

Peramalan Kecepatan Angin Di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Box-Jenkins

Ari Pani Desvina¹, Melina Anggriani²

² Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: Aripanidesvina@gmail.com@uin-suska.ac.id, melinaanggriani@yahoo.co.id@uin-suska.ac.id.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang model peramalan kecepatan angin di Kota Pekanbaru menggunakan metode Box-Jenkins. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin yang diambil dari Januari 2009 sampai September 2014 di Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Pekanbaru. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model ARIMA(1,1,1) adalah model yang sesuai untuk meramalkan kecepatan angin. Hasil peramalan menunjukkan bahwa data kecepatan angin untuk tahun 2015 mengalami peningkatan dan penurunan pada waktu tertentu.

Katakunci: ARIMA, Box-Jenkins, Kecepatan Angin.

ABSTRACT

This research is about the wind speed forecasting model in Pekanbaru by using Box-Jenkins method. The data used is the wind speed data taken from January 2009 to September 2014. The results obtained show that the ARIMA (1,1,1) model is an appropriate model to predict wind speed. Forecasting results indicate that wind speed data for 2015 have increased and decreased at a certain time.

Keywords: ARIMA, Box-Jenkins, Wind Speed.

Pendahuluan

Setiap makhluk yang hidup di permukaan bumi ini pasti membutuhkan udara, baik manusia, hewan, dan tumbuhan. Lapisan udara di permukaan bumi disebut atmosfer, yang dibagi menjadi beberapa macam, yaitu: nitrogen sebesar 78%, oksigen 21%, serta 1% berupa uap air, karbon dioksida, dan gas-gas lain. Oksigen adalah udara yang sehari-hari kita hirup dan dibutuhkan oleh tubuh manusia dari berbagai jenis udara yang terdapat di atmosfer. Nitrogen bagi tumbuhan membantu mempercepat pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi bibit dan buah, serta memperbaiki kualitas daun dan akar.

Selain itu, udara yang bergerak, atau biasa kita sebut dengan angin, juga memiliki peranan yang besar bagi kehidupan manusia. Bangsa-bangsa Barat yang datang ke Indonesia pada masa lampau menggunakan kapal-kapal yang digerakkan oleh tenaga angin. Angin juga dapat digunakan sebagai sumber energi, caranya yaitu dengan mengubah energi gerak angin menjadi energi listrik. Angin juga dimanfaatkan oleh manusia sebagai sarana rekreasi dan olahraga, seperti: terjun payung, gantole, terbang layang, dan main layang-layangan.

Sebaliknya, kecepatan angin dalam kisaran tertentu (melebihi batas maksimum kondisi aman) juga dapat menimbulkan kerugian bagi manusia. Kecepatan angin yang melebihi 40 km/jam dapat menyebabkan bencana yang tentunya akan sangat merugikan manusia, misalnya rusaknya bangunan akibat badai, tanaman rusak, nelayan tidak dapat melaut akibat gelombang laut meninggi dan lain-lain.

Ditinjau dari segi perekonomian, sebagian masyarakat Kota Pekanbaru bergantung dari hasil pertanian. Angin dalam budidaya pertanian dapat berpengaruh langsung seperti merobohkan tanaman. Namun pengaruh angin secara tidak langsung sangat kompleks baik yang menguntungkan maupun merugikan bagi tanaman. Dengan adanya angin maka akan membantu dalam penyerbukan tanaman dan pembenihan alamiah. Namun kelemahannya juga akan terjadi penyerbukan silang dan penyebaran benih gulma yang tidak dikehendaki. Selain itu, angin merupakan salah satu penyebar hama dan patogen yang dapat mempertinggi serangan hama

dan penyakit yang akan sangat merugikan. Pentingnya meramalkan kecepatan angin untuk menghindari timbulnya kerugian bagi kehidupan manusia inilah yang menjadi latar belakang dari adanya penelitian ini, terutama bagi kota besar seperti Kota Pekanbaru.

Beberapa penelitian mengenai peramalan kecepatan angin telah dilakukan sebelumnya, antara lain oleh Irahmah, dkk (2010), dan Faulina (2010). Perbedaan yang mendasar pada penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah pada metode taksiran yang digunakan. Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan metode Box-Jenkins. Metode Box-Jenkins adalah metode peramalan pada model *time series*. Teknik dalam penggunaan Box-Jenkins berbeda dengan kebanyakan model peramalan yang ada, karena model yang dipilih akan dicek ulang dengan data historis apakah telah menggambarkan data yang tepat. Metode Box-Jenkins terdiri dari beberapa model yaitu *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, *Autoregressive Moving Average (ARMA)* dan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*.

Pada penelitian ini mengemukakan tentang bagaimana menentukan peramalan kecepatan angin di Kota Pekanbaru.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil peramalan kecepatan angin di Kota Pekanbaru Menggunakan metode Box-Jenkins.

Metode Penelitian

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode Box-Jenkins. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisa data sebagai berikut:

1. Jenis dan Sumber Data

a. Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kecepatan angin dari Januari 2009 sampai September 2014.

