

**PERAMALAN NILAI MSL BERDASARKAN DATA PASANG SURUT
DENGAN METODE ADMIRALTY DAN *AUTOREGRESSIVE INTEGRATED
MOVING AVERAGE (ARIMA)* DI PERAIRAN PULAU PARI
KEPULAUAN SERIBU**

Kirana Candrasari, Azis Rifai, Gentur Handoyo*)

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275

ABSTRAK

Pulau Pari merupakan salah satu pulau yang memiliki perairan yang jernih, sehingga menjadi salah satu objek wisata di Kepulauan Seribu. Pemilihan Pulau Pari sebagai daerah penelitian karena kurang lengkapnya informasi data hidrooseanografi, yaitu pasang surut. Perhitungan pasang surut dapat dilakukan secara analisa harmonik dengan metode Admiralty dan analisa statistik dengan metode ARIMA. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan nilai MSL di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada tahun 2014 sampai 2015 dengan pendekatan analisa harmonik dan pendekatan statistik. Penelitian di lapangan dilakukan pada tanggal 9-23 April 2014 di dermaga Pulau Pari dengan menggunakan palem pasang surut selama 15 hari dengan interval setiap jam. Data lapangan yang telah diteliti kemudian diolah dengan menggunakan metode Admiralty 15 piantan sehingga dihasilkan 9 komponen pasang surut, yang kemudian dilanjutkan dengan peramalan pasang surut (Rampas). Sedangkan untuk inputan ARIMA menggunakan data MSL bulanan pada Januari 2011 sampai April 2014 dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Untuk pengolahan ARIMA menggunakan software Minitab 16. Hasil dari metode Admiralty diperoleh nilai Formzahl sebesar 3,41 dengan HHWL=216 cm, MSL= 163 cm, dan LLWL = 110 cm, yang berarti Pulau Pari mempunyai tipe pasang surut tunggal. Setelah itu diperoleh nilai peramalan MSL yang berkisar antara 162,39 cm-163,54 cm, dengan MRE sebesar 9,46%. Pemodelan ARIMA diperoleh rumus pemodelan
, dengan nilai peramalan berkisar antara 136,25 cm-144,69 cm dan nilai MRE sebesar 4,24%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peramalan MSL jangka pendek dengan menggunakan metode ARIMA lebih akurat bila dibandingkan dengan Metode Admiralty.

Kata Kunci: *Peramalan, MSL, Pasang Surut, Admiralty, ARIMA*

ABSTRACT

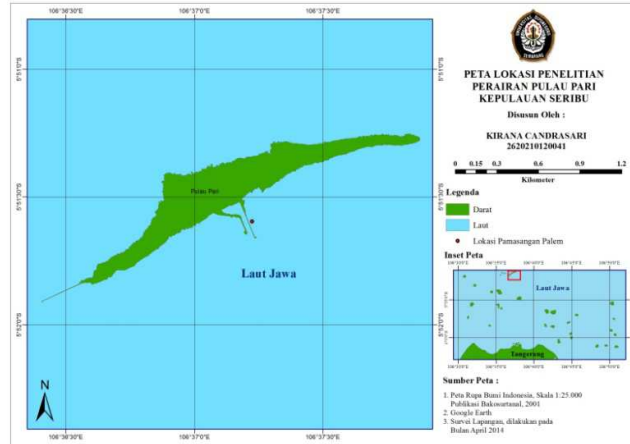
The Pari Island has the clear waters that attracted as the tourism site in the Seribu Islands. The Pari Island have been selected as the area of the study due to the lack information of the hydro oceanography data, especially tidal data. The tidal data was analyzed by harmonic analysis with Admiralty method and statistical analysis method with ARIMA. The aim of the study was to forecast the MSL changed in Pari Island from 2014 until 2015 based on harmonic and statistical approaches. The field data was collected from the Pari Island waters using palm tide method on 9th-23rd April 2014. The field data then been analyzed by 15 days Admiralty method and produced 9 tidal constituents followed by MSL forecasting based on tidal constituents. ARIMA method used monthly data from January 2011 to April 2014 provided by Geospatial Information Agency. ARIMA model was run under Minitab 16. The result of Admiralty method was obtained Formzahl value of 3,41 with HHWL=216 cm, MSL=163 cm, dan LLWL=110 cm, which means Pari Island has diurnal tide. After that MSL forecasting values was obtained range between 162,39 cm-163,54 cm, with an MRE of 11,64%. ARIMA model was obtain that the formula is
, with value range between 136,25 cm-144,69 cm, and MRE value was 4,24%. Based on research can be concluded that MSL short-term forecasting by ARIMA method was more accurate rather than Admiralty method.

