

**STUDI KOMPARASI PENGOLAHAN DATA PASANG SURUT  
DI PERAIRAN SEBATIK KALIMANTAN UTARA MENGGUNAKAN  
METODE LEAST SQUARE DAN METODE ADMIRALTY**

***DATA PROCESSING COMPARATIVE STUDY OF TIDAL DATA  
IN SEBATIK COASTAL WATER NORTH KALIMANTAN USING  
LEAST SQUARE AND ADMIRALTY METHODS***

**Muhammad Azis Kurniawan<sup>1</sup>, Ferian Azhari<sup>1</sup>, Dadang Handoko<sup>3</sup>, &  
Widodo Setiyo Pranowo<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi S-2 Hidro-Oseanografi. Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

<sup>2</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional

<sup>3</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

Email: [medz932@gmail.com](mailto:medz932@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pulau Sebatik yang merupakan salah satu pulau terluar di Indonesia yang berbatasan langsung dengan negara Malaysia, banyaknya potensi pelanggaran yang terjadi di wilayah ini. Oleh karena itu, TNI-AL berencana untuk mengembangkan Pos TNI-AL Sebatik menjadi Pangkalan TNI-AL Tipe D yang dilengkapi dengan dermaga untuk tempat sandar KRI. Dalam upaya untuk pengembangan dan pembangunan Pos TNI-AL tersebut, tentunya membutuhkan data-data pendukung salah satunya adalah data pasang surut. Oleh karena itu pengetahuan mengenai kondisi pasang surut sangat penting sebagai pengukuran, analisis, dan pengkajian data muka air laut untuk berbagai kegiatan yang berhubungan dengan pantai maupun laut seperti pelayaran antar pulau, pencemaran laut, pengelolaan sumber daya hayati perairan atau pertahanan nasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe pasang surut yang terjadi di Dermaga Sei Pancang, Sebatik Kalimantan Utara dengan bilangan *formzahl* dan untuk mendapatkan perbandingan nilai komponen-komponen pasang surut antara metode *admiralty* dan *least square*. Dalam penelitian ini dilakukan analisa prediksi pasang surut dengan menggunakan data observasi selama 29 hari. Selisih nilai amplitudo terbesar terdapat pada komponen  $M_2$  perbandingan antara *least square* dan *admiralty* yakni sebesar -6 cm. Sedangkan untuk selisih beda fase terbesar terdapat pada komponen  $O_1$  yakni sebesar  $185^\circ$ . Berdasarkan bilangan *Formzahl* ( $F$ ), didapat nilai  $F$  dengan metode *least square* yaitu 0,22 sedangkan dengan metode *admiralty* yaitu 0,18 dan tipe pasang surut harian ganda (semi diurnal).

**Kata kunci:** Komparasi, Pasang Surut, Perairan Sebatik, *Least Square*, *Admiralty*, *Formzahl*.

## ABSTRACT

*Sebatik Island, which is one of the outermost islands in Indonesia which borders directly with Malaysia, has many potential violations that occur in this region. Therefore, the Indonesian Navy plans to develop the Naval Sebatik Post into a Type D Naval Base equipped with a port for the KRI to dock. In an effort to develop and build the Naval Post, of course, it requires supporting data, one of which is tidal data. Therefore, knowledge of tidal conditions is very important as a measurement, analysis, and assessment of sea level data for various activities related to the coast and the sea such as inter-island shipping, marine pollution, management of aquatic biological resources or national defense. This study aims to determine the types of tides that occur at Sei Pancang Port, Sebatik, North Kalimantan with formzahl numbers and to obtain a comparison of the values of the tidal components between the admiralty and least square methods. In this study, an analysis of tidal predictions was performed using observational data for 29 days. The largest difference in amplitude values is found in the M2 component, the ratio between least square and admiralty, which is -6 cm. Meanwhile, the largest phase difference is found in the O1 component, which is 185°. Based on the Formzahl number (F), the F value obtained using the least square method is 0.22 while the admiralty method is 0.18 and the daily double tide type (semi diurnal).*

