

**PENAMBAHAN VARIABEL EKSOGEN DALAM PEMBENTUKAN MODEL
ARIMAX UNTUK MERAMALKAN TOTAL BARANG MUAT EKSPOR
DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK TAHUN 2021**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Statistika



Oleh

**ELVINA CATRIA
NIM. 18337018**

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENAMBAHAN VARIABEL EKSOGEN DALAM PEMBENTUKAN MODEL ARIMAX UNTUK MERAMALKAN TOTAL BARANG MUAT EKSPOR DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK TAHUN 2021

Nama : Elvina Catria
NIM : 18337018
Program Studi : S1 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 Agustus 2022

Mengetahui:
Ketua Departemen Statistika

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Dony Permana, M.Si
NIP. 197501272006041001



Dr. Atus Amadi Putra, M.Si
NIP. 196308291992031001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

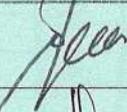
Nama : Elvina Catria
NIM : 18337018
Program Studi : S1 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENAMBAHAN VARIABEL EKSOGEN DALAM PEMBENTUKAN MODEL ARIMAX UNTUK MERAMALKAN TOTAL BARANG MUAT EKSPOR DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK TAHUN 2021

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 25 Agustus 2022

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Atus Amadi Putra, M.Si	
Anggota	: Dr. Dony Permana, M.Si	
Anggota	: Dina Fitria, M.Si	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elvina Catria
NIM : 18337018
Program Studi : S1 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul **“Penambahan Variabel Eksogen dalam Pembentukan Model ARIMAX untuk Meramalkan Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2021”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan.

Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Statistika,



Dr. Dony Permana, M.Si
NIP. 197501272006041001

Saya yang menyatakan,



Elvina Catria
NIM. 18337018

Penambahan Variabel Eksogen dalam Pembentukan Model ARIMAX Untuk Meramalkan Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2021

Elvina Catria

ABSTRAK

Salah satu kegiatan perekonomian yang menjadi penunjang dalam pertumbuhan dan perkembangan ekonomi adalah ekspor. Kegiatan ekspor merupakan kegiatan perdagangan dengan cara menjual barang-barang dari dalam ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Tingginya angka ekspor-impor sangat berpengaruh dalam perkembangan ekonomi, jika jumlah ekspor naik maka harga barang domestik akan menurun, sehingga permintaan akan mata uang domestik akan naik dan nilai tukar menguat. 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. Dalam meramalkan total ekspor yang dipengaruhi oleh variabel lain, diperlukan metode yang dapat mengidentifikasi pengaruh variabel tersebut, salah satunya adalah metode ARIMAX. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana bentuk model ARIMAX, menghitung tingkat kelayakan model ARIMAX, dan bagaimana hasil peramalan yang dihasilkan oleh model ARIMAX.

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang diawali dengan mempelajari dan menganalisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) yaitu data Total Barang Dalam Negeri di Pelabuhan Utama. Penelitian ini dimulai dengan menentukan model ARIMA terbaik dan menambahkan variabel eksogen ke dalam model ARIMA sehingga terbentuk model ARIMAX.

Hasil yang diperoleh menghasilkan model terbaik berupa ARIMAX (5,1,1). Pada model tersebut didapatkan tingkat kesalahan menggunakan MAPE sebesar 13,25%. Tingkat kesalahan tersebut bisa dikatakan cukup kecil, sehingga model ARIMAX (5,1,1) layak digunakan untuk meramalkan total ekspor pada periode berikutnya.

Kata Kunci: ARIMAX, Eksogen, Ekspor, Pelabuhan Tanjung Priok, Peramalan.

Addition of exogenous variables in the formation of the ARIMAX Model to forecast the total export of goods at the Port of Tanjung Priok in 2021

Elvina Catria

ABSTRACT

One of the economic activities that support economic development is export. Export is a trade activity by selling goods from within to outside the country. High and low export-import is very influential on economic development, if the number of exports increases then the price of domestic goods decreases. Fluctuations in the value of exports are usually influenced by other variables, such as consumer tastes, currency exchange rates, consumer income, prices offered, and others. In predicting export problems that are affected by other variables, a method is needed that can identify the influence of these variables, one of which is the ARIMAX method. This study aims to determine how the shape of the model, calculate the feasibility level, and how the forecasting results generated by the model.

This study is an applied research that begins with studying and analyzing theories relevant to the problem, then continued with data collection. The data used in this study is secondary data derived from the publication of the Badan Pusat Statistik (BPS), called data on Total Domestic Goods at Main Ports. This study began by determining the best ARIMA model and adding exogenous variables into the ARIMA model to form the ARIMAX model.

The results obtained produce the best model in the form of ARIMAX (5,1,1). In this model, the error rate using MAPE is 13.25%. The error rate is quite small, so the ARIMAX model (5,1,1) is worth using to forecast total exports in the next period.

Keywords: ARIMAX, Exogenous, Export, Forecasting, Tanjung Priok Port

KATA PENGANTAR



Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah subhanaahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Penambahan Variabel Eksogen dalam Pembentukan Model ARIMAX untuk Meramalkan Total Barang Muat di Pelabuhan Tanjung Priok” ini berhasil diselesaikan. Shalawat beriringkan salam kepada Nabi besar Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wa Sallam, semoga kita semua menjadi umat beliau yang diberkahi.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Sarjana Statistika, Departemen Statistika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Dony Permana, M.Si., dosen pembahas dan penguji skripsi sekaligus Ketua Departemen Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah memberikan saran dan masukan demi kelancaran penulisan skripsi.
2. Ibu Dra. Nonong Amalita, M.Si., Sekretaris Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Dr. Atus Amadi Putra, M.Si., dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan banyak saran membangun dari awal perkuliahan sampai proses penyusunan skripsi.

4. Ibu Dina Fitria, M.Si., dosen pembahas dan penguji skripsi yang telah memberikan saran dan masukan demi kelancaran penulisan skripsi.
5. Bapak, Ibu Dosen, dan staf Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Teristimewa kepada kedua orang tua, ayah Nazuar dan ibu Elpistaspita atas segala doa, dukungan, dan semua kasih sayang yang telah diberikan sehingga pengerjaan dan penulisan skripsi menjadi lebih mudah.
7. Seluruh sahabat, teman, dan rekan-rekan yang telah ikut berjuang dan membantu selama masa perkuliahan hingga sekarang.

Semoga semua bimbingan, do'a, bantuan, dan dukungannya dibalas oleh Allah Subhanaahu Wa Ta'ala. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan, kekeliruan, dan kesalahan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dijadikan pedoman untuk perbaikan ke depannya. Akhir kata, semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak, terima kasih.

Padang, 25 Agustus 2022

Elvina Catria

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	7
C. Rumusan Masalah	8
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II KERANGKA TEORITIS	9
A. Konsep Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	9
B. Konsep Peramalan.....	9
C. Stasioneritas	11
D. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial	13
E. Model ARIMA Box-Jenkins.....	15
F. Model ARIMAX	18
G. Identifikasi Model	18
H. Estimasi Parameter.....	19
I. Uji Diagnostik.....	20
J. Validasi Model.....	21
K. Kegiatan Ekspor.....	22
L. Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Jenis Penelitian.....	25
B. Jenis dan Sumber Data	25
C. Variabel Penelitian	25
D. Langkah Analisis.....	25
BAB IV HASIL PEMBAHASAN.....	27
A. Hasil Penelitian	27

1. Deskripsi Data	27
2. Analisis Data	28
B. Pembahasan	38
BAB V PENUTUP	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Nilai λ dan Bentuk Transformasinya	13
2. Tipe Model Berdasarkan pola ACF dan PACF	19
3. Selang Nilai MAPE	22
4. Nilai Stastistika Deskriptif	27
5. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA	31
6. Uji Ljung-Box-Pierce model ARIMA	32
7. Uji Kolmogorov-Smirnov Residual Model ARIMA	33
8. Nilai MAPE untuk Model ARIMA Terbaik	33
9. Hasil Uji Ljung-Box ARIMAX (5,1,1).....	35
10. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov ARIMAX (5,11)	35
11. Hasil Ramalan Total Barang Muat Ekspor pada Tahun 2021	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sebaran Total Barang yang Dimuat (Ekspor) di Pelabuhan Tanjung.....	5
2. Plot Data dan ACF Data Total Ekspor.....	30
3. Uji Box Cox	30
4. (a) Plot Data Hasil transformasi, (b) Plot data hasil differencing.	31
5. (a) Plot ACF Data yang Telah Ditransformasi dan Didifferencing,.....	37
6. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMAX (5,1,1)	36
7. Sebaran Hasil Peramalan Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Daftar Package yang Digunakan Dalam Melakukan Analisis	44
2. Data Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok Periode	44
3. Data Hasil Transformasi dan Hasil Differencing	46
4. Output Hasil Parameter Model ARIMA (5,1,1).....	48
5. Nilai Hasil Model ARIMAX (5,1,1).....	48

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada masa modern ini, peran ilmu pengetahuan dan teknologi sangat dibutuhkan. Peranan tersebut dapat terlihat dari banyaknya perusahaan-perusahaan yang menggunakan berbagai teknologi dalam menunjang kinerja perusahaannya. Ilmu pengetahuan dapat digunakan untuk menyusun dan mengkaji masalah-masalah yang akan timbul dari suatu kebijakan perusahaan, salah satu langkah penyusunan tersebut adalah dengan meramalkan atau memprediksi hal-hal apa saja yang akan terjadi di masa yang akan datang. Dengan adanya proses peramalan maka suatu perusahaan akan dapat meminimalisir kemungkinan terburuk yang akan terjadi.

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 (2015:2), sebagian besar masalah peramalan melibatkan penggunaan data deret waktu. Deret waktu adalah urutan pengamatan yang berorientasi waktu atau kronologis pada variabel yang diminati/diamati. 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: 176).

ARIMA merupakan gabungan dari metode AR (*Autoregressive*) dan MA (*Moving Average*), AR merupakan model yang menjelaskan pergerakan suatu variabel melalui nilai variabel itu sendiri di waktu-waktu atau periode sebelumnya, sedangkan MA merupakan model yang melihat pergerakan variabelnya melalui residualnya di masa lalu (Sugiarto dan Harijono, 2000). Sering kali karakteristik data tidak dapat dijelaskan oleh proses AR saja atau MA saja, tetapi harus menggunakan penjelasan keduanya sekaligus. Model yang memuat keduanya sekaligus disebut dengan model ARMA, model ini digunakan untuk data deret waktu yang stasioner yang tidak mengalami proses transformasi atau pembedaan. Sedangkan menurut Pramujo (2014), model ARIMA dalam praktiknya menggunakan pendekatan iteratif dalam mengidentifikasi model yang paling tepat dari semua kemungkinan model yang ada dan salah satu kelebihan model ini adalah dapat digunakan untuk segala jenis data, yang artinya tidak terbatas untuk data stasioner saja.

Penggunaan model ARIMA terbatas hanya untuk satu variabel deret waktu, sehingga ada kalanya model ARIMA belum cukup baik dalam menyelesaikan pemodelan, contohnya pada data *time series* yang dipengaruhi oleh pola di luar variabel amatan berpengaruh terhadap variabel tersebut. Syarat penting dalam menggunakan ARIMA adalah data yang digunakan harus stasioner, artinya *mean* dan variansi dari data harus konstan sepanjang waktu. Dengan adanya keterbatasan ARIMA dalam peramalan yang disebabkan oleh tidak mampunya mengidentifikasi variabel luar, diperlukan model lain agar dapat mengidentifikasi pola variabel luar tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk peramalan sekaligus mengidentifikasi variabel lain di luar variabel amatan adalah metode ARIMAX. Metode ARIMAX merupakan perluasan dari metode ARIMA dengan penambahan variabel eksogen (Rosadi, 2011). Menurut Kongcharoen dan Kruangpradit (2013), penambahan variabel tersebut berfungsi untuk meningkatkan tingkat keakuratan hasil peramalan. Andrews (2013) juga mengatakan bahwa model ARIMAX memiliki kapasitas untuk mengidentifikasi pola yang tersembunyi di dalam data deret waktu. Sehingga dengan adanya penambahan variabel, diharapkan dapat mengidentifikasi pola lain yang tidak dapat dilakukan oleh ARIMA dan meningkatkan akurasi peramalan.

