

Karakteristik Pasang Surut Air Laut di Perairan Trenggalek Jawa Timur (Studi Kasus Pada Musim Barat dan Timur)

Tide Characteristics in Trenggalek Waters, East Java (Case Study in West and East Seasons)

Feni Nurkumala¹, Nurdin¹, Nasrullah Hanif Maulana¹, Wawan Diyanto¹, Luhur Moekti Prayogo^{2*}

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas PGRI Ronggolawe

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas PGRI Ronggolawe

Korespondensi : luhur.moekti.prayogo@unirow.ac.id

ABSTRAK

Trenggalek merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur yang memiliki potensi sumber daya alam yang cukup melimpah salah satunya laut. Aspek penting yang harus diperhatikan dalam pengelolaan sumber daya laut adalah informasi pasang surut. Pengetahuan mengenai pasang surut menjadi penting dikarenakan setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda. Masyarakat pesisir memanfaatkan informasi pasang surut untuk aktivitas seperti menentukan waktu berlayar dan mengisi tambak pada saat air pasang. Studi ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pasang surut di perairan Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur dengan metode *Least Square*. Data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan interval satu jam pada bulan Maret dan Juli 2021 yang mewakili musim barat dan timur. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa di perairan Trenggalek hasil analisis pada bulan Maret dan Juli 2021 menunjukkan bilangan Formzahl sebesar 0.42 dan 0.40 (nilai F antara 0.25 – 1.25), yang berarti tipe pasang surut di perairan Trenggalek adalah Campuran dengan kecenderungan Semidiurnal. Tipe ini menjelaskan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama. Selanjutnya grafik fluktuasi pasang surut menunjukkan pada bulan Maret 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 1-7 dan 13-21, sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 25-29. Kemudian pada bulan Juli 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 9-15 dan 13-21, sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 21-29. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan waktu pasang dan surut pada musim yang berbeda di perairan Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.

Kata Kunci: Pasang Surut, Metode *Least Square*, Perbedaan Musim, Semidiurnal, Perairan Trenggalek

ABSTRACT

Trenggalek is one of the regencies in East Java Province with relatively abundant natural resource potential, one of which is the sea. An important aspect must be considered in managing marine resources is tidal information. Knowledge of tides is essential as each region has its own characteristics. Coastal communities use tidal information to determine sailing times and filling ponds at high tide. This study aimed to determine tidal characteristics in the waters of Trenggalek Regency, East Java using Least Square method. Tidal data was obtained from the Geospatial Information Agency (BIG) at one-hour intervals in March and July 2021, representing the west and east seasons. It can be noticed that in the waters of Trenggalek Regency, the results of the analysis in March and July 2021 showed Formzahl numbers of 0.42 and 0.40 (F value between 0.25 – 1.25), which meant that the tidal type in Trenggalek waters was Mixed with Semidiurnal tendencies. This type explained two high tides and two low tides in one day. Furthermore, the tidal fluctuation chart in March 2021 showed that the highest tides occurred on 1-7 and 13-21, while the lowest tides occurred on 9-11 and 25-29. Then in July 2021, the highest tides occurred on 9-15 and 13-21, while the lowest occurred on 9-11 and 21-29. From this study, it can be

concluded that there are differences in the times of high and low tides in different seasons in the waters of Trenggalek Regency, East Java.

Keywords: *Tides, Least Square Method, Different Seasons, Semidiurnal, Trenggalek Waters*

PENDAHULUAN

Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Timur dimana sebagian wilayahnya berada di pesisir pantai selatan. Kabupaten ini terletak pada geografis 8° 3' 0'' Lintang Selatan (LS) dan 111° 43' 12'' Bujur Timur (BT) (Kementerian PUPR, 2016). Kabupaten ini memiliki luas wilayah 126.140 Ha dan terbagi ke dalam 14 Kecamatan serta lautnya yang memiliki karakter pantai Jawa sebelah selatan (Kementerian PUPR, 2016).

Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal) merupakan lembaga yang mempunyai kewenangan dalam pengadaan data hidrografi. Beberapa data dan informasi yang penting untuk diketahui diantaranya batimetri (kedalaman laut), gelombang, arus dan pasang surut.

Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya air laut yang terjadi secara periodik akibat gaya gravitasi benda-benda langit (Triatmodjo, 2012a; Triatmodjo, 2009b; Triatmojo, 1999c). Pengetahuan mengenai pasang surut menjadi penting dikarenakan setiap wilayah memiliki karakteristik masing-masing, sehingga mengakibatkan pengaruh terhadap aktivitas masyarakatnya.

Studi mengenai pasang surut di berbagai perairan Indonesia pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Prayogo & Hanif (2022) telah melakukan penelitian pasang surut di perairan pulau Bawean menggunakan metode Admiralty. Data yang digunakan yaitu dari Badan Informasi Geospasial (BIG) pada bulan November 2020 selama 15 hari. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe pasang surut tergolong Campuran dengan kecenderungan Semi Diurnal. Prayogo (2021b) melakukan penelitian pasang surut di perairan Pulau Sulawesi menggunakan data dari BIG. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan pulau Sulawesi termasuk dalam kategori Campuran cenderung Semi Diurnal dengan bilangan Formzahl sebesar 0,8 ($0,25 < F \leq 1,5$).

Ryanto *et al.* (2022) telah melakukan penelitian pasang surut di pesisir pantai Pancer Kabupaten Jember menggunakan metode Admiralty. Data yang digunakan dalam

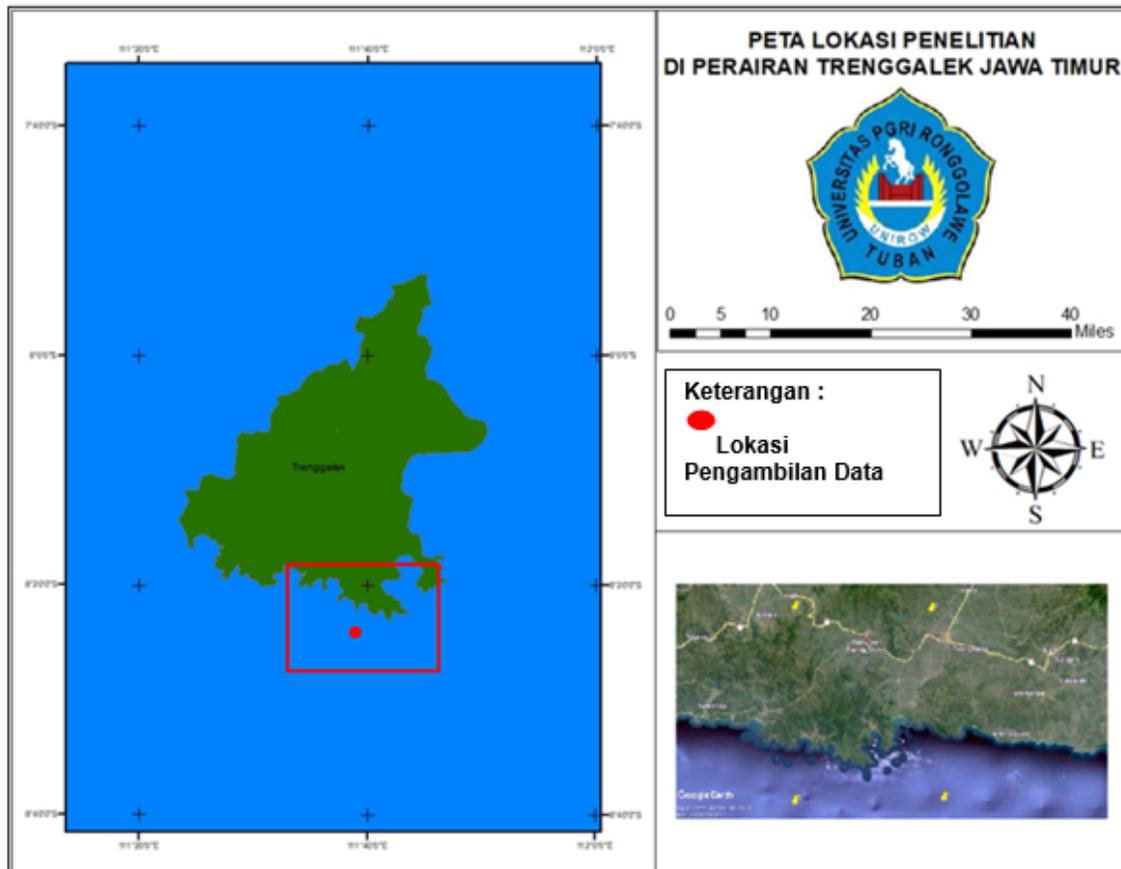
penelitian bersumber dari program *NAO Tide* dan BIG. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi tipe pasang surut di Pesisir Pantai Pancer termasuk dalam campuran condong harian ganda. Prayogo (2021c) juga melakukan penelitian di pulau Gili Raja Kabupaten Sumenep, Madura menggunakan metode *Least Square*. Data pasang surut yang digunakan bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) pada bulan April 2015. Dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di pulau Gili Raja adalah Diurnal dengan bilangan Formzahl yaitu sebesar 3.55 ($F > 3.0$).

