

**ANALISIS TIPE PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE ADMIRALTY
(STUDI KASUS: PERAIRAN SORONG, PAPUA BARAT)**

**TIDAL TYPE ANALYSIS USING THE ADMIRALTY METHOD
(CASE STUDY: SORONG WATERS, WEST PAPUA)**

¹Ranu Wening Wahyu Setyowati *, ²Nadia Zahrina W

¹Program Studi Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Negeri Semarang

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: weningranu@students.unnes.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari perairan, memiliki potensi strategis bagi pelayaran baik skala internasional maupun nasional, serta transportasi antar pulau yang vital bagi kegiatan ekonomi. Penentuan Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe pasang surut daerah Perairan Sorong, Papua barat. Data pasang surut yang digunakan merupakan data dari tanggal 11 Agustus 2021 sampai dengan 8 September 2021. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Perhitungan pasang surut dilakukan secara analisa harmonik dengan metode *admiralty*. Berdasarkan data pengolahan menggunakan metode *Admiralty* (29 piantan) dihasilkan 9 komponen pasang surut dan menunjukkan nilai bilangan *Formzahl* sebesar 0,614. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa tipe pasang surut di daerah Perairan Sorong, Papua Barat merupakan pasang surut campuran condong ganda yang memiliki dua kali pasang dan dua kali surut.

Kata Kunci: Pasang Surut, Metode Kuantitatif, Metode *Admiralty*, Bilangan *Formzahl*, Perairan Sorong

Abstract

Indonesia is an archipelagic country whose territory consists mostly of water, which has strategic potential for shipping on both international and national scales, as well as inter-island transportation which is vital for economic activities. Determination This research aims to determine the type of tides in the Sorong Waters area, West Papua. The tidal data used is data from 11 August 2021 to 8 September 2021. The method used in this research is a quantitative method. Tide calculations are carried out using harmonic analysis using the admiralty method. Based on processing data using the Admiralty method (29 piantan), 9 tidal components were produced and showed a Formzahl number value of 0.614. Based on the calculations that have been carried out, it can be concluded that the type of tides in the Sorong Sea, West Papua are double inclined mixed tides.

Keyword: Tide, Quantitative Method, Admiralty Method, Formzahl Number, Sorong Sea.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari perairan, memiliki potensi strategis bagi pelayaran baik skala internasional maupun nasional, serta transportasi antar pulau yang vital bagi kegiatan ekonomi. Banyak industri besar yang terletak di wilayah pesisir karena akses transportasi yang mudah. Oleh karena itu, untuk mendukung

kegiatan pelayaran dan aktifitas di perairan secara umum, penting untuk memahami gerakan pasang surut sebagai fenomena alam yang mempengaruhi naik turunnya permukaan air laut (Supriyono *et al.* 2015).

Pasang surut adalah pergerakan naik dan turunnya permukaan air laut yang disebabkan oleh gaya tarik benda-benda langit seperti bulan dan matahari terhadap

massa air di bumi (Triatmodjo, 1999 dalam Karto, Jasin, & Mamoto, 2015). Tingkat permukaan air laut bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu di seluruh permukaan bumi. Variasi ini mencakup *Mean Sea Level* (MSL), *Highest High Water Level* (HHWL), dan *Lowest Low Water Level* (LLWL), dan sulit untuk diprediksi karena bergantung pada kondisi dan lokasi tertentu (Muldiyatno *et al.* 2016).

Pasang surut berpengaruh terhadap berbagai macam fenomena dan keadaan yang ada di lautan. Hal ini tentu juga akan berpengaruh pada aktivitas manusia yang dilakukan dilautan seperti misalnya perikanan, dan pelayaran. Pengetahuan mengenai jenis pasang surut memberikan pemahaman umum tentang frekuensi terjadinya pasang dan surut di suatu perairan, yang dapat menjadi panduan dalam merencanakan beragam aktivitas yang dapat dilaksanakan di suatu wilayah perairan. Selain itu pengetahuan mengenai dinamika pasang surut juga memberikan gambaran umum untuk merencanakan aktifitas lainnya pada suatu lokasi perairan. Oleh karena itu diperlukan penghitungan mengenai pasang surut agar dapat diketahui tipe pasang surutnya.

