
Peramalan Ekspor Migas di Indonesia Menggunakan Pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous (SARIMAX)

Eka Nurhasanah*, Yuana Sukmawaty, Maisarah
Program Studi Statistika, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Indonesia

*Corresponding author: ekahasanah22@gmail.com

Submitted: 24-Feb-2024

Revised: 16-Okt-2024

Accepted: 23-Okt-2024

Abstract. Based on Republic of Indonesia Law No. 22 of 2001, oil and natural gas are vital commodities that play an important role in the country's economy. However, the export of Indonesian oil and gas has been fluctuating, making it necessary to have a strategic plan to prevent minimal exports in the future. This planning can be initiated by first gathering the necessary information. The aim of this research is to forecast oil and gas exports in Indonesia using the best possible model. The data used include the value and volume of Indonesian oil and gas exports. The method begins with determining the ARIMA model, followed by incorporating seasonal elements. ARIMA and SARIMA modeling will tentatively include exogenous variables. Subsequently, parameter estimation, significance tests, diagnostic tests, and the determination of the best model are performed. The research findings indicate that the best model is SARIMAX $(1,1,0)(0,1,1)^{12}$. The forecast results show that the value of Indonesia's oil and gas exports will continue to increase until July 2024, followed by a and slow down after that. It is hoped that the government can prepare sufficient supply for export to prevent a deficit during that period.

Keywords: Indonesian oil and gas export value, Indonesian oil and gas export volume, forecasting, SARIMAX.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan proses perubahan kondisi perekonomian yang terjadi di suatu negara secara berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu [1]. Berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi salah satunya adalah ekspor dan impor. Kegiatan ekspor merupakan pembelian negara lain atas barang buatan perusahaan-perusahaan di dalam negeri, sedangkan impor yaitu pembelian barang luar negeri ke dalam negeri.

Berdasarkan UU RI No. 22 Tahun 2001, minyak dan gas bumi adalah komoditas vital yang berperan penting dalam perekonomian negara dan pengelolaannya harus dimaksimalkan demi kemakmuran dan kesejahteraan rakyat. Namun, seringkali nilai ekspor migas Indonesia mengalami perlambatan dan defisit yang disebabkan oleh perbaikan maupun perencanaan yang belum matang [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah perencanaan jangka pendek ataupun jangka panjang sebagai langkah strategis untuk mencegah minimnya nilai ekspor migas di masa yang akan datang.

Perencanaan ini bisa dilakukan dengan memperoleh informasi terkait estimasi nilai ekspor migas di masa mendatang. Dalam mengestimasi nilai ekspor migas masa depan, perlu dilakukan sebuah peramalan (*forecasting*) dengan menggunakan analisis *time series* dikarenakan data nilai ekspor migas merupakan data deret waktu non linier. Analisis dalam penelitian ini menggunakan metode Box Jenkins, salah satu model peramalannya adalah pemodelan ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) [3], namun dalam penelitian ini ditambahkan unsur musiman dan variabel eksogen yang memiliki pengaruh signifikan terhadap data, sehingga mampu menambah nilai akurasi pada peramalan yang dilakukan [4].

Pada penelitian ini variabel eksogen yang ditambahkan adalah volume ekspor migas Indonesia. Volume ekspor migas merupakan jumlah/kuantitas ekspor migas yang dihasilkan oleh negara. Pemilihan volume ekspor migas sebagai variabel eksogen dikarenakan adanya hubungan kausal secara langsung. Volume ekspor migas secara langsung memengaruhi nilai ekspor migas karena nilai ekspor merupakan produk dari jumlah volume yang diekspor dikalikan dengan harga jual per unit. Selain itu volume ekspor migas bisa dijadikan variabel eksogen dalam peramalan nilai ekspor migas karena secara langsung berhubungan dengan nilai ekspor, tidak dipengaruhi secara langsung oleh nilai ekspor itu sendiri, dan dapat diukur serta dikendalikan secara relatif terpisah dari harga pasar migas yang sering berfluktuasi. Dengan demikian, pada penelitian ini digunakan pemodelan *seasonal autoregressive integrated moving average with exogenous* (SARIMAX).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Ekspor

