

Aplikasi Metode Box-Jenkins dalam Memprediksi Pertumbuhan Perdagangan Luar Negeri Provinsi Riau

Ari Pani Desvina¹, Muhammad Syahfitra²

^{1,2}Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: aripandesvina@gmail.com, Syahfitra144@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang model peramalan perdagangan luar negeri Provinsi Riau menggunakan metode Box-Jenkins. Data yang digunakan adalah data perdagangan luar negeri Provinsi Riau yang diambil dari Januari 2010 sampai Desember 2014 yang diambil dari Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model ARMA(1,0) untuk ekspor dan model ARMA(1,3) untuk impor adalah model yang sesuai untuk meramalkan perdagangan luar negeri Provinsi Riau. Hasil peramalan menunjukkan bahwa data perdagangan luar negeri Provinsi Riau untuk Tahun 2015 mengalami peningkatan dan penurunan pada waktu tertentu.

Katakunci: ARMA, Box-Jenkins, Perdagangan Luar Negeri

ABSTRACT

This research explains about the forecasting of the International sale growth Riau province by using Box - Jenkins method. The data used was the International sale growth Riau province data taken from January 2010 to December 2014 from the Central Statistic Institution of Pekanbaru in Riau. The results obtained show that model the ARMA(1,0) for export and the model ARMA(1,3) for import to forecast the International sale growth Riau province. Forecasting results show that the International sale growth Riau province data in 2015 has increased and decreased at a certain time.

Keywords: ARMA, Box-Jenkins, International Sales.

Pendahuluan

Dalam konteks perekonomian suatu negara, salah satu wacana yang menonjol adalah mengenai pertumbuhan ekonomi. Meskipun ada juga wacana lain mengenai pengangguran, inflasi atau kenaikan harga barang-barang secara bersamaan, kemiskinan, pemerataan pendapatan dan lain sebagainya. Pertumbuhan ekonomi menjadi penting dalam konteks perekonomian suatu negara karena dapat menjadi salah satu ukuran dari pertumbuhan atau pencapaian perekonomian bangsa tersebut.

Salah satu hal yang dapat dijadikan motor penggerak bagi pertumbuhan adalah perdagangan internasional/luar negeri. Salvatore menyatakan bahwa perdagangan dapat menjadi mesin bagi pertumbuhan. Jika aktifitas perdagangan internasional/luar negeri adalah ekspor dan impor, maka salah satu dari komponen tersebut atau kedua-duanya dapat menjadi motor penggerak bagi pertumbuhan.

Riau merupakan provinsi yang banyak melakukan perdagangan luar negeri. Riau memiliki sumber daya alam yang melimpah seperti minyak bumi, gas dan industri perkebunan dan sektor pertanian. Maka dari itu Riau banyak melakukan perdagangan luar negeri demi mencapai perekonomian yang lebih baik.

Pemerintah pasti membutuhkan informasi-informasi yang dapat menunjang hal itu. Oleh karena sangat diperlukan informasi-informasi tersebut, maka pemerintah membuat suatu ikhtisar yang memuat banyak informasi keuangan yang disebut dengan neraca Pembayaran. Dengan mengetahui data hasil perdagangan luar negeri provinsi di Riau setiap tahun, kita bisa melihat dan bahkan kita bisa memprediksi kemajuan ataupun kemunduran perdangan luar negeri tersebut. Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis melakukan kajian menggunakan metode Box-Jenkins untuk meramalkan laju pertumbuhan perdagangan luar negeri provinsi Riau.

Metode Penelitian

Peramalan

Peramalan *time series* merupakan metode kuantitatif untuk menganalisis data masa lampau yang telah dikumpulkan secara teratur menggunakan teknik yang tepat. Hasilnya dapat dijadikan acuan untuk peramalan nilai di masa yang akan datang (Makridakis, 1999).

Langkah dalam metode peramalan secara umum adalah pengumpulan data, menyeleksi dan memilih data, memilih model peramalan, menerapkan model untuk peramalan, dan evaluasi hasil akhir (Subagyo, 1986 ; Fatmawati, 2007).

