

KAJIAN PENGARUH AWAL DATA PASANG SURUT TERHADAP NILAI KOMPONEN PASANG SURUT METODE ADMIRALTY

Andy Hendri¹, Manyuk Fauzi¹, dan Widya Safitri¹

1. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Jl Muchtar Lutfi, Pekanbaru, 28296, Indonesia
E-mail : andyh_pku@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peramalan pasut dapat menggunakan beberapa metode analisis, yaitu Admiralty, Least Square dan Spectrum. Penelitian sebelumnya hanya melakukan verifikasi menggunakan data pengamatan dan tidak memperhatikan tanggal dalam pengambilan datanya, karena waktu pengambilan data akan mempengaruhi nilai komponen-komponen pasut yang akan dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode Admiralty, karena menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata yang lebih kecil dan dapat menggunakan data pengamatan pasut dalam jangka waktu pendek. Data pengamatan selama 15 hari dengan pengamatan tiap jam, disimulasi terhadap tiga puluh lima variasi waktu pengambilan awal data pengamatan menggunakan penanggalan Hijriah. Hasil yang diperoleh pada lokasi penelitian di Apra Harbor, Guam, Mariana Islands ini menunjukkan bahwa nilai RMSE terkecil terdapat pada variasi awal data pengamatan di sekitar tanggal 24 sampai 08 siklus bulan berikutnya pada penanggalan Hijriah, yaitu saat terjadi fase bulan sabit akhir sampai fase bulan cembung awal. Tipe pasut menunjukkan nilai F pada lokasi ini masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal), tetapi untuk setiap siklus bulan terdapat simulasi yang nilai F nya masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal) yaitu dominan terjadi pada variasi data pengamatan tanggal 10 sampai 24 penanggalan Hijriah..

Kata Kunci : Hijriah, Metode Admiralty, pasang surut, RMSE

ABSTRACT

Tide forecasting can use several analysis methods, namely the Admiralty, Least Square and Spectrum. Previous research only verified by using observational data and did not consider the obtaining date data, due the date of data collection affect the tide components to be produced. This research will use the method of Admiralty, because it produces smaller average error rate and it can use the tide observation data in the short term. Observational data for 15 days with every hour is simulated to 35 variation time by using a Hijri calendar. The results of observation in Apra Harbor, Guam, Mariana Islands showed that the smallest RMSE values is on the first observational data around 24 to 08 cycles in the following month of Hijri calendar, which occurs when the crescent phase until the end of the initial phases of the moon convex. Tide type indicates the value of F in this location entered the classification of type double daily tide lean mixture (mixed tide prevailing semidiurnal), but for each cycle of the moon, there is a simulation of the F value was entered on the classification of single daily tide lean mixture types (mixed tide prevailing diurnal), the dominant occur in observational data on 10 to 24 Hijri calendar.

Keywords : Hijri, Method of Admiralty, tides, RMSE

PENDAHULUAN

Pasang surut (pasut) merupakan fenomena yang sangat menarik dan menyimpan berbagai ilmu pengetahuan yang memerlukan kajian yang berkelanjutan. Data pasut adalah salah satu data dasar yang berguna bagi berbagai keperluan penelitian maupun pembangunan, seperti untuk pelayaran, pengembangan wilayah pantai, pembuatan dermaga pelabuhan dan perencanaan

bangunan pantai lainnya. Hal ini menyebabkan untuk pembangunan infrastruktur tersebut memerlukan analisis pasut agar diperoleh tinggi muka air rata-rata (Mean Sea Level, MSL), tinggi muka air terendah (Lowest Low Water Level, LLWL), dan tinggi muka air tertinggi (Highest High Water Level, HHWL). Namun hal ini belum sepenuhnya dimiliki pihak terkait, sehingga pembangunan yang dilaksanakan tidak menuai hasil yang maksimal.