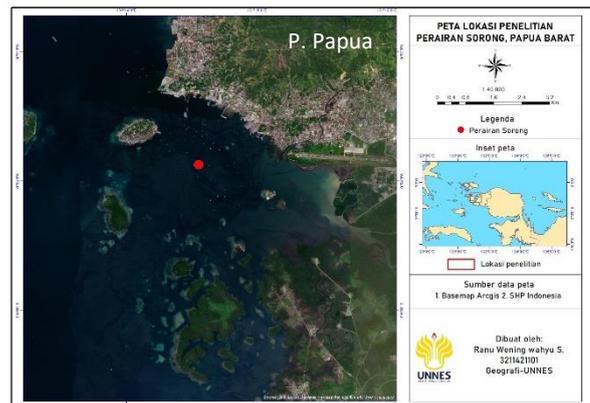
Penentuan tipe pasang surut penting dalam pengelolaan sumber daya alam di perairan, terutama dalam sektor perikanan. Dengan mengetahui pola pasang surut, para nelayan dapat merencanakan waktu dan lokasi penangkapan yang optimal untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan. Penentuan tipe pasang surut juga penting dalam pengelolaan lingkungan pesisir dan konservasi ekosistem *mangrove*, terumbu karang, dan hutan bakau agar upaya pelestarian lingkungan dapat lebih terarah dan efektif. Dalam industri pariwisata, pengetahuan tentang tipe pasang surut dapat digunakan untuk merencanakan kegiatan rekreasi seperti *surfing*, *snorkeling*, dan *diving*. Wisatawan juga dapat menyesuaikan

jadwal perjalanan mereka dengan waktu pasang surut yang tepat untuk mengunjungi tempat-tempat wisata pantai.

Metode *admiralty* digunakan untuk mengkalkulasi konstanta pasang surut harmonik dengan memantau tinggi air laut selama periode 15 atau 29 piantan. Metode ini berguna untuk mengidentifikasi pola pasang surut di suatu wilayah air serta tinggi muka air laut. Dalam penggunaan metode *admiralty*, diperoleh dua nilai konstan harmonik, yakni amplitudo (A) dan perbedaan fase (g°), yang memungkinkan untuk menganalisis tipe pasang surut dan elevasi muka air.

2. METODE

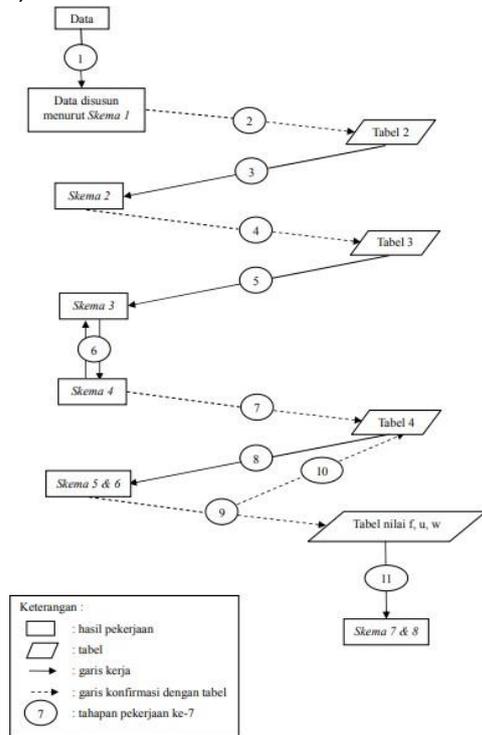
Dalam penelitian ini pengumpulan data pasang surut dilakukan secara langsung oleh Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal) untuk mengumpulkan data pasang surut selama 29 piantan mulai dari tanggal 11 Agustus 2021 sampai dengan 8 September 2021. Data yang didapatkan kemudian dilakukan proses *smoothing*. Data pasang surut yang digunakan merupakan data di daerah Perairan Sorong, Papua Barat, dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Data pasang surut yang sudah di *smoothing* ini diolah menggunakan metode *admiralty* yang kemudian digunakan untuk mencari nilai bilangan *formzahl*. Nilai bilangan inilah yang akan menunjukkan tipe pasang surut daerah penelitian.

Metode *admiralty* merupakan metode penentuan pasang surut dengan rentang data yang pendek dan memerlukan tabel pendukung berisi konstanta perhitungan dalam proses pengerjaannya (Fitriana *et al.* 2019).