Metode Box-Jenkins

Langkah-langkah dalam peramalan dengan menggunakan metode Box-Jenkins, dapat dilakukan dengan identifikasi model, penaksiran parameter, pemeriksaan diagnostik, peramalan.

1. Identifikasi Model

Identifikasi model dilakukan untuk mengetahui apakah data tersebut stasioner atau tidak stasioner. Pemeriksaan kestasioneran data dapat dilakukan dengan menganalisa plot ACF dan PACF. Apabila data tidak stasioner maka perlu dilakukannya *differencing* (pembedaan). *Differencing* yaitu selisih antara data tertentu dengan data sebelumnya. Untuk *differencing* pertama, secara sistematis dapat dibentuk dalam persamaan:

$$\Delta X_t = X_t - X_{t-1} \quad (1)$$

dengan:

ΔX_t = selisih data orde pertama

X_t = data pada waktu t

X_{t-1} = data pada waktu $t - 1$

Setelah dilakukan identifikasi maka akan dapat dilihat bahawa data stasioner atau tidak, dalam penulisan artikel ini karena data yang digunakan stasioner maka yang akan dibahas penulis adalah model data stasioner. Model data stasioner terbagi atas: model *Autoregressive* (AR(p)), model *Moving Average* (MA(q)), model *Autoregressive and Moving Average* (ARMA(p, q)).

a. Autoregressive (AR(p))

Secara umum untuk proses AR orde ke- p (AR(p)) dapat ditulis sebagai berikut (Makridakis, dkk, 1999):

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (2)$$

dengan:

X_t = data pada waktu $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

X_{t-i} = data pada waktu $t - i, i = 1, 2, 3, \dots, p$

ϕ_0 = nilai konstan

ϕ_i = parameter autogressif ke- $i, i = 1, 2, 3, \dots, p$

e_t = nilai kesalahan pada saat t

Bentuk umum dari model AR(p) pada persamaan (2) dapat juga ditulis dalam bentuk:

$$\phi(B)X_t = \phi_0 + e_t, \quad (3)$$

dengan:

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

$B^i X_t = X_{t-i}, i = 1, 2, \dots, p$

$B^1 X_t = X_{t-1}$

$B X_t = X_{t-1}$

b. Moving Average (MA(q))

Secara umum proses MA berorde ke- q (MA(q)) dapat ditulis sebagai berikut (Makridakis, dkk, 1999):

$$X_t = \theta_0 - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} + e_t \quad (4)$$

dengan:

X_t = data pada waktu $t, t = 1, 2, \dots, n$
 θ_0 = suatu konstanta
 e_t = nilai kesalahan pada saat t
 e_{t-j} = nilai kesalahan pada saat $t - j, j = 1, 2, 3, \dots, q$
 θ_j = parameter-parameter MA ke- $j, j = 1, 2, 3, \dots, q$

Bentuk umum model MA(q) pada Persamaan (4) dapat juga ditulis dalam bentuk:

$$X_t = \theta_0 + \theta(B)e_t, \quad (5)$$

dengan:

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

$$B^i e_t = e_{t-i}, i = 1, 2, \dots, q$$

c. Model Campuran atau Autoregressive and Moving Average (ARMA(p, q))

Secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk (Makridakis, dkk, 1999):

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (6)$$

dengan:

X_t = data pada waktu $t, t = 1, 2, \dots, n$
 ϕ_0 = suatu konstanta
 X_{t-i} = data pada waktu $t - i, i = 1, 2, 3, \dots, p$
 ϕ_i = parameter autogressif ke- i
 e_t = nilai kesalahan pada saat t
 e_{t-j} = nilai kesalahan pada saat $t - j, j = 1, 2, 3, \dots, q$
 θ_j = parameter-parameter MA ke- $j, j = 1, 2, 3, \dots, q$

Bentuk umum model ARMA(p, q) pada Persamaan (6) dapat juga ditulis dalam bentuk:

$$\phi(B)X_t = \phi_0 + \theta(B)e_t, \quad (7)$$

dengan:

