

**STUDI POLA SEBARAN SEDIMEN DASAR PERAIRAN MENGGUNAKAN MODEL
HIDRODINAMIKA 2 DIMENSI DI PANTAI BIRU, DESA KERSIK,
KECAMATAN MARANGKAYU, KUTAI KARTANEGARA**

**STUDY OF THE DISTRIBUTION PATTERN OF BOTTOM SEDIMENTS IN WATERS USING A
2-DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC MODEL IN BIRU BEACH, KERSIK VILLAGE,
MARANGKAYU DISTRICT, KUTAI KARTANEGARA**

¹Chairil Amin Saputra*, ¹Yuniarti. MS, ³Gentio Harsono, ¹Subiyanto, ⁴Akhmad Rafii

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

²Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut

³Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

⁴Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

*Koresponden penulis: chairil21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Fenomena Sedimentasi dan Abrasi pantai di Desa Wisata Tanjung Kersik Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara telah menjadi permasalahan yang serius seperti merusak taman bermain, gazebo, dan fasilitas wisata lainnya. Hal tersebut mengganggu estetika pemandangan dan mengurangi rasa nyaman pengunjung yang datang ke lokasi wisata. Studi ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran sedimen dasar laut dalam mengatasi abrasi dan sedimentasi terutama dalam membangun gorin dan bangunan penahan gelombang seperti *Geobag*. Data yang digunakan adalah data batimetri, tinggi pasang surut, dan angin. Pengolahan data menggunakan model hidrodinamika 2 dimensi untuk mendapatkan deskripsi perubahan ketebalan sedimen dasar laut yang diakibatkan oleh proses transport sepanjang pantai yang diakibatkan dari arus susur pantai baik dari arus pasang surut maupun dari gelombang yang diakibatkan oleh angin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya abrasi dan sedimentasi ditandai dengan perubahan *bed level thickness change* pada area dekat pantai dimana telah terbangun 2 *groin* di sisi kanannya. Proses transpor sedimen ini lebih mudah terjadi karena didukung faktor faktor seperti geometri pantainya yang membentuk sudut 30° dengan arah utara dan arah angin yang menjadi arah datangnya gelombang utama (166°), sehingga gelombang datang menciptakan arus susur pantai lebih kuat.

Kata Kunci: Abrasi, Sedimentasi, *Bed Level Change*, Model Hidrodinamika 2D, Pantai Biru Tanjung Kersik.

Abstract

The phenomenon of sedimentation and coastal abrasion in the Tanjung Kersik Tourist Village, Marangkayu District, Kutai Kartanegara Regency, has become a serious problem, damaging playgrounds, gazebos, and other tourist facilities. This issue disrupts the aesthetic view and reduces the comfort of visitors to the tourist location. This study aims to understand the pattern of seabed sediment distribution in addressing abrasion and sedimentation, especially in constructing groins and wave barriers such as Geobags. The data used include bathymetric data, tidal heights, and wind data. Data processing employs a two-dimensional hydrodynamic model to describe changes in seabed sediment thickness caused by transport processes along the coast due to longshore currents from both tidal currents and waves generated by the wind. The study results indicate that abrasion and sedimentation are marked by changes in bed level thickness in areas near the coast where two groins have been constructed on its right side. This sediment transport process is facilitated by factors such as the beach geometry, which forms a 30° angle with the north direction and the wind direction that corresponds with the primary wave direction (166°), creating stronger longshore currents.

Keyword: Abrasion, Sedimentation, *Bed Level Change*, 2D Hydrodynamic Model, Tanjung Kersik Biru Beach

1. PENDAHULUAN

Destinasi Wisata Pantai Biru terletak di Desa Tanjung Kersik Kecamatan Marangkayu, Kabupaten Kutai Kartanegara menjadi salah satu destinasi unggulan karena keindahan pantainya dengan hamparan pasir putih yang bersih. Berbagai sarana pendukung seperti gazebo, jembatan yang membentang masuk ke laut, tulisan unik yang menghiasi nuansa pulau, dan berbagai spot foto yang *Instagramable* menjadikan destinasi ini menarik untuk dikunjungi (Setiawan, 2022). Istilah “pantai biru kersik” mengacu pada pasir putih, memiliki ciri landai, dan memiliki hamparan pasir yang luas. Namun, seperti banyak wilayah pesisir lainnya, Pantai Biru Kersik juga menghadapi tantangan serius dengan adanya proses sedimentasi dan erosi yang mengakibatkan berubahnya garis pantai. Menurut Nurjannah *et al.* (2023), Pantai Biru Kersik mengalami erosi hingga 200 meter dari bibir pantai yang disebabkan hantaman gelombang besar yang sering terjadi di daerah tersebut terutama saat musim selatan (monsoon timur). Gelombang tersebut tidak hanya merusak pantai tetapi menyebabkan rusaknya fasilitas wisata seperti gazebo, tempat bermain, jembatan dan jalan masuk ke tempat wisata. Berbagai usaha untuk mengatasi permasalahan ini telah dilakukan baik oleh Pemerintah Daerah dan partisipasi perusahaan seperti Pertamina Hulu Kalimantan Timur melalui *Corporate Social Responsibility* (CSR) dengan membuat bangunan groin, penanaman bakau dan penahan abrasi menggunakan karung yang diisi pasir laut yang diletakkan sepanjang pantai yang mengalami abrasi. Namun usaha ini nampaknya belum berhasil, karena tidak direncanakan dengan baik.