Ekspor adalah kegiatan mengirimkan barang ataupun produk yang diproduksi dari satu negara ke negara tujuan untuk dijual atau digunakan di negara tersebut. Ekspor terbagi dalam dua sektor yaitu sektor migas dan sektor non migas. Sektor migas mencakup ekspor produk-produk yang berasal dari sumber daya alam migas, seperti minyak bumi dan gas alam. Sedangkan sektor non migas mencakup ekspor produk-produk selain produk migas. Ini termasuk barang-barang manufaktur, produk pertanian, hasil hutan, produk kimia, dan lainnya. Pengiriman tersebut akan menciptakan aliran pengeluaran yang mengalir ke sektor perusahaan. Sebagai akibatnya, pengeluaran agregat akan tumbuh karena ekspor barang dan jasa. Akhirnya, hal ini akan menyebabkan peningkatan dalam pendapatan nasional [5]. Pada penelitian ini peneliti berfokus pada sektor migas, di mana sektor migas terbagi menjadi dua aspek utama, yaitu nilai ekspor dan volume ekspor. Kedua aspek ini memberikan gambaran yang berbeda tentang kinerja ekspor suatu negara di sektor migas.

Volume ekspor mengacu pada jumlah fisik produk migas yang diekspor oleh suatu negara yang diukur dalam satuan volume seperti barel minyak atau meter kubik gas. Sedangkan nilai ekspor mencakup pendapatan yang diperoleh dari ekspor produk migas. Ini mencakup harga produk migas yang diekspor dikalikan dengan volume ekspor. Nilai dari ekspor diukur dalam mata uang negara yang bersangkutan (misalnya, dolar AS, euro, atau mata uang lokal lainnya). Nilai ekspor dipengaruhi oleh volume dan harga dari ekspor migas, yaitu nilai ekspor = volume ekspor \times harga ekspor [6].

2.2. Analisis Deret Waktu

Analisis deret waktu merupakan deretan pengamatan yang diambil secara berurutan berdasarkan waktu dengan rentang yang sama. Analisis deret waktu atau biasa disebut dengan analisis *time series* yaitu metode peramalan yang memanfaatkan pola hubungan antara variabel yang dicari atau diprediksi dengan variabel waktu sebagai satu-satunya faktor yang

memengaruhinya [7][8]. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan dalam menganalisis data deret waktu seperti, metode *smoothing*, metode *moving average*, metode proyeksi tren dengan regresi, metode dekomposisi, metode Box-Jenkins, dan banyak metode lainnya.

2.3. Metode Box Jenkins

Metode Box-Jenkins dikembangkan oleh George Box dan Gwilyn Jenkis pada tahun 1976. Metode Box-Jenkins merupakan metode peramalan pada model *time series*. Metode ini dianggap paling lengkap dan sistematis dalam menemukan model peramalan yang paling cocok dari sekelompok data [9]. Berikut merupakan model dalam metode Box Jenkins.

Model Autoregressive Integrated Moving Average

Model *autoregressive integrated moving average* atau ARIMA (p,d,q) adalah model *linier non-stasioner*. Prediksi dari model ini cenderung lebih akurat dalam peramalan jangka pendek dibandingkan dengan jangka panjang dan umumnya nilai peramalan akan tetap stabil untuk periode yang cukup lama. Berikut ini adalah representasi bentuk model ARIMA (p, d, q) yang ditunjukkan pada Persamaan 1:

$$\phi(B)(1 - B)^d Y_t = \theta(B)e_t \quad (1)$$

dengan:

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

Y_t : data pada periode t

Y_{t-i} : data pada periode t - i

e_t : *error* pada periode t

e_{t-j} : *error* pada periode t - j

ϕ_i : parameter *autoregressive* ke-i

θ_i : parameter *moving average* ke-i

$(1 - B)^d$: *differencing* tingkat d

Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average

Pada beberapa kasus, deret waktu menunjukkan pola periodik yang signifikan dan dikenal sebagai deret waktu yang menunjukkan perilaku musiman [10]. Hal ini sebagian besar terjadi ketika data diambil dalam interval tertentu seperti bulanan, mingguan dan sebagainya [11]. Berikut merupakan bentuk dari model SARIMA yang ditunjukkan pada Persamaan 2:

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1 - B)^d(1 - B^S)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^S)e_t \quad (2)$$

dengan:

p, d, q : orde AR, *differencing*, dan MA non-musiman

P, D, Q : orde AR, *differencing*, dan MA musiman

$(1 - B)^d$: *differencing* non-musiman

$(1 - B)^D$: *differencing* musiman

$\phi_p(B)$: *autoregressive* non-musiman orde p

$\theta_q(B)$: *moving average* non-musiman orde q

$\Phi_p(B^S)$: *autoregressive* musiman orde p

$\Theta_q(B^S)$: *moving average* musiman orde q.

