



Pengaruh energi gelombang laut terhadap perubahan estuari Sungai Air Pino Bengkulu Selatan pada musim timur

DEAH PERMATASARI, RISKA BERLIANI, ANJELI AGUSTINA SIREGAR, DAN SUPIYATI*

Program Studi Fisika, Universitas Bengkulu, Indonesia

Kata kunci:

estuary
sedimentation
ocean waves

ABSTRAK: Estuari merupakan daerah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Estuari Sungai Air Pino mengalami perubahan bentuk akibat terjadinya pendangkalan di mulut estuari yang dipengaruhi gelombang laut Pantai Mengkudum. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh energi gelombang laut terhadap perubahan Estuari Muara Air Pino. Metode riset ini adalah pengukuran langsung di lapangan pada 3 titik pengukuran dengan menggunakan Tide Gauge dengan parameter yang ditinjau tinggi dan periode gelombang. Berdasarkan riset lapangan yang telah dilakukan diperoleh tinggi gelombang signifikan pada musim timur di perairan Pantai Mengkudum hasil pengukuran lapangan 0,52 m, dengan periode gelombang signifikan 6,9 s, dan energi gelombang 154,26 J. Sedangkan hasil peramalan diperoleh tinggi gelombang signifikan bernilai 0,38 m dan periode gelombang signifikan bernilai 2,40 s. Kecepatan angin pada musim timur lebih tinggi dibandingkan dengan musim yang lain sehingga mempengaruhi energi gelombang yang dihasilkan. Perubahan Estuari Sungai Air Pino diakibatkan energi gelombang yang mengaduk partikel sedimen di pantai secara terus-menerus dalam waktu yang lama dan kemudian partikel sedimen tersebut akan terbawa arus menuju estuari, ketika kecepatan arus yang membawa partikel sedimen ini semakin melemah, maka partikel sedimen akan mengendap sehingga terjadilah sedimentasi dan membentuk daratan baru yang berdampak pada perubahan Estuari Sungai Air Pino.

Keywords:

formation,
benthic foraminifera,
depositional environment

ABSTRACT: Estuaries are downstream areas of rivers that connect to the sea. The Air Pino River Estuary experiences changes in shape due to shallowing at the mouth of the estuary, which is influenced by sea waves at Mengkudum Beach. The aim of this research was to determine the effect of ocean wave energy on changes in the Pino Estuary. This research method involves direct measurements in the field at three measurement points using a Tide Gauge with the parameters considered as the height and wave period. Based on field research that has been carried out, it was found that the significant wave height in the east season in the waters of Mengkudum Beach, the results of field measurements were 0.52 m, with a significant wave period of 6.9 s, and wave energy of 154.26 J. Meanwhile, the forecasting results showed that the significant wave height was 0.38 m and the significant wave period is 2.40 s. The wind speed in the east season was higher than that in the other seasons, thus affecting the wave energy produced. Changes in the Air Pino River Estuary are caused by wave energy that stirs sediment particles on the beach continuously for a long time, and then the sediment particles are carried by the current towards the estuary. When the speed of the current carrying these sediment particles becomes weaker, the sediment particles settle so that sedimentation occurs and forms new land that has an impact on changes in the Air Pino River Estuary.

1 PENDAHULUAN

Kabupaten Bengkulu Selatan merupakan salah satu kabupaten secara administratif termasuk dalam wilayah Provinsi Bengkulu. Kabupaten Bengkulu Selatan terletak pada 4°19'14,08" LS dan 102°02'13,63" BT. Provinsi Bengkulu memiliki kon-

disi topografi berupa bagian timur yang merupakan kawasan berbukit dan dataran tinggi sedangkan bagian barat merupakan kawasan dataran yang rendah, dengan kondisi demikian Provinsi Bengkulu memiliki banyaknya aliran sungai yang mengarah ke laut lepas, salah satunya adalah aliran Estuari Sungai Air Pino

* Corresponding Author: email: Supiyati_116@unib.ac.id

yang bercampuran langsung dengan air laut Pantai Mengkudum.

Estuari Sungai (Muara Sungai) merupakan daerah pertemuan aktif antara massa air dari darat dan laut, dengan batas darat meliputi bagian daratan yang terendam air yang masih mendapat pengaruh sifat-sifat laut, seperti salinitas, pasang surut dan inturasi air laut. Adapun Faktor yang memberikan pengaruh dominan pada estuari sungai yang berhubungan langsung dengan laut terbuka adalah gelombang [1].

