ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 3, Nomor 4, Tahun 2014, Halaman 701 - 710
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

VERIFIKASI MODEL ARIMA MUSIMAN MENGGUNAKAN PETA KENDALI *MOVING RANGE*
(Studi Kasus : Kecepatan Rata-rata Angin di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Maritim Semarang)

Kiki Febri Azriati[1], Abdul Hoyyi[2], Moch. Abdul Mukid[3]
[1]Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro
[2,3]Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT
Forecasting method Box-Jenkins ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) is a forecasting method that can provide a more accurate forecasting results. To verify the model obtained using the one Moving Range Chart. The control charts are used to determine the change in the pattern of file seen from the residual value (the difference between the actual file and the file forecasting). File used in this study the average wind speed in the Tanjung Emas harbor during January 2008 to December 2013. The best of Seasonal ARIMA model is ARIMA (0,0,1) (0,0,1) 12. The results of the verification using the Moving Range Control Chart on the model showed that all residual values are within control limits to the length of the shortest interval, means of verification results show that the model is a good model used for forecasting future periods. Forecasting is generated during the period of the next 15 shows the seasonal pattern. This is shown in the figure forecast 2014 average wind speeds are highest in January, as well as forecasting the 2015 figures the average speed of the highest winds also occurred in January. Forecasting results reflect past file, because the actual file used also showed a seasonal pattern with the same seasonal period is annual, where the numbers mean wind speeds are highest in January.

Keywords : Seasonal ARIMA, Moving Range Control Chart, Mean wind speeds.

1. PENDAHULUAN

Peramalan adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya tergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat kita lihat pada waktu keputusan itu diambil (Soejoeti, 1987). Peramalan juga berfungsi untuk mengurangi ketidakpastian akan suatu hal yang akan terjadi di masa yang akan datang.

Salah satu metode peramalan adalah analisis *time series.* Asumsi yang sangat penting dalam mempelajari runtun waktu adalah stasioneritas. Model *time series* yang sangat terkenal adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk proses-proses *non*-stasioner dan untuk data yang univariat. Dasar dari pendekatan metode ini terdiri dari tiga tahap yaitu : identifikasi, penaksiran, dan pengujian serta penerapan.

Langkah penting setelah peramalan adalah melakukan verifikasi peramalan menggunakan Peta Kendali *Moving Range* untuk mengetahui adanya perubahan pola pada data. Peta ini dirancang untuk membandingkan nilai aktual dengan nilai hasil peramalan pada periode yang sama atau nilai residualnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Metode Peramalan ARIMA Box-Jenkins

Model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) telah dipelajari secara mendalam oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976). Model ARIMA Box-Jenkins digunakan untuk mengolah *time series* yang univariat. Salah satu model pada metode ARIMA Box-Jenkins yang digunakan untuk kasus time seris yang memiliki faktor musiman adalah model ARIMA Musiman. Untuk dapat diolah dengan menggunakan metode ARIMA Box-Jenkins, suatu data *time series* harus memenuhi syarat stasioneritas.

2.2. Stasioneritas

1. Kestasioneran terhadap rata-rata

   Suatu proses stasioner dalam rata-rata jika $E(Z_t) = \mu_t = \mu$ adalah konstan untuk setiap t. Untuk memeriksa kestasioneran ini dapat digunakan diagram deret waktu (*time series plot*) yaitu diagram pencar antara nilai peubah Z_t dengan waktu t. Dapat juga dengan menggunakan uji *unit root* yang bertujuan untuk mengetahui apakah data tersebut mengandung *unit root* atau tidak. Salah satu dari uji *unit root* ini yang digunakan adalah *Augmented Dickey Fuller* (ADF-*test*) dimana filosofi dari uji ADF ini adalah dengan mengikuti proses *autoregressive* orde pertama atau AR(1).
2. Kestasioneran terhadap varians

   Suatu proses stasioner pada varians jika $Var(Z_t) = E(Z_t - \mu_t)^2 = \sigma^2$ adalah konstan untuk setiap t. Pengujian stasioneritas dalam varians dapat menggunakan uji Bartlett. Jika data tidak stasioner dalam varians maka digunakan transformasi data. Menurut Rosadi (2012), transformasi yang biasa digunakan adalah *Box-Cox Transformation*.

