama dalam industri minyak. Dalam penelitian ini, akan mengkaji harga minyak mentah menggunakan model ARIMAX (*Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*). Model ARIMAX dipilih karena mampu mengintegrasikan variabel eksternal, seperti volume nilai tukar rupiah dan produksi minyak, yang mempengaruhi harga minyak mentah. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengembangkan model prediktif yang akurat dengan mempertimbangkan pengaruh produksi minyak (Richard et al., 2021) dan nilai tukar rupiah terhadap harga minyak mentah dunia. Berdasarkan hasil analisis model ARIMAX (0,1,2) merupakan model terbaik dalam meramalkan harga minyak mentah dunia karena memiliki nilai AIC dan MAPE terkecil, yaitu AIC sebesar 408,49 dan MAPE 8,88. Berdasarkan hasil tersebut peramalan dengan model model ARIMAX (0,1,2) dapat dikategorikan sangat baik.

**Kata Kunci:** ARIMAX, Perekonomian, Harga minyak mentah dunia, Nilai tukar rupiah, Produksi minyak.

### **ABSTRACT**

*Trade, in general, is classified into two categories: export and import. One example of such trade is crude oil. It is known that the current world crude oil market prices influence the global economic level. The constantly changing oil prices are a source of concern and attention, especially in the oil industry. This research will examine crude oil prices using the ARIMAX model (Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables). The ARIMAX model is chosen because it can integrate external variables, such as the volume of the exchange rate of the rupiah and oil production, which affect crude oil prices. The main objective of this research is to develop an accurate predictive model by considering the influence of oil production and the exchange rate of the rupiah on world crude oil prices. Based on the analysis results, the ARIMAX (0,1,2) model is the best model for forecasting world crude oil prices because it has the smallest AIC (Akaike Information Criterion) and MAPE (Mean Absolute Percentage Error), which are 408.49 and 8.88, respectively. Based on these results, the forecast with the ARIMAX (0,1,2) model can be categorized as very good.*

**Keywords:** ARIMAX, Economy, World crude oil prices, Indonesian rupiah exchange rate, Oil production.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat yang terus menerus berkembang tidak dapat sepenuhnya dipenuhi oleh produk-produk produksi dalam negeri. Situasi ini mengakibatkan peningkatan dalam perdagangan internasional antar negara, sehingga hal itu menyebabkan meningkatnya nilai suatu barang dan jasa. Secara umum perdagangan internasional dikelompokkan kedalam dua bidang, yaitu bidang ekspor dan bidang impor. Salah satu komoditas pada bidang impor dan ekspor adalah minyak mentah (Saputra, 2021).

Minyak mentah adalah komoditas ekonomi paling aktif dan penting dalam perdagangan dunia (S. Herawati, 2014). Diketahui bahwa permintaan minyak semakin meningkat setiap tahunnya sehingga komoditas tersebut memegang peranan yang penting dalam perekonomian. Harga minyak yang tinggi menyebabkan inflasi dan tekanan pada nilai tukar, hal tersebut mengakibatkan ekonomi global menyusut. Harga minyak mentah terus berfluktuasi dari waktu ke waktu (Faozi, 2016). Menurut laporan data dari website resmi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral harga minyak mentah dunia yang dirilis oleh Organisasi Negara Pengekspor Minyak, harga minyak mentah mengalami tren naik turun sejak tahun 2013 hingga 2022. Berdasarkan informasi tersebut diketahui pada tahun 2016 harga minyak dunia melonjak turun dari 105,87 per barel menjadi 40,76 per barel. Kemudian tahun 2022 mengalami kenaikan sampai 100,08 per barel dan mengalami penurunan kembali pada awal tahun 2023 hingga 80,74 per barel (Organisasi Negara Pengekspor Minyak (OPEC), 2023).

Data produksi minyak, sebagaimana dikutip oleh (Saptia, 2013), merujuk pada volume minyak mentah yang diproduksi oleh produsen utama di berbagai negara. Menurut (Leoresta, 2017), tingginya produksi minyak dapat menghasilkan penawaran yang berlebih. Hal ini, pada gilirannya, berpotensi menekan harga minyak mentah di pasar global. Di sisi lain, penurunan produksi minyak dapat menyebabkan keterbatasan pasokan dan meningkatnya harga minyak mentah. Selain itu, informasi mengenai nilai tukar rupiah berpengaruh signifikan juga terhadap harga minyak mentah dunia. Nilai tukar rupiah terhadap dolar dapat mempengaruhi daya saing ekspor dan impor minyak mentah (Putra, 2018). Jika nilai tukar mengalami kenaikan terhadap dolar, maka harga minyak mentah dalam mata uang lokal mengalami penurunan (Adhista, 2022). Sebaliknya, melemahnya nilai tukar rupiah dapat menyebabkan naiknya harga minyak mentah. Dalam konteks inilah pentingnya analisis terhadap data produksi dan data kurs nilai tukar rupiah sebagai faktor eksternal dalam peramalan harga minyak mentah dunia.

