*Volume 18, No. 3, 2025*

*ISSN: 1907-9931 (print), 2476-9991 (online)*

# PEMETAAN BATIMETRI DAN MORFOLOGI DASAR PERAIRAN SENDANGBIRU, KABUPATEN MALANG

## *BATHYMETRIC MAPPING AND SEAFLOOR MORPHOLOGY OF SENDANGBIRU WATERS, MALANG REGENCY*

**Desy Setyoningrum[1]*, Fahreza Okta Setyawan[1], Riswan Septriyadi Sianturi[2], Citra Syananta[1], Siti Al Khumairoh Annadziroh Nurshokh[1], Decha Satria Ibnu Faqih[1], Agung Wahyudi Prasetyo[1], Naufal Fidel Satria Aryasatya[1]**

[1]Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
[2]Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Jl Veteran No.10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang

*Corresponding author email: desy.setyo16@ub.ac.id

*Submitted: 15 January 2025 / Revised: 30 November 2025 / Accepted: 3 December 2025*

*http://doi.org/10.21107/jk.v18i3.28860*

**ABSTRAK**

*Perairan Sendang Biru, Kabupaten Malang, merupakan salah satu jalur pelayaran tersibuk di pesisir selatan Jawa, terutama saat puncak musim penangkapan ikan pada bulan Agustus hingga Oktober. Aktivitas pelayaran dan perikanan intensif di wilayah ini memerlukan data batimetri yang akurat untuk mendukung keselamatan navigasi dan pengelolaan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kontur batimetri dan mengidentifikasi morfologi dasar laut di Perairan Sendang Biru menggunakan metode pemeruman dengan Single Beam Echosounder (SBES). Pengambilan data dilakukan pada bulan Oktober 2024 dengan interval jalur pemeruman sejauh 50 meter, menghasilkan data kedalaman yang dikoreksi terhadap pasang surut menggunakan Metode Admiralty. Pengolahan data pasang surut dilakukan berdasarkan konstanta harmonik untuk menentukan nilai elevasi penting, seperti HHWL, MHWL, MSL, MLWL, dan LLWL. Hasil analisis menunjukkan tipe pasang surut di Perairan Sendang Biru adalah tipe campuran dominan ganda dengan bilangan Formzahl sebesar 0,31744. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman perairan berkisar antara 1 meter hingga 36 meter. Morfologi dasar laut didominasi oleh lereng landai dengan beberapa area lereng curam yang tersebar di bagian selatan dan barat daya perairan. Selain itu, terdapat beberapa wilayah yang teridentifikasi sebagai potensi pengendapan sedimen di area dangkal. Berdasarkan hasil penelitian ini, memberikan informasi penting bagi penataan alur pelayaran dan area tambat do Pelabuhan Pondokdadap, terutama karena kontur kedalaman yang bervariasi dan keberadaan zona potensi sedimentasi di area dekat pantai*

***Kata kunci:*** *Pemetaan Batimetri; Perairan Sendangbiru; Single Beam Echosounder (SBES); Survey Hidrografi.*

**ABSTRACT**

*The waters of Sendang Biru, Malang Regency, are among the busiest shipping routes along the southern coast of Java, especially during the peak fishing season from August to October. The intensive shipping and fishing activities in this area require accurate bathymetric data to support navigation safety and water management. This study aims to map bathymetric contours and identify the seabed morphology in the waters of Sendang Biru using a hydrographic survey method with a Single Beam Echosounder (SBES). Data collection was conducted on October 2024, with survey line intervals of 50 meters, producing depth data corrected for tidal variations using the Admiralty Method.Tidal data processing was carried out based on harmonic constants to determine critical elevation values such as HHWL, MHWL, MSL, MLWL, and LLWL. The analysis results indicate that the tidal type in the waters of Sendangbiru is a mixed predominantly semidiurnal type, with a Formzahl number of 0.31744. The study results show that water depths range from 1 meter to 36 meters. The seabed morphology is dominated by gentle slopes with some steep slope areas scattered in the southern and southwestern parts of the waters. Additionally, several areas were identified as potential sediment deposition zones in shallow areas. This findings provide essential information for planning navigation routes and mooring*

*areas at Pondokdadap Port, particularly considering the variable depth contours and presence of sedimen-accumulation zone near the coastline.*

***Keywords:*** *Bathymetric Mapping; Single Beam Echosounder (SBES); Sendang Biru Waters; Hydrographic Survey*

## PENDAHULUAN

Perairan Sendangbiru yang terletak di Kabupaten Malang merupakan salah satu jalur pelayaran tersibuk di pesisir selatan Jawa. Selama puncak musim penangkapan ikan pada bulan Agustus hingga Oktober, lebih dari 600 kapal berlabuh di Pelabuhan Perikanan Pantai Pondokdadap, dengan belasan hingga dua puluh kapal yang melakukan kegiatan bongkar muat setiap harinya. Sebagian besar kapal tersebut merupakan kapal berukuran sedang dengan ukuran berkisar antara 11 hingga 20 Gross Ton (GT) (Andrimida *et al.,* 2021). Masyarakat memanfaatkan perairan Sendang Biru untuk transportasi air, pariwisata, dan aktifitas perikanan lainnya. Pilihan transportasinya antara lain perahu kecil/Jukung yang digunakan untuk memancing dan mengantarkan penumpang ke Pulau Sempu. Sehingga data kedalaman atau batimetri menjadi acuan penting dalam navigasi di perairan Sendang Biru, Malang. Untuk mendapatan data kedalaman maka perlu dilakukan survei batimetri.