Riset mengenai Studi Batimetri dan Morfologi Muara Sungai Mempawah Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat telah dilakukan [2]. Hasil yang diperoleh dari riset ini ialah kedalaman muara sungai bernilai antara (0 - 4,2) meter dengan rata-rata kedalaman -1,5 meter dimana daerah terendah terdapat di bagian mulut muara dan bagian terdalam berada di bagian sungai. Muara ini dikategorikan datar dan sedikit landai dari hasil riset dapat disimpulkan gelombang laut merupakan komponen dominan dalam membentuk morfologi muara.

Akhir-akhir ini estuari sungai Air Pino mengalami pendangkalan yang terjadi karena pengaruh gelombang laut Pantai Mengkudum yang berlangsung secara berkala mengangkut partikel-partikel sedimen sehingga terjadi sedimentasi dibagian mulut estuari. Estuari sebagai penghubung antara sungai dan lautan menimbulkan sedimentasi dari hilir dan lautan sehingga dapat merubah morfologi estuari akibat angkutan sedimen [3]. Berdasarkan kondisi estuari sungai dan beberapa riset terdahulu perlu dilakukan riset tentang pengaruh energi gelombang terhadap perubahan Estuari Sungai Air Pino Bengkulu Selatan.

Selain itu arus pantai ditimbulkan oleh gelombang yang datang menuju pantai mempengaruhi proses dinamika pantai [4]. Penyebab lain terjadinya pendangkalan di mulut estuari ialah pembelokan estuari yang menyebabkan terganggunya sirkulasi arus di estuari dan berdampak banjir jika hujan di hulu dan pasang dari laut terjadi secara bersamaan. Berdasarkan kondisi estuari sungai dan beberapa riset terdahulu perlu dilakukan riset tentang pengaruh energi gelombang terhadap perubahan Estuari Sungai Air Pino.

Riset ini bertujuan untuk melihat pengaruh energi gelombang laut terhadap perubahan Estuari Sungai Air Pino, Hasil Penelitian diharapkan dapat menjadi landasan awal untuk para peneliti serta informasinya

dapat digunakan sebagai perencanaan pembagunan dan perlindungan daerah Estuari Sungai Air Pino Bengkulu Selatan.

2 METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2023 di perairan Pantai Mengkudum. Metode riset ini adalah pengukuran langsung di lapangan pada 3 titik pengukuran data tinggi dan periode gelombang menggunakan *Tide Gauge* sedangkan data sekunder berupa angin selama 10 tahun terakhir (2013-2022) dari *Marine Copernicus* diolah ke *WRPLOT View* (*Wind rose plots for meteorological data*) untuk menentukan arah dan kecepatan angin kemudian menggunakan metode *SMB* (*Sverdrup Munk Bretchneider*) untuk meramalkan tinggi dan periode gelombang signifikan [5]. Data batimetri dari *DEMNAS* (*Digital elevation model nasional*) diolah menggunakan *ArcGis* dan data peta muara 6 tahun terakhir dari *USGS* (*United states geological survey*) dioalah dengan *ArcGis* untuk melihat perubahan bentuk estuari.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Angin

Data angin dari *Marine Copernicus* selama 10 tahun (2013-2022) diolah hingga menjadi *wind rose* yang dibagi menjadi 4 musim yaitu musim barat, musim peralihan I, musim timur dan musim peralihan II. Berdasarkan hasil riset menggunakan menggunakan *WRPLOT View* arah dan kecepatan angin dapat di analisis melalui gambar diagram *wind rose* dimana arah angin pada musim barat dan musim peralihan I dominan ke utara sedangkan pada musim timur dan peralihan II arah angin dominan ke selatan. Data diagram *wind rose* disajikan pada Gambar 1. Hasil Pengolahan data kecepatan angin musim barat bernilai 0,14 m/s – 6,68 m/s, musim peralihan I bernilai 0,10 m/s – 4,61 m/s, musim timur bernilai 0,22 m/s – 7,57 m/s dan musim peralihan II bernilai 0,72 m/s – 7,15 m/s.

Gelombang

Pengambilan data periode dan tinggi gelombang dilakukan pada pukul 08:10 WIB sampai dengan 11:27 WIB. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli 2023 (Musim Timur) selama 1 hari pada tiga titik lokasi pengambilan data di perairan Pantai Mengkudum, dapat dilihat pada Gambar 2 (a) titik 1 nilai periode gelombang bernilai 3,01 s – 11,77 s. Gambar 2 (b) titik 2 periode gelombang bernilai 3,03

s – 10,73 s. Gambar 2 (c) titik 3 periode gelombang bernilai 3,11 s – 10,69 s.