Peramalan atau disebut juga *forecasting* merupakan suatu hal yang digunakan memprediksi sesuatu yang akan terjadi mendatang berdasarkan data masa lalu yang dianalisis secara ilmiah (Lusiana, 2020). Peramalan harga minyak dunia dapat dilakukan dengan menggunakan analisis deret waktu karena data harga minyak merupakan *time series* yang mana data tersebut dikumpulkan dari waktu ke waktu (Setiyowati, 2018). Salah satu metode peramalan adalah *ARIMAX (Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous)* yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari model *ARIMA*. Model *ARIMAX* merupakan suatu model yang memperhitungkan variabel eksogen lainnya yang disimbolkan *X*. Model *ARIMAX* dipilih karena mampu mengintegrasikan variabel eksternal, seperti volume nilai tukar rupiah dan produksi minyak sebagai variabel eksogen (*X*), yang mempengaruhi harga minyak mentah.

Banyak penelitian terdahulu telah menerapkan metode ARIMAX (*Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*) dalam memprediksi harga minyak. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Pradana, dkk (2022) dengan judul “Sistem Peramalan Menggunakan ARIMAX untuk Harga Minyak Sawit Indonesia”, menemukan bahwa metode ARIMAX berhasil menghasilkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) yang relatif rendah. Hal ini menunjukkan efektivitas model ARIMAX dalam melakukan prediksi harga minyak. Kemudian penelitian Richard, dkk (2021) dengan judul “ARIMAX Modelling of Ron97 Price with Crude Oil Price in Malaysia” menunjukkan bahwa model ARIMAX dapat digunakan memprediksi harga minyak mentah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Meliana, dkk (2020) juga menegaskan keefektifan model ARIMAX. Studi mereka berjudul “Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan Menggunakan ARIMAX dengan Variabel Eksogen Covid-19” menunjukkan bahwa model ARIMAX adalah model yang cocok untuk melakukan prediksi, terutama dalam konteks pasar saham yang dipengaruhi oleh faktor eksogen seperti pandemi Covid-19.

Berdasarkan informasi di atas, penelitian ini akan memodelkan ARIMAX untuk meramalkan harga minyak mentah dunia. Model ARIMAX adalah sebuah pendekatan statistik yang memungkinkan penggunaan variabel eksogen ( $X$ ) dalam pemodelan *time series*, yang dalam penelitian ini meliputi volume produksi minyak dan nilai tukar rupiah. Data produksi minyak menjadi variabel eksogen yang relevan karena perubahan dalam tingkat produksi dapat mempengaruhi penawaran dan permintaan global minyak mentah. Sementara itu, data nilai tukar rupiah dipilih sebagai variabel eksogen karena fluktuasi nilai tukar dapat berdampak pada harga minyak mentah, terutama untuk negara-negara yang merupakan produsen dan eksportir minyak mentah.

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggabungkan data produksi minyak dan kurs nilai tukar rupiah sebagai variabel eksternal ( $X$ ) yang relevan dalam mempengaruhi harga minyak mentah. Berdasarkan informasi terdapatnya variabel eksogen yang mempengaruhi secara relevan terhadap harga minyak mentah, maka digunakan model ARIMAX agar dapat mengambil keputusan yang lebih baik dalam perencanaan bisnis dan pengelolaan risiko. Dengan demikian, penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan dalam konteks ekonomi global dan industri minyak mentah.

## 2. METODE

Data penelitian ini adalah data sekunder berupa data harian harga minyak mentah dunia dari tanggal 27 Juni 2022 hingga 9 Desember 2022 yang bersumber dari website Organisasi Negara Pengekspor Minyak (OPEC). Variabel eksogen berupa Data nilai tukar rupiah dari tanggal 27 Juni 2022 hingga 9 Desember 2022 bersumber dari Bank Indonesia serta data produksi minyak mentah yang berasal dari Administrasi Informasi Energi Amerika Serikat. Sebanyak 142 data digunakan sebagai data *training* untuk membentuk model ARIMAX dan 24 data sisanya digunakan sebagai data *testing* untuk membandingkan hasil peramalan dari model ARIMAX terbaik.

