

**PENERAPAN METODE *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE* (ARIMA) PADA  
PERAMALAN NILAI EKSPOR DI INDONESIA**

**Wiwin Hidayatul Lailiyah**

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : [lailiyah562@gmail.com](mailto:lailiyah562@gmail.com)

**Dr. Manuwarawati, M.Si.**

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : [manuwarawati@unesa.ac.id](mailto:manuwarawati@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Perekonomian merupakan salah satu tolak ukur tingkat kesejahteraan suatu negara. Kegiatan ekonomi terbagi menjadi beberapa bidang, salah satunya adalah perdagangan internasional atau yang biasa disebut dengan kegiatan ekspor-impor. Kegiatan tersebut merupakan salah satu devisa bagi negara. Perencanaan yang tepat akan meningkatkan kegiatan ini yang akan berdampak pula pada peningkatan devisa negara. Negara Indonesia memiliki kekayaan alam yang melimpah serta SDM yang memadai juga bersaing dalam kegiatan tersebut. Untuk mewujudkan tujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia, salah satu alternatif adalah dengan meningkatkan laju kegiatan ekonomi di Indonesia salah satunya adalah kegiatan ekspor. Peningkatan kegiatan ekspor tidak terlepas dari strategi ekonomi yang tepat. Strategi tersebut dapat dibentuk dengan mengetahui kondisi pasar ekonomi yakni dengan peramalan. Salah satu metode peramalan yang dapat diterapkan adalah metode *Autoregressive Integrated Moving Average* atau ARIMA. Model terbaik ARIMA yang memenuhi adalah model ARIMA(1,1,0) dengan *drift* yang memiliki persamaan  $Z_t = Z_{t-1} - 0,2847Z_{t-1} + 0,2847Z_{t-2} + 0,0092 + \varepsilon_t$ . Hasil peramalan terbaik diperoleh dengan perhitungan manual yang menunjukkan pertumbuhan dengan perbedaan yang tidak signifikan.

**Kata kunci:** Perekonomian, Peramalan, Metode *Autoregressive Integrated Moving Average*

**Abstract**

The economy is one measure of the level of welfare of a country. Economic activities are divided into several fields, one of which is international trade or commonly referred to as import-export. Export-import activities are one of the foreign exchange for the country. Proper planning will increase this activity which will also have an impact on increasing foreign exchange. Indonesia has abundant natural resources and adequate human resources also compete in these activities. To realize the purpose of improving the welfare of the Indonesian people, one alternative is to increase the pace of economic activity in Indonesia, one of which is export activities. Increasing export activities is inseparable from the right economic strategy. This strategy can be formed by knowing the market conditions of the economy, namely by forecasting. One forecasting method that can be applied is the *Autoregressive Integrated Moving Average* or ARIMA method. The best ARIMA model that satisfies is the ARIMA(1,1,0) model with *drift* that has the equation  $Z_t = Z_{t-1} - 0,2847Z_{t-1} + 0,2847Z_{t-2} + 0,0092 + \varepsilon_t$ . The best forecasting results are obtained by manual calculations which show growth with insignificant differences.

**Keywords :** Economy, Forecasting, *Autoregressive Integrated Moving Average* Method

**1. PENDAHULUAN**

Tingkat perekonomian di suatu negara menjadi salah satu tolak ukur dalam menentukan kualitas suatu negara. Dalam perkembangannya, salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat perekonomian suatu negara adalah pendapatan suatu negara yang biasa disebut devisa negara. Devisa Negara Indonesia berasal dari berbagai sumber, diantaranya pajak bumi dan Bangunan(PBB), kegiatan industri, kegiatan ekspor-impor, dan sebagainya.

Kegiatan ekspor merupakan kegiatan jual beli yang dilakukan antar negara. Kegiatan tersebut dilakukan

hampir oleh seluruh negara yang ada di dunia, salah satunya Indonesia. Suatu nilai ekspor yang dinyatakan dalam US Dollar merupakan salah satu data deret waktu atau *time series* yang disajikan dalam kurun waktu bulanan. Menurut Biro Pusat Statistik (BPS), nilai ekspor yang disediakan merupakan pendapatan bersih dari berbagai komponen barang ekspor.

Laju pertumbuhan nilai ekspor yang tidak stabil akan memberikan dampak secara tidak langsung bagi keberlangsungan kegiatan ekonomi masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, nilai ekspor di suatu negara harus dikendalikan dengan menyusun strategi yang tepat.