Asumsi yang digunakan dalam pemakaian model ARIMAX mengikuti atau sama dengan asumsi dalam model ARIMA yaitu data yang digunakan haruslah bersifat stasioner. Namun dalam praktiknya, sebagian besar data perekonomian dan keuangan menunjukkan tren dari waktu ke waktu sehingga perlu dilakukan modifikasi yaitu dengan melakukan pembedaan (*differencing*), dan seringkali kenaikan atau penurunan pada data tersebut dipengaruhi oleh variabel lain. Sehingga metode AR, MA, atau ARMA saja belum tepat digunakan untuk permasalahan ini karena metode tersebut mengharuskan suatu data sudah stasioner.

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 (Sutedi, 2014: 7). Tingginya angka ekspor-impor 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: 228). Jumlah ekspor yang tinggi di suatu negara akan mengakibatkan tenaga kerja di negara tersebut terserap secara optimal sehingga pengangguran dapat berkurang dan meningkatkan pendapatan perkapita negara sehingga daya beli dapat meningkat.

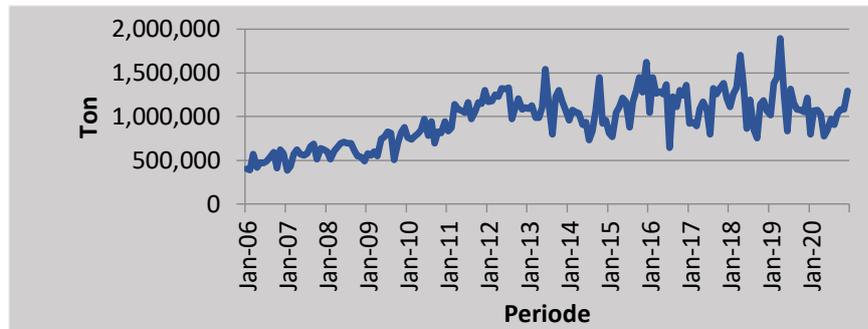
Peningkatan atau penurunan nilai ekspor biasanya selalu dipengaruhi oleh variabel lain, seperti selera konsumen, nilai tukar mata uang, pendapatan konsumen, harga yang ditawarkan, dan lain sebagainya. Dari beberapa faktor tersebut, peneliti ingin melihat pengaruh penambahan faktor harga terhadap ekspor, dan dalam permasalahan ini digunakan Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB). Badan Pusat Statistik (2018: 1) menyebutkan bahwa IHPB merupakan angka indeks yang menggambarkan besarnya perubahan harga pada tingkat harga perdagangan besar/grosir dari komoditas-komoditas yang diperdagangkan di suatu negara/daerah. IHPB yang meningkat akan mengakibatkan total barang muat akan menurun karena permintaan masyarakat terhadap barang akan menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Putra dan Wayan (2017: 1561) dijelaskan bahwa pengaruh IHPB terhadap ekspor mengikuti konsep hukum permintaan, yaitu ketika harga suatu barang naik maka jumlah permintaan barang akan turun. Pada penelitian ini harga digambarkan oleh IHPB dan jumlah permintaan barang yang dimaksud adalah total barang muat (ekspor).

Moda transportasi utama yang digunakan di Indonesia adalah transportasi laut, hal ini disebabkan karena Indonesia yang memiliki 17.000 lebih pulau dan disatukan oleh lautan luas menjadikan laut menjadi urat nadi perekonomian

Indonesia (Kemenhub, 2014). Selain itu, murahnya biaya pengiriman melalui laut dibandingkan melalui udara juga menjadi alasan banyaknya barang yang diangkut dan dimuat di suatu pelabuhan. Pelabuhan yang menjadi pintu keluar-masuk ekspor-impor adalah Tanjung Priok yang terletak di Tanjung Priok, Jakarta Utara dan merupakan pelabuhan tersibuk dan terbesar di Indonesia. Menurut *Indonesia Port Corporation*, lebih dari 30% kargo nonmigas di dalam negeri serta sekitar 50% dari seluruh arus barang masuk dan keluar Indonesia ditangani oleh pelabuhan Tanjung Priok. Menurut Baiduri (2016), pelabuhan Tanjung Priok juga dapat menangani proses pengemasan/penurunan barang dari kapal dengan waktu lebih cepat dibandingkan dengan pelabuhan lain seperti Tanjung Perak, sehingga barang yang dimuat/dibongkar menjadi lebih banyak tiap harinya.

Kegiatan ekspor-impor Indonesia menggunakan transportasi laut sudah mencakup berbagai daerah dan berbagai pulau, namun jika dilihat dari sisi konektivitas transportasi laut antar pulau angkutan laut saat dibandingkan dengan muatan (ekspor) barang yang ada belum mencukupi kebutuhan pengangkutan barang yang dimuat (ekspor) Indonesia. Berdasarkan informasi yang ditulis oleh Rizaty (2021), menyebutkan bahwa jumlah kapal yang digunakan untuk aktivitas bongkar muat di Tanjung Priok pada tahun 2020 mencapai 11.876 unit, angka tersebut mengalami penurunan sebesar 12,6% dibanding tahun sebelumnya. Kondisi ini penting untuk diperhatikan karena penyelenggaraan angkutan laut khususnya untuk angkutan barang tol laut belum dapat menjangkau seluruh daerah akan menyebabkan pengangkutan barang di beberapa wilayah terbatas dan pertumbuhan ekonomi daerah belum bisa merata sepenuhnya.

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



Sumber: (Badan Pusat Statistik), (diolah)

Gambar 1. Sebaran Total Barang yang Dimuat (Ekspor) 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. Menurut Bareksa (2019) kenaikan ini disebabkan oleh faktor *seasonal*, contohnya pada periode tersebut merupakan periode menjelang puasa, sehingga harga beberapa komoditas barang mengalami kenaikan. Selain itu, curah hujan yang tinggi pada periode tersebut juga mengakibatkan naiknya harga beberapa komoditas. Namun, peningkatan ini tidak bertahan lama karena di akhir periode 2019 seluruh harga komoditas mengalami penurunan yang di antaranya berupa batu bara, timah, dan nikel, sehingga kegiatan ekspor mengalami kemerosotan.

Walaupun mengalami penurunan di tahun 2019, ekspor kembali mendapatkan momentumnya pada tahun 2020, kenaikan ekspor pada periode ini

dipicu oleh ekspor nonmigas yang naik 5,56%, dan naiknya harga komoditas. Hal ini disebabkan masa pemulihan ekonomi akibat pandemi Covid-19, sehingga permintaan akan komoditas dari negara-negara utama tujuan ekspor RI meningkat (Victoria, 2020). Menilik angka ekspor di Indonesia terutama pada pelabuhan Tanjung Priok telah mengalami perbaikan sejak kasus Covid-19, 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. Jika peramalan (*forecasting*) terhadap total barang yang diekspor (muat) di pelabuhan Tanjung Priok tidak dilakukan, maka potensi pengembangan penyelenggaraan angkutan laut tidak mempunyai landasan statistik yang kuat untuk mendorong pemerintah mengeluarkan kebijakannya dengan cepat. Sedangkan total barang yang dimuat (ekspor) pada pelabuhan utama berpotensi mengalami kenaikan yang signifikan pada tahun mendatang.

Berdasarkan uraian di atas, untuk membantu pemerintah dalam meningkatkan kinerja transportasi laut, penulis ingin melakukan penelitian yang diberi judul **“Penambahan Variabel Eksogen dalam Pembentukan Model ARIMAX untuk Meramalkan Total Barang Muat di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2021”**

B. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, agar penelitian ini dapat berjalan sesuai tujuan maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pembahasan dalam penelitian ini mengenai peramalan total barang muat di Pelabuhan Tanjung Priok yang dipengaruhi oleh penambahan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar menggunakan metode ARIMAX.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data total barang muat di Pelabuhan Tanjung Priok periode Januari 2006 – Desember 2020 dan data Indeks Harga Perdagangan Besar terhadap total ekspor pada periode yang sama.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana model ARIMAX yang dihasilkan oleh data total barang muat setelah ditambahkan pengaruh data Indeks Harga Perdagangan Besar?
2. Berapa tingkat kesalahan hasil peramalan yang dihasilkan dari model ARIMAX dengan penambahan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar pada data total barang muat di pelabuhan Tanjung Priok?
3. Bagaimana hasil peramalan yang dihasilkan dari model ARIMAX dengan penambahan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar pada data total barang muat di pelabuhan Tanjung Priok?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui bentuk model ARIMAX yang dihasilkan oleh data total barang muat setelah ditambahkan pengaruh data Indeks Harga Perdagangan Besar.

2. Menghitung dan melihat tingkat kesalahan hasil peramalan yang dihasilkan dari model ARIMAX dengan penambahan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar pada data total barang muat di pelabuhan Tanjung Priok.
3. Menyajikan hasil peramalan yang dihasilkan dari model ARIMAX dengan penambahan variabel Indeks Harga Perdagangan Besar pada data total barang muat di pelabuhan Tanjung Priok.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah.

1. Bagi penulis, dapat menambah ilmu dan pemahaman dalam melakukan peramalan ARIMA yang mempertimbangkan pengaruh variabel lain, serta dapat dijadikan sebagai pengalaman dalam menganalisis data.
2. Bagi pembaca atau mahasiswa lainnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman dan sebagai alat pertimbangan dalam melakukan penelitian sejenis sehingga dapat meningkatkan kajian mengenai metode terkait.

BAB II

KERANGKA TEORITIS

A. Konsep Deret Waktu (*Time Series*)

Deret waktu (*time series*) adalah suatu pengamatan yang berorientasi terhadap waktu atau kronologis pada variabel yang diamati. Plot deret waktu dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk pola, seperti pola acak, tren, pergeseran level, periode atau musiman, pengamatan yang tidak biasa, atau kombinasi pola (Montgomery, 2015: 6). Dalam modulnya, Sumarjaya (2015: 1) mendefinisikan deret waktu sebagai kumpulan observasi atau amatan yang dibuat secara beruntun (*sequentially*) atau berurut sepanjang waktu. Biasanya observasi dalam deret waktu tidaklah bebas atau berkorelasi, sehingga urutan dari observasi sangat diperhatikan. Maka, hal ini mengakibatkan prosedur-prosedur dan teknik-teknik statistika yang berdasarkan asumsi bebas (*independent*) menjadi tidak berlaku lagi.

Menurut Hadi (1981: 353), deret waktu adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala, atau amatan yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan-urutan waktu terjadinya, dan disusun membentuk data statistik. Dari suatu rangkaian tersebut akan dapat diketahui apakah peristiwa, kejadian, gejala, atau amatan itu berkemban mengikuti pola yang teratur atau tidak.