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

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

2. Penaksiran Parameter

Setelah melakukan proses identifikasi dan memperoleh model sementara maka langkah selanjutnya adalah menaksir parameter model sementara tersebut menggunakan metode kuadrat terkecil. Konsep dasar pada metode kuadrat terkecil adalah dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat *error* atau galatnya. Jumlah kuadrat *error* untuk persamaan runtun waktu (*time series*) orde satu analog dengan persamaan kuadrat *error* pada regresi sederhana. Secara umum persamaan regresi linier sederhana adalah (Sembiring, 1995):

$$\hat{y}_i = \alpha + \beta x_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Persamaan jumlah kuadrat *error* pada regresi linier sederhana adalah:

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (9)$$

Misalkan pada model MA(1), maka \hat{y}_i diganti dengan X_t , e_i dengan e_t , α dengan θ_0 , β dengan θ_1 , x_i dengan e_{t-1} . Maka persamaan jumlah kuadrat *error* menjadi:

$$J = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2 \quad (10)$$

Setelah penaksiran dilakukan dan parameter diperoleh, langkah berikutnya adalah menguji parameter model dengan cara membandingkan $P - value$ pada setiap parameter model dengan level toleransi (α) dalam pengujian hipotesis, dengan hipotesis:

H_0 : Parameter model tidak signifikan dalam model

H_1 : Parameter model signifikan dalam model

Parameter model dikatakan signifikan apabila $P - value > \alpha$ atau tolak H_0 .

3. Pemeriksaan Diagnostik

Untuk mengetahui model yang layak dapat dilakukan dengan melakukan uji independensi residual dan uji kenormalan residual.

a. Uji Independensi Residual

Uji independensi residual dilakukan guna mendeteksi residual pada lag, hal ini dapat diketahui melalui korelogram ACF dan PACF residual yang dihasilkan dari model. Jika residualnya nyata *white noise*, maka modelnya dapat dikatakan baik dan sebaliknya. Selain dengan menggunakan korelogram ACF dan PACF residual, independensi residual dapat juga dilakukan dengan uji Ljung-Box yakni dengan membandingkan $P - value$ dengan level toleransi (α). Hipotesisnya adalah:

H_0 : residual model mengikuti proses random

H_1 : residual model tidak mengikuti proses random

Apabila $P - value > \alpha$ maka terima H_0 dan apabila $P - value < \alpha$ maka tolak H_0 .

b. Uji Kenormalan Residual

Uji kenormalan residual dapat dilakukan dengan melihat histogram residual yang dihasilkan oleh model. Model yang layak digunakan untuk peramalan adalah model yang telah mengikuti pola kurva normal. Jika model yang dihasilkan lebih dari satu, dapat dilakukan pemilihan model terbaik. Salah satu ukuran statistik yang digunakan untuk melihat ketelitian dan ketepatan model yang akan diramalkan dan untuk pencarian teknik yang optimal adalah dengan menggunakan *Mean Square Error* (MSE) (Makridakis dkk, 1999). Kriteria MSE dirumuskan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2 \tag{11}$$

dengan:

X_t = data pada periode $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

\hat{X}_t = data ramalan periode t

n = jumlah data

Model yang diambil adalah model yang memiliki nilai MSE terkecil.

4. Peramalan

Peramalan tersebut meliputi peramalan data *training*, peramalan data *testing* dan peramalan untuk waktu yang akan datang. Misal, model yang terpilih adalah model AR(1) maka tahap peramalan adalah sebagai berikut:

1. Peramalan data *training*

$$\hat{X}_2 = \phi_0 + \phi_1 X_1 \tag{12}$$

Begitu seterusnya hingga data terakhir pada data *training*. Pada peramalan data *training* digunakan data aktual.

2. Peramalan data *testing*

$$\hat{X}_t = \phi_0 + \phi_1 \hat{x}_{t-1} \tag{13}$$

dengan:

\hat{x}_{t-1} adalah data terakhir hasil peramalan pada data *training*. Pada peramalan data *testing* digunakan data hasil peramalan pada data *training*.