Keywords: *Forecasting, MSL, Tide, Admiralty, ARIMA*

PENDAHULUAN

Pulau Pari merupakan salah satu pulau yang berada di tengah-tengah gugusan Kepulauan Seribu. Letak geografis Pulau Pari berada pada titik koordinat 5°50'20" - 5°50'25" LS dan 106°38'30" -

106°38'20" BT. Pulau Pari memiliki pantai yang berpasir putih dan perairan yang jernih, sehingga menjadi salah satu objek wisata di Kepulauan Seribu. Pemilihan Pulau Pari sebagai daerah penelitian dikarenakan masih kurangnya informasi hidrooseanografi yang dikelola oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pulau Pari, sehingga peneliti ingin mengkaji salah satu aspek oseanografi yang ada, yaitu pasang surut, secara lebih lanjut dan lebih lengkap. Analisa perhitungan MSL dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pendekatan harmonis dengan menggunakan metode Admiralty dan pendekatan statistik dengan ARIMA. Tujuan penelitian ini adalah meramalkan nilai MSL di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu pada tahun 2014 sampai 2015 dengan pendekatan harmonik dan pendekatan statistik, sehingga dapat memberikan informasi tambahan mengenai perubahan nilai MSL di perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu. Penelitian dilakukan selama 15 hari pada tanggal 9-23 April 2014, dengan titik pemasangan palem berada pada titik koordinat 5°51'35,70" LS dan 106°37'13,4" BT. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang berupa data lapangan pasang surut tiap jam selama 15 hari, dan data pendukung yang berupa data MSL bulanan yang didapat dari Badan Informasi Geospasial pada Januari 2011 sampai April 2014, serta peta RBI Pulau Pari Skala 1:25000 publikasi Bakosurtanal tahun 2001.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Menurut Sugiyono (2003), jenis metode penelitian kuantitatif yaitu dengan memperoleh data yang berbentuk angka. Jenis metode penelitian kuantitatif banyak menggunakan hitungan, statistik, dan tabel, dengan kaidah-kaidah tertentu. Penelitian kuantitatif sering digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, baik ilmu-ilmu alam maupun ilmu sosial seperti biologi, fisika, kimia, matematika, sosiologi, jurnalisme, ekonomi, dan lain sebagainya. Jadi hasil akhir yang didapatkan akan memberikan angka peramalan MSL dari data pasang surut di Pulau Pari.

Metode Analisis Data

Data pasang surut yang diperoleh dari data lapangan kemudian diacukan dengan benchmark terdekat, yaitu di Pelabuhan Tanjung Priok, dengan menyamakan waktu antara data pengamatan di lapangan dan data real time yang ada di Tanjung Priok. Setelah data disamakan dan dikoreksi, data diolah dengan menggunakan metode Admiralty untuk mengetahui nilai Formzahl dan sembilan komponen pasang surut. Djaja *dalam* Ongkosongo dan Suyarso (1989) mengemukakan bahwa dalam metode Admiralty permukaan air laut rata-rata diperoleh dengan menghitung konstanta-konstanta pasut. Dari data pasang surut lapangan yang telah diolah dengan menggunakan metode Admiralty, dapat digunakan untuk peramalan pasang surut, yang merupakan lanjutan dari metode Admiralty. Setelah didapatkan nilai peramalan, kemudian dilanjutkan dengan menentukan nilai MSL yang didapatkan dari rata-rata peramalan tiap bulan.

Data MSL bulanan BIG merupakan inputan yang digunakan dalam peramalan MSL dengan menggunakan ARIMA. Pengolahan data ARIMA menggunakan *software* Minitab 16. Menurut Iriawan dan Astuti (2006), langkah-langkah untuk melakukan peramalan dengan metode ARIMA yaitu:

1. Pemeriksaan *stationary* Data
2. Identifikasi model dalam ARIMA. Melalui plot ACF dan PACF kita dapat menentukan model ARIMA yang bisa digunakan dalam prediksi. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan parameter p, d dan q dalam ARIMA, seperti pada Tabel 1.