Terdapat beberapa metode analisis, yaitu Admiralty, *least square* dan *spectrum*. Penelitian yang pernah dilakukan pada studi kasus di Pelabuhan Tanjung Buton, Kabupaten Siak yang dilakukan oleh Habibie (2008) menggunakan metode *least square* menggunakan data pasut selama 15 hari (piantan), yaitu tanggal 8 sampai 22 Agustus 2004, menghasilkan prakiraan pasut dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 240,97%, sedangkan untuk metode Admiralty pada studi kasus yang sama dilakukan oleh Puspa (2008) menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 22,41%. Penggunaan metode Admiralty di lokasi Tanjung Buton terbukti telah menghasilkan keluaran yang cukup memuaskan, namun verifikasi yang dilakukan hanya menggunakan data pengamatan dan aplikasinya tidak memperhatikan waktu dalam pengambilan datanya, untuk itu pada penelitian ini akan menggunakan metode Admiralty, karena menghasilkan tingkat kesalahan rata-rata yang lebih kecil dan metode ini dapat menggunakan data pengamatan pasut dalam jangka waktu pendek serta akan dilakukan verifikasi menggunakan data pengamatan selanjutnya dengan memvariasikan waktu awal data pengamatan yang akan disimulasi. Permasalahan yang dikaji dalam tugas akhir ini adalah simulasi variasi waktu manakah yang cocok terhadap prakiraan pasut menggunakan metode Admiralty.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui variasi waktu dalam pengambilan awal data pengamatan dan nilai komponen-komponen pasut yang cocok digunakan dalam prakiraan pasut di daerah penelitian. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran simulasi dan perhitungan menggunakan metode Admiralty dalam mendapatkan nilai komponen-komponen pasut dengan menggunakan variasi waktu yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan data sekunder pasang surut yang diperoleh dari situs resmi milik *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) yang melakukan pengamatan dan pengukuran pasut, dengan mengambil lokasi di Apra Harbor, Guam, Kepulauan Mariana yang merupakan sebuah pulau di bagian barat Samudera Pasifik dan juga sebuah *Organized Unincorporated Territory* Amerika Serikat, pada posisi 130 26,3' LU dan 144o 39,2' BT, data selama 6 bulan dimulai pada bulan Januari sampai Juni 2010, dengan memvariasikan waktu awal pengambilan data selama 15 hari dengan pengamatan tiap jam.

Penyusunan skema

Data pasut hasil pengukuran yang digunakan untuk menentukan besaran dari amplitudo dan fase dari tiap komponen pasut dihitung dengan menggunakan skema-skema, yaitu langkah-langkah pada metode Admiralty untuk setiap variasi tanggal data. Dalam penentuan skema ada beberapa faktor yang dominan yang dapat dibagi menjadi lima komponen penting (Mahmud, 2008) yaitu s , h , p , p' , dan N . Perhitungan yang telah dilakukan untuk menentukan besaran dari amplitudo dan fase dari tiap komponen pasut kemudian dapat ditentukan tipe pasut menggunakan angka pasut (tide form number) atau bilangan Formzahl menggunakan Persamaan (1) (Mihardja, 1988):

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{M2 + S2} \quad (1)$$

dengan A_{K1} adalah amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari (K_1), A_{O1} adalah amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan (O_1), A_{M2} adalah amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan (M_2), dan A_{S2} adalah amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari (S_2).

Nilai Formzahl berbeda-beda pada setiap daerah, contohnya pada daerah sungai Musi yang mempunyai pasang surut harian tunggal dengan bilangan Formzahl 3,06 (Surbakti, 2012).

Simulasi

Melakukan simulasi prakiraan untuk setiap variasi tanggal menggunakan data 15 hari, kemudian diverifikasi menggunakan data simulasi itu sendiri dan verifikasi menggunakan data selanjutnya sampai data tanggal 30 Juni 2010. Terdapat 35 variasi waktu pasut yang akan disimulasi, karena pasut lebih dipengaruhi oleh siklus bulan maka variasi waktu data pasut juga menggunakan penanggalan kalender Hijriah yang menggunakan peredaran bulan sebagai acuannya.

Verifikasi Hasil Simulasi

Verifikasi hasil simulasi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan yang telah didapat dari proses analisa sudah mendapatkan hasil yang baik atau tidak. Verifikasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah verifikasi menggunakan data

simulasi itu sendiri dan verifikasi menggunakan data selanjutnya hingga bulan Juni 2010.

Menghitung Tingkat Kesalahan

Tingkat kesalahan pada penelitian ini menggunakan Persamaan (2) yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE adalah parameter statistik yang menginformasikan pengguna model tentang ukuran aktual *error* yang dihasilkan oleh model (Shrestha, 2003 dalam Kasman, 2011).

RMSE yang akan dihitung menggunakan hasil verifikasi terhadap data simulasi itu sendiri dan verifikasi data selanjutnya hingga tanggal 30 Juni 2010.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{o_i} - a_{p_i})^2}{m}} \quad (2)$$

dengan a_o adalah nilai data observasi ke $-i$, a_p adalah nilai data prediksi ke $-i$, dan m adalah jumlah data.