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, pengetahuan mengenai pasang surut menjadi penting dikarenakan fenomena ini akan berdampak kepada aktivitas masyarakat wilayah pesisir diantaranya nelayan dan petambak. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik pasang surut air laut di perairan Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur menggunakan metode *Least Square* pada musim barat dan timur.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Selatan Jawa tepatnya di kabupaten Trenggalek, Jawa Timur yang terletak pada koordinat $8^{\circ}27'41.22''$ LS dan $111^{\circ}41'28.43''$ BT. Data pasang surut yang digunakan pada penelitian ini adalah data pasang surut dari BIG. Data pasang surut tersebut memiliki interval 1 Jam selama 29 hari pada bulan Maret 2021 yang mewakili musim penghujan (Angin Muson Barat) dan bulan Juli 2021 yang mewakili musim kemarau (Angin Muson Timur). Gambar 1 merupakan peta lokasi penelitian di kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kabupaten Trenggalek Jawa Timur

Metode *Least Square*

Metode *Least Square* dipilih karena dapat menghasilkan sembilan komponen harmonik secara lengkap. Komponen pasang surut hasil pengolahan metode *Least Square* meliputi sembilan komponen utama pasang surut yaitu M2, S2, N2, K1, O1, P1, M4, MS4, dan K2. Dalam pengolahan lebih lanjut, komponen pasang surut digunakan untuk menentukan nilai Formzahl (F), sehingga akan didapatkan tipe pasang surut pada lokasi penelitian. Penentuan tipe pasang surut air laut dengan melihat nilai bilangan Formzahl yang dihasilkan yang tertera pada Tabel 1. Untuk menentukan tipe pasang surut dari persamaan Formzahl berikut (Prayogo & Suspidayanti, 2021; Triatmodjo, 2009):

$$F = \frac{(O1 + K2)}{(M2 + S2)}$$

Dimana:

- F = Bilangan Formzahl
- M2 = Konstanta yang dipengaruhi posisi bulan
- S2 = Konstanta yang dipengaruhi posisi matahari
- O1 = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan
- K1 = Konstanta yang dipengaruhi deklinasi bulan dan matahari

Tabel 1. Penentuan Tipe Pasang Surut Berdasarkan Nilai Bilangan Formzahl

Nilai Bilangan Formzahl	Tipe Pasang Surut
$F \leq 0.25$	Semidiurnal
$0.25 < F \leq 1.5$	Campuran, cenderung Semi-Diurnal
$1.50 < F \leq 3.0$	Campuran, cenderung ke Diurnal
$F > 3.0$	Diurnal

Adapun persamaan metode *Least Square* untuk perhitungan pasang surut adalah sebagai berikut (Ongkosongo, 1989).

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega_i t - P_i)$$

Dimana:

- $\omega_i = \frac{2\pi}{T_i}$, T_i merupakan periode komponen
- S_0 = Mean Sea Level
- T = waktu
- P_i = Fase ke-i
- $\eta(t)$ = Elevasi pasang surut (fungsi waktu)
- A_i = Amplitudo ke-i
- N = Jumlah Komponen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe Pasang Surut

Data pasang surut yang diperoleh dari BIG di perairan kabupaten Trenggalek dilakukan perhitungan untuk penentuan tipe pasang surut dan elevasi muka air laut. Berdasarkan skema perhitungan pasang surut metode *Least Square*, maka langkah pertama sebelum dilakukan pengolahan yaitu *smoothing* data. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan *noise* dan mengurutkan data pasang surut secara horizontal. Berikut adalah hasil nilai Formzahl dengan menggunakan metode *Least Square* pada bulan Maret dan Juli 2021 di Perairan Trenggalek (Tabel 2).

