
PEMODELAN ARIMA UNTUK PREDIKSI KENAIKAN MUKA AIR LAUT DAN DAMPAKNYA TERHADAP LUAS SEBARAN ROB DI KOTA AMBON

*(MODELS OF ARIMA TO PREDICT RISING SEA AND ITS IMPACT FOR
THE WIDESPREAD DISTRIBUTION OF ROB IN THE TOWN OF AMBON)*

E. Selitubun¹, Y. A. Lesnussa², F. Kondolembang³

^{1,2}Universitas Pattimura, ²yopi_a_lesnussa@yahoo.com

³Universitas Pattimura, ³f.kondolembang@staff.unpatti.ac.id

Abstrak

Kenaikan permukaan air laut merupakan suatu fenomena yang diamati melalui rata-rata jumlah seluruh ketinggian pasang surut air laut setiap hari dan data yang digunakan yaitu data sekunder. Dalam penelitian ini digunakan model *ARIMA* untuk memprediksi kenaikan muka air laut dan dampaknya bagi luas sebaran Rob di kota Ambon. Berdasarkan hasil Analisis diperoleh model peramalan pasang surut di kota Ambon periode November-Desember 2016 terbaik adalah model *ARIMA* (2,0,3) dengan nilai MSE terkecil yaitu sebesar 1,4042.

Kata kunci: *ARIMA*, Kenaikan Muka Air Laut, MAE.

Abstract

Sea level rise is a phenomenon observed through the average sum of all tidal heights of sea water every day, and using the secondary data. In this study used models of ARIMA to predict rising sea and its impact for the widespread distribution of Rob in the town of Ambon. Based on the analysis result that the forecasting models the widespread distribution of Rob in the town of Ambon period of November-Desember 2014 is best model of ARIMA (2,0,3) with the smallest value of MSE is reach 1,4042.

Keywords: *ARIMA*, Sea Level Rise, MAE

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini, kehidupan makhluk hidup di bumi dihadapkan pada permasalahan serius yaitu pemanasan global. Pemanasan global diakibatkan oleh efek rumah kaca yang berdampak pada kenaikan suhu dan mengakibatkan pencairan gletser di kutub utara dan kutub selatan yang berakibat terjadinya kenaikan permukaan air laut (*Sea Level Rise*). Fenomena penurunan permukaan tanah dan kenaikan muka air laut di wilayah pesisir pantai mengakibatkan banjir Rob yang sering terjadi di lingkungan pesisir pantai dan berdampak pada kerusakan lingkungan dan kehidupan masyarakat di sekitarnya.

Negara Indonesia merupakan negara Kepulauan yang memiliki ± 18.110 pulau serta garis pantai sepanjang 108.000 km, sehingga Indonesia memiliki luas perairan yang lebih besar jika dibandingkan dengan luas daratan. Ada beberapa

kota di Indonesia yang mengalami permasalahan serius akibat kenaikan muka air laut, yang dapat menyebabkan banjir Rob diantaranya Padang, Painan, Bengkulu, Sibolga, Jakarta, Semarang, Pekalongan, Makassar, Manado, dan Ambon. Rob atau pasang air laut umumnya sering terjadi pada daerah dekat pantai, karena kota Ambon merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki luas perairan yang lebih besar jika dibandingkan dengan luas daratan, maka kota Ambon pun dapat dilibatkan pada fenomena kenaikan permukaan air laut, tidak hanya fenomena kenaikan air laut yang berpengaruh pada pulau-pulau kecil, tetapi juga pada kondisi kota-kota di pesisir. Dengan mengetahui tentang pengaruh kenaikan muka air laut dapat juga mengetahui informasi genangan air terhadap tutupan lahan.