Setelah melakukan analisa terhadap tingkat kesalahan adalah membandingkan tinggi muka air pada data pengamatan dengan tinggi muka air hasil prakiraan yang telah diperoleh untuk tiap variasi tanggal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa pasut pada penelitian ini menggunakan metode Admiralty, dengan data pengamatan selama 15 hari tiap jam. Data verifikasi yang digunakan adalah data selama enam bulan, yaitu dari bulan Januari sampai Juni 2010. Keluaran dari perhitungan dan pengolahan data pasut berupa bilangan Formzahl (F), komponen harmonik yang terdiri dari sembilan komponen utama pasut, amplitudo (A), fase (g), dan juga elevasi muka air

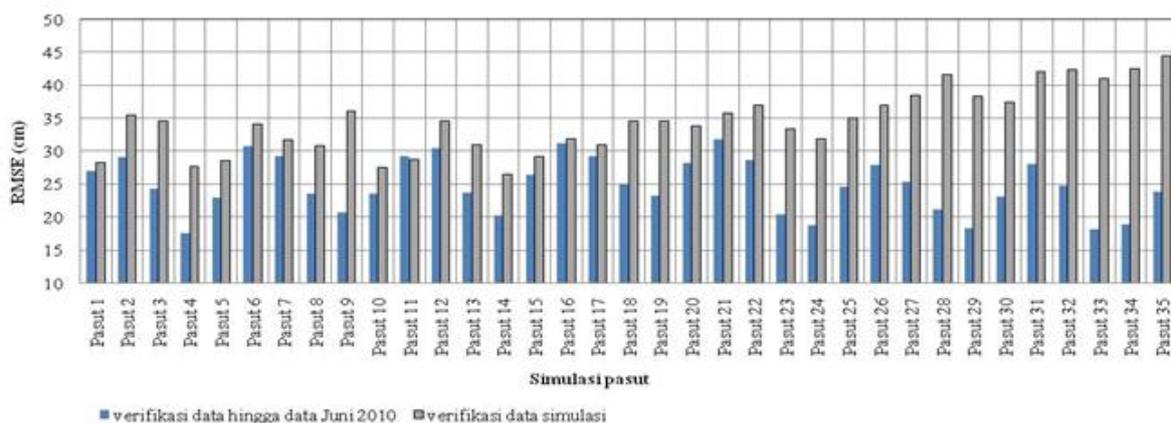
penting yang dapat digunakan sebagai acuan perencanaan di daerah penelitian.

Root Mean Square Error (RMSE)

Tingkat kesalahan pada penelitian ini dihitung menggunakan Persamaan (2), yaitu *Root Mean Square Error* (RMSE). Perhitungan RMSE yang dilakukan yaitu dari hasil verifikasi data 15 hari yang merupakan data simulasi dan hasil verifikasi dari data tanggal selanjutnya hingga bulan Juni 2010. Perbandingan nilai RMSE yang diperoleh dari hasil verifikasi data 15 hari untuk tiap simulasi dan nilai RMSE yang diperoleh dari hasil verifikasi dari data tanggal selanjutnya hingga bulan Juni 2010 ditampilkan dalam diagram batang yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tiga puluh lima variasi waktu pada penelitian ini terdapat 4 (empat) siklus fase bulan yang pengamatannya terjadi pada pertengahan bulan Muharram sampai akhir bulan Rab'ul Akhir. Hasil verifikasi terhadap data simulasi itu sendiri dan hasil verifikasi terhadap data selanjutnya hingga bulan Juni 2010 diurutkan tiga urutan terkecil dari hasil RMSE nya serta menampilkan fase bulan yang terjadi pada awal dan akhir pengambilan data pengamatan, hal ini dimaksudkan untuk melihat variasi waktu pengamatan yang dominan tiap siklus bulan dari nilai RMSE terkecil yang diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2.