b. Sumber Data

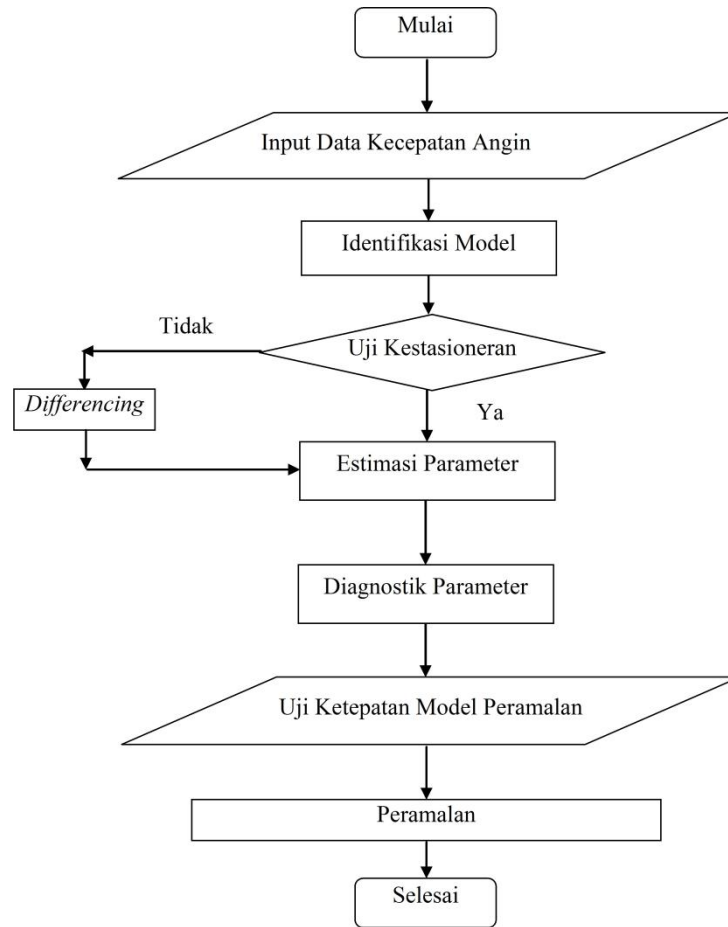
Data diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Pekanbaru.

2. Metode Analisis Data

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|-----------|---|
| Langkah 1 | : Mengumpulkan data, kemudian data diorganisir dan data siap untuk dianalisis |
| Langkah 2 | : Identifikasi Model |
| Langkah 3 | : Uji kestasioneran Data |
| Langkah 4 | : Estimasi Parameter |
| Langkah 5 | : Uji Kesesuaian Model |
| Langkah 6 | : Peramalan |

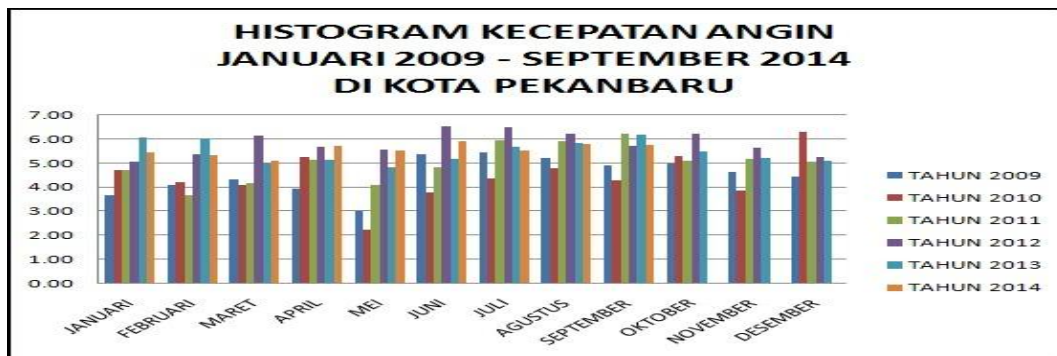
Jalannya penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Kecepatan angin di Kota Pekanbaru mengalami perubahan setiap bulannya. Rata-rata kecepatan angin perbulan dapat digambarkan pada histogram sebagai berikut:



Gambar 2 Histogram Kecepatan Angin

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kecepatan angin di Kota Pekanbaru mengalami perubahan setiap bulannya. Kecepatan angin yang terbesar terjadi pada Juni 2012 yaitu sebesar 6,53 knot dan yang terkecil terjadi pada Mei 2010 yaitu sebesar 2,25 knot. Perubahan kecepatan angin disebabkan oleh besar kecilnya gradien barometrik, ketinggian angin bertiup dari muka bumi, relief bumi, dan ada tidaknya vegetasi. Besar kecilnya gradient barometrik yang dimaksud adalah kekuatan angin berbanding lurus dengan gradien barometer. Sementara itu, kekuatan angin ditentukan oleh kecepatannya. Semakin cepat angin

bertiup, semakin besar kekuatannya. Berikut adalah statistik deskriptif kecepatan angin yang disajikan dalam Tabel 1.

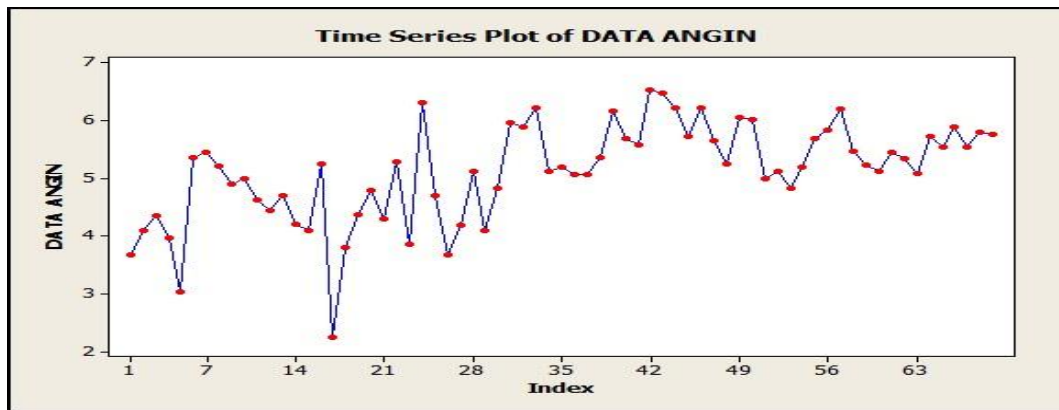
Tabel 1 Statistik Deskriptif Kecepatan Angin

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Kecepatan Angin	69	2,25	6,53	5,12

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata perbulan kecepatan angin adalah 5.12 knot dengan kecepatan angin minimum adalah 2,25 knot dan maksimumnya adalah 6,53 knot.