Kemajuan ilmu pengetahuan telah meningkatkan pangertian berbagai aspek tentang lingkungan dan sebagai akibatnya banyak peristiwa yang dapat diramalkan. Kecenderungan untuk meramalkan peristiwa dengan tepat dapat memberikan dasar yang lebih baik bagi perencanaan. Data *time series* dapat digunakan untuk membuat peramalan dan nantinya hasil peramalan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan. Untuk menentukan metode peramalan pada data *time series* perlu diketahui pola dari data tersebut sehingga peramalan dilakukan dengan metode yang sesuai. Oleh karena itu, pada penelitian ini diperlukan suatu model *ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*. Model *ARIMA* merupakan salah satu model peramalan yang dapat digunakan untuk prakiraan atau prediksi kenaikan muka air laut. Model ini merupakan salah satu model prakiraan atau prediksi deret berkala dengan metode runtun waktu yang bertujuan untuk mencari pola data yang paling cocok dari sekelompok data dan memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan data sekarang untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. Runtun waktu adalah serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara beruntun dengan interval waktu tetap (Aswi & Sukarna, 2006).

Fenomena kenaikan muka air laut telah banyak diteliti oleh peneliti-peneliti sebelumnya (Julzarika, 2003; Kusmangningtyas, 2002), namun pada penelitian ini akan menggunakan pemodelan *ARIMA* untuk prediksi kenaikan muka air laut dan dampaknya terhadap luas sebaran Rob di kota Ambon dengan menggunakan software Statistika *MINITAB* dan *SPSS*, sehingga upaya pencegahan kerusakan lingkungan di wilayah pesisir pantai dapat mempertimbangkan aspek penanggulangan bencana sejak dini.

METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tentang pengamatan pasang surut air laut yang diamati setiap jam 00.00 sampai dengan jam 23.00 setiap hari, yang diperoleh dari DINAS HIDRO-OCEANOGRAFI TNI ANGKATAN LAUT, LANTAMAL IX kota Ambon. Data yang diperoleh diambil sejak tanggal 1 November sampai dengan 31 Desember 2014 (data harian). Adapun tipe penelitian yang digunakan adalah analisis data dengan menggunakan beberapa literatur pendukung guna menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian.

Adapun langkah-langkah penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

a. Identifikasi model

Tahap untuk melakukan identifikasi model untuk sementara adalah menentukan apakah deret waktu yang digunakan untuk peramalan sudah stasioner atau tidak, baik dalam waktu rata-rata maupun waktu variansi. Hal ini penting sebab model-model ini hanya berlaku untuk data yang stasioner.

b. Estimasi parameter model

Setelah diperoleh model awal $ARIMA(p,d,q)$ selanjutnya parameter dari model tersebut ditaksir sehingga didapatkan besaran koefisien model.

c. Diagnosis model

Diagnosis model dilakukan untuk pengujian indenpendensi residual menggunakan statistik uji Ljung-Box.

d. Peramalan

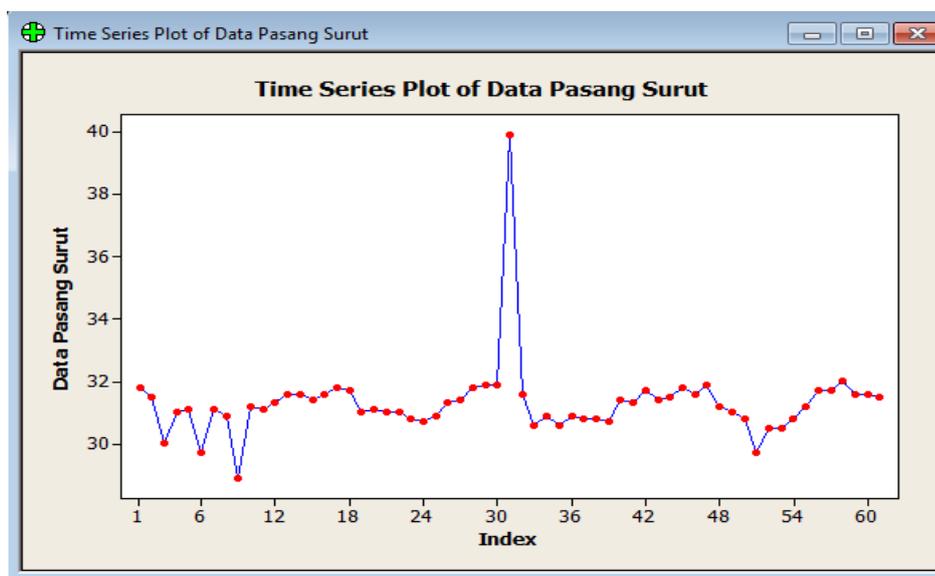
Jika seluruh parameter model signifikan dan seluruh asumsinya terpenuhi, peramalan dapat dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pasang surut air laut Kota Ambon yang dipakai peneliti bersumber dari LANTAMAL IX Kota Ambon selama 60 (enam) hari terhitung sejak tanggal 1 November sampai dengan 31 Desember 2014. Pemodelan $ARIMA$ data pasang surut air laut dilakukan dengan bantuan *software Minitab 16* dan *SPSS 16* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Identifikasi Model