Pantai Biru Kersik merupakan pantai berpasir dan mendapat pengaruh besar proses transport sedimen sepanjang pantai akibat gelombang datang membentuk sudut dengan garis pantainya. Oleh karena itu pantai ini menjadi dinamis dimana garis

pantai dapat berubah dengan cepat jika terdapat bangunan yang menyebabkan ketidakstabilan kesetimbangan di pantai tersebut, Menurut Hermansyah (2016), perubahan garis pantai pada dasarnya terjadi akibat dua fenomena yaitu pengendapan material (sedimentasi) dan pengikisan pantai (abrasi dan erosi) yang terjadi secara alami karena faktor alam dan manusia.

Sedimen merupakan bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dari dinamika pesisir karena berperan dalam membentuk dan merubah topografi dasar laut secara signifikan. Sedimen adalah partikel-partikel kecil seperti kerikil, pasir, lumpur, dan material organik yang terbawa oleh aliran sungai, arus laut, dan ombak yang nantinya akan terdeposit di dasar laut. Proses tersebut biasa dikenal sebagai sedimentasi (Syarifudin *et al.*, 2018). Proses tersebut merupakan elemen kunci dalam membentuk dan mengubah topografi bawah laut. Pemahaman tentang pergerakan dan distribusi sedimen menjadi aspek krusial, terutama di wilayah pesisir yang berfungsi sebagai kawasan destinasi wisata dan memiliki dampak besar pada keberlanjutan ekosistem laut.

Penelitian tentang transpor sedimen dan dampaknya pada perubahan topografi dasar laut dan perubahan garis pantai di wilayah ini penting agar dapat memberikan wawasan yang diperlukan untuk merencanakan tindakan mitigasi yang efektif untuk menjaga keberlangsungan kawasan destinasi wisata dan melindungi ekosistem pesisir yang rentan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perubahan dasar laut pada wilayah destinasi wisata Pantai Biru Kersik, Kutai Kartanegara berdasarkan hasil pemodelan hidrodinamika 2D.

2. METODE

Penelitian menggunakan metode penelitian secara kuantitatif. Penelitian dimulai dari studi literatur kemudian

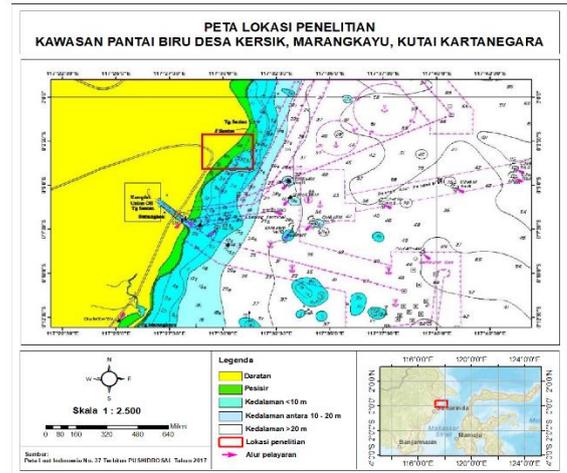
dilanjutkan dengan pengumpulan data dan pengolahan data.

Data yang digunakan adalah data primer berupa data batimetri dapat dilihat pada gambar 2, pasang surut hasil pengamatan selama 30 hari dan data sekunder yaitu data vektor angin yang diperoleh dari reanalysis ERA-5 selama periode 10 tahun dari Januari 2012 sampai Desember 2021. Laman <https://cds.climate.copernicus.eu>. Data angin ini merupakan model ERA 5 yaitu model reanalysis cuaca global yang diproduksi oleh *European Centre for Medium – Range Weather Forecasts* (ECMWF). Model reanalysis ini menggunakan data pengamatan secara langsung dari berbagai stasiun data di dunia yang sudah diasimilasikan menggunakan perhitungan numerik (Hersbach, 2023). Sedangkan pengolahan data pasang surut, dan arus, menggunakan perangkat lunak MIKE 21 dengan tipe lisensi professional dan *Dongle Number* 30692.

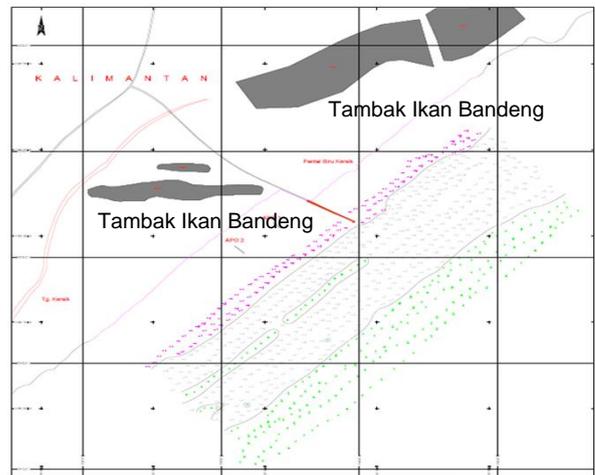
2.1. Data Batimetri

Data batimetri dalam penelitian ini diperoleh dari hasil survei yang dilaksanakan oleh tim dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman Samarinda yang dilaksanakan pada periode Mei 2022. Penentuan kedalaman (pemeruman) menggunakan metode *paralel line*. Skala survei pemetaan dibuat 1 : 2.500 dengan jarak spasi antar lajur perum adalah 25 meter. Adapun batas area survei pada gambar 1, pada peta laut nomor 37 sebagai berikut :