B : operator *backshift*

Model Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous

Model ARIMAX adalah suatu bentuk model ARIMA yang memasukkan variabel tambahan sebagai variabel penjelas (eksogen) dalam rangkaian modelnya. Model ARIMAX merupakan hasil modifikasi dari model dasar ARIMA dengan tambahan beberapa variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap data amatan. Hal ini dilakukan demi menambah akurasi hasil peramalan dalam suatu penelitian [4]. Berikut merupakan bentuk umum dari model ARIMAX yang ditunjukkan pada Persamaan 3:

$$(1 - B)^d \phi_p(B) Y_t = \theta_q(B) e_t + \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_j X_{j,t} \quad (3)$$

dengan:

- p, d, q : orde. AR, *differencing*, dan MA.
- $(1 - B)^d$: *differencing*
- $\phi_p(B)$: *autoregressive* orde p
- $\theta_q(B)$: *moving average* orde q
- β_j : koefisien. regresi ke-j; j = 1, 2, 3, ...
- $X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{j,t}$: variabel eksogen ke-j pada waktu t
- B : operator *backshift*

Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous.

SARIMAX adalah suatu model untuk data deret waktu musiman yang melibatkan penambahan variabel observasi tambahan yang memiliki dampak signifikan pada data. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dalam melakukan peramalan [4]. Berikut Persamaan 4 model SARIMAX.

$$\phi_p(B) \Phi_p(B^S) (1 - B)^d (1 - B^S)^D Y_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^S) e_t + \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{2,t} + \dots + \beta_j X_{j,t} \quad (4)$$

dengan:

- p, d, q : orde AR, *differencing*, dan MA non-musiman.
- P, D, Q : orde AR, *differencing*, dan MA musiman
- $(1 - B)^d$: *differencing* non-musiman
- $(1 - B)^D$: *differencing* musiman
- $\phi_p(B)$: *autoregressive* non-musiman orde p
- $\theta_q(B)$: *moving average* non-musiman orde q
- $\Phi_P(B^S)$: *autoregressive* musiman orde p
- $\Theta_Q(B^S)$: *moving average* musiman orde q
- β_j : koefisien regresi ke-j; j = 1, 2, 3, ...
- $X_{1,t}, X_{2,t}, \dots, X_{j,t}$: variabel eksogen ke-j pada waktu t
- B : operator *backshift*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Data yang digunakan adalah Nilai Ekspor Migas Indonesia Januari 2012 – Desember 2023 dan data Volume Ekspor Migas Indonesia Januari 2012 – Desember 2023 dalam periode bulanan. Oleh karena itu total data yang digunakan adalah 144

data berbentuk data deret waktu. Penelitian ini terdiri atas dua variabel, yaitu variabel endogen dan variabel eksogen yang bertujuan untuk membangun model. Variabel endogen pada penelitian ini adalah Nilai Ekspor Migas Indonesia dan variabel eksogen pada penelitian ini adalah Volume Ekspor Migas Indonesia.

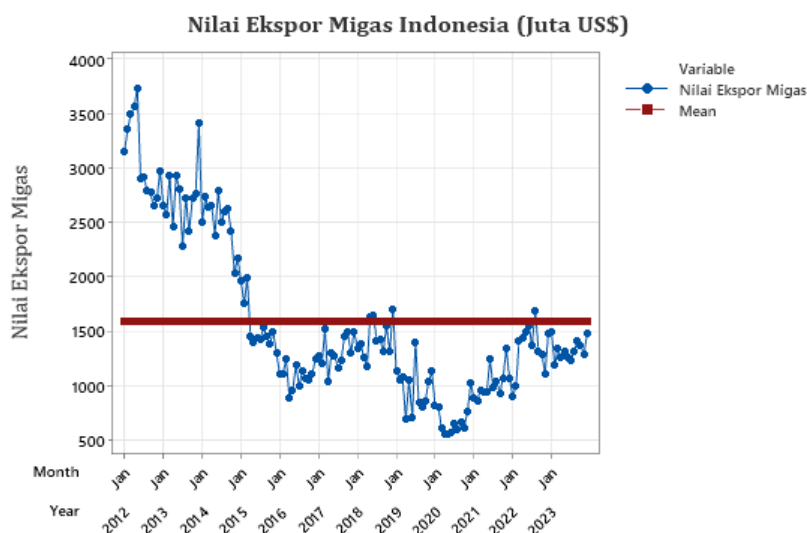
3.1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui karakteristik dari data dan dapat menggambarkan keadaan data secara umum, selain itu analisis deskriptif juga digunakan dalam deteksi awal pola data. Analisis statistika deskriptif untuk data nilai ekspor migas Indonesia periode Januari 2012 – Desember 2023 dapat dilihat melalui Tabel 1.