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Data, (Djaja, R. 1989)

Amplitudo konstanta harmonik pasang surut M_2 , S_2 , K_1 , dan O_1 dihitung berdasarkan data pengukuran pasang surut. Konstanta harmonik ini diperoleh melalui serangkaian tahapan perhitungan dari Skema 1 hingga Skema 8. Konstanta harmonik pasang surut yang terdapat pada metode *admiralty* terdapat 9 komponen berdasarkan faktor pengaruhnya, yaitu:

- M_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi bulan
- S_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi matahari
- N_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak bulan
- K_2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak matahari
- K_1 = Deklinasi sistem bulan dan matahari
- O_1 = Deklinasi bulan

- P_1 = Deklinasi matahari
- M_4 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda M_2
- MS_4 = Interaksi M_2 dan S_2

Dalam proses perhitungan ini, diperlukan penggunaan beberapa variabel astronomis, yaitu variabel s , h , p , dan N , seperti yang dijelaskan oleh Schureman (1988), dengan rumus sebagai berikut:

$$s = 277,0248 + 48126,8950 T + 0,0011 T_2$$

$$h = 280,1895 + 36000,7689 T + 0,0003 T_2$$

$$p = 334,3853 + 4069,0340 T - 0,0103 T_2$$

$$N = 100,8432 + 1934,4200 T - 0,0021 T_2$$

Variabel s , h , p , N merupakan unsur-unsur orbit bulan dan matahari yang merupakan fungsi dari:

$$T = (365 (Y-1900) + (D-1)+i)/365$$

D = hari tengah pengamatan terhadap tanggal 1 Januari

i = banyaknya tahun kabisat dihitung dari tahun 1900

Setelah dilakukan perhitungan data pasang surut menggunakan metode *admiralty* maka akan diperoleh nilai Amplitudo komponen harmonik pasang surut yang nantinya akan digunakan untuk menghitung nilai bilangan *formzahl* dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{(K_1 + O_1)}{(M_2 + S_2)} \dots \dots \dots (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan parameter dan konstanta

Penentuan tipe pasang surut dengan Metode *Admiralty* dilakukan dengan menghitung parameter dan konstanta dengan bantuan 8 buah skema. Langkah-langkah perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Skema-I

Sebelum menganalisis data pasang surut, dilakukan proses *smoothing* terlebih dahulu pada data lapangan yang dikumpulkan dari pengukuran peralatan. Setelah itu, data tersebut dapat disusun

dalam format skema-I, di mana waktu pengamatan dari pukul 00.00 hingga 23.00 ditampilkan secara horizontal, sementara tanggal dari 11 Agustus 2021 sampai dengan 8 September 2021 ditampilkan secara vertikal.

Skema-II

Pada skema-II ini, yang dapat dilihat pada tabel 1, dilakukan perhitungan data dengan bantuan konstanta pengali untuk setiap hari pengamatan. Setelah dilakukan pengalihan maka Langkah selanjutnya adalah menjumlahkan nilai yang dikali dengan bilangan 1 dan -1 pada kolom + dan -.

Tabel 1. Konstanta pengali untuk skema-II

	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	X ₄	Y ₄
0	-1	-1	1	1	1	1
1	-1	-1	1	1	0	1
2	-1	-1	1	1	-1	1
3	-1	-1	-1	1	-1	-1
4	-1	-1	-1	1	0	-1
5	-1	-1	-1	1	1	-1
6	1	-1	-1	-1	1	1
7	1	-1	-1	-1	0	1
8	1	-1	-1	-1	-1	1
9	1	-1	1	-1	-1	-1
10	1	-1	1	-1	0	-1
11	1	-1	1	-1	1	-1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	0	1
14	1	1	1	1	-1	1
15	1	1	-1	1	-1	-1
16	1	1	-1	1	0	-1
17	1	1	-1	1	1	-1
18	-1	1	-1	-1	1	1
19	-1	1	-1	-1	0	1
20	-1	1	-1	-1	-1	1
21	-1	1	1	-1	-1	-1
22	-1	1	1	-1	0	-1
23	-1	1	1	-1	1	-1

Skema-III

Setiap kolom pada kolom-kolom skema-III merupakan penjumlahan dari perhitungan pada kolom-kolom pada skema-II. Untuk X₀ (+) merupakan penjumlahan antara X₁ (+) dengan X₁ (-) tanpa melihat

tanda (+) dan (-). Untuk X₁, Y₁, X₂, Y₁, X₄, dan Y₄ merupakan penjumlahan tanda (+) dan (-), untuk mengatasi hasilnya tidak ada yang negatif maka ditambahkan dengan 2000 (untuk kolom X₁, Y₁, X₂, Y₁) dan 500 (untuk kolom X₄, dan Y₄).

