

## Analisis Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dengan Intervensi Double Input pada Prediksi Harga Saham

Gita Arinda Maulidya, Neva Satyahadewi\*, Nur'ainul Miftahul Huda  
Program Studi Statistika, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

\*Corresponding author: [neva.satya@math.untan.ac.id](mailto:neva.satya@math.untan.ac.id)

Submitted: 07-Mar-2024

Revised: 20-Okt-2024

Accepted: 23-Okt-2024

**Abstract.** Intervention analysis is the time series analysis used in a time series model that experiences an intervention event. Intervention is an event that can cause time series data to change patterns caused by external or internal factors such as changes in government policy, advertising promotions, environmental regulations, and others. This research uses the ARIMA analysis method of double input step function intervention with daily data on the closing share prices of PT Adaro Energy Indonesia for the period 7 March 2022 to 7 March 2023 because in that period there are two points that are thought to be interventions that have an impact on changes in the ADRO's share prices over a long period of time. The aim of this research is to analyze the intervention ARIMA model and predict the closing price of PT Adaro Energy Indonesia for the next five-days period. The ARIMA analysis steps are based on the ARIMA model through the process of stationarity data (variance and mean), order identification, parameter estimation, and diagnostic examination. The best ARIMA model used to predict ADRO's closing share price is the ARIMA (2,1,2) model, which is obtained based on the smallest AIC, MAPE, and RMSE values. The prediction results in this research show that the predictions produced for the next five-days period are classified as very good because they have a MAPE value on training data of 1,96% and a MAPE value on testing data of 1,74%.

**Keywords:** ARIMA; Double Input Intervention; ADRO stock price

### 1. PENDAHULUAN

Investasi merupakan bentuk penanaman modal secara langsung atau tidak langsung dengan tujuan pemilik modal mendapatkan suatu keuntungan. Instrumen investasi yang banyak dikenal di Indonesia yaitu deposito, emas, properti, reksadana, dan saham. Saham merupakan suatu aset yang dapat dijual kembali yang tercantum beberapa informasi terkait nama perusahaan, nilai nominal, hak dan kewajiban yang dijelaskan kepada pemilik saham [1]. Metode yang dapat digunakan untuk mengolah data harga penutupan saham yaitu metode deret waktu [2].

Adapun metode data deret waktu yang digunakan yaitu metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) yang dikembangkan oleh Box, Jenkins, dan Reissel pada tahun 1970. ARIMA dapat digunakan untuk memprediksi data historis secara akurat pada data deret waktu periode jangka pendek. Selain itu, dapat juga digunakan untuk mengatasi suatu kondisi pada data deret waktu yang memiliki sifat musiman, acak, tren, dan siklis. Peristiwa ataupun kejadian dapat mempengaruhi stasioneritas pada data deret waktu yang disebut dengan intervensi [3].

Metode intervensi digunakan untuk mengolah data deret waktu dan dapat menjelaskan dampak dari suatu intervensi yang dapat dipengaruhi oleh faktor internal ataupun eksternal. Satu

di antara jenis analisis intervensi, yaitu analisis intervensi dengan fungsi *step* [4]. Analisis intervensi dengan fungsi *step* digunakan untuk mendeteksi suatu intervensi yang memiliki dampak dengan jangka waktu panjang [5]. Penelitian dilakukan oleh Sari, *et al.* [3] yang menganalisis harga saham PT Fast Food Indonesia Tbk (FAST) dengan menggunakan metode ARIMA intervensi dengan fungsi *step* akibat adanya peristiwa kebijakan dividen yang mengakibatkan adanya penurunan dari harga saham dan memperoleh hasil untuk prediksi yang sangat baik. Penelitian lainnya dilakukan oleh Anandyani, *et al.* [6] yang menggunakan analisis intervensi dengan fungsi *pulse* dan *step* untuk memprediksi kurs rupiah terhadap Dollar Amerika dan menghasilkan performa prediksi yang sangat baik. Penelitian ini menggunakan intervensi *double input* yaitu dengan intervensi fungsi *step* pada data harga penutupan saham PT Adaro Energy Indonesia (ADRO).

ADRO merupakan perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batu bara yang berlokasi di Tabalongan, Kalimantan Selatan. ADRO terdiri dari beberapa anak perusahaan yang bergerak pada pertambangan dan perdagangan batu bara, infrastruktur dan logistik batu bara, serta kegiatan pembangkit tenaga listrik. Perusahaan ADRO meraih rekor kinerja tertinggi dan laba bersih sepanjang tahun 2022. Batu bara merupakan satu di antara sumber daya penting bagi Indonesia karena memiliki kontribusi yang besar terhadap pendapatan ekonomi negara setiap tahunnya. Indonesia menjadi produsen batu bara terbesar ketiga di dunia karena memiliki cadangan hasil batu bara nasional yang berlimpah [7]. Pada awal tahun 2023 terjadi pelemahan IHSG yang disebabkan oleh dua faktor besar, yaitu adanya penurunan harga batu bara dan rencana Bank Sentral The Fed untuk menaikkan suku bunga acuan [8]. Harga saham sektor energi khususnya batu bara menunjukkan penurunan pada akhir tahun 2022 dan berlanjut hingga awal tahun 2023 yang dapat terjadi karena permintaan batu bara, faktor cuaca, dan faktor geopolitik.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis intervensi yang terjadi dan hasil prediksi pada harga saham PT Adaro Energy Indonesia (ADRO). Penelitian ini menggunakan harga penutupan saham ADRO pada tanggal 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023 yang terdapat 250 observasi dan menggunakan metode ARIMA intervensi *double input* fungsi *step* karena pada rentang waktu tersebut teridentifikasi adanya intervensi yang mengubah pola data harga saham ADRO dengan jangka waktu yang panjang. Metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran terkait intervensi yang dapat mempengaruhi pergerakan harga saham dan memperoleh hasil prediksi harga saham ADRO untuk beberapa periode waktu ke depan.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Metode *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) merupakan suatu metode yang digunakan pada data deret waktu yang memiliki model ARMA ( $p, q$ ) dan belum memenuhi stasioneritas. Setelah dilakukan tahapan *differencing*, model memenuhi stasioneritas dan membentuk model ARIMA ( $p, d, q$ ) [9]. Adapun persamaan umum ARIMA ( $p, d, q$ ) ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B)a_t \quad (1)$$