ARIMA merupakan model kompleks yang digunakan untuk pemodelan maupun peramalan deret waktu (Siswanti, 2020). Estimasi ARIMA biasanya menggunakan metode MLE. Model ARIMA dibagi dalam tiga bagian:

1. AR (p) berasal dari hasil proses AR
2. I (d) berarti data sedang melalui proses pembedaan. Differencing ini berfungsi agar data stasioner.
3. MA (q) menunjukkan hasil proses dari MA

Berikut persamaan umum dari model ARIMA:

$$\varphi_q(B)(1 - (1 - B)^d)Y_t = \varphi_q(B) \varepsilon_t \quad (1)$$

Terdapat variabel yang mempengaruhi peramalan berdasarkan model yang didapatkan. Adanya variabel eksogen yang mempengaruhi model mengakibatkan pengamatan mengalami peningkatan maupun penurunan drastis serta berulang pada waktu berbeda. Situasi tersebut diatasi menggunakan model ARIMAX. Model ARIMAX merupakan pengembangan lebih lanjut dari ARIMA (Kurnia, 2019). Model ARIMA juga merupakan model yang sangat sering digunakan dalam peramalan deret berkala (Rusyida, 2020). Sama halnya dengan ARIMA, ARIMAX adalah model yang umum untuk digunakan dalam peramalan. Tetapi di dalam model ARIMAX terdapat penambahan variabel prediktor atau sering disebut *exogenous* (Intan, 2019). Variabel prediktor atau *exogenous* variabel tersebut merupakan variabel yang dianggap memiliki pengaruh terhadap data variabel dependennya. Bentuk umum model ARIMAX adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_p X_{p,t} + \frac{\theta_q(B)}{\varphi_p(B)(1 - B)^d} \varepsilon_t \quad (2)$$

Secara spesifik, langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a) Mencari atau mengumpulkan data harian : harga minyak mentah, volume produksi minyak, dan nilai tukar rupiah terhadap dolar.
- b) Membuat grafik deret waktu dari data yang dikumpulkan
- c) Identifikasi stasioneritas dari plot ACF, dan melakukan uji ADF. Jika data tidak stasioner maka dilakukan pembedaan.
- d) Menentukan model prediksi sementara untuk model ARIMA dari plot ACF dan PACF serta residual model regresi yang stasioner.
- e) Evaluasi model ARIMA dan melakukan uji signifikansi parameter.
- f) Melakukan uji diagnostik terhadap model ARIMA.
- g) Memilih model terbaik dari nilai AIC terkecil, estimasi dan uji signifikansi parameter serta uji diagnostik model.
- h) Membuat prediksi dan menarik kesimpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

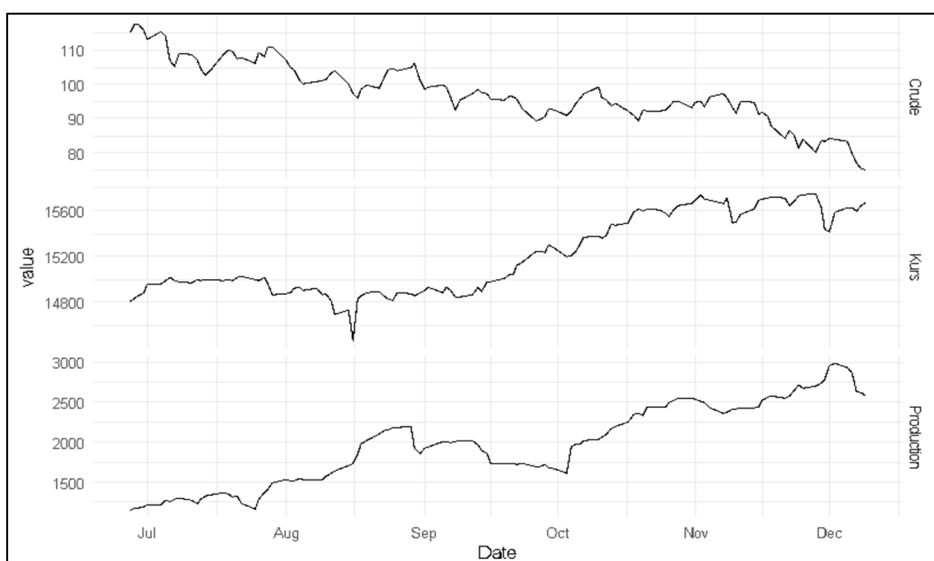
#### 3.1. Sumber Data

Data penelitian ini adalah data harga harian minyak mentah dari situs web Organisasi Negara Pengekspor Minyak, data nilai tukar rupiah yang bersumber dari Bank Indonesia, dan data produksi minyak mentah yang berasal dari administrasi informasi energi Amerika Serikat. Data tersebut merupakan data time series harian yang diambil pada periode 27 Juni 2022 hingga

9 Desember 2022 sebanyak 166 data dengan ( $Y$ ) adalah harga minyak mentah dunia dan ( $X_1$ ) adalah nilai tukar rupiah ( $X_2$ ) adalah produksi minyak sebagai variabel eksogen.