Data *time series* $\{Y_t\}$ yang berukuran $n = 60$ dibentuk model $ARIMA$. Prosedur pembentukan model $ARIMA$ menggunakan prosedur Box-Jenkins. Sebelum membentuk model $ARIMA$, perlu digunakan plot data untuk melihat kestasioneran data dalam *mean* dan *varians*. Gambar 1 dibawah ini menunjukkan plot dari data pasang surut air laut di kota Ambon.



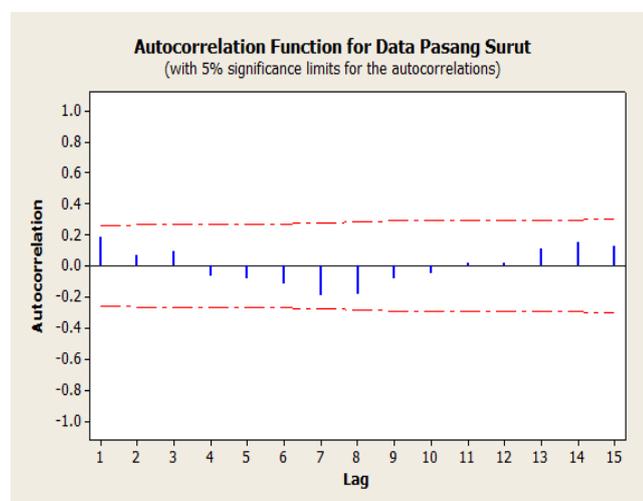
Gambar 1. Plot *Time Series* Data Pasang Surut Air Laut Kota Ambon Periode November-Desember 2014

Pada Gambar 1 terlihat pasang surut air laut diawali dengan 31,8 m pada tanggal 1 November 2014. Data pasang surut air laut mencapai titik maksimum sebesar 39,9 m pada tanggal 1 Desember 2014 sedangkan data pasang surut mencapai titik minimum sebesar 28,9 m pada tanggal 9 November 2014.

Syarat utama suatu data dapat diramalkan dengan metode Box-Jenkins (*ARIMA*) adalah data harus stasioner. Untuk menguji kestasioneran data dalam mean maka dilakukan uji autokorelasi untuk menentukan apakah data telah stasioner atau tidak. Jika data stasioner dalam mean maka tidak perlu dilakukan differencing ($d = 0$), apabila tidak maka diperlukan proses differencing untuk menstasionerkan data dalam mean. Hasil uji autokorelasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Uji Autokorelasi Data Pasang Surut Air Laut Kota Ambon Periode November-Desember 2014

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.185548	1.45	2.21
2	0.070804	0.53	2.53
3	0.090796	0.68	3.08
4	-0.069867	-0.52	3.41
5	-0.082986	-0.62	3.88
6	-0.119325	-0.88	4.87
7	-0.191066	-1.39	7.47
8	-0.184506	-1.30	9.94
9	-0.079758	-0.55	10.41
10	-0.049979	-0.34	10.60
11	0.015306	0.10	10.62
12	0.013015	0.09	10.63
13	0.106310	0.73	11.54
14	0.152228	1.03	13.43
15	0.125573	0.84	14.75



Gambar 2. Plot ACF (*Autocorrelation Function*) Data Pasang Surut Air Laut Kota Ambon Periode November-Desember 2014

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dari plot *ACF* terlihat bahwa data telah stasioner dalam mean, karena tidak ada yang keluar dari batas signifikansi (garis Bartlett) atau nilai setiap *lag* nilainya dibawah 0,5 menandakan mendekati nilai 0.