Skema-IV

Untuk melakukan perhitungan pada skema-IV diperlukan tabel 2, yang berisi konstanta pengali sebagai berikut:

Tabel 2. Konstanta pengali untuk skema-IV

0	2	b	3	c	4	d
-29	-1	0	-1	0	-1	0
1	1	0	-1	1	1	0
1	1	-1	-1	1	1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	-1	-1	1	1	-1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	0	-1	-1	1	0
1	-1	1	-1	-1	1	-1
1	-1	1	-1	-1	-1	-1
1	-1	1	-1	1	-1	-1
1	1	1	-1	1	-1	1
1	1	1	1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	0
1	1	-1	1	-1	1	-1
1	1	-1	1	-1	-1	-1
1	1	-1	-1	-1	-1	-1
1	-1	-1	-1	-1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	1	1
1	-1	0	-1	1	1	0
1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	-1	-1	-1
1	-1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	-1	-1	1	1
1	1	0	-1	-1	1	0

Skema-V dan skema-VI

Pada skema-V dan skema-VI cara melakukan perhitungannya adalah dengan

mengikuti perintah yang sudah ada pada tabel. Tabel tersebut berisi berbagai macam penjumlahan dari hasil perhitungan skema-IV.

Skema-VII

Mengisi kolom pada Skema –VII, yaitu:

- a. Baris 1 untuk V : PR cos r, merupakan penjumlahan semua bilangan pada kolom-kolom Skema–V.
- b. Baris 2 untuk VI: PR sin r, merupakan penjumlahan semua bilangan pada kolom-kolom Skema–VI.
- c. Baris ke tiga untuk PR dapat dicari dengan rumus:

$$PR = \sqrt{(PR \cos r)^2 + (PR \sin r)^2} \dots\dots\dots(2)$$

- d. Baris 4 untuk P didapat dari daftar faktor analisa untuk pengamatan 29 piantan masing-masing komponen harmonik pasang surut.
- e. Baris 5 untuk f didapatkan menggunakan perhitungan seperti berikut:

$$s = 277,0248 + 48126,8950 T + 0,0011 T_2$$

$$h = 280,1895 + 36000,7689 T + 0,0003 T_2$$

$$p = 334,3853 + 4069,0340 T - 0,0103 T_2$$

$$N = 100,8432 + 1934,4200 T - 0,0021 T_2$$

$$T = (365 (Y-1900) + (D-1)+i)/365$$

D = hari tengah pengamatan terhadap tanggal 1 Januari.

i = banyaknya tahun kabisat dihitung dari tahun 1900.

- f. Baris 6 untuk (1+W).
- g. Baris 7 untuk V.
- h. Untuk mendapatkan nilai u, langkah pertama dapatkan nilai s, h, p dan N.
- i. Baris 9 untuk w.
- j. Baris 10 untuk p diisi dengan konstanta harga p.
- k. Baris 11 untuk r ditentukan dari persamaan berikut:

$$r \arctan = \frac{PR \sin r}{PR \cos r} \dots\dots\dots(3)$$

- l. Baris 12 untuk g ditentukan dari rumus:
- $$g = V + u + w + p + r \dots\dots\dots(4)$$

- m. Baris 13 untuk nilai nx3600.
 - n. Baris 14 untuk nilai A.
 - o. Baris 15 untuk g° ditentukan dari
- $$g^{\circ} = g - (n \times 360) \dots\dots\dots(5)$$

Skema-VIII

Skema –VIII dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- a. Untuk menghitung (1+W) dan w untuk S₂

dan MS₄.

- b. Untuk menghitung (1+W) dan w untuk K₁.
- c. Untuk menghitung (1+W) dan w untuk N₂.

