

## IDENTIFIKASI KOMPONEN HARMONIK DI SELAT LARANTUKA BERDASARKAN DATA ARUS *TIMESERIES*

### *THE IDENTIFICATION OF HARMONIC COMPONENT IN LARANTUKA STRAIT BASED ON OCEAN CURRENT TIME-SERIES DATA*

Faiza Harmoko<sup>1</sup>, Widodo Setiyo Pranowo<sup>1,2</sup> Dadang Handoko<sup>1</sup>, & Kurnia Malik<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut

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

e-mail: faizaharmoko42@gmail.com

#### ABSTRAK

Selat Larantuka merupakan salah satu selat sempit yang menghubungkan antara Laut Flores dan Laut Sawu. Perpindahan masa air dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia, yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian air laut berakibat arus dari Samudera Pasifik melintasi Selat Makasar menuju selatan, kemudian terbagi melewati selat-selat yang lebih kecil di perairan Bali hingga Nusa Tenggara Timur. Pola arus tersebut dipengaruhi keadaan perairan setempat yang dilewatinya, sehingga arus memiliki karakteristik yang unik pada masing-masing tempat. Selat Larantuka yang terhubung dengan Laut Sawu dimana Laut Sawu berhubungan langsung dengan Samudera Hindia, sehingga fenomena oseanografi mempengaruhi karakter arus di Selat Larantuka diantaranya adalah pasang surut dan *internal wave* yang terbentuk karena interaksi antara arus laut dalam yang berasal dari Samudera Hindia menuju Laut Flores melalui Laut Sawu dan Selat Larantuka. Arus pasut memiliki komponen harmonik seperti gaya pembangkitnya, namun terdapat perbedaan pada frekuensi dan fasa yang terbentuk. Komponen harmonik pasut dan arus pasut merupakan salah satu indikator dalam penentuan karakteristik suatu perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh besaran komponen harmonik yang diturunkan dari arus di Selat Larantuka berdasarkan data survei Hidro Oseanografi Pushidrosal tahun 2019. Berdasarkan analisis harmonik pada studi ini diketahui bahwa karakteristik arus di Selat Larantuka dipengaruhi komponen harmonik signifikan akibat pengaruh gerakan bulan antara lain M4 kecepatan 0.04 m/detik fase 125,24° dan M8 kecepatan 0,05 m/detik fase 293,61° sedangkan yang dipengaruhi interaksi antara gaya gravitasi bulan dan matahari di perairan dangkal adalah MS4 dengan kecepatan 0,035 meter/detik fase 176,05°.

**Kata kunci:** *Arus Laut; Komponen Harmonik; Selat Larantuka*

#### ABSTRACT

*The Larantuka Strait is a narrow strait that connects the Flores Sea and the Sawu Sea. The displacement of the water mass from the Pacific Ocean to the Indian Ocean, which is caused by differences in sea water levels, results in currents from the Pacific Ocean crossing the Makassar Strait heading south, then dividing through smaller straits in the waters of Bali to East Nusa Tenggara. The current pattern is influenced by the condition of the local waters that it passes through, so that the current has unique characteristics in each place. The Larantuka Strait is connected to the Sawu Sea where the Sawu Sea is directly connected to the Indian Ocean, so that oceanographic phenomena affect the character of currents in the Larantuka Strait, including tides and internal waves that are formed due to interactions between deep-sea currents originating from the Indian Ocean to the Flores Sea via the Sawu Sea and the Larantuka Strait. Tidal current has a harmonic component like the generating force, but there are differences in the frequency and phase that are formed. The harmonic component of tidal and tidal currents is one of the indicators in determining the characteristics of a waters. The aim of this research is to obtain the magnitude of the harmonic component derived from currents in the Larantuka Strait based on the 2019 Pushidrosal Hydro-Oceanographic survey data. Based on harmonic analysis in research, it is known that the current characteristics in the Larantuka Strait influence significant harmonic components due to the influence of lunar movements, including M4 speed 0.04 m/sec phase 125.24° and M8 speed 0.05 m/sec phase 293.61° while the interaction between forces The gravity of the moon and sun in shallow water is MS4 with a speed of 0.035 meters/second, phase 176.05 °.*