Estimasi Parameter Model

Tahap berikutnya adalah estimasi parameter dan pemeriksaan diagnostik terhadap model *ARIMA* yang telah diperoleh untuk digunakan dalam tahap peramalan. Estimasi parameter model data pasang surut air laut dilakukan dengan menggunakan *trial* dan *error* untuk memprediksi *outcome* di masa mendatang sesuai kebutuhan. Model *ARIMA* terbaik adalah model dengan nilai *MSE* terkecil. Tabel 2 dibawah ini memperlihatkan model *trial and error ARIMA* yang sesuai untuk data pasang surut air laut di kota Ambon.

Tabel 2. Trial and Error Model ARIMA Data Pasang Surut

Model ARIMA	Nilai MSE
ARIMA (1,0,0)	1,5714
ARIMA (0,0,1)	1,5754
ARIMA (1,0,1)	1,5951
ARIMA (2,0,0)	1,5962
ARIMA (0,0,2)	1,6003
ARIMA (1,0,2)	1,6230
ARIMA (2,0,1)	1,6230
ARIMA (2,0,2)	1,6157
ARIMA (3,0,0)	1,6156
ARIMA (0,0,3)	1,6043
ARIMA (1,0,3)	1,5522
ARIMA (3,0,1)	1,6359
ARIMA (2,0,3)	1,4042
ARIMA (3,0,2)	1,6604
ARIMA (3,0,3)	1,4309
ARIMA (4,0,0)	1,6251
ARIMA (0,0,4)	1,6315
ARIMA (1,0,4)	1,5325
ARIMA (4,0,1)	1,6521
ARIMA (2,0,4)	1,5629
ARIMA (4,0,2)	1,4585
ARIMA (3,0,4)	1,5571
ARIMA (4,0,3)	1,6795
ARIMA (4,0,4)	1,5790
ARIMA (5,0,0)	1,6474
ARIMA (0,0,5)	1,6604
ARIMA (1,0,5)	1,5526
ARIMA (5,0,1)	1,6702
ARIMA (2,0,5)	1,5664
ARIMA (5,0,2)	1,7180
ARIMA (3,0,5)	1,5796
ARIMA (5,0,3)	1,6859
ARIMA (4,0,5)	1,4755
ARIMA (5,0,4)	1,7888
ARIMA (5,0,5)	Tidak teridentifikasi

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh informasi bahwa model *ARIMA* (2,0,3) merupakan model *ARIMA* terbaik untuk data pasang surut di kota Ambon periode November-Desember 2014 karena memiliki nilai MSE paling kecil diantara model *ARIMA* lainnya yakni sebesar 1,4042. Oleh karena itu, model ini dapat digunakan untuk peramalan pasang surut di kota Ambon pada periode mendatang. Gambar 3 dibawah ini menunjukkan hasil estimasi parameter model *ARIMA* (2,0,3).

Final Estimates of Parameters					
Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	1.8268	0.0325	56.22	0.000
AR	2	-0.9974	0.0364	-27.43	0.000
MA	1	1.7700	0.0411	43.06	0.000
MA	2	-0.8643	0.0798	-10.82	0.000
MA	3	-0.0618	0.0570	-1.09	0.282
Constant		5.33529	0.02354	226.61	0.000
	Mean		31.2754	0.1380	
Number of observations: 61					
Residuals:		SS = 77.2310	(backforecasts excluded)		
		MS = 1.4042	DF = 55		
Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic					
Lag		12	24	36	48
Chi-Square		2.5	10.5	16.7	17.4
DF		6	18	30	42
P-Value		0.865	0.915	0.976	1.000

Gambar 3. Estimasi Parameter Model *ARIMA* (2,0,3)

Berdasarkan Gambar 3 yang merupakan hasil estimasi parameter model *ARIMA* (2,0,3) diatas dengan menggunakan taraf signifikansi (α) = 5%, maka hanya terdapat satu parameter model yang tidak signifikan dikarenakan nilai p-value lebih besar dari nilai (α) = 5% yakni parameter MA (3). Sedangkan parameter lainnya dapat dikatakan signifikan. Walaupun terdapat satu parameter model yang tidak signifikan namun model *ARIMA* (2,0,3) tetap digunakan untuk peramalan pasang surut di Kota Ambon.

