

Karakteristik Gelombang Laut di Perairan Pantai Samudera Indah Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat

Riza Adriat^{1*}, Muhandi¹, Risiko², Muhammad Farhan Ramat³

¹Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Indonesia

²Program Studi Teknologi Penangkapan Ikan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia

³Department of Ocean Engineering, Faculty of Marine Technology, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

*Email : rizaadriat@physics.untan.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received : February 2, 2024

Revised : March 4, 2024

Accepted : March 30, 2024

Keywords:

Ocean waves

Wind stress

ECMWF

Coastal waters of Samudera Indah

ABSTRACT

Ocean coastal waters are coastal areas that have an important role economically and environmentally, with activities such as fisheries, tourism, and sea transportation. These waters often experience sea wave phenomena which have an impact on human activities, coastal infrastructure, and marine ecosystems. This research aims to determine the characteristics of sea waves in the coastal waters of Samudera Indah, Bengkayang Regency, West Kalimantan. The data used in this study on the characteristics of ocean waves are primary data and secondary data. The data is wind data for 10 years (2012 – 2022) which comes from data from the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Forecasting and determining the characteristics of sea waves is carried out using the Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) method which is obtained from wind data. Based on analysis of wind data from 2012 to 2022, the height and period of significant sea waves in the west season are generally greater than in other seasons, namely 0.37 meters and 2.74 seconds. On the other hand, the average height and period of significant sea waves in transition season I are lower compared to the west season, east season and transition season II.

ABSTRAK

Perairan pantai Samudera merupakan wilayah pesisir yang memiliki peranan penting secara ekonomi dan lingkungan, dengan kegiatan seperti perikanan, pariwisata dan transportasi laut. Perairan ini sering kali mengalami fenomena gelombang laut yang berdampak terhadap aktivitas manusia, infrastruktur pesisir dan ekosistem laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik gelombang laut di perairan pantai Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Data yang digunakan pada kajian tentang karakteristik gelombang laut ini adalah data primer dan data sekunder. Data adalah data angin selama 10 tahun (2012 – 2022) yang berasal dari data *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Peramalan dan penentuan karakteristik gelombang laut dilakukan dengan metode *Sverdrup Munk Bretschneider* (SMB) yang diperoleh dari data angin. Berdasarkan analisis data angin dari tahun 2012 hingga 2022, tinggi dan periode gelombang laut signifikan pada musim barat umumnya lebih besar dibandingkan dengan musim lainnya, yaitu 0,37 meter dan 2,74 detik. Sebaliknya, rata-rata tinggi dan periode gelombang laut signifikan pada musim peralihan I lebih rendah dibandingkan dengan musim barat, musim timur, dan musim peralihan II.

Kata Kunci:

Gelombang laut

Kecepatan angin

ECMWF

Perairan Samudera Indah

1. PENDAHULUAN

Perairan pantai Samudera Indah yang terletak di Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat merupakan wilayah pesisir yang memiliki

peranan penting secara ekonomi dan lingkungan, dengan kegiatan seperti perikanan, pariwisata dan transportasi laut (Robi *et al.*, 2021). Namun, seperti banyak wilayah pesisir lainnya, perairan

ini sering kali mengalami fenomena gelombang laut yang berdampak terhadap aktivitas manusia, infrastruktur pesisir dan ekosistem laut.

Salah satu aspek penting dari dinamika perairan adalah karakteristik gelombang laut. Gelombang laut adalah gerakan naik turun air laut secara periodik yang bergerak tegak lurus terhadap permukaan laut dan membentuk grafik sinusoidal (Holthuijsen, 2007; Tanto *et al.*, 2017). Penelitian mengenai karakteristik gelombang laut, seperti tinggi, periode, dan arah gelombang, merupakan parameter yang sangat penting untuk perencanaan dan pelayaran laut. (Kurniawan dan Khotmah, 2015; Afriady *et al.*, 2019). Salah satu gaya pembangkit terjadinya gelombang di laut adalah angin (Triatmodji, 1999). Gelombang yang timbul akibat pengaruh angin memiliki peranan penting di wilayah pesisir dan lautan. Faktor penentu karakteristik gelombang yang dibangkitkan angin diantaranya 1) lama angin bertiup; 2) kecepatan angin; dan 3) *fetch* gelombang (Davis, 1991; Siswanto, 2010; Thomas dan Dwakarakishb, 2015).