3. Penentuan persamaan model ARIMA. Koefisien-koefisien yang digunakan dihasilkan dari hasil analisis parameter model ARIMA dengan *error* terkecil.
4. Validasi Prediksi.
5. Prediksi. Langkah selanjutnya adalah dengan menggunakan model terbaik untuk prediksi. Jika model terbaik telah ditetapkan, model itu siap digunakan untuk prediksi.

Tabel 1. Tabel ACF dan PACF

No.	Model	ACF	PACF
1.	AR (p)	<i>Dies down</i> (menurun secara eksponensial)	<i>Cut off</i> (terputus) setelah lag p
2.	MA (q)	<i>Cut off</i> (terputus) setelah lag q	<i>Dies down</i> (menurun secara eksponensial)
3.	ARMA (p, q)	<i>Dies down</i> (menurun secara eksponensial) setelah lag (q-p)	<i>Dies down</i> (menurun secara eksponensial) setelah lag (p-q)

(Sumber: Wei, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Komponen Pasang Surut

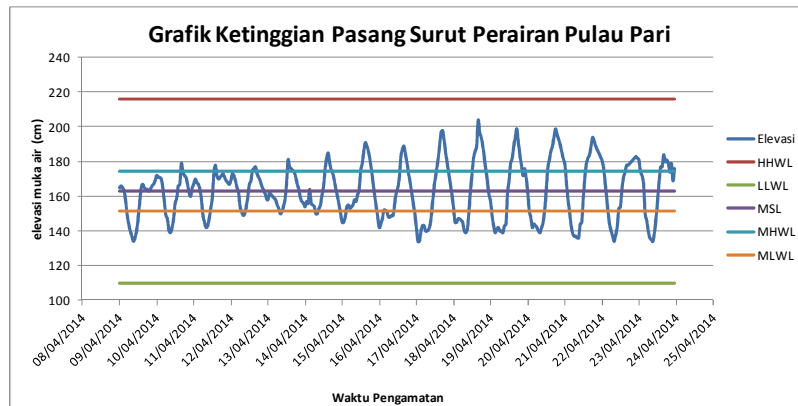
Dari perhitungan analisa harmonik dengan menggunakan metode Admiralty diperoleh nilai amplitudo (A) dan keterlambatan fase (g°) tiap komponen, yaitu komponen S_0 , M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , M_4 , MS_4 , K_2 , dan P_1 . Hasil untuk nilai amplitudo dan fase pasang surut perairan Pulau Pari disajikan pada Tabel 2. Pengolahan dengan menggunakan metode Admiralty juga menghasilkan data elevasi muka laut, seperti HHWL (*Highest High Water Level*), MSL (*Mean Sea Level*), dan LLWL (*Lowest Low Water Level*). Dari pengolahan tersebut diperoleh nilai HHWL = 216 cm, MSL = 163 cm, dan LLWL = 110 cm.

Tabel 2. Hasil Konstanta Pasang Surut Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu.

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (cm)	163	4	8	4	25	14	0	1	2	8
g (°)		329	352	67	309	61	297	321	352	309

Tipe Pasang Surut

Berdasarkan data yang ada pada Tabel 2, tipe pasang surut dapat ditentukan berdasarkan nilai Formzahl, yang merupakan perbandingan antara konstanta pasang surut harian utama dan konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan didapatkan nilai Formzahl = 3,41 dengan tipe pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), sesuai dengan kriteria bahwa nilai Formzahl adalah $F \geq 3$ merupakan tipe untuk pasang surut harian tunggal. Selain nilai Formzahl, tipe pasang surut dapat ditentukan dari grafik ketinggian pasang surut, yang terdapat pada Gambar 2 bahwa pada satu hari terdapat satu kali pasang dan satu kali surut.