Survei batimetri merupakan proses dalam menggumpulkan data batimetri melalui kegiatan pengukuran, pengolahan dan visualisasi dasar perairan menjadi peta batimetri. peta batimetri memberikan informasi yang berguna untuk berbagai bidang terkait dasar laut seperti rekayasa teknik, manajemen pelabuhan, penentuan jalur pelayaran, dan fungsi lainnya (Maulana & Luthfi, 2018). Informasi batimetri penting untuk penelitian dinamika pantai, operasi kelautan seperti pemasangan kabel komunikasi bawah laut, serta menyediakan peta navigasi yang akurat untuk keselamatan pelayaran. Dengan perkembangan teknologi, pemetaan batimetri kini bisa dilakukan menggunakan teknologi akustik seperti echosounder, yang menggunakan gelombang suara sehingga lebih ramah lingkungan.

Echosounder adalah bagian dari Sound Navigation and Ranging (SONAR) dan terbagi menjadi dua jenis: *Single Beam Echosounder System* (SBES) dan *Multi Beam Echosounder System* (MBES), yang berbeda dalam jumlah sinyal suara yang ditembakkan (Sarono & Basith, 2022) . SBES sering digunakan dalam survei batimetri karena kemudahan dalam pengoperasiannya (Tjahyanto & Atletiko, 2022). Meskipun aktivitas perkapalan atau pelayaran di Perairan Sendangbiru tinggi, kajian hidrografi untuk menjelaskan karakter morfologi dasar lautnya masih terbatas. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk memetakan kedalaman secara lebih rinci dan karakter morfologi Perairan Sendangbiru sebagai dasar pendukung penentuan alur pelayaran yang aman dan efisien.

## MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian terletak di Perairan Sendangbiru Kabupaten Malang tepat pada 8°25’59" LS dan 112°40’55" BT (**Gambar 1**). Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 3-4 Oktober 2024. Data yang digunakan dalam penelitian dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data hasil pengukuran kedalaman di Perairan Sendangbiru dan data sekunder adalah data yang digunakan untuk menunjang data primer, yaitu data prediksi pasang surut untuk mengoreksi data hasil pemeruman.

Pengamatan pasang surut dilapangan dilakukan selama waktu pemeruman berlangsung yaitu 5 jam. Data ini digunakan untuk melakukan koresi sesaat terhadap kedalaman hasil pemeruman. Untuk memperoleh pola pasut yang reoresentatif dan lengkap, termasuk penentuan komponen harmonik serta tipe pasut, penelitian ini menggunakan data pasut jangka panjang dari Badan Informasi Geospasial (BIG) menggunakan Metode Admiralty 29 Piantan. Data pasang surut diambil selama 30 hari yaitu mulai tanggal 7 september – 5 Oktober 2024 yang dianggap dapat merepresentasikan nilai pasang surut pada waktu yang mendekati pengambilan data kedalaman. Metode Admiralty akan memunculkan nilai bilangan Formzhal yang digunakan menentukan tipe pasang surut dan konstanta harmonik yang dapat digunakan dalam perhitungan nilai elevasi penting dalam kedalaman seperti LLWL, MSL, HHWL. Tipe pasang surut ditentukan menggunakan bilangan Formzhal yang mengacu pada (Supriyadi *et al.,* 2019)) dengan persamaan berikut ini:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan: F = Formzahl; K1, O1 = Konstanta pasang surut harian tunggal utama; M2, S2= Konstanta pasang surut harian ganda utama.

Kemudian untuk menentukan elevasi penting menggunakan persamaan berikut ini (**Tabel 1**):

**Tabel 1**. Rumus elevasi muka air laut

| Elevasi | Simbol | Rumus |
|---|---|---|
| *Highest High Water Level* | HHWL | $S_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$ |
| *Mean High Water Level* | MHWL | $S_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$ |
| *Mean Sea Level* | MSL | $S_0$ |
| *Mean Low Water Level* | MLWL | $S_0 - (M_2 + K_1 + O_1)$ |
| *Lowest Low Water Level* | LLWL | $S_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$ |

Sumber: (Supriyadi *et al.,* 2019)

Pengukuran kedalaman pada penelitian ini menggunakan metode pemeruman yang mengacu pada dokumen Badan Standarditasi Nasional (BSN), (2010) yaitu dengan menggunakan *Singlebeam Echosounder* GPS MAP 585 Chart *Plotter* yang memancarkan gelombang frekuensi sebesar 200 KHz. Tranduser pada Echosounder dapat memancarkan gelombang frekuensi rendah (24-50 KHz) dan frekuensi tinggi (100-340 KHz). Gelombang dengan frekuensi rendah mampu menembus lapisan lunak sedangkan gelombang dengan frekuensi tinggi hanya mampu memancarkan hingga ke dasar suatu perairan (Ondara & Rahmawan, 2020). Pemeruman dilakukan untuk membuat suatu profil kedalaman sesuai dengan bentuk dan topografi perairan yang disurvey(Lahay *et al.,* 2020). Proses pemeruman dilakukan secara langsung dengan menggunakan *trackline*/jalur pemeruman yang ditentukan dengan kondisi lapang, yaitu *Systematic sampling with parallel transect. Trackline* membatu dalam proses pengambilan data kedalaman secara terstruktur (**Gambar 1**). Jarak pada jalur pemeruman antara satu dengan yang lainnya adalah 50 m sehingga data pemeruman yang dihasilkan memiliki akurasi yang tinggi (Badan Standarditasi Nasional (BSN), 2010) . Selama proses pemeruman, kapal dioperasikan dengan kecepatan 3-5 knot, sesuai standar untuk menghindari noise akibat gerakan kapal yang terlalu cepat.