Proses selanjutnya dari tahap pemodelan *ARIMA* setelah diperoleh estimasi parameter model terbaik adalah melakukan pemeriksaan diagnosis model.

Diagnosis Model

Setelah dilakukan pengujian signifikan parameter model, maka langkah selanjutnya adalah diagnosis model (*check diagnostic*) yang dilakukan untuk memeriksa apakah residual mengikuti proses *white noise* dengan dilakukan uji independensi residual dan uji normalitas residual.

Uji independensi residual :

Hipotesis :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual independent)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \rho_i \neq 0 \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, K$ (residual dependent)

Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

Statistik Uji Ljung-Box :

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

dengan,

k : selisih lag

K : banyak lag yang diuji

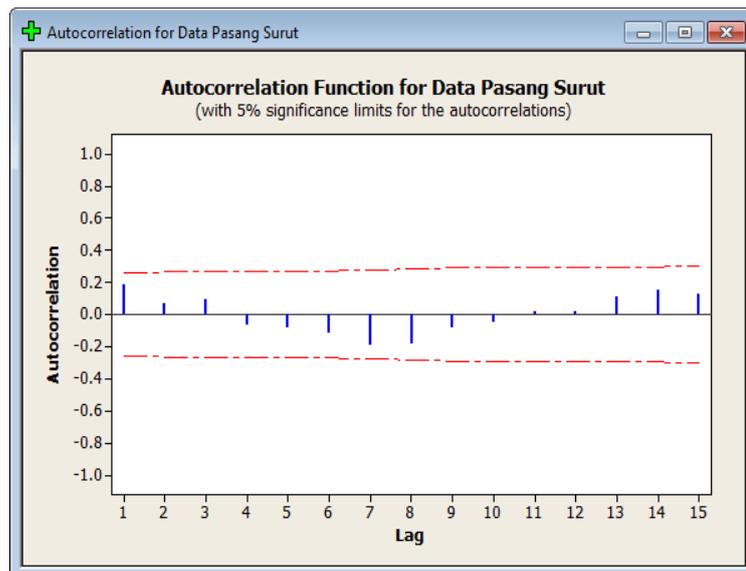
\hat{p}_k^2 : autokorelasi residual periode k

Kriteria keputusan : H_0 ditolak jika $Q_{hitung} > \chi_{(\alpha, K-p-q)}^2$, dengan p adalah banyak parameter AR dan q adalah banyak parameter MA atau $p - value < \alpha$.

Tabel 3. Hasil Pengujian Independensi Residual Model

Lag (K)	Df	Statistik Ljung-Box	p-value
12	6	2,5	0,865
24	18	10,5	0,915
36	30	16,7	0,976
48	42	17,4	1,000

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa keputusan yang diambil adalah terima H_0 atau tidak ada korelasi residual antar lag ke-t sehingga asumsi independensi residual terpenuhi sebab nilai p -value lag ke-12, 24, 36 dan 48 seluruhnya lebih besar dari α . Untuk lebih mempertegas keputusan pengujian hipotesis diatas, grafik ACF residual Model ARIMA (2,0,3) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik ACF Residual Model ARIMA (2,0,3)

Selain dari nilai p -value setiap lag, independensi residual dapat dilihat dari grafik ACF residual. Gambar 4 menunjukkan bahwa residualnya independent karena tidak ada lag yang melebihi batas signifikansi.