**Keywords:** *Sea Current; Harmonic Component; Larantuka Strait*

## PENDAHULUAN

Laut didunia mencakup lebih dari 70% permukaan bumi, serta menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang cukup besar. Energi yang terkandung dalam lautan antara lain energi panas , energi kinetik (gelombang dan arus) serta sebagai sumber daya kimia dan produk biologi. Beragam cara untuk menjadikan energi dari laut menjadi sumber energi, hasil kajian sebagian besar dalam energi yang dihasilkan dari laut adalah: energi gelombang, energi arus laut dan pasang surut , energi panas laut, energi dari gradien salinitas (osmosis), dan pengembangan biomassa kelautan(Ben Elghali *et al.*, 2007; Abida *et al.*, 2015). Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, hampir 70% terdiri atas perairan dan merupakan

sumber daya yang terbarukan. Indonesia merupakan salah satu saluran dalam sabuk konveyor raksasa (*great conveyor belt*), yang memiliki pengaruh terhadap pola arus di perairan Indonesia(Widiyanti, 2015)

Kondisi suatu perairan dipengaruhi faktor hidro-oseanografi salah satunya adalah arus. Pola pergerakan arus dalam suatu wilayah perairan terbentuk karena arus memiliki arah dan kecepatan. Arus laut (*sea current*) adalah perpindahan massa air dari satu tempat menuju tempat lain, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut. Tetapi secara umum arus laut di perairan Indonesia lebih dominan dipengaruhi oleh pasang surut dan angin. Di perairan sempit dan semi tertutup seperti selat dan teluk, pasang surut merupakan gaya penggerak

utama sirkulasi massa air. Sedangkan aliran yang dibawa oleh angin seringkali bersifat musiman pada suatu musim alirannya stabil pada satu arah, pada musim berikutnya akan berubah arah berdasarkan perubahan arah angin (Tanto *et al.*, 2017). Gerakan-gerakan air laut disebabkan oleh beberapa faktor dan gerakan air laut ini sangat penting bagi berbagai proses alam laut, baik itu biologis atau non-biologis (Siregar *et al.*, 2017). Berdasarkan sumber yang lain, arus merupakan pergerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal maupun secara horizontal (Suharyo *et al.*, 2018)