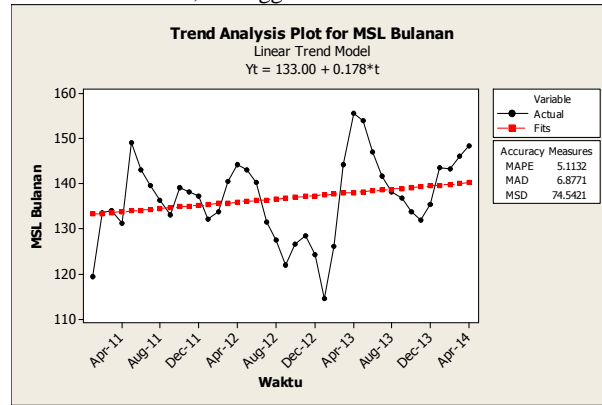


Gambar 2. Grafik Tinggi Pasang Surut Perairan Puaui Pari Kepulauan Seribu

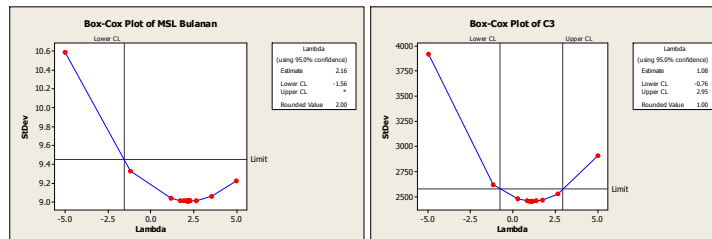
Peramalan Pasang Surut

Hasil peramalan MSL dengan metode Ramalan Pasang Surut (Rampas) Admiralty diperoleh nilai MRE sebesar 11,63%, dengan nilai kebenaran sebesar 88,37%. Hasil perhitungan nilai MSL dengan metode ini didapat dari nilai rata-rata data pasang surut prediksi setiap bulan selama dua tahun.

Data inputan yang digunakan dalam analisa ARIMA adalah data MSL bulanan dari BIG dari bulan Januari 2011 sampai April 2014. Langkah awal yaitu identifikasi model adalah dengan membuat *time series* plot untuk elevasi pasang surut, untuk melihat *stationary* data (Gambar 3). Gambar 4 menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam varian, sehingga data harus ditransformasi.

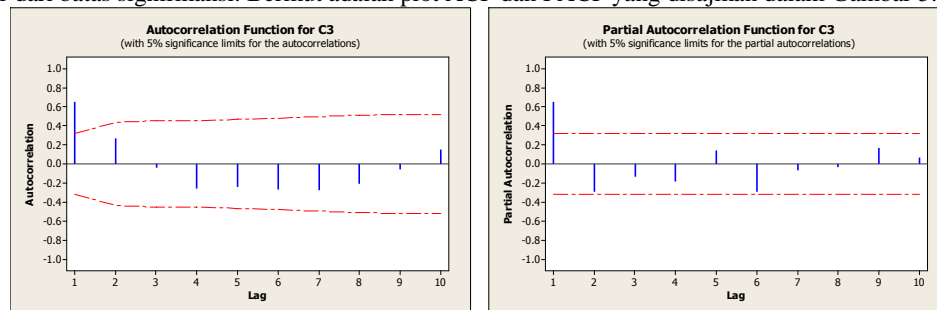


Gambar 3. Plot Time Series MSL Bulanan



Gambar 4. Nilai Transformasi awal dan setelah dilakukan Transformasi Satu Kali.

Tahap yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan model peramalan dengan melihat secara visual plot ACF (*Autocorrelation Function*) dan PACF (*Partial Autocorrelation Function*). Dari plot ACF dan PACF dapat ditentukan parameter dari model ARIMA, yaitu dengan melihat *lag* pada plot yang keluar dari batas signifikansi. Berikut adalah plot ACF dan PACF yang disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Plot ACF dan PACF

Gambar 5 menunjukkan bahwa data telah stasioner dalam *mean*, terlihat dari tidak adanya *lag* yang menurun mendekati nol. Plot ACF menunjukkan bahwa nilai autokorelasi menurun secara eksponensial, sehingga menunjukkan orde MA (1). Sedangkan Plot PACF menunjukkan adanya *lag* yang menurun secara eksponensial, sehingga menunjukkan orde AR (1). Dari adanya indikasi MA (1) dan AR (1), dapat dimungkinkan untuk pemodelan ARIMA dapat berupa ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1), dan ARIMA (0,0,1). Model-model sementara yang telah didapatkan selanjutnya akan mengalami pengujian signifikansi nilai parameternya, dan dari setiap pengujian selanjutnya dilakukan pengecekan diagnosa apakah residu bersifat *white noise*, dari adanya distribusi normal dan bersifat *random* (acak).