Uji Normalitas Residual

Hipotesis

H_0 : Residual Berdistribusi Normal

H_1 : Residual Tidak Berdistribusi Normal

Taraf signifikansi : $\alpha = 0,05$

Statistik uji Kolmogorov Smirnov

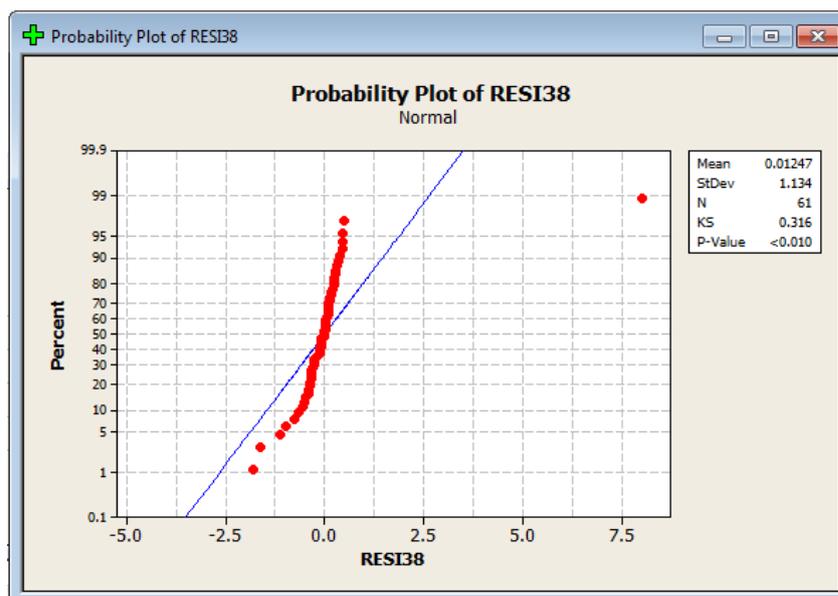
$$D = KS = \max|F_0(X) - S_n(X)|$$

dengan

$F_0(X)$ = Suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang terjadi di bawah distribusi normal

$S_n(X)$ = Suatu fungsi distribusi frekuensi kumulatif yang diobservasi.

Kriteria Keputusan : H_0 ditolak jika p -value $< \alpha$ dengan $\alpha = 0,05$



Gambar 5. Plot Probabilitas Residual Model ARIMA (2,0,3)

Gambar 5 menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan dengan uji Kolmogorov Smirnov diperoleh nilai p -value $\leq 0,010$, dimana nilai p -value kurang dari α , sehingga keputusan yang diambil adalah tolak H_0 artinya residual tidak berdistribusi normal.

Berdasarkan uji independensi residual maka model ARIMA (2,0,3) hanya memenuhi asumsi *white noise* namun tidak memenuhi asumsi kenormalan residual. Walaupun asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi namun model ARIMA (2,0,3) dianggap layak untuk digunakan sebagai model peramalan pasang surut di kota Ambon.

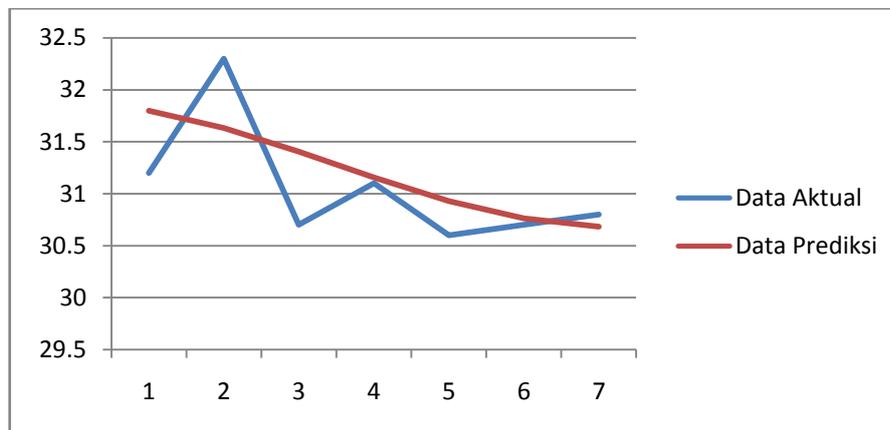
Peramalan Pasang Surut di Kota Ambon

Hasil ramalan data pasang surut air laut pada 7 hari yang akan datang berdasarkan model ARIMA (2,0,3) di perairan Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 6.

