

Analisis Data Pasang Surut Laut Berdasarkan Pengukuran Lapangan di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken Sulawesi Utara

Rivaldo Nababan*, Nurul Asyikin, Lora Hutajulu, Nielsa Sarira, Julia Siby, Adelfia Papu

Program Studi Biologi, Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: valdonababan2@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pasang surut air laut berdasarkan hasil pengukuran lapangan yang dilengkapi dengan data hidrografi di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken, Sulawesi Utara. Pengukuran dilakukan secara langsung menggunakan patok tegak yang dipasang di garis pantai dengan interval waktu 15 menit selama 5 jam pengamatan. Data tinggi muka air laut dicatat secara sistematis untuk mengidentifikasi perubahan dari kondisi pasang menuju surut dan kembali ke pasang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi muka air laut mengalami fluktuasi gradual, dimulai dari 54 cm pada awal pengukuran, menurun hingga titik minimum 19,8 cm pada pukul 13:16 WITA, dan meningkat kembali hingga 65 cm pada akhir pengamatan. Pola ini mengindikasikan tipe pasang surut harian (*diurnal tide*) yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi Bulan dan Matahari serta faktor morfologi perairan lokal. Analisis ini menegaskan bahwa dinamika pasang surut di Pantai Meras berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir, termasuk padang lamun, mangrove, dan terumbu karang. Data primer yang diperoleh menjadi dasar penting untuk pemantauan hidrodinamika serta mendukung pengelolaan berkelanjutan sumber daya laut di wilayah pesisir Sulawesi Utara.

Kata Kunci: pasang surut; Pantai Meras; hidrodinamika pesisir; Sulawesi Utara

PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan salah satu fenomena oseanografi yang bersifat periodik dan terjadi akibat pengaruh gaya gravitasi Bulan dan Matahari terhadap massa air laut serta rotasi Bumi. Menurut NOAA (2024), pasang surut (*tide*) didefinisikan sebagai perubahan naik dan turunnya muka air laut yang terjadi secara teratur di seluruh permukaan perairan di dunia. Fenomena ini tidak hanya penting dalam memahami dinamika fisik laut, tetapi juga memiliki peran ekologi yang signifikan terhadap distribusi organisme intertidal, proses sedimentasi, serta keseimbangan ekosistem pesisir (Zhu *et al.*, 2024).

Secara umum, tipe pasang surut dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu pasang surut harian ganda (*semi-diurnal*), pasang surut harian tunggal (*diurnal*), dan pasang surut campuran (*mixed tide*). Variasi ini terjadi karena adanya pengaruh kombinasi faktor astronomis dan faktor lokal. Faktor astronomis mencakup gaya gravitasi Bulan dan Matahari serta jarak keduanya terhadap Bumi, yang menentukan tinggi dan periode pasang surut. Sedangkan faktor lokal, seperti bentuk topografi dasar laut, morfologi pantai, dan kedalaman perairan, dapat memengaruhi amplitudo dan fase gelombang pasang (Filmer, 2025).

Dalam kajian modern, analisis pasang surut umumnya dilakukan dengan metode analisis harmonik, di mana setiap komponen periodik (*constituent*) dalam data permukaan laut diuraikan menjadi gelombang-gelombang sederhana dengan amplitudo dan fase tertentu (Rusdin *et al.*, 2024). Metode ini sering dikombinasikan dengan pendekatan berbasis model non-linear seperti *Nonlinear Autoregressive Exogenous (NARX)* untuk meningkatkan akurasi prediksi tinggi muka air laut (Hastatomo *et al.*, 2025). Pendekatan terkini juga menyoroti pentingnya validasi hasil analisis pasang surut terhadap data observasi jangka pendek untuk mengurangi ketidakpastian hasil pengukuran (Calista, 2025).

Pantai Meras yang terletak di Kecamatan Bunaken, Kota Manado, merupakan wilayah pesisir dengan karakter geomorfologi yang khas dan dipengaruhi oleh aktivitas oseanografi seperti pasang surut dan arus pesisir. Pengamatan terhadap dinamika pasang surut di wilayah ini penting untuk memahami fluktuasi ketinggian muka air laut yang berhubungan dengan zonasi organisme intertidal serta aktivitas masyarakat pesisir (NOAA, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan mengamati perubahan tinggi muka air laut selama satu siklus pasang surut di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken, Kota Manado.

METODE

Metode penelitian pengukuran pasang surut air laut dilakukan dengan pengamatan langsung menggunakan tiang patok tegak lurus yang dipasang pada jarak 8-10 meter dari garis pantai. Pengukuran dilaksanakan selama 5 jam, dimulai pada pukul 11:01 WITA, dengan interval waktu pengukuran setiap 15 menit dan setiap terjadi perubahan garis air pada tiang patok. Tinggi muka air laut diukur dari dasar tiang patok hingga batas atas garis air yang terlihat pada tiang tersebut. Data hasil pengukuran dicatat secara sistematis dan selanjutnya dianalisis menggunakan metode kuantitatif dengan penyajian dalam bentuk tabel dan grafik.

