

Adding Exogenous Variable in Forming ARIMAX Model to Predict Export Load Goods in Tanjung Priok Port

Elvina Catria, Atus Amadi Putra*, Dony Permana, Dina Fitria

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: atusamadiputra@fmipa.unp.ac.id

Submitted : 15 Agustus 2022

Revised : 06 Desember 2022

Accepted : 11 Januari 2023

ABSTRACT

The main idea of world maritime has been launched by Indonesia's Government through the development of inter-island connectivity, namely a logistics distribution line system using cargo ships with scheduled routes. However, the number of ships used for loading and unloading activities at Tanjung Priok in 2020 reached 11,876 units, which is a decrease of 12.6% compared to the previous year. This figure was not sufficient for the transportation of Indonesian goods (exports). This condition is important to note because the implementation of sea transportation, especially sea toll transportation, if it cannot reach all regions, will cause freight transportation in some areas to be limited and regional economic growth cannot be distributed evenly. The purpose of this study is to predict the number of goods loaded (exported) at the Port of Tanjung Priok, by establishing an export forecasting model. Exogenous variable in the form of the Indonesian Wholesale Price Index. After analyzing the data, the order of the ARIMA model (5,1,1) was obtained as a parameter to estimate the ARIMAX model. From the ARIMAX model (5,1,1), the model's accuracy rate is 13.25% which is quite feasible to use to predict the total export cargo for the period January 2021-December 2021. The forecast results show that the data fluctuates constantly around the average, where there is no significant increase or decrease in total exports.

Keywords: ARIMA, ARIMAX, Exogenous, Exports, Forecasting.



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

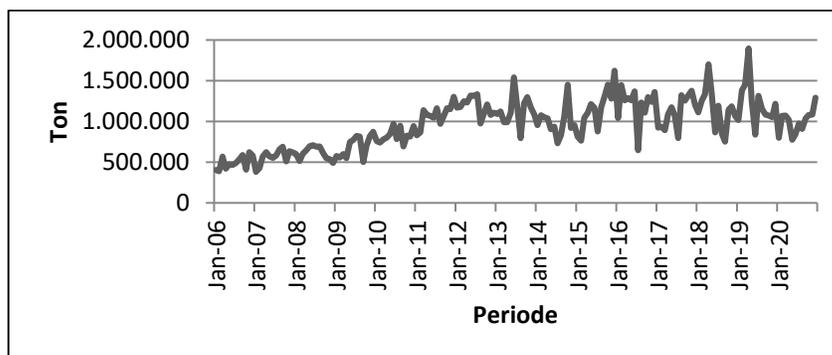
I. PENDAHULUAN

Peramalan menurut Heizer dan Render (2014:136), diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. Menurut Montgemory (2015), sebagian besar masalah peramalan melibatkan penggunaan data deret waktu. Analisis yang umum digunakan dalam permasalahan deret waktu adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*). ARIMA merupakan usaha untuk mencari pola data yang paling cocok dari sekelompok data, sehingga metode ARIMA memerlukan sepenuhnya data historis dan data sekarang untuk menghasilkan ramalan jangka pendek (Sugiarto dan Harijono, 2000). Model ARIMA merupakan model yang penggunaannya terbatas hanya untuk satu variabel deret waktu, sehingga ada kalanya model ARIMA belum cukup baik dalam penyelesaian pemodelan pada data *time series* yang dipengaruhi oleh pola di luar variabel amatan. Dengan adanya keterbatasan tersebut, diperlukan model lain agar dapat mengidentifikasi pola variabel luar amatan tersebut. Metode yang digunakan untuk peramalan sekaligus mengidentifikasi pola variabel lain adalah model ARIMAX. Model ARIMAX merupakan perluasan dari model ARIMA dengan penambahan variabel eksogen (Rosadi, 2011).