95% Limits				
Period	Forecast	Lower	Upper	Actual
62	31.7965	29.3651	34.2279	
63	31.6292	29.1968	34.0617	
64	31.4020	28.9671	33.8370	
65	31.1538	28.7153	33.5923	
66	30.9270	28.4852	33.3687	
67	30.7601	28.3161	33.2041	
68	30.6816	28.2369	33.1264	

Gambar 6. Peramalan 7 (tujuh) hari kedepan Pasang Surut Kota Ambon

Dari Gambar 6 dapat diketahui nilai ramalan pasang surut air laut pada bulan Januari 2015 di Kota Ambon diperkirakan pada tanggal 1 Januari Pasang surut air laut mencapai titik 31,7965 m, hingga pada tanggal 7 Januari 2015 pasang surut air laut mencapai titik 30,6816 m. Data perbandingan hasil ramalan dan aktual data pasang surut air laut Kota Ambon dapat dilihat dalam tampilan grafik pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Data Hasil Peramalan dan Aktual Data Periode 1-7 Januari 2015 Pasangsurut Air Laut di Kota Ambon

Dari grafik diatas, tampak bahwa hasil peramalan pasang surut air laut untuk 7 hari pertama tahun 2015 dengan menggunakan model *ARIMA* (2,0,3) telah mendapatkan hasil yang memuaskan. Untuk ramalan jangka pendek terlihat dari grafik aktual dan prediksi saling mendekati, sehingga model *ARIMA* (2,0,3) merupakan model terbaik. Error model *ARIMA* (2,0,3) dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Error Model *ARIMA* (2,0,3)

Data Aktual	Data Prediksi	Error
31.2	31.7965	0,5965
32.3	31.6292	-0,6708
30.7	31.4020	0,702
31.1	31.1538	0,0538
30.6	30.9270	0,327
30.7	30.7601	0,0601
30.8	30.6816	-0,1184

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh informasi bahwa error antara nilai aktual dan nilai prediksi tergolong kecil sehingga dapat memperkuat argumen sebelumnya bahwa model *ARIMA* (2,0,3) merupakan model yang layak untuk digunakan sebagai model prediksi kenaikan muka air laut di Kota Ambon.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat di ambil kesimpulan bahwa model *ARIMA* yang sesuai untuk meramalkan data pasang surut air laut kota Ambon adalah *ARIMA* (2,0,3) dengan nilai MSE terkecil yakni sebesar 1,4042. Selain itu, prediksi kenaikan muka air laut yang terjadi di kota Ambon pada awal bulan Januari 2015 relatif mendekati nilai aktual yakni pada kisaran 30-31 m, sehingga kemungkinan terjadinya penurunan permukaan tanah yang diakibatkan oleh banjir rob untuk kenaikan muka air laut di wilayah pesisir pantai kota Ambon tidak berdampak pada kerusakan lingkungan dan kehidupan masyarakat.

DAFTAR RUJUKAN

- Julzarika, A. (2003). *Pemodelan 3D kota Semarang terhadap kenaikan muka air laut dengan citra satelit spot*. Jakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Aritara. (2011). *Analisis interverensi fungsi step pada kenaikan tarif dasar listrik terhadap besarnya pemakaian listrik*. Yogyakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arsyad, L. (1995). *Peramalan bisnis*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Aswi & Sukarna. (2006). *Analisis deret waktu*. Makassar: Andira Publisher.
- Ismunarti, D. H., Satriadi, A., & Rifai, A. (2014). Pemodelan arima untuk prakiraan kenaikan muka air laut dan dampaknya terhadap luas sebaran rob tahun 2020 di Semarang. *Jurnal Statistika*, 2(2), 15-23.
- Hanke, J. E. & Reitsch, A. G. (1940). *Business forecasting*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kusmangningtyas, W. (2002). *Dampak rob terhadap pemukiman penduduk di Kecamatan Semarang Utara (studi kasus di Kelurahan Bandaarharjo)*. Skripsi, Universitas Negeri Semarang.
- Suhartono. (2005). *Modul analisis time series*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wei, W. W. S. (2006). *Time series analysis univariate and multivariate methods*. United States of America: Pearson Education, Inc.