Dari data yang diperoleh nilai periode gelombang terendah 3,01 s, tertinggi 11,77 s dan rata-rata 11,06 s yang dikategorikan gelombang yang dibangkitkan angin dimana gelombang dengan periode 0 s – 15 s merupakan gelombang yang dibangkitkan angin [6].

Data lapangan tinggi gelombang dapat dilihat pada Gambar 3 (a) titik 1 nilai ketinggian gelombang bernilai 0,02 m – 1,12 m. Gambar 3 (b) titik 2 ketinggian gelombang bernilai 0,02 m – 1,07 m. Gambar 3 (c) titik 3 ketinggian gelombang bernilai 0,02 m – 0,91 m. Dari data yang diperoleh tinggi gelombang terendah 0,02 m, tertinggi 1,12 m dan rata-rata 1,03 m.

Hasil pengukuran gelombang di perairan Pantai Mengkudum didapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s). Dapat dilihat bahwa nilai gelombang signifikan yang tinggi memiliki energi gelombang yang besar. Energi gelombang dibedakan menjadi 2 kategori yaitu gelombang dengan energi >1871 merupakan energi gelombang kuat dan energi gelombang <1871 merupakan energi gelombang lemah. Berdasarkan hasil riset lapangan energi gelombang di perairan Pantai Mengkudum dikategorikan energi gelombang yang lemah tetapi gelombang lemah (kecil) yang terjadi berangsur-angsur dalam waktu lama dapat menyebabkan angkutan sedimen lebih banyak dibandingkan gelombang besar [7]. Hasil dari data lapangan nilai tinggi gelombang dan periode gelombang signifikan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Energi, Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Data lapangan Menggunakan *Tide Gauge*

Titik Koordinat	H_s (m)	T_s (s)	E (J)
-4,409,001° LS dan 102,849,982° BT	0,52	7,16	166,49
-4,408,270° LS dan 102,849,388° BT	0,54	7,45	162,59
-4,407,571° LS dan 102,848,689° BT	0,49	6,85	133,71

Data angin dari *Marine Copernicus* yang diolah menggunakan metode SMB menghasilkan tinggi dan periode gelombang signifikan (H_s dan T_s) yang sudah dikelompokkan berdasarkan pembagian musim di Indonesia. Nilai H_s dan T_s gelombang peramalan disajikan pada Tabel 2.

Verifikasi data lapangan dan data ramalan pada musim timur mewakili musim yang lain kemudian diverifikasi untuk mengetahui *relative error*-nya. Hasil perhitungan gelombang ramalan dan lapangan disajikan pada Tabel 3 dari hasil perhitungan *relative error* diperoleh tinggi gelombang signifikan lapangan

dan ramalan 25 % dan 65 % untuk periode gelombang signifikan. Dari data yang diperoleh *relative error*-nya $> 50\%$ hal ini dikarenakan data lapangan diambil pada bulan juli 2023 dengan rata-rata pengambilan data per menit selama satu hari sedangkan data ramalan diambil hanya pada tahun (2013 – 2022) dengan rata rata pengambilan data per bulan.

Tabel 2. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Tiap Musim Menggunakan Data *Marine Copernicus*

Musim	H_s (m)	T_s (s)
Musim Barat	0,358	2,50
Musim Peralihan I	0,077	1,117
Musim Timur	0,389	2,404
Musim Peralihan II	0,432	2,752

Tabel 3. Verifikasi Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Lapangan dan Peramalan

Gelombang	H_s (m)	T_s (s)
Data Lapangan	0,52	6,9
Data Peramalan Musim Timur	0,39	2,4
RE	25%	65%

Peta Batimetri Pantai Mengkudum

Data batimetri diperoleh dari DEMNAS berupa data batimetri nasional. Gambar 4 menunjukkan kedalaman perairan yang berbeda-beda yang dapat mempengaruhi bentuk gelombang. Perairan Pantai Mengkudum memiliki kedalaman berkisar (0 – 7,64) meter. Variasi warna pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin gelap warna pada peta batimetri maka kedalaman perairan semakin dalam. Kedalaman laut sangat mempengaruhi bentuk gelombang yang mengakibatkan tinggi gelombang semakin besar atau tinggi ketika memasuki perairan yang dangkal [8].