2.4. Autocorrelation Function (ACF)

Menurut Makridakis (1999) pada dasarnya koefisien autokorelasi menunjukkan korelasi antara deret berkala dengan deret berkala itu sendiri dengan selisih waktu (lag) 0, 1, 2 periode atau lebih.

kovarian antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\gamma_k = Cov(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu),$$

Dan korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah

$$\rho_k = \frac{Cov(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{Var(Z_t)}\sqrt{Var(Z_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$$

2.5. *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Menurut Sukarna (2006) autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Z_t dan Z_{t-k} apabila pengaruh dari lag waktu (*time lag*)1, 2, 3,…,k-1 dianggap terpisah. Koefisien autokorelasi parsial orde m didefinisikan sebagai koefisien *autoregresif* terakhir dari model AR (m).

2.6. Model Runtun Waktu Non-Musiman

1. **Model *Autoregresive* orde *p* atau AR (*p*)**

   Menurut Makridakis (1999) nilai koefisien parameter AR terbatas antara -1 sampai dengan +1 untuk proses AR (1) sedangkan untuk AR (2) nilai koefisien parameternya adalah $-2 < \Phi_1 < 2$ dan $-1 < \Phi_2 < 1$. Modelnya dapat dituliskan sebagai berikut:

   $$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} + a_t$$
2. **Model *Moving Average* orde *q* atau MA (*q*)**

   Menurut Wei (2006) batasan nilai koefisien parameter proses MA untuk MA (1) adalah $|\theta_1| < 1$ sedangkan untuk parameter proses MA (2) adalah $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$, dan $-1 < \theta_2 < 1$. Proses MA berorde q dapat ditulis sebagai berikut:

$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$

3. **Model *Autoregressive Moving Average* atau ARMA (*p,q*)**

Secara umum bentuk persamaan model ARMA (p,q) adalah:

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \ldots + \Phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

model ini juga dapat dinyatakan dalam operator *backward shift*, yaitu (Wei, 2006)

$$\Phi(B)\, Z_t = \theta(B)\, a_t$$

4. **Model *Autoregressive Intergrated Moving Average* atau ARIMA (*p,d,q*)**

Proses ARIMA ini merupakan model *time series* yang nonstasioner. Model ARIMA didefinisikan dengan tiga orde yaitu *p, d*, dan *q*, dimana *p* merupakan orde dari model AR, orde *q* merupakan orde dari MA, dan orde d adalah orde dari proses pembedaan. Jadi model ARIMA dapat dituliskan dengan ARIMA (*p,d,q*). Bentuk umum model ini adalah:

$$Z_t=(1+\Phi_1)Z_{t-1}+(\Phi_2-\Phi_1)Z_{t-2}+\ldots+(\Phi_p-\Phi_{p-1})Z_{t-p}-\Phi_P Z_{t-p-1}+a_t+\theta_1 a_{t-1}+\ldots+\theta_q a_{t-q} \quad (2.26)$$

atau biasa ditulis dengan

$$\Phi_p (B)\, (1-B)^d\, Z_t = \theta_q (B)\, a_t$$

2.7. Model Runtun Waktu Musiman

Time *series* musiman yaitu *time series* yang mempunyai sifat "berulang" setelah sekian periode waktu tertentu, misalnya satu tahun, satu bulan, triwulan dan seterusnya.

Menurut Wei (2006) Secara umum bentuk model ARIMA musiman multiplikatif $(p,d,q)(P,D,Q)^s$ adalah:

$$\Phi_p(B)\emptyset_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

2.8. Identifikasi Model ARIMA

Pada analisis runtun waktu, bagian yang paling penting adalah identifikasi dan membentuk model berdasarkan pada data yang ada. Dalam identifikasi model berlaku prinsip *parsimony*, yaitu melibatkan parameter sedikit mungkin (Soejoeti, 1987).