B. Konsep Peramalan

Salah satu aspek yang paling menarik dan berguna dari analisis deret waktu adalah memperluas atau memperkiarakan model di luar sampel berukuran T untuk mendapatkan perkiraan titik dan interval nilai yang akan diamati di kemudian

hari. Menurut Montgomery (2015: 1), peramalan merupakan kegiatan memperkirakan suatu atau beberapa peristiwa yang akan terjadi di masa depan. Sebagian besar masalah peramalan yang terjadi melibatkan penggunaan data deret waktu.

Peramalan dapat diartikan sebagai seni dan ilmu yang digunakan untuk menduga kejadian di masa depan dengan melibatkan pengambilan data dari masa lampau dan diproyeksikan ke masa depan dengan suatu model matematis (Heizer, 2014: 136). Peramalan yang baik dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik dan prosedur tersebut dapat menentukan kualitas dari hasil peramalan yang didapat. Umumnya ada tiga langkah peramalan yang penting menurut Assauri (1984), yaitu

1. Menganalisa data lampau, yang berguna untuk melihat pola data yang terjadi pada masa lalu.
2. Menentukan data yang akan digunakan, karena metode yang baik adalah metode yang memberikan hasil ramalan yang tidak jauh berbeda dengan kenyataan yang ada.
3. Memproyeksikan data lampau dengan menggunakan metode yang sesuai dan mempertimbangkan adanya faktor-faktor luar yang mungkin terjadi, termasuk perubahan kebijakan pemerintah, perkembangan potensi masyarakat, serta perkembangan teknologi atau penemuan-penemuan baru.

Dengan menggunakan metode peramalan, pendekatan analisa terhadap pola data yang telah lampau dapat dipermudah, sehingga pengerjaan dan pemecahan yang sistematis dapat memberikan tingkat keyakinan yang besar terhadap hasil ramalan yang dihasilkan.

C. Stasioneritas

Langkah pertama dalam membangun model peramalan deret waktu adalah dengan pembuatan plot data (Montgomery, 2015: 26). Tujuan pembuatan plot data adalah untuk menemukan pola yang tepat untuk memprediksi metode yang digunakan agar sesuai dengan data deret waktu. Saat memprediksi data deret waktu, kita perlu memperhatikan sifat atau pola data tersebut. Secara umum, ada empat jenis pola data deret waktu: horizontal, tren, musiman, dan periodik/siklis (Hanke dan Wichren, 2005: 158). Pola horizontal adalah kejadian acak yang tidak terduga, tetapi kemunculannya dapat memengaruhi variasi data deret waktu. Pola tren adalah kecenderungan jangka panjang dalam arah data yang dapat berupa kenaikan atau penurunan. Pola musiman adalah fluktuasi data yang terjadi secara teratur (musiman) dalam satu tahun, triwulanan, bulanan, mingguan, atau harian. Sedangkan pola periodik adalah fluktuasi data selama lebih dari satu tahun.

Asumsi dalam metode baik ARIMA maupun ARIMAX yang harus dipenuhi yaitu stasioneritas. Suatu data harus stasioner, baik dalam rata-rata maupun variansi. Jika data tidak memiliki elemen tren, musiman, atau rata-rata dan variansinya konstan, maka data deret waktu dapat dikatakan stasioner. Menurut Makridakis *et. al* (1995), untuk mendeteksi kestasioneran data dapat dilakukan dengan memeriksa plot data atau ACF dari data. Jika plot autokorelasi menurun secara eksponensial, data tidak stasioner.

Untuk data yang tidak stasioner terhadap rata-rata dilakukan dengan mendiferensiasikan satu atau dua orde, sedangkan untuk data yang tidak stasioner terhadap ragam, hal ini sering dilakukan dengan transformasi logaritma.

1. *Stasioner dalam rata-rata*

Menurut Hanke (2005: 432), data dianggap stasioner pada rata-rata apabila pada plot autokorelasi, 95% dari data masuk ke dalam selang $\pm\alpha/2 \left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$. Apabila hal tersebut tidak terpenuhi, maka data dapat diubah menjadi deret stasioner melalui proses differensiasi, yaitu deret data asli diganti dengan selisih. Jumlah differensiasi yang dilakukan untuk mencapai stasioner dinotasikan sebagai d . Bentuk differensiasi pertama ($d=1$) adalah sebagai berikut.

$$\nabla Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (1)$$

Sedangkan untuk differensi kedua ($d=2$) adalah sebagai berikut.

$$\nabla^2 Z_t = \nabla Z_t - \nabla Z_{t-1}$$

Keterangan :

Z_t : pengamatan pada periode waktu ke- t

Z_{t-1} : pengamatan pada periode waktu ke- $(t-1)$

∇Z_t : data hasil differensiasi pertama pada periode waktu ke- t

$\nabla^2 Z_t$: data hasil differensiasi kedua pada periode waktu ke- t

∇Z_{t-1} : data hasil differensiasi pertama pada periode waktu ke- $(t-1)$

Proses differensiasi dapat dilakukan maksimal dua kali sampai data hasil differensiasi menunjukkan kondisi stasioner pada nilai tengah dan autokorelasi menurun secara eksponensial.

2. *Stasioner dalam ragam*

Data dikatakan stasioner pada ragam apabila fluktuasi data tidak terlalu melebar dari waktu ke waktu. Apabila data berfluktuasi terlalu melebar, penanganan yang tepat adalah melakukan transformasi menggunakan transformasi Box-Cox (Myers, 1990: 46), dengan bentuk transformasi sebagai berikut.

$$(Z_t) = Z_t^{(\lambda)} = \frac{Z_t^{(\lambda)} - 1}{\lambda} \quad (2)$$

Dengan Z_t adalah pengamatan pada periode ke-t dan λ adalah sebuah parameter transformasi.

Nilai λ cukup bervariasi, sehingga bentuk transformasi yang digunakan bergantung terhadap nilai tersebut. Berikut jenis nilai λ dan bentuk transformasinya

Tabel 1. Nilai λ dan bentuk transformasinya

Nilai λ	-1	-0,5	0	0,5	1
Bentuk Transformasi	$\frac{1}{Z_t}$	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$	$\ln Z_t$	$\sqrt{Z_t}$	Z_t

Untuk nilai $\lambda = 1$ tidak perlu dilakukan transformasi, karena data dapat dikatakan stasioner dalam ragam apabila nilai λ atau *rounded value* adalah 1 atau lebih dari 1 (Wei, 1990: 83-84).

D. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Menurut Hanke (2003: 439), fungsi *autocorrelation function* (ACF) merupakan statistik penduga yang digunakan dalam analisis deret waktu. Autokorelasi diartikan sebagai hubungan deret waktu dengan deret waktu itu sendiri pada selisih waktu (*lag*) 0, 1, 2 periode atau lebih. Autokorelasi juga disebut sebagai hubungan antara nilai-nilai dari peubah yang sama pada periode waktu yang berbeda. Kegunaan dari autokorelasi adalah untuk memeriksa sifat data, apakah data tersebut bersifat acak, stasioner, atau musiman. Sedangkan *partial autocorrelation function* (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara data Z_t dengan Z_{t+k} apabila pengaruh dari *lag* 1, 2, 3, ..., $k-1$ dianggap terpisah.

1. ACF (*Autocorrelation Function*)

Dalam deret waktu, autokorelasi merupakan korelasi antara suatu variabel dengan variabel tersebut dengan lag 1, 2, 3 periode atau lebih misalnya antara Z_t dan Z_{t+1} . Korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} dapat dilihat pada persamaan berikut (Wei, 2006).

$$\rho_k = \text{corr}(z_t, z_{t+k}) = \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Z_t)}\sqrt{\text{var}(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (3)$$

Keterangan :

Z_t : pengamatan pada periode waktu ke- t

Z_{t+1} : pengamatan pada periode waktu ke- $(t + 1)$

ρ_k : fungsi autokorelasi

dengan $\gamma_0 = \text{Var}(z_t) = \text{Var}(z_{t+k})$

Menurut Yanti (2010), salah satu cara mendeteksi kestasioneran data yang sederhana dapat dilihat menggunakan pola ACF. Suatu data dikatakan stasioner jika pola nilai-nilai autokorelasi menurun sampai nol pada lag kedua atau ketiga. Sedangkan data yang tidak stasioner akan membentuk pola menurun perlahan atau bergelombang.

2. PACF (*Partial Autocorrelation Function*)

Fungsi autokorelasi parsial adalah himpunan autokorelasi parsial untuk berbagai lag k yang ditulis dengan $(\phi_{kk}; k= 1, 2, 3, \dots, k)$ yakni himpunan autokorelasi parsial untuk berbagai lag k . Fungsi autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara Z_t dan Z_{t+k} , apabila pengaruh dari selisih waktu 1, 2, 3, ..., $k-1$ dianggap terpisah. Autokorelasi parsial antara Z_t dan Z_{t+k} dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\phi_{kk} = \text{corr}((z_t, z_{t+k} | z_{t+1}, \dots, z_{t+k-1})) = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (4)$$

Keterangan :

ϕ_{kk} : fungsi autokorelasi parsial

E. Model ARIMA Box-Jenkins

Model untuk deret waktu stasioner terdiri atas tiga model yaitu model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan ARMA. Untuk model deret waktu non stasioner adalah model *autoregressive integrated moving average* (ARIMA).

1. Model *Autoregressive* (AR)

Model AR atau ARIMA $(p,0,0)$ adalah model yang menggambarkan bahwa variabel dependen dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri pada periode-periode sebelumnya. Secara sederhana Anggraeni (2015) mengatakan model ini memprediksi nilai masa depan berdasarkan kombinasi linier dari nilai sebelumnya. Model AR dituliskan sebagai $\phi_p(B)Z_t = e_t$ yang merupakan fungsi dari

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

Keterangan :

Z_t : pengamatan pada periode waktu ke- t

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$: parameter dari persamaan *autoregressive*

e_t : nilai kesalahan pada periode ke- t

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

(Wei, 1990: 26).

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

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

Keterangan :

Z_t : pengamatan pada periode waktu ke- t

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$: parameter dari persamaan *moving average*

e_{t-q} : nilai kesalahan pada periode ke- $(t - q)$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

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) atau ARIMA (p, d, q) dituliskan sebagai

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

atau bisa disederhanakan menggunakan operator $AR(p)$ dan $MA(q)$ sehingga persamaan (9) menjadi

$$\phi_p(B)Z_t = \theta_q(B)e_t$$

Keterangan :

Z_t : pengamatan pada periode waktu ke- t

ϕ_p : parameter dari persamaan *autoregressive* ke- p

θ_q : parameter dari persamaan *moving average* ke- q

e_t : nilai kesalahan pada periode ke- t

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

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

4. Model ARIMA

Menurut Chiu (2019), ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan metode yang digunakan untuk menyesuaikan data *time series* ke model untuk mendapatkan prediksi masa depan (*forecasting*) dari data historis. Menurut Wardhono (2019: 38) metode ARIMA dapat digunakan apabila memenuhi 2 asumsi, yaitu data yang diramalkan harus stasioner (dapat distasionerkan) yaitu nilai data berfluktuasi disekitaran rata-rata dan data harus dapat diurutkan berdasarkan waktu, artinya data tersebut merupakan data deret waktu (*time series*).

Bentuk umum dari model ARIMA(p, d, q) menurut Box dan Jenkins (1994) adalah sebagai berikut

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \theta_q(B)e_t \quad (5)$$

Secara umum, persamaan ARIMA(p, d, q) dinyatakan sebagai berikut.

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

Keterangan:

$(1 - B)^d$: proses pembedaan ke- d

ϕ_p : parameter model AR

θ_q : parameter model MA

e_t : nilai galat pada saat ke- t

F. Model ARIMAX

ARIMAX merupakan salah satu model yang dipandang sebagai perluasan dari model ARIMA dengan penambahan variabel eksogen atau biasa disebut juga variabel independen. 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).