Strategi tersebut dapat terwujud apabila pelaku ekonomi mengetahui kondisi pasar yang akan datang, untuk itu diperlukan adanya suatu kegiatan peramalan mengenai kondisi nilai ekspor suatu negara di masa yang akan datang.

Kegiatan peramalan dapat dilakukan dengan mengenali karakteristik suatu data dan pemilihan metode yang tepat digunakan pada data tersebut. Data *time series* memiliki beberapa karakteristik yang mungkin dimiliki, diantaranya kestasioneran data, normalitas data, dan pola yang dimiliki oleh data *time series*. Ketepatan metode yang digunakan dalam peramalan akan mempengaruhi hasil peramalannya. Oleh karena itu, mengenali karakteristik data merupakan salah satu langkah awal yang sangat penting.

Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam kegiatan peramalan adalah metode ARIMA. Metode tersebut merupakan metode yang sepenuhnya mengabaikan variabel independen pada penerapannya, akan tetapi metode ini sangat memperhatikan karakteristik data historis yang akan digunakan. Data yang tidak stasioner merupakan syarat yang harus dipenuhi oleh suatu data historis.

Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode ARIMA pada kegiatan peramalan nilai ekspor di Indonesia dengan mengidentifikasi terlebih dahulu karakteristik suatu data nilai ekspor di Indonesia.

## 2. KAJIAN TEORI

### A. Peramalan

Menurut Supranto (2000), ramalan pada dasarnya merupakan dugaan atau perkiraan mengenai suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. Ada tiga langkah penting yang dilakukan pada peramalan (Makridakis: 1999), yaitu:

1. Menganalisa data historis.
2. Menentukan metode yang digunakan.
3. Memproyeksikan data historis menggunakan metode yang telah ditentukan dan mempertimbangkan adanya faktor yang mempengaruhi.

### B. Data Time Series

Data *time series* (deret waktu) merupakan suatu data yang disusun berdasarkan urutan waktu. Waktu yang dimaksud dapat berupa harian, mingguan, bulanan, dan sebagainya. Beberapa karakteristik yang dimiliki data deret waktu adalah sebagai berikut:

#### 1. Unsur trend

Unsur trend merupakan pola data yang cenderung naik atau turun dalam kurun waktu yang stabil.

#### 2. Kestasioneran data

Data dikatakan stasioner apabila pertumbuhan data tersebut konstan sepanjang waktu.

#### 3. Normalitas data

Suatu data dikatakan memenuhi sifat normal apabila suatu data tersebut memiliki suatu pola data yang mengikuti sebaran pada distribusi normal.

### C. Pengertian Ekspor

Ekspor merupakan upaya melakukan penjualan komoditas yang dimiliki suatu negara kepada negara lain dengan mengharapkan pembayaran dalam valuta asing (Amir: 2004). Dengan adanya kegiatan tersebut, suatu negara memperoleh pendapatan yang merupakan devisa bagi negara.

### D. Metode ARIMA

Pada umumnya, metode ARIMA atau *Autoregressive Integrated Moving Average* digunakan untuk mendapatkan suatu model peramalan berdasarkan data *time series* yang ada. Model ARIMA berbeda dengan kebanyakan model peramalan lainnya, karena dalam metode ini tidak mengasumsikan suatu pola tertentu dari data masa lalu yang diperkirakan.

Dalam proses ARIMA, terdapat operasi yang sangat penting dan bermanfaat yaitu operator berjalan mundur (*backward shift*)  $B$  yang dapat didefinisikan sebagai berikut:

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

Dimana  $Z_t$  merupakan data *time series* pada waktu ke- $t$  dan  $Z_{t-1}$  merupakan data *time series* pada waktu ke- $(t-1)$ . Operasi tersebut akan digunakan dalam merepresentasikan model-model yang termuat dalam proses ARIMA.

Model ARIMA terbentuk berdasarkan 3 komponen yaitu *autoregressive* yang memiliki orde  $p \neq 0$  dan  $q = 0$ , *integrated* yang memiliki orde  $d$  ditentukan berdasarkan banyaknya proses *differencing* dilakukan, dan *moving average* yang memiliki orde  $q \neq 0$  dan  $p = 0$ . Apabila orde  $p \neq 0$  dan  $q \neq 0$ , maka disebut model  $ARMA(p, q)$ . Adapun model-model tersebut dapat dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

#### 1. Model AR (*Autoregressive*)

Secara umum, model *autoregressive* dengan orde  $p$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Dengan  $\mu$  : nilai konstan