Salah satu kegiatan perekonomian yang menjadi penunjang dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan ekonomi adalah ekspor. Kegiatan ekspor merupakan kegiatan perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Tingginya angka ekspor-impur sangat berpengaruh dalam perkembangan ekonomi, jika jumlah ekspor naik akan menyebabkan harga barang domestik menurun sehingga permintaan akan mata uang domestik akan naik dan nilai tukar menguat (Murni, 2009). Peningkatan atau penurunan nilai ekspor biasanya selalu dipengaruhi oleh variabel lain, seperti selera konsumen, nilai tukar mata uang, pendapatan konsumen, harga yang ditawarkan, dan lain sebagainya. Dari beberapa faktor tersebut, peneliti ingin melihat pengaruh harga terhadap ekspor yang mana dalam permasalahan ini digunakan Indeks Harga

Perdagangan Besar (IHPB). IHPB yang meningkat akan mengakibatkan total barang muat akan menurun karena permintaan masyarakat terhadap barang akan menurun. Pada penelitian ini harga digambarkan oleh IHPB dan jumlah permintaan barang yang dimaksud adalah total barang muat (ekspor).

Berikut merupakan data total barang yang diekspor (muat) di pelabuhan Tanjung Priok selama periode 2006-2020 yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Total Barang yang Diekspor di Pelabuhan Tanjung Priok dari Januari 2006-Desember 2020

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa total barang muat ekspor mengalami kenaikan yang signifikan pada awal tahun 2006 hingga pertengahan awal tahun 2012, yang kemudian total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok mengalami kenaikan dan penurunan yang bisa dikatakan konstan. Pemuatan barang ekspor tertinggi terjadi pada awal tahun 2019, namun mengalami penurunan yang signifikan di pertengahan tahun tersebut. Agar angka ekspor dapat meningkat dengan stabil diperlukan penekanan kebijakan inovasi dan pengembangan berkelanjutan terhadap pola trayek dan rute kapal nasional dalam konteks pengangkutan muatan ekspor Indonesia.

Berdasarkan uraian di atas, adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui model yang dihasilkan oleh data total barang muat ekspor setelah ditambahkan pengaruh data IHPB, menghitung tingkat akurasi hasil peramalan yang dihasilkan oleh model ARIMAX, dan menyajikan hasil peramalan yang dihasilkan dari model tersebut.

II. METODE PENELITIAN

A. Kajian Pustaka

Metode penelitian yang digunakan adalah ARIMAX (*Autoregressive Integrated Moving Average with Exogeneous Variable*). Seperti namanya, metode ini merupakan perluasan dari metode peramalan ARIMA dengan penambahan variabel eksogen. Menurut Kongcharoen dan Kruangpradit (2013), penambahan variabel tersebut berfungsi untuk meningkatkan tingkat keakuratan hasil peramalan.

1. Model Autoregressive (AR)

Model *autoregressive* adalah model yang menggambarkan bahwa variabel dependen dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri pada periode-periode dan waktu-waktu sebelumnya (Sugiarto dan Harijono, 2000). Secara umum model autoregressive (AR) mempunyai bentuk sebagai berikut :

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t \quad (1)$$

dengan Z_t merupakan amatan pada periode ke- t , $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ merupakan parameter AR, dan e_t merupakan nilai kesalahan/error pada periode ke- t .

2. Model Moving Average (MA)

Menurut Anggraeni (2015), model *Moving Average* memberikan peramalan berdasarkan error dari peramalan sebelumnya. Model MA dituliskan sebagai $Z_t = \theta_q(B)e_t$ yang merupakan fungsi dari

$$Z_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2)$$

dengan $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ merupakan parameter MA dan e_{t-q} merupakan nilai kesalahan pada periode ke- $(t-q)$.

3. Model ARMA

Menurut Anggraeni (2015), model ARMA dibentuk dari kedua komponen sebelumnya secara bersama-sama dengan mengasumsikan kumpulan data stasioner. Secara umum, model ARMA (p, q) dituliskan sebagai

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

4. Model ARIMA

Model ARIMA biasanya dilambangkan dengan ARIMA(p,d,q) yang mengandung pengertian bahwa model tersebut menggunakan p nilai lag dependen, d tingkat proses differensiasi, dan q lag residual. Bentuk umum dari model ARIMA (p,d,q) menurut Box dan Jenkins (1994) adalah sebagai berikut

$$(1 - B)^d(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)Z_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)e_t \tag{4}$$

dengan $(1 - B)^d$ merupakan proses perbedaan/differencing ke-d.