Beberapa penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya diantaranya adalah Apriliani *et al.* (2019) di perairan Paloh, Kalimantan Barat; Sari *et al.* (2020) di perairan Pantai Kijing Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat; Sujarwan *et al.* (2023) di perairan pantai Bahari Jawai Laut Kalimantan Barat. Namun kajian sejenis khususnya di perairan Kalimantan Barat masih sangat minim, oleh karena itu

penelitian tentang karakteristik gelombang laut di perairan ini menjadi sangat penting untuk membantu dalam pengembangan mitigasi resiko, perencanaan pelayaran dan manajemen sumber daya kelautan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik gelombang laut di perairan pantai Samudera Indah, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat.

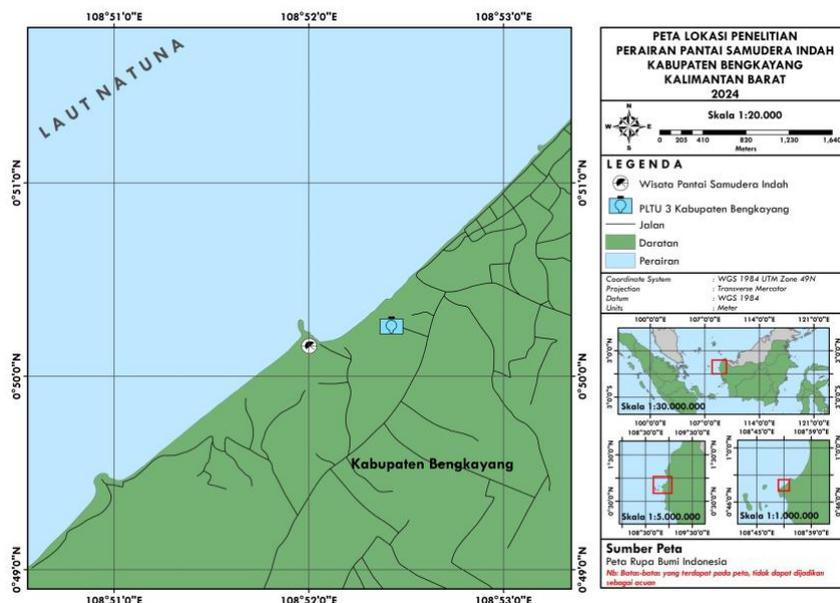
2. METODE

2.1 Akuisisi Data

Penelitian ini dilakukan di perairan pantai Samudera Indah, Kalimantan Barat (Gambar 1). Data yang digunakan pada kajian tentang karakteristik gelombang laut ini adalah data primer dan data sekunder. Data adalah data angin selama 10 tahun (2012 – 2022) yang berasal dari data *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Data ECMWF adalah hasil analisis ulang dan interpolasi data meteorologi yang diperoleh dari berbagai pusat pengamatan dan penelitian meteorologi di seluruh dunia (Syafik, 2013). Peramalan gelombang dengan data ini digunakan untuk memperoleh gelombang representatif dan arah gelombang.

2.2 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV), *Microsoft Excel* dan *WRPlot View*. Peramalan dan penentuan karakteristik



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat

gelombang laut dilakukan menggunakan metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) berdasarkan data angin (Wibisono, 2011). Metode ini digunakan untuk menentukan tinggi dan periode gelombang laut signifikan, yang kemudian dianalisis berdasarkan empat kondisi musim di Indonesia, yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Metode ini sangat bergantung pada panjang *fetch* yang merupakan area di mana gelombang laut dihasilkan oleh angin dan dibatasi oleh pulau (Umpel *et al.*, 2015; Afriady *et al.*, 2019). Adapun panjang *fetch* efektif dapat dihitung dengan persamaan (CERC, 1984) :

$$F_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^k F_i \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^k \cos \alpha_i}$$