Tabel 2. Tipe Pasang Surut di Perairan Trenggalek Tahun 2021

Bulan	Musim	Bilangan Formzahl	Tipe Pasut
Maret	Penghujan/ Musim Barat	0.42	Campuran dengan kecenderungan semi-diurnal
Juli	Kemarau/ Musim Timur	0.40	Campuran dengan kecenderungan semi-diurnal

Hasil analisa data yang diolah pada bulan Maret tahun 2021 menunjukkan bilangan Formzahl sebesar 0.42 (nila F antara 0.25-1.25), yang berarti tipe pasut di perairan Trenggalek adalah campuran dengan kecenderungan semidiurnal. Tipe ini menjelaskan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Sedangkan pada bulan Juli tahun 2021 menunjukkan bilangan Formzahl sebesar 0.40 (nila F antara 0.25-1.25), yang berarti bahwa tipe pasut di perairan Trenggalek adalah campuran dengan kecenderungan semidiurnal, yang dimana tipe ini sama dengan tipe di bulan Maret. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahatmawati *et al.* (2009), dimana tipe pasang surut yang dihasilkan adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda yang berarti pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari. Adapun komponen harmonik pasang surut ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Komponen Harmonik Pasang Surut Bulan Maret 2021

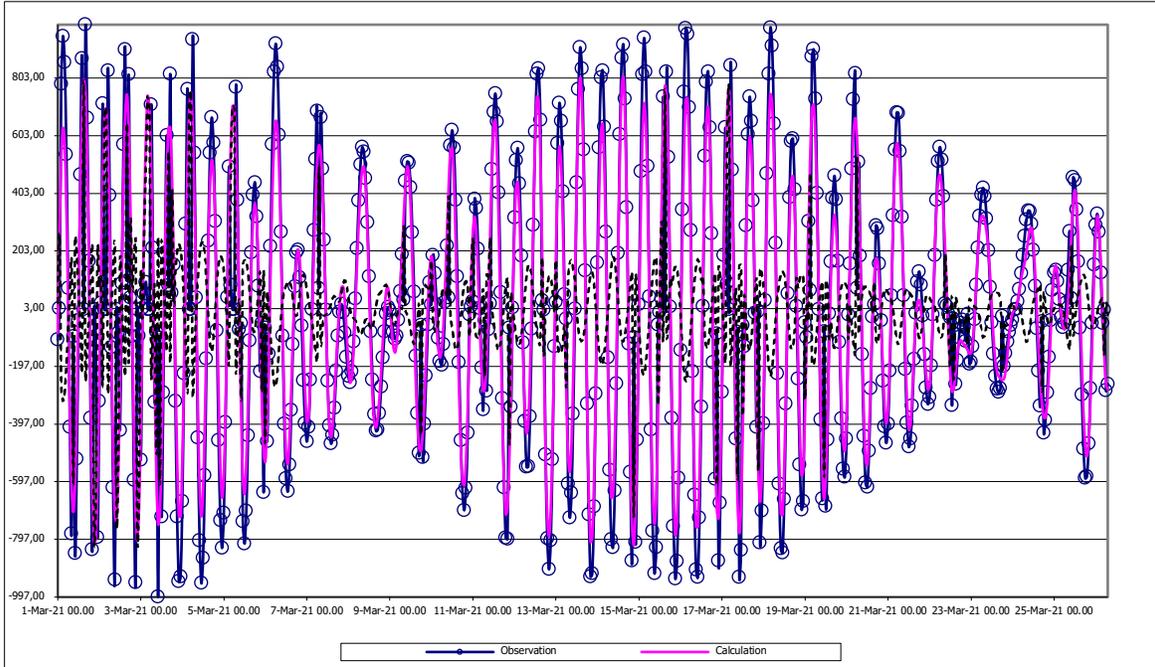
No	Konstituen	Simbol	Deskripsi	Periode (jam)	ω (rad/hour)	g^0 (Phase)	H=Amplitudo (m)
1	Main lunar constituent	M2		12.4206	0.50587	242.0185 ⁰	480.8775
2	Main solar constituent	S2		12.000	0.52360	259.9361 ⁰	321.4648
3	Lunar constituent, due to Earth Moon distance	N2		12.6582	0.49637	316.2800 ⁰	73.3754
4	Soli-lunar constituent, due to the change of declination	K2	Semi-diurnal	11.9673	0.52503	124.7511 ⁰	164.7236
5	Soli-lunar constituent	K1		23.9346	0.26251	230.5793 ⁰	206.4429
6	Main lunar constituent	O1		25.8194	0.24335	85.1822 ⁰	126.5472
7	Main solar constituent	P1	Diurnal	24.0658	0.26108	89.5065 ⁰	79.1960
8	Main lunar constituent	M4		6.2103	1.01174	21.5956 ⁰	17.8202
9	Soli-lunar constituent	MS4	Quarterly	6.1033	1.02947	266.9608 ⁰	6.7876