3. Peramalan untuk waktu yang akan datang digunakan data hasil peramalan pada data *testing*.

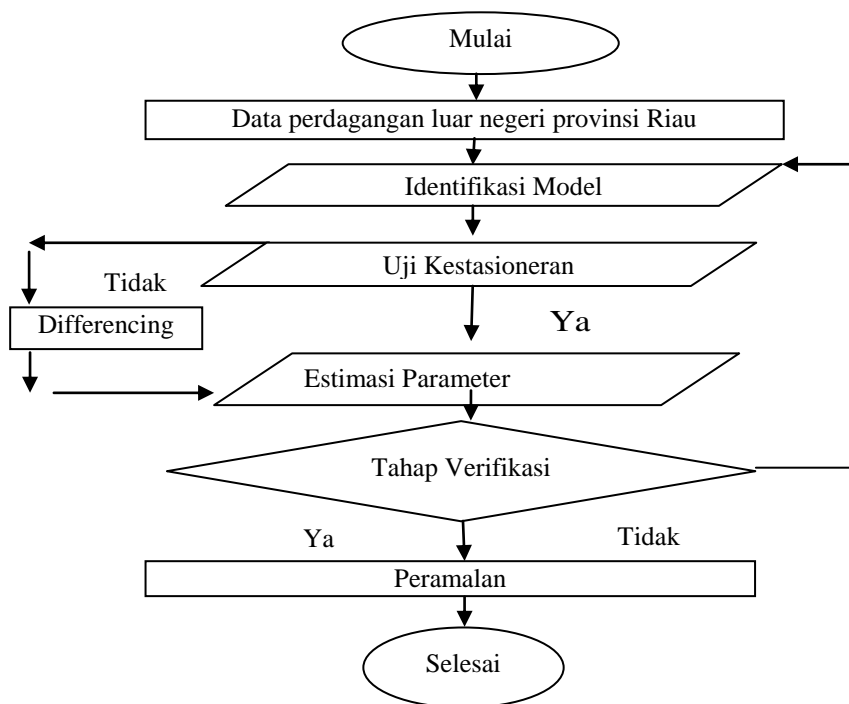
Model matematis untuk tahap peramalan ini sama dengan model matematis pada peramalan data *testing*, tetapi \hat{X}_{t-1} adalah data terakhir hasil peramalan pada data *testing*. Pada peramalan untuk waktu yang akan datang digunakan data hasil peramalan pada data *testing*.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data runtun waktu bulanan yaitu perdagangan luar negeri provinsi Riau di mulai pada Januari 2010 sampai Desember 2014 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Metode Analisis Data

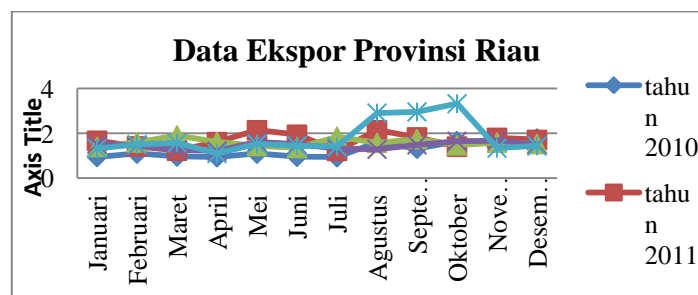
Langkah-langkah pengumpulan data dan membentuk model peramalan dapat digambarkan dalam *flow chart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