**Keywords:** Comparison, Tidal, Sebatik Waters, Least Square, Admiralty, Formzahl.

## PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar, Indonesia memiliki 17.499 Pulau dengan total luas wilayah 7,81 juta km<sup>2</sup>. Dari total luas wilayah tersebut, luas daratan yaitu sebesar 2,01 juta km<sup>2</sup> dan luas perairan Indonesia adalah 5,8 juta km<sup>2</sup> (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2020). Indonesia memiliki potensi isu perbatasan dengan beberapa negara tetangga hampir di setiap wilayah yang berbatasan langsung dengan negara tersebut. Isu perbatasan merupakan salah satu hal yang penting untuk di perhatikan, karena batas-batas antar negara yang disepakati masih belum jelas. Apabila batas-batas dengan negara tetangga belum jelas, maka hal tersebut

dapat menimbulkan konflik perbatasan sehingga dapat menjadi pemicu meningkatnya ketegangan antara dua negara yang bertetangga dan dapat berkembang mengarah kepada penggunaan kekuatan militer. Salah satu penyebab terjadinya konflik di wilayah perbatasan adalah, kelemahan dari salah satu pihak dalam mengamankan perbatasannya sehingga memberikan peluang bagi pihak yang lain untuk bertindak dan melakukan pelanggaran di wilayah perbatasan tersebut (Saragih, 2018).

Upaya dan pengamanan wilayah perbatasan, utamanya perbatasan laut, masih menjadi permasalahan yang belum dapat terselesaikan secara tuntas.

Kompleksitas permasalahan yang ada memposisikan pemerintah Indonesia harus secara tanggap dan eksplisit dalam pengamanan wilayahnya (Muradi, 2015). Salah satu wilayah perbatasan laut yang belum tuntas dan masih menjadi ancaman bagi keamanan dan pertahanan di wilayah tersebut yaitu perbatasan antara Indonesia dan Malaysia di Laut Sulawesi termasuk di dalamnya yaitu Pulau Sebatik. Pulau Sebatik merupakan salah satu dari 92 pulau kecil terluar yang terletak di Provinsi Kalimantan Utara dan berbatasan langsung dengan negara tetangga, Malaysia. Pulau Sebatik yang merupakan salah satu pulau terluar di Indonesia yang berbatasan langsung dengan negara Malaysia, harus dimaksimalkan fungsinya sebagai garda terdepan Negara Indonesia dan dapat dijaga keamanannya dari ancaman. Hingga saat ini ancaman-ancaman tersebut masih sering ditemukan di Pulau Sebatik seperti penyelundupan Narkoba, penyelundupan barang, pelanggaran *Illegal Fishing*, dan lainnya (Supartono *et al.*, 2020).

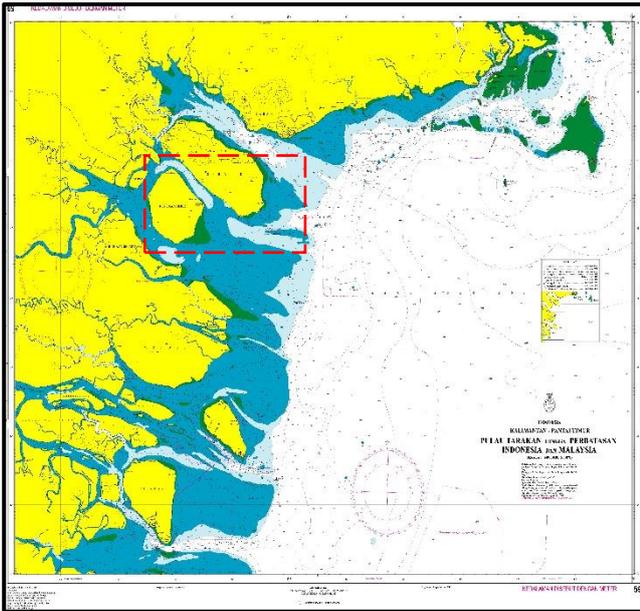
Pasang surut laut merupakan gerakan naik turunnya permukaan laut yang disebabkan gaya Tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari. Selain gaya tarik menarik tersebut pengaruh meteorologis dan oseanografi juga ikut berperan dalam pembentukan karakteristik pasang surut, sehingga di setiap permukaan bumi memiliki kedudukan permukaan air laut yang bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dari waktu ke waktu (Supriyono *et al.*, 2015). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung komponen harmonik pasang surut selama periode tertentu, diantaranya adalah metode *Admiralty* dan