$\phi_k$  : parameter autoregresif ke- $k$  ; untuk  $k = 1, 2, \dots, p$

$\varepsilon_t$  : nilai residual pada saat  $t$

2. Model MA (*Moving Average*)

Secara umum, model *moving average* dengan orde  $q$  dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

Dengan,  $\theta_j$  : parameter *moving average* ke- $j$  ;  
 $j=1,2,\dots,q$

3. Model ARMA (*Autoregressive Moving Average*)

Model ini merupakan model gabungan dari model AR ( $p$ ) dan model MA ( $q$ ), yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

Model ARIMA diperoleh dengan megeneralisasikan model ARMA dan menambahkan gagasan integrasi didalamnya. Integrasi atau *integrated* merupakan pembedaan data pengamatan yang dilakukan untuk membuat data stasioner atau yang biasa disebut dengan proses *differencing*. Sehingga model ARIMA ( $p,d,q$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$(1 - B\phi_1 - B^2\phi_2 - \dots - B^p\phi_p)(1 - B)^d Z_t = \mu + (1 - B\theta_1 - B^2\theta_2 - \dots - B^q\theta_q)\varepsilon_t \quad (5)$$

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk mendapatkan model ARIMA yang terbaik.

1. Identifikasi

Pada tahap ini terbagi menjadi 2, yaitu:

a. Identifikasi Data

Data yang sesuai untuk diterapka pada metode ARIMA adalah data yang tidak stasioner, bai dalam *mean* maupun *varians*. Suatu data yang stasioner dapat dilihat dari nilai autokorelasi yang menunjukkan adanya hubungan antar data historis (William H. Greene, 2002: 620). Oleh karena itu, hipotesis awal uji ADF dapat ditulis sebagai berikut:  
 Hipotesis 1.

$$\begin{aligned} H_0 &: \rho = 0 \text{ (data tidak stasioner)} \\ H_1 &: \rho \neq 0 \text{ (data stasioner)} \end{aligned}$$

Statistik uji

$$ADF = \frac{\rho}{SE(\rho)} \quad (6)$$

Jika diterapkan taraf  $\alpha$  maka tolak  $H_0$  dilakukan apabila nilai  $P\text{-value} < \alpha$ .  $P\text{-value}$  merupakan nilai probabilitas yang dimiliki oleh suatu data. Dalam prakteknya, nilai tersebut dapat dihitung menggunakan software statistik yang ada salah satunya adalah Rstudio.

Apabila data tidak stasioner terhadap *mean* maka dapat diatasi dengan melakukan pembedaan/*differencing*. Adapun proses *differencing* dirumuskan sebagai berikut:

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (7)$$

Transformasi lain yang dapat dilakukan untuk mengatasi data yang tidak stasioner adalah transformasi *Box-Cox* (Wei 2006: 85).

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (8)$$

dimana  $T(Z_t)$  merupakan fungsi transformasi  $Z_t$  yang digunakan untuk menstabilkan *varians*.

b. Identifikasi Model

Model sementara diperoleh dengan mengidentifikasi plot *Autocorrelation Function* atau ACF dan plot *Partial Autocorrelation Function* atau PACF dari data yang sudah stasioner. Plot dari nilai ACF dan PACF dapat digunakan untuk menentukan model sementara yaitu menentukan nilai  $p$  dan  $q$  yang merupakan orde dari model ARMA seperti yang dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 1. Struktur ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR( $p$ )	<i>Dies Down</i>	Terpotong setelah lag ke- $p$
MA( $q$ )	Terpotong setelah lag ke- $q$	<i>Dies Down</i>
ARMA( $p,q$ )	<i>Dies Down</i>	<i>Dies Down</i>
AR( $p$ ) atau MA( $q$ )	Terpotong setelah lag ke- $q$	Terpotong setelah lag ke- $p$

Dalam menentukan model sementara ARIMA( $p,d,q$ ), terlebih dahulu harus ditentukan orde  $p,d$ , dan  $q$ . Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa untuk menentukan orde  $p$  dengan melihat nilai PACF yang disajikan dalam bentuk plot yang memotong garis signifikannya. Sedangkan untuk menentukan orde  $q$  dengan melihat nilai ACF yang disajikan dalam bentuk plot yang memotong garis signifikannya.

