

ANALISIS PASANG SURUT PERAIRAN DUMAI MENGGUNAKAN METODE *ADMIRALTY*

Kemala Fitri Astari¹⁾, Andy Hendri²⁾, Manyuk Fauzi²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM. 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: kemala.fitri@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The admiralty method is a tidal harmonic analysis method that used to analyze and to predict tides. Tidal analysis with admiralty method is done using 15 days and 29 days tidal data. This research aims to analyze the initial time of tidal simulation which have the most accurate result. Tidal data of Port C of Pelindo, Dumai has been analyzed using 29 days admiralty method. The results of this research indicated that the results of tidal analysis using 29 days admiralty method generate the smallest RMSE (Root Mean Square Error) value of 28,67 cm which is the prediction result of initial time of 5 Hijri calender. So the most appropriate initial time of input data simulation for the purposes of tidal analysis is on the 5th of each month of the Hijri calendar or during the phase of the second month (crescent month).

Keywords: admiralty method, tidal analysis, RMSE, Hijri calender

A. PENDAHULUAN

Perairan Dumai merupakan salah satu perairan di Provinsi Riau yang memiliki potensi besar dalam bidang kemaritiman. Wilayah ini merupakan daerah vital dalam sistem transportasi laut di Riau karena berada pada jalur pelayaran internasional yang padat. Wilayah pesisir ini dapat dikembangkan melalui pengembangan potensi sumberdaya perairan yang dimiliki. Hal tersebut bisa diwujudkan bila terdapat acuan data pendukung mengenai parameter oseanografi. Salah satu parameter oseanografi yang memegang peranan penting adalah fenomena pasang surut (pasut) air laut (Adibrata, 2007).

Pasut merupakan proses naik turunnya paras laut (muka air laut) secara berkala yang terjadi akibat adanya gaya tarik menarik dari benda-benda angkasa

terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pantai. Sebagai contoh, muka air pasang menentukan tingginya elevasi puncak bangunan pemecah gelombang, dermaga, dan sebagainya. Sementara kedalaman alur pelayaran dan kolam pelabuhan ditentukan oleh muka air surut (Lolong & Masinambow, 2011).

Pasut bersifat periodik dan nilai dari komponen-komponen pembentuknya dapat dianalisis. Metode *admiralty* merupakan metode yang dikembangkan oleh A. T. Doodson untuk menganalisis data pasut jangka waktu pendek (15 dan 29 hari/piantan) (Nurisman et al., 2011). Metode ini umum digunakan untuk menganalisis data pasut yang terbatas dan

menghasilkan sembilan komponen utama pasut.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh nilai komponen pasut perairan Dumai menggunakan metode *admiralty*. Data yang digunakan adalah data pasut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan panjang data input yang digunakan adalah 29 hari.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah peristiwa fluktuasi muka air laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Peristiwa naik turunnya muka air laut ini memiliki periode 12,4 jam atau 24,8 jam (Pond & Pickard, 2013).

B.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut

Pasang surut air laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi antar benda angkasa terutama Bumi, Bulan, dan Matahari.

Matahari dan bulan merupakan benda angkasa yang sangat mempengaruhi pembentukan pasut air laut. Kedua benda angkasa ini menentukan keadaan paras laut melalui tiga gerakan utama berikut ini.

1. Revolusi bulan terhadap bumi, orbitnya berbentuk elips dan periode yang diperlukan untuk menyelesaikan revolusi itu adalah 29,5 hari.
2. Revolusi bumi terhadap matahari dengan orbitnya berbentuk elips dan periode yang diperlukan adalah 365,25 hari.
3. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri yang memerlukan waktu selama 24 jam

B.3 Komponen Pasang Surut

Komponen pasang surut merupakan uraian dari resultan gaya penggerak pasang surut. Resultan gaya pasut adalah resultan dari gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Komponen pasut dapat dianalisa dengan metode harmonik, dengan dasar bahwa pasut yang terjadi adalah superposisi atau penjumlahan dari berbagai komponen pasut. Komponen pasut yang utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Komponen Pasang Surut