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \phi_0 + \varphi_r(B)X_t + \theta_q(B) e_t \quad (6)$$

X_t : variabel eksogen (independen) pada periode ke- t

φ : koefisien parameter variabel eksogen

Dalam prakteknya, koefisien $(\phi_p, \theta_q, \varphi_r)$ diperkirakan dengan metode *estimasi maksimum likelihood*.

Menurut Kongcharoen dan Kruangpradit (2013), penambahan variabel eksogen ke dalam model berfungsi untuk meningkatkan keakuratan hasil peramalan. Andrews (2013) juga mengatakan bahwa model ARIMAX memiliki kapasitas untuk mengidentifikasi pola yang tersembunyi di dalam data deret waktu.

G. Identifikasi Model

Apabila data yang akan digunakan sudah memenuhi asumsi stasioneritas baik dalam rata-rata maupun ragam, maka langkah selanjutnya adalah membuat plot ACF dan PACF untuk mengidentifikasi model yang cocok. Penentuan orde AR dan MA berdasarkan pola ACF dan PACF dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. Tipe Model Berdasarkan pola ACF dan PACF

Tipe Model	Pola ACF	Pola PACF
<i>Autoregressive</i> AR (p)	Turun cepat secara eksponensial (<i>dies down</i>)	Terpotong setelah lag ke-p
<i>Moving Average</i> MA (q)	Terpotong setelah lag ke-q	Turun cepat secara eksponensial (<i>dies down</i>)
ARMA (p,q)	Turun cepat setelah lag (q-p)	Turun cepat setelah lag (p-q)

Sumber: Wei, 2006: 22

H. Estimasi Parameter

Setelah didapatkan bentuk model sementara yang memiliki kemungkinan sesuai untuk data, selanjutnya dilakukan estimasi parameter dalam model. Ada berbagai cara yang dilakukan untuk mengestimasi parameter model ARIMA, contohnya seperti *Maxium Likelihood Estimator* (MLE), *Least Square* (Kuadrat Terkecil), Hannan Rissanen, dan lain sebagainya. Pada tahap estimasi, teknik perhitungan secara matematik relatif kompleks, sehingga dalam praktiknya para peneliti menggunakan bantuan *software* yang menyediakan fasilitas perhitungannya.

Estimasi parameter bertujuan untuk melihat apakah parameter yang diperoleh cukup signifikan untuk dijadikan konstanta pada model. Berikut hipotesis yang digunakan dalam estimasi parameter (Bowerman *and* O'Connell, 2003),

$H_0: \theta = 0$ (parameter tidak berpengaruh terhadap model)

$H_1: \theta \neq 0$ (parameter berpengaruh terhadap model)

dengan Statistik uji-t sebagai berikut.

$$t = \frac{\hat{\theta}}{se(\hat{\theta})} \quad (7)$$

Dengan $\hat{\theta}$ adalah dugaan parameter dan $se(\hat{\theta})$ adalah *standard error* untuk $\hat{\theta}$. Kriteria uji atau pembandingan yang digunakan adalah $t_{\alpha/2, n-n_p}$. Apabila

$|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, n-n_p}$ atau *p-value* lebih kecil dari α maka belum ada cukup alasan untuk menerima H_0 yang artinya parameter berpengaruh terhadap model.

I. Uji Diagnostik

Setelah pendugaan parameter dilakukan, syarat lain yang perlu diperhatikan adalah kecukupan model dengan melakukan *diagnostic checking* terhadap asumsi model. Asumsi dasar yang harus dipenuhi sebuah residual data adalah *white noise* dan berdistribusi normal.

1. Uji *White Noise*

Suatu residual disebut *white noise* jika residual tersebut merupakan variabel random yang tidak berkorelasi, mempunyai *mean* nol, dan varians konstan. Model dapat dikatakan baik apabila residualnya *white noise*. Pengujian ini biasanya dilakukan menggunakan uji Ljung-Box dengan rumusan hipotesis sebagai berikut (Wei, 2006: 152-153).

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k$ (residual *white noise*)

H_1 : minimal ada satu $\rho_k \neq 0$ untuk $k = 1, 2, \dots, K$ (residual tidak *white noise*)

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (8)$$

dengan n adalah banyaknya amatan, $\hat{\rho}_k$ adalah ACF residual lag ke- k .

Keterangan:

n : jumlah amatan

$\hat{\rho}_k$: ACF residual lag ke- k

Q^* : parameter berdistribusi *chi-square*

Kriteria uji yang digunakan adalah apabila $Q^* > \chi_{(\alpha; df=K-p-q)}^2$ atau *p-value* lebih kecil dari α maka dilakukan penolakan H_0 .

2. Uji Distribusi Normal

Selain asumsi residual *white noise*, asumsi lainnya yang harus dipenuhi oleh residual adalah berdistribusi normal. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan rumusan hipotesis sebagai berikut (Daniel, 2000: 343-345)

$$H_0: F_n(e_t) = F_0(e_t) \text{ (residual berdistribusi normal)}$$

$$H_1: F_n(e_t) \neq F_0(e_t) \text{ (residual tidak berdistribusi normal)}$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$D = \text{Max } |F_n(e_t) - F_0(e_t)|, \quad (9)$$

Keterangan:

$F_n(e_t)$: fungsi peluang kumulatif dari sampel

$F_0(e_t)$: nilai peluang kumulatif dari distribusi normal

D : jarak vertikal terjauh antara $F_n(e_t)$ dan $F_0(e_t)$

Kriteria uji yang digunakan adalah *p-value* lebih kecil dari α maka dilakukan penolakan H_0 .

J. Validasi Model

Model ARIMAX akan dipilih berdasarkan kriteria ketepatan model menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_i - Z_t|}{Z_i} \times 100\% \quad (10)$$

Menurut Chang, *et al.* (2007), terdapat selang nilai MAPE yang dapat dijadikan sebagai bahan pengukuran mengenai kelayakan model dalam melakukan peramalan. Selang nilai MAPE tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 3. Selang Nilai MAPE

MAPE	Signifikan
< 10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan peramalan yang baik
20% - 50%	Kemampuan peramalan yang layak
> 50%	Kemampuan peramalan yang buruk

Selain menggunakan nilai MAPE, kelayakan model juga dapat dilihat menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE merupakan alat yang digunakan dalam memilih model berdasarkan kesalahan hasil dugaan. Kesalahan yang ada menunjukkan seberapa besar perbedaan hasil dugaan dengan nilai yang akan diduga, semakin besar nilai RMSE berarti hasil dugaan model yang diperoleh semakin tidak tepat bila dibandingkan dengan pengamatan.

RMSE dapat dinyatakan dengan rumus berikut. (Montgomery, 2015: 67)

$$RSME = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_t - \hat{Z}_t)^2} \quad (11)$$

Keterangan:

Z_t : pengamatan pada waktu ke- t (nilai aktual)

\hat{Z}_t : nilai hasil model pada waktu ke- t

K. Kegiatan Ekspor

Menurut Sutedi (2014: 7) Kegiatan ekspor adalah sistem perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri keluar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Ekspor merupakan total barang dan jasa yang dijual oleh sebuah negara ke negara lain, termasuk diantara barang-barang, asuransi, dan jasa-jasa pada suatu tahun tertentu.

Kegiatan ekspor adalah sistem perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Ekspor merupakan total barang dan jasa yang dijual oleh sebuah negara

ke negara lain, termasuk diantara barang-barang, asuransi, dan jasa-jasa pada suatu tahun tertentu. Ekspor adalah salah satu sektor perekonomian yang memegang peranan penting melalui perluasan pasar antara beberapa negara, dengan tujuan dapat mengadakan perluasan dalam suatu industri, sehingga mendorong dalam industri lain, selanjutnya mendorong sektor lainnya dari perekonomian.

Peranan sektor ekspor adalah antara lain sebagai berikut.

1. Mempeluas pasar di seberang lautan bagi barang-barang tertentu, seperti yang ditekankan oleh para ahli ekonomi klasik, suatu industri dapat tumbuh dengan cepat jika industri itu dapat menjual hasilnya di seberang lautan daripada hanya dalam pasar negeri yang sempit.
2. Ekspor menciptakan permintaan efektif yang baru. Akibatnya barang-barang dipasar dalam negeri mencari inovasi yang ditujukan untuk menaikkan produktivitas.
3. Perluasan kegiatan ekspor mempermudah pembangunan, karena industri tertentu tumbuh tanpa membutuhkan investasi dalam capital social sebanyak yang dibutuhkan seandainya barang-barang tersebut akan dijual didalam negeri, misalnya karena sempitnya pasar dalam negeri akibat tingkat pendapatan rill yang rendah atau hubungan transportasi yang memadai.

L. Penelitian Terdahulu

Tujuan dari penyertaan penelitian terdahulu adalah dapat digunakan sebagai bahan referensi dan informasi yang berkaitan dengan konsep analisis yang digunakan. Salah satunya adalah Alvan Pratama A.L (2014) yang melakukan penelitian berjudul Peramalan data Runtun Waktu dengan Model ARIMAX-

GARCH dalam Pasar Modal Syariah. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan model terbaik dalam meramalkan data pasar modal syariah adalah ARIMAX (2,1,2)-GARCH(2,0).

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Arfiyansyah Rizki Effendi, dkk (2019) dengan judul Peramalan Banyak Penumpang Dari Pelabuhan Belawan Menggunakan Model ARIMAX dengan Efek Variasi Kalender. Berdasarkan penelitian ini, model ARIMAX dengan efek variasi kalender dapat melakukan peramalan yang cukup baik dengan model ARIMAX (0,0,1).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Penelitian yang digunakan adalah penerapan metode ARIMAX untuk meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok tahun 2021.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data total barang muat ekspor dari bulan Januari 2006 sampai dengan bulan Desember 2020 yang diperoleh dari website resmi Badan Pusat Statistik (BPS) dan data IHPB pada periode yang sama.

C. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah variabel respon (deret output) dan variabel prediktor/eksogen (deret input). Deret output dalam penelitian ini adalah data total barang muat ekspor dan input adalah data IHPB.

D. Langkah Analisis

Dalam mempermudah pengerjaan analisis menggunakan metode ARIMAX, digunakan bantuan beberapa *package* yang ada pada *R Studio Version 4.0.3*, daftar *package* yang digunakan terlampir pada Lampiran 1. Adapun langkah-langkah analisis data yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi model dengan melihat plot *time series*. Jika didapatkan data tidak stasioner pada rata-rata maka dilakukan *differencing* sedangkan jika data tidak stasioner pada ragam maka dilakukan transformasi Box-Cox.
2. Melakukan analisis menggunakan metode ARIMA, yaitu
 - a. Menentukan orde dugaan untuk model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF yang telah stasioner.
 - b. Melakukan estimasi parameter model menggunakan Persamaan (7) dan menguji signifikansi model.
 - c. Melakukan pengujian diagnostik yang meliputi uji *white noise* menggunakan uji Ljung-Box, dan pengujian residual berdistribusi normal menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
 - d. Memilih model terbaik berdasarkan nilai MAPE dengan Persamaan (10) dan RMSE dengan Persamaan (11).
3. Melakukan analisis menggunakan metode ARIMAX (metode ARIMA dengan penambahan variabel eksogen).
 - a. Melakukan uji residual *white noise* dan uji distribusi normal.
 - b. Melakukan estimasi parameter dan menguji signifikansi model.
 - c. Mendapatkan model ARIMAX untuk melakukan peramalan.
 - d. Menghitung tingkat kesalahan model berdasarkan nilai MAPE dan RMSE.
4. Menyajikan hasil peramalan total barang muat di Pelabuhan Tanjung Priok untuk 12 bulan mendatang.