Secara manual, nilai ACF diperoleh dengan rumus berikut:

$$\rho_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2} \quad (9)$$

Dimana  $\rho_k$  = Koefisien ACF

$Z_t$  = Data pada waktu ke- $t$

$Z_{t+k}$  = Data pada waktu ke- $(t+k)$



$\mu =$  Rata-rata data

Sedangkan nilai PACF secara manual dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\phi_{k,k} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad (10)$$

Dimana  $\phi_{k,k}$  = Koefisien PACF

$\rho_{k-j}$  = Koefisien ACF pada waktu  $(k-j)$ ;  $k=1,2,\dots,n$ ;  $j=1,2,\dots,(k-1)$

## 2. Penaksiran Parameter

Salah satu metode penaksir parameter yang dapat digunakan adalah *maximum likelihood estimation*. Penurunan fungsi *likelihood* pada suatu model *time series* dapat digambarkan dengan mem-pertimbangkan model ARMA (Hamilton, 1994: 143).

$$f(e_t | \sigma_e^2) = (2\pi\sigma_e^2)^{-\frac{1}{2}} \exp\left[-\frac{e_t^2}{2\sigma_e^2}\right] \quad (11)$$

Persamaan di atas merupakan fungsi kepadatan peluang atau pdf dari model ARMA. Dimana  $e_t$  diasumsikan berdistribusi  $N(0, \sigma_e^2)$  atau  $e_t$  bersifat  $iid \sim (0, \sigma_e^2)$ . *Maximum likelihood estimation* dilakukan dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood* dari pdf-nya.

Setelah diperoleh nilai estimasi atau taksiran dari masing-masing parameter dari model sementara, dilakukan uji signifikansi parameter dengan pendekatan statistik uji-t dengan hipotesis awal sebagai berikut:

Hipotesis 2.

Tabel 2. Uji Signifikansi Parameter

Keterangan	Parameter AR	Parameter MA
Hipotesis	$H_0 : \hat{\phi} = 0$ (parameter tidak signifikan)	$H_0 : \hat{\theta} = 0$ (parameter tidak signifikan)
	$H_1 : \hat{\phi} \neq 0$ (parameter signifikan)	$H_1 : \hat{\theta} \neq 0$ (parameter signifikan)
	Statistik Uji	Statistik Uji
	$t = \frac{\hat{\phi}}{SE(\hat{\phi})}$	$t = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})}$

Dengan:

$\hat{\theta}$  : nilai taksiran dari parameter  $\theta$

$\hat{\phi}$  : nilai taksiran dari parameter  $\phi$

$SE(\hat{\theta})$  : kesalahan dari  $\hat{\theta}$

$SE(\hat{\phi})$  : *standard error* dari  $\hat{\phi}$

Jika ditetapkan taraf signifikan  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$  dilakukan apabila  $|t| > t_{\alpha/2; df=n-1}$  atau P-value  $< \alpha$ .

## 3. Pemeriksaan Diagnosa (*diagnostic checking*)

Pemeriksaan diagnosa dilakukan untuk membuktikan bahwa model sementara telah memenuhi syarat sehingga dapat ditentukan suatu model terbaik (Makridakis, 1999: 411). Model dikatakan memadai jika asumsi dari residual ( $\varepsilon_t$ ) *white noise* dan distribusi normal terpenuhi.

Uji *white noise* dilakukan dengan menggunakan uji yang mampu menetapkan bahwa sekumpulan autokorelasi secara keseluruhan menunjukkan tidak samadengan nol, yang biasa disebut dengan Uji Statistik *Ljung Box-Pierce*.

Hipotesis 3.

$H_0$  :  $\rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$  (residual telah memenuhi syarat *white noise*)

$H_1$  : minimal ada satu  $\rho_k \neq 0$ , dengan  $k = 1, 2, 3, \dots, K$  (residual belum memenuhi syarat *white noise*)

Hipotesis diatas akan diuji menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K (n-k)^{-1} \hat{\rho}_k^2 \quad (12)$$

dengan,

$n$  : banyak data historis

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

$k$  : lag (selang) waktu

$K$  : maksimum lag waktu

Jika diterapkan taraf signifikan  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$  dilakukan apabila  $Q > \chi_{\alpha, df=K-p-q}^2$  atau P-value  $< \alpha$ .

Setelah melakukan uji *white noise*, selanjutnya dilakukan uji kenormalan residual. Pada uji ini, menggunakan statistik uji *Anderson Darling-test*. Hipotesis awal pada uji normalitas data ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis 4.