Peta Perubahan Estuari Sungai Air Pino

Data peta estuari selama 6 tahun (2018-2023) diambil dari situs USGS berupa data peta dari satelit landsat 8 yang digunakan untuk melihat perubahan bentuk Estuari Sungai Air Pino akibat pengaruh gelombang laut perairan Pantai Mengkudum. Dapat dilihat pada Gambar 5 Perubahan bentuk estuari yang sangat signifikan dimana adanya tumpukan sedimen dibagian mulut estuari dan pesisir pantai yang semakin bertambah, dari tahun 2018 adanya endapan sedimen di bagian mulut estuari, tahun 2019 endapan sedimen semakin bertambah di pesisir pantai, tahun 2020 endapan sedimen sedikit berkurang, tahun 2021 sedimen mengendap lagi dibagian mulut estuari, tahun 2022 endapan sedimen bertambah dibagian mulut estuari dan endapan sedimen sedikit berkurang di

tahun 2023 hal ini dikarenakan proses sedimentasi yaitu kondisi semakin majunya garis pantai akibat penambahan sedimen baik dari estuari sungai atau laut [9]. Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan perubahan bentuk Estuari Sungai Air Pino disebabkan karena adanya pengaruh energi gelombang yang mengaduk sedimen di perairan Pantai Mengkudum sehingga memindahkan partikel sedimen dari satu posisi ke posisi yang lain kemudian membentuk daratan baru yang menyebabkan pencampuran air estuari sungai dan laut menjadi teganggu.