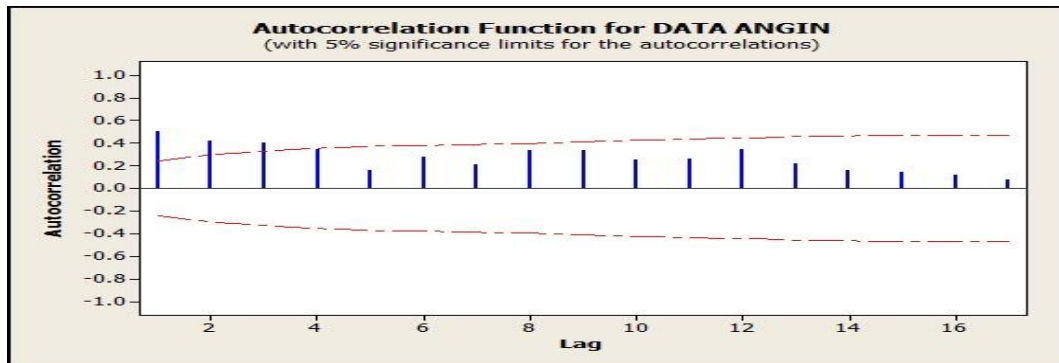
Pembentukan Model Peramalan Kecepatan Angin

Langkah 1. Identifikasi Model

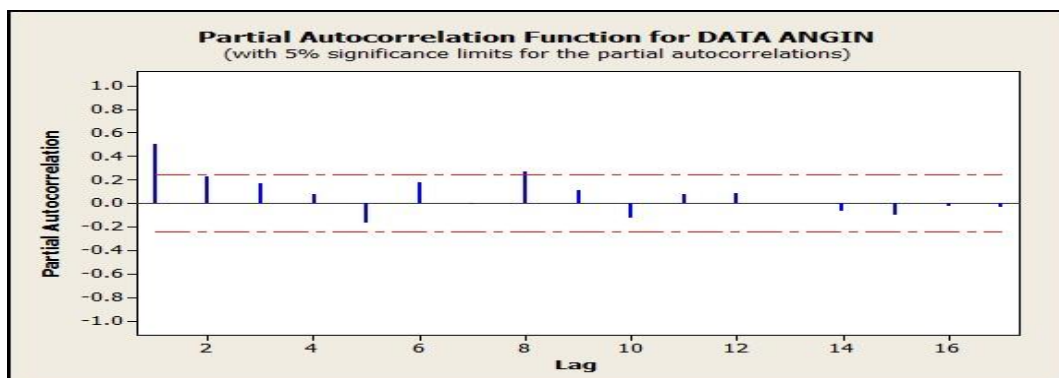


Gambar 3 Grafik Data Aktual Kecepatan Angin

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat secara kasat mata bahwa data tidak stasioner.

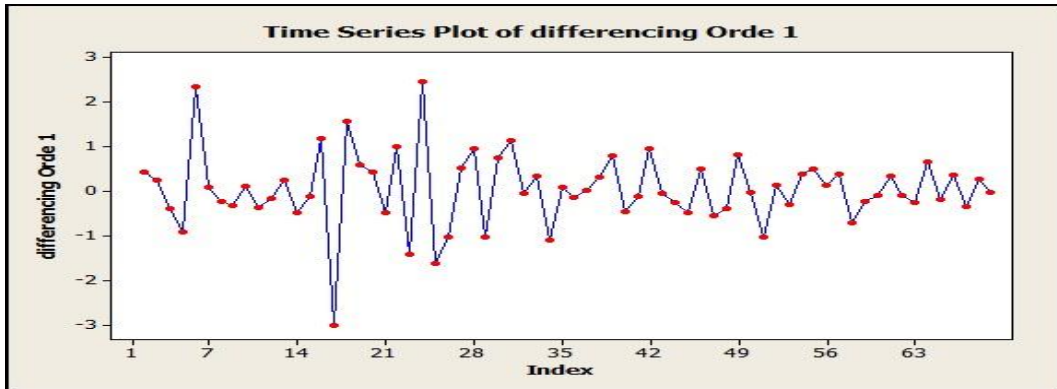


Gambar 4 Grafik ACF Data Aktual



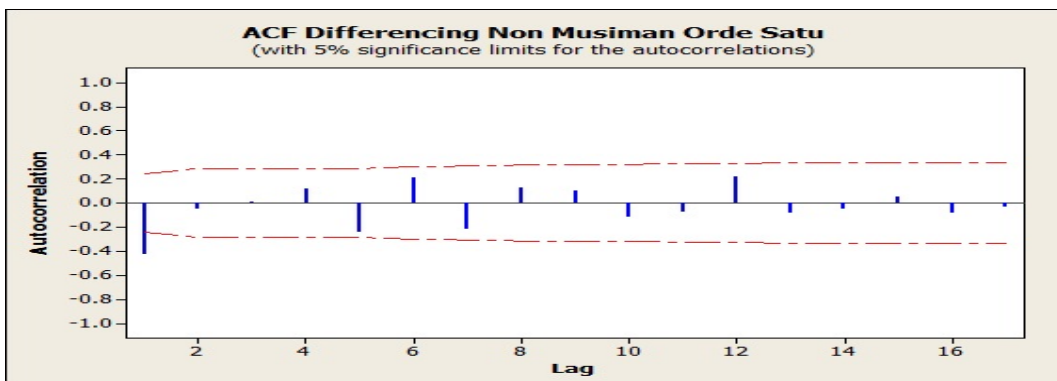
Gambar 5 Grafik PACF Data Aktual

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 dapat dilihat bahwa lag-lag pada grafik autokorelasi tidak turun secara eksponen. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak stasioner karena adanya unsur tren naik. Untuk menghilangkan unsur tren pada data dapat dilakukan dengan *differencing* non musiman orde satu.

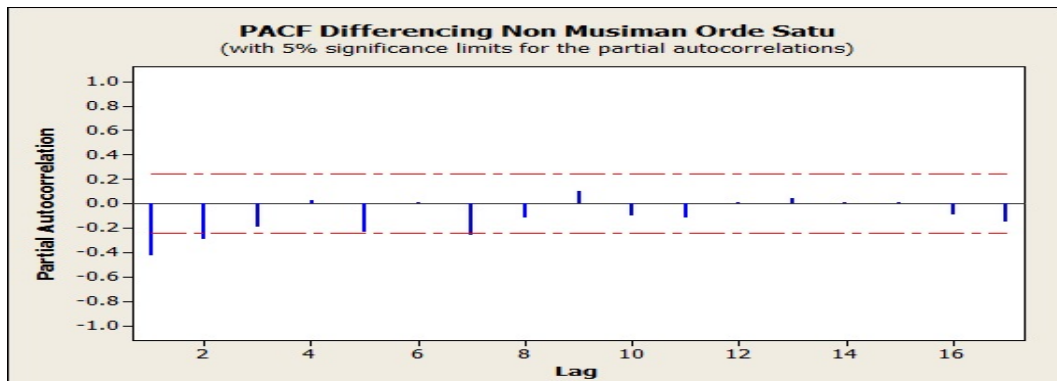


Gambar 6 Grafik Data Hasil *Differencing* Non Musiman Orde Satu

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa data sudah tidak mengandung unsur tren naik.