Tabel 1. Analisis deskriptif statistika nilai ekspor migas Indonesia

Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
560,9	3724,9	1586,5	755,8

Tabel 1 menampilkan gambaran umum dari data nilai ekspor migas Indonesia, berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa nilai ekspor migas Indonesia mencapai angka tertinggi yaitu US\$3724,9 Juta dengan nilai terendah yaitu US\$560,9 Juta. Nilai dari ekspor migas Indonesia tertinggi terjadi pada Mei 2012, sedangkan nilai terendah ekspor migas terjadi pada Mei 2020 yaitu US\$560,9 Juta. Penurunan ini disebabkan menurunnya ekspor gas sebesar 39,19 persen menjadi US\$541,5 Juta dari US\$890,5 Juta pada Mei 2019 [12]. Penurunan ekspor gas ini dipengaruhi oleh adanya pandemi Covid-19. Dikarenakan adanya pembatasan perjalanan, penutupan bisnis, dan pengurangan aktivitas menjadi pemicu permintaan penurunan energi, termasuk gas. Rata – rata nilai ekspor migas Indonesia yaitu sebesar US\$1586,5 Juta dengan standar deviasi sebesar 755,8. Berikut ditampilkan plot time series nilai ekspor migas Indonesia pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot data nilai ekspor migas Indonesia

Gambar 1 di atas menggambarkan pola data dari nilai ekspor migas Indonesia periode Januari 2012 – Desember 2023. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai ekspor migas Indonesia berfluktuatif selama 12 tahun terakhir. Pola data cukup bervariasi di sekitar nilai rata-rata dengan pola yang berulang setiap 3 tahun. Pola berulang ini memungkinkan untuk adanya penambahan unsur seasonal dalam model. Pada grafik tersebut terlihat pada Januari, 2013

menunjukkan pola melambat hingga Januari, 2016, lalu meningkat hingga Januari, 2019 kemudian pola melambat lagi hingga Januari, 2021, dan kembali meningkat hingga Januari, 2023 sehingga perlu dilakukan penambahan unsur seasonal. Selanjutnya dilakukan pengecekan stasioneritas dalam ragam dan rata-rata.

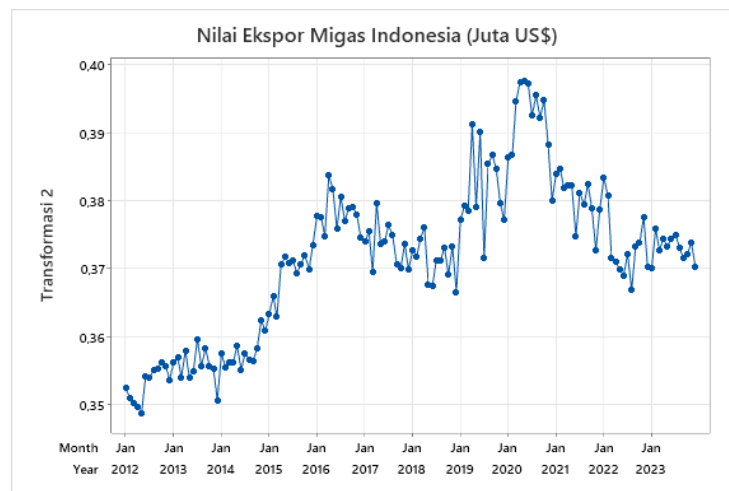
3.2. Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dalam ragam dilakukan pada data nilai ekspor migas Indonesia menggunakan *Box-Cox Transformation* [13] dan di dapatkan hasil pengecekan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji stasioneritas dalam ragam

Pengecekan ke-	<i>Rounded Value</i>
1	0,00
2	-0,05
3	1,00

Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa pengecekan pertama nilai ekspor migas Indonesia tidak stasioner dalam ragam yang ditunjukkan oleh nilai *rounded value* $\neq 1$ yang bernilai 0,00. Oleh karena itu perlu dilakukan transformasi ke bentuk $1/\ln(Y)$. kemudian dilakukan pengecekan ke-2 dan didapatkan hasil transformasi pertama nilai ekspor migas Indonesia tidak stasioner dalam ragam yang ditunjukkan oleh nilai *rounded value* $\neq 1$ yang bernilai -0,05. Sehingga perlu dilakukan transformasi kedua. Lalu dilakukan pengecekan ke-3 dan didapatkan hasil bahwa data hasil transformasi kedua nilai ekspor migas Indonesia sudah stasioner dalam ragam yang ditunjukkan oleh nilai *rounded value* = 1. Pola data yang dihasilkan oleh transformasi kedua nilai ekspor migas Indonesia disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot data nilai ekspor migas Indonesia stasioner dalam ragam