- A. 0° 03' 30.0" S – 117° 29' 10.0" T
- B. 0° 03' 30.0" S – 117° 29' 50.0" T
- C. 0° 04' 10.0" S – 117° 29' 50.0" T
- D. 0° 04' 10.0" S – 117° 29' 10.0" T



Gambar 1. Peta Laut Indonesia (PLI) No.37 (Sumber: Pushidrosal, 2013)



Gambar 2. Peta Batimetri Lokasi Penelitian (Sumber: Pushidrosal, 2013)

2.2. Data Pasang Surut

Data hasil pengamatan pasang surut selama 30 hari diolah menggunakan metode *admiralty*, untuk mendapatkan nilai komponen-komponen harmonik pasang surut, yaitu S_2 , M_2 , K_1 , O_1 , P_1 , N_2 , M_2 , dan MS_4 . Nilai komponen pasang surut ini dikalkulasikan dan didapatkan nilai bilangan *formzahl*, untuk menentukan tipe pasang surut perairan ini. Analisa pasang surut dilakukan untuk menentukan elevasi muka air laut rencana, mengetahui tipe pasang surut yang terjadi dan meramalkan fluktuasi muka air.

Adapun penentuan tipe pasang surut menggunakan perhitungan *Formzahl* (F) dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{A(K_2) + A(O_1)}{A(M_2) + A(S_2)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- F : bilangan *formzahl*
 - O₁ : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
 - K₁ : amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
 - M₂ : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
 - S₂ : amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
- Kemudian klasifikasi tipe pasang surut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Tipe Pasang Surut

| Nilai Formzahl | Tipe Pasang Surut |
|-----------------|--|
| 0.00 < F < 0.25 | Pasang Surut Harian Ganda |
| 0.25 < F < 1.50 | Pasang Surut Campuran Condong Harian Ganda |
| 1.50 < F < 3.00 | Pasang Surut Campuran Condong Harian Tunggal |
| > 3.00 | Pasang Surut Harian Tunggal |

Sumber: Wyrтки, 1961

2.3. Pengolahan Data Angin

Data angin digunakan untuk pembangkit gelombang pada saat memodelkan arus total atau arus *longshore* yang terjadi pada wilayah penelitian. Pada pengolahan data angin data diunduh dengan format (.nc), kemudian dilakukan ekstraksi data menggunakan bantuan *software Ocean Data View*. Data angin yang sudah di ekstrak diolah kembali menggunakan *software Microsoft Excel* untuk menghitung arah dan kecepatan angin menggunakan persamaan (3.2) untuk dijadikan input pada pemodelan

arus *longshore* (Alam et al. 2023). Lalu, setelah didapat nilai-nilai yang dibutuhkan, ditampilkan dalam bentuk *windrose* menggunakan bantuan *software WRPLOT View* agar dapat terlihat arah angin dominan serta kecepatan angin.

$$V = \sqrt{(u)^2 + (v)^2} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- V : kecepatan angin dengan satuan meter per detik
- u : kecepatan angin permukaan 10 meter komponen u
- v : kecepatan angin permukaan 10 meter komponen v

2.4. Pemodelan Arus Menggunakan Flow Model

Proses pemodelan arus ini menggunakan *software MIKE 21* dengan modul *Flow Model Flexible Mesh*. Tahapan yang dilalui yaitu:

1. *Pre-processing Model*, atau proses pengolahan data mentah. Data yang digunakan pada tahap ini adalah data batimetri perairan, data garis pantai, data pasang surut dan data angin untuk memodelkan arus totalnya. Data batimetri dan garis pantai diolah menjadi format yang digunakan pada MIKE 21 (.xyz). Kemudian dilakukan pembuatan mesh segitiga tak terstruktur pada wilayah pemodelan dengan konfigurasi *arc properties* dari domain tersebut adalah kode darat (0), kode barat (2), kode utara (3) dan kode timur (4).
2. *Processing Model*, pada tahap ini dilakukan setting parameter pemodelan, input pemodelan, *time control* jangka waktu pemodelan serta *Output set-up model*. Output yang dihasilkan pada tahap ini adalah *surface elevation*, *u velocity*, *v velocity*, *current direction* dan *current speed*.
3. *Post-processing Model*, pada tahap ini dilakukan ekstraksi data pemodelan untuk

dianalisis lebih lanjut dan dilakukan verifikasi model dengan data pasang surut BIG.

2.5. Pemodelan Sand Transport

Proses pemodelan transport sedimen pada perairan menggunakan software MIKE 21 dengan modul Sand Transport FM. Tahapan yang dilalui yaitu:

1. *Pre-processing Model*, data yang digunakan pada tahap ini adalah data hasil pemodelan arus total dan ukuran butir sedimen yang ada pada wilayah penelitian. Data ukuran butir disesuaikan dengan dominansi ukuran butir yang ada.
2. *Processing Model*, pada tahap ini dilakukan setting parameter pemodelan, input pemodelan, *time control* jangka waktu pemodelan serta *Output set-up model*. Output yang dihasilkan adalah
3. *Post-processing Model*, pada tahap ini dilakukan analisis data berdasarkan hasil pemodelan yang sudah jadi.