BAB IV HASIL PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil analisis pada penelitian ini meliputi deskripsi data, analisis data menggunakan metode ARIMA, dan analisis data menggunakan metode ARIMAX.

1. Deskripsi Data

Deskripsi data bertujuan untuk memberikan ringkasan dari data yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan data total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok. Data ini diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistika, dengan rentang data diambil dari Januari 2006 sampai dengan Desember 2020. Bentuk data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan data pada Lampiran 2, dapat dilihat deskripsi singkat dari data tersebut. Hasil deskripsi dapat dilihat pada Tabel 4.

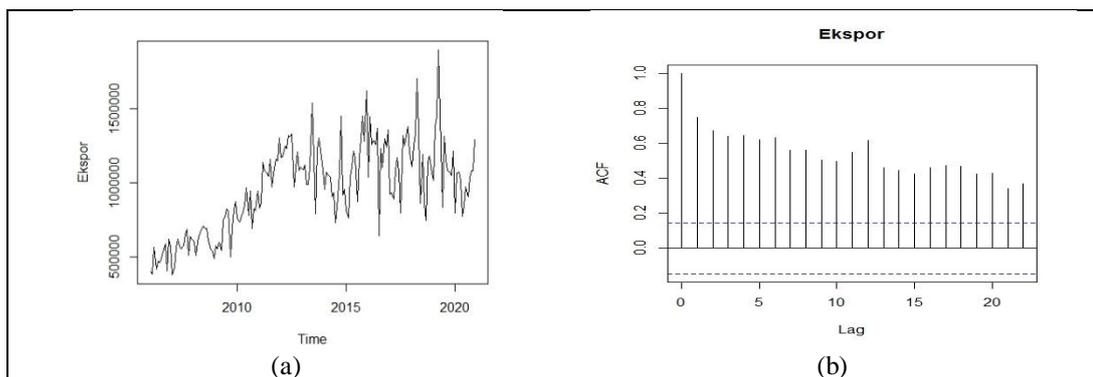
Tabel 4. Nilai Stastistika Deskriptif			
Banyak Data	<i>Mean</i>	Minimum	Maksimum
180	961.959	383.471	1.894.263

Berdasarkan Tabel 4 ditunjukkan bahwa banyaknya data amatan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok pada periode Januari 2006 sampai dengan Desember 2021 adalah sebanyak 180 pengamatan. Total barang muat ekspor tertinggi adalah sebesar 1.894.263 ton yang terjadi pada periode April 2019. Tingginya angka ekspor pada periode tersebut tidak lepas dari adanya pengaruh penguatan sinergi antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, serta Bank Indonesia (BI) yang mengakibatkan turunnya tingkat inflasi pada tahun 2019 yaitu sebesar 2,72%. Sedangkan total barang muat ekspor terendah adalah

sebesar 343.741 ton yang terjadi pada periode Januari 2007. Secara umum, rata-rata total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok pada periode Januari 2006 sampai dengan Desember 2020 adalah sebesar 968.694,6 ton.

2. Analisis Data

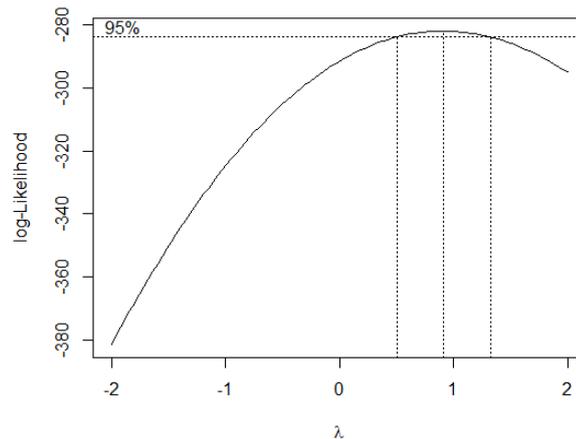
Berdasarkan teknik analisis yang telah dijelaskan sebelumnya, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan model ARIMA. Untuk membentuk model ARIMA data yang digunakan harus stasioner. Untuk mendeteksi kestasioneran data dapat dilakukan dengan memeriksa plot data ataupun dengan plot ACF. Plot data dan plot ACF data didapatkan dengan bantuan fungsi `plot(data)` dan `acf(data)` pada *package* “stats” dan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot data dan Plot ACF data total ekspor

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa data tidak menunjukkan pola stasioner, melainkan pada plot data masih menunjukkan adanya pola *trend*. Selain itu, nilai autokorelasi dari data semuanya berada di atas batas signifikansi dan menurun secara perlahan. Oleh sebab itu, data tersebut belum bisa dikatakan stasioner. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan proses *differencing*, transformasi, atau keduanya.

Kestasioneran dalam data terbagi atas dua macam, yaitu stasioner dalam rata-rata dan dalam ragam. Untuk menguji apakah data sudah stasioner dalam ragam, dilakukan pengujian Box-Cox, dengan bantuan fungsi `boxcox(data)` pada *package* “EnvStats” didapatkan hasil uji tersebut yang ditampilkan pada Gambar 3.



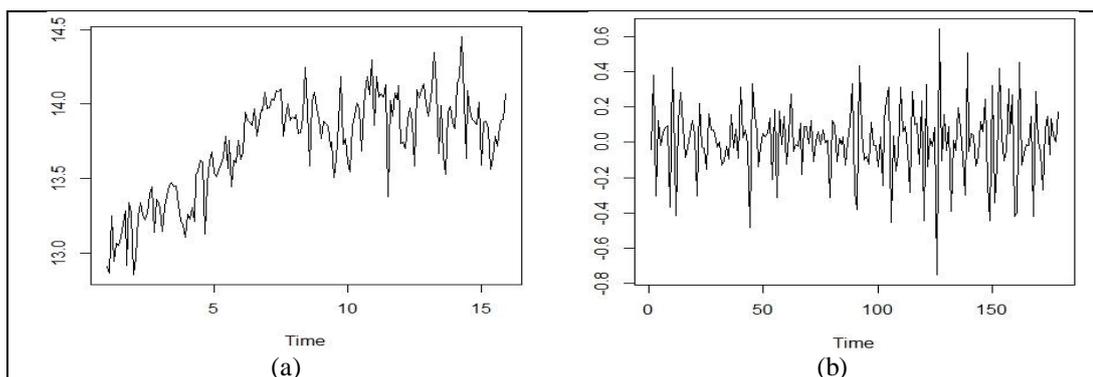
Gambar 3. Uji Box Cox

Berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa nilai *rounded value* kurang dari 1, sehingga dapat dikatakan data belum stasioner dalam ragam. Sehingga penanganan yang dilakukan adalah melakukan transformasi akar kuadrat. Hasil transformasi data dapat dilihat pada Lampiran 3.

Langkah selanjutnya dilakukan pengujian stasioneritas data dalam rata-rata menggunakan fungsi `diff(data)`, maka dengan fungsi `plot(data)` pada *package* “stats” hasil tersebut dapat dilihat secara visual pada Gambar 4.

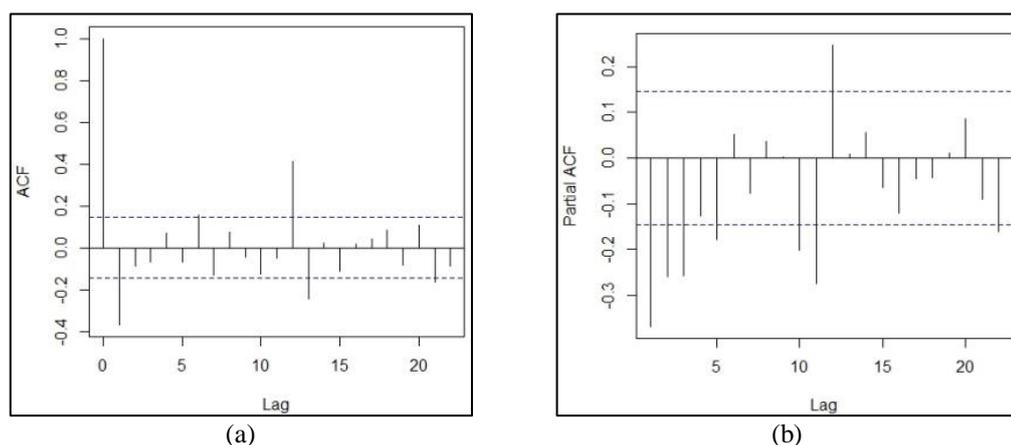
Berdasarkan plot data yang ditampilkan pada Gambar 4, dapat dikatakan bahwa ragam/variansi dari data sudah konstan, sehingga hasil transformasi sudah stasioner dalam ragam. Akan tetapi, pola data belum stasioner dalam rata-rata karena pada Gambar 4 (a) terlihat pola data masih mengandung pola *trend*, yang ditunjukkan pada periode awal bahwa pola naik secara konstan. Sehingga, untuk

mengatasi hal tersebut dapat dilakukan *differencing* pada data. Hasil plot differencing dapat dilihat pada Gambar 4 (b), sedangkan hasil *differencing* data dapat dilihat pada Lampiran 3. 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.



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

Setelah asumsi stasioneritas terpenuhi, dapat dilakukan analisis selanjutnya yaitu dengan menentukan model ARIMA. Orde model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat plot ACF dan PACF dari data.



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, maka dugaan order q sementara adalah 2. Sedangkan pada plot PACF lag juga dapat dikatakan terpotong pada lag kelima, maka dugaan order p

sementara adalah 5. Sehingga dugaan sementara untuk model ARIMA (p,d,q) adalah ARIMA $(5,1,2)$. Namun, setelah dilakukan estimasi parameter menggunakan model tersebut, koefisien AR (5) dan MA(2) tidak signifikan.

Dengan demikian, dari dugaan model sementara dapat dibentuk kombinasi beberapa dugaan model ARIMA, yaitu 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. Estimasi parameter bertujuan untuk melihat apakah parameter yang diperoleh cukup signifikan untuk dijadikan konstanta pada model. Dengan menggunakan fungsi `coefest`(dugaan) pada *package* “`lmtest`”, hasil uji signifikansi koefisien untuk masing-masing model ARIMA dapat dilihat pada Tabel 5. Parameter model dikatakan signifikan apabila $p\text{-value} < (0,05)$.

Tabel 5. Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

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

Berdasarkan hasil uji yang ditampilkan pada Tabel 5, terdapat 6 model yang mengandung parameter yang tidak signifikan. Selanjutnya, untuk sisa model yang signifikan dapat dilakukan pengujian diagnostik. Dengan menggunakan fungsi `Box.test(residual)` pada *package* “forecast”, hasil dari pengujian diagnostik dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. 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 6, dapat dilihat bahwa *p-value* pada ketujuh model ARIMA lebih besar dibandingkan $\alpha = 0,05$. 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-value* lebih besar dibandingkan $\alpha = 0,05$, maka residual memenuhi asumsi distribusi normal. Dengan menggunakan fungsi `ks.test(residual)` pada *package* “normtest”, hasil dari pengujian kenormalan residual dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil pengujian kenormalan residual pada Tabel 7, dapat dilihat bahwa model ARIMA (1,1,0), ARIMA (2,1,0), dan ARIMA (3,1,0) tidak memenuhi asumsi kenormalan.