Berdasarkan Gambar 2 di atas terlihat bahwa data hasil transformasi cenderung memiliki konsistensi dalam ragam, tetapi masih terdapat pola pergerakan data yang menaik atau mengikuti pola musiman. Dengan demikian dapat dikatakan data hasil transformasi tidak stasioner dalam rata-rata. Uji stasioneritas dalam rata-rata dilakukan pada data hasil transformasi dengan menggunakan uji *unit root Augmented Dickey-Fuller* (ADF) hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji stasioneritas dalam rata-rata data hasil transformasi

<i>Augmented Dickey-Fuller test Statistic</i>	t_{hitung}	$p - value$
	-2,5968	0,0936

Berdasarkan Tabel 3 di atas diperoleh nilai $p - value$ $0,0936 > 0,05$. Selain itu $|t_{hitung}| (2,5968) < |Kritik DF| (2,8822)$ Dengan demikian diputuskan data hasil transformasi tidak stasioner dalam rata-rata. Oleh karena itu dilakukan proses *differencing* data yang ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. *Differencing* data hasil transformasi

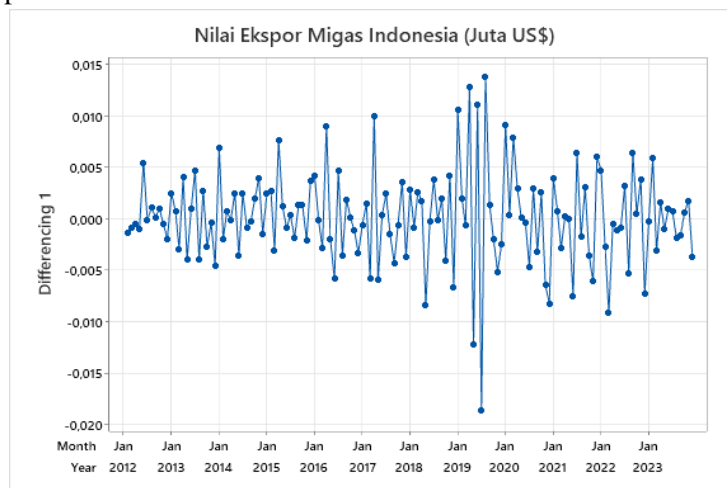
Pengamatan	Transformasi	<i>Differencing</i> 1
1	0,3523	*
2	0,3509	0,3509 – 0,3523
3	0,3501	0,3501 – 0,3509
4	0,3496	0,3496 – 0,3501
..
144	0,37013	0,37013 – 0,3737

Setelah proses *differencing* pertama, dilakukan pengecekan kembali menggunakan uji ADF untuk mengetahui kestasioneran data dalam rata-rata yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Uji stasioneritas dalam rata-rata data hasil *differencing*

<i>Augmented Dickey-Fuller test Statistic</i>	t_{hitung}	$p - value$
	-19,5657	0,00

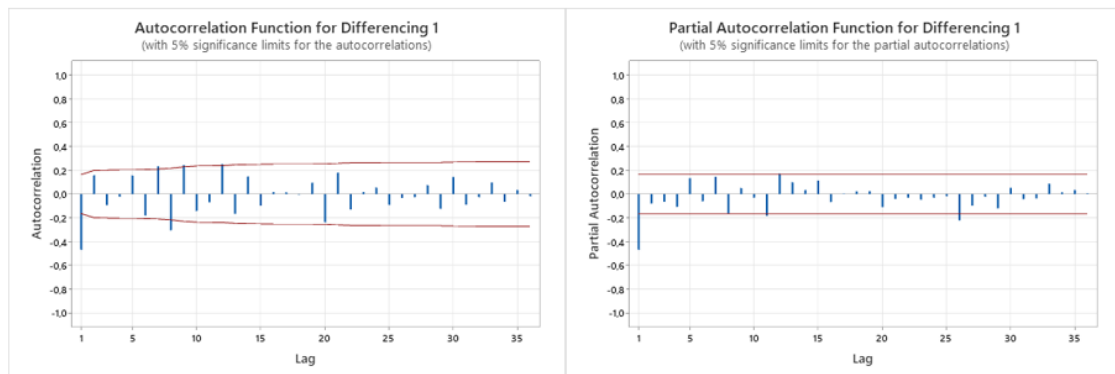
Berdasarkan Tabel 5 di atas diperoleh nilai $p - value$ $0,00 < 0,05$ dan $|t_{hitung}| (19,5657) > |Kritik DF| (2,88241)$. Dengan demikian diputuskan data hasil *differencing* telah stasioner dalam rata-rata. Berikut disajikan pola data yang dihasilkan oleh *differencing* pertama disajikan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Plot data stasioner hasil *differencing*