2.6. Verifikasi Data

Verifikasi model dilakukan setelah dilakukan pemodelan arus pada wilayah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kesalahan suatu hasil pemodelan yang sudah dibuat. Pada penelitian ini, verifikasi pemodelan dilakukan menggunakan rumus RMSE (*Root Mean Square Error*) yang mana rumus ini menghitung persentase error yang terjadi antara data yang dianggap valid dan data hasil simulasi. Dalam kata lain verifikasi RMSE ini merupakan teknik evaluasi peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil simulasi atau peramalan yang sudah dibuat (Milasari, 2021). Data pasang surut pengamatan langsung (Data BIG) yang sudah dikoreksi menjadi data MSL dengan data hasil pemodelan diukur tingkat akurasi menggunakan rumus berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X_t - Y_t)^2}{n}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- \sum = Jumlah
- X_t = Data pengamatan langsung pada periode tertentu
- Y_t = Data hasil pemodelan atau simulasi pada periode tertentu
- n = Jumlah Data

2.7. Pemodelan Hidrodinamika 2 Dimensi Menggunakan Mike 21

Pada dasarnya pemodelan hidrodinamik 2 Dimensi menggunakan persamaan Navier-Stokes adalah bentuk diferensial dari hukum kedua Newton tentang pergerakan dari suatu fluida. Persamaan ini menyatakan bahwa perubahan dalam momentum partikel-partikel fluida hanya bergantung pada gaya viskos internal dan gaya viskos tekanan eksternal yang bekerja pada fluida. Dengan demikian, persamaan Navier-Stokes menjelaskan kesetimbangan gaya-gaya yang bekerja pada fluida (Welly et al. 2004). Nama persamaan ini diambil dari Claude-Louis Navier yang merupakan seorang ilmuwan Perancis dan George Gabriel Stokes seorang matematikawan Inggris yang berperan dalam pengembangannya. Secara sederhana, persamaan ini menggambarkan bagaimana kecepatan dan tekanan fluida berubah seiring waktu dan ruang, serta merepresentasikan diferensial dari hukum kedua Newton. Dalam penggunaannya, bentuk persamaan ini diimplementasikan dalam perangkat lunak MIKE 21 untuk menggambarkan pergerakan dua dimensi fluida yang memungkinkan pembuatan model numerik untuk mensimulasikan berbagai fenomena terkait air di berbagai lingkungan seperti sungai, laut, teluk, dan pantai (Ondara et al., 2021).

2.8. Mike 21 Flow Model FM

Mike 21 merupakan salah satu perangkat lunak rekayasa profesional yang berisi sistem pemodelan yang komprehensif untuk program komputer dalam 2D free-

surface flows. Software ini dapat diaplikasikan sebagai simulasi hidrolika dan fenomena terkait sungai, danau, estuari, teluk, pantai, hingga laut. Program ini dikembangkan oleh DHI Water & Environment. Modul Hidrodinamika dalam software Mike 21 ini merupakan sistem model numerik umum yang digunakan untuk permukaan dan aliran air. Modul ini dapat mensimulasikan aliran 2D maupun 3D menggunakan modul Flow Model FM. Modul FM umumnya digunakan untuk mengetahui pola dan sirkulasi arus laut (Amirullah et al. 2014). Pemodelan numerik dilakukan dengan cara membuat domain modul (unstructured mesh) lokasi penelitian. Persamaan pembangun yang digunakan pada modul ini merupakan persamaan kontinuitas dan persamaan momentum. Persamaan kekekalan massa atau kontinuitas ditulis sebagai berikut (DHI Software, 2017):

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \dots\dots\dots(4)$$

dan persamaan momentum untuk 2 komponen horizontal x dan y ditulis sebagai berikut

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{c^2 \cdot h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- $h(x, y, t)$ = kedalaman air ($\eta - d, m$)
- $d(x, y, t)$ = kedalaman air dalam berbagai waktu (m)
- $\eta(x, y, t)$ = elevasi permukaan (m)
- $p, q(x, y, t)$ = flux densities dalam arah x dan y ($m^3/s/m$) = (uh, vh); (u, v) = depth averaged velocities dalam arah x dan y
- $C(x, y)$ = Chezy resistance ($m^{1/3}/s$)

- g = kecepatan gravitasi (m/s^2)
- $V, V_x, V_y(x, y, t)$ = kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)
- $\Omega(x, y)$ = Coriolis parameter (s^{-1})
- $p_a(x, y, t)$ = tekanan atmosfer ($kg/m/s^2$)
- ρ_w = berat jenis air (kg/m^3)
- $\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$ = shear stress

2.9. Modul Sand Transport

Modul Sand Transport adalah salah satu model yang terdapat dalam modul Flow Model FM. Model tersebut merupakan aplikasi model dari angkutan sedimen dengan material dasar lempung atau pasir (Sarita et al. 2023). Sand Transport Module ini dikhususkan untuk membuat model material non-cohesive. Model ini dapat digunakan untuk menghitung transport sedimen serta perubahan dasar laut (Bed Level Change) yang terjadi pada suatu wilayah perairan berdasarkan arus yang terjadi pada wilayah tersebut, Menurut Danish Hydraulic Institute (2013), rumus transpor sedimen dasar yang digunakan pada software Mike 21 yaitu:

$$D_* = \left[(s - 1) \frac{g}{V^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

