

## PENGOLAHAN DATA PASANG SURUT DENGAN METODE LEAST SQUARE DI PERAIRAN PULAU OBI MALUKU UTARA

*Tide Data Processing With Least Square Method In The Waters Of Obi Island, North Maluku*

Ayu Dila Fathikah<sup>1</sup>, Suko Wardono<sup>2</sup>, R. Moh Ismail<sup>1</sup>

1) Politeknik Keautan dan Perikanan, Karawang

### ABSTRAK

Pulau Obi yang terletak di Kepulauan Maluku Utara dengan letaknya yang strategis di perairan Laut Maluku yang berdekatan dengan Samudra Pasifik, Pulau Obi juga rentan terhadap dinamika pasang surut laut yang mempengaruhi berbagai aktivitas masyarakat, terutama yang berkaitan dengan kelautan, transportasi, dan kegiatan eksplorasi sumber daya alam. Pasang surut adalah fenomena naik turunnya muka laut secara berkala akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi. Tujuan mengolah data pasang surut dalam kegiatan survei batimetri ini adalah mereduksi kedalaman dengan memberikan koreksi nilai kedalaman akibat perubahan tinggi muka laut yang dinamis, sehingga nilai kedalaman yang didapat tidak hanya nilai kedalaman sebenarnya tetapi juga terikat pada suatu bidang vertikal, menentukan nilai konstituen, dan tipe pasang surut di Perairan Pulau Obi Maluku Utara. Perhitungan ini menggunakan salah satu metode analisis harmonik yaitu metode Least Square. Metode Least Square adalah metode yang digunakan untuk menghitung konstituen pasang surut dari pengamatan yang dilakukan setiap jam selama waktu 15 hari. kemudian menghasilkan komponen pasang surut (K1, O1, M2, S2, N2, M4, K2, P1, MS4). Setelah itu dari beberapa komponen didapatkan jenis atau tipe pasang surut berdasarkan bilangan formzahl (F) dengan perbandingan  $(K1+O1) / (M2 + S2)$ . Dari hasil analisa diperoleh komponen pasang surut dominan adalah M2 dengan nilai amplitudo 0.3248 m. Dan diperoleh jenis atau tipe pasang surut di Perairan Pulau Obi yaitu tipe pasang surut campuran dominan ganda (mixed tide, prevailing semidiurnal) yang mana dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda dengan nilai F 0.358212. *Kata Kunci: Pasang surut, Least Square, Pulau Obi*

### ABSTRACT

*Obi Island, located in the North Maluku Islands with its strategic location in the Maluku Sea waters adjacent to the Pacific Ocean, Obi Island is also vulnerable to the dynamics of sea tides that affect various community activities, especially those related to marine affairs, transportation, and natural resource exploration activities. Tides are phenomena of periodic sea level rise and fall due to the gravitational pull of celestial bodies, especially the sun and moon, on the mass of water on earth. The purpose of processing tidal data in this bathymetric survey activity is to reduce depth by providing depth value corrections due to dynamic changes in sea level, so that the depth value obtained is not only the actual depth value but is also bound to a vertical plane, determining the constituent value, and the type of tide in the waters of Obi Island, North Maluku. This calculation uses one of the harmonic analysis methods, namely the Least Square method. The Least Square method is a method used to calculate tidal constituents from observations made every hour for 15 days. then produces tidal components (K1, O1, M2, S2, N2, M4, K2, P1, MS4). After that, from several components, the type of tide is obtained based on the formzahl number (F) with a ratio of  $(K1 + O1) / (M2 + S2)$ . From the analysis results, the dominant tidal component is M2 with an amplitude value of 0.3248 m. And the type of tide in the Obi Island Waters is a mixed dominant double tide type (mixed tide, prevailing semidiurnal) where in 1 day there are 2 high and low tides with different heights and periods with an F value of 0.358212.*