5. Model ARIMAX

Menurut Rahmayani (2013), pada model ARIMAX ini faktor-faktor yang mempengaruhi variabel Y pada waktu ke-t tidak hanya dipengaruhi fungsi variabel Y dalam waktu, tetapi juga oleh variabel-variabel independen lainnya pada waktu ke-t.

Berikut merupakan model ARIMAX (p,d,q) menurut Victor-Edema (2016)

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \varphi_r(B)X_t + \theta_q(B)e_t \tag{5}$$

dengan X_t merupakan variabel eksogen (independen) pada periode waktu ke-t dan φ merupakan koefisien parameter variabel eksogen.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Jenis penelitian yang digunakan merupakan penelitian terapan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data total barang muat (ekspor) di Pelabuhan Tanjung Priok periode Januari 2006 sampai dengan Desember 2020. Data bersumber dari Badan Pusat Statistik, dimana barang muat yang dimaksud merupakan total seluruh barang yang diekspor mencakup seluruh komoditi. Total barang muat tersebut digunakan sebagai variabel respon, sedangkan variabel eksogen menggunakan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB).

C. Langkah Analisis

Untuk membangun model ARIMAX, terlebih dahulu peneliti harus menemukan model ARIMA terbaik. Sehingga tahapan-tahapan analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

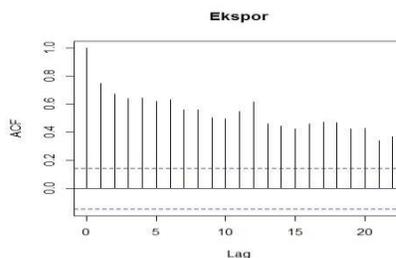
1. Mengidentifikasi model dengan melihat plot *time series* atau plot ACF. Apabila didapatkan hasil bahwa data tidak stasioner, maka dilakukan *differencing* atau transformasi.
2. Menentukan orde dugaan untuk model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF pada data yang telah stasioner.
3. Melakukan pendugaan parameter model dan menguji signifikansi model.
4. Melakukan pengujian diagnostik untuk semua parameter yang signifikan.
5. Memilih model ARIMA terbaik berdasarkan nilai MAPE dan RMSE.
6. Melakukan analisis dengan menggunakan metode ARIMAX, yaitu dengan menambahkan variabel eksogen ke dalam model ARIMA terbaik yang telah didapatkan.
7. Mengulangi tahap (3), (4), dan (5) untuk model ARIMAX.

Melakukan peramalan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok untuk 12 bulan mendatang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

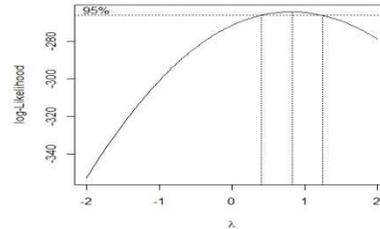
A. Pemodelan Total Barang Muat Ekspor Menggunakan ARIMA

Tahapan pertama dalam memodelkan ARIMA adalah memeriksa apakah data yang digunakan stasioner atau tidak. Kestasioneran data dibagi atas dua macam, yaitu stasioner dalam rata-rata dan stasioner dalam ragam. Pengujian stasioneritas dapat dilihat secara visual menggunakan plot ACF. Plot ACF dari data total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok dapat dilihat pada Gambar 2.