Gambar 7 Grafik ACF *Differencing* Non Musiman Orde Satu



Gambar 8 Grafik PACF *Differencing* Non Musiman Orde Satu

Berdasarkan Gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa data sudah stasioner dari unsur tren karena lag-lag pada grafik ACF dan PACF hasil *differencing* non musiman sudah turun secara eksponensial. Lag-lag pada grafik PACF turun secara eksponensial dan ACF terpankaskan setelah lag 1, sehingga model sementara yang diperoleh berdasarkan *differencing* non musiman orde satu untuk meramalkan kecepatan angin di Kota Pekanbaru adalah :

1. ARIMA (1,1,1)

Model matematisnya adalah sebagai berikut :

$$X_t = \delta + e_t + (1 + \phi_1)X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} - \theta_1 e_{t-1} \quad (1)$$

2. ARIMA (0,1,1)
Model matematisnya adalah sebagai berikut :
$$X_t = \delta + e_t + X_{t-1} - \theta_1 e_{t-1} \tag{2}$$
3. ARIMA (1,1,0)
Model matematisnya adalah sebagai berikut :
$$X_t = \delta + e_t + (1 + \phi_1)X_{t-1} - \phi_1 X_{t-2} \tag{3}$$
4. ARIMA (2,1,1)
Model matematisnya adalah sebagai berikut :
$$X_t = \delta + e_t + (1 + \phi_1)X_{t-1} - (\phi_1 - \phi_2)X_{t-2} - \phi_2 X_{t-3} - \theta_1 e_{t-1} \tag{4}$$
5. ARIMA (2,1,0)
Model matematisnya adalah sebagai berikut :
$$X_t = \delta + e_t + (1 + \phi_1)X_{t-1} - (\phi_1 - \phi_2)X_{t-2} - \phi_2 X_{t-3} \tag{5}$$

Langkah 2. Estimasi Parameter Model

1. Estimasi Parameter Model ARIMA (1,1,1)

Tabel 2 Estimasi Parameter Model ARIMA (1, 1, 1)

Parameter	Koefisien	P-value
ϕ_1	0,2926	0,018
θ_1	1,0293	0,000
δ	0,014980	0,000

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji signifikansi terhadap parameter model dengan cara membandingkan nilai *P-value* pada setiap parameter model dengan level toleransi α , dengan hipotesis:

H_0 : Parameter model tidak signifikan dalam model

H_1 : Parameter model signifikan dalam model

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap penaksiran parameter, maka parameter yang signifikan dalam model adalah $\phi_1 = 0,2926$, $\theta_1 = 1,0293$ dan $\delta = 0,014980$. Sehingga bentuk matematis dari model tersebut dapat dirumuskan kembali sebagai berikut:

$$X_t = 0,014980 + e_t + 1,2926X_{t-1} - 0,2926X_{t-2} - 1,0293e_{t-1} \tag{6}$$

2. Estimasi Parameter Model ARIMA (0,1,1)

Tabel 3 Estimasi Parameter Model ARIMA (0, 1, 1)

Parameter	Koefisien	P-value
θ_1	0,7905	0,000
δ	0,02350	0,198

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap penaksiran parameter, maka parameter yang signifikan dalam model adalah $\theta_1 = 0,7905$. Sehingga bentuk matematis dari model tersebut dapat dirumuskan kembali sebagai berikut:

$$X_t = e_t + X_{t-1} - 0,7905e_{t-1} \tag{7}$$

3. Estimasi Parameter Model ARIMA (1,1,0)

Tabel 4 Estimasi Parameter Model ARIMA (1, 1, 0)

Parameter	Koefisien	P-value
ϕ_1	-0,4314	0,000
δ	0,04189	0,648

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap penaksiran parameter, maka parameter yang signifikan dalam model adalah $\phi_1 = -0,4314$. Sehingga bentuk matematis dari model tersebut dapat dirumuskan kembali sebagai berikut:

$$X_t = e_t + 0,5686X_{t-1} + 0,4314X_{t-2} \tag{8}$$

4. Estimasi Parameter Model ARIMA (2,1,1)

Tabel 5 Estimasi Parameter Model ARIMA(2, 1, 1)

Parameter	Koefisien	P-value
ϕ_1	-1,2636	0,000
ϕ_2	-0,2641	0,028
θ_1	-1,0171	0,000
δ	0,1106	0,539

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap penaksiran parameter, maka parameter yang signifikan dalam model adalah $\phi_1 = -1,2636$, $\phi_2 = -0,2641$ dan $\theta_1 = 0,1106$. Sehingga bentuk matematis dari model tersebut dapat dirumuskan kembali sebagai berikut:

$$X_t = e_t - 0,2636X_{t-1} + 0,9995X_{t-2} + 0,2641X_{t-3} - 0,1106e_{t-1} \quad (9)$$

5. Estimasi Parameter Model ARIMA (2,1,0)

Tabel 6 Estimasi Parameter Model ARIMA(2, 1, 0)