*Keywords: Ebb and flow, Least Square, Obi Island*

## Pendahuluan

Pasang surut merupakan fenomena alami yang terjadi akibat pengaruh gravitasi bulan dan matahari terhadap permukaan laut. Perubahan elevasi muka air laut ini berperan penting dalam berbagai sektor, seperti perikanan, transportasi laut, serta mitigasi bencana pesisir. Salah satu daerah yang mengalami dinamika pasang surut signifikan adalah perairan Pulau Obi, Maluku Utara, yang terletak di wilayah pesisir dengan aktivitas maritim yang tinggi. Oleh karena itu, pemodelan pasang surut menjadi aspek krusial dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah

pesisir. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji fenomena pasang surut menggunakan metode berbeda. Triatmodjo (2008) menjelaskan bahwa pemahaman pasang surut diperlukan untuk perencanaan bangunan pesisir dan jalur navigasi. Hasibuan, Surbakti, dan Sitepu (2015) membandingkan metode Least Square dengan metode lain dalam menentukan karakteristik pasang surut di beberapa wilayah pesisir Indonesia. Mahatmawati et al. (2009) juga menggunakan metode Least Square dalam analisis harmonik pasang surut, yang terbukti menghasilkan estimasi akurat terhadap pola

Tabel 1 Konstituen Data Survei

KONSTITUEN	AMPLITUDO	BEDA FASA
M2	32.48	-76.48
S2	21.65	165.45
N2	8.04	228.48
K2	2.72	269.44
K1	4.57	158.31
O1	14.82	224.16
P1	22.93	-79.57
M4	0.18	93.97
MS4	1.26	40.4
SO	188.34	

pasang surut dalam jangka panjang. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan kajian pasang surut di Pulau Obi dengan pendekatan metode Least Square yang lebih spesifik. Berbeda dari studi sebelumnya yang hanya membahas generalisasi pola pasang surut, penelitian ini mengoptimalkan penggunaan Least Square untuk memperoleh estimasi komponen harmonik dengan tingkat akurasi lebih tinggi, sehingga dapat mendukung perencanaan infrastruktur pesisir dan sektor maritim secara lebih terperinci. Berdasarkan kajian sebelumnya, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji pasang surut di Pulau Obi menggunakan metode Least Square dengan validasi data jangka panjang. Oleh karena itu, permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik pasang surut di perairan Pulau Obi berdasarkan analisis metode Least Square?
2. Seberapa akurat metode Least Square dalam memprediksi polapasang surut di wilayah ini?

Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana cara pengolahan pasang surut dengan metode Least Square, mengetahui nilai komponen harmonik serta mengetahui jenis pasang surut di suatu perairan, menentukan tidal range atau tunggang pasang surut rata-rata, menganalisis pola pasang surut di perairan Pulau Obi dengan metode Least Square guna memperoleh estimasi komponen harmonik yang akurat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam perencanaan wilayah pesisir, infrastruktur

kelautan, serta mitigasi risiko bencana pesisir yang berkaitan dengan fluktuasi pasang surut.

**BAHAN DAN METODE:**

**BAHAN DAN ALAT**

Penelitian ini menggunakan data pasang surut yang dikumpulkan dari perairan Pulau Obi, Maluku Utara, dengan periode pengamatan selama 15 hari pada bulan Februari 2024. Data ini diperoleh dari sensor pasang surut otomatis (Automatic Water Level Recorder/AWLR) yang merekam perubahan elevasi muka air laut setiap jam. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak ERGTIDE dan Microsoft Excel. Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