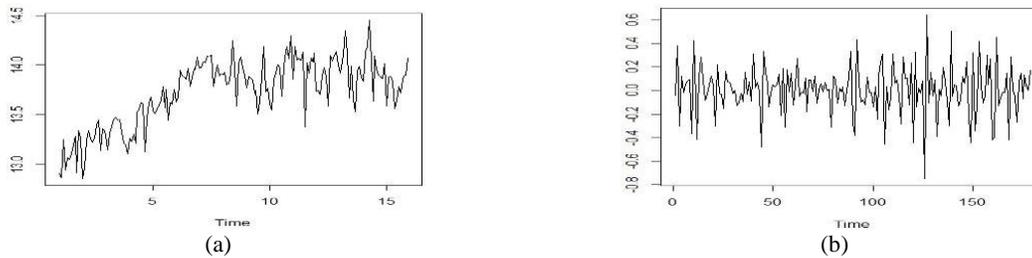
Gambar 2. Plot ACF data total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok.

Berdasarkan plot ACF yang ditampilkan oleh Gambar 2, dapat dilihat bahwa nilai autokorelasi dari data tidak turun menuju 0 setelah lag kedua. Oleh karena itu, data tersebut tidak bisa dikatakan stasioner. Untuk melihat ketidakstasioneran pada data, dilakukan pengujian apakah data tidak stasioner dalam ragam, dalam rata-rata, dan/atau keduanya. Untuk menguji apakah data tidak stasioner dalam ragam, dilakukan dengan melakukan uji Box-Cox, hasil uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa *rounded value* kurang dari 1, maka data dikatakan tidak stasioner dalam ragam. Oleh karena itu, dilakukan transformasi log natural pada data hingga *rounded value* yang didapatkan bernilai 1 atau lebih dari 1.



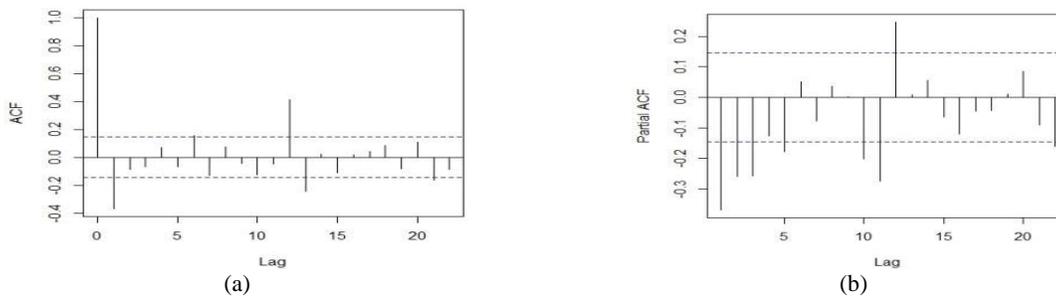
Gambar 3. Pengujian Box-Cox.

Setelah dilakukan transformasi log natural pada data, didapatkan *rounded value* bernilai lebih dari 1. Maka, langkah selanjutnya dilakukan pengujian stasioneritas data dalam rata-rata, hal ini dapat dilihat secara visual pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Plot data hasil transformasi, (b) Plot data hasil differencing.

Berdasarkan plot data yang ditampilkan pada Gambar 4, dapat dikatakan bahwa ragam/variansi dari data sudah konstan, sehingga data tersebut sudah stasioner dalam ragam. Akan tetapi, pola data tersebut belum stasioner dalam rata-rata karena pada Gambar 4 (a) terlihat pola data masih mengandung pola *trend*. Sehingga, untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan *differencing* pada data. Hasil plot *differencing* dapat dilihat pada Gambar 4 (b). Dari hasil *differencing* pada Gambar 4 (b), terlihat bahwa data sudah berfluktuasi di sekitar rata-rata dan memiliki ragam yang cukup konstan. Sehingga, data dapat dikatakan sudah stasioner. Selanjutnya, untuk mengidentifikasi model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat plot ACF dan PACF. Adapun plot ACF dan PACF untuk data total barang muat ekspor yang telah ditransformasi dan dilakukan pembeda ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Plot ACF data yang telah ditransformasi dan didifferencing, (b) Plot PACF data yang telah ditransformasi dan didifferencing

Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa pada plot ACF, lag terpotong setelah lag kedua, sedangkan pada plot PACF lag dapat dikatakan menurun perlahan dari lag pertama, kedua, ketiga, lalu naik kembali pada lag kelima, dst. Dengan demikian, beberapa model ARIMA sementara yang dapat dibentuk adalah ARIMA (1,1,0), ARIMA (2,1,0), ARIMA (3,1,0), ARIMA (5,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,1), ARIMA (2,1,1), ARIMA (3,1,1), ARIMA (5,1,1), ARIMA (0,1,2), ARIMA (1,1,2), ARIMA (2,1,2), ARIMA (3,1,2), dan ARIMA (5,1,2).