Setelah dilakukan perhitungan dari skema-I sampai dengan skema-VIII, maka hasil perhitungan yang didapatkan, sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan konstanta harmonik pasang surut

Konstanta	A Cm	g°
S ₀	378,94	
M ₂	32,853	149,55
S ₂	17,621	228,49
N ₂	0,7997	26,032
K ₁	21,622	222,22
O ₁	9,3598	216,28
M ₄	0,1177	315,37
MS ₄	0,3592	162,33
K ₂	4,7577	228,49
P ₁	7,1352	222,22

3.2 Penentuan tipe pasang surut

Penentuan tipe pasang surut dihitung dengan menggunakan persamaan bilangan *formzahl*, yaitu sebagai berikut:

$$F = \frac{(K_1+O_1)}{(M_2+S_2)} \dots\dots\dots(6)$$

$$F = \frac{(21,62 + 9,36)}{(32,85 + 17,62)} = 0,614 \dots\dots(7)$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dari konstanta dari tabel 3, didapat nilai bilangan *formzahl* sebesar 0,614. Hal ini menunjukkan bahwa tipe pasang surut di daerah Perairan Sorong, Papua Barat merupakan pasang surut campuran condong ganda, Tipe pasang surut ini memiliki pola dua kali pasang dalam satu hari, dan dua kali surut dalam satu hari yang sama, pola yang sama dengan pembagian tipe pasang surut di Perairan Indonesia Bagian Timur oleh Wyrтки, 1961; Pariwono, 1989 dalam Ongkosongo dan Suyarso 1989, dan Triatmodjo, 1999; Triatmojo, 1999.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan pasang surut dengan menggunakan metode *admiralty* membutuhkan ketelitian karena terdapat langkah yang cukup panjang dengan berbagai macam konstanta yang berbeda pada setiap skemanya.
2. Perhitungan bilangan *formzahl* digunakan untuk menentukan tipe pasang surut daerah penelitian.
3. Pada daerah perairan Sorong, Papua Barat tipe pasang surutnya yaitu pasang surut campuran condong ganda.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL yang telah memberikan ijin dalam melaksanakan penelitian di Pushidrosal.

Terimakasih disampaikan kepada Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Negeri Semarang atas izin penggunaan data yang diberikan dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Australian National Department of Defence. Tide Tables. (2024). Australia, Papua New Guinea, Solomon Islands, Antarctica and East Timor. *Australian Hydrographic Publication*, 11.
- Djaja, R. (1989). *Pengamatan Pasang Surut Laut Untuk Penentuan Datum Ketinggian. Hal: 149 – 191, Ongkosongo, O.S.R dan Suyarso. 1989. Pasang Surut.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (P3O) LIPI, Jakarta.
- Fitriana, D., Oktaviani, N., & Khasanah, I. U. (2019). Analisa harmonik pasang surut dengan metode admiralty pada stasiun berjarak kurang dari 50 km. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(1), 38-48.
- Hidayat, T., Atmodjo, W., Hariyadi, H., Setyono, H., Ismanto, A., & Suryoputro, A. A. D. (2019). Kajian Tipe dan Komponen Pasang Surut Di Pantai Sigandu Kabupaten Batang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1), 1-5.
- Hoseini, s. M., & Soltanpour, M. (2022). Numerical Study of Influencing Factors on Tidal Wave Propagation in the Persian Gulf. *Ocean Science Journal*. 10.1007/s12601-022-00091-x.
- Khairunnisa, K., Apdillah, D., & Putra, R. D. (2021). Karakteristik pasang surut di perairan Pulau Bintan bagian timur menggunakan metode admiralty. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 58-69.
- Lang, A. E. F., Kalangi, P. N., Dien, H. V., Masengi, K. W. A., Pamikiran, R. D. C., & Kaparang, F. E. (2022). Comparison of Tidal Analysis Results at Tumumpa Coastal Fishing Port Using Least Squares Method and Admiralty Method. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 77-84.
- Pariwono, I., John, (1989). *Makalah: Gaya Penggerak Pasang Surut.* Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Rifki K. R., Dwi, H. I., Gentur, H., (2015), Pengaruh Pasang Surut terhadap Genangan Banjir Rob di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Oseanografi Undip*. 4(1), 1-9
- Suci, D. R., Atmodjo, W., & Setiyono, H. (2023). Analisis Pasang Surut Dalam Rangka Penentuan Tinggi Dermaga di Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(3), 131-137.
- Supriyadi, E., & Siswanto, W. S. (2019). Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 19(1), 29-38.

- Syahputra, T. R., & Rahma, E. A. (2023). Karakteristik Pasang Surut Air Laut di Peairan Belawan Menggunakan Metode Admiralty. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, 5(1), 7-16.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