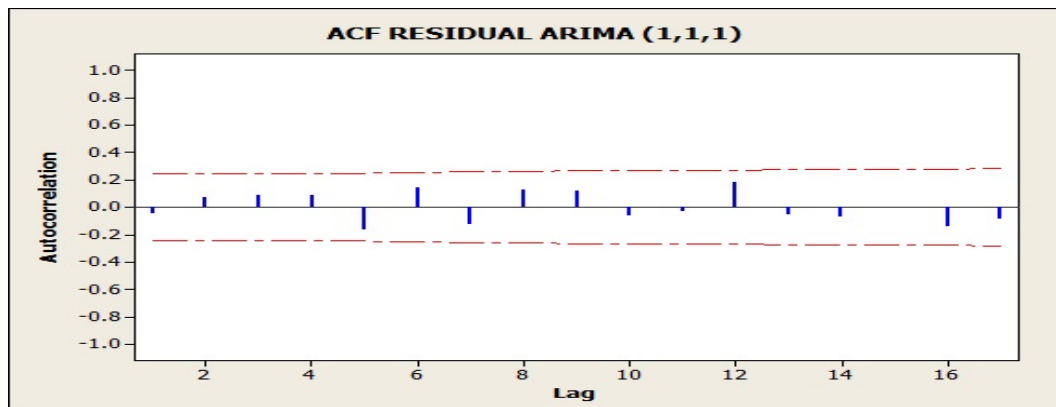
Parameter	Koefisien	P-value
ϕ_1	-0,5587	0,000
ϕ_2	-0,2938	0,016
δ	0,05077	0,565

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap penaksiran parameter, maka parameter yang signifikan dalam model adalah $\phi_1 = -0,5587$ dan $\phi_2 = -0,2938$. Sehingga bentuk matematis dari model tersebut dapat dirumuskan kembali sebagai berikut:

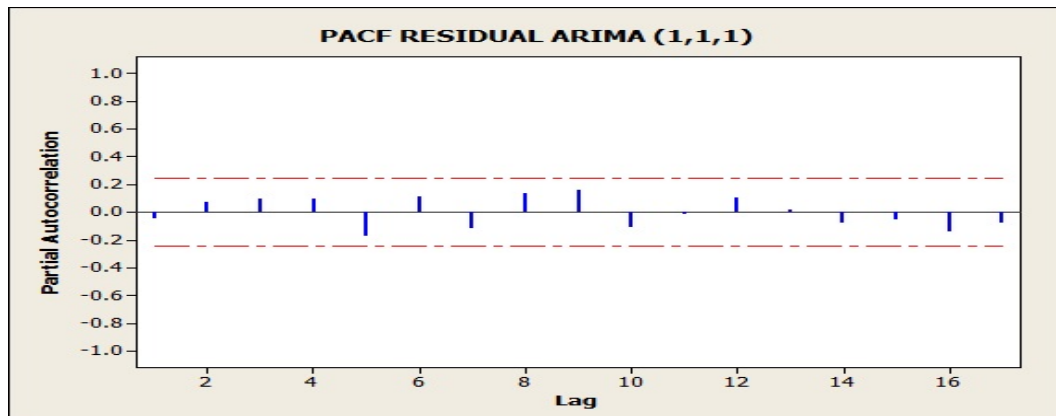
$$X_t = \delta + e_t + 0,4413X_{t-1} + 0,2649X_{t-2} + 0,2938X_{t-3} \quad (10)$$

Langkah 3. Pemeriksaan Diagnostik

a. Uji Independensi Residual



Gambar 9 ACF Residual Model ARIMA(1, 1, 1)



Gambar 10 PACF Residual Model ARIMA(1, 1, 1)

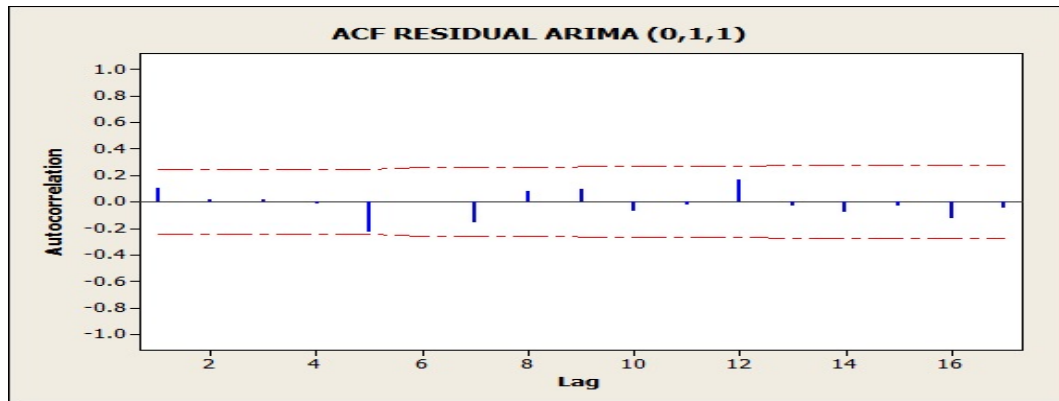
Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat dilihat bahwa tidak terdapat lag yang memotong garis batas atas dan batas bawah korelasi residual, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model tidak berkorelasi.

Tabel 7 Output Ljung-Box Model ARIMA(1, 1, 1)

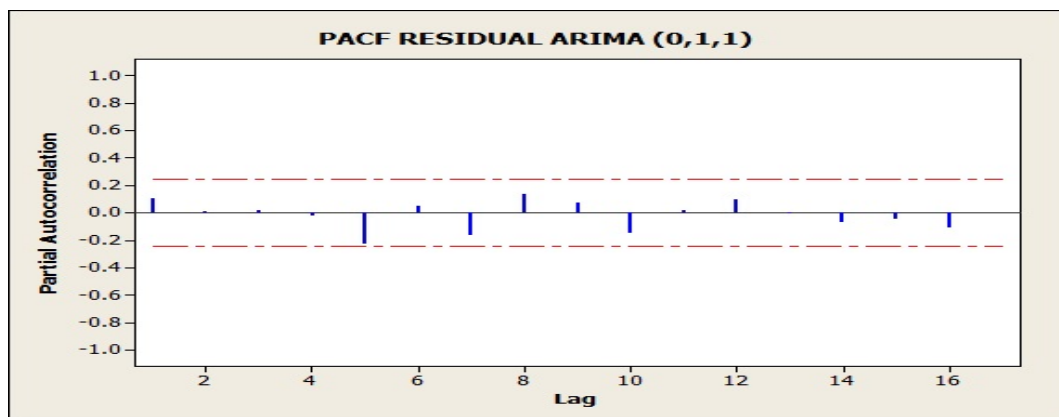
Lag	12	24	36	48
P-value	0,207	0,316	0,450	0,794

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai $P - value$ untuk setiap lag lebih besar dari selang kepercayaan 5% yaitu $P - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model mengikuti proses random.