2.9. Estimasi Parameter Model ARIMA

Langkah selanjutnya adalah menaksir parameter-parameter AR dan MA. Metode yang digunakan untuk estimasi parameter adalah metode *ordinary least squares* atau metode kuadrat terkecil.

Estimasi parameter ARIMA dilakukan hingga membuat nilai jumlah kuadrat galat menjadi kecil atau minimum, yaitu $S(\widehat{\Phi}_1,\hat{\theta}) = \min \sum_{t=1}^{n} {a_t}^2$.

2.10. Pemeriksaan Diagnostik

Langkah selanjutnya adalah menguji model tersebut untuk mengetahui bahwa model tersebut cukup baik digunakan untuk peramalan. Terdapat dua uji yaitu :

1. **Uji Asumsi Normalitas Residual**

Digunakan uji normalitas dengan Kolmogorov-Smirnov. Normalitas residual juga dapat dilihat melalui grafik *Normality Probability Plot Residual*, jika residu mengikuti garis diagonal maka residual berdistribusi normal.

2. **Uji Independensi Residual**

Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi residual antar lag. Dua lag dikatakan tidak berkorelasi apabila antar-lag tidak ada korelasi cukup berarti. Uji yang dilakukan adalah metode *Box-Pierce.*

2.11. Pemilihan Model Terbaik

Mean Square Error (MSE) adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa peramalannya. Kriteria MSE dirumuskan sebagai berikut:

MSE = $\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\hat{a}_t^2$

2.12. Verifikasi dan Pengendalian Peramalan

Menurut Kusuma (2004) langkah penting setelah peramalan dibuat adalah melakukan verifikasi peramalan sedemikian rupa sehingga hasil peramalan tersebut benar-benar mencerminkan data masa lalu.

Peta kendali peramalan atau Peta Kendali *Moving Range* dirancang untuk membandingkan data aktual dengan nilai peramalan. Peta kendali peramalan digunakan untuk menguji kestabilan pola data. *Moving Range* dapat didefinisikan sabagai:

$$MR = |(\hat{z}_t - z_t)-(\hat{z}_{t-1} - z_{t-1})|$$

Adapun rata-rata *Moving Range* didefinisikan sebagai berikut:

$$\overline{MR} = \sum_{t=2}^{n}\frac{MR_t}{n-1}$$

Garis tengah Peta Kendali *Moving Range* adalah pada titik nol.

Menurut Feigenbaum (1991) untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah pada peta *Moving Range* atau grafik individual adalah dengan menggunakan 3-sigma, dimana hubungan $\overline{MR}$ dengan standar deviasi sebagai berikut:

$$3\sigma = \frac{3}{d_2}\overline{MR}$$

Dengan E_2 merupakan konstanta yang nilainya $\frac{3}{d_2}$ dengan d_2=1,128 diperoleh dari Tabel Batas Kendali 3-sigma dengan n=2 maka nilai E_2=2,66, sehingga menghasilkan rumus:

$$\text{BKA} = \bar{a} + E_2\overline{MR} = \bar{a} + 2{,}66\overline{MR}$$

$$\text{BKB} = \bar{a} - E_2\overline{MR} = \bar{a} - 2{,}66\overline{MR}$$

Sementara itu, variabel yang akan diplot ke dalam Peta Kendali *Moving Range* adalah selisih antara nilai peramalan dan nilai aktual atau nilai residual.

$\Delta z_t = \hat{z}_t - z_t$

Jika semua titik berada di dalam batas kendali, diasumsikan peramalan data yang dihasilkan telah cukup baik.

2.13. Peramalan

Dari tahap identifikasi, estimasi, dan diagnosa memberikan kesimpulan bahwa model yang diperoleh sudah tepat, maka model terbaik tersebut dapat digunakan untuk peramalan beberapa periode yang akan datang. Agar hasil ramalan dari model ARIMA Musiman dapat digunakan, maka hasil ramalan deret waktu harus berada di dalam ambang batas (1-α *confident interval*).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Dalam penulisan skripsi ini menggunakan data sekunder kecepatan rata-rata angin di wilayah Pelabuhan Tanjung Emas Semarang dan sekitarnya yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Maritim Semarang dari bulan Januari 2008 sampai bulan Desember 2013.