$H_0$ : data tidak mengikuti distribusi normal

$H_1$ : data mengikuti distribusi normal

untuk  $n$  pengamatan diurutkan  $x_i$ , statistik uji *Anderson Darling-test* dirumuskan sebagai berikut:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{(2i-1)}{\ln F_0(x_i) + \ln[1 - F_0(x_{n+1-i})]} \right\} \quad (13)$$

Jika ditetapkan taraf signifikan  $\alpha$ , maka tolak  $H_0$  dilakukan apabila  $A_{hitung}^2 > A_{tabel}^2$  atau P-value  $< \alpha$ .

## E. Pemilihan Model Terbaik

Terdapat banyak kemungkinan didapatkannya model ARIMA lebih dari satu. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemilihan model terbaik. Terdapat beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan (Heizer & Render, 2009). Salah satunya yaitu kesalahan rata-rata kuadrat/ *Mean Square Error* (MSE).

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap data dan membaginya dengan banyak data (Nasution & Yuniastari, dkk: 2014).

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (z_t - \hat{z}_t)^2}{n} \quad (14)$$

Selain itu, pemilihan model terbaik juga dapat dilakukan dengan metode *Akaike Information Criterion* (AIC). Nilai AIC dapat dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$AIC = -2\ln L + 2K$$

Dimana  $L$  = nilai *maximum likelihood function* untuk estimasi model

$K$  = banyaknya parameter yang di estimasi

Model terbaik dapat dipilih berdasarkan nilai AIC yang paling kecil.

### 3. METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian studi kasus tentang permasalahan nilai ekspor di Indonesia. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sekumpulan data sekunder yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS). Data tersebut merupakan data suatu nilai ekspor tiap bulan yang dinyatakan dalam satuan US Dollar.

Adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini akan disajikan dalam diagram alir sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi dua bagian, yaitu data *in series* dan data *out series*. Data *in series* terhitung mulai bulan Januari 1999 hingga bulan Desember 2013. Sedangkan data *out series* terhitung mulai bulan Januari 2014 hingga bulan Agustus 2018.
2. Identifikasi data. Pada tahap ini, data yang tidak stasioner merupakan data yang memenuhi digunakan pada metode ARIMA. Kestasioneran data dapat diketahui dengan melakukan uji *Augmented Dickey-Fuller*. Apabila data tidak stasioner dalam *mean* maka perlu dilakukan proses *differencing* atau pembedaan. Apabila data tidak stasioner terhadap varians maka perlu dilakukan transformasi logaritma Box-Cox.
3. Menentukan model sementara. Model ARIMA terbentuk dengan menentukan orde  $p, d$ , dan  $q$ . orde  $p$  ditentukan berdasarkan plot PACF suatu data stasioner, orde  $d$  ditentukan berdasarkan banyaknya proses *differencing* yang dilakukan untuk mengubah data yang tidak stasioner menjadi data yang stasioner, dan orde  $q$  yang ditentukan berdasarkan plot ACF suatu data stasioner.
4. Melakukan penaksiran parameter dan uji signifikansi parameter. Pada tahap ini, penaksiran parameter dilakukan menggunakan metode *maximum likelihood estimation*. Sedangkan uji signifikansi menggunakan pendekatan uji- $t$ .

5. Melakukan *diagnostic checking*. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian model yang akan digunakan dengan menguji residual-nya. Uji tersebut adalah uji syarat *white noise* dan uji residual berdistribusi normal.
6. Menentukan model terbaik. Model terbaik diperoleh apabila residual dari model sementara telah memenuhi statistik uji. Apabila model yang diperoleh lebih dari satu, maka perlu dilakukan pemilihan model terbaik dengan menghitung nilai error dan AIC pada masing-masing model sementara.
7. Melakukan proses peramalan dengan menggunakan model terbaik pada data *out series* dan beberapa periode yang akan datang.
8. Menarik kesimpulan.

### 4. PEMBAHASAN

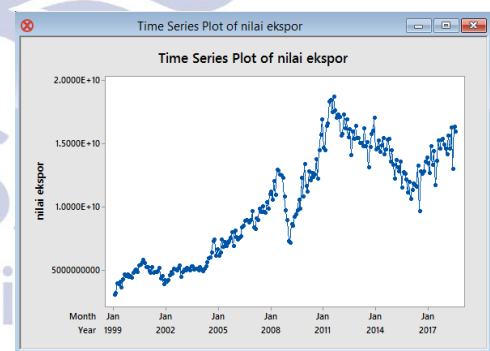
#### A. Hasil Penelitian

Data nilai ekspor di Indonesia dapat diakses melalui web resmi <https://www.bps.go.id>. Data tersebut merupakan data deret waktu bulanan yang memiliki statistik deskriptif sebagai berikut:

Tabel 3. Statistik Deskriptif Data Historis

Banyak Data	Mean	Std. Deviasi
236	10192291190.8281	4345398037.26829

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai *mean* lebih besar dibandingkan nilai standar deviasi. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai ekspor tidak stasioner terhadap *mean* dan varians. Hal tersebut juga dapat ditentukan melalui plot *time series* dari data.