Data hasil pengukuran batimetri harus dikoreksi terhadap kedudukan permukaan air laut. Koreksi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kedalaman sebenarnya yang terkoreksi dari reduksi terhadap kedudukan muka air laut meliputi MSL, $Z_0$, $TWL_t$, serta tinggi draft transducer yang digunakan (Hediarto *et al.,* 2017) .Reduksi permukaan air laut dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$rt = TWLt - (MSL + Z_0) \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan: $rt$ = Besarnya tingkat reduksi saat perhitungan; $TWLt$ = Kedudukan muka air laut sebenarnya saat perhitungan; $MSL$ = Rata-rata muka air laut (*Mean Sea Level*); $Z_0$ = Kedalaman muka surutan dibawah MSL

Hasil dari persamaan tersebut menghasilkan besarnya koreksi terhadap pasang surut, sehingga dapat dilakukan perhitungan kedalaman sebenarnya menggunakan persamanaan berikut ini:

$$D = dT + rt \quad \text{..... (3)}$$

Keterangan: D = Kedalaman sebenarnya; dT = Kedalaman terkoreksi transducer; $rt$ = Besarnya tingkat reduksi saat perhitungan

Data kedalaman yang telah dikoreksi selanjutnya diproses menggunakan metode Kriging. Kriging ini merupakan metode yang dikembangkan oleh D. L. Krige yang mengasumsikan jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial dalam hasil interpolasi dan metode ini yang dapat mengisi kekosongan data dengan metode tertentu dari suatu kumpulan data untuk menghasilkan sebaran yang kontinyu pada suatu kedalaman (Resda *et al.,* 2021) . Hasil interpolasi digunakan sebagai dasar untuk pembuatan peta dua dimensi dan model tiga dimensi dasar laut.

Kemiringan lereng *(slope)* juga dihitung dalam penelitian ini yang bertujuan untuk memberikan informasi penting tentang morfologi dasar laut. Kemiringan lereng diklasifikasikan berdasarka *slope classification* yang ditemukan oleh Van Zuidam (1985) yang dapat dihitung dalam bentuk derajat ataupun persentase kemiringan. Kemiringan lereng didapatkan dari hasil pengukuran kedalaman menggunakan SBES dengan elevasi MSL. Perhitungan kemiringan lereng didapatkan dari persamaan menurut (Lubis *et al.,* 2021) berikut:

$$Tan\ \alpha = \frac{\Delta h}{L} \quad \text{..... (4)}$$

Keterangan: Tan α = Derajad kemiringan; ∆h = Elevasi antara beda ketinggian yang diamati; L = Jarak horizontal *cross section*

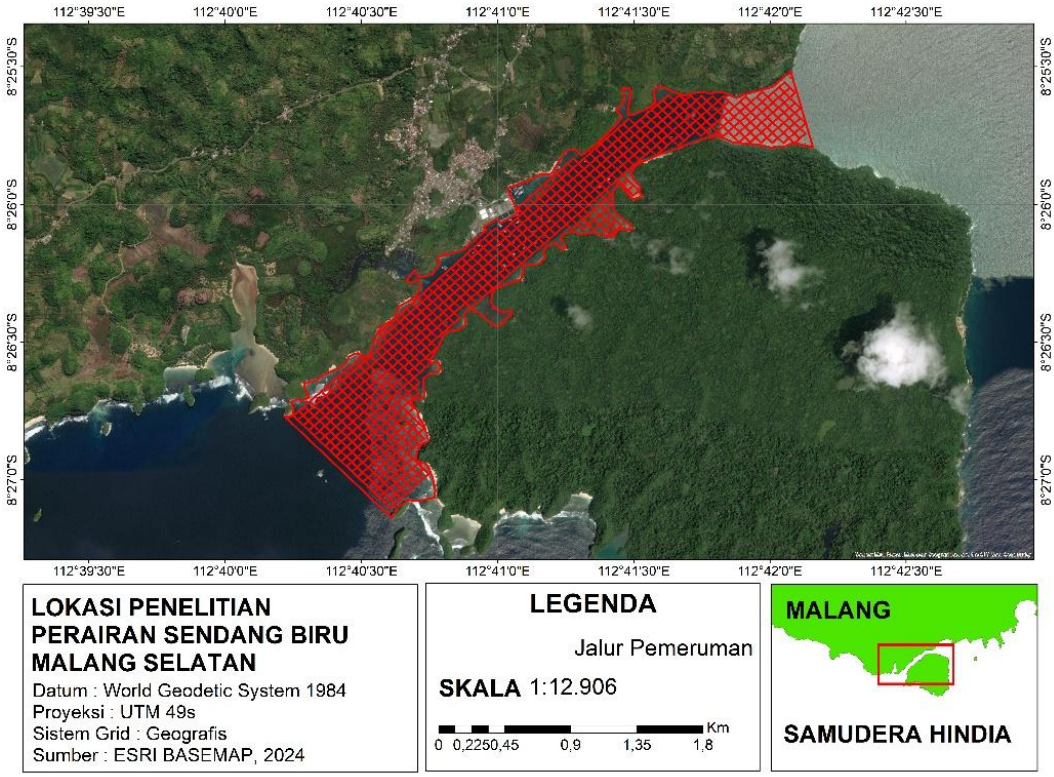
Klasifikasi kemiringan berdasarkan derajat dapat dibagi menjadi tujuh berdasarkan klasifikasi dari Van Zuidam (1985) yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2**. Slope Classification Van Zuidam, 1985

| Kelas | Kemiringan (º) | Klasifikasi |
|---|---|---|
| 1 | 0-2 | Datar |
| 2 | 2-4 | Sangat Landai |
| 3 | 4-8 | Landai |
| 4 | 8-16 | Agak Curam |
| 5 | 16-35 | Curam |
| 6 | 35-55 | Sangat Curam |
| 7 | >55 | Terjal |

Sumber: (Yazida *et al.,* 2021)

Hasil akhir pengukuran kedalaman berupa peta batimetri yang dimodelkan menjadi peta 2D dan peta 3D. Visualisasi peta 2D dan dilakukan pada *software* Arc-GIS 10.8 dari hasil data batimetri SBES. Sedangkan visualisasi peta 3D dilakukan pada *sofware* Surfer 10 yang dilakukan dengan memasukan data .tiff dari hasil pengolahan data batimetri. Data yang telah dimasukan dibuat menjadi model 3D dan di overlay dengan shapefile daratan yang bertujuan agar wilayah kajian terfokus dengan lebih jelas.