3.2. Langkah Analisis

Setelah data diperoleh, maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menganalisis data adalah :

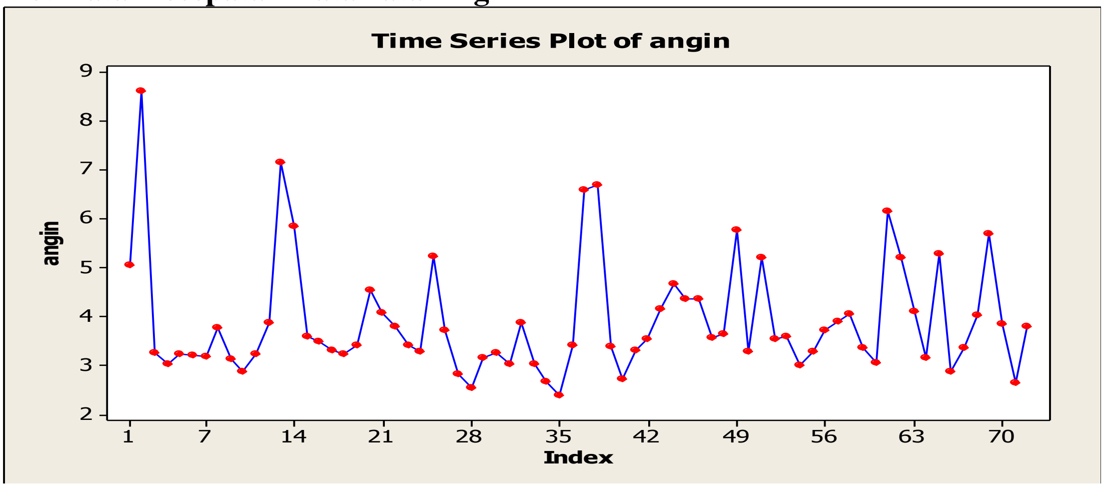
1. Membuat plot *time series* menggunakan minitab 14. Ini dilakukan untuk melihat pola kecepatan rata-rata angin dari data *time series* yang ada menggunakan suatu diagram atau grafik.

2. Melakukan pemeriksaan pada data apakah data sudah stasioner atau belum, menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) untuk memeriksa apakah data sudah stasioner dalam mean dan melalui grafik transformasi *Box-Cox* dan uji Bartlett untuk memeriksa apakah data sudah stasioner dalam varian.
3. Melakukan proses pembedaan (*differencing*) jika tidak memenuhi asumsi stasioner dalam rata-rata dan melakukan transformasi data jika tidak memenuhi asumsi stasioneritas dalam varians untuk data.
4. Membuat plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk melihat apakah terdapat efek musiman atau tidak serta untuk melihat panjang musiman dari data dan juga untuk mengukur hubungan keeratan antar pengamatan suatu deret waktu
5. Penetapan model untuk sementara atau mengidentifikasi model ARIMA berdasarkan dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)
6. Penaksiran parameter dari semua model ARIMA Musiman yang mungkin dari data.
7. Menguji signifikansi parameter model ARIMA Musiman dan memilih model dengan semua parameter yang dihasilkan.
8. Pemeriksaan atau diagnosa apakah model memadai yaitu meliputi uji independensi residual dan uji kenormalan residual.
9. Mengevaluasi model peramalan yang telah didapatkan dengan menghitung nilai MSE, serta dilakukan pemilihan model terbaik berdasarkan nilai MSE yang paling kecil.
10. Menghitung residual yaitu selisih antara data aktual dengan hasil peramalan selama enam tahun sebelumnya.
11. Melakukan verifikasi peramalan pada model sementara menggunakan peta kendali *Moving Range* untuk mengetahui apakah hasil peramalan tersebut benar-benar mencerminkan data masa lalu.
12. Melakukan peramalan 15 bulan kedepan untuk data berdasarkan model terbaik yang dihasilkan oleh metode ARIMA Musiman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Model