Dimana F_i dan α_i masing – masing adalah panjang fetch ke- i (m) dan sudut simpangan ke- i (derajat). Selanjutnya dilakukan analisis karakteristik gelombang laut dengan menghitung tinggi dan periode gelombang signifikan yang masing – masing menggunakan persamaan :

$$H_s = 1,6 \times 10^{-3} (F_{eff}^{\frac{1}{2}} \frac{U_A^2}{g})$$

$$T_s = 0,2857 (F_{eff}^{\frac{1}{3}} \frac{U_A^2}{g})$$

Dimana :

- H_s = Tinggi gelombang signifikan (m)
- T_s = Periode gelombang signifikan (s)
- U_A = Kecepatan angin (m/s)
- F_{eff} = Panjang *fetch* efektif (m)
- g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi Arah dan Kecepatan Angin

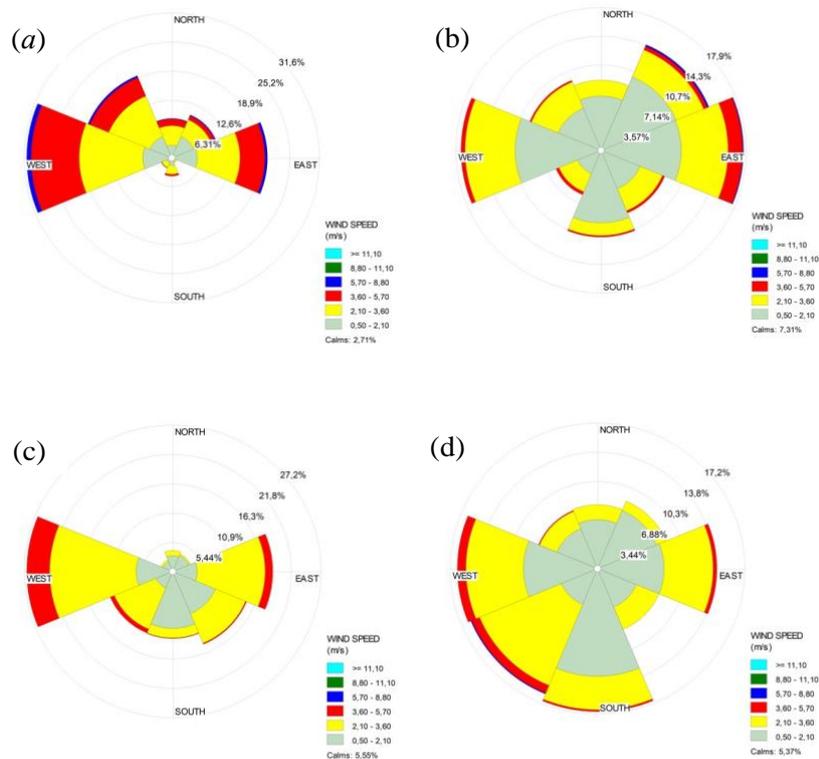
Distribusi dan arah kecepatan angin di lokasi penelitian ditentukan berdasarkan empat musim, yaitu pada saat musim barat, musim peralihan I, musim timur, dan musim peralihan II. Hasil dari pengolahan dan analisis data tentang klasifikasi kecepatan angin dominan serta distribusi arah angin dari tahun 2012 – 2022 di perairan Pantai Samudera Indah, Kabupaten Bengkayang masing – masing dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2. Hasil pengolahan data mengenai klasifikasi dari distribusi arah dan kecepatan angin dari tahun 2012 – 2022 di perairan Pantai Samudera Indah Kabupaten Bengkayang masing – masing ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 2. Distribusi arah dan kecepatan angin pada musim barat dengan persentase tingkat kejadian paling besar angin bertiup dominan dari arah darat barat yaitu 30,9