dengan:

$Z_t$  : Observasi pada waktu ke- $t$

$\phi_p(B)$  : Koefisien parameter dari model *autoregressive* (AR) pada orde  $p$  dengan  $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$

$\theta_q(B)$  : Koefisien parameter dari model *moving average* (MA) pada orde  $q$  dengan  $\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$

$d$  : Parameter *differencing*

$a_t$  : nilai *error* pada saat ke- $t$

Tahapan dalam pemodelan data deret waktu ARIMA memiliki tiga tahapan utama sebagai berikut [10]:

1. Identifikasi orde menggunakan *autocorrelation function plot* dan *partial autocorrelation function plot* dalam pembentukan kemungkinan model AR, MA, dan ARMA.
2. Estimasi parameter untuk mengestimasi parameter dari kemungkinan model yang telah terbentuk.
3. Pemeriksaan diagnostik menggunakan residual yang terdiri dari independensi residual dan normalitas residual dari model yang terbentuk.

## 2.2 Analisis Intervensi

Suatu data deret waktu dapat dipengaruhi oleh suatu peristiwa yang disebut dengan intervensi. Intervensi adalah peristiwa yang dapat menyebabkan data deret waktu mengalami suatu perubahan pola data yang disebabkan oleh pengaruh dari faktor internal atau eksternal seperti adanya perubahan kebijakan pemerintah, peraturan lingkungan, dan lainnya [11]. Metode intervensi merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis suatu dampak dari kejadian internal atau eksternal yang menyebabkan terjadinya perubahan pola pada data deret waktu. Analisis intervensi terdapat dua jenis, yaitu fungsi *step* dengan dampak dalam jangka waktu yang panjang dan fungsi *pulse* dengan dampak dalam jangka waktu yang pendek [12]. Fungsi *step* dan *pulse* dapat didefinisikan sebagai berikut [13].

$$S_t^{(T)} = \begin{cases} 0, & t < T \\ 1, & t \geq T \end{cases} \quad (2)$$

$$P_t^{(T)} = \begin{cases} 0, & t \neq T \\ 1, & t = T \end{cases} \quad (3)$$

Adapun terdapat beberapa kemungkinan respon dari intervensi fungsi *step* dan fungsi *pulse* sebagai berikut [14].

1. Apabila respon intervensi setelah terjadinya intervensi (T) dengan dampak permanen maka dapat dinotasikan dengan  $\omega B^b S_t^{(T)}$  untuk fungsi *step* dan  $\omega B^b P_t^{(T)}$  untuk fungsi *pulse*.
2. Apabila respon intervensi setelah terjadinya intervensi (T) dengan dampak gradual atau secara perlahan mengalami perubahan maka dapat dinotasikan dengan  $\frac{\omega B^b}{(1-\delta B)} S_t^{(T)}$  untuk fungsi *step* dan  $\frac{\omega B^b}{(1-\delta B)} P_t^{(T)}$  untuk fungsi *pulse*, dengan nilai  $\delta$  adalah  $0 \leq \delta \leq 1$ .

Persamaan umum dari ARIMA ( $p, d, q$ ) dengan faktor intervensi adalah sebagai berikut [15].

$$Z_t = \sum_{j=1}^k \frac{\omega_j(B) B^{bj}}{\delta_j(B)} I_{jt} + N_t \quad (4)$$

dengan  $Z_t$  sebagai nilai observasi pada saat ke- $t$ ,  $\omega_j$  merupakan koefisien parameter dari besar dampak intervensi ke- $j$  dengan  $\omega_j(B) = \omega_{j0} - \omega_{j1} B - \dots - \omega_{js} B^s$ . Selanjutnya,  $\delta_j$  merupakan

koefisien parameter *slope* dengan  $\delta_j(B) = 1 - \delta_{j1} B - \dots - \delta_{jr} B^r$ . Lalu,  $I_{jt}$  merupakan variabel dari intervensi yang digunakan untuk mengukur efek intervensi yang terdapat pada model dengan  $j = 1, 2, \dots, k$  dan  $N_t$  adalah model ARIMA tanpa adanya pengaruh intervensi atau sebelum terjadinya suatu intervensi.