Tabel 3. Koefisien Estimasi Parameter

Model	Type	Coef	SE Coef	T	P	Signifikansi
(1,0,0)	AR 1	0,7547	0,1128	6,69	0,000	Signifikan
(1,0,1)	AR 1	0,5461	0,1668	3,27	0,002	Signifikan

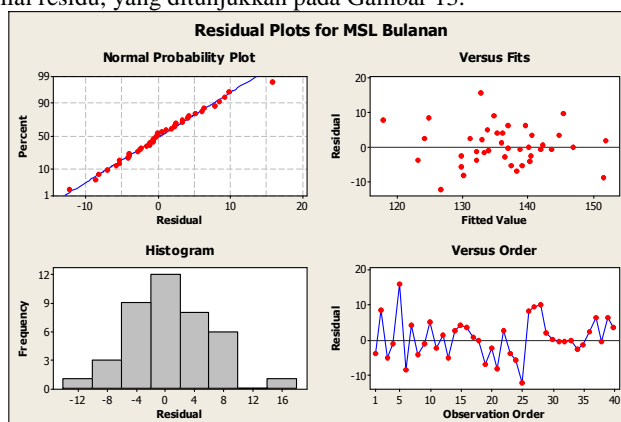
	MA 1	-0,5262	0,1635	-3,22	0,003	
(0,0,1)	MA 1	-0,7950	0,0952	-8,35	0,000	Signifikan

Setelah menentukan koefisien estimasi, dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan melihat nilai P-Value pada Tabel 3. Jika P-Value < α = 0,05, maka model dapat dikatakan acak dan dapat dilanjutkan, sehingga semua model dikatakan berhasil. Selain uji acak, proses diagnosa dilanjutkan dengan uji kenormalan, dengan melihat P-Value pada Tabel 4. Jika P-Value > α = 0,05, maka model dapat dikatakan normal dan dapat dilanjutkan untuk proses peramalan, yang terlihat pada Tabel ...

Tabel 4. Hasil Uji Signifikansi

Model	Lag			
	12	24	36	48
ARIMA (1,0,0)	0,053	0,080	0,333	*
ARIMA (1,0,1)	0,444	0,598	0,853	*
ARIMA (0,0,1)	0,059	0,062	0,230	*

Selain dari nilai P-Value yang lebih dari α=0,05, uji normal dapat dilihat dari grafik Residual Plot yang diperoleh dari nilai residu, yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 6. Residual Plot

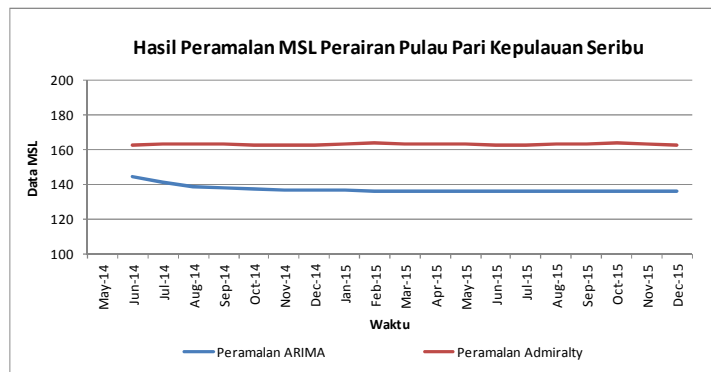
Setelah terlihat hasil uji signifikansi, dapat dilanjutkan dengan pemilihan nilai MS (indeks untuk MSD) yang terkecil. Hasil terkecil dari nilai MS merupakan indeks model paling tepat untuk peramalan. Dari Tabel ... terlihat bahwa indeks ARIMA (1,0,1) merupakan model peramalan paling tepat.