Gambar 1. Plot data *time series*

Plot data diatas menunjukkan pertumbuhan nilai ekspor dalam kurun waktu Januari 1999 hingga Desember 2013 mengalami kenaikan pada kisaran Januari tahun 2005 hingga Januari tahun 2008 yang kemudian mengalami penurunan yang cukup signifikan selama 5 bulan berikutnya. Penurunan juga terjadi pada kisaran tahun 2011 hingga tahun 2016. Banyak faktor yang menyebabkan kondisi tersebut, seperti adanya inflasi rupiah, kurang optimal pemanfaatan SDA, dan sebagainya.

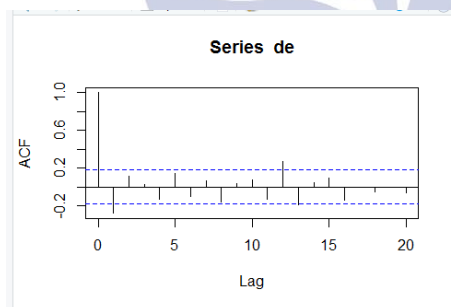
## B. Pembahasan

Tahapan pertama yang harus dilakukan adalah identifikasi data historis. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui kestasioneran data historis. Kestasioneran data dapat diketahui dengan melakukan uji *Augmented Dickey-Fuller*. Berdasarkan Hipotesis 1, diterapkan taraf signifikan  $\alpha = 0,05$  dan keputusan tolak  $H_0$  diambil apabila  $P\text{-value} < \alpha$ .

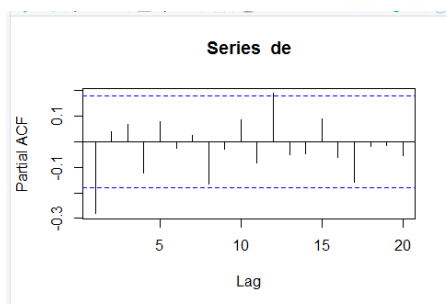
Dengan bantuan software Rstudio, uji ADF pada data nilai ekspor *in series* Indonesia menghasilkan nilai  $p\text{-value}$  sebesar 0,05581 yang menunjukkan bahwa nilai  $P\text{-value} > \alpha$ . Oleh karena itu, data tersebut dikatakan tidak stasioner terhadap *mean* maupun *varians*. Sehingga perlu dilakukan transformasi Box-Cox dan proses *differencing* pada data tersebut.

Setelah dilakukan transformasi dan *differencing*, dilakukan uji ADF kembali dan menghasilkan nilai probabilitas sebesar 0,02017. Hal tersebut menunjukkan bahwa  $p\text{-value} < \alpha$  sehingga data menunjukkan kondisi stasioner dengan derajat pembeda samadengan 1.

Selanjutnya dilakukan identifikasi model sementara berdasarkan plot ACF dan PACF sebagai berikut:



Gambar 2. Plot ACF Data Stasioner



Gambar 3. Plot PACF Data Stasioner

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, dapat ditentukan orde  $p$  dan  $q$  yang memenuhi model  $ARIMA(p,d,q)$  yang akan dibentuk. Berikut ini adalah model-model sementara  $ARIMA(p,d,q)$  yang disajikan dalam tabel.

Pada Gambar 3 plot PACF menunjukkan bahwa pada selang waktu ke-1 dan ke-12 nilai PACF keluar dari garis signifikannya, sehingga dapat ditentukan untuk nilai orde  $p$  adalah 1 dan 12. Sedangkan ploh ACF menunjukkan bahwa pada selang waktu ke-0, ke-1, dan ke-12 nilai ACF keluar dari garis signifikannya, sehingga dapat ditentukan untuk orde  $q$  adalah 0,1, dan 12. Berikut ini model-model sementara yang terbentuk dari orde  $p,d$ , dan  $q$  yang ada.