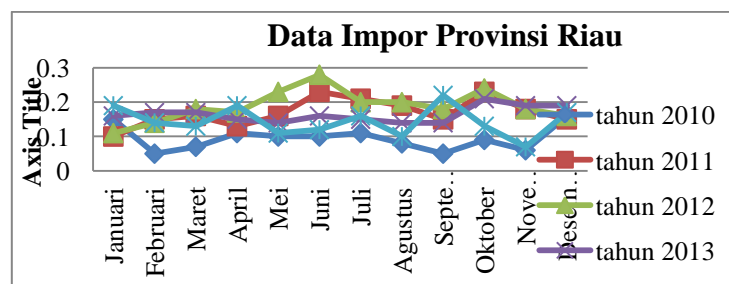
Hasil dan Pembahasan

Perdagangan luar negeri terdapat dua yaitu ekspor dan impor. Perdagangan luar negeri provinsi Riau setiap waktu mengalami perubahan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 1 Grafik Ekspor Provinsi Riau

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian ekspor setiap tahunnya mengalami perubahan. Ekspor tertinggi terjadi pada Tahun 2014 tepatnya pada periode Oktober yaitu sebesar 3,33. Dan ekspor terendah terjadi pada Tahun 2010 tepatnya pada periode April dan Juli yaitu sebesar 0,94.

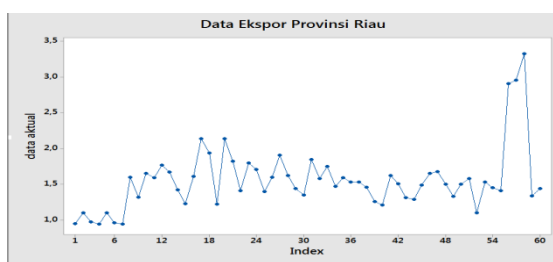


Gambar 2 Grafik Impor Provinsi Riau

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian impor setiap tahunnya mengalami perubahan. Impor tertinggi terjadi pada Tahun 2012 tepatnya pada periode Juni yaitu sebesar 0,28. Dan impor terendah terjadi pada Tahun 2010 tepatnya pada periode September yaitu sebesar 0,05. Pembentukan model prediksi pertumbuhan perdagangan luar negeri di provinsi Riau ini akan dilakukan menggunakan metode Box-Jenkins. Adapun langkah dalam pembentukan model adalah sebagai berikut :

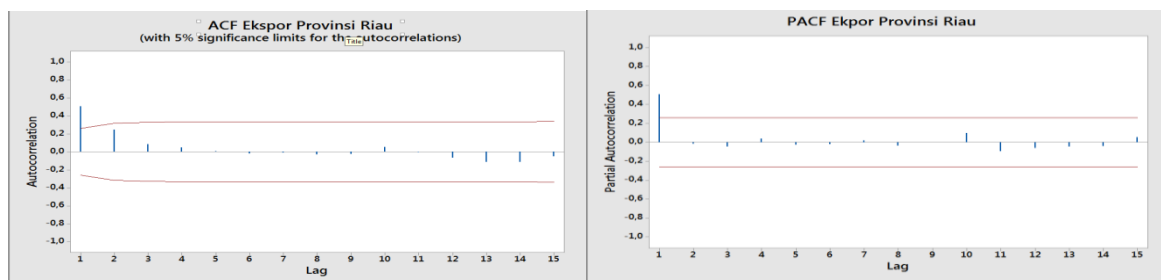
Langkah 1. Identifikasi Model

Berikut adalah plot data aktual perdagangan luar negeri bagian ekspor di provinsi Riau :



Gambar3 Grafik Data EksporProvinsi Riau

Berdasarkan Gambar3 dapat dilihat bahwa data eksporprovinsi Riau stasioner. Untuk lebih meyakinkan maka dilakukan uji pasangan ACF dan PACF. Berikut adalah plot ACF dan PACF pada Gambar 4 dan Gambar 5:



Gambar4 Grafik ACF dan Grafik PACF Ekspor Provinsi Riau

Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa data stasioner, hal tersebut secara kasat mata dapat dilihat bahwa pada plot ACF dan plot PACF turun secara eksponensial menuju nol. Untuk lebih meyakinkan bahwa data stasioner maka dilakukan uji unit root menggunakan *softwerEviews* 7 dengan nilai uji Augmented Dickey Fuller (ADF), data hasil uji ADF dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel1 Nilai uji ADF Ekspor Provinsi Riau

		Statistik t	Nilai p
Augmented Dickey Fuller (ADF)		-4.415771	0.0007
NilaiKritik MacKinnon	1%	-3.546099	
	5%	-2.911730	
	10%	-2.593551	

Tabel1 menunjukkan bahwa $t = 4.415771 >$ nilai mutlak untuk nilai kritik MacKinnon pada tingkat selang kepercayaan 0.05, maka dapat disimpulkan bahwa data perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian ekspor stasioner. Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar5 diduga terdapat kemungkinan model sementara, yaitu ARMA (0,1), ARMA (1,0) dan ARMA (1,1).