Tabel 5. Hasil MS pada ARIMA

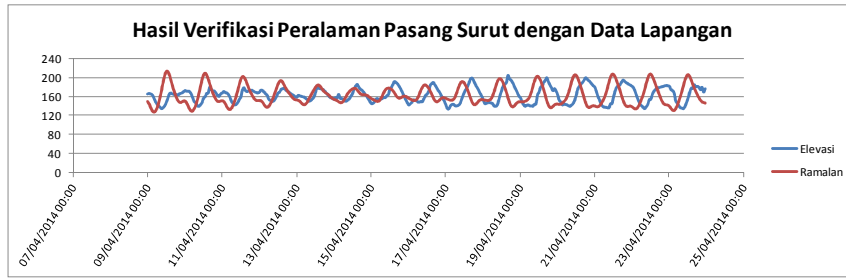
Indeks ARIMA	MS
(1,0,0)	40,38
(1,0,1)	34,16
(0,0,1)	40,08

Hasil peramalan MSL di perairan Pulau Pari dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai MSL dengan menggunakan metode Admiralty didapatkan dari hasil peramalan pasang surut tiap bulan. Sedang nilai MSL dengan menggunakan metode ARIMA didapatkan dari model ARIMA (1,0,1) dengan rumus:

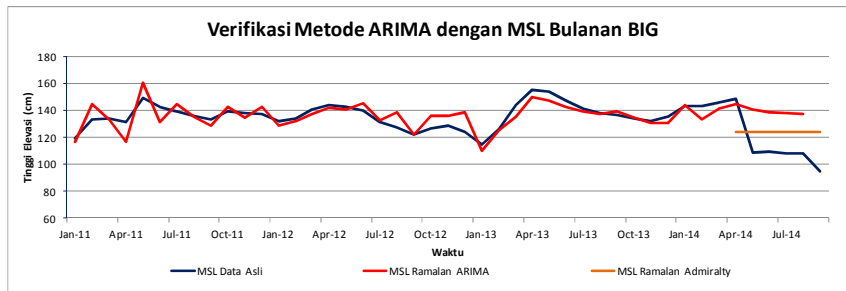
$$Y_t = 61,849 + (0,5461 \times Y_{t-1}) - \varepsilon_t + (0,5262 \times \varepsilon_{t-1})$$



Gambar 7. Hasil Peramalan MSL di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu



Gambar 8. Hasil Verifikasi Peramalan Pasang Surut Admiralty dengan Data Lapangan



Gambar 9. Hasil Verifikasi Peramalan MSL ARIMA dengan Data MSL Bulanan BIG

Pembahasan

Tipe Pasang Surut

Tipe pasang surut berdasarkan kurva pasang surut dapat dilihat pada Gambar 2. Pasang surut di suatu lokasi pengamatan dapat dipisahkan menurut tipe harian tunggal, harian ganda, dan campuran (condong harian tunggal dan condong harian ganda) (Poerbando dan Djunarsah, 2005).

Tipe pasang surut berdasarkan perhitungan nilai Formzahl didapatkan nilai 3,41. Tipe pasang surut diperoleh dari rumus Formzahl dengan perbandingan nilai K_1 dan O_1 (konstanta pasut tunggal utama) terhadap nilai M_2 dan S_2 (konstanta pasut ganda utama) (Ongkosongo dan Suyarso, 1989). Hasil perhitungan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai terbesar terdapat pada komponen K_1 dan O_1 dengan nilai 25 cm dan 14 cm. K_1 dan O_1 merupakan komponen yang paling dominan dalam mempengaruhi pasang surut harian tunggal. Sedangkan komponen M_2 dan S_2 merupakan komponen pasang surut ganda, sehingga nilai amplitudo relatif kecil, dengan nilai 4 cm dan 8 cm.

Tipe pasang surut tahunan di Kepulauan Seribu menurut Ongkosongo dan Suyarso dalam Christon *et al.* (2012) adalah pasang surut *diurnal* atau pasang surut harian tunggal, dimana terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Dipoastono (2007) menambahkan bahwa berdasarkan pengamatan pasang surut di Tanjung Priok diperoleh nilai Formzahl sebesar 3,80 menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Teluk Jakarta sama dengan tipe pasang surut di Kepulauan Seribu.