% dan kecepatan angin dominan berada pada kisaran 2,10 – 3,60 m/det sebesar 43,6% (Gambar 2a). Menurut Mulyadi *et al.* (2015) bahwa musim barat di Indonesia sangat dikaitkan dengan musim hujan. Hal ini diindikasikan bahwa angin yang berasal dari daerah Samudra Pasifik dan Laut Natuna membawa awan yang banyak mengandung uap air akibat adanya hasil penguapan air laut yang dipengaruhi oleh sinar matahari. Musim peralihan I, arah dan kecepatan angin dengan persentase tingkat kejadian paling besar lebih dominan bertiup dari arah timur sebesar 17,5 % dan kecepatan angin dominan berada pada kisaran 0,50 – 2,10 m/det sebesar 60,4% (Gambar 2b). Pada musim peralihan I terjadi pola angin yang tidak teratur yang mengakibatkan matahari bergerak melalui khatulistiwa, sehingga menyebabkan angin menjadi melemah dan arahnya tidak teratur. Peristiwa ini terjadi disebabkan adanya peralihan musim hujan ke kemarau. Selain itu musim peralihan I ditandai dengan pola angin yang selalu berubah setiap saat, sehingga mengakibatkan terjadinya proses perubahan arah tiupan angin dari satu musim ke musim lainnya (Purba dan Jaya, 2004; Utami *et al.*, 2018).

Musim timur, pola angin dominan bertiup berasal dari arah barat dengan tingkat kejadian sebesar 26,7 %. Sedangkan kecepatan angin dominan berada pada kisaran 2,10 – 3,60 m/det dengan persentase tingkat kejadian 45,8% (Gambar 2c). Musim Timur di Indonesia sangat dikaitkan pada musim kemarau. Hal ini disebabkan angin yang berasal dari benua Australia membawa awan yang banyak mengandung uap kering dari hasil penguapan hamparan daratan Benua Australia yang dipengaruhi oleh sinar matahari. Pergerakan dari awan tersebut yang melewati daerah Indonesia kemungkinan awan tersebut mengandung uap kering sehingga mempengaruhi musim kemarau yang panjang (Mulyadi *et al.*, 2015). Pada musim peralihan II, arah angin lebih dominan berasal dari selatan dengan tingkat kejadian sebesar 16,9 % dan kecepatan angin dominan berkisar antara 0,5 - 2,10 m/det dengan tingkat kejadian mencapai 57,1% (Gambar 2d). Angin yang bertiup selama musim peralihan cenderung bervariasi. Musim peralihan II memiliki pola angin yang bervariasi. Variasi ini disebabkan oleh pengaruh dari dua musim dan perbedaan suhu yang tidak terlalu besar antara Benua Asia dan Benua Australia. Periode peralihan ini juga memengaruhi pola arah angin di suatu kawasan (Suhana *et al.*, 2018).

Tabel 1. Distribusi arah dan kecepatan angin dominan rata – rata tiap musim tahun 2012 – 2022 di perairan Samudera Indah

Musim	Kecepatan Angin Dominan		Arah Angin Dominan	
	Kec (m/det)	Persentase (%)	Arah (derajat)	Persentase (%)
Barat	0,50 - 2,10	28,7	Barat	30,9
	2,10 - 3,60	43,6	Timur	20,4
	3,60 - 5,70	22,8	Barat Laut	19,4
Peralihan I	0,50 - 2,10	60,4	Timur	17,5
	2,10 - 3,60	28	Barat	17,2
	3,60 - 5,70	3,8	Timur Laut	14,3
Timur	0,50 - 2,10	42	Barat	26,7
	2,10 - 3,60	45,8	Timur	18,3
	3,60 - 5,70	6,6	Tenggara	14,7
Peralihan II	0,50 - 2,10	57,1	Selatan	16,9
	2,10 - 3,60	34,6	Barat	16,3
	3,60 - 5,70	2,7	Barat Daya	16



Gambar 2. Mawar angin di perairan Samudera Indah pada a) musim barat; b) musim peralihan I; c) musim timur; d) musim peralihan II di perairan Samudera Indah

