

Analisa Variasi Nilai Konstanta Komponen Harmonik Tahunan Metode Admiralty dengan Prediksi Elevasi Pasang Surut di Sendang Biru Malang

Analysis of Variations in the Value of Annual Harmonic Component Constants in the Admiralty Method with Prediction of Tidal Elevation in Sendang Biru Waters, Malang

Russel Tambunan¹, Widodo S. Pranowo², Dian Adrianto³

¹ Program Studi S-1 Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

² Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir , KKP

³ Pusat Hidro-Oseanografi TNI-AL, Ancol Timur , Jakarta Utara

ABSTRAK

Metode *admiralty* merupakan metode pengolahan data pengamatan pasang surut yang dapat digunakan pada rentang waktu pengamatan selama 15 hari atau 29 hari dan menghasilkan 9 komponen pasang surut dan mempresentasikan jenis pasang surut yang terjadi pada suatu lokasi yaitu *diurnal K1, P1 dan O1, semi-diurnal M2, K2, S2 dan N2, kuartier-diurnal M4 dan MS4*. Penentuan konstanta harmonik pasang surut pada suatu Perairan dengan menggunakan metode *admiralty* akan menghasilkan variasi nilai dan jumlah konstanta komponen harmonik yang berbeda pada setiap Bulan dalam satu tahun dan berpengaruh pada prediksi elevasi pasang surut. Pada pengolahan data pengamatan yang dilaksanakan di Perairan Sendang Biru Malang dengan metode *admiralty* pada setiap Bulan pada tahun 2020 diperoleh variasi nilai konstanta harmonik yang cukup signifikan dan mempengaruhi hasil data prediksi. Nilai *Root Mean Square Error* maksimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Oktober dan nilai *Root Mean Square Error* minimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Januari. Tipe pasang Perairan Sendang Biru Malang merupakan campuran condong ke harian ganda

Kata Kunci: *Prediksi Pasang Surut, Admiralty*

ABSTRACT

The admiralty method is a tidal observation data processing method that can be used over a span of 15 days or 29 days of observation and produces 9 tidal components and presents the types of tides that occur at a location, namely diurnal K1, P1 and O1, semi-diurnal M2, K2, S2 and N2, quarter-diurnal M4 and MS4. Determination of tidal harmonic constants in a waters using the admiralty method will result in variations in the value and number of constants of different harmonic components in each month of the year and affect the prediction of tidal heights.

In the processing of observational data carried out in Sendang Biru Malang waters with the admiralty method every month in 2020, the variation in the value of the harmonic constant is quite significant and affects the results of the prediction data. The maximum Root Mean Square Error value occurs in the prediction data of the result of processing the harmonic component constants in October and the Root Mean Square Error minimum error value occurs in the prediction data of January harmonic component constant processing. The tide type of Sendang Biru Malang waters is Mixed Semi Diurnal.

Keywords: *Tide Prediction, Admiral*

1. Pendahuluan

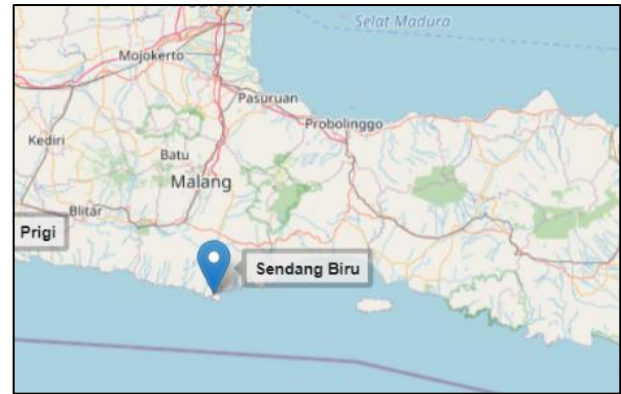
Variasi ketinggian pasang surut merupakan hasil dari superposisi atau penggabungan dari berbagai komponen/konstanta harmonik gelombang pasang surut, yang ditimbulkan gaya pembangkit pasang surut. Pengolahan data pasang surut bertujuan untuk memperoleh nilai konstanta harmonik, yang selanjutnya digunakan pada penentuan *chart datum* dan prediksi pasang surut.

Penentuan konstanta harmonik pasang surut pada periode tertentu dapat dilaksanakan dengan metode *admiralty*. Metode *admiralty* digunakan pada pengolahan data pengamatan pasang surut dengan rentang waktu pengamatan selama 15 hari atau 29 hari dan menghasilkan 9 komponen pasang surut, yang mempresentasikan jenis pasang surut yang terjadi pada suatu lokasi yaitu *diurnal K1*, *P1* dan *O1*, *semi-diurnal M2*, *K2*, *S2* dan *N2*, kuartar-diurnal *M4* dan *MS4*.