Tabel 7. Uji Kolmogorov-Smirnov Residual Model ARIMA

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

Selanjutnya, untuk 5 model yang sudah memenuhi keseluruhan asumsi dilakukan pemilihan model terbaik dengan menggunakan indikator nilai MAPE (*Mean Absolute Percent Error*). Dengan menggunakan fungsi `accuracy(model)` pada *package* “forecast”, perbandingan nilai MAPE keseluruhan model dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. 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

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). Model tersebut juga memiliki nilai RMSE terkecil yaitu sebesar 171.208,2. Dengan tingkat kesalahan 13,35% artinya model ARIMA (5,1,1) akan menghasilkan peramalan yang cukup baik.

Berdasarkan Persamaan (5), dapat dibentuk model ARIMA (5,1,1) yaitu sebagai berikut.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \phi_3 Z_{t-3} + \phi_4 Z_{t-4} + \phi_5 Z_{t-5} - \theta_1 e_{t-1} + e_t$$

Karena model tersebut merupakan model yang dipengaruhi oleh proses pembeda (*differencing*) berorde $d=1$, maka dengan menggunakan permisalan

sebelumnya yaitu $Z_t = Z_t - Z_{t-1}$, model ARIMA (5,1,1) diubah menjadi bentuk berikut

$$Z_t - Z_{t-1} = \phi_1(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + \dots + \phi_5(Z_{t-5} - Z_{t-6}) - \theta_1 e_{t-1} + e_t$$

$$Z_t = (1 + \phi_1)Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Z_{t-2} + (\phi_3 - \phi_2)Z_{t-3} + (\phi_4 - \phi_3)Z_{t-4} +$$

$$(\phi_5 - \phi_4)Z_{t-5} - \phi_5 Z_{t-6} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

Sehingga, dengan memasukkan estimasi parameter yang terdapat pada Lampiran 4 didapatkan model ARIMA (5,1,1) sebagai berikut.

$$Z_t = (1 - 1,3635)Z_{t-1} + (-0,8902 + 1,3635)Z_{t-2} +$$

$$(-0,7020 + 0,8902)Z_{t-3} + (-0,4644 + 0,7020)Z_{t-4} +$$

$$(-0,2485 + 0,4644)Z_{t-5} - 0,2485Z_{t-6} + e_t - (0,8542)e_{t-1}$$

$$Z_t = -0,3635Z_{t-1} + 0,4733Z_{t-2} + 0,1882Z_{t-3} + 0,2376Z_{t-4} + 0,2159Z_{t-5}$$

$$-0,2485Z_{t-6} + e_t - 0,8542e_{t-1}$$

Setelah model ARIMA didapatkan, selanjutnya akan digunakan untuk melakukan penambahan variabel eksogen sehingga terbentuk model ARIMAX. Variabel eksogen yang digunakan adalah variabel IHPB.

Untuk membentuk model berdasarkan persamaan di atas, terlebih dahulu dilakukan estimasi parameter kembali seperti langkah yang dilakukan pada model ARIMA sebelumnya. Dengan adanya variabel eksogen, variabel ini akan dimasukkan ke dalam model ARIMA untuk mengidentifikasi parameter model ARIMAX. Hasil uji signifikansi tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

z test of coefficients:											
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)							
ar1	-1.364710	0.106263	-12.8428	< 2.2e-16	***						
ar2	-0.891135	0.125536	-7.0987	1.260e-12	***						
ar3	-0.704442	0.128521	-5.4811	4.226e-08	***						
ar4	-0.468036	0.120274	-3.8914	9.966e-05	***						
ar5	-0.249115	0.074810	-3.3300	0.0008685	***						
ma1	0.853274	0.087688	9.7307	< 2.2e-16	***						
Signif. codes:	0	'***'	0.001	'**'	0.01	'*'	0.05	'.'	0.1	' '	1

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

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa *p-value* tiap-tiap parameter memiliki nilai kurang dari $\alpha = 0,05$. 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*. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 9 berikut

Tabel 9. Hasil Uji Ljung-Box ARIMAX (5,1,1)

Model	Chi-Square	P-Value
ARIMA (5,1,1)	0,0957	0,7567

Pemeriksaan uji yang ditampilkan pada Tabel 9 menghasilkan *p-value* sebesar 0,7569, hasil tersebut lebih besar dibanding α . Sehingga dikatakan model ARIMAX (5,1,1) memenuhi asumsi *white noise*.

Selanjutnya, dilakukan juga pengujian distribusi normal residual menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 10 berikut

Tabel 10. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov ARIMAX (5,1,1)

Model	P-Value
ARIMAX (5,1,1)	0,1526

Berdasarkan Tabel 10 didapatkan hasil pengujian berupa *p-value* sebesar 0,1526 sehingga dikatakan model ARIMAX (5,1,1) sudah memenuhi asumsi normalitas.

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% dan RMSE sebesar 170.961,5, 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

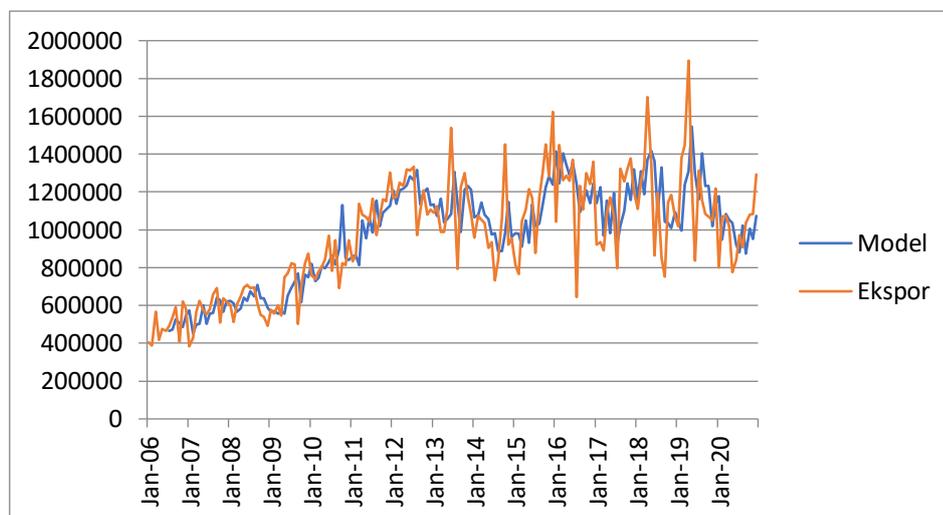
sebagai model terbaik dalam meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok.

Berdasarkan persamaan tersebut, dengan mensubstitusikan hasil estimasi parameter yang telah diperoleh pada Gambar 6, maka model ARIMAX (5,1,1) dapat ditulis menjadi persamaan sebagai berikut.

$$Z_t = \varphi_0 + (1 + \varphi_1)Z_{t-1} + (\varphi_2 - \varphi_1)Z_{t-2} + (\varphi_3 - \varphi_2)Z_{t-3} + (\varphi_4 - \varphi_3)Z_{t-4} + (\varphi_5 - \varphi_4)Z_{t-5} - \varphi_5 Z_{t-6} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

$$Z_t = 965,8722 - 0,3647Z_{t-1} + 0,4736Z_{t-2} + 0,1867Z_{t-3} + 0,2364Z_{t-4} + 0,2189Z_{t-5} - 0,2491Z_{t-6} + e_t - 0,85332e_{t-1}$$

Setelah model didapatkan, selanjutnya dapat dilihat perbandingan antara data aktual dan data hasil model. Perhitungan data hasil model dapat dilihat pada Lampiran 5. Secara visual, perbandingan tersebut dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 10. Perbandingan sebaran data aktual dan hasil model

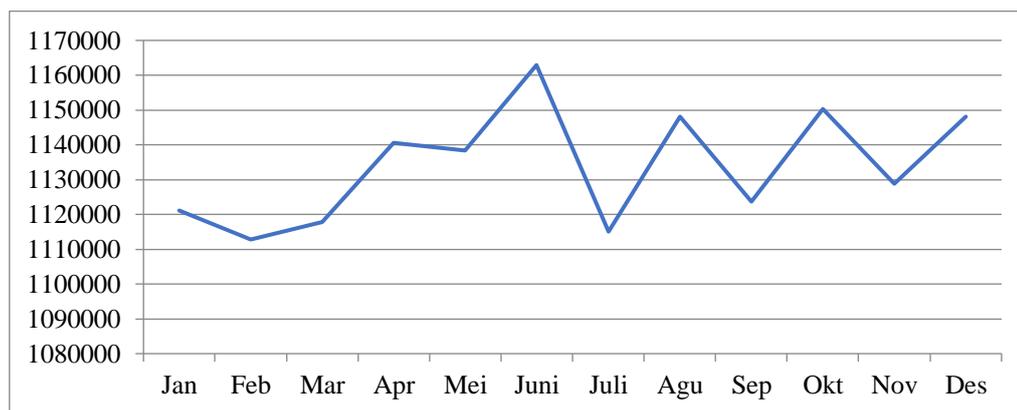
Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa sebaran data yang diberikan oleh model tidak jauh berbeda dibandingkan dengan data aktual. Sehingga dapat dikatakan model sudah cukup baik digunakan untuk meramalkan data total ekspor.

Hasil peramalan dari total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok 12 periode ke depan dengan penambahan variabel eksogen IHPB dihasilkan dari fungsi forecast(model) dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Ramalan Total Barang Muat Ekspor pada Tahun 2021

Periode (2021)	Hasil Peramalan (ton)
Januari	1.121.062
Februari	1.112.805
Maret	1.117.777
April	1.140.645
Mei	1.138.386
Juni	1.162.911
Juli	1.115.075
Agustus	1.148.152
September	1.123.724
Oktober	1.150.367
November	1.128.754
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 7.



Gambar 7. Sebaran Hasil Peramalan Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok

Berdasarkan sebaran total barang muat ekspor yang ditampilkan pada Gambar 7, 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.

B. Pembahasan

Kegiatan ekspor adalah sistem perdagangan dengan cara mengeluarkan barang-barang dari dalam negeri ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku. Ekspor merupakan total barang dan jasa yang dijual oleh sebuah negara ke negara lain, termasuk diantara barang-barang, asuransi, dan jasa-jasa pada suatu tahun tertentu. Dengan adanya ekspor, negara dapat memperluas pasar di seberang lautan daripada hanya dalam pasar negeri yang sempit, dapat menciptakan permintaan akan barang yang bervariasi, dan lain sebagainya.

Peramalan pada total barang yang diekspor tiap tahunnya dapat dianggap menjadi sesuatu kegiatan yang cukup membantu berbagai pihak, seperti pemerintah dan para produsen dalam menciptakan berbagai barang yang sesuai dengan keinginan konsumen. Agar proses kegiatan ekspor barang dapat berjalan dengan lancar dan menghindari kerugian yang tidak diinginkan, dilakukan peramalan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok dengan mempertimbangkan pengaruh IHPB menggunakan metode ARIMAX.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan bahwa model ARIMAX cukup layak digunakan untuk meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok pada tahun 2021. Hal ini dapat dilihat pada tingkat akurasi model ARIMAX yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan model ARIMA. Kriteria akurasi atau penentu kelayakan model pada penelitian ini menggunakan nilai MAPE dan RMSE, nilai RMSE yang dihasilkan model

ARIMAX lebih kecil dibandingkan model ARIMA dan nilai MAPE yang diperoleh adalah sebesar 13,25%. Berdasarkan teori yang dikemukakan oleh Kongcharoen (2013) bahwa penambahan variabel berfungsi untuk meningkatkan hasil peramalan. Walaupun perubahan yang diakibatkan oleh penambahan variabel IHPB ke dalam model cukup kecil, hal ini dapat dikatakan ARIMAX meningkatkan keakuratan peramalan.