### 3.2. Grafik Data

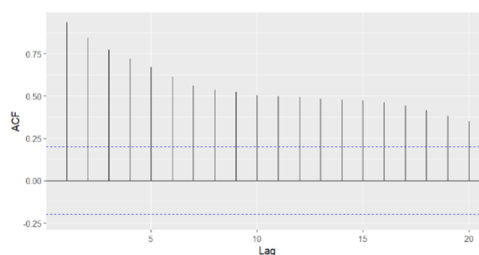
Pemodelan data runtun waktu parametrik memiliki asumsi yang harus terpenuhi yaitu stasioneritas. Pemeriksaan asumsi stasioneritas bisa dilakukan dengan mengidentifikasi plot data. Gambar 1 menunjukkan data harian harga minyak mentah dunia, nilai tukar rupiah, dan produksi minyak menunjukkan pergerakan yang fluktuatif dari 27 Juni 2022 hingga 9 Desember 2022.



Gambar 1. Plot Harian Minyak Mentah, Tukar Rupiah, dan Produksi Minyak

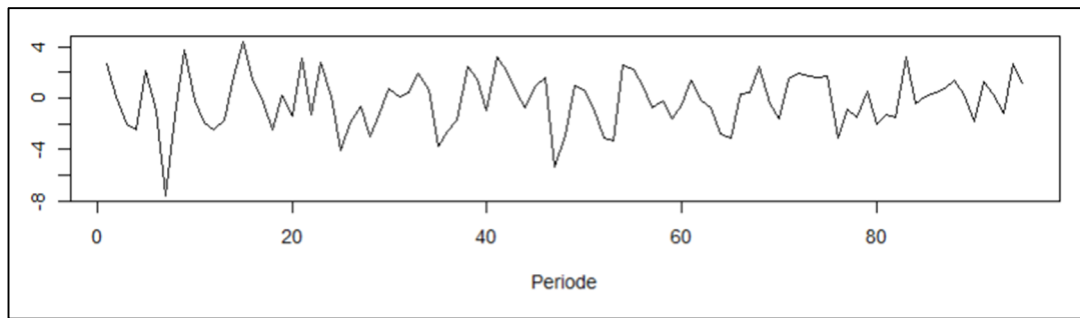
### 3.3. Pengujian Stasioneritas Data

Stasioneritas data merupakan salah satu asumsi yang biasa digunakan dalam pemodelan time series. Pada Gambar 1 terlihat grafik memiliki kecenderungan yang fluktuatif yaitu berarti data tidak stasioner. Hal ini juga terlihat dari grafik plot ACF yang disajikan pada Gambar 2.



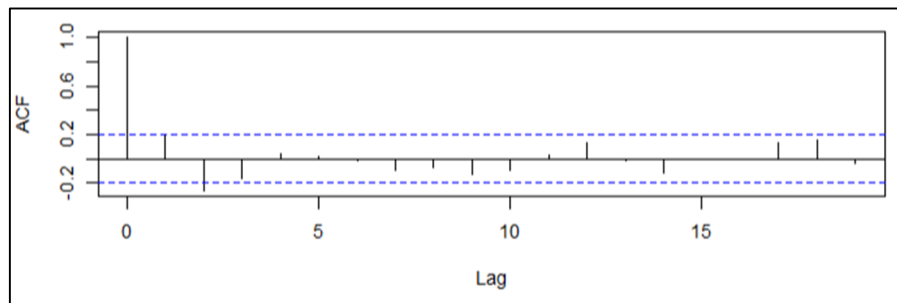
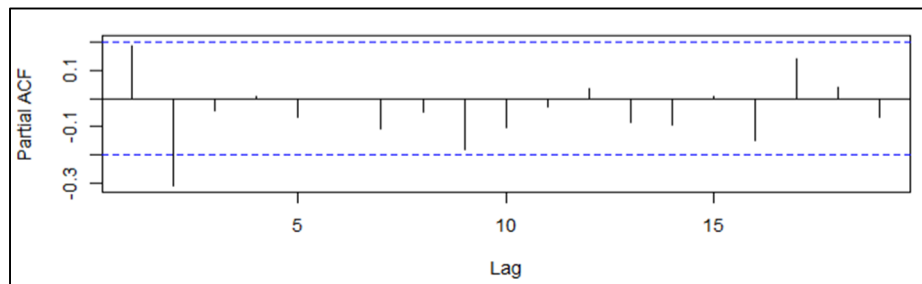
Gambar 2. Plot ACF

Plot ACF berdasarkan Gambar 2 terlihat cenderung turun perlahan yang berarti data tidak stasioner. Hal ini terlihat juga dari uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dimana nilai  $p$ -value sebesar 0,1467 serta KPSS test sebesar 0,01. Oleh sebab itu, diperlukan *differencing* agar data stasioner. Gambar 3 menunjukkan bahwa setelah dilakukan *differencing* sebanyak satu kali, data harian harga minyak mentah dunia berfluktuasi di sekitaran rata-rata. Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa data tersebut telah stasioner.