Penentuan konstanta harmonik pasang surut pada suatu Perairan dengan menggunakan metode *admiralty* akan menghasilkan variasi nilai dan jumlah konstanta komponen harmonik yang berbeda pada setiap Bulan dalam satu tahun dan berpengaruh pada prediksi elevasi pasang surut. Verifikasi hasil perhitungan pasang surut diperlukan untuk membandingkan hasil pengamatan dengan prediksi pasang surut pada setiap data pengamatan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada penulisan tugas akhir ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Data pada penelitian menggunakan data variasi ketinggian muka air laut pada lokasi pengamatan yang bersumber dari stasiun pasang surut telemetri BIG di Perairan, Sendang Biru, Malang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data periode panjang (data satu tahun) pada tahun 2020. Data yang diperoleh selanjutnya dikonversi sesuai format yang dibutuhkan pada pengolahan data menjadi 12 data pendek (29 hari) dan selanjutnya diolah menggunakan metode *admiralty* menggunakan lembar kerja *excel admiralty*, untuk memperoleh nilai konstanta komponen harmonik setiap Bulan.

Berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh selanjutnya diperhitungkan:

a. indeks *formzahl* untuk menentukan tipe pasang surut

$$F = \frac{A(K_1) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)}$$

b. Memprediksi elevasi pasang surut berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh pada setiap metode

$$H(t) = S_0 + \sum_{i=1}^n f_i A_i \cos(\omega_i t + (v_i + u_i) - g_i)$$

c. Verifikasi tingkat kesalahan data prediksi yang dihasilkan kedua metode dengan memperhitungkan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) data prediksi dengan data pengamatan ataupun antara data prediksi kedua metode tersebut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \hat{H}_i)^2}{n}}$$

Analisis data hasil pengolahan dilakukan dengan membandingkan indeks *formzahl*, nilai *lowest low-water level* (LLWL) dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) serta mempelajari pengaruh karakteristik Perairan terhadap ketelitian kedua metode secara obyektif disetiap lokasi pengamatan. Melalui analisis data yang dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Perbandingan Variasi Nilai Konstanta Komponen Pasang Surut

Pada pengolahan data dengan metode admiralty pada data pengamatan periode pendek (29 hari) tahun 2020 dihasilkan variasi nilai konstanta komponen harmonik baik pada nilai amplitudo dan keterlambatan fase setiap komponen. Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik S_0 , nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Desember yakni 153.7 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan September yakni 106.8 cm.

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik M2, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Desember yakni 66.0 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan April yakni 59.7 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Desember yakni 247,2 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Maret yakni 242.9

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik S2, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Mei yakni 35.1 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Desember yakni 33.1 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Januari yakni 310.3 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Oktober yakni 305.7

Pada hasil pengolahan data

pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik N2, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Juni yakni 14.5 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Agustus yakni 10.8 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Februari yakni 224.4 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Juli yakni 199.5

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik K2, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Maret dan Mei yakni 9.5 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Desember yakni 8.9 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Januari yakni 310.3 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Oktober yakni 305.7

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik K1, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Maret yakni 24.6 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Agustus yakni 19.9 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Mei yakni 279.6 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Oktober yakni 267.3

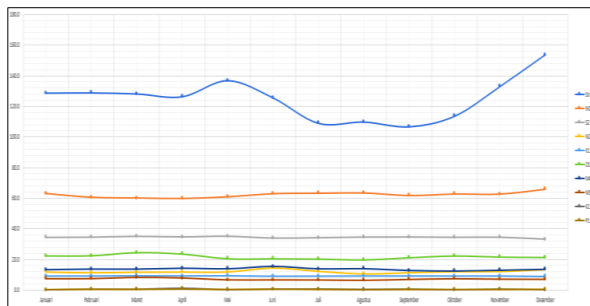
Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik O1, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Juni yakni 15.4 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Oktober yakni 12.6 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan April yakni 259.9 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Maret yakni 255.0

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik P1, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan Maret yakni 8.1 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Agustus yakni 6.6 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan Mei yakni

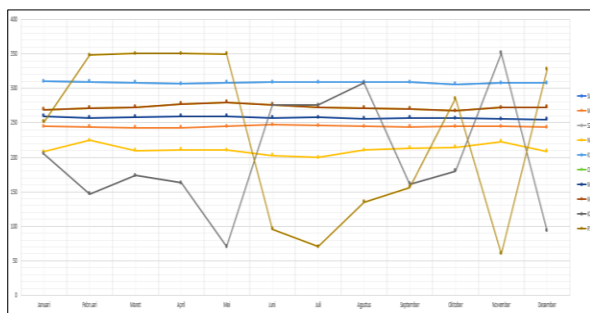
279.6 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Oktober yakni 267.3