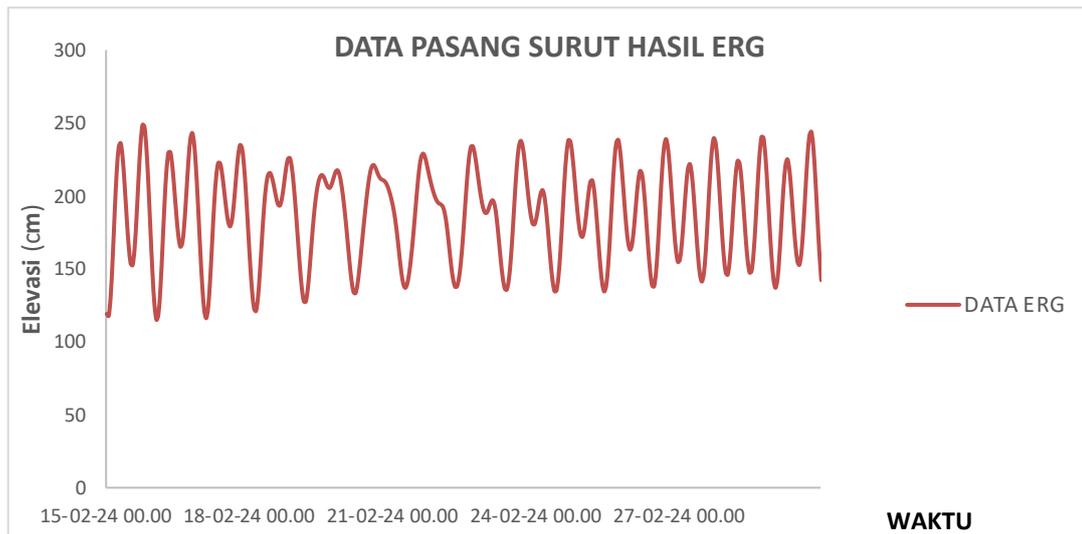
1. Sensor AWLR – Untuk merekam data ketinggian air laut secara otomatis.
2. Laptop dan Perangkat Lunak – Menggunakan Microsoft Excel untuk pengolahan data awal dan ERGTIDE untuk analisis harmonik dengan metode Least Square.
3. Notepad dan Alat Tulis – Untuk pencatatan manual data serta analisis awal.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan utama, yaitu:

*1. Pengumpulan Data*

- a. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan data sekunder dari OC Enviro



Gambar 1. Grafik Tipe pasang surut mixed tides prevailing semi diurnal

- b. Data pasang surut dikumpulkan selama 15 hari dengan interval satu jam.
- c. Data diunduh dari sensor AWLR dan dikonversi ke format yang dapat diolah menggunakan perangkat lunak ERGTIDE.

*2. Pengolahan Data*

- a. Data sekunder yang akan diolah merupakan data mentah hasil pengamatan pasang surut yang telah dilakukan oleh OC Enviro yang diambil di lokasi Pulau Obi, Maluku Utara

- b. Data mentah dianalisis dengan metode Least Square menggunakan ERGTIDE untuk menentukan komponen harmonik utama seperti M2, S2, K1, dan O1.
- c. Microsoft Excel digunakan untuk menghitung dan memvalidasi nilai formzahl guna menentukan jenis pasang surut di perairan Pulau Obi.

*3. Analisis dan Validasi*

- a. Hasil perhitungan diuji menggunakan Root Mean

Tabel 2 Tipe pasang surut berdasarkan nilai formzahl

Nilai Formzahl	Tipe Pasang Surut
$0,00 < F \leq 0,25$	Pasang surut harian ganda ( <i>Semidiurnal tide</i> )
$0,25 < F \leq 1,50$	Pasang surut campuran, dominan ganda ( <i>mixed tide, prevailing semi diurnal</i> )
$1,50 < F \leq 3,00$	Pasang surut campuran, dominan tunggal ( <i>mixed tide, prevailing diurnal</i> )
$F > 3,00$	Pasang surut harian tunggal ( <i>diurnal tide</i> )

- b. Data hasil perhitungan dibandingkan dengan data lapangan guna menilai kesesuaian pola pasang surut yang diperoleh.
- c. Metode ini memungkinkan estimasi polapasangsurutdenganakurasitinggi, yang berguna untuk perencanaan maritim dan mitigasi risiko pesisir.