- D^* = parameter dimensi partikel
- S = relative density untuk material dasar [ps/p]
- g = percepatan gravitasi [m/s^2]
- V = koefisien viskositas kinematik [m^2/s]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Pasang Surut

Hasil pengamatan pasang surut selama 30 hari bulan Mei 2022, diketahui konstanta harmonik pasang surut yaitu:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Admiralty

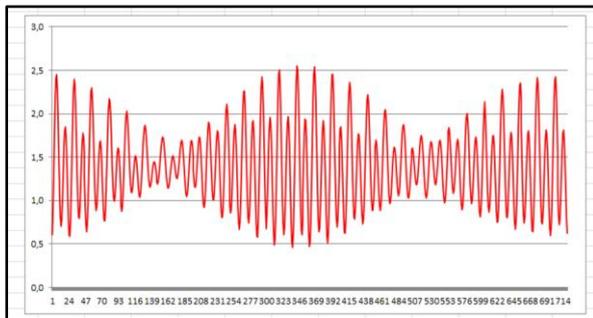
| | M ₂ | S ₂ | N ₂ | K ₂ | K ₁ | O ₁ | P ₁ | M ₄ | MS ₄ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| A | 59 | 43 | 9 | 13 | 24 | 15 | 9 | 0 | 0 |
| g ^o | 154 | 209 | 140 | 210 | 279 | 242 | 279 | 0 | 0 |

Dengan menghitung bilangan *Formzahl* dari data konstanta harmonik pasang surut pada tabel 2 tersebut diperoleh nilai $F = 0,38$, sehingga tipe pasutnya adalah Campuran Condong ke Harian Ganda (Gambar 3). Artinya dalam satu hari satu malam (24 jam) terjadi 2x pasang dan 2x surut dimana pasang pertama dan surut pertama tidak sebesar pada saat pasang atau surut keduanya.

Berdasarkan konstanta harmonik tersebut, dilakukan perhitungan kemungkinan surut terendah dengan melaksanakan perhitungan Z_0 menggunakan Metode Courtier (1938) dengan rumus untuk tipe pasut Campuran Condong Harian Ganda adalah:

$$\begin{aligned} CD (Z_0) &= AM_2 + AS_2 + AK_1 + 0,7 (AK_1 + AO_1) \sin (gM_2 - gK_1 + gO_1) \\ &= 59 + 43 = 24 + (0,7 (24+15) \sin (154-279+242) \\ &= 140 \text{ cm} \end{aligned}$$

Z_0 adalah 140 cm, dan tunggang air terbesarnya adalah 140×2 adalah 280 cm.



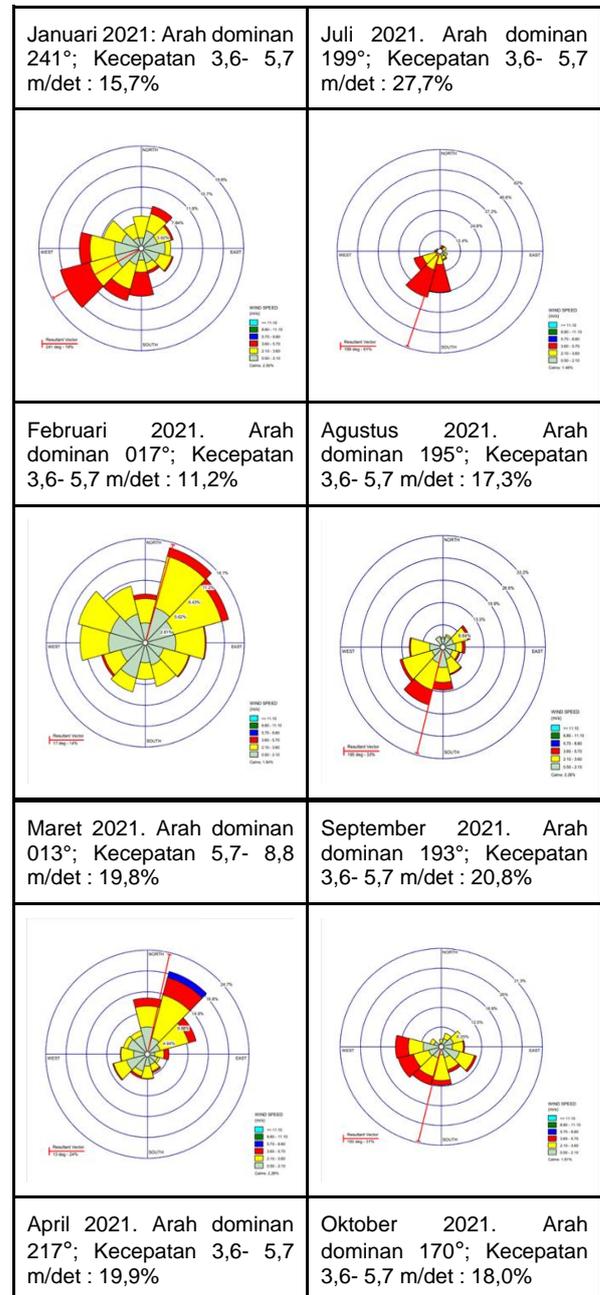
Gambar 3. Grafik Pasang Surut Lokasi Studi Pada 1 - 30 Juni 2022