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik M4, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan April yakni 1.0 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Januari yakni 0.0 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan November yakni 351.2 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan Mei yakni 70.5

Pada hasil pengolahan data pengamatan bulanan nilai konstanta komponen harmonik MS4, nilai amplitudo maksimal terjadi pada Bulan April yakni 0.9 cm dan nilai amplitudo minimal terjadi pada Bulan Agustus yakni 0.0 cm. Nilai keterlambatan fase maksimal terjadi pada Bulan April yakni 350.8 dan nilai keterlambatan fase minimal terjadi pada Bulan November yakni 59.9



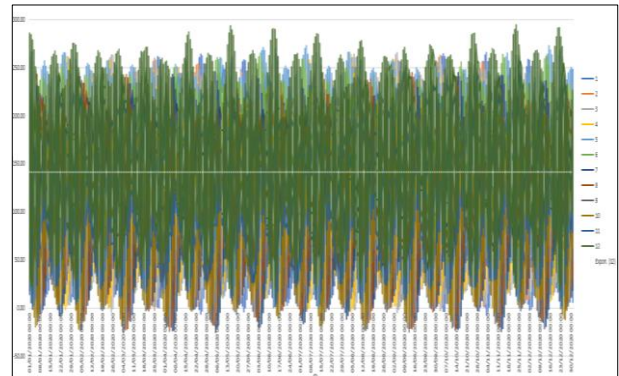
Gambar 1. Grafik variasi nilai amplitudo konstanta komponen harmonik



Gambar 2. Grafik variasi nilai fase konstanta komponen harmonik

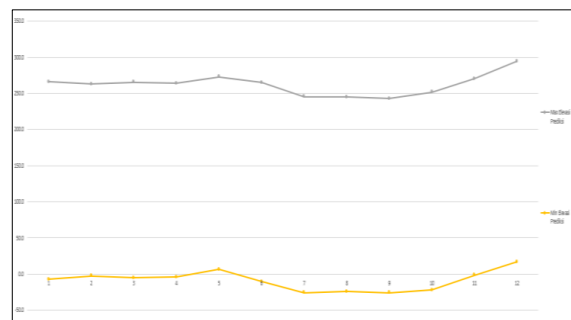
b. Analisa Data Prediksi Pasang surut

Pada pengolahan data prediksi pasang surut periode tahun 2020 berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh dari metode admiralty pada setiap Bulan, dihasilkan variasi nilai prediksi data pasang surut yang cukup signifikan.



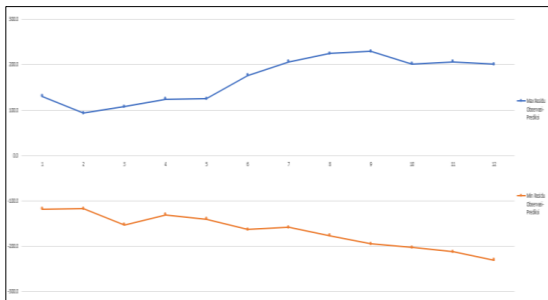
Gambar 3. Grafik elevasi data observasi & prediksi pasang surut tahun 2020

Terlihat pada gambar 3 terdapat perbedaan nilai elevasi dan fase prediksi pasang surut pada periode tahun 2020. Nilai elevasi prediksi maksimal terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Desember yakni 294.7 cm sementara nilai elevasi maksimal data observasi 294.0 cm. Nilai elevasi prediksi minimal terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan September yakni -25.9 cm sementara nilai elevasi maksimal data observasi -20.0 cm



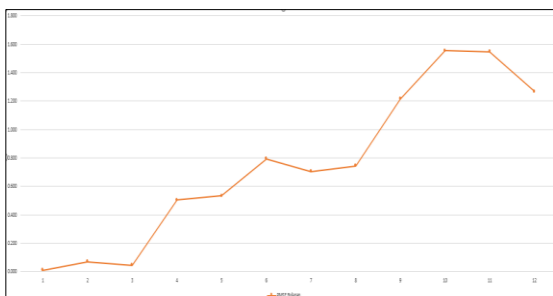
Gambar 4. Grafik elevasi maksimal & minimal prediksi pasang surut

Nilai selisih residu data pengamatan dengan prediksi maksimal terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan September yakni 229.2 cm. Nilai selisih residu data pengamatan dengan prediksi minimal terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Desember yakni -230.4 cm.