Komponen	Simbol	Keterangan
Utama bulan	M_2	
Utama matahari	S_2	
Bulan akibat variasi bulanan jarak bumi-bulan	N_2	Pasang Surut Semi Diurnal
Matahari-bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari-bulan	K_2	
Matahari-bulan	K_1	Pasang Surut Diurnal
Utama bulan	O_1	
Utama matahari	P_1	
Utama bulan	M_4	Perairan
Matahari-bulan	MS_4	Dangkal

B.4 Tipe dan Jenis Pasang Surut

Menurut Triatmodjo (2010) pasang surut di Indonesia dapat dibagi menjadi empat tipe, yaitu:

1. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

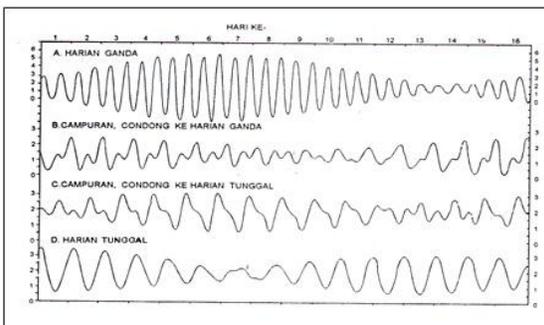
3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Tipe pasang surut ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Gambar 1 berikut menunjukkan keempat jenis pasang surut tersebut.



Gambar 1 Tipe Pasang Surut

Sumber: Triatmodjo, 2010

Tipe pasang surut dapat dicari dengan mendapatkan bilangan atau konstanta pasut (*Tidal Constant/Formzahl*) yang dihitung dengan metode *Admiralty*. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2} \dots\dots (1)$$

Dengan:

F : *Formzahl* atau konstanta pasang surut

A_{K1} : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari

A_{O1} : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian tunggal rata-rata yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari

A_{M2} : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh bulan

A_{S2} : Amplitudo dari anak gelombang pasang surut harian ganda rata-rata yang dipengaruhi oleh matahari

Bila harga F memenuhi salah satu perjanjian seperti di bawah ini:

1. $0 < F < 0,25$ maka tipe pasang surut sebagai Harian Ganda murni (*semi diurnal*).
2. $0,25 < F < 1,50$ maka tipe pasang surut sebagai campuran (*mixed type*) condong ke Harian Ganda.
3. $1,50 < F < 3,00$ maka tipe pasang surut sebagai campuran (*mixed type*) condong ke Harian Tunggal.
4. $F \geq 3,00$ maka tipe pasang surut sebagai Harian Tunggal murni (*diurnal type*).

B.5 Metode Admiralty

Metode *admiralty* merupakan metode analisis harmonik pasut yang digunakan untuk menganalisis komponen pasut. Metode ini dikembangkan oleh Doodson pada tahun 1921. Kelebihan utama dari *admiralty* yaitu dapat menganalisis data pasut jangka waktu pendek (15 hari dan 29 hari). Perhitungan dilakukan mulai dari skema pertama hingga skema ke delapan dengan bantuan beberapa tabel pengali. Hasil akhir dari metode analisis ini berupa nilai amplitudo

dan fase dari sembilan komponen pasang surut, yaitu M_2 , S_2 , K_2 , N_2 , O_1 , K_1 , P_1 , MS_4 , dan M_4 .

B.6 Tingkat Kesalahan

Tujuan dari menghitung tingkat kesalahan adalah untuk menilai akurasi hasil analisis pasut. Pada penelitian ini tingkat kesalahan dihitung dengan persamaan *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE* merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan hasil analisis. Kelebihan dari *RMSE* yaitu memiliki tingkat sensitivitas yang cukup tinggi. Perhitungan *RMSE* dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{o_i} - y_{p_i})^2}{n}} \quad \dots \dots (2)$$

Dengan y_{o_i} adalah elevasi pasut pengamatan ke $- i$, y_{p_i} adalah elevasi pasut hasil simulasi ke $- i$, dan n adalah jumlah data.

C. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *admiralty* dengan melakukan simulasi data sepanjang 29 hari. Simulasi data pasut divariasikan dengan 121 variasi awal waktu.

C.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan data pasut lokasi perairan Dumai dengan koordinat $1\ 41'20,88''$ LU dan $101\ 26'38,61''$ BT, tepatnya pada Pelabuhan Dumai - Dermaga C Pelindo, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Lokasi Penelitian

Sumber: *Google Maps*, 2017

C.2 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data pasut sepanjang lima bulan dengan penanggalan Hijriah. Pergerakan bulan yang bersesuaian dengan penanggalan Hijriah menyebabkan kalender Hijriah dapat dijadikan referensi dalam penentuan awal waktu pengamatan pasut untuk analisis pasut. Data yang digunakan adalah data pasut tanggal 16 Ramadhan 1435 H sampai 16 Shafar 1436 H (13 Juli 2014 sampai 8 Desember 2014) sebagai data input. Data ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

C.3 Prosedur Penelitian

C.3.1 Studi Literatur

Ilmu yang berkaitan dengan peramalan pasang surut metode *admiralty* dari berbagai sumber dikumpulkan dan dipelajari dengan seksama. Studi literatur berupa pembelajaran mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pasang surut, terutama ilmu prediksi pasang surut metode *admiralty*. Mediana dapat berupa buku, tesis, jurnal, artikel, dan *paper*.

C.3.2 Pengumpulan Data

Data pasut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dikumpulkan untuk lokasi penelitian perairan Dumai.

C.3.3 Penyusunan Skema Analisis Pasut Metode Admiralty

Skema-skema perhitungan pasut metode admiralty disusun dengan bantuan aplikasi *spread sheet*. Metode ini digunakan untuk memperoleh besaran amplitudo dan beda fase dari sembilan komponen pasut.

C.3.4 Simulasi Pasut

Simulasi pasut dengan data input sepanjang 29 hari dilakukan dengan 121 variasi awal waktu data pengamatan. Simulasi pertama menggunakan data input dari tanggal 16 Ramadhan sampai

14 Syawal 1435, simulasi kedua menggunakan data tanggal 17 Ramadhan sampai 15 Syawal 1435, dan seterusnya.

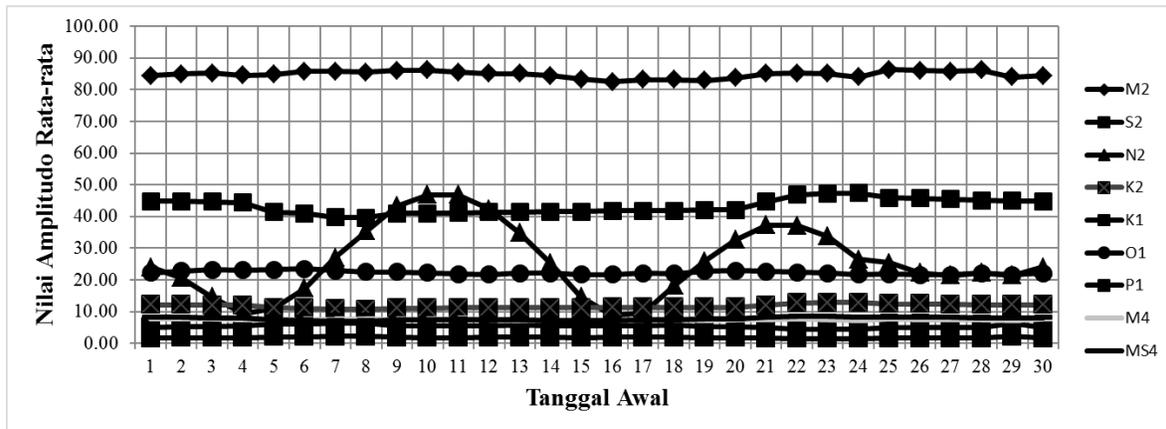
C.3.5 Verifikasi Hasil Simulasi

Hasil simulasi diverifikasi terhadap data input. Verifikasi dilakukan dengan menghitung tingkat kesalahan data yang diperoleh dari perhitungan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE).