**Gambar 1**. Lokasi Penelitian dan Jalur Rencana Pemeruman

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pasang surut

Pasang surut adalah gerakan naik turunnya air laut yang dipengaruhi oleh gaya tarik menarik benda yang ada di angkasa yaitu matahari, bulan, dan bumi (Octaferina & Prasetya, 2021). Pasang surut berpengaruh terrhadap fenomena yang terjadi di laut dan juga mempengaruhi aktivitas manusia di daerah pesisir. Berdasarkan hasil pengolahan pasang surut menggunakan Metode Admiralty dihasilkan konstanta-konstanta harmonik komponen pasang surut yaitu S0, M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, dan MS4. Masing-masing komponen pasut memiliki amplitudo (Am) dan

beda fase (g) yang bereda-beda. Amplitudo menggambarkan besar pengaruh komponen tersebut terhadap variasi muka air laut, sedangkan beda fase menggambarkan keterlambatan fase antara komponen pasang surut harmonik terhadap waktu acuan. Konstanta harmonik komponen pasut ditunjukkan oleh **Tabel 3**. Konstanta harmonik merupakan komponen penting untuk memahami dan memprediksi/ meramalkan pola pasang surut yang kompleks di berbagai lokasi dan memberikan wawasan penting untuk keperluan oseanografi, kelautan, dan aktivitas pesisir.

**Tabel 3**. Konstanta harmonik pasang surut

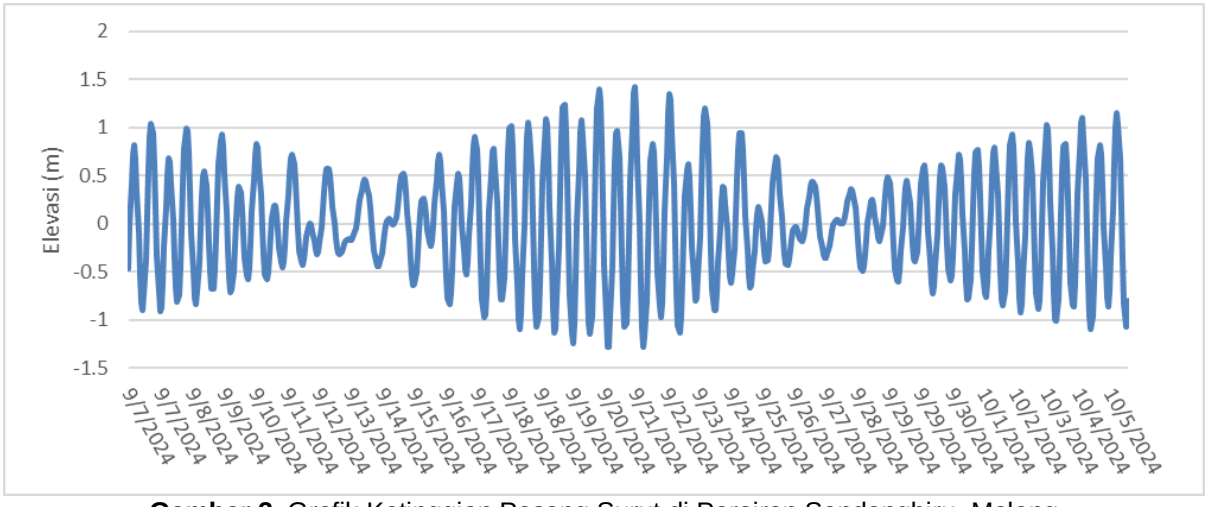
| | S0 | M2 | S2 | N2 | K2 | K1 | O1 | P1 | M4 | MS4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A m** | 0,0004 | 0,6404 | 0,3608 | 0,1237 | 0,0830 | 0,1950 | 0,1228 | 0,0643 | 0,0030 | 0,0114 |
| **g** | **-** | 283,2 | 71,2 | 186,0 | 71,2 | 11,7 | 218,5 | 11,7 | 108,4 | 165,7 |

Berdasarkan konstanta-konstanta harmonik pasang surut tersebut akan menghasilkan nilai-nilai elevasi penting (**Tabel 4**). Terdapat lima nilai elevasi muka air laut yang didapatkan dari proses perhitungan, yaitu HHWL dengan ketinggian 2,92 cm, MHWL dengan ketinggian 2,61 cm, MSL dengan ketinggian 0,00 cm, MLWL dengan ketinggian 0,60 cm, dan LLWL dengan ketinggian -0,29 cm. Nilai elevasi muka air laut ini selanjutnya akan digunakan pada proses koreksi kedalaman untuk menentukan kedalaman sebenarnya dari hasil pengambilan data pemeruman.