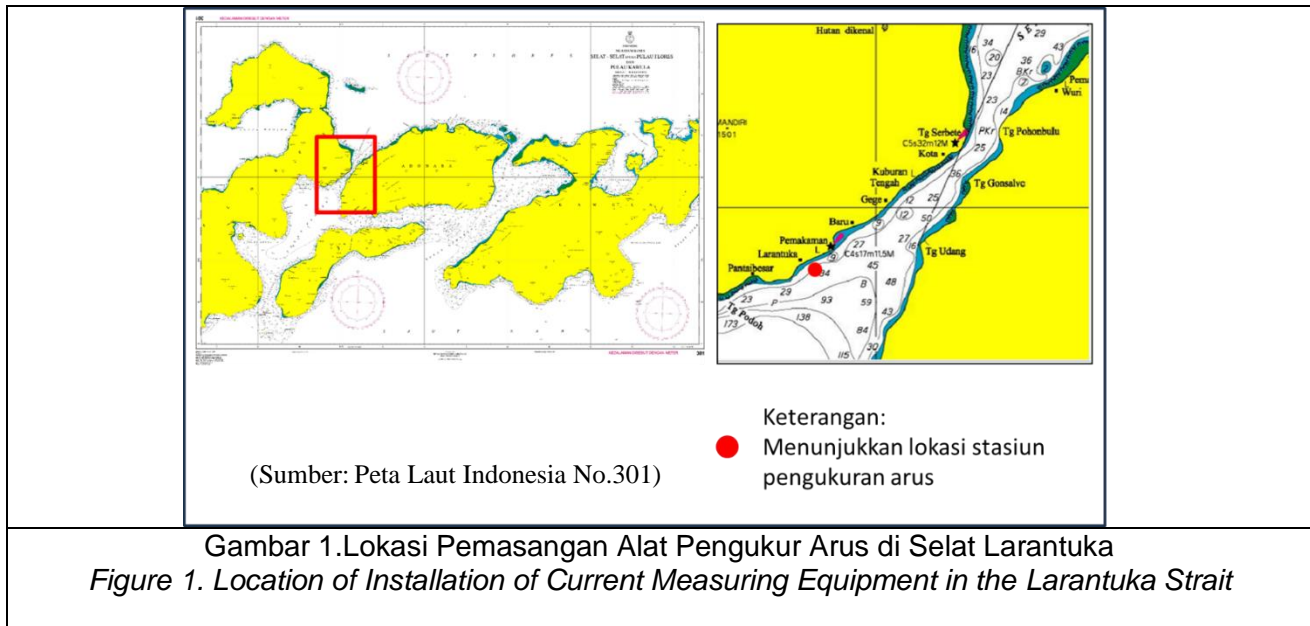
Analisis dari pengukuran arus adalah pemisahan komponen akibat pasang surut dari non pasang surut. Sinyal pasang surut dapat dibuang, atau karakteristiknya dijelaskan sedemikian rupa sehingga berguna untuk analisis lebih lanjut. Meskipun sinyal pasang surut dapat dihilangkan dengan teknik penyaringan standar tinggi atau bandpass, karakteristiknya yang relatif deterministik dan amplitudo yang besar membuat teknik khusus lebih efektif. Dalam analisis harmonik klasik, sinyal pasang surut dimodelkan sebagai jumlah dari himpunan berhingga sinusoidal pada frekuensi tertentu yang berkaitan dengan parameter astronomi. Serangkaian program telah ditulis dalam *MatLab* untuk (a) melakukan analisis harmonik klasik untuk periode sekitar 1 tahun atau lebih pendek, (b) memperhitungkan (beberapa) konstituen yang belum terselesaikan menggunakan koreksi nodal, dan (c) menghitung interval kepercayaan untuk analisis komponen tersebut (Ichsari *et al.*, 2020; Pawlowicz *et al.*, 2002). Konstanta pasang surut yang terbentuk karena

adanya distorsi non-linear dari osilasi konstanta pasang surut utama (contohnya M2, S2, dan K1) pada saat berinteraksi dan merambat di perairan dangkal. Ada dua penyebab utama terbentuknya konstanta ini, pertama akibat gesekan dasar serta proses fisis yang bergantung pada nilai kuadrat amplitudonya, kedua akibat proses hidrodinamika, kedua penyebab tersebut merupakan komponen non-linear (Basith, 2015; Rusdin2, 2020). Untuk perairan dangkal dan perairan pantai, arus dapat dibangkitkan oleh pasut, gelombang dan sampai tingkat tertentu oleh angin (Labania *et al.*, 2018, p. 7).

Pada tahun 2019, Pushidrosal melaksanakan survei Hidro Oseanografi di Selat Larantuka yang bertujuan untuk melaksanakan *updating* Peta Laut Indonesia dan publikasi lainnya (Pushidrosal, 2019). Salah satu kegiatan survei tersebut adalah pengukuran arus laut yang dilaksanakan secara insitu di Selat Larantuka selama 29 piantan (Pushidrosal, 2019). Artikel ini menyajikan hasil identifikasi komponen harmonik, kecepatan arus pasut (arus harmonik), kecepatan arus non harmonik (non pasut), komponen signifikan dan tidak signifikan dan kisaran kecepatan arus dari 28 Mei sampai dengan 27 Juni 2019.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian ini berada di Selat Larantuka dengan koordinat  $08^{\circ}20'24,2''$  LS -  $122^{\circ}59'33,0''$  BT, lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data arus di Selat Larantuka, data arus tersebut diperoleh dari hasil survei Pushidrosal yang dilaksanakan pada 28 Mei sampai dengan 27 Juni 2019. Alat pengukuran arus yang digunakan adalah *Current Meter Valeport 106* yang di *deploy* di kedalaman 5