D. Hasil dan Pembahasan

D.1 Komponen Pasut

Nilai amplitudo dari sembilan komponen pasut hasil analisis metode *admiralty* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Nilai Amplitudo Rata-rata Tiap Komponen Pasut

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai amplitudo yang paling berfluktuasi dihasilkan oleh komponen pasut N_2 . Komponen N_2 ini diakibatkan oleh perubahan jarak antara bulan dan bumi akibat lintasan yang berbentuk elips. Sedangkan nilai amplitudo terbesar dihasilkan oleh komponen pasut M_2 . Komponen ini diakibatkan oleh gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi.

D.2 Tipe Pasut

Berdasarkan Persamaan I, diperoleh nilai bilangan *Formzhal* untuk lokasi penelitian perairan Dumai sebesar 0,21.

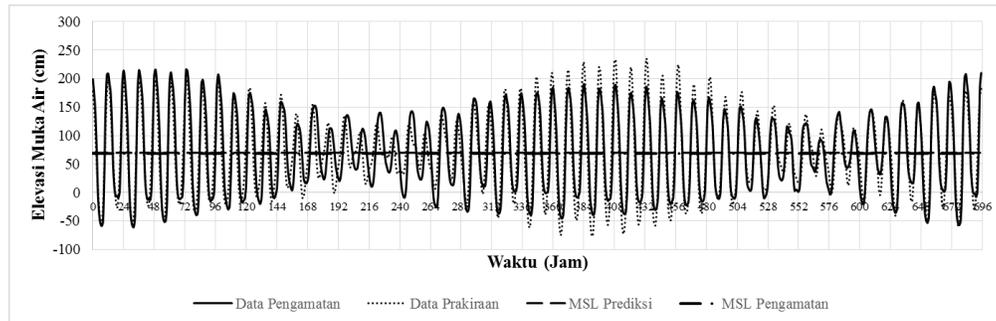
Hasil perhitungan bilangan *Formzhal* berada pada rentang $0 < F < 0,25$ maka pasut dapat diklasifikasikan pasut tipe harian ganda (*semi diurnal tide*). Pada pasut tipe harian ganda terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dalam satu hari.

D.3 Elevasi Pasut Hasil Simulasi

Elevasi pasut hasil simulasi dihitung setelah komponen pasut diperoleh. Berikut ini adalah elevasi pasut hasil Simulasi 1 jika dibandingkan dengan elevasi pasut di lapangan.

Gambar 4 menunjukkan bahwa data elevasi pasut hasil simulasi memiliki *trend* yang sama dengan elevasi data pasut pengamatan. Perbedaan hasil simulasi dengan data pengamatan di

lapangan dapat terlihat dari gambar tersebut. Elevasi pasut hasil simulasi 1 pada akhir bulan memiliki selisih paling besar terhadap data pengamatan.