**Tabel 4**. Nilai elevasi muka air laut di Perairan Sendangbiru

| Keterangan | Elevasi (m) |
|---|---|
| HHWL | 2,92 |
| MHWL | 2,61 |
| MSL | 0,00 |
| MLWL | 0,60 |
| LLWL | -0,29 |

Tipe pasang surut dapat ditentukan secara visual dan juga hasil perhitungan bilangan Formzahl. Bilangan Formzhal yang diperoleh dari hasil pengolahan data pasang surut sebesar 0.31744 sehingga nilai tersebut masuk dalam rentang kategori 0.26 < F < 1.5 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Sendangbiru adalah tipe campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) (**Gambar 2**). Tipe campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) memiliki arti bahwa dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.



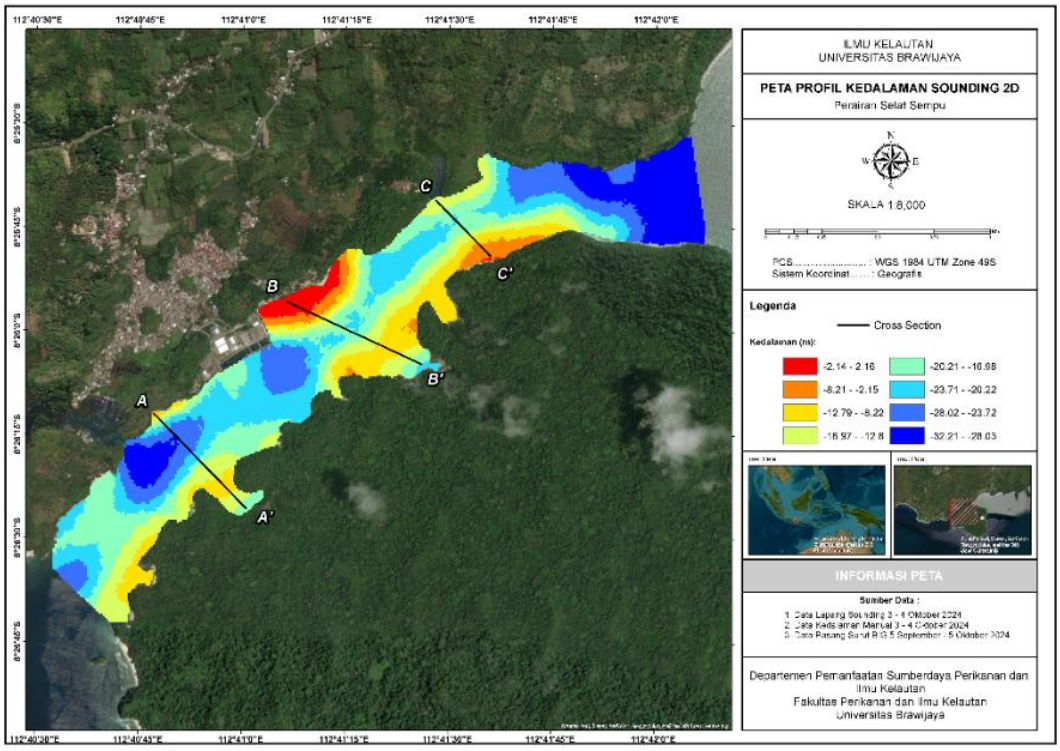

**Gambar 2**. Grafik Ketinggian Pasang Surut di Perairan Sendangbiru, Malang

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai Formzahl di Perairan Sendangbiru sebesar 0,31744. Nilai tersebut sejalan dengan karakteristik pasang surut di wilayah selatan Pulau Jawa yang secara umum didominasi tipe Campuran semi-diurnal dengan nilai Formzahl berkisar antara 0,64-1,34 (Mutaqin & Ningsih, 2023). Nilai Formzahl yang menunjukkan dominasi pasang

surut campuran semi-diurnal memiliki beberapa implikasi penting terhadap kegiatan pelayaran di Perairan Sendangbiru. Tipe pasang surut ini juga menyebabkan perubahan pada mika air laut dapat berbeda antara pagi dan sore. Kondisi ini memerlukan pehatian khusus bagi kapal-kapal yang beroperasi di jalur masuk, terutama pada area dangkal di sekitar pesisir yang rentan terhadap resiko kandas saat surut.