1. Plot Data Kecepatan Rata-rata Angin



Gambar 1 Plot Data Kecepatan Rata-rata Angin

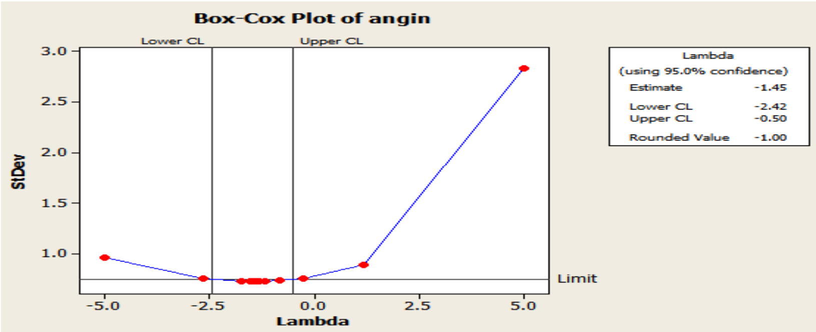
Dari plot data terlihat bahwa data kecepatan rata-rata angin menunjukkan pola data yang stasioner dalam rata-rata, namun data terlihat belum stasioner dalam varians dan data menunjukan indikasi model time series musiman.

2. Uji Stasioneritas Data dalam Rata-rata dan dalam Varians

Tabel 1 Hasil Uji ADF untuk Data Angin

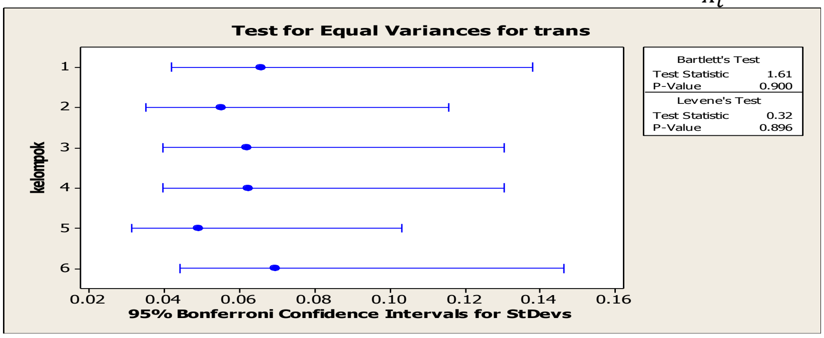
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.171696	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.546099	
	5% level	-2.911730	
	10% level	-2.593551	

Dari hasil uji ADF diperoleh nilai *p-value* < 0,05 maka H_0 ditolak sehingga data sudah stasioner dalam rata-rata.



Gambar 2 Transformasi *Box-Cox* Data Kecepatan Rata-rata Angin

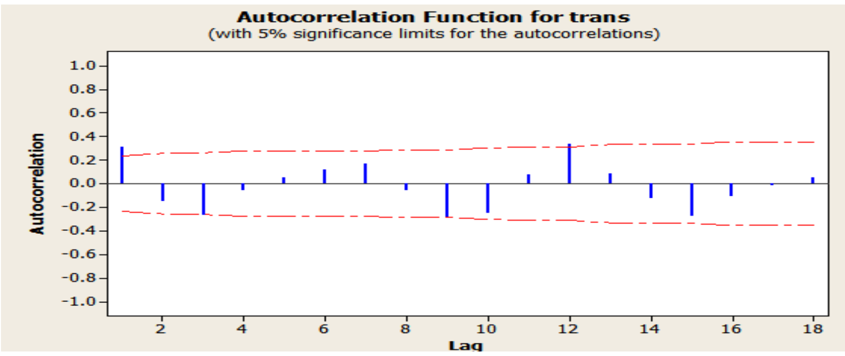
Data kecepatan rata-rata angin belum stasioner dalam varians karena nilai λ adalah -1, sehingga perlu ditransformasi mengguakan fungsi transformasi $\frac{1}{X_t}$.