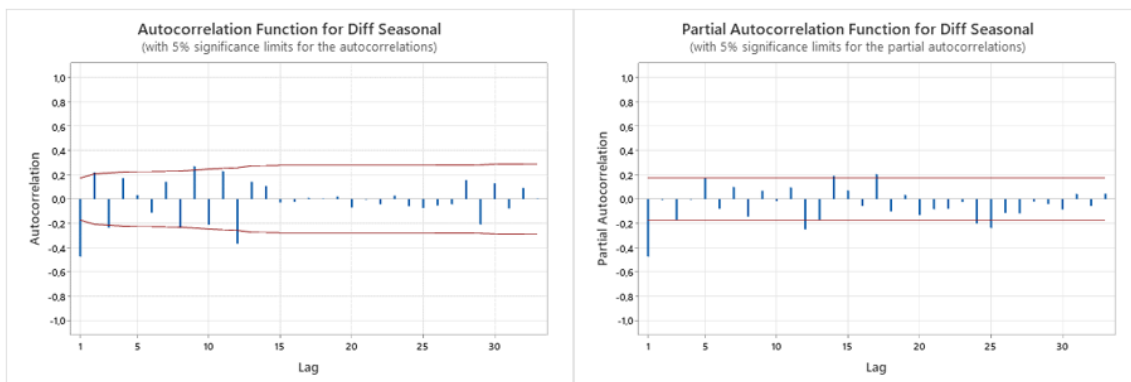
3.3. Penerapan Metode Box Jenkins

Setelah diperoleh bahwa data *differencing* pertama telah stasioner dalam ragam dan rata-rata, langkah selanjutnya adalah menentukan model tentatif. Hal ini dapat dilakukan dengan melihat plot ACF dan PACF dari data yang sudah stasioner yang disajikan pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Plot ACF dan PACF data hasil *differencing*

Dari hasil ACF dan PACF yang didapatkan, maka model tentatif yang dapat diidentifikasi dengan proses differencing sebanyak 1 kali, yaitu ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,0). Selanjutnya akan dimasukkan unsur musiman pada model dan didapatkan plot ACF dan PACF musiman pada Gambar 5.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF musiman

Dari hasil ACF dan PACF musiman yang di dapatkan, maka model tentatif yang dapat diidentifikasi dengan proses *differencing* non musiman dan musiman masing-masing sebanyak 1 kali, yaitu SARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹², SARIMA (1,1,0)(1,1,0)¹², SARIMA (1,1,0)(0,1,1)¹², dan SARIMA (0,1,1)(1,1,0)¹². Selanjutnya akan ditambahkan unsur variabel eksogen dan dilakukan estimasi parameter dan uji signifikansi parameter pada setiap model tentatif ARIMAX dan SARIMAX. Hasil estimasi parameter dan uji signifikansi parameter pada setiap model ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil estimasi dan pengujian signifikansi parameter model ARIMAX dan SARIMAX

Model	Parameter	Lag	Estimasi Parameter	t _{hitung}	p-value	Keputusan
ARIMAX (0,1,1)	θ_1	1	-0,2818	-5,37	0,00	Signifikan
ARIMAX (1,1,0)	ϕ_1	1	-0,3406	-6,95	0,00	Signifikan
SARIMAX (0,1,1)(0,1,1) ¹²	θ_1	1	-0,2844	-4,63	0,00	Signifikan
SARIMAX (0,1,1)(0,1,1) ¹²	Θ_1	1	-0,8470	-5,23	0,00	Signifikan
SARIMAX (1,1,0)(1,1,0) ¹²	ϕ_1	1	-0,2365	-3,57	0,00	Signifikan
SARIMAX (1,1,0)(1,1,0) ¹²	Φ_1	1	-0,5810	-9,77	0,00	Signifikan
SARIMAX (1,1,0)(0,1,1) ¹²	ϕ_1	1	-0,3361	-5,75	0,00	Signifikan
SARIMAX (1,1,0)(0,1,1) ¹²	Θ_1	1	-0,8319	-5,48	0,00	Signifikan

Model	Parameter	Lag	Estimasi Parameter	t_{hitung}	p -value	Keputusan
SARIMAX	θ_1	1	-0,1711	-2,41	0,016	Signifikan
$(0,1,1)(1,1,0)^{12}$	Φ_1	1	-0,6069	-10,5	0,00	Signifikan