**2.3 Ukuran ketepatan prediksi**

Dalam melakukan prediksi, ketepatan prediksi yang dihasilkan merupakan hal yang penting untuk diperhatikan. Semakin kecil nilai kesalahan semakin tinggi pula tingkat ketelitian prediksi, dan demikian sebaliknya. Adapun beberapa ukuran yang dapat digunakan dalam ketepatan model prediksi, yaitu AIC, MAPE dan RMSE [16].

1. *The Akaike information criteria* (AIC) digunakan untuk memperkirakan kualitas model untuk memperoleh model terbaik [17]. Model terbaik merupakan model yang memiliki nilai AIC minimum. Rumus AIC dalam pemilihan model adalah ditunjukkan pada Persamaan 5.

$$AIC = \log \hat{\sigma}^2 + \frac{2k}{n} \tag{5}$$

dengan  $\log \hat{\sigma}^2$  merupakan ukuran *likelihood*,  $k$  adalah jumlah parameter dan  $n$  adalah banyak observasi.

2. *Mean absolute percentage error* (MAPE) digunakan untuk mengukur tingkat keakuratan berupa persentase dari suatu kesalahan antara nilai aktual dan nilai prediksi dengan menggunakan rumus pada Persamaan 6.

$$MAPE = \left(\frac{100\%}{n}\right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{Z_t - \hat{Z}_t}{Z_t} \right| \tag{6}$$

dengan  $Z_t$  sebagai nilai aktual,  $\hat{Z}_t$  sebagai nilai hasil prediksi dan  $n$  adalah banyak observasi. Adapun kriteria keputusan MAPE yang menunjukkan keakuratan prediksi model [18] ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria MAPE

Persentase	Keputusan
$0 \leq MAPE < 10\%$	Sangat baik
$10\% \leq MAPE < 20\%$	Baik
$20\% \leq MAPE < 50\%$	Cukup Baik
$MAPE \geq 50\%$	Tidak Baik

3. *Root mean square error* (RMSE) digunakan untuk mengevaluasi teknik prediksi dan mengukur tingkat keakuratan hasil perkiraan suatu model. Jika nilai RMSE semakin kecil atau mendekati 0, maka hasil dari prediksi yang dilakukan akan menunjukkan hasil yang semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan rumus berikut [19].

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n}} \tag{7}$$

dengan  $Z_t$  sebagai nilai aktual,  $\hat{Z}_t$  sebagai nilai hasil prediksi dan  $n$  adalah banyak observasi.

### 3. METODE PENELITIAN

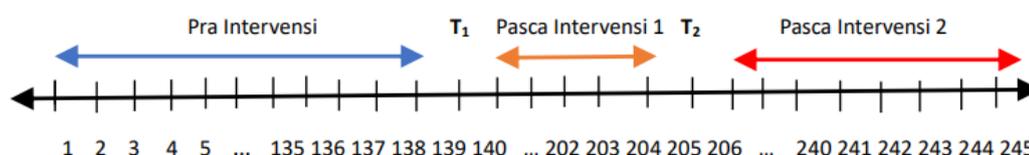
#### 3.1 Data Penelitian dan Pengolahan

Data penelitian yang digunakan yaitu data sekunder dari harga penutupan saham PT Adaro Energy Indonesia yang diberi kode ADRO dan diperoleh dari situs web Yahoo Finance [20]. Data tersebut merupakan data penutupan saham pada tanggal 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023 yang terdapat 250 observasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini, yaitu ARIMA intervensi dengan *double input* fungsi *step*. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software* R Studio.

#### 3.2 Prosedur Pengolahan Data

Prosedur dalam analisis pada data harga saham ADRO menggunakan analisis ARIMA intervensi *double input* adalah sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua set data, yaitu data *training* sebanyak 245 observasi dan data *testing* sebanyak 5 observasi dari data harga penutupan saham ADRO periode 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023.
2. Menentukan intervensi pertama yang terjadi pada 30 September 2022 atau pada observasi ke-139 dan intervensi kedua terjadi pada 2 Januari 2023 atau pada observasi ke-205.
3. Membagi data *training* menjadi data pra intervensi sebanyak 138 observasi, data pasca intervensi 1 sebanyak 65 observasi dan data pasca intervensi 2 sebanyak 40 observasi. Adapun pembagian data dapat diilustrasikan dengan garis bilangan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi pembagian data pra intervensi dan pasca intervensi

4. Melakukan analisis data statistika deskriptif dari data pra intervensi, pasca intervensi 1 dan pasca intervensi 2 untuk melihat perubahan pola data yang disebabkan oleh intervensi.
5. Melakukan pengolahan data pra intervensi untuk pembentukan model terbaik ARIMA dengan tahapan berikut.
  - a) Pengujian stasioneritas data terhadap varians dan rata-rata. Jika data pra intervensi yang digunakan belum memenuhi stasioner dalam varians maka dilakukan transformasi *Box-Cox*. Lalu, jika data pra intervensi belum memenuhi stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing* hingga data stasioner dalam rata-rata.
  - b) Melakukan identifikasi orde untuk pembentukan model-model berdasarkan *autocorrelation function plot* (ACF) dan *partial autocorrelation function plot* (PACF).
  - c) Melakukan estimasi parameter model-model yang terbentuk berdasarkan hasil identifikasi orde menggunakan *ordinary least square* (OLS).
  - d) Pemeriksaan diagnostik pada model – model yang terbentuk menggunakan plot ACF untuk independensi residual dan QQ plot untuk normalitas residual.
  - e) Melakukan pemilihan model terbaik berdasarkan perhitungan hasil dari nilai AIC, MAPE, dan RMSE yang memiliki nilai minimum.
6. Setelah memperoleh model terbaik ARIMA, dilakukan pengolahan data pasca intervensi menggunakan intervensi *double input* fungsi *step*.