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan riset lapangan yang telah dilakukan diperoleh tinggi gelombang signifikan pada musim timur di perairan Pantai Mengkudum hasil pengukuran lapangan 0,52 m, dengan periode gelombang signifikan 6,9 s, dan energi gelombang 154,26 J. Sedangkan hasil peramalan diperoleh tinggi gelombang signifikan bernilai 0,38 m dan periode gelombang signifikan bernilai 2,40 s. Kecepatan angin pada musim timur lebih tinggi dibandingkan dengan musim yang lain sehingga mempengaruhi energi gelombang yang dihasilkan. Perubahan Estuari Sungai Air Pino diakibatkan energi gelombang yang mengaduk partikel sedimen di pantai secara terus-menerus dalam waktu yang lama dan kemudian partikel sedimen tersebut akan terbawa arus menuju estuari, ketika kecepatan arus yang membawa partikel sedimen ini semakin melemah, maka partikel sedimen akan mengendap sehingga terjadilah sedimentasi dan membentuk daratan baru yang berdampak pada perubahan Estuari Sungai Air Pino.

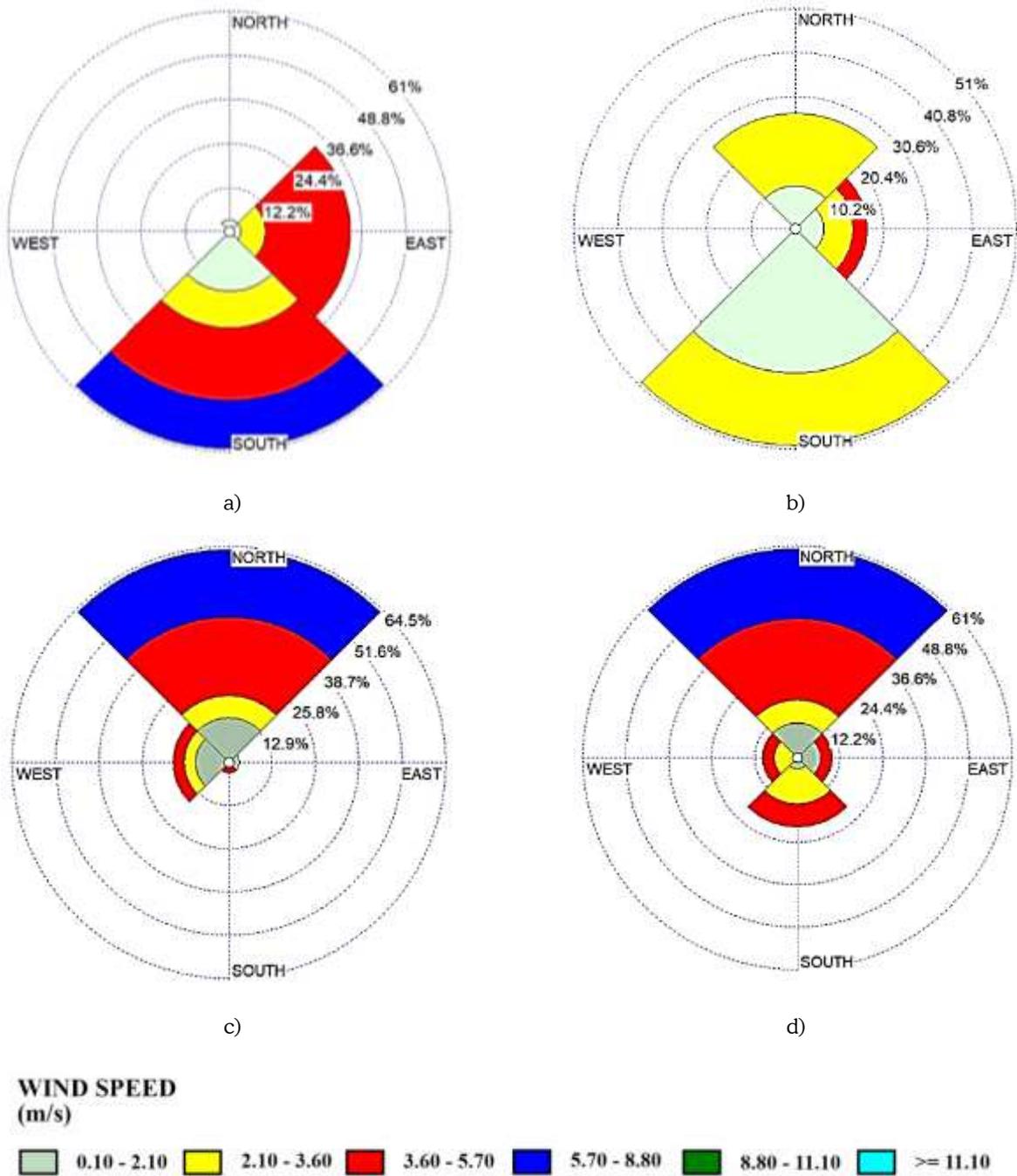
Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pihak fakultas yang telah menyediakan perlengkapan untuk melakukan riset ini, terimakasih kepada dosen pembimbing atas arahan dan motivasinya serta teman-teman yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam riset yang telah kami lakukan.