Hasil peramalan menggunakan model ARIMAX (5,1,1) menunjukkan bahwa total barang muat ekspor untuk 12 periode mendatang berfluktuasi dengan stabil dengan rata-rata sebesar 1.133.984 ton. Dengan adanya hasil peramalan ini, diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi berbagai pihak untuk mewujudkan kestabilan fluktuasi tersebut, dengan cara menyediakan kebutuhan transportasi yang cukup dan menjadikan hal ini sebagai peluang baru bagi produsen untuk menciptakan berbagai barang inovatif yang dapat menarik perhatian negara asing.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Model ARIMAX terbaik untuk meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok dengan pertimbangan variabel IHPB adalah ARIMAX (5,1,1).
2. Model ARIMAX yang didapatkan sudah cukup baik digunakan untuk meramalkan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok dengan pertimbangan variabel IHPB. Hal ini disebabkan oleh tingkat kesalahan pada model ARIMAX (5,1,1) cukup kecil yang menunjukkan nilai MAPE sebesar 13,25% dan RMSE sebesar 170.961,5.
3. Hasil peramalan total barang muat ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok untuk 12 periode berikutnya menunjukkan terdapat sedikit fluktuasi yang stabil dengan rata-rata sebesar 1.133.984 ton.

B. Saran

Untuk penelitian kedepannya, peramalan sejenis dapat dilakukan menggunakan variabel eksogen lain yang juga memiliki pengaruh signifikan dalam perubahan ekspor tiap periodenya. Jika didapat beberapa kekeliruan ataupun kesalahan dalam penulisan skripsi ini diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk kebaikan peneliti kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, B. H., Dean, M. D., Swain, R., & Cole, C. R. F. 2013. Building ARIMA and ARIMAX Models for Predicting Long-Term Disability Benefit Application Rates in the Public/Private Sectors. *In Society of Actuaries Health Section (pp. 1–54). Society of Actuaries.*
- Anggraeni, W., Vinarti, R. A., & Kurniawati, Y. D. 2015. Performance comparisons between arima and arimax method in moslem kids clothes demand forecasting: Case study. *Procedia Computer Science*, 72, 630-637.
- Assauri, Sofyan. 1984. *Teknik dan Metode Peramalan*. Jakarta: Fakultas Ekonomi.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Indeks Harga Perdagangan Besar Indonesia*. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- Bowerman, Bruce L., dan O'Connell Richard T. 1993. *Forecasting and Time Series: An Applied Approach, 3rd Ed.* Duxbury Press
- Box, G.E.P, Jenkins. 1994. *Time Series Analysis Forecasting and Control*. Third Edition. USA: Prenticehall Inc.
- Chang P. C., Wang Y.W., Liu C.H. 2007. The Development of Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert System with Applications*. 32, 86-96, doi:10.1016/j.eswa.2005.11.021.
- Chiu, L. Y., Rustia, D. J. A., Lu, C. Y., & Lin, T. T. 2019. Modelling and forecasting of greenhouse whitefly incidence using time-series and ARIMAX analysis. *IFAC-Papers OnLine*, Volume 52(30): 196-201. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.521>.
- Crayer, Jonathan D. 2016. *Time Series With Applications in R. Second Edition*. USA: Springer.
- Edema, Victor. 2016. Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) Model for Nigerian Non Oil Export. *European Journal of Business and Management*. 36(8), 29-34
- Hadi, Sutrisno. 1981. *Metodologi Research*. Yogyakarta: Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi UGM.
- Hanke, J.E., dan Wichren, D.W. 2005. *Business Forecasting*. New York: Prentice Hall.

- 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 (pp. 1–8). Seoul.
- Makridakis. 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan.* Erlangga Jakarta.
- 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, Asfia. 2009. *Ekonomi Makro.* Bandung: PT Refika Aditama.
- Myers, Raymond. H. 1990. *Classical and Modern Regression with Applications. 2nd Ed.* Psw-Kent Publishing Com
- Pramujo, dkk. 2014. Pemodelan Debit Menggunakan Model ARIMA Guna Menentukan Pola Operasi Waduk Selorejo. *Jurnal Teknik Pengarian.* 5(2).
- Putra, A. A., Wayan W. K. 2017. Pengaruh Produksi, Indeks Harga Perdagangan Besar dan Kurs Dollar Amerika Serikat Terhadap Ekspor Kayu Lapis di Indonesia. *E-Jurnal EP Unud,* 6, 1544-1572.
- Rahmayani, Lina. 2013. *Model ARIMAX dan SARIMAX untuk Meramalkan Data Curah Hujan.* Bandung: Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
- Rizaty, Monavia Ayu. 2021. Aktivitas Angkur Barang di Pelabuhan Tanjung Priok Menyusut pada 2020 [Halaman Web]. Diakses dari <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/29/aktivitas-angkut-barang-di-pelabuhan-tanjung-priok-menyusut-pada-2020>.
- Rosadi, D. 2011. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan.* Yogyakarta: Andi.
- Sugiarto dan Harijono. 2000. *Peramalan Bisnis.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sumarjaya, I. Wayan. 2015. *Modul Analisis Deret Waktu.* Bukit Jimbaran: Universitas Udayana.
- Sutedi, Adrian. 2014. *Hukum Ekspor Impor.* Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Wardhono, A., Indrawati, Y., Qoriah, C. G., & Nasir, M. A. 2019. *Analisis Data Time Series Dalam Model Makroekonomi.* Bandung: CV. Pustaka Abdi.

Wei, William W.S. 1990. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Canada: Addison Wesley.

Wei, William W.S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Yanti, T. S. 2010. *Analisis Deret Waktu*. Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Package yang Digunakan Dalam Melakukan Analisis

Nama Package
Stats
EnvStats
Lmtetst
Forecast
Normtest

Lampiran 2. Data Total Barang Muat Ekspor di Pelabuhan Tanjung Priok Periode Januari 2006 Sampai Dengan Desember 2020

Periode	Ekspor	Periode	Ekspor	Periode	Ekspor
01/01/2006	404636	01/01/2011	832107	01/01/2016	1042237
01/02/2006	387675	01/02/2011	866454	01/02/2016	1447500
01/03/2006	567709	01/03/2011	1139025	01/03/2016	1261019
01/04/2006	419367	01/04/2011	1080788	01/04/2016	1285849
01/05/2006	474604	01/05/2011	1066864	01/05/2016	1260347
01/06/2006	465584	01/06/2011	1044480	01/06/2016	1368864
01/07/2006	492530	01/07/2011	1162957	01/07/2016	645905
01/08/2006	537212	01/08/2011	971162	01/08/2016	1231018
01/09/2006	589335	01/09/2011	1062358	01/09/2016	1107705
01/10/2006	407492	01/10/2011	1161837	01/10/2016	1298754
01/11/2006	622148	01/11/2011	1150790	01/11/2016	1241174
01/12/2006	580122	01/12/2011	1302325	01/12/2016	1360381
01/01/2007	383471	01/01/2012	1168501	01/01/2017	922069
01/02/2007	428255	01/02/2012	1175847	01/02/2017	935420
01/03/2007	567639	01/03/2012	1247308	01/03/2017	891860
01/04/2007	623092	01/04/2012	1230408	01/04/2017	1087430
01/05/2007	573148	01/05/2012	1319772	01/05/2017	1172478
01/06/2007	554217	01/06/2012	1313780	01/06/2017	1072121
01/07/2007	580409	01/07/2012	1331926	01/07/2017	796042
01/08/2007	657738	01/08/2012	973208	01/08/2017	1322084
01/09/2007	690202	01/09/2012	1099699	01/09/2017	1254412
01/10/2007	510527	01/10/2012	1207661	01/10/2017	1322084
01/11/2007	636433	01/11/2012	1081239	01/11/2017	1377736
01/12/2007	619471	01/12/2012	1105982	01/12/2017	1202917
01/01/2008	598959	01/01/2013	1090346	01/01/2018	1111787

01/02/2008	513469	01/02/2013	1124405	01/02/2018	1255175
01/03/2008	605368	01/03/2013	989212	01/03/2018	1332693
01/04/2008	648924	01/04/2013	990118	01/04/2018	1701832
01/05/2008	696196	01/05/2013	1105606	01/05/2018	1348758
01/06/2008	709685	01/06/2013	1540161	01/06/2018	863650
01/07/2008	691330	01/07/2013	1163945	01/07/2018	1194927
01/08/2008	694165	01/08/2013	793788	01/08/2018	850260
01/09/2008	611484	01/09/2013	1224604	01/09/2018	751408
01/10/2008	550409	01/10/2013	1300349	01/10/2018	1142940
01/11/2008	539556	01/11/2013	1174929	01/11/2018	1184938
01/12/2008	491576	01/12/2013	1083414	01/12/2018	1065148
01/01/2009	576180	01/01/2014	956873	01/01/2019	1019566
01/02/2009	558041	01/02/2014	1074286	01/02/2019	1380105
01/03/2009	600196	01/03/2014	1053963	01/03/2019	1449056
01/04/2009	548183	01/04/2014	1037354	01/04/2019	1894263
01/05/2009	748331	01/05/2014	905165	01/05/2019	1243902
01/06/2009	769973	01/06/2014	935452	01/06/2019	836749
01/07/2009	824399	01/07/2014	733537	01/07/2019	1314557
01/08/2009	815065	01/08/2014	835271	01/08/2019	1155293
01/09/2009	502887	01/09/2014	1062346	01/09/2019	1084870
01/10/2009	701704	01/10/2014	1450358	01/10/2019	1071036
01/11/2009	821779	01/11/2014	920087	01/11/2019	1051004
01/12/2009	874537	01/12/2014	955334	01/12/2019	1216842
01/01/2010	759907	01/01/2015	813071	01/01/2020	799420
01/02/2010	739332	01/02/2015	764594	01/02/2020	1068660
01/03/2010	778261	01/03/2015	1044705	01/03/2020	1072699
01/04/2010	804779	01/04/2015	1108044	01/04/2020	1019645
01/05/2010	845158	01/05/2015	1213562	01/05/2020	777508
01/06/2010	969556	01/06/2015	1166550	01/06/2020	840160
01/07/2010	783117	01/07/2015	877478	01/07/2020	972997
01/08/2010	945510	01/08/2015	1171834	01/08/2020	907098
01/09/2010	691968	01/09/2015	1297092	01/09/2020	1035328
01/10/2010	824952	01/10/2015	1450065	01/10/2020	1081286
01/11/2010	814403	01/11/2015	1280854	01/11/2020	1084696
01/12/2010	944094	01/12/2015	1622263	01/12/2020	1290995