Setelah didapatkan bentuk model sementara yang sesuai untuk data, selanjutnya dilakukan estimasi parameter dalam model. Hasil uji signifikansi koefisien untuk masing-masing model ARIMA dapat dilihat pada Tabel 1. Parameter model dikatakan signifikan apabila $p\text{-value} < (0,05)$.

Tabel 1. Uji signifikansi parameter model ARIMA

Model	Hasil Signifikansi	Model	Hasil Signifikansi
ARIMA (1,1,0)	Signifikan	ARIMA (3,1,1)	Tidak Signifikan
ARIMA (2,1,0)	Signifikan	ARIMA (5,1,1)	Signifikan
ARIMA (3,1,0)	Signifikan	ARIMA (0,1,2)	Signifikan
ARIMA (5,1,0)	Signifikan	ARIMA (1,1,2)	Tidak Signifikan
ARIMA (0,1,1)	Signifikan	ARIMA (2,1,2)	Tidak Signifikan
ARIMA (1,1,1)	Signifikan	ARIMA (3,1,2)	Tidak Signifikan
ARIMA (2,1,1)	Tidak Signifikan	ARIMA (5,1,2)	Tidak Signifikan

Berdasarkan hasil uji yang ditampilkan pada Tabel 1, terdapat 6 model yang mengandung parameter yang tidak signifikan. Selanjutnya, untuk sisa model yang signifikan dapat dilakukan pengujian diagnostik, yaitu memeriksa asumsi residual acak dan berdistribusi normal. Pengujian diagnostik dilakukan dengan uji kecocokan model *Ljung-Box-Pierce* dengan kriteria uji dilihat berdasarkan $p\text{-value}$, jika $p\text{-value}$ lebih besar dari α maka residual memenuhi asumsi *white noise*. Hasil dari pengujian diagnostik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Ljung-Box-Pierce model ARIMA

Model	Chi-Square	P-Value
ARIMA (1,1,0)	1,5039	0,2201
ARIMA (2,1,0)	0,7605	0,3832
ARIMA (3,1,0)	0,2556	0,6132
ARIMA (5,1,0)	0,0061	0,9376
ARIMA (0,1,1)	2,0207	0,1552
ARIMA (1,1,1)	0,0125	0,9107
ARIMA (5,1,1)	0,0949	0,7580
ARIMA (0,1,2)	0,0011	0,9735

Berdasarkan hasil uji kecocokan model pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa $p\text{-value}$ pada ketujuh model ARIMA lebih besar dibandingkan α . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat autokorelasi pada residual model. Selanjutnya, dilakukan pengujian residual kembali untuk melihat apakah memenuhi asumsi distribusi normal. Pengujian dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, dengan kriteria uji apabila $p\text{-value}$ lebih besar dibandingkan α , maka residual memenuhi asumsi distribusi normal. Hasil dari pengujian kenormalan residual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kolmogorov-Smirnov residual model ARIMA

Model	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (2,1,0)	ARIMA (3,1,0)	ARIMA (5,1,0)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (5,1,1)	ARIMA (0,1,2)
P-Value	0,0381	0,0486	0,0321	0,2936	0,1117	0,2193	0,1621	0,2433