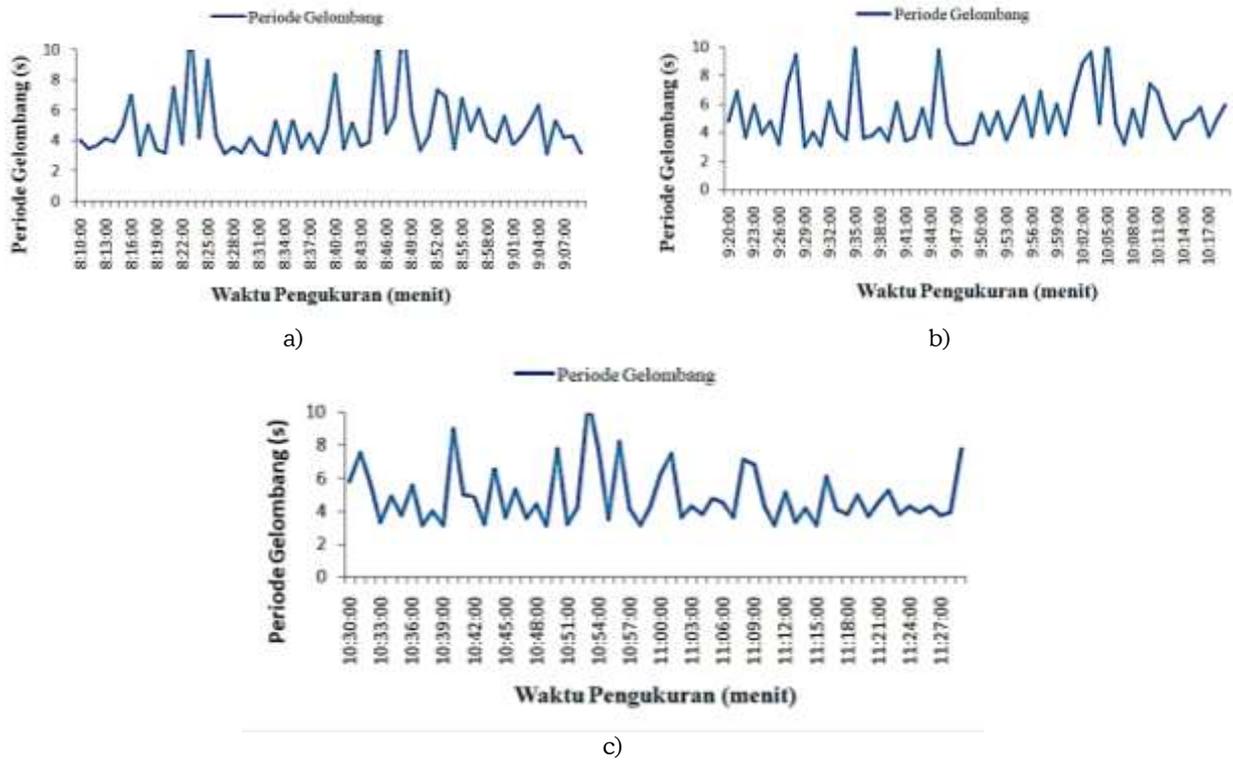
REFERENSI

- [1] Suprpto, D., Purnomo, P.W. dan Sulardiono. (2014) 'Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Hubungan Fisika Kimia Sedimen dengan NO₃-N dan PO₄-P Dimuara Sungai Tuntang Demak', Available online at *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST) Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1), pp. 56–61. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek>.
- [2] Pangestu, N.J., Kushadiwijayanto, A.A. dan Nurrahman, Y.A. (2020) 'Studi Batimetri dan Morfologi Muara Sungai Mempawah Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat' *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 3(2), p. 69.: <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v3i2.41150>.
- [3] Roswaty, S., Muskananfolo, M.R. dan Purnomo, P.W. (2014) 'Tingkat Sedimentasi di Muara Sungai Wedung Kecamatan Wedung, Demak' *Diponegoro Journal Of Maquares*, 3(2), pp. 129–137. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>.
- [4] Karamma, R., Pallu, M.S., Thaha, M.A. dan Hatta, M.P. (2020) 'Penjalaran Pasang Surut Dan Difraksi Gelombang Pada Muara Sungai Jeneberang' *Jurnal SIPIL sains*, 10(2088–2076), pp. 1–10.
- [5] Setiawan, F., Prasetya, viv D. dan Widagdo, S. (2019) 'Pergerakan Arus Permukaan Laut Selat Bali Berdasarkan Parameter Angin Dan Cuaca' *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 1(2), p. 25.
- [6] Azizi, M. I., Hariyadi. dan Atmodjo, W. (2017) 'The Effect of Ocean Waves towards Seabed Sediment Distribution at Tanjung Kalian , Kabupaten Bang' *Jurnal Oseanografi*, 6(1), 165-175.
- [7] Tutupary, O.F.W. dan Pieter, M. P. (2018) 'Kondisi Morfodinamika Pantai Pulau Kumo Kabupaten Halma-hera Utara' *Jurnal UNIERA*, 7(1), 83–93.
- [8] Kristie, S., Tawas, D.H., Tangkudung, H. dan Mamoto. (2013) 'Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Atepe Oki' *Jurnal Sipil Statik*, 1(12), pp. 784–796.
- [9] Syukhriani, S., Nofridiansyah, E. dan Sulistyono, B. (2017) 'Analisis Data Citra Landsat Untuk Pemantauan Perubahan Garis Pantai Kota Bengkulu' *Jurnal Enggano*, 2(1), 90–100.