**HASIL DAN BAHASAN**

*HASIL*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasang surut di perairan Pulau Obi memiliki karakteristik campuran dominan ganda (*mixed tide, prevailing semi-diurnal*), dengan dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari, namun memiliki tinggi dan waktu yang tidak selalu sama. Berdasarkan hasil analisis metode Least Square menggunakan perangkat lunak ERGTIDE, ditemukan bahwa komponen harmonik utama yang berpengaruh signifikan adalah  $M_2$  (32.48 cm),  $S_2$  (21.65 cm),  $O_1$  (14.82 cm), dan  $K_1$  (4.57 cm).

Dari hasil perhitungan bilangan formzahl diperoleh nilai 0.36, yang mengonfirmasi bahwa pasang surut di wilayah ini didominasi oleh komponen semi-diurnal. Analisis akurasi menggunakan RMSE menghasilkan nilai 2%, menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa metode Least Square mampu memberikan estimasi yang akurat terhadap pola pasang surut di wilayah ini.

*PEMBAHASAN*

Temuan utama penelitian ini adalah bahwa pasang surut di Pulau Obi didominasi oleh komponen semi-diurnal, yang disebabkan

oleh pengaruh gaya gravitasi bulan dan matahari yang bekerja secara simultan. Keberadaan amplitudo tinggi pada komponen  $M_2$  dan  $S_2$  menunjukkan bahwa interaksi gravitasi antara bulan dan matahari terhadap massa air di wilayah ini cukup kuat, menyebabkan pola pasang surut yang teratur tetapi tetap memiliki variasi harian akibat faktor lokal seperti topografi dasar laut dan arus laut regional. Hasil ini sejalan dengan penelitian Triatmodjo (2008) yang menyatakan bahwa daerah yang terletak di dekat samudra terbuka lebih cenderung mengalami pola pasang surut semi-diurnal karena pengaruh gaya pembangkit pasang surut yang lebih besar. Penelitian Hasibuan et al. (2015) juga menemukan bahwa metode Least Square mampu mengidentifikasi variasi amplitudo dan fase dengan akurasi tinggi, sebagaimana dibuktikan dalam penelitian ini dengan nilai RMSE yang rendah.

Fenomena pasang surut campuran dominan ganda terjadi akibat kombinasi antara gaya tarik gravitasi bulan dan matahari yang bekerja dengan intensitas berbeda setiap harinya. Komponen  $M_2$  dan  $S_2$  yang tinggi menunjukkan bahwa pasang surut di wilayah ini sangat dipengaruhi oleh siklus semi-diurnal bulan dan matahari, sedangkan kehadiran  $K_1$  dan  $O_1$  menunjukkan adanya komponen harian yang menyebabkan ketidaksimetrisan antara pasang dan surut. Hal ini dapat dijelaskan melalui teori gelombang pasang surut dinamis, di mana interaksi antara gelombang pasang surut dengan topografi dasar laut menghasilkan pola pasang surut yang khas di setiap wilayah. Menurut Pugh (1987), bentuk pantai dan kedalaman laut mempengaruhi perambatan gelombang pasang surut, sehingga menyebabkan variasi dalam waktu dan ketinggian pasang

surut seperti yang diamati di Pulau Obi.

Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Suwarni & Rusdin (2020) yang menemukan bahwa pola pasang surut di wilayah pesisir Indonesia umumnya didominasi oleh komponen semi-diurnal dengan variasi harian yang signifikan akibat perbedaan topografi dan arus lokal. Namun, dibandingkan dengan penelitian Prayogo (2020) yang menggunakan metode Admiralty, metode Least Square dalam penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam mengestimasi pola pasang surut, sebagaimana dibuktikan oleh nilai RMSE yang lebih rendah. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis bahwa metode Least Square dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola pasang surut dengan tingkat akurasi tinggi. T