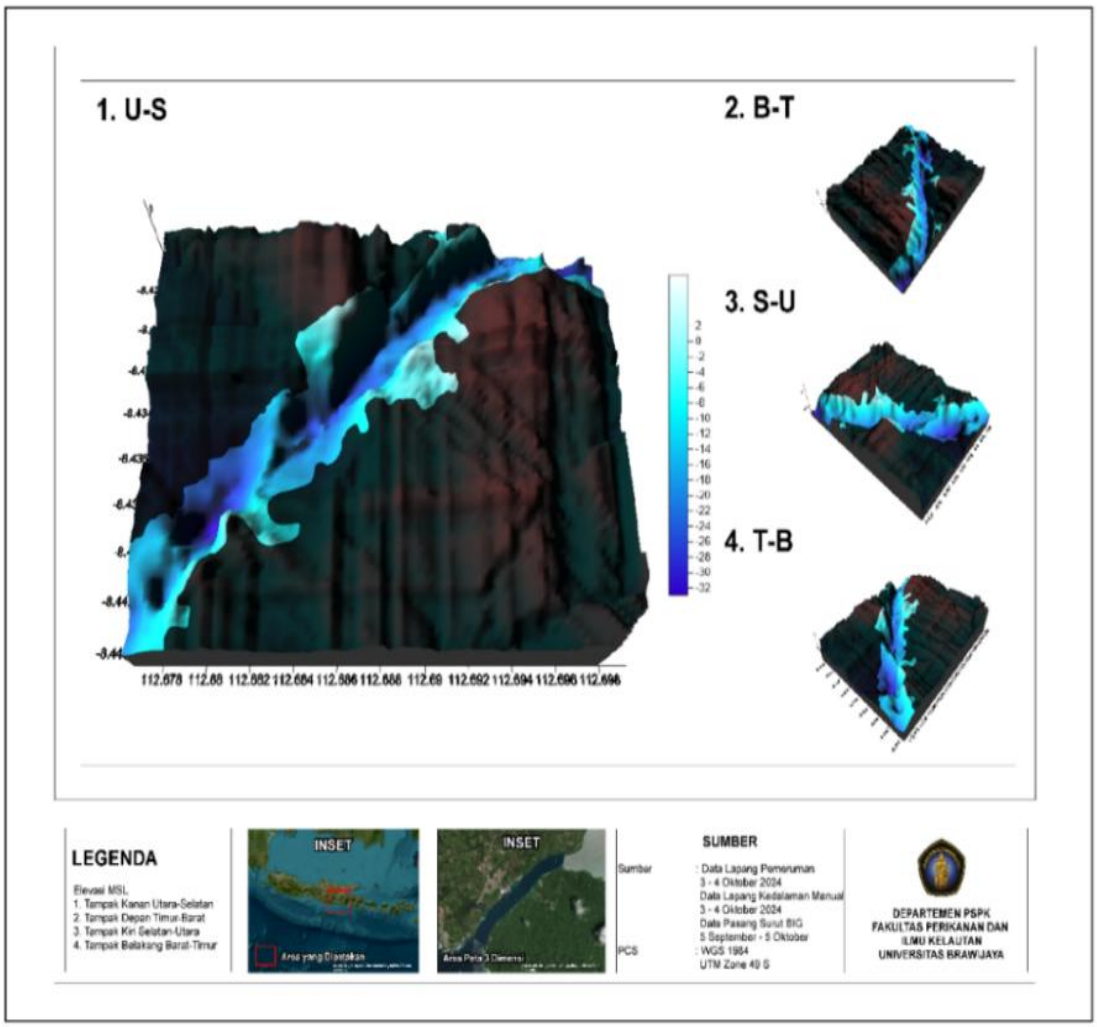
**Batimetri Perairan Sendangbiru**

Perairan Sendangbiru atau masyarakat juga mengenalnya sebagai Selat Sempu menujukkan variasi kedalaman yang berbeda. Berdasarkan **Gambar 3** kedalaman Perairan Sendangbiru berkisar antar -2,14 m hingga -32,21 m yang ditampilkan dalam bentuk gradasi warna dengan warna merah menunjukkan area yang paling dangkal (-2,14 m hingga -2,16 m), sedangkan warna biru tua menunjukkan area yang paling dalam (-28,03 m hingga -32,21 m). Zona terdalam berada bagian tengah dan ujung utara selat dengan kedalaman >-20 m. Sebaliknya perairan dangkal terlihat di pesisir daratan Sendangbiru dan Pesisir Pulau sempu dengan kedalam berkisar -2,14m hingga 10 m. Variasi kedalaman di Perairan Sendangbiru disebabkan oleh kombinasi faktor geologi, hidrodinamika dan proses hidrooseanografi yang saling berinteraksi. Faktor utama meliputi topografi laut, arus pasang surut, sedimentasi danaktivitas tektonik. Selat umumnya memiliki morfologi dasar yang komleks, seperti adanya *sill,* palung, dan punggungan akibat proses geologi laut di masa lalu serta arus pasang surut yang kuat di selat dapat menyebabkan erosi dasar laut di area tertentu, sehingga membentuk cekungan yang lebih dalam, serta mengendapkan sedimen di area lain sehingga menjadi dangkal (Haigh *et al.,* 2020; Bensi *et al.,* 2019; Droghei *et al.,* 2016). (Resda *et al.,* 2021).




**Gambar 3**. Peta Profil Batimetri Perairan Sendangbiru, Kabupaten Malang

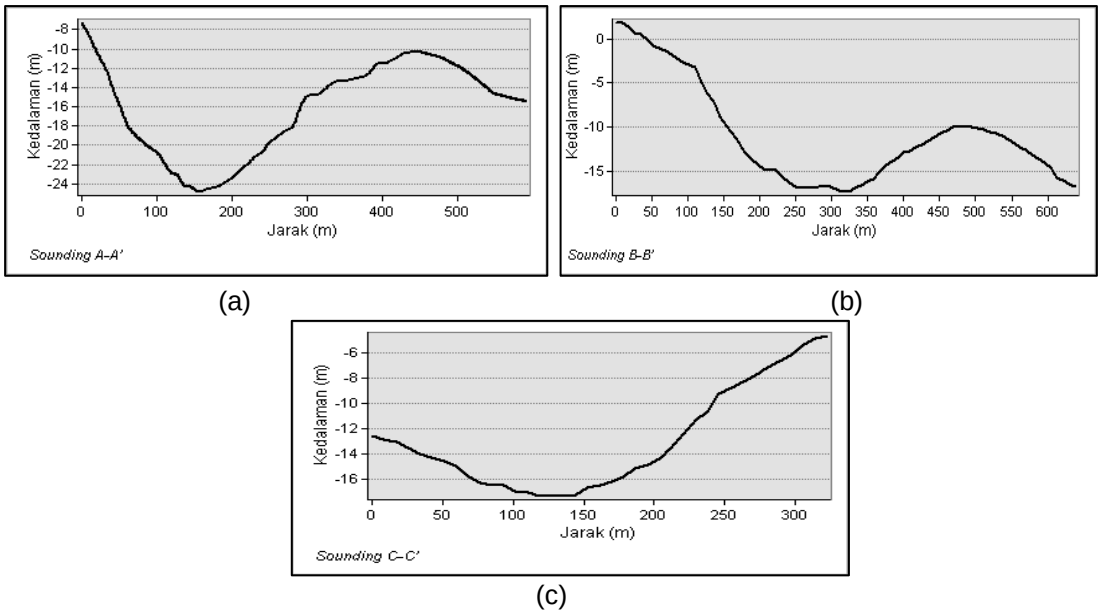
Model 3 dimensi batimetri Perairan Sendangbiru merupakan hasil pengolahan data batimetri yang dibuat dengan menggunakan *software Surfer* 10 yang bertujuan untuk menganalisa dan mengetahui morfologi dasar laut (*seabed surface*). Hasil model 3 dimensi menunjukan bahwa morfologi permukaan dasar laut (*seabed surface*) di Perairan Sendangbiru didominasi oleh cekungan karena wilayah perairan tersebut merupakan selat dengan kedalaman maksimal berkisar -2 meter hingga -32,21 meter yang berwarna biru tua dari hasil pemeruman (**Gambar 4**).