Peramalan Pasang Surut dengan Metode Ramalan Pasang Surut Admiralty

Pada perhitungan dengan menggunakan metode Peramalan Pasang Surut (Rampas) menghasilkan data ramalan yang mendekati data lapangan. Nilai peramalan didapatkan dari nilai amplitudo pada komponen S_0 , yang ditambah dengan jumlah amplitudo pada tiap komponen. Perhitungan MSL dengan menggunakan metode ini didapatkan dari rata-rata data pasang surut tiap bulan. Hasil verifikasi yang didapatkan dari perbandingan antara nilai MSL lapangan dan MSL peramalan diperoleh nilai MRE sebesar 11,63%, dimana hasil kebenaran untuk peramalan metode Admiralty yaitu sebesar 88,37%. Hal ini sesuai dengan pendapat Atmodjo (2011) bahwa nilai *error* dalam suatu peramalan maksimal 40%, sehingga peramalan dapat digunakan.

Peramalan Pasang Surut dengan Metode ARIMA

Data yang digunakan pada proses peramalan adalah data MSL bulanan yang diperoleh dari instansi BIG (Badan Informasi Geospasial) dari Januari 2011 sampai April 2014, sehingga data yang digunakan sebanyak 40 data. Hal ini telah memenuhi pendapat Wiyanti dan Pulungan (2012) bahwa data yang digunakan harus minimal 2 tahun atau 24 data pengambilan. Metode ARIMA merupakan salah satu bentuk analisis deret waktu (*time series analysis*). Model ARIMA dapat menganalisis data secara univariat yang mengandung pola trend dan musiman. Metode ini hanya menganalisis melalui data yang

stasioner, sehingga data yang non stasioner harus distasionerkan terlebih dahulu dengan transformasi dan atau pembedaan (*difference*) (Box dan Jenkins, dalam Octora, 2010). Nilai MRE yang didapatkan dalam verifikasi ARIMA adalah sebesar 4,24% dengan nilai kebenaran sebesar 95,76%.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa

1. Nilai peramalan MSL pada tahun 2014 sampai 2015 dengan menggunakan metode Ramalan Pasang Surut Admiralty berkisar antara 162,39 cm sampai 163,54 cm dengan MRE sebesar 11,63%. Nilai peramalan dengan menggunakan ARIMA berkisar antara 136,25 cm sampai 144,69 cm, dengan nilai MRE sebesar 4,24%.
2. Hasil peramalan dengan pendekatan statistik lebih bagus dalam meramalkan elevasi muka laut rata-rata (MSL), sedangkan metode peramalan dengan analisa harmonik (Admiralty) lebih bagus dalam meramalkan fase periode pasang surut.
3. Kelebihan dari ARIMA adalah dapat meramalkan semua tipe jenis data dengan memberikan keakuratan yang baik, dan kekurangan dari ARIMA adalah hanya dapat meramal dengan jangka pendek saja.

Saran

Sebaiknya dalam inputan data peramalan dengan menggunakan ARIMA diperbanyak, agar peramalan dapat dilakukan dengan jangka waktu yang lebih panjang dan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asriningrum W, Dault A. dan Arifin P. 2004. Studi Identifikasi Karakteristik Terumbu Karang untuk Pengelolaan dan Penentuan Pulau Kecil Menggunakan Data Landsat. IPB. Bogor.
- Atmodjo, W. 2011. Studi Penyebaran Sedimen Tersuspensi di Muara Sungai Porong Kabupaten Pasuruan. [Jurnal] Buletin Oseanografi Marina Oktober 2011 (1) 60-81. Jursan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Diposaptono, S. 2007. Karakteristik Laut Pada Kota Pantai. Direktorat Bina Pesisir, Direktorat Jendral Urusan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Iriawan, N. dan P.S. Astuti. 2006. Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Lisnawati, L. A., B. Rochaddi, D. H. Ismunarti. 2013. Studi Tipe Pasang Surut di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa Jepara, Jawa Tengah. [Jurnal] Buletin Oseanografi Marina (2) April 2013:61-67.
- Octora, M. 2010. Perbandingan Metode ARIMA (Box Jenkins) dan Metode Winter dalam Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Surabaya.
- Ongkosongo, O. S. R. dan Suyarso. 1989. Pasang Surut. LIPI, Jakarta.
- Sugiyono. 2003. Metode Penelitian Bisnis. Pusat Bahasa Depdiknas. Bandung.
- Wei, W. W. S. 1994. Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Addison-Wesley Publishing Company Inc. United States of America.