Berdasarkan hasil pengujian kenormalan residual pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa model ARIMA (1,1,0), ARIMA (2,1,0), dan ARIMA (3,1,0) tidak memenuhi asumsi kenormalan. Selanjutnya, untuk 5 model yang sudah memenuhi keseluruhan asumsi dilakukan pemilihan model terbaik dengan menggunakan indikator nilai MAPE (*Mean Absolute Percent Error*). Dari hasil perhitungan pada setiap model yang telah memenuhi keseluruhan asumsi, secara statistik model dengan nilai MAPE terkecil adalah model dengan orde ARIMA (5,1,1). Dengan tingkat akurasi 13,34% artinya model ARIMA (5,1,1) akan menghasilkan peramalan yang cukup baik. Perbandingan nilai MAPE keseluruhan model dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai MAPE untuk model ARIMA terbaik

Model	ARIMA (5,1,0)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (5,1,1)	ARIMA (0,1,2)
Nilai MAPE	13,6827	13,7333	13,8377	13,3498	13,7875

Setelah didapatkan model ARIMA terbaik, maka model dengan orde ARIMA (5,1,1) dapat digunakan untuk mengestimasi parameter ARIMAX, yaitu model ARIMA dengan adanya penambahan variabel eksogen. Pada penelitian ini, variabel eksogen yang digunakan adalah IHPB. Variabel eksogen ini nantinya akan diikutsertakan ke dalam model untuk menguji signifikansi parameternya. Hasil uji signifikansi parameter untuk model ARIMAX (5,1,1) dengan variabel eksogen IHPB dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji signifikansi parameter model ARIMAX (5,1,1)

Parameter	Estimasi	P-Value
AR (1)	-1,3647	0,2201
AR (2)	-0,8911	0,3832
AR (3)	-0,7044	0,6132
AR (4)	-0,4680	0,9376
AR (5)	-0,2491	0,1552
MA (1)	0,8533	0,9107
Xreg	965,8722	0,7580

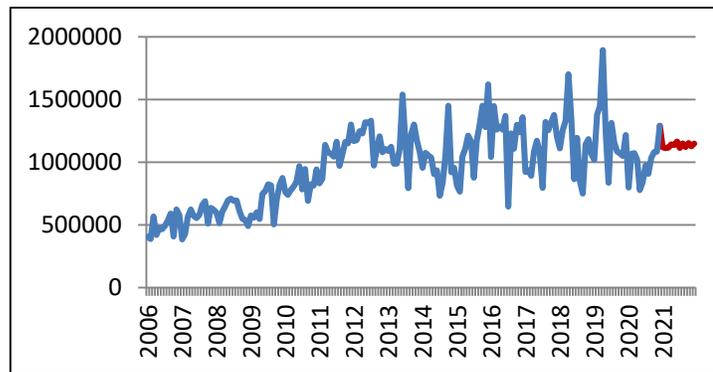
Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa *p-value* tiap-tiap parameter memiliki nilai di bawah α 0,05. Artinya, parameter model ARIMAX (5,1,1) sudah signifikan. Selanjutnya, sama halnya dengan pemeriksaan diagnosa model ARIMA, pada model ARIMAX (5,1,1) juga dilakukan pemeriksaan diagnostik menggunakan uji *Ljung-Box-Pierce*. Pemeriksaan ini menghasilkan *p-value* sebesar 0,7569 yang mana hasilnya lebih besar dibanding α (0,05). Selain itu, dilakukan juga pengujian distribusi normal residual menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, hasil yang didapatkan adalah *p-value* sebesar 0,1526 artinya model ARIMAX (5,1,1) sudah memenuhi asumsi diagnostik.

Tujuan dari penambahan variabel eksogen salah satunya adalah meningkatkan keakuratan peramalan, sehingga dengan adanya penambahan variabel IHPB pada model didapatkan nilai MAPE sebesar 13,25%, nilai ini makin kecil dibandingkan dengan MAPE model ARIMA (5,1,1) yaitu 13,35%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan variabel IHPB meningkatkan keakuratan model. Oleh karena itu, model ARIMAX (5,1,1) dipilih sebagai model terbaik dalam meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok. Hasil peramalan dari total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok 12 periode ke depannya (proyeksi tahun 2021) dengan penambahan variabel eksogen IHPB dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Ramalan data Total barang muat ekspor model ARIMAX (5,1,1)