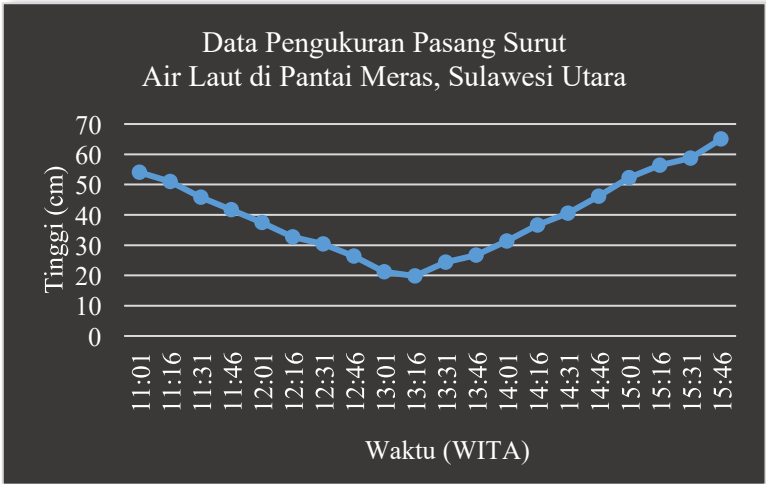
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pasang surut air laut di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken, Sulawesi Utara pada titik koordinat 1°32'09.7"N 124°49'55.7"E menunjukkan pola fluktuasi tinggi muka air laut yang berlangsung secara gradual sepanjang rentang waktu pengamatan (**Tabel 1**). Secara empiris, muka air laut mengalami penurunan dari kondisi pasang menuju surut hingga mencapai titik minimum, kemudian berubah menjadi tren kenaikan kembali hingga tercapai pasang maksimum (**Gambar 1**). Pola perubahan ini tercermin dari data tinggi muka air laut yang terukur dengan interval waktu teratur, dimulai dari 54 cm pada awal pengamatan, mencapai titik terendah sebesar 19,8 cm sekitar pukul 13:16 WITA, dan berangsur naik hingga 65 cm pada akhir siklus pengukuran. Fenomena ini merupakan representasi siklus pasang surut harian yang dipengaruhi oleh interaksi gaya tarik gravitasi bulan dan matahari terhadap massa air di bumi serta faktor morfologi perairan lokal.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Surut Air laut di Pantai Meras

Waktu (WITA)	Tinggi (cm)
11:01	54
11:16	51
11:31	45.8
11:46	41.7
12:01	37.5
12:16	32.7
12:31	30.4
12:46	26.4
13:01	21.2
13:16	19.8
13:31	24.4
13:46	26.7
14:01	31.3

14:16	36.6
14:31	40.5
14:46	46.1
15:01	52.3
15:16	56.4
15:31	58.7
15:46	65



Gambar 1. Diagram Hasil Pengukuran Surut Air laut di Pantai Meras

Pasang surut yang terjadi di kawasan pesisir Pantai Meras memiliki fungsi ekologi yang krusial terhadap eksistensi dan produktivitas ekosistem pesisir, seperti padang lamun, terumbu karang, dan mangrove. Fluktuasi muka air laut dapat memicu proses sirkulasi air, mobilisasi nutrisi, serta terciptanya zona intertidal yang penting sebagai habitat dan area feeding bagi biota bentik dan burung pantai. Studi oleh Suwarso *et al.* (2024) dan Kusmana (2019) mengonfirmasi bahwa dinamika pasang surut merupakan indikator vital dalam proses zonasi organisme pesisir serta mendukung transportasi nutrisi yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan reproduksi biota laut. Pengukuran parameter tinggi muka air laut pada interval waktu teratur sebagaimana dilakukan di Pantai Meras juga telah diterapkan dalam penelitian lain di daerah pesisir Sulawesi Utara, seperti disampaikan oleh Irianto *et al.* (2020) dan Manoppo *et al.* (2021), dimana hasil observasi tersebut digunakan untuk pemantauan perubahan lingkungan, prediksi erosi pantai, dan validasi model hidrodinamika pesisir. Sumber-sumber penelitian kontemporer menekankan penerapan metode manual menggunakan patok ukur tetap sebagai teknik yang masih relevan dan akurat dalam memperoleh data primer pasang surut di kawasan tropis.

Melalui analisis data pasang surut yang diperoleh dari Pantai Meras, dapat disimpulkan bahwa dinamika tinggi muka air laut menjadi salah satu indikator utama perubahan lingkungan pesisir dan memengaruhi keberlangsungan ekosistem laut setempat. Hasil ini juga dapat digunakan sebagai acuan untuk evaluasi kondisi hidrodinamika wilayah pesisir serta mendukung upaya konservasi sumber daya ekosistem laut di Sulawesi Utara secara berkelanjutan. Selaras dengan literatur mutakhir, pengamatan pola pasang surut secara periodik pada lokasi representatif merupakan langkah esensial dalam kajian dan monitoring pesisir tropis.