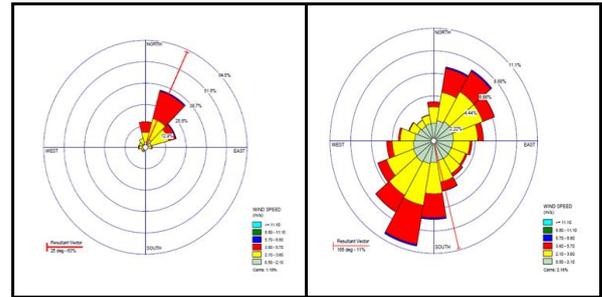
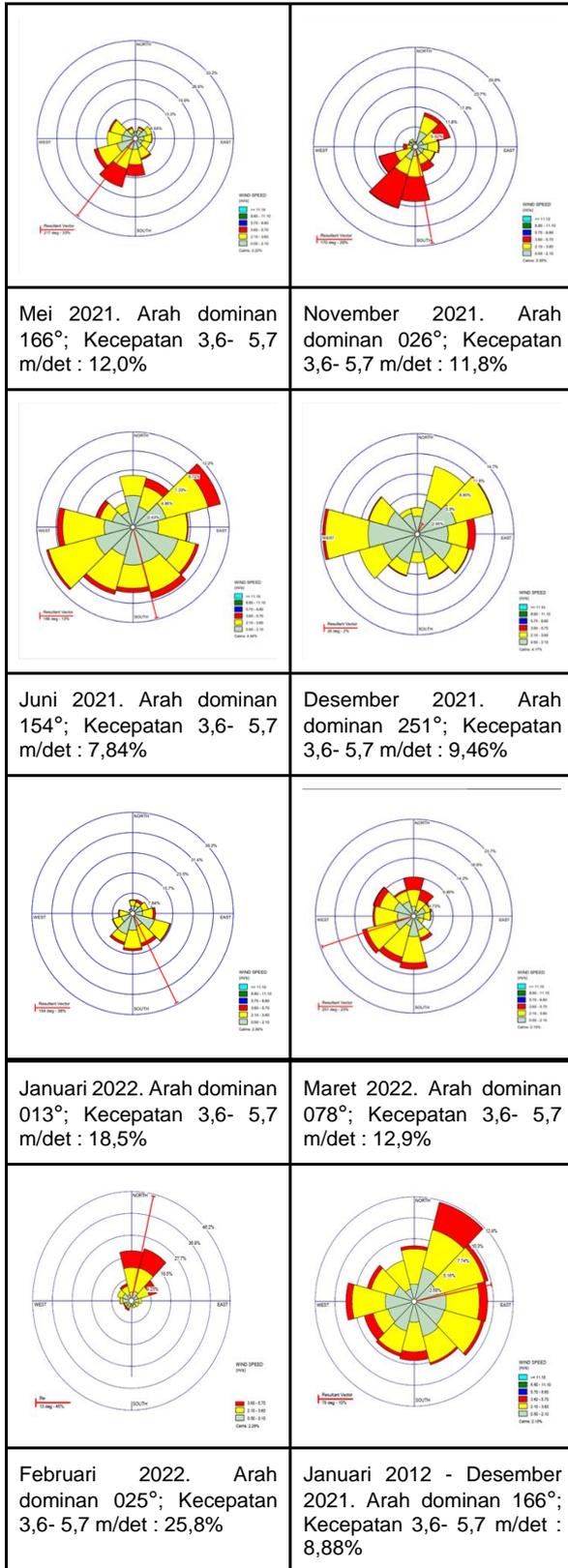
Tunggang pasang surut yang tinggi mampu menghasilkan arus pasang surut yang lebih kuat dan menyebabkan area intertidal (genangan pasang surut) yang makin luas pada wilayah pesisir yang landai.

3.2 Kondisi Angin

Pada Gambar 4, disajikan mawar arah dan kecepatan angin selama periode studi.

Data arah dan kecepatan angin digunakan untuk menghitung arus susur pantai yang disebabkan oleh gelombang yang membentuk sudut dengan pantai. Arus susur pantai adalah proses dominan yang menyebabkan terjadinya abrasi dan akresi di pantai.





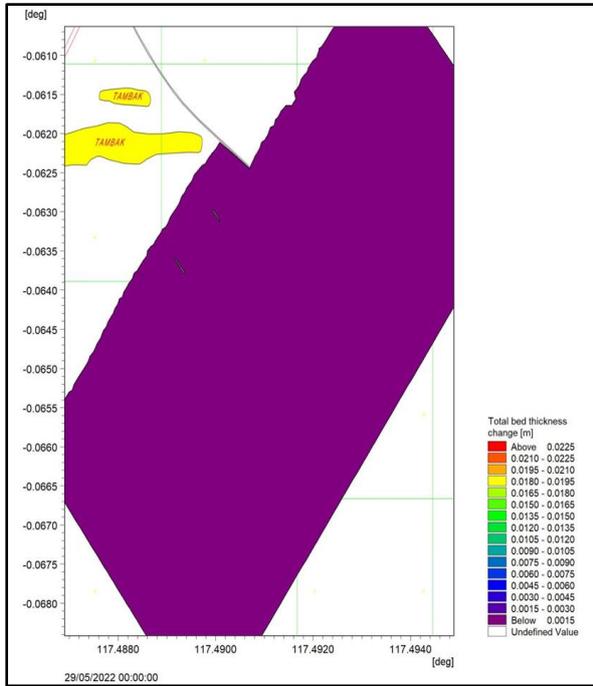
Gambar 4. Arah dan Kecepatan Angin Bulanan Lokasi Studi Periode Januari 2021-Maret 2022 dan Angin Kumulatif 10 tahunan periode 2012-2021