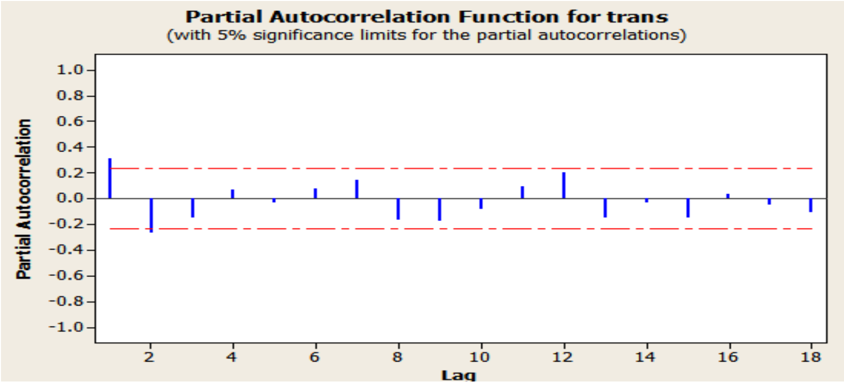
Gambar 3 Uji *Bartlett* Data setelah Ditranformasi

Dari hasil uji Bartlett diperoleh nilai *p-value* = 0,900 lebih dari α = 0,05 maka H_0 diterima, sehingga menunjukkan bahwa data sudah stasioner dalam varians.

3. Identifikasi Model ARIMA Musiman



Gambar 4 Plot ACF Data setelah Ditransformasi



Gambar 5 Plot PACF Data setelah Ditransformasi

Berdasarkan Gambar 8dan Gambar 9 model ARIMA Musiman yang mungkin terbentuk adalah ARIMA (2,0,1) $(0,0,1)^{12}$, ARIMA (1,0,1) $(0,0,1)^{12}$, ARIMA (2,0,0) $(0,0,1)^{12}$, ARIMA (1,0,0) $(0,0,1)^{12}$, ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$.

4. Estimasi Parameter Model ARIMA Musiman

Tabel 2 Estimasi Parameter Model ARIMA Musiman

Model	Parameter	Nilai Parameter	Nilai $\lvert t_{hitung} \rvert$	Nilai t_{tabel}	*p-value*	Signifikansi
ARIMA$(2,0,1)(0,0,1)^{12}$	AR1	0,5996	1,29	2,002	0,202	Tidak
	AR2	-0,3058	1,73	2,002	0,089	Tidak
	MA1	0,1884	0,38	2,002	0,702	Tidak
	SMA12	-0,2803	1,99	2,002	0,051	Tidak
	Constant	0,193	27,7	2,002	0	Signifikan
ARIMA$(1,0,1)(0,0,1)^{12}$	AR1	0,0905	0,29	2,003	0,769	Tidak
	MA1	-0,3272	1,12	2,003	0,267	Tidak
	SMA12	-0,3441	2,52	2,003	0,014	Signifikan
	Constant	0,24812	20,56	2,003	0	Signifikan
ARIMA$(2,0,0)(0,0,1)^{12}$	AR1	0,4144	3,46	2,003	0,001	Signifikan
	AR2	-0,2368	1,93	2,003	0,058	Tidak
	SMA12	-0,3077	2,25	2,003	0,028	Signifikan
	Constant	0,2243	25,67	2,003	0	Signifikan
ARIMA$(1,0,0)(0,0,1)^{12}$	AR1	0,3581	3,14	2,003	0,003	Signifikan
	SMA12	-0,3565	2,61	2,003	0,011	Signifikan
	Constant	0,175	19,02	2,003	0	Signifikan
ARIMA$(0,0,1)(0,0,1)^{12}$	MA1	-0,3957	3,52	2,003	0,001	Signifikan
	SMA12	-0,3361	2,53	2,003	0,014	Signifikan
	Constant	0,27288	21,79	2,003	0	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4 model sementara dengan semua parameter yang terkandung sudah signifikan adalah ARIMA (1,0,0) $(0,0,1)^{12}$ dan ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$.