2. Uji Independensi Residual Model ARIMA (0,1,1)



Gambar 11 ACF Residual Model ARIMA(0, 1, 1)



Gambar 12 PACF Residual Model ARIMA(0, 1, 1)

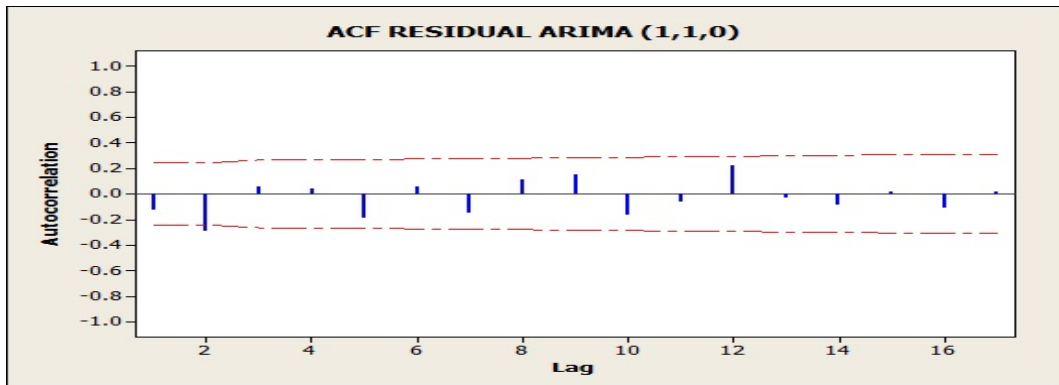
Berdasarkan Gambar 11 dan 12 dapat dilihat bahwa tidak terdapat lag yang memotong garis batas atas dan batas bawah korelasi residual, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model tidak berkorelasi.

Tabel 8 Output Ljung-Box Model ARIMA(0, 1, 1)

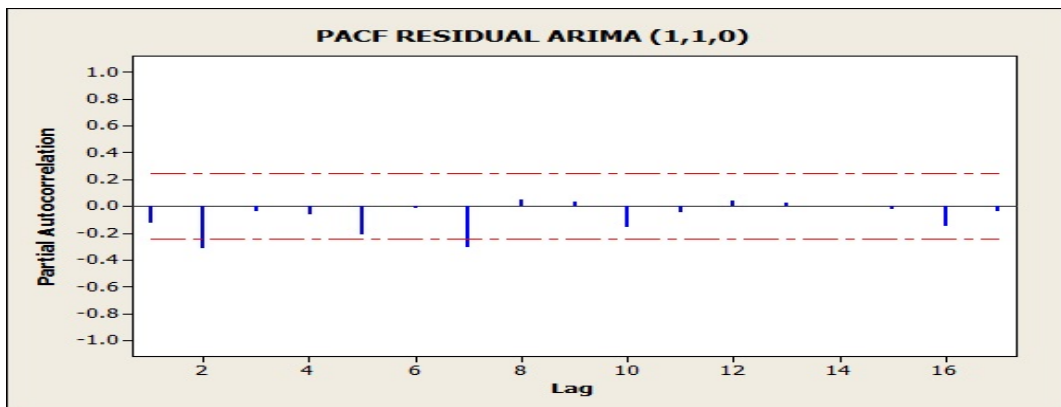
Lag	12	24	36	48
P-value	0,364	0,507	0,323	0,671

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai $P - value$ untuk setiap lag lebih besar dari selang kepercayaan 5% yaitu $P - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model mengikuti proses random.

3. Uji Independensi Residual Model ARIMA (1,1,0)



Gambar 13 ACF Residual Model ARIMA(1, 1, 0)



Gambar 14 PACF Residual Model ARIMA(1, 1, 0)

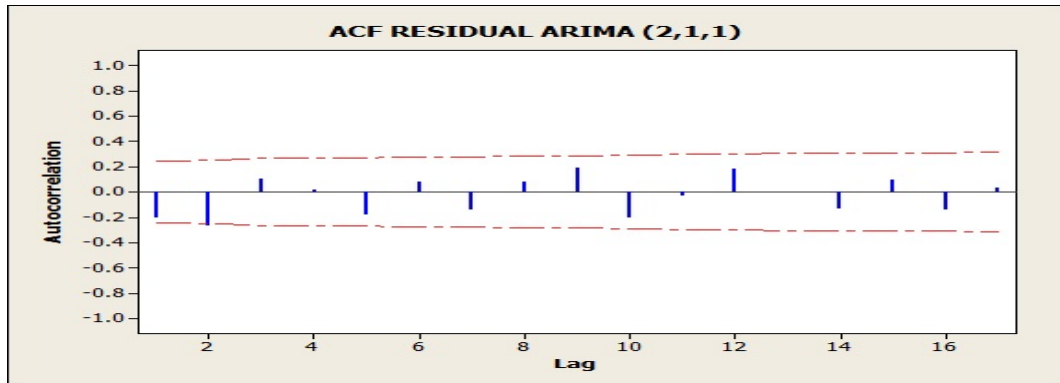
Berdasarkan Gambar 13 dan 14 dapat dilihat bahwa terdapat lag yang memotong garis batas atas dan batas bawah korelasi residual, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model berkorelasi.