Tinggi gelombang laut yang dihasilkan dari angin tergantung dari lamanya angin bertiup, arah dan luas area tempat pembentukan gelombang. Semakin lama angin bertiup, arah yang konstan (menetap) dan kecepatan angin tinggi akan membangkitkan gelombang tinggi juga. Ketika gelombang dari laut lepas memasuki perairan dangkal di pinggir pantai maka tinggi gelombang akan semakin meningkat yang dipengaruhi oleh gesekan dasar perairan yang memiliki kemiringan pantai yang curam. Gelombang di pantai yang datang membentuk sudut dengan pantai maka akan membangkitkan arus susur pantai (*Longshore current*).

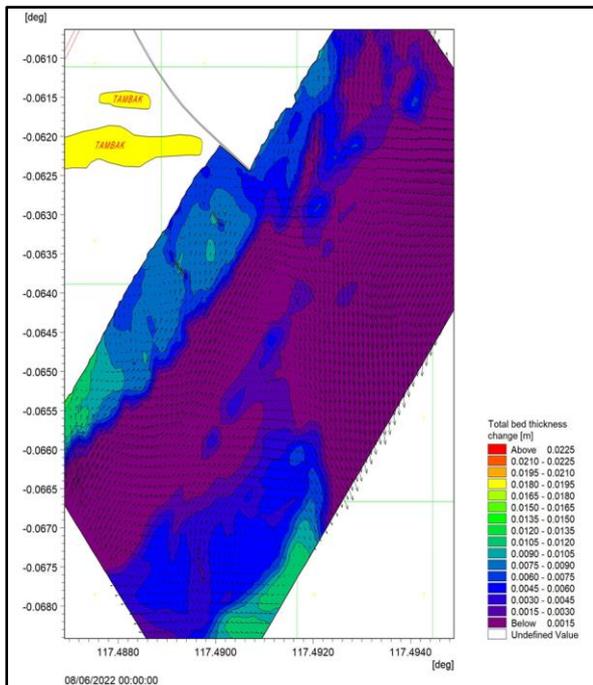
3.3 Perkiraan Ketebalan Dasar Laut Berdasarkan Model Hidrodinamika 2 Dimensi

Berdasarkan data angin selama periode 10 tahun, kemudian dihitung untuk memperkirakan besarnya arus pantai dan transportasi sedimen di pantai. Pada Gambar 10, disajikan model hidrodinamika 2 Dimensi untuk melihat proses terkikis dan menumpuknya sedimen di lokasi studi yang dinyatakan dengan *bed level thickness change*. Model ini didasarkan pada data batimetri dan data arah dan kecepatan angin kumulatif selama periode tahun 2012 sampai tahun 2021. Arus pasang surut dalam pemodelan ini tidak dihitung karena berfokus pada arus susur pantai mengingat perkiraan kedalaman wilayah penelitian maksimum

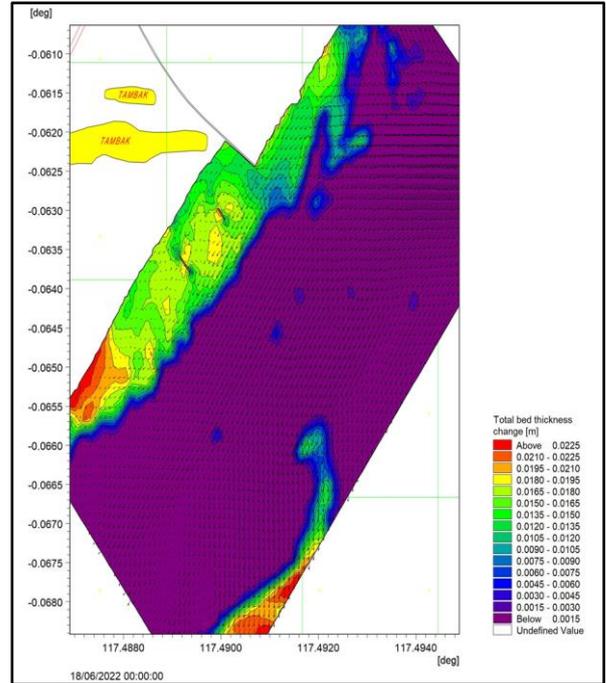
yaitu 3 meter. Data dijalankan (*running*) terhitung mulai pukul 00.00 (*Local Time*) LT, 29 Mei 2022 sampai pukul 00.00 LT, 29 Juni 2022, dengan waktu pengamatan setiap 10 hari sekali.