Langkah 2. Penaksiran Parameter

Setelah memperoleh model sementara, langkah selanjutnya adalah menaksirkan parameter model sementara dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Untuk mempermudah dalam perhitungan maka digunakan *software* Minitab.

Berikut merupakan *output* penaksiran parameter dari *software* Minitab:

Tabel 2 Nilai Penaksiran Parameter Model

Parameter	Koefisien	P-value	Signifikan
Model ARIMA(0,1)			
θ_1	-0.4362	0.001	Signifikan
Konstanta	1.5563	0.000	Signifikan
Model ARMA(1,0)			
ϕ_1	0.5233	0.000	Signifikan
Konstanta	0.73662	0.000	Signifikan
Model ARMA(1,1)			
ϕ_1	0.5112	0.022	Signifikan
θ_1	-0.0164	0.949	Tidak Signifikan
Konstanta	0.73662	0.000	Signifikan

Berdasarkan nilai parameter masing-masing model yang ditunjukkan pada tabel di atas, jika terdapat nilai parameter model yang tidak signifikan maka dapat dikeluarkan dari masing-masing modelnya. Agar model yang diperoleh dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Langkah 3. Uji Diagnostik

Uji diagnostik dapat dilakukan dengan melakukan uji Box-Pierce (Ljung-Box), uji independensi residual pada plot pasangan ACF dan PACF residual, dan uji kenormalan residual. Berikut adalah tabel nilai uji Box-Pierce (Ljung-Box):

Tabel 3 Output Ljung-Box untuk Ekspor

Lag	12	24	36	48
ARMA(0,1)				
P-value	0.898	0.975	0.979	0.891
ARMA(1,0)				
P-value	0.997	1.000	0.998	0.959
ARMA(1,1)				
P-value	0.994	0.999	0.996	0.947

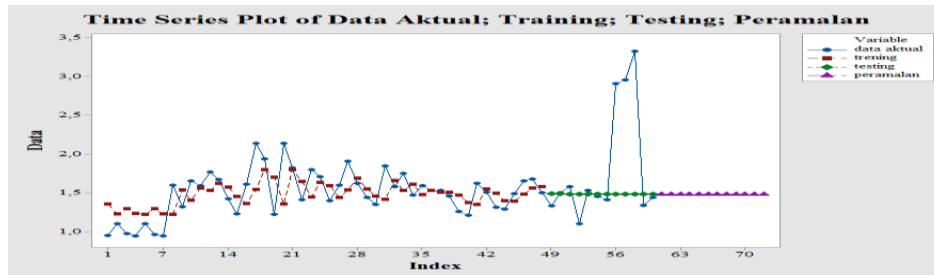
Nilai Ljung-Box pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semua nilai p untuk semua lag pada semua model adalah melebihi 0.05, maka semua model adalah sesuai untuk digunakan pada analisis selanjutnya. Untuk menentukan model terbaik untuk tahap peramalan dari model yang tersedia maka dapat dilihat dengan *Mean Squer Error* (MSE).

Tabel 4 Output Mean Squer Error ekspor

Model	ARMA (0,1)	ARMA (1,0)	ARMA (1,1)
MSE	144,9904209	144,1696258	144,1957

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa model ARMA(1,0) adalah model terbaik untuk digunakan sebagai model dalam peramalan, karena model tersebut memiliki nilai MSE terkecil dari model yang tersedia.