7. Melakukan identifikasi model terbaik ARIMA dengan penambahan intervensi 1 dan intervensi 2 pada data harga saham ADRO.
8. Melakukan estimasi parameter model ARIMA intervensi dan dilanjutkan dengan pemeriksaan diagnostik berdasarkan plot ACF dan QQ plot.
9. Melakukan perhitungan akurasi MAPE dari data *training* dan *testing* guna memperoleh tingkat akurasi dari kinerja model yang terbentuk.
10. Melakukan prediksi untuk lima periode ke depan harga saham ADRO.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Statistika Deskriptif

Penelitian ini menggunakan data harian saham PT Adaro Energy Indonesia (ADRO) periode 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023. Saham ADRO pada tahun 2022 tercatat meraih rekor kinerja tertinggi bagi perusahaan. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh dari kenaikan harga batu bara acuan yang tinggi dan mampu melonjak 138% lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya. Namun, pada tahun 2023 terjadi penurunan harga batu bara dan mempengaruhi turunnya harga saham ADRO. Harga batu bara jatuh pada 2023 dapat disebabkan oleh adanya kabar buruk dari China, India, dan Jerman.

China adalah negara yang menjadi produsen sekaligus konsumen terbesar untuk batu bara di dunia. Harga batu bara turun setelah China melaporkan perlambatan aktivitas manufakturnya juga mengumumkan bahwa kenaikan drastis produksi batu bara pada tahun 2023 yang menyebabkan melemahnya impor batu bara di China. Selain itu, India juga akan menurunkan tingkat kontribusi pembangkit listrik ke energi hingga tahun 2032 yang artinya kebijakan tersebut akan mempengaruhi permintaan batu bara. Berikut plot data harga saham ADRO periode 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023 pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot data harga saham ADRO Periode 7 Maret 2022 sampai dengan 7 Maret 2023

Adapun penjelasan lebih rinci dapat dilihat pada statistika deskriptif data harga saham ADRO pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistika deskriptif

	Mean	Maksimum	Minimum	Standar Deviasi
Pra Intervensi	3122,246	3650,000	2680,000	224,828
Pasca Intervensi 1	3829,697	4140,000	3480,000	150,619

	Mean	Maksimum	Minimum	Standar Deviasi
Pasca Intervensi 2	3014,348	3590,000	2740,000	182,339
Seluruh Data	3289,160	4140,000	2680,000	382,857

Berdasarkan Tabel 2, terjadi perubahan rata-rata harga saham ADRO pada data pra intervensi yaitu sebesar Rp3.122,246 naik menjadi Rp3.829,697 pada data intervensi 1. Kenaikan tersebut dikarenakan data intervensi 1 yang terjadi pada 30 September 2022 terdapat kenaikan harga saham ADRO yang dipengaruhi oleh kenaikan dari harga batu bara yang melonjak akibat adanya pengaruh krisis energi yang terjadi di Eropa karena dua kebocoran di pipa *Nord Stream 2* yang tidak dapat memompa gas ke Eropa dan melonjaknya harga batu bara yang menjadi energi alternatif. Selanjutnya, terjadi penurunan rata-rata harga saham ADRO yang signifikan pada intervensi 1 ke intervensi 2 yang terjadi pada 2 Januari 2023 menyebabkan adanya penurunan harga saham ADRO karena adanya kebijakan China yang kembali membuka jalur impornya dari Australia yang sebelumnya dibatasi. Adapun faktor *dividen trap* yang terjadi juga mempengaruhi penurunan dari harga saham ADRO pada awal tahun. Pada minggu pertama tahun 2023, saham ADRO tergolong dalam *top loser* dan sahamnya merosot hingga 16,43%.