Tabel 4. Model-model Sementara  $ARIMA(p,d,q)$

Model	Orde $p$	Orde $d$	Orde $q$	Model Sementara
A	1	1	0	$ARIMA(1,1,0)$
B	12		0	$ARIMA(12,1,0)$
C	1		1	$ARIMA(1,1,1)$
D	12		1	$ARIMA(12,1,1)$
E	1		12	$ARIMA(1,1,12)$
F	12		12	$ARIMA(12,1,12)$

Setelah diperoleh model-model sementara  $ARIMA(p,d,q)$  seperti pada tabel di atas, langkah selanjutnya adalah melakukan penaksiran parameter pada masing-masing model serta melakukan uji signifikansi parameter pada masing-masing model sementara. Berdasarkan Hipotesis 2, apabila diterapkan taraf signifikan  $\alpha = 0,01$ , diperoleh:

Tabel 5. Hasil Uji Signifikansi Parameter

Model	Parameter	Nilai Estimasi	P-Value	Kesimpulan
$ARIMA(1,1,0)$ dengan <i>drift</i>	$\phi_1$	-0,2847	<0,01	Signifikan
	<i>drift</i>	0,0092	<0,01	Signifikan
$ARIMA(1,1,1)$	$\phi_1$	-0,3730	<0,01	Signifikan
	$\theta_1$	0,1173	0,12	Tidak Signifikan

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa pada model  $ARIMA(1,1,0)$  dengan *drift* memiliki parameter-parameter yang signifikan. Sedangkan pada model  $ARIMA(1,1,1)$  memiliki satu parameter signifikan dan parameter yang lain tidak signifikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan diagnosa untuk menentukan kesesuaian model-model sementara yang memenuhi asumsi residual.

Uji kesesuaian yang pertama adalah residual memenuhi syarat *white noise*, dalam hal ini penulis memanfaatkan uji *Ljung-Box Pierce*. Uji ini menggunakan perhitungan nilai ACF dari residual



atau error sebagai alat untuk mengambil keputusan. Berdasarkan Hipotesis 3, dengan taraf signifikan  $\alpha = 0,01$  diperoleh:

Tabel 6. Uji Residual *White Noise*

Model	Lag	$\chi^2$	P-value	Kesimpulan
Model A atau ARIMA (1,1,0) dengan <i>drift</i>	5	2,7196	0,7431	H <sub>0</sub> Diterima
	10	6,2504	0,7938	
	15	15,181	0,4385	
	20	19,064	0,5177	
Model B atau ARIMA (12,1,0)	5	0,15056	0,9996	H <sub>0</sub> Diterima
	10	0,60096	1	
	15	2,0066	1	
	20	5,5357	0,9994	
Model C atau ARIMA (1,1,1)	5	2,8699	0,72	H <sub>0</sub> Diterima
	10	6,4788	0,7736	
	15	16,355	0,3589	
	20	20,155	0,4483	
Model D atau ARIMA (12,1,1)	5	0,18456	0,9993	H <sub>0</sub> Diterima
	10	0,71428	1	
	15	1,9365	1	
	20	5,6839	0,9993	
Model E atau ARIMA (1,1,12)	5	0,27099	0,9982	H <sub>0</sub> Diterima
	10	0,85697	0,9999	
	15	3,1939	0,9994	
	20	5,8493	0,9991	
Model F atau ARIMA (12,1,12)	5	0,93276	0,9678	H <sub>0</sub> Diterima
	10	1,5781	0,9987	
	15	1,8455	1	
	20	5,54	0,9994	

Berdasarkan Tabel 5, seluruh model sementara telah memenuhi syarat *white noise* sehingga seluruh model sementara akan dilakukan uji yang selanjutnya. Uji kesesuaian model yang kedua adalah residual mengikuti distribusi normal yang memanfaatkan uji *Anderson Darling*. Berdasarkan Hipotesis 4, dengan taraf signifikan  $\alpha = 0,01$  diperoleh,

Tabel 7. Uji Residual Berdistribusi Normal

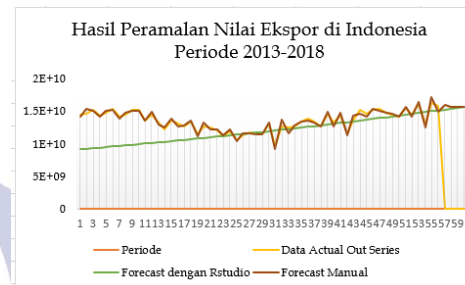
Model	Nilai A <sup>2</sup>	P-value	Keterangan
ARIMA(1,1,0) dengan <i>drift</i>	0,94552	0,01621	H <sub>0</sub> Diterima
ARIMA(12,1,0)	0,48906	0,2181	Tolak H <sub>0</sub>
ARIMA(1,1,1)	0,89933	0,02111	Tolak H <sub>0</sub>
ARIMA(12,1,1)	0,47379	0,2378	Tolak H <sub>0</sub>
ARIMA(1,1,12)	0,7194	0,05902	Tolak H <sub>0</sub>
ARIMA(12,1,12)	0,72983	0,0556	Tolak H <sub>0</sub>