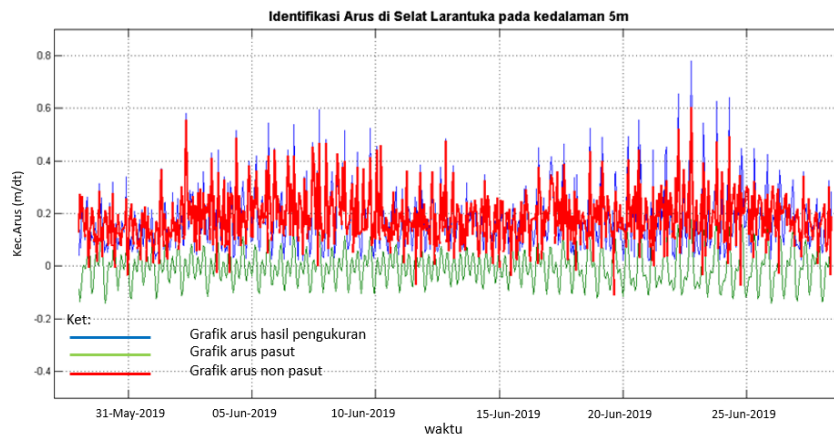
meter pada kedalaman laut 12 meter. Pengolahan data untuk memperoleh komponen harmonik menggunakan *Toolbox T-Tide* berbasis bahasa pemrograman *MatLab* (Ichsari *et al.*, 2020; Pawlowicz *et al.*, 2002). Metode ini juga telah digunakan oleh penelitian sebelumnya yaitu Abida *et al.*, 2015; Theoyana *et al.*, 2015 dan Pratomo *et al.*, 2016.

Tahapan penelitian ini dimulai dari mengkoreksi data arus yang kosong dengan metode interpolasi menggunakan *software Microsoft Office Excel*. Selanjutnya data tersebut di input kedalam *Toolbox T-Tide* yang berbasis bahasa pemrograman *MatLab*. Hasil dari pengolahan didapatkan komponen harmonik, kecepatan arus pasut (arus harmonik), kecepatan arus non harmonik (non pasut), komponen signifikan dan tidak signifikan dan kisaran kecepatan arus Selat Larantuka.

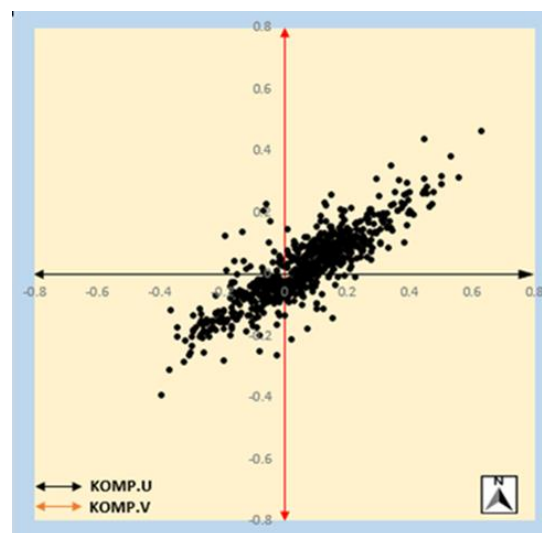
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data arus perairan Selat Larantuka, diperoleh

pola arus pasut (harmoni) dan pola arus non pasut. Kecepatan maksimal arus hasil pengukuran kisaran 0,780 m/detik, minimal 0.021 m/detik dan rata-rata 0,1779 m/detik. Kecepatan maksimal arus pasut kisaran 0,176 m/detik, kecepatan minimal arus pasut sebesar 0,142 m/detik dan rata-rata 0,003 m/detik. Sedangkan kecepatan arus yang dipengaruhi selain gaya pasang surut kisaran maksimal 0,604 m/detik, minimal 0,142 m/detik dan rata-rata 0,1782 m/detik. Dimana kecepatan arus maksimal ke arah  $37,9^\circ$  (Timur Laut) dan kecepatan arus minimal ke arah  $343,9^\circ$  (Barat Daya). *Overlay* grafik kecepatan arus hasil pengukuran, grafik arus pasut dan grafik arus non pasut ditampilkan pada gambar 2 dan plotting arah dan kecepatan arus ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 2. Grafik Pola dan Kecepatan arus hasil pengukuran, arus pasut dan arus non pasut.  
Figure 2. Graph of pattern and speed of measured currents, tidal currents and non-tidal currents.