Periode (2021)	Hasil Peramalan (ton)	Periode (2021)	Hasil Peramalan (ton)
Januari	1.121.062	Juli	1.115.075
Februari	1.112.805	Agustus	1.148.152
Maret	1.117.777	September	1.123.724
April	1.140.645	Oktober	1.150.367
Mei	1.138.386	November	1.128.754
Juni	1.162.911	Desember	1.148.150

Secara umum, hasil peramalan dari total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok berfluktuasi selama tahun 2021. Perkiraan total barang muat ekspor akan meningkat di bulan Juni 2021 yaitu mencapai 1.162.911 ton barang yang diekspor. Secara grafis, hasil ramalan ini dapat dilihat pada Gambar 67.



Gambar 6. Plot hasil peramalan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok

Berdasarkan sebaran total barang muat ekspor yang ditampilkan pada Gambar 6, total barang yang diekspor di Pelabuhan Tanjung Priok berada di atas rata-rata total barang muat ekspor di tahun 2020. Namun, pada hasil ramalan di tahun 2021, angka tersebut mulai stabil berada di sekitaran rata-rata. Artinya pada tahun 2021 ekspor jalur transportasi laut Indonesia telah mengalami perbaikan yang signifikan.

IV. KESIMPULAN

Peramalan total barang muat (ekspor) di pelabuhan utama Tanjung Priok merupakan hal penting untuk dikaji bagi pemerintah. Model ARIMAX dengan orde ARIMA (5,1,1) memberikan hasil peramalan yang lebih akurat dibandingkan tanpa penambahan variabel eksogen IPHBI. Nilai MAPE yang diberikan oleh model ARIMA (5,1,1) adalah sebesar 13,35% sedangkan nilai MAPE yang diberikan oleh model ARIMAX (5,1,1) meningkatkan akurasi nilai MAPE menjadi 13,25%. Hal ini membuktikan bahwa proyeksi atau peramalan menggunakan ARIMAX (5,1,1) lebih baik dibandingkan ARIMA (5,1,1) saja tanpa adanya penambahan variabel eksogen IPHBI.

Hasil dari peramalan dengan menggunakan ARIMAX (5,1,1) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan yang stabil selama tahun 2021. Titik kenaikan tertinggi total barang muat (ekspor) di pelabuhan utama Tanjung Priok terjadi pada bulan Juni 2021 yakni diperkirakan mencapai 1.162.911 ton barang ekspor. Proyeksi ini menjadi salah satu rujukan dalam pembuatan kebijakan inovasi dan pengembangan berkelanjutan terhadap pola trayek dan rute kapal nasional yang belum terealisasi oleh pemerintah dalam konteks pengangkutan muatan ekspor Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, W., Vinarti, R. A., & Kurniawati, Y. D. (2015). Performance comparisons between arima and arimax a method in moslem kids clothes demand forecasting: Case study. *Procedia Computer Science*, Vol. 161, No.72, hal: 630-637.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Indeks Harga Perdagangan Besar Indonesia*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik
- Box, G.E.P, Jenkins. (1994). *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Third Edition. USA: Prenticehall Inc
- Edema, Victor. (2016). Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) Model for Nigerian Non Oil Export. *European Journal of Business and Management*, Vol. 36, No. 8, hal: 29-34
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Operations Management. Sustainability and Supply Chain Management*. In *Operations Management. Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson Education, Inc.
- Kongcharoen, C., & Kruangpradit, T. (2013). Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable (ARIMAX) Model for Thailand Export. In *Conference: the 33rd International Symposium on Forecasting*, hal:1-8
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., dan Kulahci, M. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Second Edition*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Murni, Asfa. (2009). *Ekonomi Makro*. Bandung: PT Refika Aditama

- Rahmayani, Lina. (2013). *Model ARIMAX dan SARIMAX untuk Meramalkan Data Curah Hujan*. Bandung: Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
- Rosadi, D. (2011). *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan*. Yogyakarta: Andi.
- Sugiarto dan Harijono. (2000). *Peramalan Bisnis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.