5. Diagnosis Model ARIMA Musiman

Tabel 3 Uji Independensi Residual Model ARIMA Musiman

Model	Lag	Nilai Q-Ljung Box	Nilai Tabel χ^2	Nilai *p-value*	Independensi Residual
ARIMA (2,0,1) $(0,0,1)^{12}$	12	6,6	14,07	0,474	Saling bebas
	24	25	30,14	0,162	Saling bebas
	36	39,2	44,97	0,148	Saling bebas
	48	49,3	59,28	0,235	Saling bebas
ARIMA (1,0,1) $(0,0,1)^{12}$	12	8,3	15,51	0,402	Saling bebas
	24	25,4	31,41	0,188	Saling bebas
	36	44,8	46,17	0,066	Saling bebas
	48	53,2	60,46	0,162	Saling bebas
ARIMA (2,0,0) $(0,0,1)^{12}$	12	6,6	15,51	0,581	Saling bebas
	24	24,6	31,41	0,215	Saling bebas
	36	39,3	46,17	0,176	Saling bebas
	48	49	60,46	0,281	Saling bebas
ARIMA (1,0,0) $(0,0,1)^{12}$	12	11,7	16,92	0,232	Saling bebas
	24	29,4	32,67	0,105	Saling bebas
	36	54,2	47,37	0,012	Tidak Saling bebas
	48	61,6	61,63	0,051	Saling bebas
ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$	12	8,6	16,92	0,477	Saling bebas
	24	25,9	32,67	0,209	Saling bebas
	36	45,3	47,37	0,075	Saling bebas
	48	53.7	61,63	0,175	Saling bebas

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$ telah memenuhi asumsi independensi residual. Sedangkan model ARIMA (2,0,1) $(0,0,1)^{12}$, ARIMA (1,0,1) $(0,0,1)^{12}$, dan ARIMA (2,0,0) $(0,0,1)^{12}$ memenuhi asumsi independensi residual namun parameternya tidak signifikan.

Tabel 4 Uji Normalitas Residual

Model	*p-value*	Normalitas Residual
ARIMA (2,0,1) $(0,0,1)^{12}$	>0,150	Terpenuhi
ARIMA (1,0,1) $(0,0,1)^{12}$	>0,150	Terpenuhi
ARIMA (2,0,0) $(0,0,1)^{12}$	>0,150	Terpenuhi
ARIMA (1,0,0) $(0,0,1)^{12}$	>0,150	Terpenuhi
ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$	>0,150	Terpenuhi

6. Evaluasi Model ARIMA Musiman

Model terbaik adalah model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$ sebagai berikut :

$$\hat{Z}_t = a_t + 0{,}3957a_{t-1} + 0{,}3361\ a_{t-12} + 0{,}13299\ a_{t-13}$$

7. Verifikasi Peramalan Menggunakan Peta Kendali *Moving Range*

Dari hasil proses verifikasi pada model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$ dihasilkan BKA dan BKB sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BKA = \bar{a} + E_2\overline{MR} &= \bar{a} + 2{,}66\overline{MR} \\ &= 0 + 2{,}66\ (0{,}05531) \\ &= 0{,}147126 \end{aligned}$$

BKB = $\bar{a}$ - $E_2\overline{MR}$ = $\bar{a}$ – 2,66 $\overline{MR}$
= 0 – 2,66 (0,05531)
= -0,147126

berikut adalah Peta Kendali *Moving Range*model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$:

Gambar 6 Peta Kendali *Moving Range* Model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$

Pada Gambar 10 terlihat bahwa nilai residual model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$tidak ada yang lebih dari BKA dan tidak ada yang kurang dari BKB, hal ini menunjukkan bahwa model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$ adalah model yang cukup baik untuk dilakukan peramalan 15 periode kedepan.