Hasil yang diperoleh pada Tabel 1 menunjukkan urutan nilai RMSE terkecil dengan variasi tanggal data yang dominan untuk hasil verifikasi terhadap data simulasi itu sendiri sebesar 26,52 cm dan untuk urutan nilai RMSE pada Tabel 2 menunjukkan variasi tanggal data yang dominan untuk nilai RMSE terkecil dari verifikasi terhadap data selanjutnya hingga bulan Juni 2010 sebesar 17,66 cm dengan awal data pengamatan terdapat



Gambar 1. Perbandingan nilai RMSE dari verifikasi data simulasi terhadap verifikasi data selanjutnya hingga bulan Juni 2010

Tabel 1. Posisi bulan pada tiga variasi RMSE terkecil tiap siklus bulan pada verifikasi terhadap data simulasi

No	Bulan	RMSE (cm)	Variasi tanggal data	Fase awal - akhir pengambilan data pengamatan												
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
1	Muh	27,74	24 Muh - 08 Sha													
2		28,27	15 - 29 Muh													
3		28,58	27 Muh - 11 Sha													
1	Sha	26,52	24 Sha - 09 RaA													
2		27,61	12 - 26 Sha													
3		28,80	15 Sha - 29 RaA													
1	RaA	30,96	04 - 18 RaA													
2		31,88	25 RaA - 09 RaT													
3		31,92	01 - 15 RaA													
1	RaT	36,94	01 - 15 RaT													
2		37,47	13 - 27 RaT													
3		38,35	10 - 24 RaT													

Tabel 2. Posisi bulan pada tiga variasi RMSE terkecil tiap siklus bulan pada verifikasi terhadap data selanjutnya hingga bulan Juni 2010

No	Bulan	RMSE (cm)	Variasi tanggal data	Fase awal - akhir pengambilan data pengamatan												
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
1	Muh	17,66	24 Muh - 08 Sha													
2		22,96	27 Muh - 11 Sha													
3		24,36	21 Muh - 05 Sha													
1	Sha	20,31	24 Sha - 09 RaA													
2		20,75	09 - 23 Sha													
3		23,53	12 - 26 Sha													
1	RaA	18,82	25 RaA - 09 RaT													
2		20,36	22 RaA - 06 RaT													
3		23,25	10 - 24 RaA													
1	RaT	18,21	22 RaT - 07 JuA													
2		18,38	10 - 24 RaT													
3		18,97	25 RaT - 10 JuA													

pada fase 8 disekitar tanggal 24 sampai 27 penanggalan Hijriah yaitu saat terjadi fase bulan sabit akhir..

Siklus bulan merupakan dasar perhitungan pada sistem penanggalan kalender Hijriah yang merujuk pada perubahan fase bulan. Fase bulan merupakan bentuk bulan yang selalu berubah-ubah tergantung pada kedudukan bulan terhadap matahari jika dilihat dari bumi. Fase-fase bulan menurut penanggalan Hijriah dapat dilihat pada Gambar 2, berdasarkan Gambar tersebut diketahui ada 8 (delapan) fase bulan yang dibagi menurut penanggalan hijriah (wikipedia).

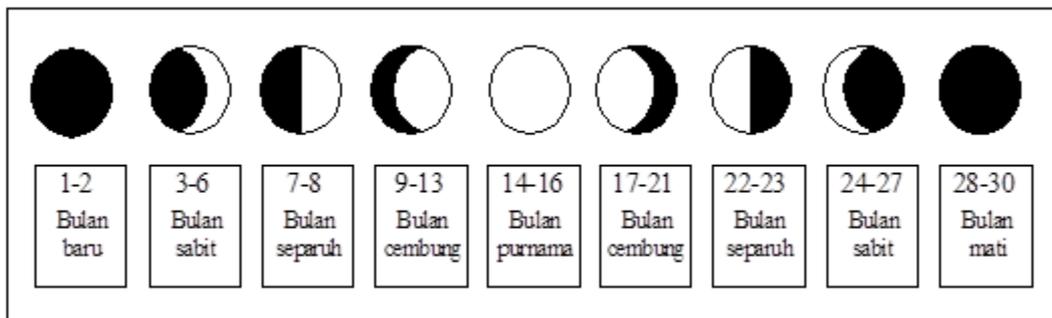
Komponen Pasang Surut

Komponen-komponen pasut diperoleh dari hasil verifikasi terhadap data selanjutnya hingga bulan Juni 2010 pada simulasi pasut 4 sebesar 17,66 cm

dengan variasi waktu pengamatan pada tanggal 24 Muh - 08 Sha Hijriah yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tipe Pasang Surut

Perhitungan tipe pasut menggunakan Persamaan (1), menunjukkan bahwa pada perairan Apra Harbor, Guam, nilai F masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal) yaitu $0,25 < F \leq 1,5$ yang dapat dilihat pada diagram batang pada Gambar 3. Tetapi jika dilihat nilai F yang diperoleh untuk tiap simulasi, diketahui pada penelitian ini untuk setiap siklus bulan terdapat simulasi yang nilai F nya masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal) yaitu $1,5 < F \leq 3,0$ yang dominan terjadi pada sekitar tanggal 10-24 pada penanggalan hijriah.