Tabel 9 Output Ljung-Box Model ARIMA(1, 1, 0)

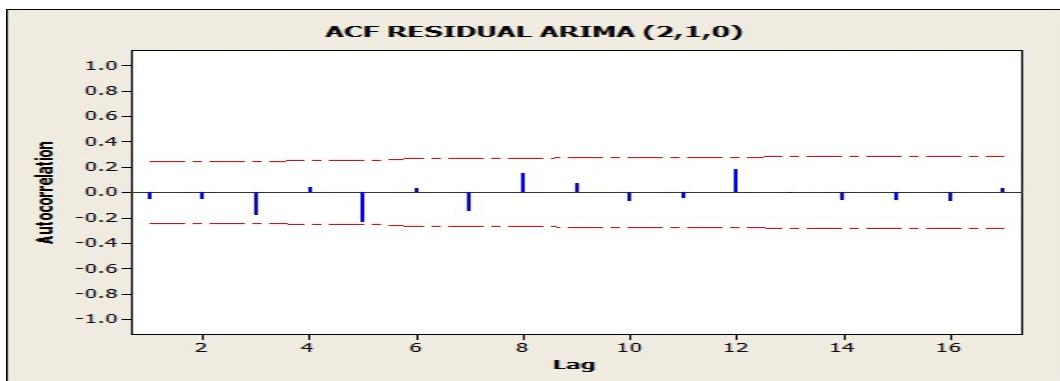
Lag	12	24	36	48
P-value	0,016	0,043	0,133	0,380

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa hanya lag 36 dan 48 yang memiliki nilai $P - value$ yang lebih besar dari selang kepercayaan 5% atau $P - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak layak digunakan.

4. Uji Independensi Residual Model ARIMA(2,1,1)



Gambar 15 ACF Residual Model ARIMA(2, 1, 1)



Gambar 16 PACF Residual Model ARIMA (2,1,1)

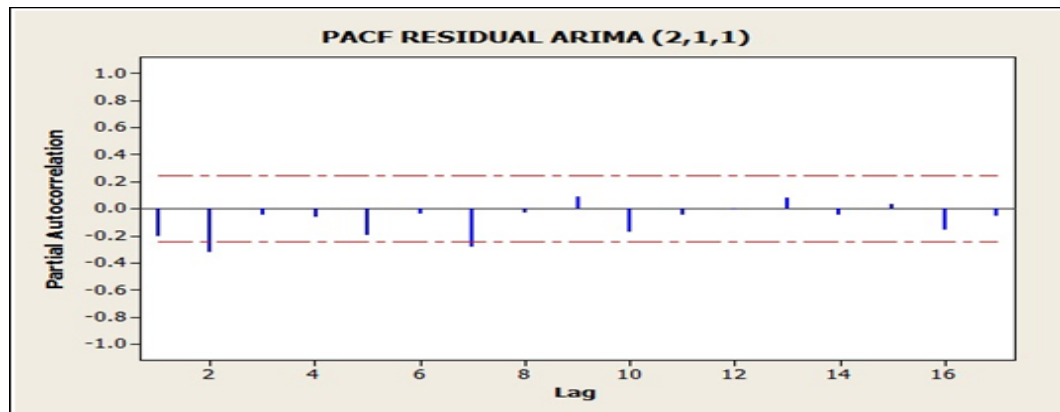
Berdasarkan Gambar 15 dan 16 dapat dilihat terdapat lag yang memotong garis batas atas dan batas bawah korelasi residual, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model berkorelasi.

Tabel 10 Output Ljung-Box Model ARIMA(2, 1, 1)

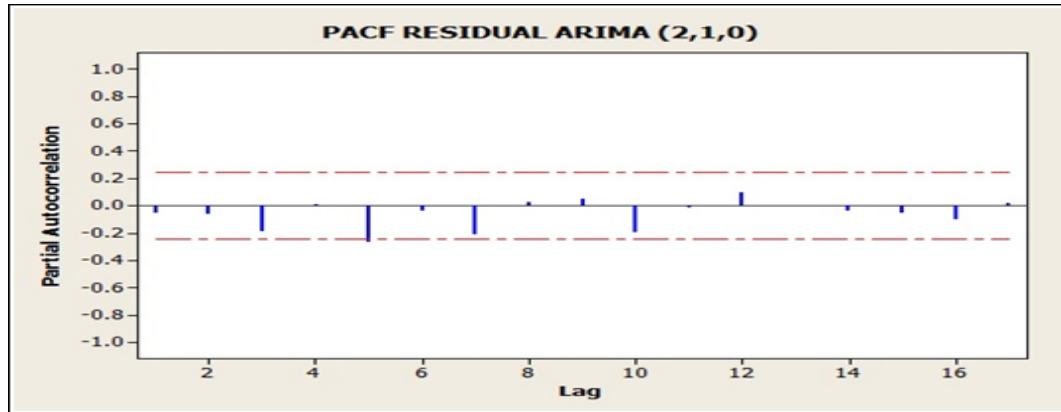
Lag	12	24	36	48
P-value	0,004	0,015	0,070	0,240

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa hanya lag 48 yang memiliki nilai $P - value$ lebih besar dari selang kepercayaan 5% yaitu $P - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak layak digunakan.

5. Uji Independensi Residual Model ARIMA (2,1,0)



Gambar 17 ACF Residual Model ARIMA (2,1,0)



Gambar 18 PACF Residual Model ARIMA (2,1,0)

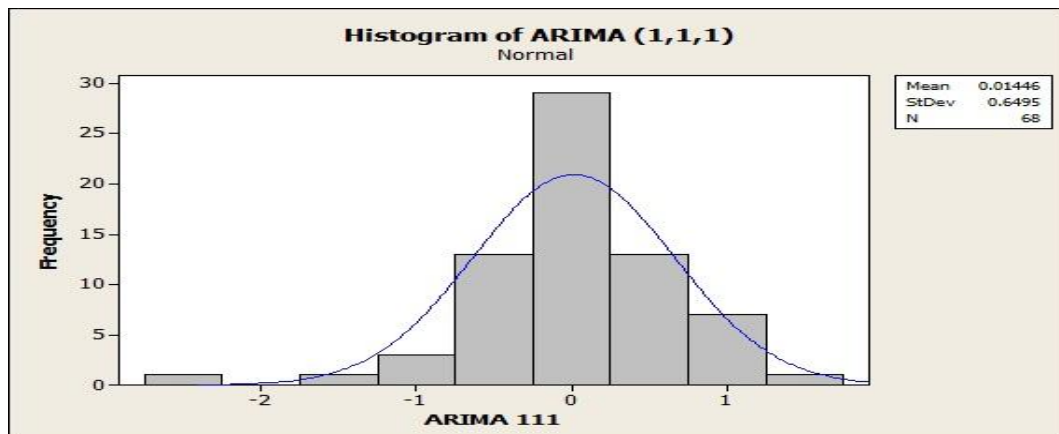
Berdasarkan Gambar 17 dan 18 dapat dilihat bahwa terdapat lag yang memotong garis batas atas dan batas bawah korelasi residual, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual yang dihasilkan model berkorelasi.