KESIMPULAN

Pengukuran pasang surut di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken, Sulawesi Utara, menunjukkan pola fluktuasi muka air laut yang konsisten dengan siklus pasang surut harian. Data menunjukkan perubahan tinggi muka air laut secara bertahap dari kondisi pasang maksimum menuju surut minimum dan kembali naik ke pasang maksimum, dipengaruhi oleh gaya gravitasi Bulan dan Matahari serta karakteristik morfologi pesisir. Pola ini berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir, seperti padang lamun, mangrove, dan terumbu karang, yang bergantung pada suplai nutrisi dan habitat yang terkontrol oleh siklus pasang surut. Data primer ini memperkuat landasan ilmiah untuk pemantauan hidrodinamika dan pengelolaan berkelanjutan sumber daya laut di kawasan ini, sekaligus menjadi referensi relevan untuk penelitian ekosistem pesisir di Sulawesi Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahnaf, I. (2025). Kajian pengelolaan sumber daya laut di Bunaken. Universitas Brawijaya Repository. <https://repository.ub.ac.id/185823/1/Irfan%20Ahnaf.pdf>
- Calista, T. N. (2025). *Comparative tidal analysis using Admiralty and least square methods*. Jurnal Saintek. <https://jurnalsaintek.uinsa.ac.id/index.php/mrcm/article/view/2315>
- Filmer, M. S. (2025). *Analysis of the uncertainties in tidal constants obtained from short-duration observational series*. *Journal of Coastal Research*.
- Fishingpoints.app. (2025). Prakiraan pasang surut dan kondisi cuaca Manado. <https://fishingpoints.app/id/forecasts/asia/indonesia/c/manado/>
- Hastatomo, W., Khasby, E. H., Hidayat, A. M., & Supriyanto, C. (2025). *A modular tide level prediction using combination of harmonic analysis and nonlinear autoregressive exogenous (NARX) methodology in Semarang, Indonesia*. *Journal of Maritime Technology*, 18(2), 76-90.
- Irianto, D., Manoppo, H., & Reksohadiprodjo, S. (2021). Struktur komunitas lamun di Pantai Meras, Bunaken. *Jurnal Ilmiah Cocos*. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/cocos/article/download/22202/21901/45274>
- Jurnal FMIPA UPI. (2024). Komposisi dan struktur hutan mangrove di pesisir Pantai Meras, Bunaken. <https://www.jurnal.fmipaukit.ac.id/index.php/JIS/article/download/80/84>
- Jurnal Moluska Indonesia. (2021). Keanekaragaman mollusca pada zona pasang surut di kawasan Pantai Meras, Bunaken. <https://jurnalmoluskaindonesia.com/index.php/jmi/article/download/143/117>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2025). Pengaruh brand dan kualitas pelayanan terhadap kepuasan turis domestik dan asing di Sulawesi Utara. <http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1753628&val=18668&title=PENGARUH+BUNAKEN+BRAND+PROMOSI+DAN+KUALITAS+PELAYANA+TERHADAP+KEPUASAN+TURIS+DOMESTIK+DAN+ASING+DI+PROVINSI+SULAWESI+UTARA>
- Manado Kota. (2017). Mengenal Bunaken dan kehidupan bawah lautnya. <http://manadokota.go.id/post/detail/mengenal-bunaken-dan-kehidupan-bawah-lautnya>
- Manurung, N. D. (2022). Struktur komunitas lamun (seagrass) di Pantai Meras, Kecamatan Bunaken, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 10(1). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/platax/article/view/35323>

- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). (2024). *What Are Tides?* U.S. Department of Commerce, NOAA Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov>
- Pasanglaut.com. (2025). Prakiraan waktu pasang surut laut Manado. <https://pasanglaut.com/id/sulawesi-utara/manado/>
- Rusdin, A., Oshikawa, H., Divanesia, A. M. A., & Hatta, M. P. (2024). *Analysis and prediction of tidal measurement data from temporary stations using the least squares method*. *Civil Engineering Journal*, 10(2), 384-403.
- Siladen.com. (2025). Peta lokasi penyelaman dan informasi pasang surut. <https://translate.google.com/translate?u=https%3A%2F%2Fwww.siladen.com%2Fexperiences%2Fdive-sites-map%2F&hl=id&sl=en&tl=id&client=srp>
- Taman Nasional Bunaken. (2025). Renstra BTN Bunaken 2020-2024. <https://tnbunaken.com/wp-content/uploads/2023/08/Renstra-BTN-Bunaken-2020-2024-REVISIFinal.pdf>
- Zhu, Z., et al. (2024). *Quasi-harmonic analysis of fortnightly suspended sediment dynamics in shallow coastal sea areas*. *Frontiers in Marine Science*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2024.1464037/full>