*Least Square*. Dalam penelitian ini dilakukan analisa prediksi pasang surut di Dermaga Sei Pancang, Sebatik Kalimantan Utara dengan menggunakan data pasang surut selama 29 hari waktu pengamatan. Dari ke-dua metode tersebut dilakukan perhitungan tiap komponen pasang surut, sehingga didapatkan hasil prediksi muka air rencananya kemudian membandingkan keakuratannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe pasang surut yang terjadi di Dermaga Sei Pancang, Sebatik Kalimantan Utara dengan bilangan *formzahl* dan untuk mendapatkan perbandingan nilai komponen-komponen pasang surut antara metode *admiralty* dan *least square*. *Novelty* dari penelitian ini adalah belum adanya artikel yang membahas tentang komparasi pengolahan data pasang surut menggunakan metode *least square* dan metode *admiralty* di Wilayah Dermaga Sei Pancang, Sebatik. Manfaat dengan adanya penelitian ini, yaitu dapat digunakan sebagai data pendukung dalam perencanaan bangunan Dermaga Sei Pancang sebagai data pendukung untuk pengembangan Pos TNI AL Sei Pancang menjadi Pangkalan TNI AL tipe D.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Pulau Sebatik merupakan salah satu dari 92 pulau kecil terluar yang terletak di Provinsi Kalimantan Utara dan berbatasan langsung dengan negara tetangga, Malaysia. Posisi pulau Sebatik terletak pada koordinat 4°02'LU – 4°10'LU dan 117° 40'BT–117°54'BT.



Gambar 1. Peta Laut Pulau Sebatik  
*Figure 1. Sebatik Island Chart*  
Sumber : PLI No. 59 2016 Pushidrosal

koordinat  $4^{\circ}09'36,46''\text{U}$  dan  $117^{\circ}55'3,78''\text{T}$ , yang berlokasi di Dermaga Sei Pancang Sebatik.



Gambar 2 Stasiun Pasut Telemetri  
*Figure 2 Telemetry Tidal Station*  
Sumber : Pushidrosal

## Wahana Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa wahana (perangkat) dalam pengumpulan dan pengolahan data, yaitu :

### 1) Perangkat Keras

Stasiun Pasang Surut Telemetri adalah perangkat keras yang digunakan untuk mendapatkan nilai pasang surut air laut di suatu lokasi secara seketika (*real-time*), dengan menggunakan sistem komunikasi telemetri untuk transfer data pengukuran jarak jauh menggunakan bantuan media transmisi tertentu (gelombang radio, telepon dan satelit). Alat pasang surut telemetri ini terdiri dari beberapa bagian yaitu box panel yang berisi data logger yang berfungsi sebagai *processor*, sensor-sensor (ultrasonik dan radar), solar cell dan tiang penyangga. Untuk posisi stasiun Pasut Sebatik terletak pada

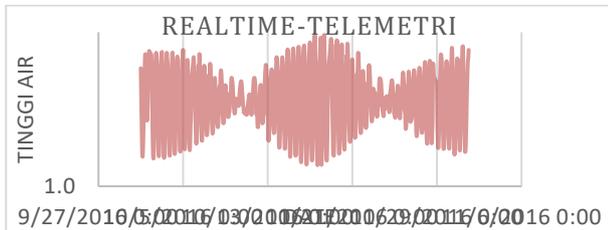
### 2) Perangkat Lunak

- Menurut (Pawlowiez *et al.* 2002) di dalam (Amalina, Atmodjo, & Pranowo, 2019) *Matlab Toolbox (T\_Tide-V1.3beta)*, merupakan suatu alat bantu yang digunakan untuk melakukan analisis harmonik metode *Least Square* dengan koreksi nodal, kesimpulan, dan berbagai pilihan yang tergantung pada penggunaannya.
- Microsoft Excel. Merupakan suatu alat bantu dalam pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty*.

## Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data yang bersumber dari Pushidrosal. Data yang digunakan adalah data Pasang Surut

Telemetri milik Pushidrosal di Sebatik dan Data Prediksi Pasang Surut yang dikeluarkan oleh Pushidrosal periode musim barat pada bulan Oktober 2016 selama 29 hari.



Gambar 3 Grafik Data Pasut Sebatik Oktober 2016

Figure 3 Sebatik Tidal Data Chart October 2016

Sumber : Pushidrosal

### Metode Analisis

Metode pengolahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan Metode Least Square dan Metode Admiralty. Pada penelitian ini, data pasang surut observasi dari stasiun pasang surut telemetri akan dilaksanakan pengolahan untuk mendapatkan konstanta pasang surut  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ ,  $K_2$  dan  $P_1$ . Setelah didapatkan data komponen harmonik pasang surut dari masing-masing metode, selanjutnya dapat diperoleh tipe atau jenis pasang surut di wilayah Sebatik dengan menggunakan bilangan *Formzahl* ( $F$ ).

Dengan menggunakan komponen harmonik pasang surut dari Metode *Least Square* dan Metode *Admiralty*, selanjutnya dapat ditentukan elevasi muka air rencananya (kedudukan muka air rata-rata, kedudukan muka air tinggi tertinggi dan kedudukan muka air rendah terendah).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Least Square dan Admiralty

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut selama 29 hari di Dermaga Sei Pancang, Sebatik dengan metode *Least Square* dan *Admiralty* diperoleh nilai komponen pasang surut dari 2 konstanta harmonik yaitu amplitude dan beda fase yang dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Komponen Pasut Metode Least Square dan Admiralty  
Table 1. Comparison of the tidal component values of the Least Square and Admiralty Methods

LOKASI	KOM PONE N	METODE			
		LEAST SQUAR E		ADMIRAL TY	
		A (c m)	g'	A (c m)	g'
STASIUN PASUT TELEMETR I SEBATIK PUSHIDRO SAL	$S_0$	32 6		32 6	
	$M_2$	72	69	78	199
	$S_2$	46	31 4	43	301
	$N_2$	11	43	11	142
	$K_2$	12	33 6	12	301
	$K_1$	15	16 9	13	69
	$O_1$	11	21 8	9	33
	$P_1$	5	17 6	4	69
	$M_4$	3	26 9	4	160
	$MS_4$	4	14 3	4	262

Menurut (Supriyono *et al.*, 2015) Perhitungan komponen pasut dengan menggunakan metode Admiralty dan metode Least Square menghasilkan nilai amplitudo yang berbeda tetapi nilainya saling mendekati. Dari tabel perbandingan nilai komponen pasang surut dari metode least square dan metode admiralty di atas, diketahui nilai  $S_0$  yang menunjukkan duduk tengah permukaan bernilai 326 cm. Pada komponen semi diurnal yang terdiri dari konstanta pasang surut  $M_2$  (bulan utama),  $S_2$  (matahari utama),  $N_2$  (elips bulan baru) dan  $K_2$  (bulan-matahari), menunjukkan adanya nilai amplitudo yang sama pada konstanta  $N_2$ - $S_2$  dan nilai amplitudo yang berbeda pada konstanta  $M_2$ - $S_2$ . Untuk nilai amplitudo konstanta pasang surut  $M_2$  pada metode *least square* yaitu 72 cm dan pada metode *admiralty* 78 cm, selanjutnya nilai amplitudo konstanta pasang surut  $S_2$  pada metode *least square* yaitu 46 cm dan pada metode *admiralty* 43 cm. Dari keempat komponen ganda tersebut, terlihat komponen  $M_2$  (bulan utama) mempunyai nilai relatif besar, sedangkan nilai yang relative kecil terlihat pada komponen  $N_2$  (elips bulan baru).