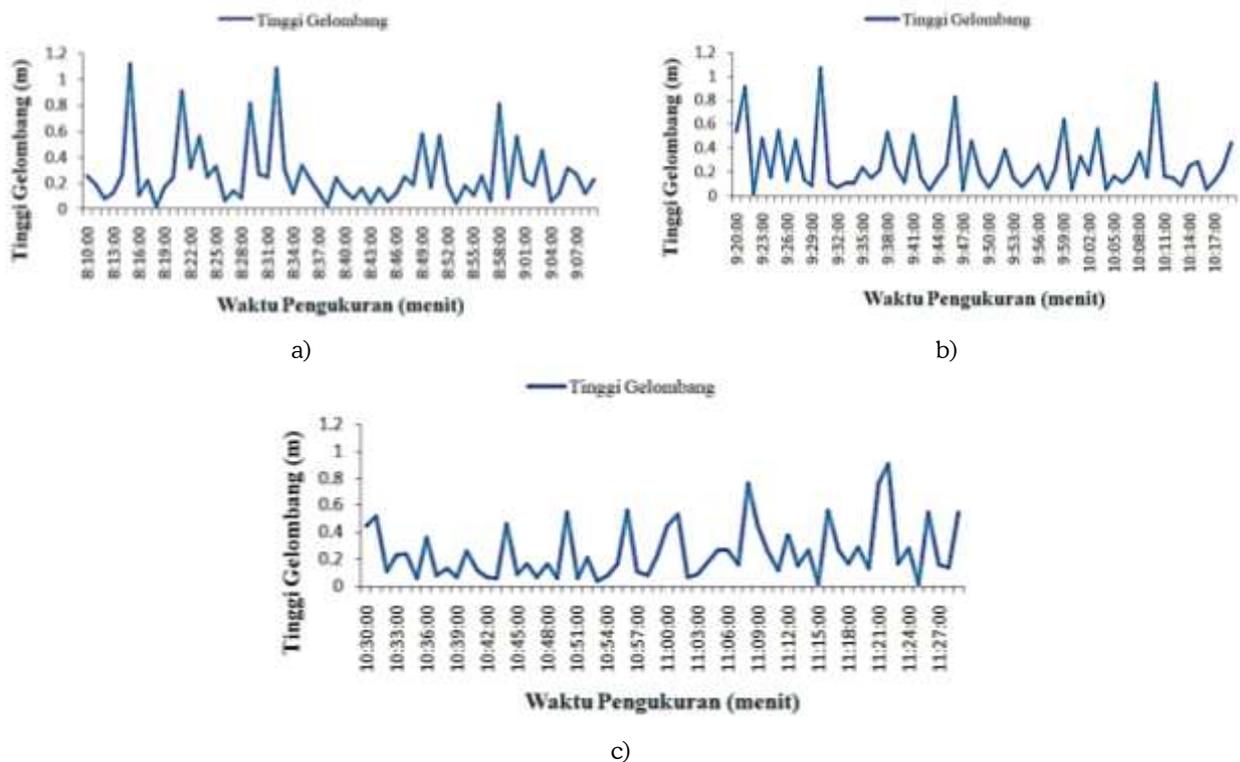
LAMPIRAN



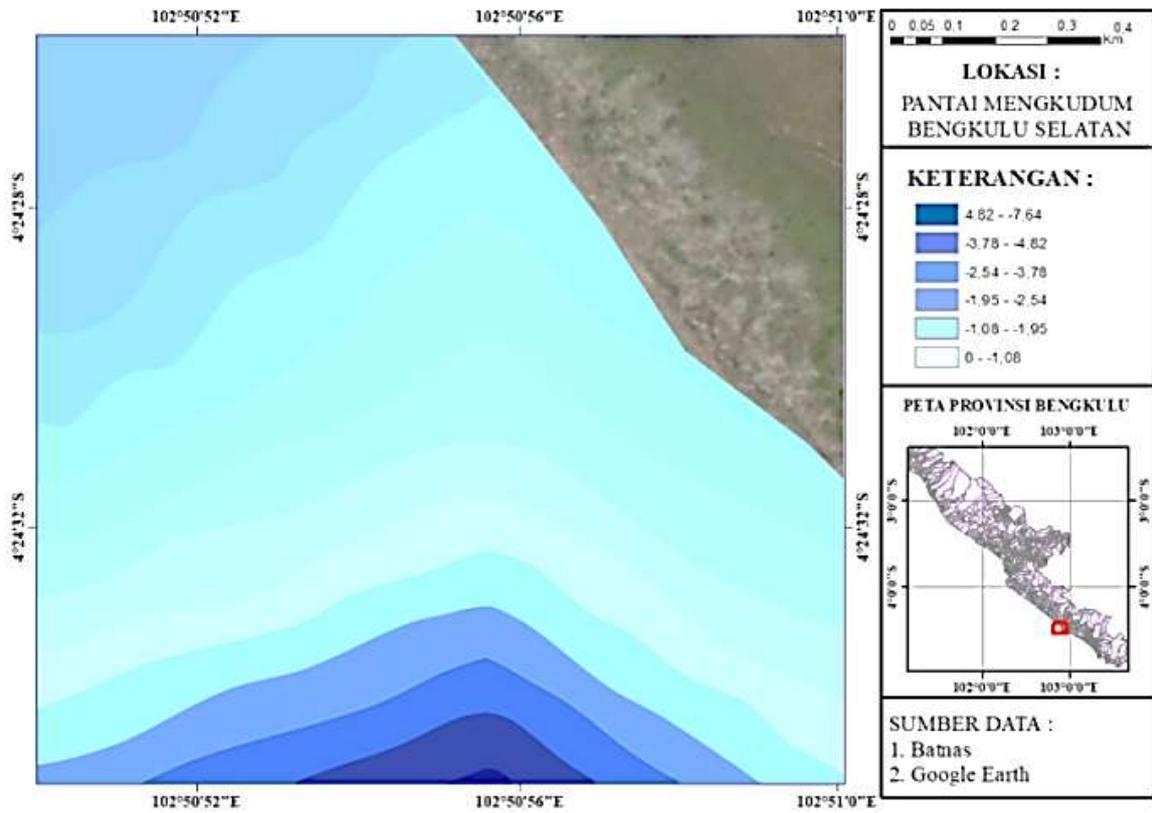
Gambar 1. Wind Rose Tahun 2012-2022: a) Musim Barat ; b) Musim Peralihan I ; (c) Musim Timur ; d) Musim Peralihan II