Lampiran 3. Data Hasil Transformasi dan Hasil *Differencing*

Periode	Data Hasil Transformasi	Data Hasil <i>Differencing</i>	Periode	Data Hasil Transformasi	Data Hasil <i>Differencing</i>
Jan-06	636,1101	-	Jul-13	1078,863	-0.28007
Feb-06	622,6355	-0.04282	Agust-13	890,9478	-0.38275
Mar-06	753,4647	0.381442	Sep-13	1106,618	0.433556
Apr-06	647,5855	-0.30286	Okt-13	1140,328	0.060015
Mei-06	688,9151	0.123734	Nop-13	1083,941	-0.10142
Jun-06	682,3372	-0.01919	Des-13	1040,872	-0.08109
Jul-06	701,8048	0.056263	Jan-14	978,1989	-0.1242
Agust-06	732,9475	0.086837	Feb-14	1036,478	0.115741
Sep-06	767,6816	0.092602	Mar-14	1026,627	-0.0191
Okt-06	638,351	-0.36897	Apr-14	1018,506	-0.01588
Nop-06	788,7636	0.423157	Mei-14	951,4016	-0.13631
Des-06	761,6574	-0.06994	Jun-14	967,1877	0.032913
Jan-07	619,2504	-0.41397	Jul-14	856,4677	-0.24315
Feb-07	654,4119	0.110455	Agust-14	913,9316	0.129878
Mar-07	753,4182	0.281767	Sep-14	1030,702	0.240479
Apr-07	789,3618	0.093209	Okt-14	1204,308	0.311331
Mei-07	757,0654	-0.08355	Nop-14	959,2117	-0.4551
Jun-07	744,4575	-0.03359	Des-14	977,4119	0.037593
Jul-07	761,8458	0.046177	Jan-15	901,7045	-0.16124
Agust-07	811,0105	0.125074	Feb-15	874,4107	-0.06147
Sep-07	830,784	0.048178	Mar-15	1022,108	0.312145
Okt-07	714,5117	-0.30154	Apr-15	1052,637	0.058862
Nop-07	797,7675	0.220436	Mei-15	1101,618	0.090964
Des-07	787,0648	-0.02701	Jun-15	1080,069	-0.03951
Jan-08	773,9244	-0.03367	Jul-15	936,738	-0.28475
Feb-08	716,5675	-0.154	Agust-15	1082,513	0.289273
Mar-08	778,054	0.164647	Sep-15	1138,899	0.101555
Apr-08	805,5582	0.069479	Okt-15	1204,186	0.111484
Mei-08	834,3836	0.070316	Nop-15	1131,748	-0.12408
Jun-08	842,428	0.01919	Des-15	1273,681	0.236295
Jul-08	831,4626	-0.0262	Jan-16	1020,9	-0.44245
Agust-08	833,1656	0.004092	Feb-16	1203,121	0.328469
Sep-08	781,9744	-0.12682	Mar-16	1122,951	-0.13792
Okt-08	741,8955	-0.10523	Apr-16	1133,953	0.019499
Nop-08	734,5448	-0.01992	Mei-16	1122,652	-0.02003
Des-08	701,1248	-0.09313	Jun-16	1169,985	0.082594
Jan-09	759,0652	0.158804	Jul-16	803,6822	-0.75108
Feb-09	747,0214	-0.03199	Agust-16	1109,513	0.644944
Mar-09	774,7232	0.072824	Sep-16	1052,476	-0.10555
Apr-09	740,3938	-0.09065	Okt-16	1139,629	0.159115
Mei-09	865,0613	0.311236	Nop-16	1114,08	-0.04535
Jun-09	877,4811	0.02851	Des-16	1166,354	0.091707

Jul-09	907,9642	0.068299	Jan-17	960,2442	-0.3889
Agust-09	902,8095	-0.01139	Feb-17	967,1711	0.014376
Sep-09	709,1453	-0.4829	Mar-17	944,3834	-0.04769
Okt-09	837,6777	0.333146	Apr-17	1042,799	0.198263
Nop-09	906,5203	0.15796	Mei-17	1082,81	0.075302
Des-09	935,1668	0.062223	Jun-17	1035,433	-0.08948
Jan-10	871,7264	-0.1405	Jul-17	892,2119	-0.29774
Feb-10	859,8442	-0.02745	Agust-17	1149,819	0.507313
Mar-10	882,191	0.051315	Sep-17	1120,005	-0.05254
Apr-10	897,0948	0.033506	Okt-17	1149,819	0.052542
Mei-10	919,3248	0.048956	Nop-17	1173,77	0.041232
Jun-10	984,6603	0.137315	Des-17	1096,776	-0.13569
Jul-10	884,939	-0.21356	Jan-18	1054,413	-0.07878
Agust-10	972,3734	0.188442	Feb-18	1120,346	0.121306
Sep-10	831,8461	-0.31218	Mar-18	1154,423	0.059927
Okt-10	908,2687	0.175785	Apr-18	1304,543	0.244504
Nop-10	902,4428	-0.01287	Mei-18	1161,36	-0.23252
Des-10	971,645	0.14777	Jun-18	929,3277	-0.44577
Jan-11	912,199	-0.12626	Jul-18	1093,127	0.324673
Feb-11	930,8351	0.040448	Agust-18	922,0954	-0.3403
Mar-11	1067,251	0.273519	Sep-18	866,8379	-0.12359
Apr-11	1039,61	-0.05248	Okt-18	1069,084	0.41941
Mei-11	1032,891	-0.01297	Nop-18	1088,549	0.036087
Jun-11	1021,998	-0.0212	Des-18	1032,06	-0.10658
Jul-11	1078,405	0.107447	Jan-19	1009,736	-0.04374
Agust-11	985,4755	-0.18023	Feb-19	1174,779	0.302783
Sep-11	1030,708	0.089753	Mar-19	1203,767	0.048753
Okt-11	1077,885	0.089511	Apr-19	1376,322	0.267918
Nop-11	1072,749	-0.00955	Mei-19	1115,304	-0.42058
Des-11	1141,195	0.123702	Jun-19	914,7399	-0.39648
Jan-12	1080,972	-0.10843	Jul-19	1146,541	0.451731
Feb-12	1084,365	0.006267	Agust-19	1074,846	-0.12915
Mar-12	1116,829	0.058999	Sep-19	1041,571	-0.06289
Apr-12	1109,238	-0.01364	Okt-19	1034,909	-0.01283
Mei-12	1148,813	0.070113	Nop-19	1025,185	-0.01888
Jun-12	1146,202	-0.00455	Des-19	1103,106	0.146513
Jul-12	1154,091	0.013718	Jan-20	894,1029	-0.42013
Agust-12	986,5131	-0.31378	Feb-20	1033,76	0.290274
Sep-12	1048,665	0.122194	Mar-20	1035,712	0.003772
Okt-12	1098,936	0.093649	Apr-20	1009,775	-0.05072
Nop-12	1039,826	-0.11058	Mei-20	881,7641	-0.27112
Des-12	1051,657	0.022626	Jun-20	916,6024	0.077498
Jan-13	1044,196	-0.01424	Jul-20	986,4061	0.146789
Feb-13	1060,38	0.030759	Agust-20	952,4169	-0.07013
Mar-13	994,5914	-0.1281	Sep-20	1017,511	0.132223
Apr-13	995,0467	0.000915	Okt-20	1039,849	0.043433

Mei-13	1051,478	0.110325	Nop-20	1041,487	0.003149
Jun-13	1241,032	0.331493	Des-20	1136,22	0.174113

Lampiran 4. Output Hasil Parameter Model ARIMA (5,1,1)

z test of coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
ar1	-1.363620	0.105353	-12.9433	< 2.2e-16	***
ar2	-0.890228	0.125348	-7.1020	1.229e-12	***
ar3	-0.702021	0.128534	-5.4618	4.714e-08	***
ar4	-0.464406	0.120273	-3.8613	0.0001128	***
ar5	-0.248528	0.074842	-3.3207	0.0008980	***
ma1	0.854244	0.086314	9.8969	< 2.2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1					

Lampiran 5. Nilai hasil model ARIMAX (5,1,1)

Periode	Hasil Model	Periode	Hasil Model
Jan-06	-	Jul-13	1305240
Feb-06	-	Agust-13	1139286
Mar-06	-	Sep-13	990104.3
Apr-06	-	Okt-13	1211138
Mei-06	-	Nop-13	1233109
Jun-06	-	Des-13	1210137
Jul-06	466418	Jan-14	1064862
Agust-06	473862	Feb-14	1076616
Sep-06	526739.8	Mar-14	1142440
Okt-06	507330.8	Apr-14	1079412
Nop-06	486051.8	Mei-14	1055945
Des-06	545536.5	Jun-14	975160.3
Jan-07	573407.2	Jul-14	981476.9
Feb-07	451581.8	Agust-14	886361.1
Mar-07	498629.2	Sep-14	887211.1
Apr-07	503893.3	Okt-14	984972.3
Mei-07	600834.9	Nop-14	1149051
Jun-07	503058.3	Des-14	961159
Jul-07	556258	Jan-15	981778.9
Agust-07	560011.9	Feb-15	977265.5
Sep-07	639796.3	Mar-15	912293.3
Okt-07	628653.9	Apr-15	1047985
Nop-07	568123.5	Mei-15	930139.2
Des-07	621086.4	Jun-15	1132298
Jan-08	625124.3	Jul-15	1018289

Feb-08	611037.7	Agust-15	1032445
Mar-08	566059.2	Sep-15	1128440
Apr-08	583398.6	Okt-15	1224414
Mei-08	641250.9	Nop-15	1282516
Jun-08	624453.7	Des-15	1240029
Jul-08	673760.5	Jan-16	1414663
Agust-08	646320.1	Feb-16	1246085
Sep-08	708630.3	Mar-16	1402613
Okt-08	636917.3	Apr-16	1344245
Nop-08	639078.8	Mei-16	1288099
Des-08	586924.8	Jun-16	1354837
Jan-09	568231.5	Jul-16	1242831
Feb-09	571352.1	Agust-16	1092252
Mar-09	555491.6	Sep-16	1138034
Apr-09	568000.2	Okt-16	1209429
Mei-09	554992.9	Nop-16	1141078
Jun-09	650977.9	Des-16	1246834
Jul-09	693461.4	Jan-17	1140558
Agust-09	724644.2	Feb-17	1224205
Sep-09	769935.1	Mar-17	968433.4
Okt-09	616994	Apr-17	1152963
Nop-09	762891.6	Mei-17	982836.9
Des-09	750489.2	Jun-17	1194027
Jan-10	820542.7	Jul-17	923503.8
Feb-10	727761.6	Agust-17	1024242
Mar-10	744491.5	Sep-17	1100621
Apr-10	806703.3	Okt-17	1246974
Mei-10	796514	Nop-17	1156317
Jun-10	828850.3	Des-17	1319618
Jul-10	863454	Jan-18	1161504
Agust-10	817836	Feb-18	1310869
Sep-10	896539.7	Mar-18	1189318
Okt-10	1129793	Apr-18	1371628
Nop-10	849344.5	Mei-18	1418487
Des-10	839401	Jun-18	1364193
Jan-11	861192.3	Jul-18	1094389
Feb-11	863783.7	Agust-18	1330373
Mar-11	811805.9	Sep-18	1042371
Apr-11	1049088	Okt-18	1037206
Mei-11	954115.5	Nop-18	1008112
Jun-11	1067606	Des-18	1092556
Jul-11	985415.1	Jan-19	1039228
Agust-11	1155618	Feb-19	996441.3

Sep-11	1020047	Mar-19	1238451
Okt-11	1088486	Apr-19	1310358
Nop-11	1106969	Mei-19	1545523
Des-11	1125626	Jun-19	1292056
Jan-12	1207995	Jul-19	1159615
Feb-12	1136757	Agust-19	1404031
Mar-12	1207159	Sep-19	1231066
Apr-12	1219342	Okt-19	1231167
Mei-12	1235003	Nop-19	1020602
Jun-12	1282167	Des-19	1134333
Jul-12	1263643	Jan-20	1176373
Agust-12	1315823	Feb-20	949950.2
Sep-12	1135286	Mar-20	1082420
Okt-12	1197271	Apr-20	1053943
Nop-12	1217236	Mei-20	1037442
Des-12	1130918	Jun-20	920230.4
Jan-13	1132546	Jul-20	879667.2
Feb-13	1074185	Agust-20	1021003
Mar-13	1163445	Sep-20	875593.3
Apr-13	1038739	Okt-20	1005538
Mei-13	1057125	Nop-20	950711
Jun-13	1084929	Des-20	1074406