Pada komponen diurnal, nilai amplitudo konstanta  $K_1$  pada metode *least square* adalah 15 cm dan pada metode *admiralty* 13 cm. Sedangkan nilai amplitudo konstanta  $O_1$  pada metode *least square* adalah 11 cm dan 9 cm pada metode *admiralty*. Selanjutnya nilai amplitudo konstanta  $P_1$  pada metode *least square* adalah 5 cm dan pada metode *admiralty* 4 cm. Untuk konstanta pasang surut perairan dangkal berupa  $M_4$  mempunyai nilai amplitudo 3 cm untuk metode *least square* dan 4 cm untuk metode *admiralty*. Sedangkan pada

konstanta  $M_4$  bernilai amplitudo sama untuk metode *least square* dan *admiralty*, yaitu 4 cm.

Dari perbandingan kedua metode tersebut, diketahui selisih amplitudo terbesar terdapat pada komponen  $M_2$  yakni sebesar -6 cm. Sedangkan untuk selisih beda fase terbesar terdapat pada komponen  $O_1$  yakni sebesar  $185^\circ$ .

### **Bilangan Formzahl (F)**

Setelah sebelumnya didapatkan nilai komponen-komponen pasang surut dari metode *least square* dan *admiralty* selanjutnya dapat diketahui tipe atau jenis pasang surutnya menggunakan bilangan *Formzahl* ( $F$ ), dengan menggunakan rumus perbandingan  $[(AK_1) + (AO_1) / (AM_2) + (AS_2)]$ . Dengan Syarat, Jika  $F \leq 0,25$  adalah pasang harian ganda (*semi diurnal*), jika  $0,25 < F < 1,50$  adalah pasang campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*), jika  $1,50 < F < 3,00$  adalah pasang campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*), jika  $F \geq 3,00$  adalah pasang harian tunggal (*diurnal tide*). Berikut akan ditampilkan hasil perbandingan bilangan *Formzahl* ( $F$ ) menggunakan metode *least square* dan *admiralty*.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Formzahl (F) Metode Least Square dan Admiralty  
*Table 2. Comparison of Formzahl (F) Values Least Square and Admiralty Methods*

METODE	NILAI FORMZAHL (F)	TIPE PASANG SURUT
<b>LEAST SQUARE</b>	0.22	Harian Ganda / Semi Diurnal
<b>ADMIRALTY</b>	0.18	Harian Ganda / Semi Diurnal

Data : Stasiun Pasang Surut Telemetry, Pushidrosal

Sumber : Pengolahan Data Pribadi

Berdasarkan syarat bilangan *formzahl* diperoleh nilai F untuk metode *least square* yaitu 0,22 ( $F \leq 0,25$ ), dan untuk metode *admiralty* yaitu 0,18 ( $F \leq 0,25$ ), meskipun dari masing-masing metode menghasilkan nilai bilangan *formzahl* yang berbeda tetapi masih dalam satu tipe yang sama yaitu harian ganda (*semi diurnal*), hal ini dikarenakan perbedaan nilai amplitudo komponen-komponen pasang surut dari metode *least square* dan *admiralty* yang tidak begitu signifikan. Tipe pasang surut ini berarti dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan bentuk gelombang simetris.