Tabel 4. Komponen Harmonik Pasang Surut Bulan Juli 2021

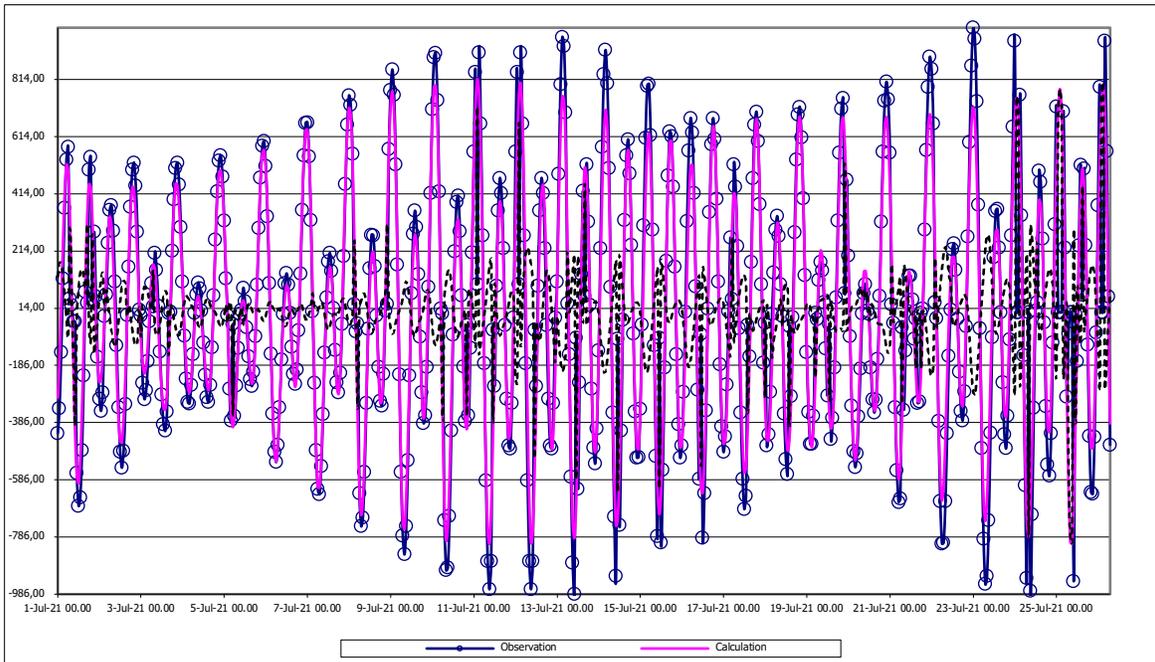
No	Konstituen	Simbol	Deskripsi	Periode (jam)	ω (rad/hour)	g^0 (Phase)	H=Amplitudo (m)
1	Main lunar constituent	M2		12.4206	0.50587	150.6901 ⁰	505.9473
2	Main solar constituent	S2		12.000	0.52360	215.5271 ⁰	376.9824