Gambar 3. Grafik Harga Minyak Mentah Setelah Dilakukan *Differencing*

### 3.4. Identifikasi Model ARIMA

Setelah dilakukannya *differencing* sebanyak sekali, selanjutnya dilakukannya identifikasi model ARIMA dari plot ACF dan PACF. Plot ACF dan PACF berdasarkan data yang sudah distasionerkan disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Gambar 4. Plot ACF setelah dilakukan *differencing*Gambar 5. Plot Partial ACF Setelah dilakukan *differencing*

Dapat terlihat Gambar 4 dan 5 bahwa dari plot di atas yang telah dilakukan *differencing* menunjukkan bahwa kedua plot terpotong pada lag kedua, sehingga model sementara yang terbentuk melalui *differencing* sebanyak satu kali adalah ARIMA (2,1,2), ARIMA (2,1,0), ARIMA (2,1,1), dan ARIMA (0,1,2).

### 3.5. Estimasi Parameter Model

Pemilihan model ARIMA terbaik dilakukan dengan memilih model hasil estimasi parameter berdasarkan ordo  $p$  dan  $q$  yang signifikan, memiliki nilai AIC terkecil, serta nilai MAPE terkecil. Hasil estimasi parameter model ARIMA disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi parameter ARIMA

Model	Estimasi parameter				
	Tipe	AIC	tingkat signifikansi	MAPE	Kriteria
ARIMA (0,1,2)	MA (1)	409.39	0.8756	14.0156	tidak signifikan
	MA (2)		0.7477		tidak signifikan
ARIMA(2,1,0)	AR (1)	435.21	0.6641	14.5371	tidak Signifikan
	AR (2)		0.3359		tidak Signifikan
ARIMA(2,1,1)	AR (1)	405.63	0.0000	14.4495	signifikan
	AR (2)		0.0000		signifikan
	MA (1)		0.0000		signifikan
ARIMA(2,1,2)	AR (1)	407.52	0.0000	19.4369	signifikan
	AR (2)		0.0000		signifikan
	MA (1)		0.0000		signifikan
	MA (2)		0.0000		signifikan

Hasil estimasi parameter model ARIMA berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa model terbaik dari model ARIMA adalah ARIMA (2,1,1) karena nilai parameter  $p\text{-value} < \alpha = 0,05$  dan nilai AIC sebesar 405,63 dengan mempertimbangkan asumsi *white noise* dan residual normal. Berikut persamaan model ARIMA terbaik.

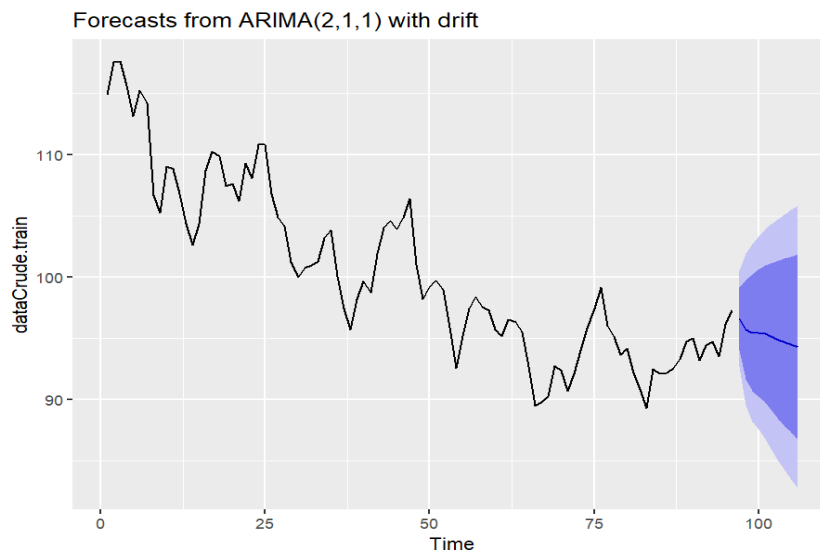
$$\begin{aligned}
 & (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)(1 - B)Y_t = (1 + \theta_1 B)\epsilon_t \\
 & (1 - 0.2544B + 0.3079B^2)(1 - B)Y_t = (1 + 0.9999B)\epsilon_t
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