### Elevasi Muka Air Rencana

Menurut (Fadilah *et al.*, 2014) HHWL sangat diperlukan untuk perencanaan bangunan pantai, sedangkan LLWL sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan pelabuhan. Elevasi muka

air rencana diperlukan untuk pengembangan dan pengelolaan daerah pantai. Elevasi yang cukup penting yaitu muka air tinggi tertinggi dan muka air rendah terendah. Muka air tinggi tertinggi sangat diperlukan untuk perencanaan bangunan pantai, sedangkan muka air rendah terendah sangat diperlukan untuk perencanaan pembangunan pelabuhan. Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan komponen pasang surut melalui perhitungan rumus-rumus sebagai berikut :

- MSL (Muka Air Laut Rerata) =  $S_0$
- $Z_0$  (Muka Surutan) =  $M_2+S_2+N_2+K_2+K_1+O_1+P_1+M_4+MS_4$
- HHWL (Muka Air Tinggi Tertinggi) =  $S_0+Z_0$
- MHWL (Muka Air Tinggi Rerata) =  $Z_0+(M_2+S_2)$
- LLWL (Muka Air Rendah Terendah) =  $S_0-Z_0$
- MLWL (Muka Air Rendah Rerata) =  $Z_0-(M_2+S_2)$

Sehingga diperoleh nilai MSL, HHWL, MHWL, LLWL, dan MLWL sebagai berikut:

- MSL (Muka Air Laut Rerata)  
MSL metode *least square* = 326 cm  
MSL metode *admiralty* = 326 cm
- $Z_0$  (Muka Surutan)  
 $Z_0$  metode *least square* = 179 cm  
 $Z_0$  metode *admiralty* = 178 cm
- HHWL (Muka Air Tinggi Tertinggi)  
HHWL metode *least square* = 505 cm  
HHWL metode *admiralty* = 504 cm
- MHWL (Muka Air Tinggi Rerata)  
MHWL metode *least square* = 297 cm  
MHWL metode *admiralty* = 299 cm

- LLWL (Muka Air Rendah Terendah)  
LLWL metode *least square*= 147 cm  
LLWL metode *admiralty*= 148 cm
- MLWL (Muka Air Rendah Rerata)  
MLWL metode *least square*= 61 cm  
MLWL metode *admiralty*= 57 cm

Nilai muka air rencana yang diperoleh di atas masih sangat fluktuatif, dikarenakan panjang data yang digunakan hanya 1 (dua) bulan. Secara teoritis, panjang data yang dibutuhkan untuk nilai yang lebih valid adalah 18,6 tahun yang merupakan periode ulang pasang surut, dengan menggunakan proses pengolahan data pasang surut yang sama. Hal ini berkaitan dengan periode pergeseran titik tanjak orbit bulan yaitu selama 18,6 tahun. Selain itu, panjang data pasang surut 18,6 tahun untuk memastikan bahwa pada saat surut astronomis terendah selang waktu 18,6 tahun berada dalam satu periode gelombang (Hasibuan, 2009).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut menggunakan metode *least square* dan metode *admiralty* dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Perhitungan pengolahan pasang surut menggunakan metode *least square* dan metode *admiralty* menghasilkan nilai amplitudo (A) dan beda fase ( $g^\circ$ ) dari konstanta harmonik dengan data pengamatan 29 hari. Dari perbandingan kedua metode tersebut, diketahui selisih amplitudo terbesar terdapat pada komponen  $M_2$  yakni sebesar -6 cm. Sedangkan untuk selisih beda fase terbesar terdapat

pada komponen  $O_1$  yakni sebesar  $185^\circ$ .

- 2) Berdasarkan nilai komponen pasang surut maka didapatkan jenis atau tipe pasang surut berdasarkan bilangan *Formzahl* (F). Dengan perbandingan  $F = [(AK1) + (AO1) / (AM2) + (AS2)]$  didapat nilai F dengan metode *least square* yaitu 0,22, sedangkan dengan metode *admiralty* yaitu 0,18. Berdasarkan syarat bilangan *formzahl* diperoleh nilai F untuk metode *least square* yaitu 0,22 ( $F \leq 0,25$ ), dan untuk metode *admiralty* yaitu 0,18 ( $F \leq 0,25$ ), menghasilkan nilai bilangan *formzahl* yang berbeda tetapi masih dalam satu tipe yang sama yaitu harian ganda (*semi diurnal*), ini berarti dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Data pasang surut Sebatik diperoleh dari Pushidrosal. Reanalisis data dilakukan di Laboratorium STTAL Hidros pada semester I program studi S-2 Hidros tahun 2022. Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dan membantu dalam proses penyusunan dan penyelesaian penelitian dan penulisan naskah ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata, S. (2007). Analisis Pasang Surut Di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Sumber Daya Perairan* 1(1), 1-6.