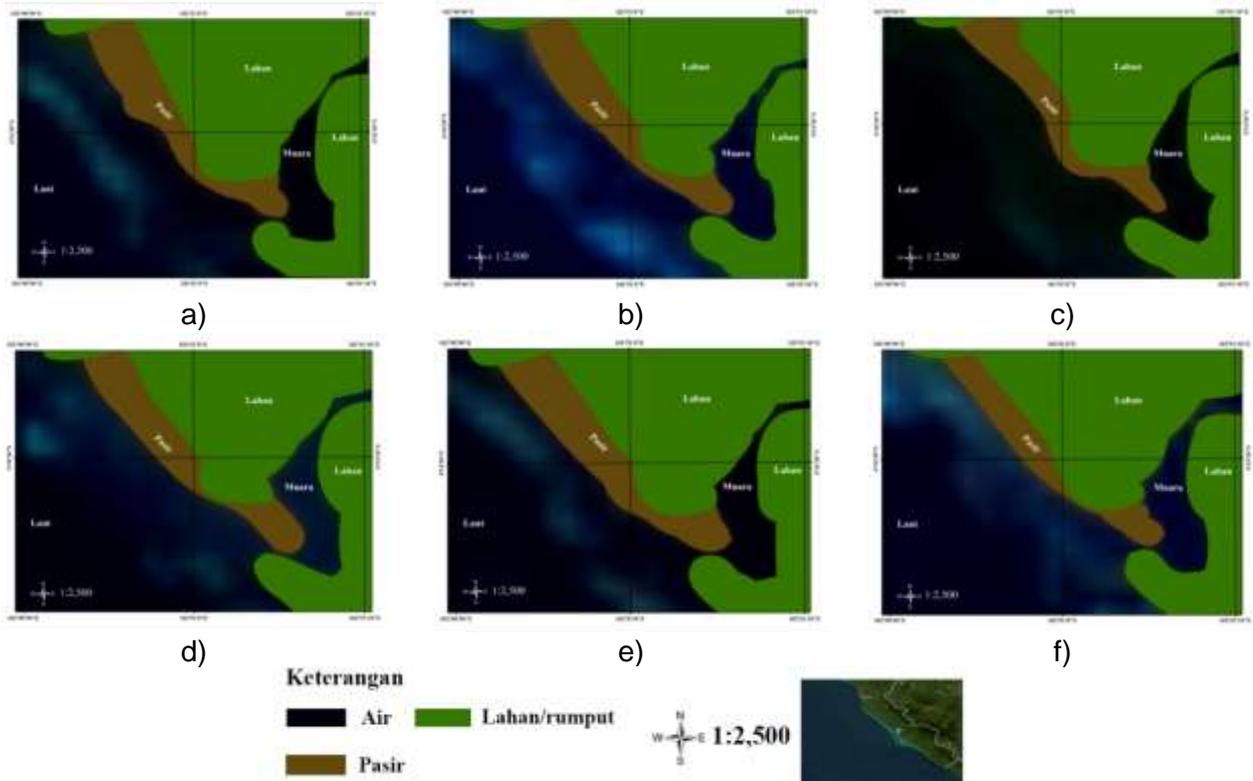
Gambar 2. Periode Gelombang Perairan Pantai Mengkudum Hasil Pengukuran Lapangan Pada Musim Timur : a) Titik 1; b) Titik 2; c) Titik 3



Gambar 3. Tinggi Gelombang Perairan Pantai Mengkudum Hasil Pengukuran Lapangan Pada Musim Timur: a) Titik 1; b) Titik 2; c) Titik 3



Gambar 4. Peta Batimetri Pantai Mengkudum



Gambar 5. Perubahan Bentuk Estuari Sungai Air Pino : a) Tahun 2018; b) Tahun 2019; c) Tahun 2020; d) Tahun 2021; e) Tahun 2022; f) Tahun 2023