3	<i>Lunar constituent, due to Earth Moon distance</i>	N2	Semi-diurnal	12.6582	0.49637	74.4075 ⁰	72.0610
4	<i>Soli-lunar constituent, due to the change of declination</i>	K2		11.9673	0.52503	1.1847 ⁰	226.0776
5	<i>Soli-lunar constituent</i>	K1		23.9346	0.26251	18.8388 ⁰	242.5315
6	<i>Main lunar constituent</i>	O1		25.8194	0.24335	211.5348 ⁰	113.9666
7	<i>Main solar constituent</i>	P1	Diurnal	24.0658	0.26108	290.0376 ⁰	91.5701
8	<i>Main lunar constituent</i>	M4		6.2103	1.01174	140.9979 ⁰	6.3255
9	<i>Soli-lunar constituent</i>	MS4	Quarterly	6.1033	1.02947	285.4968 ⁰	19.2691

Analisis dilanjutkan dengan melihat grafik fluktuasi pasang surut. Grafik fluktuasi digunakan untuk melihat waktu pasang dan surut di perairan Trenggalek pada bulan Maret dan Juli 2021 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3. Pada bulan Maret 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 1-7 dan 13-21. Sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 25-29. Kemudian pada bulan Juli 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 9-15 dan 13-21. Sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 21-29.



Gambar 2. Grafik Fluktuasi Pasang Surut Di Perairan Trenggalek Bulan Maret 2021



Gambar 3. Grafik Fluktuasi Pasang Surut Di Perairan Trenggalek Bulan Juli 2021

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa di perairan kabupaten Trenggalek hasil analisis pada bulan Maret dan Juli 2021 menunjukkan bilangan Formzahl sebesar 0.42 dan 0.40 (nila F antara 0.25 – 1.25), yang berarti tipe pasang surut di perairan Trenggalek adalah Campuran dengan kecenderungan Semidiurnal. Tipe ini menjelaskan bahwa dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut. Selanjutnya grafik fluktuasi pasang surut menunjukkan pada bulan Maret 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 1-7 dan 13-21, sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 25-29. Kemudian pada bulan Juli 2021, pasang tertinggi terjadi pada tanggal 9-15 dan 13-21, sedangkan surut terendah terjadi pada tanggal 9-11 dan 21-29. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan waktu pasang dan surut pada musim yang berbeda di perairan Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Badan Informasi Geospasial (BIG) yang telah menyediakan data pasang surut.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian PUPR. (2016). *Profil Kabupaten/ Kota* (pp. 1–19). RPI2JM Kabupaten Trenggalek.
- Mahatmawati, A. D., Efendy, M., & Siswanto, A. D. (2009). Perbandingan fluktuasi muka air laut rerata (mlr) di perairan pantai utara Jawa Timur dengan perairan Pantai Selatan Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 2(1), 31-39.
- Ongkosongo. (1989). *Pasang Surut* (Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (ed.)). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Prayogo, L. M. (2021a). Metode Kuadrat Terkecil untuk Analisis Konstanta Harmonik Pasang Surut Air Laut di Pulau Gili Raja, Kabupaten Sumenep, Madura. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 20(1), 72–79.
- Prayogo, L. M. (2021b). Studi Parameter Oseanografi Fisika dan Kimia di Perairan Pulau Sulawesi, Indonesia. *J-Tropimar*, 3(1), 12–23.

- Prayogo, L. M., & Hanif, M. (2022). Investigation of the Tidal Character in Bawean Island East Java Using Admiralty Method. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31258/jpk.27.1.1-5>
- Prayogo, L. M., & Suspidayanti, L. (2021). Study of Tidal Characteristics in The South and North Coastal of Sumenep Regency, Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 142-156.
- Ryanto, N. A., Wiyono, R. U. A., & Hidayah, E. (2022). Studi Peramalan Pasang Surut di Pesisir Pantai Pancer Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 14(1), 1–13.
- Triatmodjo, B. (2012). *Perencanaan Bangunan Pantai* (Vol. 2). Beta Offset. 327 hlm.
- Triatmodjo, Bambang. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. 490 hlm.
- Triatmojo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. 397 hlm.