### 3.6. Peramalan dengan Model ARIMA

Setelah diketahui bahwa ARIMA (2,1,1) akan digunakan memprediksi serta pengujian diagnostik pada residual atau sisaannya. Maka dilakukan peramalan atau prediksi dengan menggunakan model ARIMA yang terpilih. Adapun hasil peramalan harga minyak mentah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ramalan Harga Minyak Mentah Dunia

10/10/22	96.58521
10/11/22	95.7284
10/12/22	95.45167
10/13/22	95.44698
10/14/22	95.34826
10/15/22	95.12129
10/16/22	94.87759
10/17/22	94.67117
10/18/22	94.4846
10/19/22	94.29288

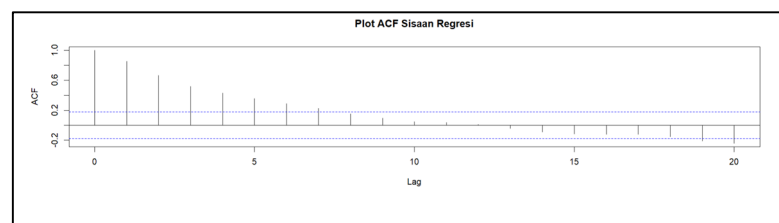


Gambar 6. Grafik Peramalan ARIMA

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil prediksi dengan ARIMA (2,1,1) dari tanggal 10 Desember 2022 hingga 19 Desember 2023 cenderung menurun dengan konstan dan fluktuasi yang cukup rendah.

### 3.7. Pemeriksaan Kestasioneran Model Regresi

Pembentukan model ARIMAX diawali dengan penentuan model regresi dengan data harga minyak mentah sebagai variabel Y sedangkan nilai tukar rupiah dengan produksi minyak sebagai variabel  $X_1$  dan  $X_2$ . Kemudian residual model tersebut perlu dilakukan uji kestasioneran yang disajikan pada Gambar 7.



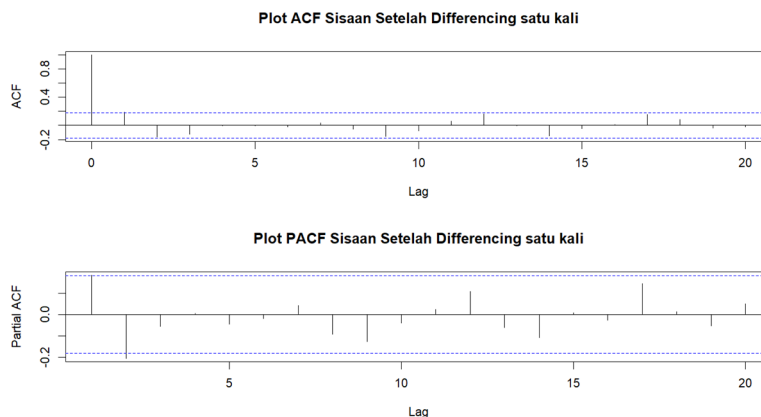
Gambar 7. Plot ACF residual regresi

Plot di atas memperlihatkan ketidakstasioneran data karena plot yang bergerak menurun. Hal serupa ditunjukkan dengan nilai ADF yang menghasilkan nilai sebesar 0.4062. Dengan demikian, dilakukanlah *differencing* tingkat 1 (d-1) sehingga menghasilkan nilai ADF sebesar 0.0100.

### 3.8. Pemodelan ARIMAX

Data yang sudah di *differencing* lalu digrafiskan dengan plot ACF dan Partial ACF sebagai identifikasi model ARIMAX seperti berikut.





Gambar 8. Plot ACF dan PACF sisaan *Differencing* sebanyak satu kali

Pada plot ACF dan Partial ACF diatas terlihat bahwa terjadi *cut off* pada lag 0 untuk ACF, dan *cut off* pada lag 2 untuk Partial ACF. Model ARMAX sementara yang bisa diambil yaitu ARIMAX (0,1,2), ARIMAX (0,1,0), serta ARIMAX (0,1,1). Dari model sementara dapat dilanjutkan dengan penentuan model terbaik.