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan yang telah dilakukan, metode least square berhasil mengidentifikasi komponen utama pasang surut yang mempengaruhi pola perubahan muka air laut. Hasil metode ini memberikan hasil tipe pasang surut pada Perairan Pulau Obi yaitu tipe pasang surut campuran dominan ganda (mixed tide, prevailing semi diurnal) yang mana dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda. Dari pengolahan tersebut juga diketahui karakteristik pasang surut di lokasi stasiun meliputi komponen pasang surut diurnal, semidiurnal, dan komponen shallow water, dan hasil peramalan menggunakan Program ERTIDGE menghasilkan nilai Tunggang pasang dengan nilai 2.015 cm Program ERGTIDE juga dapat digunakan untuk memprediksi gelombang pasang di lokasi survei di Perairan Pulau Obi, Maluku Utara dari sini akan diperoleh estimasi data pasang surut untuk 20 tahun ke depan Data yang diperoleh dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti koreksi batimetri, perencanaan pembangunan infrastruktur maritim, pengelolaan sumber daya kelautan, serta untuk keperluan navigasi dan keselamatan pelayaran di sekitar Perairan Pulau Obi. Dengan demikian program ERGTIDE dengan

metode Least Square terbukti efektif dalam memodelkan fenomena pasang surut campuran harian ganda di Perairan Pulau Obi, yang dapat memberikan gambaran yang jelas dan informatif mengenai dinamika pasang surut di wilayah ini.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penelitian ini dapat berlangsung secara baik dan lancar. Mengucapkan terimakasih kepada OC. Enviro yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan kegiatan penelitian dan praktik kerja lapang, dan mengucapkan terimakasih pula kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan yang telah mendanai keberlangsungan jurnal ini.

komponen semi-diurnal dengan variasi harian yang disebabkan oleh interaksi antara gaya gravitasi bulan, matahari, serta faktor lokal seperti topografi dasar laut. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika pasang surut di wilayah pesisir Indonesia dan dapat menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut dalam bidang hidrodinamika kelautan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, R. Y. (2020). Analisa Pasang Surut Dengan Metode Admiralty Dan Least Square Terhadap Dermaga Tanjung Keramat Sangkulirang. *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Sipil*, 1-9.
- Adibrata, S. (2007). Analisis Pasang Surut Di Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Bara. *Jurnal Sumberdaya Perairan*, 1-6.
- Hasibuan, R. D., Surbakti, H., & Sitepu, R. (2015). Analisis Pasang Surut Dengan Menggunakan Metode Least Square Dan Penentuan Periode Ulang Pasang Surut Dengan Metode Gumbel Di Perairan Boom Baru Dan Tanjung Buyut. *Maspari Journals*, 1-5.
- Mahardika, D. I., Helmi, M., & Suryoputro, A. A. (2022). Pola Sebaran Material Padatan Tersuspensi Berdasarkan Pemodelan Hidrodinamika 2D Saat. *Indonesia*

- Journal Of Oceanography (IJOCE), 1-13.
- Mahatmawati, A. D., Efendy, M., & Siswanto, A. D. (2009). Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (Mlr) Di. *Jurnal Kelautan*, 1-9.
- Naufal Tezar Lesmana, M. F. (2021). Pemetaan Batimetri Dalam Perencanaan Pembangunan Pesisir. 1-6.
- Prayogo, L. M. (2020). Perbandingan Metode Admiralty Dan Least Square Untuk Analisis Pasang Surut. *Jurnal Perikanan Dan Kelutan*, 59-69.
- Prayogo, L. M. (2020). Perbandingan Metode Admiralty Dan Least Square Untuk Analisis Pasang Surut. *Jurnal Perikanan Dan Kelutan*, 59-69.
- Septiawan, R. B., & Astuti, E. Z. (2016). Perbandingan Metode Setengah Rata-Rata Dan. *Techno.Com*, 1-8.
- Suwarni, N. I., & Rusdin, A. (2020). Analisa Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Pada Pantai Taman Ria. *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako*, 1-10.
- Syamsudin, Kushadiwijayanto, A. A., & Risiko. (2019). Studi Batimetri Dan Pasang Surut Di Kawasan Perairan Batu Buring Kota Singkawang Selatan Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1-7