Berdasarkan Tabel 6, dapat ditentukan model yang memenuhi asumsi-asumsi yang ada adalah model ARIMA(1,1,0) dengan *drift* dengan persamaan umum sebagai berikut:

$$Z_t = Z_{t-1} - 0,2847 Z_{t-1} + 0,2847 Z_{t-2} + 0,0092 + \varepsilon_t \quad (15)$$

Model ARIMA(1,1,0) dengan *drift* berarti model ARIMA yang memiliki orde  $p=1$ ,  $d=1$ , dan  $q=0$  serta terjadi *drift* atau pergeseran sejauh 0,0092. Model tersebut juga dapat disebut model ARI(1,1) dengan *drift*.

Dengan model tersebut dapat dilakukan peramalan nilai ekspor di Indonesia untuk periode selanjutnya. Hasil peramalan tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4. Peramalan Nilai Ekspor Januari 2014-Desember 2018

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa nilai ekspor pada periode selanjutnya mengalami peningkatan yang cukup stabil. Hal tersebut dikarenakan lonjakan yang terjadi pada hasil peramalan nilai ekspor tidak drastis. Akibatnya, masih dapat dikendalikan dengan adanya strategi ekonomi yang tepat.

Pada gambar juga terlihat, cara perhitungan yang cukup efektif adalah dengan cara manual. Hal tersebut dikarenakan tingkat kesalahan antara perhitungan manual dengan data asli relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan tingkat kesalahan perhitungan menggunakan software dengan data asli.

## 5. PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu data nilai ekspor di Indonesia merupakan data deret waktu atau *time series* yang memiliki karakteristik tidak stasioner dalam *mean* dan *varians*. Berdasarkan karakteristik tersebut, dapat dilakukan proses membentuk model ARIMA untuk menjawab pertanyaan berikutnya. Hal tersebut dikarenakan, karakteristik data nilai ekspor sesuai dengan syarat penerapan metode ARIMA pada data *time series*. Model ARIMA terbaik adalah model ARIMA(1,1,0) dengan *drift* yang memiliki persamaan sebagai berikut:

$Z_t = Z_{t-1} - 0,2847 Z_{t-1} + 0,2847 Z_{t-2} + 0,0092 + \varepsilon_t$   
 Dengan persamaan di atas, dapat dilakukan peramalan nilai ekspor untuk periode selanjutnya yang menunjukkan kondisi stabil. Hal tersebut dikarenakan lonjakan hasil peramalan nilai ekspor tidak terjadi secara drastis.

## Saran

Penulis menyarankan kepada pelaku ekonomi untuk membuat strategi ekonomi yang tepat guna meningkatkan pendapatan dan mengurangi resiko kerugian. Untuk penelitian selanjutnya, dapat membandingkan hasil ramalan menggunakan metode lain atau membuat studi kasus baru mengenai kegiatan ekspor di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

Amir MS. 2004. *Strategi Memasuki Pasar Ekspor*. Jakarta: PPM.

Biro Pusat Statistik. *Tabel Dinamis Ekspor dan Impor 1999-2018*. Jakarta: BPS, 2018.

Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. 1976. *TIME SERIES ANALYSIS Forecasting and Control Revised Edition*. California: Holden-Day.

Greene, H. W. 2002. *Econometric Analysis*. New York: Prentice Hall.

Handayani, Putri. 2017. *Peramalan Jumlah Pengunjung Pantai Kenjeran Surabaya Menggunakan ARIMA Box-Jenkins*. ITS Surabaya.

Heizer, Jay dan Render, Barry. 2009. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.

S., Makridakis, S. Wheelwright., dan V. E. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua Jilid Satu*. Jakarta: Binarupa Aksara.

Sudjana. 1989. *Metode Statistik Edisi IV*. Bandung: Tarsito.

Supranto, J. 2000. *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan Ekonomi dan Bisnis*. Jakarta: Rineka Cipta.

Triyoso, Bambang. 2004. *Analisis Kausalitas Antara Ekspor dan Pertumbuhan Ekonomi di Negara ASEAN*. Medan: FE USU.

Wei, William W. S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. USA: Pearson Education, Inc.