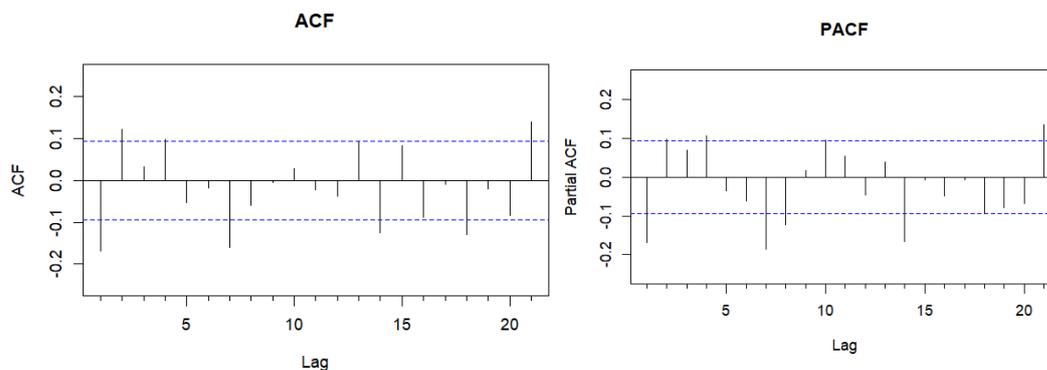
#### 4.2 Pemodelan ARIMA pra intervensi

Tahapan awal yang dilakukan pada pemodelan ARIMA pra intervensi, yaitu melakukan pengujian stasioneritas data dalam varians dan rataaan. Pengujian stasioneritas dalam varians menghasilkan nilai lamda ( $\lambda$ ) sebesar 0,949 yang menunjukkan nilai tersebut sudah mendekati 1 dan dapat disimpulkan bahwa data pra intervensi sudah stasioner dalam varians. Selanjutnya, dilakukan pengujian stasioner dalam rataaan dengan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) diperoleh hasil pada Tabel 3.

Tabel 3. Stasioneritas dalam rataaan

	P-value
Sebelum <i>differencing</i>	0,133
Sesudah <i>differencing</i>	0,010

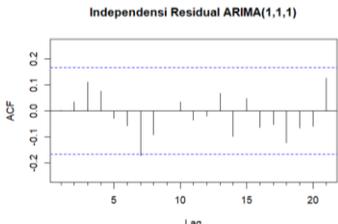
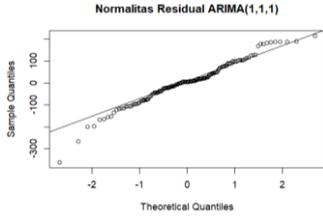
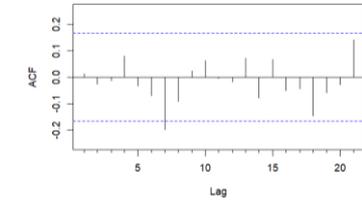
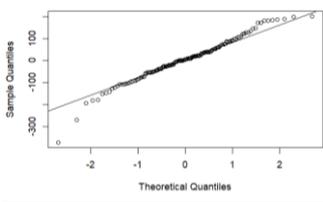
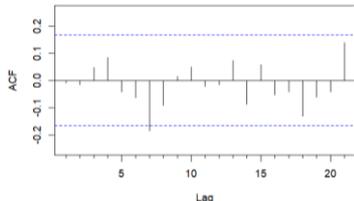
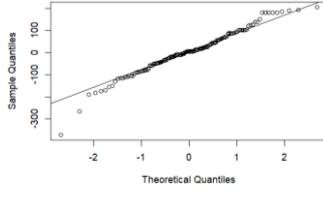
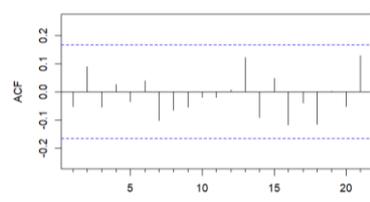
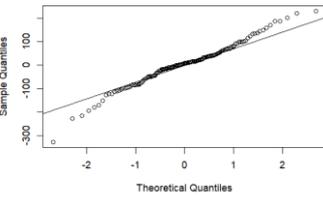
Berdasarkan Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa dilakukan *differencing* pada data pra intervensi untuk memenuhi stasioneritas dalam rataaan sehingga hasil *Pvalue* nya 0,010 yang menunjukkan nilai tersebut kurang dari  $\alpha (< 0,05)$  dan data dapat dikatakan stasioner dalam rataaan. Setelah data pra intervensi telah stasioner dalam varians maupun rataaan, dilakukan tahapan untuk identifikasi orde ARIMA menggunakan plot ACF dan PACF pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Plot ACF dan PACF

Berdasarkan hasil dari plot ACF dan PACF pada Gambar 3, menunjukkan hasil bahwa terdapat lag yang teridentifikasi keluar dari batas signifikan yaitu lag 1 dan lag 2 sehingga model yang terbentuk, yaitu model ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,2), ARIMA (2,1,1), ARIMA (2,1,2). Selanjutnya, dilakukan tahapan estimasi parameter pada data pra intervensi dengan menggunakan metode estimasi *Ordinary Least Square* dan dilanjutkan dengan pemeriksaan diagnostik seperti pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil estimasi parameter dan pemeriksaan diagnostik pra intervensi

Model	Parameter	Independensi Residual	Normalitas Residual
ARIMA (1,1,1)	$\theta_1$ 0,425	 <p>Independensi Residual ARIMA(1,1,1)</p> <p>Tidak memenuhi independensi residual</p>	 <p>Normalitas Residual ARIMA(1,1,1)</p> <p>Memenuhi normalitas residual</p>
	$\phi_1$ -0,579		
ARIMA (1,1,2)	$\theta_1$ -0,699	 <p>Independensi Residual ARIMA(1,1,2)</p> <p>Tidak memenuhi independensi residual</p>	 <p>Normalitas Residual ARIMA(1,1,2)</p> <p>Memenuhi normalitas residual</p>
	$\theta_2$ 0,256		
	$\phi_1$ 0,515		
ARIMA (2,1,1)	$\theta_1$ -0,457	 <p>Independensi Residual ARIMA(2,1,1)</p> <p>Tidak memenuhi independensi residual</p>	 <p>Normalitas Residual ARIMA(2,1,1)</p> <p>Memenuhi normalitas residual</p>
	$\phi_1$ 0,302		
	$\phi_2$ 0,180		
ARIMA (2,1,2)	$\theta_1$ -1,074	 <p>Independensi Residual ARIMA(2,1,2)</p> <p>Memenuhi independensi residual</p>	 <p>Normalitas Residual ARIMA(2,1,2)</p> <p>Memenuhi normalitas residual</p>
	$\theta_2$ 0,999		
	$\phi_1$ 0,896		
	$\phi_2$ -0,756		