3.2 Karakteristik Gelombang Laut

Tinggi dan Periode gelombang rata-rata tahunan pada musim barat, musim peralihan I,

musim timur, dan musim peralihan II disajikan dalam bentuk Tabel 2. Pada musim barat, tinggi dan periode gelombang laut yang signifikan umumnya lebih besar dibandingkan dengan musim lainnya, mencapai 0,37 meter dan 2,74

Tabel 2. Tinggi dan periode gelombang signifikan tiap musim dari tahun 2012 – 2022 di perairan Samudera Indah

Musim	Tinggi Gelombang			Periode Gelombang		
	H_{max}	H_s	H_{min}	T_{max}	T_s	T_{min}
Barat	0,69	0,37	0,098	3,09	2,74	1,17
Peralihan I	0,24	0,1	0,04	1,84	1,15	0,79
Timur	0,22	0,15	0,04	1,82	1,38	0,78
Peralihan II	0,39	0,21	0,09	2,37	1,55	1,17

detik. Selama musim barat, gelombang biasanya datang dari arah timur atau timur laut karena angin bertiup dari arah tersebut (Lakitan, 2002). Sementara itu, rata-rata tinggi dan periode gelombang laut signifikan pada musim peralihan I lebih rendah dibandingkan dengan musim barat, musim timur, dan musim peralihan II. Hal ini disebabkan oleh variasi arah angin dominan dan rata-rata kecepatan angin yang lebih rendah pada musim peralihan I dibandingkan dengan musim lainnya. Pada musim peralihan I, arah datang gelombang cenderung bervariasi akibat peralihan dari musim hujan ke musim kemarau, namun arah dari timur laut tetap paling dominan.

Menurut Bayong (2004), pada musim peralihan, kecepatan angin cenderung lebih lemah daripada musim barat dan timur karena adanya pola sirkulasi atmosfer. Tinggi gelombang di pantai sangat dipengaruhi oleh kondisi angin dan kedalaman pantai. Semakin lama angin bertiup, semakin tinggi gelombang yang dihasilkan, dan sebaliknya. Perbedaan ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti arah angin, kecepatan angin, durasi, dan panjang fetch. Selain itu, perubahan dalam tinggi, panjang, dan kecepatan gelombang juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti pendangkalan, refraksi, difraksi, dan pantulan sebelum gelombang pecah (Coastal Hydraulic Laboratory, 2002).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data angin dari tahun 2012 – 2022, distribusi arah dan kecepatan angin di perairan Samudera Indah menunjukkan variasi pola angin yang signifikan pada setiap musim. Pada musim barat, angin dominan bertiup dari arah barat dengan tingkat kejadian sebesar 30,9%, dan kecepatan angin dominan berada pada kisaran 2,10 – 3,60 m/det dengan persentase 43,6%. Selama musim peralihan I, angin lebih dominan bertiup dari arah timur dengan tingkat

kejadian 17,5%, dan kecepatan angin dominan berkisar antara 0,50 – 2,10 m/det dengan persentase 60,4%. Pada musim timur, angin dominan bertiup dari arah barat dengan tingkat kejadian 26,7%, dan kecepatan angin dominan berada pada kisaran 2,10 – 3,60 m/det dengan persentase 45,8%. Peramalan dan penentuan karakteristik gelombang laut dilakukan menggunakan metode Sverdrup Munk Bretschneider (SMB) berdasarkan data angin diperoleh bahwa pada musim barat, tinggi dan periode gelombang laut signifikan umumnya lebih tinggi dibandingkan musim lainnya, yaitu 0,37 meter dan 2,74 detik. Sebaliknya, rata-rata tinggi dan periode gelombang laut signifikan pada musim peralihan I lebih rendah dibandingkan musim barat, musim timur, dan musim peralihan II.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriady, A., Alam T.M., Ismail M.F.A. 2019. Pemanfaatan Data Angin Untuk Karakteristik Gelombang Laut di Perairan Natuna Berdasarkan Data Angin tahun 2009-2018. *Buletin Oseanografi Marina*. 8(2): 55-60.
- Apriliani, Kushadiwijayanto A.R, Risiko. 2019. Estimasi Energi Gelombang Musiman di Perairan Paloh Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 2(3): 130-136.
- Bayong, T.H.K. 1994. *Klimatologi Umum*. Bandung: Penerbit ITB.
- CERC (Coastal Engineering Research Centre). 1984. Shore Protection Manual, Volume 1. Vicksburg, Mississippi: U.S. Army Corps of Engineers. Chapter 3, 1-53 pp.
- Coastal Hydraulic Laboratory (CHL). 2002. *Coastal Engineering Manual*, Part I-VI. Washington DC: Dept. of The Army, U.S. Army Corp of Engineers.