Tabel 2. AIC model ARIMAX

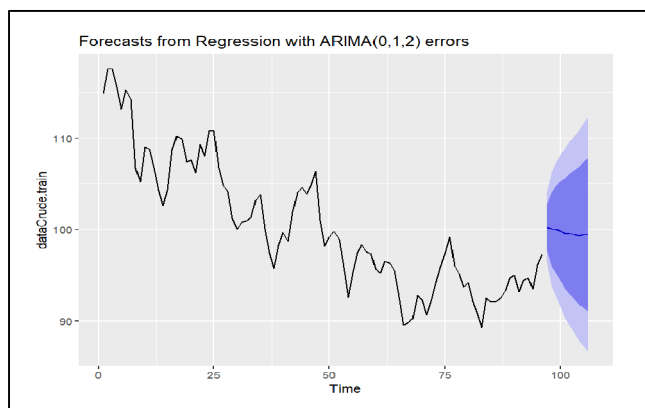
Model	AIC
<b>ARIMAX (0,1,2)</b>	<b>408.4862</b>
ARIMAX (0,1,1)	414.8115
ARIMAX (0,1,0)	409.3596

Tabel 2 menunjukkan model ARIMAX (0,1,2) adalah model terbaik karena mempunyai nilai AIC terendah yaitu sebesar 498.4862. Dimana dalam pengujiannya, sisaan dari model memenuhi asumsi normalitas, bebas autokorelasi, serta *white noise*. Berikut merupakan persamaan model ARIMAX yang terpilih :

$$\nabla Y_t = \theta_1 \nabla Y_{t-1} + \theta_2 \nabla Y_{t-2} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2}$$

$$\nabla Y_t = -0.1946 \nabla Y_{t-1} - 0.0041 \nabla Y_{t-2} + \epsilon_t + 0.1946 \epsilon_{t-1} + 0.0041 \epsilon_{t-2}$$

### 3.9. Peramalan ARIMAX



Gambar 9. Plot Forecasting untuk Minyak Mentah Dunia

Hasil ramalan menunjukkan pergerakan yang relatif datar dengan masih adanya fluktuasi, hal tersebut dapat dikatakan bahwa model ARIMAX (0,1,2) lebih masuk akal dibanding dengan model ARIMA (2,1,1) yang terlihat lebih mulus dalam melakukan prediksi.

#### 4.0. Perbandingan Model ARIMA dan ARIMAX

Tabel 3. Perbandingan data aktual, ramalan ARIMA dan ARIMAX

AKTUAL	ARIMA(2,1,1)	ARIMAX(0,1,2)
114.88	96.58	100.23
117.55	95.72	100.04
117.63	95.45	99.99
115.6	95.44	99.85
113.15	95.34	99.55
115.25	95.12	99.53

Berdasarkan hasil peramalan tersebut, dapat dikatakan ARIMAX (0,1,2) dapat memberikan prediksi lebih akurat karena selisih rata-rata terhadap data aktual lebih kecil dibandingkan dengan ARIMA (2,1,1). Selain itu, MAPE model ARIMAX (0,1,2) nilainya lebih kecil yaitu sebesar 8.878, dibanding dengan MAPE model ARIMA (2,1,1) yaitu sebesar 14.449. Hal tersebut berarti model ARIMAX (0,1,2) memberikan prediksi lebih akurat dibandingkan model ARIMA (2,1,1).

#### 4. SIMPULAN

Pada data harian harga minyak mentah dunia dikaitkan dengan volume produksi minyak dan nilai tukar rupiah dari tanggal 27 Juni 2022 sampai dengan 9 Desember 2022 digunakan untuk membandingkan model ARIMA dan ARIMAX. Setelah dilakukan uji stasioneritas dan identifikasi model, ditemukan bahwa ARIMA (2,1,1) dan model ARIMAX (0,1,2) adalah model terbaik untuk melakukan peramalan harga minyak mentah harian.

Estimasi parameter model ARIMA mengartikan bahwa ARIMA (2,1,1) merupakan model dengan kriteria signifikan serta memenuhi asumsi white noise serta normalitas residual dengan nilai AIC sebesar 405.63. Peramalan dengan ARIMA (2,1,1) menunjukkan tren penurunan harga minyak mentah dunia dengan fluktuasi yang relatif kecil.

Dalam pembentukan model ARIMAX, data harga minyak mentah ditentukan sebagai variabel dependen, sedangkan data produksi minyak dan kurs nilai tukar rupiah sebagai variabel independen. Model ARIMAX (0,1,2) ditemukan sebagai model terbaik dengan nilai AIC terendah, yaitu sebesar 498.4862 yang memenuhi asumsi normalitas, bebas autokorelasi, dan white noise. Hasil prediksi harga minyak mentah secara harian dengan model ARIMAX menunjukkan pergerakan yang relatif datar dengan fluktuasi yang tetap terjadi.