8. Peramalan

Tabel 5 Hasil Peramalan Model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$

Bulan	Hasil Peramalan (knots)
Januari 2014	4,57681
Februari 2014	4,21761
Maret 2014	3,67517
April 2014	3,47033
Mei 2014	4,08903
Juni 2014	3,42877
Juli 2014	3,62431
Agustus 2014	3,80775
September 2014	4,17666
Oktober 2014	3,72173
November 2014	3,28329
Desember 2014	3,79680
Januari 2015	3,77842
Februari 2015	3,66455
Maret 2015	3,66455

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini diperoleh model terbaik yaitu model ARIMA (0,0,1) $(0,0,1)^{12}$, dengan bentuk persamaannya :
   $\hat{Z}_t = a_t + 0.3957\ a_{t-1} + 0.3361\ a_{t-12} + 0.13299\ a_{t-13}$
2. Verifikasi model peramalan dengan menggunakan Peta Kendali *Moving Range* pada model terbaik, diperoleh hasil plot data antara waktu dengan residual, tidak ada yang melewati batas kendali dan dengan panjang selang yang paling pendek. Sehingga model tersebut merupakan model yang terbaik digunakan untuk peramalan periode kedepan.

3. Hasil peramalan kecepatan rata-rata angin 15 periode ke depan menggunakan model terbaik, dihasilkan peramalan kecepatan rata-rata angin yang memiliki pola musiman, hal ini ditunjukkan bahwa hasil peramalan pada tahun 2014 angka kecepatan rata-rata angin yang tertinggi terjadi pada bulan Januari, begitupun peramalan pada tahun 2015 angka kecepatan rata-rata angin yang tertinggi juga terjadi pada bulan Januari. Sesuai dengan data aktualnya juga memiliki pola musiman yang sama yaitu angka kecepatan rata-rata angin tertinggi rata-rata terjadi pada bulan Januari, berarti data hasil peramalan sudah mencerminkan data masa lalu.

6. DAFTAR PUSTAKA

Biegel, J. E. 1980. *Production Control: A Quantitative Approach*. New Delhi. Prentice Hall of India.

Feigenbaum, A. V. 1991. *Total Quality Control*. Third Edition. United State of Amerika : R. R. Donn Elley and Sons Company.

Hutabarat, S., Evans, S. M. 2008. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta. UI-Press.

Iriawan, N., Astuti, S.P. 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Yogyakarta. Andi.

Kusuma, H. 2004. *Manajemen Produksi : Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta. Andi.

Makridakis, S., Wheelwright, S.C., McGee, V.E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, *Jilid 1 Edisi Kedua*. Ir. Untung Sus Andriyanto, penerjemah. Jakarta. Erlangga. Terjemahan dari: *Forecasting, 2nd Edition.*

Nurhayati, A., Nohe, A.D., Syaripuddin. 2013. *Peramalan menggunakan Model ARIMA Musiman dan Verifikasi Hasil Peramalan dengan Grafik Pengendali Moving Range*. Jurnal Eksponensial, Vol. 4, No. 1.

Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews (Aplikasi untuk bidang ekonomi, bisnis, dan keuangan)*. Yogyakarta. Andi.

Soejoeti, Z. 1987. *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta. Karunika.

Sukarna, A. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar. Andira Publisher.

Trewartha, G. T., Horn, L. H. 1995. *Pengantar Iklim Edisi 5*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.

Walpole, R.L., Myres, R.H. 1986. *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan, Terbitan ke-2*. R.K. Sembiring, penerjemah. Bandung. ITB. Terjemahan dari: *Probability and Statistics for engineers and scientists, second edition.*

Wei, W.W.S. 2006. *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Canada. Addison Wesley Publishing Company.

Wibisono, M. S. 2011. *Pengantar Ilmu Kelautan Edisi 2*. Jakarta. UI-Press.

Winarno, W.W. 2007. *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. Yogyakarta. Penerbit unit penerbit dan percetakan sekolah tinggi ilmu manajemen YKPN.