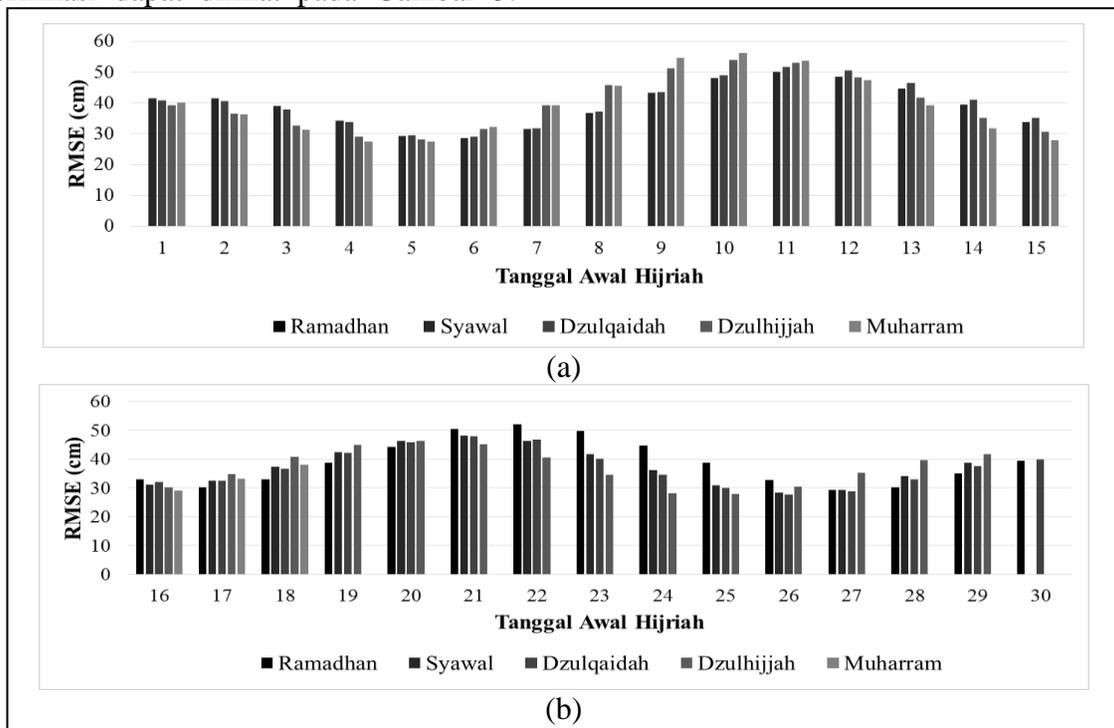


Gambar 4 Perbandingan Elevasi Pasut Hasil Simulasi 1 Dengan Data Pengamatan

D.4 Verifikasi Hasil Simulasi

Error pada hasil simulasi ini kemudian dihitung menggunakan persamaan RMSE. Nilai RMSE rata-rata tiap bulan yang diperoleh dari hasil verifikasi dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar tersebut menunjukkan bahwa nilai RMSE rata-rata terkecil hasil simulasi terdapat pada tanggal awal 5 penanggalan Hijriah, yaitu sebesar 28,67 cm. Tanggal 5 Hijriah berada pada fase bulan sabit.



Gambar 5 Diagram Nilai RMSE Hasil Verifikasi Data Simulasi Tanggal 1-15 Hijriah (a) dan Tanggal 16-29 Hijriah (b)

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Tanggal awal simulasi yang menghasilkan nilai elevasi pasut dengan nilai RMSE terkecil adalah pada tanggal 5 Hijriah (fase bulan sabit).
2. Nilai rata-rata RMSE terkecil hasil simulasi metode *admiralty* yaitu sebesar 28,67 cm.

E.2 Saran

Penelitian ini dilakukan menggunakan input data pasut sepanjang lima bulan dengan penanggalan Hijriah. Analisis ini dilakukan hanya untuk data input. Sehingga hasil penelitian ini tidak memberikan informasi mengenai nilai komponen pasut dan nilai elevasi pasut di waktu yang akan datang dan waktu yang tepat untuk mengamati pasut di lapangan. Maka saran dari penelitian ini yaitu dilakukan analisis untuk memprediksi komponen pasut dan elevasi pasut di waktu yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata, S. (2007). Analisis Pasang Surut di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat. *Sumberdaya Perairan*, 1(April), 1–6.
- Lolong, M., & Masinambow, J. (2011). Penentuan Karakteristik dan Kinerja Hidro Oceanografi Pantai (Studi Kasus Pantai Inobonto). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 1(2), 127–134.
- Nurisman, N., Fauziah, & Surbakti, H. (2011). Karakteristik Pasang Surut di Alur Pelayaran Sungai Musi Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal*, 4(1), 110–115.
- Pond, S., & Pickard, G. L. (2013). *Introductory dynamical oceanography*. Elsevier.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.