Dalam perbandingan antara kedua model tersebut, terlihat bahwa ARIMAX (0,1,2) memberikan hasil peramalan yang lebih baik dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, ditunjukkan oleh nilai MAPE 8.878 yang lebih rendah dibanding dengan nilai MAPE ARIMA (2,1,1) memiliki nilai sebesar 14.449. Oleh sebab itu, ARIMAX (0,1,2) lebih direkomendasikan dalam melakukan prediksi harga minyak mentah secara harian.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adhista, M. (2022). Analisis Ekspor, Impor, dan Jumlah Uang Beredar (M2) Terhadap Nilai Tukar Rupiah. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Pembangunan*, 1(2), 73–92.
- Administrasi Informasi Energi Amerika Serikat. (2022). *Laporan Produksi Minyak Mentah*. <https://www.eia.gov/petroleum/supply/weekly/pdf/wpsrall.pdf>
- Bank Indonesia. (2023). *Kurs Nilai Tukar Rupiah*. <https://www.bi.go.id/id/statistik/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx>
- Faozi, S., & Sulistijanti, W. (2016). Peramalan Harga Minyak Mentah Standar West Texas Intermediate dengan Pendekatan Metode ARIMA. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang*, 308–316.
- Intan, S. N., Zukhronah, E., & Wibowo, S. (2019). Peramalan Banyaknya Pengunjung Pantai Glagah Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous (ARIMAX) dengan Efek Variasi Kalender. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 1(2), 70. <https://doi.org/10.13057/ijas.v1i2.26298>
- Kurnia, A., & Ibnu Hadi. (2019). Peramalan Nilai Ekspor Produk Industri Alas Kaki Menggunakan Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender. *Jurnal Statistika Dan Aplikasinya*, 3(2), 25–34. <https://doi.org/10.21009/jsa.03204>
- Leoresta, M. P. A., & Sulasmiyati, S. (2017). Pengaruh Produksi Minyak Opec, Gdp Manufacture Output, Konsumsi Minyak, dan Net Ekspor Manufaktur terhadap Fluktuasi Harga Minyak Opec (Studi pada 5 Negara Manufaktur Terbesar dan Perbandingannya dengan Indonesia Periode 1980-2015). *Jurnal Administrasi Bisnis*, 50(5), 152–161.
- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap di PT X. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 10(1), 11–20. <https://doi.org/10.36040/industri.v10i1.2530>
- Meliana, C., Wasono, R., Haris, M. Al, Alfiyani, Z. H., & Sari, E. Y. K. (2020). Peramalan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan ARIMAX dengan Variabel Eksogen Covid-19. *Prosiding Seminar Edusainstech*, 258–267.
- Organisasi Negara Pengekspor Minyak (OPEC). (2023). *Harga Minyak Mentah Dunia*. [https://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/40.htm](https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm)
- Pradana, D. A. P., Mahananto, F., & Djunaidy, A. (2022). Sistem Peramalan Menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables (ARIMAX) Untuk Harga Minyak Sawit Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i2.86373>
- Putra, M. A., Emilia, E., & Mustika, C. (2018). Pengaruh kurs dan harga ekspor terhadap daya saing ekspor komoditas unggulan Provinsi Jambi. *E-Journal Perdagangan Industri Dan Moneter*, 6(1), 45–61. <https://doi.org/10.22437/pim.v6i1.4434>
- Richard, S., Sokkalingam, R., Othman, M., Daud, H., & Owusu, D. A. (2021). ARIMAX Modelling of Ron97 Price with Crude Oil Price as an Exogenous Variable in Malaysian. *Springer Proceedings in Complexity*, 679–691. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-4513-6\\_59](https://doi.org/10.1007/978-981-16-4513-6_59)
- Rusyida, W. Y., & Pratama, V. Y. (2020). Prediksi Harga Saham Garuda Indonesia di Tengah Pandemi Covid-19 Menggunakan Metode ARIMA. *Square : Journal of Mathematics and*

*Mathematics Education*, 2(1), 73. <https://doi.org/10.21580/square.2020.2.1.5626>

- S. Herawati, A. D. (2014). Peramalan Harga Minyak Mentah Menggunakan Gabungan Metode Ensemble Empericial Mode Decomposition(EEMD) dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal SimanteC*, 4(1), 61–69.
- Saptia, Y., & Ermawati, T. (2013). Kinerja Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 7(10), 129–148. <http://jurnal.kemendag.go.id/bilp/article/view/104>
- Saputra, W. (2021). *Estimasi Harga Minyak Mentah Wti (West Texas Intermediate) Menggunakan Model Garch*. 1–3. <https://repository.unja.ac.id/26992/5/BAB I.pdf>
- Setiyowati, E., Rusgiyono, A., & Tarno, T. (2018). Model Kombinasi Arima Dalam Peramalan Harga Minyak Mentah Dunia. *Jurnal Gaussian*, 7(1), 54–63. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v7i1.26635>
- Siswanti, T. E., & Yanti, T. S. (2020). Pemodelan ARIMAX (Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable). *Prosiding Statistika*, 6(2), 113–118.