Gambar 2. Fase-fase bulan menurut penanggalan Hijriah

Tabel 3. Hasil akhir perhitungan komponen harmonik pada simulasi pasut 4

	S_0	M_2	S_2	N_2	K_2	K_1	O_1	P_1	M_4	MS_4
A	83,87	8,24	7,72	5,46	1,78	14,55	12,56	4,80	3,69	0,60
g		192,35	311,94	-112,59	311,94	59,99	-42,13	59,99	327,45	113,12

Tinggi Elevasi Muka Air Laut

Elevasi muka air penting pada tipe ini menggunakan nilai A komponen harmonik pada simulasi 4, yang menghasilkan elevasi muka air penting yaitu *Mean High Water Spring* (MHWS) sebesar 99,83 cm, *Mean Low Water Spring* (MLWS) sebesar 67,91 cm, *Highest Astronomical Tide* (HAT) sebesar 126,95 cm, dan *Lowest Astronomical Tide* (LAT) sebesar 40,79 cm.

KESIMPULAN

1. Tingkat kesalahan pada penelitian ini dihitung menggunakan persamaan RMSE, menunjukkan bahwa nilai RMSE terkecil dari hasil verifikasi terhadap data simulasi itu sendiri terdapat pada simulasi pasut 14 sebesar 26,52 cm, sedangkan nilai RMSE terkecil dari hasil verifikasi terhadap data selanjutnya hingga bulan Juni

2010 terdapat pada simulasi pasut 4 sebesar 17,66 cm, karenanya komponen-komponen pasut pada simulasi ini dapat digunakan sebagai referensi dalam mendapatkan prakiraan pasut di daerah penelitian.

- Urutan tiga nilai RMSE terkecil dari tiga puluh lima simulasi menunjukkan fase bulan yang dominan pada tanggal 24 sampai 09 siklus bulan berikutnya pada penanggalan Hijriah, yaitu pada fase 8 saat terjadi bulan sabit akhir sampai fase 4 saat bulan cembung awal. Hasil ini dapat dijadikan referensi waktu dalam pengambilan data pengamatan di lapangan.
- Tipe pasut yang diperoleh pada perairan Apra Harbor, Guam, menunjukkan nilai F pada lokasi ini masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal) yaitu $0,25 < F \leq 1,5$, tetapi untuk setiap siklus bulan terdapat simulasi yang nilai F



Gambar 3. Nilai bilangan *Formzahl* untuk tiap simulasi

nya masuk pada klasifikasi tipe pasut campuran condong harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal) yaitu $1,5 < F \leq 3,0$ yaitu dominan terjadi pada variasi data pengamatan tanggal 10 sampai 24 penanggalan Hijriah.

DAFTAR PUSTAKA

- Habibie, E. Z, Rahman. 2008. *Prakiraan Pasang Surut Dengan Metode Least Square*. Skripsi Fakultas Teknik Sipil. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Kasman. 2011. Analisa Zona Pesisir Terdampak Berdasarkan Model Dispersi Thermal dari Air Buangan Sistem Air Pendingin. Bandung: Institut Pertanian Bogor. Bab 3: 31-47.
- Mahmud, M. R. 2008. *Application of Real Time Tidal Acquisition and Processing System for Hydrographic Survey and Dredging Operations*. Laporan Akhir Penyelidikan Fakulti Kejuruteraan & Sains Geoinformasi. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.
- NOAA. -. Apra Harbor, guam, Marianas island. National Ocean service. Available at:
<URL:
http://tidesandcurrents.noaa.gov/data_menu.shtml?type=Historic+Tide+Data&mstn=1630000>
[Accessed 29 December 2011]
- Puspa, Indah. 2008. *Prakiraan Pasang Surut Dengan Metode Admiralty*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Surbakti, Heron. 2012. Karakteristik Pasang Surut dan Pola Arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. Jurnal penelitian Sains. Volume 15 Nomer 1(D) 15108.
- Wikipedia. -. Fase bulan. Ensiklopedia Bebas. Available at:<URL:http://id.wikipedia.org/wiki/Fase_bulan> [Accessed 14 April 2012]