Gambar 5. Grafik nilai selisih residu data pengamatan dengan prediksi

Nilai *Root Mean Square Error* maksimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Oktober yakni 1.555. Nilai *Root Mean Square Error* minimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Januari yakni 0.009.



Gambar 6. Grafik nilai *Root Mean Square Error* data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik

c. Analisa Tipe Pasang surut

Berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh dari metode admiralty pada setiap

Bulan, dapat ditentukan tipe pasang surut melalui indeks fohmzal yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Bulan	Indeks Formzhal	Tipe Pasut
Januari	0.33	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Februari	0.34	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Maret	0.36	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
April	0.35	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Mei	0.31	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Juni	0.31	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Juli	0.30	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Agustus	0.30	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
September	0.32	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Oktober	0.33	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
November	0.32	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)
Desember	0.31	Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Semi Diurnal)

Tabel 1. Tabel indeks Fohmzal

Nilai indeks fohmzal yang dihasilkan oleh konstanta komponen harmonik tiap Bulan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Nilai indeks fohmzal pada tabel 1 menunjukkan bahwa tipe pasang surut pada Perairan Sendang Biru Malang merupakan campuran condong ke harian ganda.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain:

- Terdapat variasi nilai prediksi data pasang surut yang cukup signifikan berdasarkan nilai konstanta komponen harmonik yang diperoleh dari metode admiralty pada setiap Bulan.
- Nilai *Root Mean Square Error* maksimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Oktober yakni 1.555.
- Nilai *Root Mean Square Error* minimum terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Januari yakni 0.009.
- Nilai elevasi prediksi maksimal terjadi pada data prediksi hasil pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan Desember yakni 294.7 cm sementara nilai elevasi maksimal data observasi 294.0 cm.
- Nilai elevasi prediksi minimal terjadi pada data prediksi hasil

pengolahan konstanta komponen harmonik Bulan September yakni -25.9 cm sementara nilai elevasi maksimal data observasi -20.0 cm

f. Tipe pasang surut pada Perairan Sendang Biru Malang merupakan campuran condong ke harian ganda.

5. Daftar Pustaka

Agnew, D. C. and C. Constable. 2008. Least Square Estimation. <https://igppweb.ucsd.edu/~agnew/Courses/Sio223a/sio223notes.html>. diakses pada 22 Januari 2021 jam 17.48 WIB

Astari, Kumala N., 2018. Analisis Pasang Surut Perairan Dumai Menggunakan Metode Admiralty. Jom FTEKNIK Volume 5 Edisi 2 Juli s/d Desember 2018.

Djunarsjah, Eka. 2004. *Analisa Pasut Metode Kuadrat Terkecil*. ITB. Bandung.

Dronkers, J. J. 1964. *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters*. North-Holland Publishing Company. Amsterdam

Dynamic Theory of Tides". <https://rwu.pressbooks.pub/webboceanography/chapter/11-2-dynamic-theory-of-tides>. diakses pada 22 Januari 2021 jam 17.48 WIB

Handoyo, G., Suryosaputro, A. A. D. & Pratikyo, I. (2015). *Konversi Tinggi Pasang Surut Di Perairan Cilacap Terhadap Energi Yang Dihasilkan*. Jurnal Kelautan Tropis, 18(2): 112 - 120.

Ingham, A. E. 1975. *Sea Surveying*. New York: John Willey and Son Ltd.

Khatimah, H., Jaya, I., & Atmadipoera, A. S. (2016). Pengembangan Perangkat Lunak Antar

Muka Instrumen Motiwali (Tide Gauge) Untuk Analisis Data Pasang Surut. *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(2): 97-104.

Lubis, Saut M. 2004. *Diktat Kuliah Oseanografi*. ITB. Bandung

Nugroho, Didit B. 2009. *Diktat Kuliah Metode Numerik*. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga

Pariwono. 1989. *Gaya Penggerak Pasang Surut*, P30 LIPI. Jakarta

Poerbandono dan Djunarsjah, E. (2005). *Survei Hidrografi II*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. GD-3221.

Putra, Adi Y. N. 2017. *Pembuatan Co-Tidal Charts Perairan Laut Jawa*. Tesis. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya

Sofyan, Rawi. 2003. *Pengolahan data pasut*. STTAL. Jakarta

Supriyono. 2013. *Analisa dan Perhitungan Prediksi Pasut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan dan Balikpapan)*. *Jurnal Chart Datum*

Supriyadi, Eko. 2019. Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* VOL. 19 NO. 1 Tahun 2018: 29 – 38

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. 2003. *Pelabuhan, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Beta

Wyrcki (1961). *Physical Oceanography of The Southeast Asian Waters*. *Naga Report*, 2. Sripps Institution of Oceanography. The University of California, California,