**Gambar 4**. Peta Batimetri Model 3 Dimensi

Profil melintang kedalaman Perairan Sendangbiru ditunjukkan pada **Gambar 3** dan **Gambar 5**. Pada **Gambar 5** terdiri dari **Gambar 5a** profil melintang A-A' yang terletak di kawasan Pulau Semut, **Gambar 5b** profil melintang B-B' yang terletak di kawasan Pantai Sendangbiru dan **Gambar 5c** profil melintang C-C' yang terletak di kawasan Pantai Waru-Waru. Pemilihan letak garis penampang didasarkan dari interpretasi yang diperkirakan telah mewakili morfologi dasar laut pada daerah penelitian. Penampang melintang morfologi dasar laut digunakan untuk membantu dalam menganalisis bentuk morfologi dasar laut di suatu perairan (Resda *et al.,* 2021).

Profil kedalaman pada jalur A-A' menunjukkan dasar laut yang landai hingga jarak 100 meter dari pantai dengan kedalaman -8 hingga -16 meter, kemudian menurun tajam hingga -22 meter pada jarak 200 meter sebelum kembali landai di kedalaman -14 meter. Jalur B-B' menunjukkan perubahan kedalaman yang signifikan dari 0 menjadi -12 meter pada jarak 150 meter pertama, diikuti kondisi dasar laut yang lebih stabil pada kedalaman -12 hingga -15 meter hingga jarak 600 meter. Sedangkan pada jalur C-C', dasar perairan tanpak relative landai dengan kedalaman -12 hingga -16 meter pada 100 meter, kemudian naik secara perlahan menuju kedalaman -6 hingga -10 meter pada jarak 300 meter dari pantai. Berdasarkan hasil profil kedalaman menunjukkan adanya variasi topografi dasar laut yang berpengaruh secara langsung terhadap keselamatan pelayaran di Perairan Sendangbiru. Area dangkal dekat pantai dan Pelabuhan berpotensi menimbulkan resiko kapal kandas terutama saat surut, sehingga kapal dengan draft lebih besar harus berhati-hati saat bermanuver saat masuk dan keluar Pelabuhan (Nguyen *et al.,* 2022; Chen *et al.,* 2021). Oleh karena itu, informasi batimetri yang akurat dan pembaruan peta kedalaman sangat penting untuk mendukung navigasi yang aman di kawasan ini.




**Gambar 5**. Profil Melintang Perairan Sendangbiru, a) Pulau Semut; b) Pantai Sendangbiru; dan c) Pantai Waru-Waru

## KESIMPULAN DAN SARAN

Perairan Sendangbiru memiliki karakteristik pasang surut tipe campuran condong harian ganda *(mixed tide prevailing semidiurnal)* yang ditentukan berdasarkan analisis konstanta harmonik pasang surut dan nilai Formzahl sebesar 0,31744. Nilai kedalaman perairan Sendangbiru berkisar antara -2,16 meter hingga -32,21 meter, dengan nilai LLWL, MSL, dan HHWL secara berturut-turut yaitu -0,29 meter, 0,00 meter dan 2,92 m yang digunakan untuk koreksi kedalaman pada survei batimetri. Topografi dasar laut Perairan Sendangbiru didominasi oleh cekungan, dengan kedalaman maksimum terletak di tengah perairan. Profil melintang kedalaman pada jalur A–A', B–B', dan C–C' menunjukkan variasi kemiringan lereng, dari landai hingga curam, mencerminkan pengaruh dinamika gelombang dan morfologi dasar laut yang bervariasi.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) Universitas Brawijaya yang telah memberikan dana penelitian pemula tahun 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

Andrimida, A., Kelautan, D., Perikanan, D., Timur, J., & Yani, J. A. (2021). Pola Sebaran Lumba-Lumba Hidung Botol (Tursiops Aduncus) Di Selat Sempu, Indonesia\Berdasarkan Hasil Pengamatan Oportunistik. *Journal of Empowerment Community and Education*, *1*(4), 2774–8308.