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh hasil estimasi parameter dan pemeriksaan diagnostik untuk pra intervensi dengan tahapan pemenuhan asumsi independensi residual dan normalitas residual bahwa hanya model ARIMA (2,1,2) yang memenuhi pemeriksaan diagnostik karena memiliki hasil independensi residual plot ACF yang semua lag nya berada dalam batas signifikan dan hasil normalitas QQ plot yang nilainya bergerak menuju garis kenormalan. Selanjutnya, dilakukan tahapan pemilihan model terbaik berdasarkan hasil perhitungan dari nilai AIC, MAPE, dan RMSE.

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai AIC, MAPE, dan RMSE

Model	AIC	MAPE	RMSE
ARIMA(1,1,1)	1642,300	2,246	94,555
ARIMA(1,1,2)	1641,810	2,261	93,673
ARIMA(2,1,1)	1642,980	2,259	94,092
ARIMA(2,1,2)	1636,400	2,117	89,641

Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil perhitungan nilai AIC, MAPE, dan RMSE pada model ARIMA (2,1,2) memiliki nilai kesalahan yang minimum dan model ARIMA (2,1,2) juga memenuhi pemeriksaan diagnostik sehingga dapat dikatakan sebagai model terbaik dan dapat diuraikan menjadi Persamaan 8 berikut:

$$Z_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} - \phi_2 Z_{t-3} \tag{8}$$

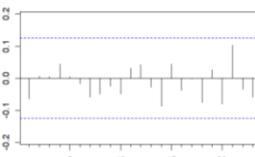
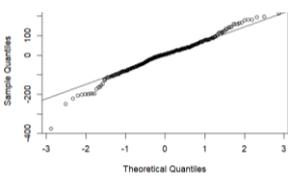
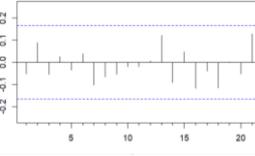
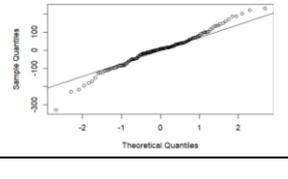
Adapun Persamaan 8 setelah disubstitusikan dengan hasil dari estimasi parameter pada Tabel 3 menjadi Persamaan 9 sebagai berikut:

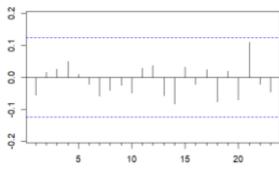
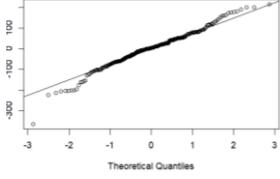
$$Z_t = e_t + 1,074 e_{t-1} - 0,999 e_{t-2} + 0,896 Z_{t-1} - 0,756 Z_{t-2} + Z_{t-1} - 0,896 Z_{t-2} + 0,756 Z_{t-3} \tag{9}$$

### 4.3 Pemodelan ARIMA intervensi double input fungsi step

Tahapan selanjutnya yaitu pemodelan ARIMA pra intervensi dengan penambahan faktor intervensi menggunakan prosedur iteratif. Penambahan intervensi pertama pada model ARIMA yaitu intervensi fungsi step karena adanya peristiwa krisis energi di Eropa yang mengakibatkan kenaikan harga saham ADRO dengan periode waktu yang panjang. Lalu, terdapat penambahan intervensi kedua pada model ARIMA yaitu intervensi fungsi step karena adanya peristiwa perubahan kebijakan China terhadap keran impor batu bara Australia dan dividen trap yang mengakibatkan penurunan harga saham ADRO dengan periode waktu yang panjang. Tahapan pemodelan ARIMA intervensi double input fungsi step yaitu estimasi parameter dan pemeriksaan diagnostik dengan hasil pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil estimasi parameter dan pemeriksaan diagnostik

Model	Parameter	Pemeriksaan Diagnostik Residual		AIC	MAPE	RMSE	
		Independensi Residual	Normalitas Residual				
ARIMA (2,1,2) pra intervensi	$\phi_1$	-1,074			1636,400	2,117	89,641
	$\phi_2$	0,999					
	$\theta_1$	0,896					
	$\theta_2$	-0,756					
ARIMA (2,1,2) dan intervensi step	$\phi_1$	-0,275			2940,630	1,991	86,001
	$\phi_2$	-0,872					
	$\theta_1$	0,245					
	$\theta_2$	0,999					
	$\omega_1$	410,558					