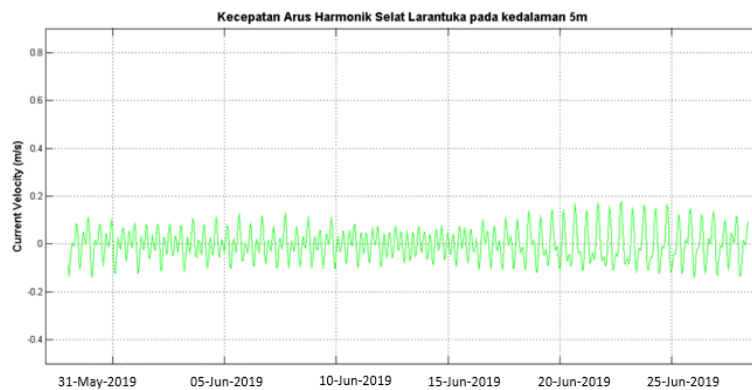


Gambar 3. Grafik Arah dan Kecepatan arus Selat Larantuka.  
Figure 3. Graph of Direction and Speed of the Larantuka Strait current.

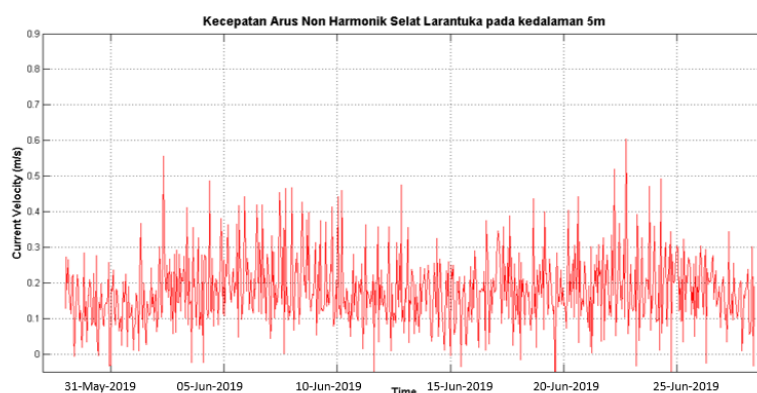
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya kecepatan arus pada kedalaman 5 m di Selat Larantuka pada bulan November – Desember 2013 berkisar 1,699 meter/detik sampai dengan 2,495 meter/detik. Perbedaan ini diduga diakibatkan oleh waktu pengukuran yang berbeda dan proses pengolahan yang berbeda, dimana hasil olah data pada studi ini adalah kecepatan arus sudah dipisahkan antara arus pasut dan arus non pasut, sedangkan penelitian sebelumnya tidak dilaksanakan pemisahan arus pasut dan non pasut.

### Arus Pasut (Harmonik)

Arus harmonik merupakan arus yang memiliki karakteristik tetap (siklus) sehingga dapat diprediksi kecepatan maksimal dan minimal suatu arus (Fadlan Abida, R. *et al.*, 2015). Maka dari itu arus harmonik selat Larantuka dapat diprediksi kecepatan maksimal maupun minimalnya. Arus harmonik hasil dari pengolahan data arus menggunakan *Toolbox T-tide MatLab* diperoleh hasil kecepatan arus harmonik maksimal sebesar 0,176 m/detik dan kecepatan arus harmonik minimal sebesar 0.142 m/detik. Pola dan kecepatan



Gambar 4. Pola dan Kecepatan arus harmonik di stasiun arus Selat Larantuka.  
Figure 4. Pattern and speed of harmonic currents at the Larantuka Strait current station.



Gambar 5. Pola dan Kecepatan arus non-harmonik di stasiun arus Selat Larantuka.  
Figure 4. Pattern and speed of non-harmonic currents at the Larantuka Strait current station.

arus harmonik disajikan pada gambar 4.