Tabel 6 di atas menunjukkan hasil estimasi dan uji signifikansi parameter dari model ARIMAX dan SARIMAX. Berdasarkan tabel di atas diperoleh hasil bahwa semua model memiliki parameter yang signifikan membangun model tersebut. Langkah selanjutnya dilakukan pengujian asumsi residual untuk memastikan bahwa sifat *white noise* terpenuhi. Dalam penelitian ini uji yang digunakan adalah uji normalitas residual dan uji Ljung-Box. Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji asumsi *white noise*

Model	Uji Q-Q	Uji Kolmogorov Smirnov	Uji Ljung-Box		
	Plot	KS Statistic	p -value	Q_{LB}	p -value
ARIMAX (0,1,1)	Signifikan	0,541	5,33	0,32	0,57
ARIMAX (1,1,0)	Signifikan	0,5277	6,33	0,04	0,84
SARIMAX (0,1,1)(0,1,1) ¹²	Signifikan	0,5416	4,28	0,24	0,62
SARIMAX (1,1,0)(1,1,0) ¹²	Signifikan	0,5138	7,82	0,25	0,62
SARIMAX (1,1,0)(0,1,1) ¹²	Signifikan	0,5346	5,54	0,03	0,85
SARIMAX (0,1,1)(1,1,0) ¹²	Signifikan	0,5069	8,22	0,05	0,82

Berdasarkan hasil pengujian asumsi *white noise* didapatkan model ARIMAX (0,1,1), ARIMAX (1,1,0), SARIMAX (0,1,1)(0,1,1)¹², SARIMAX (1,1,0)(1,1,0)¹², SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹², dan SARIMAX (0,1,1)(1,1,0)¹² yang memenuhi asumsi *white noise* atau tidak terdapat korelasi antar residual. Selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik.

Pemilihan model ARIMA terbaik dilakukan karena terdapat lebih dari satu model yang memenuhi uji asumsi *white noise*. Pemilihan model terbaik dapat dilakukan dengan memilih model yang memiliki nilai *Akaike's information criterion* (AIC) terkecil, untuk nilai AIC pada model ditunjukkan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan model terbaik

Model	AIC
ARIMA (0,1,1)	1954,543
ARIMA (1,1,0)	1954,494
SARIMA (1,1,0)(1,1,0) ¹²	1894,389
SARIMA (0,1,1)(1,1,0) ¹²	1829,247
ARIMAX (0,1,1)	1843,856
ARIMAX (1,1,0)	1840,595
SARIMAX (0,1,1)(0,1,1) ¹²	1722,393
SARIMAX (1,1,0)(1,1,0) ¹²	1736,171
SARIMAX (1,1,0)(0,1,1) ¹²	1719,684
SARIMAX (0,1,1)(1,1,0) ¹²	1738,128

Berdasarkan Tabel 8 di atas diperoleh hasil bahwa nilai AIC terkecil terdapat pada model SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹² yaitu 1719,684, sehingga untuk proses selanjutnya menggunakan model terbaik yaitu SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹². Berdasarkan persamaan (4), maka bentuk persamaan untuk SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹² terlihat pada Persamaan 5.

$$\phi_p(B)(1 - B)^d(1 - B^s)^D Y_t = \theta_q(B^s)e_t + \beta_0 + \beta_1 X_t \tag{5}$$

Dengan menggunakan nilai estimasi maka didapatkan pemodelan sebagai berikut:

$$Y_t = (1,3361)Y_{t-13} + 0,3361(-Y_{t-1} + Y_{t-2} + Y_{t-13} + Y_{t-14}) - (1 + 0,8319e_{t-1})Y_{t-12} + e_t + 5,1842 + 0,4324X_t.$$

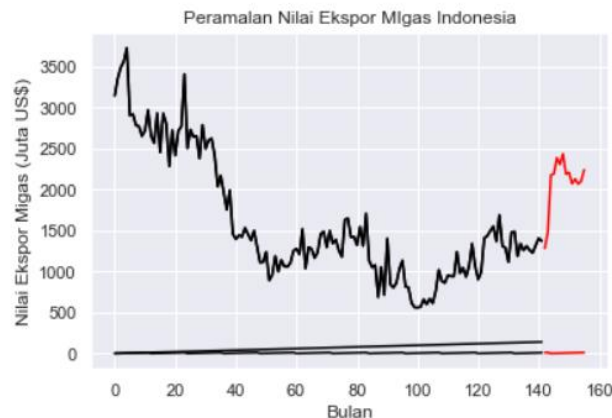
3.4. Peramalan

Peramalan nilai ekspor migas Indonesia dilakukan dengan menerapkan model SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹² dan menggunakan data dari Januari 2012 sampai dengan Desember 2023. Berikut tabel hasil peramalan untuk bulan Januari – Desember 2024 yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil peramalan bulan Januari s.d Desember 2024