Model	Parameter	Pemeriksaan Diagnostik Residual		AIC	MAPE	RMSE
		Independensi Residual	Normalitas Residual			
ARIMA (2,1,2) dan intervensi <i>double input step</i>	$\phi_1$ -0,262 $\phi_2$ -0,881 $\theta_1$ 0,233 $\theta_2$ 0,999 $\omega_1$ 411,570 $\omega_2$ -220,258			2935,500	1,961	84,801

Berdasarkan hasil estimasi dan pemeriksaan diagnostik yang diperoleh pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa model memenuhi asumsi independensi residual dan normalitas residual sehingga dapat dilanjutkan untuk prediksi. Berikut persamaan model untuk ARIMA (2,1,2) dan intervensi *double input* dengan fungsi *step* diuraikan sebagai berikut:

$$Z_t = 411,570S_t^{(139)} - 220,258S_t^{(205)} + e_t - 0,233e_{t-1} - 0,999e_{t-2} - 0,262Z_{t-1} - 0,881Z_{t-2} + Z_{t-1} + 0,262Z_{t-2} + 0,881Z_{t-3} \quad (10)$$

Berdasarkan Persamaan 10 dapat dilihat bahwa harga saham ADRO pada saat ke-*t* dipengaruhi oleh intervensi *step* pertama sebesar 411,570 pada saat titik waktu ke-139 yang berdampak pada kenaikan harga saham ADRO. Selain itu, harga saham ADRO juga dipengaruhi oleh intervensi *step* kedua sebesar -220,258 pada titik waktu ke-205 yang berdampak pada penurunan harga saham ADRO. Selanjutnya plot dari data *training* dan *testing* disajikan pada Gambar 4.



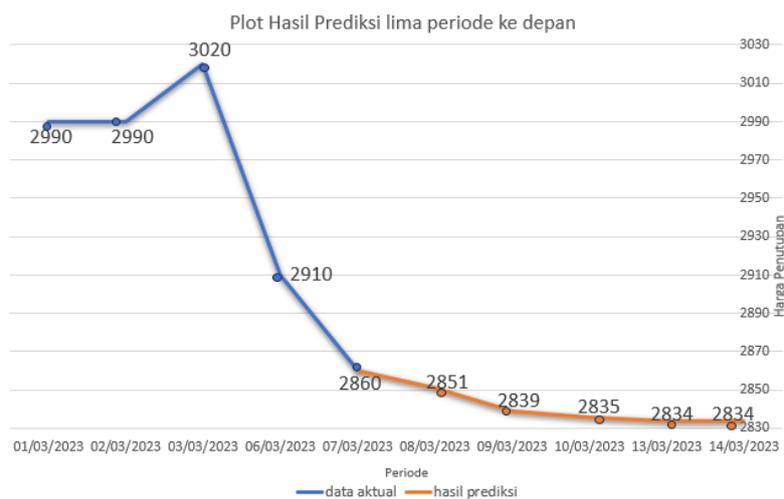
Gambar 4. Plot *fitted value* data *training* dan data *testing*

Berdasarkan Gambar 4, plot data *training* dan *testing* memiliki pola yang hampir identik sehingga dapat dikatakan sangat baik karena diperoleh perhitungan nilai MAPE pada data *training* sebesar 1,96% dan data *testing* sebesar 1,74% yang menunjukkan nilai tersebut kurang dari 10% sehingga dapat dikategorikan sangat baik untuk melakukan prediksi. Setelah itu, dilakukan tahapan prediksi pada lima periode waktu ke depan yaitu pada tanggal 8 Maret 2023 sampai dengan 14 Maret 2023 dan diperoleh hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil prediksi

Periode	Hasil Prediksi
08/03/2023	2851
09/03/2023	2839
10/03/2023	2835
13/03/2023	2834
14/03/2023	2834

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat hasil prediksi untuk lima periode kedepan dari tanggal 8 Maret 2023 – 14 Maret 2023 dan hasil prediksi yang diperoleh menggunakan ARIMA (2,1,2) dengan intervensi *double input* fungsi *step* diprediksi terjadi penurunan harga pada saham ADRO dibandingkan dengan periode sebelumnya dan ditunjukkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Plot hasil prediksi