#### Arus Non Harmonik (NonPasut)

Arus non-harmonik merupakan arus yang terbentuk bukan karena adanya fenomena pasang surut sehingga memiliki sifat sebagai pelepas energi arus harmonik (Abida *et al.*, 2016; Pawlowicz *et al.*, 2002). Adapun kecepatan maksimal arus non-harmonik sebesar 0,604 m/detik, sedangkan kecepatan minimal arus non-harmonik sebesar 0.111 m/ detik. Pola pergerakan arus non-harmonik disajikan pada gambar 5.

#### Komponen harmonik

Dari hasil pengolahan arus Selat Larantuka diperoleh bahwa pergerakan

muka air laut (pasang surut) turut mempengaruhi pergerakan arus (Abida *et al.*, 2015). Arus harmonik pada perairan Selat Larantuka memiliki karakteristik yang dapat di tunjukkan dari beberapa komponen harmonik yang didapat dari hasil analisis frekuensi terhadap kecepatan arus. Terdapat dua konstituen yaitu yaitu konstituen signifikan yang mempengaruhi dari karakteristik arus harmonik dan konstituen tidak signifikan yang tidak terlalu berpengaruh pada karakteristik arus harmonik. Perbandingan analisis frekuensi terhadap kecepatan arus dapat dilihat pada gambar 6.



Tabel 2. Komponen harmonik tidak signifikan yang mempengaruhi arus di Selat Larantuka  
*Table 2. Insignificant harmonic components that influence currents in the Larantuka Strait*

Komponen	Frekuensi	Kec.Arus (m/dtk)	Var.Kec.Arus (m/dtk)	Fase(°)	Var.fase(°)	SNR
2MK5	0,202804	0,0037	0,008	99,33	125,77	0,22
2SK5	0,208447	0,0036	0,008	337,84	139,24	0,2
3MK7	0,283315	0,0049	0,006	27,76	65,73	0,76
K1	0,041781	0,0046	0,007	284,19	94,02	0,44
K2	0,083562	0,0048	0,008	272,93	119,53	0,35
M10	0,402557	0,0039	0,013	358,59	161,9	0,095
M2	0,080511	0,0034	0,008	58,05	131,34	0,18
M6	0,241534	0,0027	0,004	249,03	81,25	0,42
MSF	0,002822	0,0044	0,007	223,88	90,16	0,4
O1	0,038731	0,0017	0,007	93,78	273,91	0,057
P1	0,041553	0,0015	0,007	291,26	259,22	0,048
SK3	0,125114	0,0038	0,004	131,26	71,48	0,76

dangkal (Pranowo & Wirasantosa, 2011). Konstituen yang signifikan tersebut terjadi dapat diakibatkan oleh kontur permukaan dasar laut yang landai dan tiba-tiba langsung curam, dimana pemasangan alat pengukur arus berada pada kedalaman 5 m.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, pola arus di Selat Larantuka dipengaruhi oleh tarikan gravitasi bulan yang menyebabkan satu kali pasang tinggi dan satu pasang kali rendah setiap harinya. Hal ini ditunjukkan dengan M4, M8 dan MS4 sebagai komponen signifikan pada perairan Selat Larantuka. Sedangkan penyebab perbedaan kecepatan arus hasil pengolahan dengan penelitian sebelumnya diduga karena adanya perbedaan waktu pengukuran dan perbedaan metode pengolahan dimana pada penelitian ini kecepatan yang dihasilkan merupakan kecepatan arus hasil pemisahan antara arus pasut dan non

pasut sedangkan pada penelitian sebelumnya kecepatan arus yang disajikan diduga belum memisahkan antara arus pasut dan non pasut.