Tabel 11 Output Ljung-Box Model ARIMA(2, 1, 0)

Lag	12	24	36	48
P-value	0,011	0,042	0,172	0,312

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa hanya lag 36 dan lag 48 yang memiliki nilai $P - value$ lebih besar dari selang kepercayaan 5% yaitu $P - value > \alpha$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak layak digunakan.

b. Uji Kenormalan Residual



Gambar 19 Histogram Residual yang dihasilkan Model ARIMA(1, 1, 1)

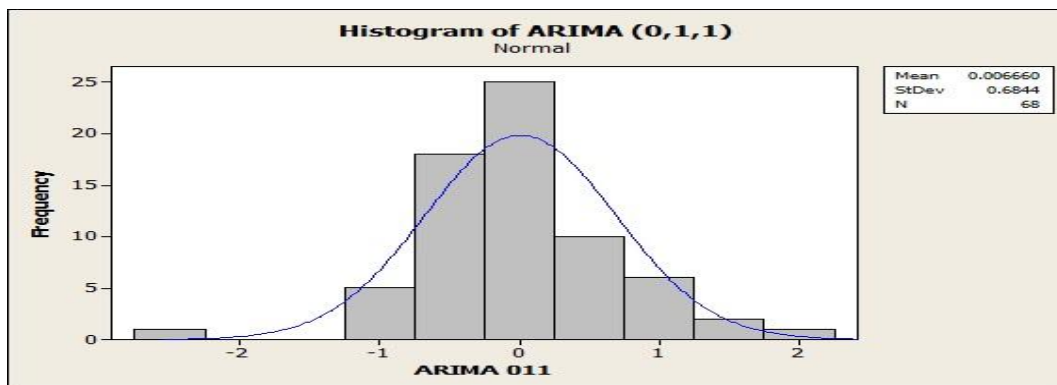
Berdasarkan Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa residual model telah mengikuti pola kurva normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model telah memenuhi asumsi kenormalan.

Tabel 12 Uji *Kolmogorov-Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		RESIDUALAR IMA11
N		68
Normal Parameters ^a	Mean	.0145
	Std. Deviation	.64952
Most Extreme Differences	Absolute	.098
	Positive	.068
	Negative	-.098
Kolmogorov-Smirnov Z		.805
Asymp. Sig. (2-tailed)		.536

a. Test distribution is Normal.

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi sebesar 0,536 lebih besar dari 0,05. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.



Gambar 20 Histogram Residual yang dihasilkan Model ARIMA(0, 1, 1)

Berdasarkan Gambar 20 dapat dilihat bahwa residual model telah mengikuti pola kurva normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa residual model telah memenuhi asumsi kenormalan.

Tabel 13 Uji *Kolmogorov-Smirnov*

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		RESIDUALAR IMA011
N		68
Normal Parameters ^a	Mean	.0067
	Std. Deviation	.68442
Most Extreme Differences	Absolute	.110
	Positive	.110
	Negative	-.062
Kolmogorov-Smirnov Z		.911
Asymp. Sig. (2-tailed)		.377

a. Test distribution is Normal.

Berdasarkan Tabel 13 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi sebesar 0,377 lebih besar dari 0,05. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

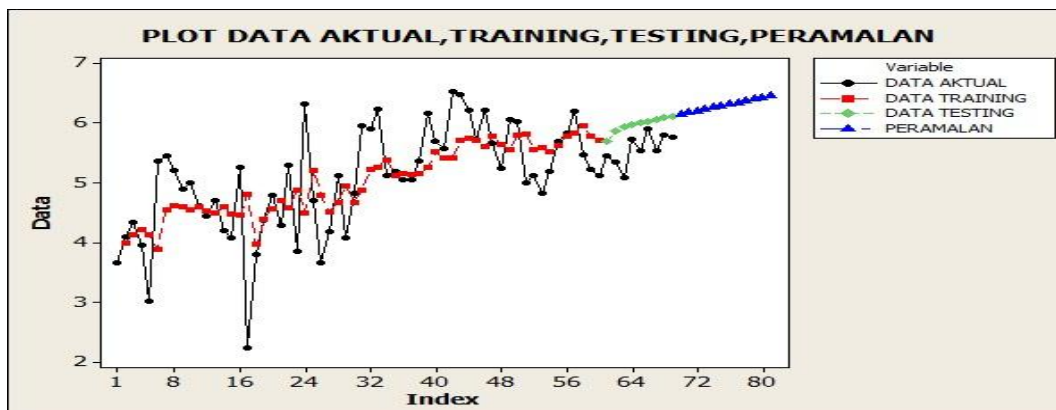
Berdasarkan uji yang dilakukan pada tahap pemeriksaan diagnostik maka model ARIMA(1,1,1) dan ARIMA(0,1,1) layak digunakan untuk tahap peramalan. Untuk pemilihan model terbaik, maka dilihat dari *Mean Square Error* (MSE) yang terkecil dan diperoleh MSE untuk ARIMA (0,1,1) adalah 0,461582 dan MSE untuk ARIMA (1,1,1) adalah 0,415883.

Langkah 4. Peramalan

Untuk hasil peramalan yang lebih lengkap akan disajikan dalam Tabel 14 sebagai berikut:

Tabel 14 Hasil Peramalan Kecepatan Angin

No	Bulan/Tahun	Kecepatan Angin
1	Oktober 2014	6,14710
2	November 2014	6,17568
3	Desember 2014	6,20425
4	Januari 2015	6,23283
5	Februari 2015	6,26140
6	Maret 2015	6,28997
7	April 2015	6,31855
8	Mei 2015	6,34712
9	Juni 2015	6,37570
10	Juli 2015	6,40427
11	Agustus 2015	6,43284
12	September 2015	6,46142



Gambar 21 Grafik Peramalan Training, Testing dan Peramalan Kecepatan Angin Tahun 2015