Hasil peramalan data *training*, data *testing* dan peramalan data Ekspor provinsi Riau dapat disajikan dalam Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 11 Grafik Peramalan Training, Testing dan Peramalan Ekspor Tahun 2015

Berdasarkan Gambar12 dapat dilihat bahwa plot peramalan data *training* mendekati plot data aktual, hal ini disebabkan karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan data aktual. Sedangkan untuk peramalan data *testing*, hasil peramalannya kurang mendekati data actual dikarenakan data yang digunakan adalah data dari hasil peramalan data *training*. Hasil peramalan untuk Tahun 2015 membentuk pola yang sama dengan pola data aktual.

Sedangkan peramalan untuk perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian impor, langkah-langkah yang sama dilakukan seperti untuk peramalan perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian ekspor. Hasil peramalan data *training*, data *testing* dan peramalan data impor provinsi Riau dapat disajikan dalam Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13 Grafik Data Aktual, Training, Testing dan Peramalan Impor Tahun 2015

Berdasarkan Gambar13 dapat dilihat bahwa plot peramalan data *training* mendekati plot data aktual, hal ini disebabkan karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan data aktual. Sedangkan untuk peramalan data *testing*, hasil peramalannya kurang mendekati data actual dikarenakan data yang digunakan adalah data dari hasil peramalan data *training*.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang dilakukan analisa dan tahap-tahap pembentukan model peramalan, maka dapat disimpulkan bahwa model yang sesuai untuk perdagangan luar negeri di provinsi Riau bagian ekspor yaitu model ARMA (1,0), dengan persamaan sistematisnya adalah:

$$X_t = 0.73662 + 0.5233X_{t-1} + e_t \quad (12)$$

Sedangkan perdagangan luar negeri provinsi Riau bagian impor berdasarkan analisa dan tahap-tahap pembentukan model peramalan dapat disimpulkan bahwa model ARMA(1,3) adalah model terbaik untuk peramalan, dengan persamaan sistematisnya adalah:

$$X_t = 0.9999X_{t-1} - 0.6113e_{t-1} + e_t \quad (13)$$

Dari hasil peramalan, secara umum perdagangan luar negeri di provinsi Riau mengalami perubahan setiap tahunnya, baik itu perdagangan luar negeri bagian ekspor maupun perdagangan luar negeri bagian impor.

Daftar Pustaka

- [1] AswidanSukarna. “*AnalisisDeretWaktu : Teori Dan Aplikasi*”.Andhira Publisher, Makassar. 2006

- [2] Atika , Darnah, Dkk. “Peramalan menggunakan Model ARIMA Musiman dan Verifikasi Hasil Peramalan dengan Grafik Pengendali Moving Range (Studi Kasus: Produksi Air Bersih di PDAM Tirta Kencana Samarinda)”.*Jurnal EKSPONENSIAL*. 4:55-62, 2013
- [3] Badan Pusat Statistik. “*Statistik Perdagangan Luar Negeri Provinsi Riau*”.Pekanbaru-Indonesia. 2011
- [4] Makridakis, Spyorsdkk. “*Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*”. Edisi Kedua. Erlangga, Jakarta. 1999
- [5] Nachrowi, Nachrowi D. “*Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika untuk Analisis dan Keuangan*”.Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta. 2006
- [6] Rachmawansah, Komet. “Average-Based Fuzzy Time Series Untuk Peramalan KursValuta Asing (Studi kasus pada Nilai Tukar USD-IDR dan EUD-USD)”. *Jurnal Matematika*. 2011
- [7] Sembiring, R.K. “*Analisis Regresi*”. Edisi kedua. Penerbit ITB. 1995
- [8] Spiegel, R Murray. “*Statistika*”.EdisiKedua. Erlangga, Jakarta. 1998
- [9] Yuniarti, Desi. “Peramalan Jumlah Penumpang yang Berangkat Melalui Bandar Udara Temindung Samarinda Tahun 2012 dengan Metode ARIMA BOX-JENKINS”. *Jurnal Ekspansional*. Volume 3, Nomor 1, 2011