Badan Standarditasi Nasional (BSN). (2010). *SNI 7646 Tahun 2010:Survey Hidrografi Menggunakan Singlebeam Echosounder*. www.bsn.go.id

Bensi, M., Kovačević, V., Langone, L., Aliani, S., Ursella, L., Goszczko, I., Soltwedel, T., Skogseth, R., Nilsen, F., Deponte, D., Mansutti, P., Laterza, R., Rebesco, M., Rui, L., Lucchi, R. G., Wåhlin, A., Viola, A., Beszczynska-Möller, A., & Rubino, A. (2019). Deep flow variability offshore south-west Svalbard (fram strait). *Water (Switzerland)*, *11*(4). https://doi.org/10.3390/w11040683

Chen, C., Delefortrie, G., & Lataire, E. (2021). Effects of water depth and speed on ship motion control from medium deep to very shallow water. *Ocean Engineering*, *231*. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109102

Droghei, R., Falcini, F., Casalbore, D., Martorelli, E., Mosetti, R., Sannino, G., Santoleri, R., & Chiocci, F. L. (2016). The role of Internal Solitary Waves on deep-water sedimentary processes: The case of up-slope migrating sediment waves off the Messina Strait. *Scientific Reports*, *6*. https://doi.org/10.1038/srep36376

Haigh, I. D., Pickering, M. D., Green, J. A. M., Arbic, B. K., Arns, A., Dangendorf, S., Hill, D. F., Horsburgh, K., Howard, T., Idier, D., Jay, D. A., Jänicke, L., Lee, S. B., Müller, M., Schindelegger, M., Talke, S. A., Wilmes, S. B., & Woodworth, P. L. (2020). The Tides They Are A-Changin':

A Comprehensive Review of Past and Future Nonastronomical Changes in Tides, Their Driving Mechanisms, and Future Implications. *Reviews of Geophysics*, *58*(1), 1–39. https://doi.org/10.1029/2018RG000636

Hediarto, M. A., Satriadi, A., & Saputro, S. (2017). Kondisi Batimetri dan Sedimen Dasar di Pelabuhan Syahbandar, Pulau Karimun, Kabupaten Jepara. *Jurnal Oseanografi*, *6*(3), 467–474.

Kusumaningrum, A. E., Bengen, D. G., & Nurjaya, W. I. (2022). Suitability of Tourism Zone Based on Oceanographic Characteristics and Coastal Ecosystems in Sendang Biru Waters and Sempu Island, Malang Regency. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 23–33. http://tides.big.go.id.

Lahay, A., Djamaluddin, R., Manengkey, H. W. K., & Djabar, B. (2020). PEMETAAN BATIMETRI PANTAI MALALAYANG DUA, KOTA MANADO (BATHYMETRY MAPPING OF MALALAYANG DUA COAST, MANADO CITY). *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, *8*(3), 1–6. https://doi.org/https://doi.org/10.35800/jplt.8.3.2020.30445

Lubis, A. M., Sari, N., Sinaga, J., Hasanudin, M., & Kusmanto, E. (2021). Studi Morfologi Dasar Laut dengan Survey Batimetri di Daerah Pantai Pasar Palik, Bengkulu Utara. *Buletin Oseanografi Marina*, *10*(1), 1–12. https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.32691

Maulana, H. R., & Luthfi, O. M. (2018). Studi Data Batimetri Untuk Keselamatan Pelayaran di Perairan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. *Journal Ilmiah Rinjani*, *6*(1), 39–44.

Mutaqin, B. W., & Ningsih, R. L. (2023). Tidal Characteristics in Southern Waters of Java - Indonesia. *JURNAL GEOGRAFI*, *15*(2), 154–164. https://doi.org/10.24114/jg.v15i2.45017

Nguyen, T. T., Phan, T. L., & Le, M. T. (2022). Effect of Speed and Water Depth on Motion of Container Ship in Waves in Shallow Water. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, *70*(7), 49–59. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I7P206

Octaferina, A. R., & Prasetya, F. V. A. S. (2021). Kajian Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Teluk Balikpapan Menggunakan Metode Admiralty. *Buletin Poltanesa*, *22*(1), 38–44. https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.474

Ondara, K., & Rahmawan, G. A. (2020). Pemantauan Sedimentasi Menggunakan Data Batimetri High Frecuency di Perairan Sayung, Demak-Jawa Tengah. *GEOMATIKA*, *26*(1), 1–8. https://doi.org/10.24895/jig.2020.26-1.987

Resda, D. P., Lubis, M. Z., Timbang, D., Negeri, P., Teknik, B., & Yani, I. J. A. (2021). Pemetaan Kedalaman Laut Menggunakan Multibeam Echosounder, (MB1) di Perairan Punggur, Kepri. *Jurnal Integrasi* |, *84*(1), 2548–9828.

Saputro, D. N., Hermanto, S., & Susanto, H. (2023). Pemetaan Bathymetri Dan Pemodelan Dasar Danau Menggunakan Single Beam Echosounder. *SIKLUS : Jurnal Teknik Sipil*, *9*(1), 1–10. https://doi.org/10.31849/siklus.v91

Sarono, S., & Basith, A. (2022). Uji Kualitas Data Pengukuran Batimetri Singlebeam Echosounder Berdasarkan SNI-7647 Tahun 2010 (Studi Kasus Survei Batimetri Menggunakan Hi-Target HD 370 di Laguna Pantai Glagah, Kulon Progo). *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, *5*(1), 21. https://doi.org/10.22146/jgise.69749

Supriyadi, E., Siswanto, & Pranowo, W. S. (2019). Analisis Pasang Surut di Perairan Pameungpeuk, Belitung, dan Sarmi Berdasarkan Metode Admiralty. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, *19*(1), 29–38.

Tjahyanto, A., & Atletiko, F. J. (2022). Peningkatan Kinerja Pengklasifikasi Objek Bawah Laut dengan Deep Learning. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, *21*(3), 753–760. https://doi.org/10.30812/matrik.v21i3.1466

Yazida, D. M., Supriyanto, & Priyanto, W. S. (2021). Analysis of submarine landslide potential that can trigger tsunami based on seismic reflection interpretation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *846*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/846/1/012013