- Amalina, A. D., Atmodjo, W., & Pranowo, W. S. (2019). Karakteristik Pasang Surut Di Teluk Jakarta Berdasarkan Data 253 Bulan. *Jurnal Riset Jakarta* 12 (1), 25-36. doi:<https://doi.org/10.37439/jurnaldrd.v12i1.7>
- Candrasari, K., Rifai, A., & Handoyo, G. (2015). Peramalan Nilai MSL Berdasarkan Data Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Dan Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Di Perairan Pulau Pari Kepulauan Seribu. *Jurnal Oseanografi* 4(1), 28-34.
- Fadilah, Suripin, & Sasongko, D. P. (2014). Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah. *Jurnal Maspari* 6 (1), 1-12. doi:<https://doi.org/10.56064/maspari.v6i1.1703>
- Hasibuan, G. P. (2009). *Analisis Surut Astronomis Terendah di Perairan Sabang, Sibolga, Padang, Cilacap dan Benoa Menggunakan Superposisi Komponen Harmonik Pasang Surut*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/12381>
- Hikmah, D., Arisanti, L. E., & Irmawan, D. (2020). Tipe Pasang Surut Di Pelabuhan Benoa Bali Dengan Metode Admiralty Berdasarkan Data Automatic Weather Station (AWS). *Jurnal Widya Climago* 2(2), 86-95.
- Ichsari, L. F., Handoyo, G., Setiyono, H., Ismanto, A., Marwoto, J., Yusuf, M., & Rifai, A. (2020). Studi Komparasi Hasil Pengolahan Pasang Surut Dengan 3 Metode (Admiralty, Least Square dan Fast Fourier Transform) di Pelabuhan Malahayati. *Jurnal Oseanografi* 2(2), 121-128. doi:<https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7985>
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2020, Juli). *Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia*. Retrieved from [kkp.go.id](https://kkp.go.id): <https://kkp.go.id/djprl/artikel/21045-konservasi-perairan-sebagai-upaya-menjaga-potensi-kelautan-dan-perikanan-indonesia>
- Kurniawan, A. P., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2019). Analisis Data Pasang Surut Di Pantai Sindulang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik* 7 (5), 567-574.
- Muradi, M. (2015). Pengelolaan Pengamanan Perbatasan Indonesia. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Cosmogoc* 1(1), 25-34.

- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., & Arifin, A. (2022). Penerapan Metode Admiralty Untuk Mengolah Data Pasang Surut Di Perairan Selat Nasik - Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah PLATAX* 10(1), 146-160. doi:<https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.39719>
- Rahmadeni, H. A., Setiyono, H., & Widada, S. (2017). Studi Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Pulau Biawak Kabupaten Indramayu Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi* 6(4), 666-671.
- Rosida, L. A., Anwar, M. S., Sholeh, O. M., Mushofa, A. S., & Prayogo, L. M. (2022). Penerapan Metode Least Square Untuk Analisis Harmonik Pasang Surut Air Laut Di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal El-Jughrafiyah* 2(2), 67-74. doi:<http://dx.doi.org/10.24014/jej.v2i2.17160>
- Saragih, H. M. (2018). Diplomasi Pertahanan Indonesia Dalam Konflik Laut Cina Selatan. *Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi* 8(1), 48-63. doi:<https://doi.org/10.34010/jipsi.v8i1.880>
- Supartono, S., Sanjaya, A., & Ras, A. R. (2020). Implementasi Kebijakan Keamanan Wilayah Perbatasan Maritim (Studi Kasus : Penanganan Isu Penyelundupan Di Wilayah Pulau Sebatik). *Jurnal Keamanan Maritim* 6(2), 99-120.
- Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2015). Analisis Dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan dan Balikpapan). *Jurnal Chart Datum* 1(1), 9-20. doi:<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.7>