### Saran

Dengan diketahui komponen arus signifikan pada perairan Selat Larantuka maka dapat dilanjutkan studi untuk menghitung potensi energi arus laut yang dikonversi menjadi turbin sehingga menjadi salah satu sumber daya Pembangkit Listrik Tenaga Arus Laut di Selat Larantuka.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh penulis adalah kontributor utama. Data arus Selat Larantuka diperoleh dari Pushidrosal. Reanalisis data dilakukan di Laboratorium STTAL Hidros pada semester 3 program studi S-1 Hidrogafi tahun 2023. 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

- Abida, R. F., Pranowo, W. S., Pratomo, Y., & Kisnarti, E. A. (2015). Identifikasi komponen harmonik di Selat Lombok berdasarkan data arus time series. *Depik*, 4(1), 24–32. <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.2361>
- Ben Elghali, S. E., Benbouzid, M. E. H., & Charpentier, J. F. (2007). Marine tidal current electric power generation technology: State of the art and current status. *Proceedings of IEEE International Electric Machines and Drives Conference, IEMDC 2007*, 2, 1407–1412. <https://doi.org/10.1109/IEMDC.2007.383635>
- Basith, A., & Prakoso, Y. (2015). Kontribusi Konstanta Pasang Surut Perairan Dangkal Terhadap Pasang Surut Di Sekitar Pulau Jawa. *Forum Ilmiah Tahunan Ikatan Surveyor Indonesia (FIT ISI)*, 2(1).
- 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, Banda Aceh. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2), 121–128. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7985>
- Labania, H. M., Sunarto., & Khakhim, N. (2018). Variabilitas Musiman Gelombang dan Arus Laut di Perairan Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala. *Gravitas*, 17(1), 1-10.
- Permadi, L. C., Indrayanti, E., & Rochaddi, B. (2015). Studi Arus Pada Perairan Laut Di Sekitar Pltu Sumuradem. *Jurnal Oseanografi*, 4(2), 516–523.
- Pranowo, W. S., & Wirasantosa, S. (2011). Tidal regims of Arafura & Timor Seas. *Journal of Marine Research in Indonesia*, 36(1), 21-28.
- “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.
- Pawlowicz, R., Beardsley, B., & Lentz, S. (2002). Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using TDE. *Computers and Geosciences*, 28(8), 929–937. [https://doi.org/10.1016/S0098-3004\(02\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(02)00013-4)
- Pushidrosal, (2019). *Laporan Survei. Tidak dipublikasikan*. Pusat Hidro Oseanografi TNI AL(88 halaman)
- Pushidros TNI-AL. (2008). Peta Laut Indonesia nomor:301 Sekala 1 : 100 000.
- Pratomo, Y., Pranowo, W. S., Setiadi, H., Harsono, G., Kamija., Simanjuntak, S. H., Alam, T. M. (2016). Identifikasi Penjalaran Gelombang Panjang Samudera Hindia Ke Selat Lombok Berdasarkan Komponen Harmonik Arus. *J. Omni-Aktuatika*, 12(1), 22-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.oa.2016.12.1.26>
- Siregar, S. N., Sari, L. P., Purba, N. P., Pranowo, W. S., & Syamsuddin, M. L. (2017). Pertukaran massa air di Laut Jawa terhadap periodisitas monsun dan Arlindo pada tahun 2015. *Depik*, 6(1), 44–59.

<https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5523>

- Suwarni, N, W, I., Rusdin, A.,(2020). Analisa Pasang Surut Menggunakan Metode Least Square Pada Pantai Taman Ria. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 6(1).
- Sri Suharyo, O., & Adrianto, D. (2018). Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(1), 30–38. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i1.8>
- Theoyana, T. A., Pranowo, W. S., Kuswardani, A. R. T. D., & Purwanto. Karakteristik Arus Pasang Surut di Selat Badung, Bali. *J. Segara*, 11(2), 115-123.
- Tanto, T. Al, Wisha, U. J., Kusumah, G., Pranowo, W. S., Husrin, S., Ilham, I., & Putra, A. (2017). Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23(1), 37. <https://doi.org/10.24895/jig.2017.23-1.631>
- Widiyanti, B. L. (2015). Analisis Potensi Energi Arus Laut di Pantai Ampenan, Kota Mataram, Provinsi NTB. *ReTII*, 805–811. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/336>
- Waru, A. (2022). Analisis Keterkaitan Arus Pasang Surut dan Pasang Surat di Wilayah Perairan Laut Flores Studi Kasus Labuan Bajo dan Maumere. *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 2(2), 173–178.