Periode	Hasil Peramalan
Januari 2024	2174,4146
Februari 2024	2190,0302
Maret 2024	2385,0505
April 2024	2305,0532
Mei 2024	2434,7633
Juni 2024	2186,9270
Juli 2024	2207,6431
Agustus 2024	2069,5182
September 2024	2127,6881
Oktober 2024	2065,6098
November 2024	2099,9871
Desember 2024	2239,9804

Berdasarkan Tabel 9 di atas dapat diramalkan bahwa Nilai Ekspor Migas Indonesia terus mengalami peningkatan hingga Juli 2024 mengalami perlambatan setelahnya. Lonjakan dari hasil peramalan disebabkan tahun yang diramalkan terjadi pada tahun ketiga setelah 2021. Hasil peramalan juga kembali melambat setelah Agustus 2024. Hal ini membuktikan bahwa lonjakan nilai ekspor migas terjadi setiap tiga tahun. Adapun grafik hasil peramalan nilai ekspor migas Indonesia yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik peramalan nilai ekspor migas Indonesia

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut model terbaik untuk meramalkan nilai ekspor migas Indonesia pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2024 adalah SARIMAX (1,1,0)(0,1,1)¹². Dengan model tersebut, nilai ekspor migas terus mengalami peningkatan hingga Juli 2024 dan mengalami perlambatan setelahnya hingga Desember 2024. Dengan hasil peramalan pada bulan Januari 2174,4146, Februari 2190,0302, Maret 2385,0505, April 2305,0532, Mei 2434,7633, Juni 2186,9270, Juli 2207,6431, Agustus 2069,5182, September 2127,6881, Oktober 2065,6098, November 2099,9871, dan Desember 2239,9804.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Yuniyanto, "Analisis pertumbuhan dan kepadatan penduduk terhadap pertumbuhan ekonomi," *FORUM EKONOMI: Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi*, pp. 688–699, 2021.
- [2] P. N. Yulisa, M. Al Haris, and P. R. Arum, "Peramalan nilai ekspor migas di indonesia dengan model long short term memory (lstm) dan gated recurrent unit (GRU)," *J Stat. J. Ilm. Teor. dan Apl. Stat.*, vol. 16, no. 1, pp. 328–341, 2023.
- [3] A. Ansari Saleh, B.-T. Miguel, R. Abdul, and H. Rahmat, "Forecasting the value of oil and gas exports in Indonesia using ARIMA Box-Jenkins," *JINAV J. Inf. Vis.*, vol. 3, no. 1, pp. 35–42, 2022.
- [4] J. D. Cryer and N. Kellert, *Time series analysis*. Springer, 1991.
- [5] R. F. Ariska and A. Ariusni, "Analisis kausalitas ekspor, output manufaktur dan pertumbuhan ekonomi di negara ASEAN," *J. Kaji. Ekon. dan Pembang.*, vol. 1, no. 2, pp. 645–652, 2019.
- [6] R. Handoko, "Model proyeksi ekspor dan impor-volume dan harga," *Kaji. Ekon. dan Keuang.*, vol. 14, no. 3, pp. 61–81, 2010.
- [7] R. Pertiwi, "Pengukuran value at risk (VAR) pada data deret waktu menggunakan metode exponentially weighted moving average (EWMA)," 2018.
- [8] W. W. S. Wei, "Time Series Analysis Univariate dan Multivariate Methods," *Canada Addison Wesley Publ. Co.*, 2006.
- [9] A. Tahiyah, "Analisis jumlah kasus (positif) covid-19 di Kota Pekanbaru dengan metode Box-Jenkins." Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2021.
- [10] P. Manigandan *et al.*, "Forecasting natural gas production and consumption in United States-evidence from SARIMA and SARIMAX models," *Energies*, vol. 14, no. 19, p. 6021, 2021.
- [11] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to time series analysis and forecasting*. John Wiley & Sons, 2015.
- [12] BPS, "Analisis Komoditas Ekspor 2013-2020," *Badan Pus. Stat.*, 2020.
- [13] S. P. Ghauri, R. R. Ahmed, D. Streimikiene, and J. Streimikis, "Forecasting exports and imports by using autoregressive (AR) with seasonal dummies and Box-Jenkins approaches: a case of Pakistan," *Inžinerinė Ekon.*, vol. 31, no. 3, pp. 291–301, 2020.