Pada Gambar 5, terjadi penurunan pada harga saham ADRO untuk prediksi pada tanggal 8 Maret 2023 – 14 Maret 2023 yang diperkirakan dapat terjadi karena penurunan harga dan permintaan batu bara.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil penelitian pada harga saham PT Adaro Energy Indonesia (ADRO) menggunakan analisis ARIMA intervensi *double input* fungsi *step* diperoleh kesimpulan bahwa terjadi intervensi yang mempengaruhi harga saham ADRO dalam jangka waktu yang panjang. Intervensi pertama terjadi karena adanya krisis energi di Eropa karena kebocoran pipa gas *Nord Stream 2* yang menyebabkan kenaikan harga batu bara dan saham ADRO. Selanjutnya, terjadi intervensi kedua yang disebabkan oleh adanya perubahan kebijakan China yang membuka kembali jalur impor batu bara Australia serta adanya dividen *trap* pada saham ADRO yang mengakibatkan penurunan harga saham ADRO di awal tahun 2023. Analisis dilakukan menggunakan model terbaik ARIMA (2,1,2) dengan penambahan faktor intervensi *double input* fungsi *step* diperoleh hasil prediksi yang sangat baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil perhitungan nilai MAPE pada data *training* sebesar 1,96% dan nilai MAPE pada data *testing* sebesar 1,74%. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan identifikasi lebih dari dua intervensi (*multi input*).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Linanda and W. Afriyenis, "Pengaruh Struktur modal dan profitabilitas terhadap Harga saham," *J. Ekon. Dan Bisnis Islam*, vol. 3, no. 1, pp. 135–144, 2018.
- [2] N. A. K. Rifai, "Pendekatan regresi nonparametrik dengan fungsi kernel untuk indeks harga saham gabungan," *Statistika*, vol. 19, no. 1, pp. 53–61, 2019.
- [3] R. N. Sari, S. Mariani, and P. Hendikawati, "Analisis intervensi fungsi step pada harga saham (studi kasus saham PT Fast Food Indonesia Tbk)," *UNNES J. Math.*, vol. 5, no. 2, pp. 181–189, 2016.
- [4] Z. Azzahra, S. Suyono, and R. Arafiyah, "Analisis model intervensi fungsi step terhadap indeks harga konsumen (IHK)," *J. Stat. dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–22, 2017.
- [5] A. Crystine, A. Hoyyi, and D. Safitri, "Analisis intervensi fungsi step (Studi kasus pada jumlah pengiriman benda pos ke Semarang pada tahun 2006–2011)," *J. Gaussian*, vol. 3, no. 3, pp. 293–302, 2014.
- [6] A. R. Anandyani, A. Indrasetianingsih, A. Hapsery, and F. Fitriani, "Intervensi multi input untuk memprediksi kurs rupiah terhadap Dolar Amerika Serikat sebagai upaya menjaga stabilitas ekonomi pada masa pandemi covid-19," *MUST J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 139–151, 2022.
- [7] A. P. Tarigan, A. Pambudi, E. Puspitawati, A. R. Pudyantoro, and I. N. Rachmah, "Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi daya saing ekspor batu bara Indonesia," *J. Ekon. Lingkungan, Energi, dan Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 35–48, 2023.
- [8] S. C. Arini, "Pasar Modal Terguncang, 32 Saham Anjlok hingga ARB, Ada Apa?" [Online]. Available: <https://finance.detik.com/bursa-dan-valas/d-6562581/pasar-modal-terguncang-32-saham-anjlok-hingga-arb-ada-apa>
- [9] B. Moghimi, C. Kamga, A. Safikhani, S. Mudigonda, and P. Vicuna, "Non-stationary time series model for station-based subway ridership during covid-19 pandemic: case study of New York City," *Transp. Res. Rec.*, vol. 2677, no. 4, pp. 463–477, 2023.
- [10] O. Awe, A. Okeyinka, and J. O. Fatokun, "An alternative algorithm for ARIMA model selection," in *2020 international conference in mathematics, computer engineering and computer science (ICMCECS)*, IEEE, 2020, pp. 1–4.
- [11] P. Widianingsih, G. Darmawan, and N. Sunengsih, "Analisis intervensi dalam model SARIMA untuk memprediksi laju inflasi di Kota Tasikmalaya," *Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 4, pp. 293–304, 2022.
- [12] A. G. Guimarães and A. R. da Silva, "Impact of regulations to control alcohol consumption by drivers: an assessment of reduction in fatal traffic accident numbers in the Federal District, Brazil," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 127, pp. 110–117, 2019.
- [13] W. William and S. Wei, "Time series analysis: univariate and multivariate methods," *USA, Pearson Addison Wesley, Segunda edicion. Cap*, vol. 10, pp. 212–235, 2006.
- [14] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to time series analysis and forecasting*. John Wiley & Sons, 2015.
- [15] N. Imro'ah and H. N. Miftahul, "Analisis kebijakan pemerintah terhadap kasus covid-19 di Bali menggunakan model deret waktu dengan faktor intervensi," *J. Mat. UNAND*, vol. 10, no. 3, pp. 369–378, 2021.
- [16] J. C. Paul, S. Hoque, and M. M. Rahman, "Selection of best ARIMA model for forecasting average daily share price index of pharmaceutical companies in Bangladesh: A case study on square pharmaceutical ltd," *Glob. J. Manag. Bus. Res. Financ.*, vol. 13, no. 3, pp. 14–25, 2013.

- [17] S. Soltanzadeh, M. M. Vahid, and M. Khedmati, “A heuristic algorithm for determining the order of ARIMA models,” *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, pp. 1289–1295, 2023, doi: 10.46254/an13.20230374.
- [18] D. I. Purnama and O. P. Hendarsin, “Peramalan jumlah penumpang berangkat melalui transportasi udara di Sulawesi Tengah menggunakan support vector regression (SVR),” *Jambura J. Math.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–59, 2020.
- [19] N. Salwa, N. Tatsara, R. Amalia, and A. F. Zohra, “Model prediksi liku kalibrasi menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) (studi kasus: sub DAS Siak Hulu).” Riau University, 2014.
- [20] Yahoo Finance: PT Adaro Energy Indonesia Tbk (ADRO.JK) Stock Historical Prices dan Data: <https://finance.yahoo.com/quote/ADRO.JK/history>.