- Davis, R.A. Jr. 1991. *Oceanography : An Introduction to the Marine Environmen*. New Jersey. WCB Publisher International Published
- Holthuijsen, L.H. 2007. *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. New York (US): Cambridge University Press
- Kurniawan, K., dan Khotimah, M.K. 2015. Ocean Wave Characteristics in Indonesian Waters for Sea Transportation Safety and Planning. *The Journal for Technology and Science*. 26(1):19-27
- Lakitan, B. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Mulyadi, Jumarang M.I., Apriansyah. 2015. Studi Variabilitas Tinggi dan Periode Gelombang Laut Signifikan di Selat Karimata. *POSITRON*. 5(1): 19-25.
- Purba, M., Jaya I. 2004. Analisis Perubahan Garis Pantai dan Penutupan Lahan Antara Way Panet dan Way Sekampung, Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Ilmu Perairan Perikanan Indonesia*. 11(2): 109-121.
- Robi, Aritonang A.B., Sofiana M.S.J. 2021. Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Samudera Indah Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 4(1): 20-28
- Sari, L.P., Muliadi, Risko. 2020. Estimasi Tinggi Gelombang Laut di Perairan Pantai Kijing Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *PRISMA FISIKA*. 8(1): 50-56
- Siswanto, A.D. 2010. Analisa Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Bangkalan Pasca Jembatan Suramadu. *Jurnal Kelautan*. 2(2):16-20
- Suhana, M.P., Nurjaya I.W., Natih, N.M.N. 2018. Karakteristik Gelombang Laut Pantai Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau Tahun 2005-2014. *Dinamika Maritim*. 6(2): 16–19.
- Sujarwan, F., Muliadi, Risko. 2023. Karakteristik Gelombang Laut di Pantai Bahari Jawai Laut Kabupaten Sambas Kalimantan Barat. *Oceanologia*. 2(1): 14-19.
- Syafik, A., Kunarso, Hariadi. 2013. Pengaruh Sebaran dan Gesekan Angin Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut di Samudera Hindia (Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia 573). *JURNAL OSEANOGRAFI*. 2(3): 318-328.
- Tanto, T.L., Nurjaya W., Bengen D.G., Hartanto T., Pranowo W.S 2021. Peramalan Gelombang Laut Dangkal dan Hubungannya dengan Sebaran Lifeform Karang di Perairan Kota Padang. *Jurnal Laut Nasional*. 16(1): 33-44.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Thomas, Justin and Dwarakishb G.S. 2015. *International Conference on Water Resources*. Coastal and Ocean Engineering, Department of Applied Mechanics And Hydraulics, Nitk Surathkal, Mangalore, Karnataka India Aquatic Procedia. 4: 443 – 448.
- Umpel, I.F., Mamoto J.D., Jasin M.I. 2015. Studi Karakteristik Gelombang Pada Daerah Pantai Matani Satu. *Jurnal Sipil Statik*. 3(9): 651–661.
- Utami, I. R., Jumarang M. I., Apriansyah. 2018. Perhitungan Potensi Energi Angin di Kalimantan Barat. *Prisma Fisika*. 66(1): 65–69.
- Wibisono, M.S. 2011. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Ed.2., UI Press, Jakarta.