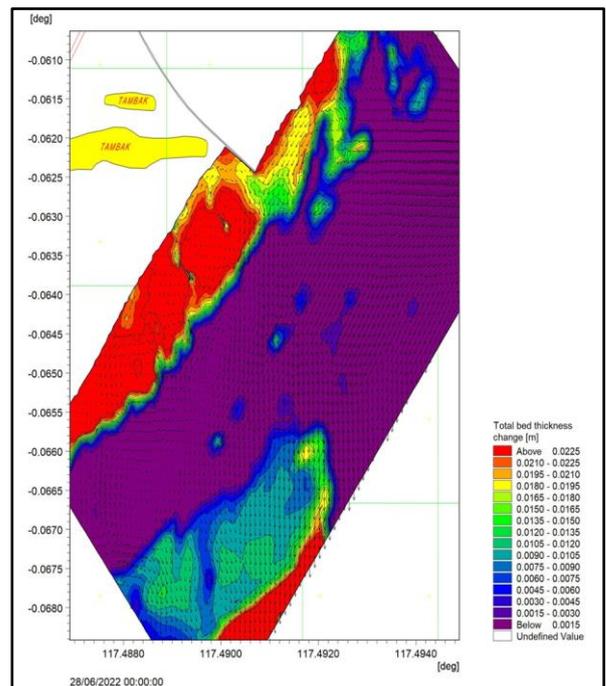
Gambar 5. Kondisi Ketebalan Dasar Laut Pada saat $t = 0$ (29 Mei 2022 Pukul 00.00) WIB



Gambar 6. Kondisi Ketebalan Dasar Laut Pada 8 Juni 2022 Pukul 00.00 WIB



Gambar 7. Kondisi Ketebalan Dasar Laut Pada 18 Juni 2022 Pukul 00.00 WIB



Gambar 8. Kondisi Ketebalan Dasar Laut Pada 28 Juni 2022 Pukul 00.00 WIB

Dalam pengamatan pada 29 Mei 2022 (Gambar 5), kondisi awal ketebalan dasar laut mencerminkan keadaan normal sebelum perubahan besar terjadi. Sepuluh hari kemudian, pada 8 Juni 2022 (Gambar 6),

perubahan yang terlihat disebabkan oleh fenomena oseanografi seperti arus laut yang kuat atau gelombang besar yang menyebabkan redistribusi sedimen. Pada 18 Juni 2022 (Gambar 7), tren perubahan ketebalan dasar laut lebih jelas terlihat, dengan kemungkinan peningkatan ketebalan akibat sedimentasi atau penurunan ketebalan akibat erosi. Pengamatan terakhir pada 28 Juni 2022 (Gambar 8) menunjukkan hasil akhir dari proses yang berlangsung selama periode pengamatan, memberikan gambaran komprehensif tentang dinamika ketebalan dasar laut selama sebulan.

3.4 Verifikasi Data

Berdasarkan verifikasi pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan rumus RMSE (*Root Mean Square Error*), diperoleh nilai RMSE yaitu 0.82. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dari kedua variable dapat dikatakan sesuai dengan dibuktikan dari nilai RMSE yang mendekati nilai 0 (nol) (Chaidir & Tuharea, 2022).

4. KESIMPULAN

Dengan melihat perubahan *bed level thickness change* pada Gambar 5 sampai Gambar 8, dapat diketahui berdasarkan hasil pemodelan bahwa telah terjadi proses sedimentasi pada area dekat pantai yang terletak di sisi kanan revetment sebagai akibat *deploy-nya geobag* dan dibangunnya 2 groin di sisi kanannya. Proses transpor sedimen ini lebih mudah terjadi karena didukung faktor-faktor seperti geometri pantainya yang membentuk sudut 30° dengan arah utara dan arah angin yang menjadi arah datangnya gelombang utama (166°), sehingga gelombang datang menciptakan arus susur pantai lebih kuat. Terdapat 2 groin yang sudah dibangun, namun groin tersebut tidak cukup berkemampuan menahan gelombang dari tenggara/selatan dan timur karena struktur geometrinya pendek dan tenggelam saat air

pasang sehingga kurang mampu melindungi pantai di belakangnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Komandan Pusat Hidro-Oseanografi TNI AL yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian di Pushidrosal. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman dan Pertamina Hulu Kalimantan Timur atas izin penggunaan data yang diberikan dalam penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amirullah, A. N., Sugianto, D. N., & Indrayanti, E. (2014). Kajian Pola Arus Laut Dengan Pendekatan Model Hidrodinamika Dua Dimensi Untuk Pengembangan Pelabuhan Kota Tegal. *Journal of Oceanography*, 3(4), 671-682.
- Anggraeni, S. A., Alfi, S., & Agus, A.D.S. (2016). Karakteristik Kecepatan Dan Arah Dominan Arus Sejajar Pantai (Longshore Current) Di Pantai Larangan Kabupaten Tegal Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 5(3) : 390-397.
- Ayuningtyas, F. I., & Cahyono, B. K. (2021). Klasifikasi Jenis dan Sebaran Sedimen Menggunakan Data Multibeam Echosounder Multi – Temporal di Alur Pelayaran Barat dan Timur Surabaya. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 4(2), 140 – 148.
- Azis, M. Furqon, (2006). Gerak Air di Laut. *Oseana*, 31(4), 9 – 21.
- Azizi, M. I., Hariyadi., & Atmodjo, W. (2017). Pengaruh Gelombang Terhadap Sebaran Sedimen Dasar Di Perairan Tanjung Kalian Kabupaten Bangka Barat. *Oseanografi*, 6(1), 165–175.
- Azmeri. (2020). *Erosi, Sedimentasi dan Pengelolaannya*. Syiah Kuala

- University Press : Banda Aceh. 115hlm.
- Budiwicaksono, A. E., Petrus. S., & Franto. N. (2013). Pemodelan Pola Arus Pada Tiga Kondisi Musim Berbeda Sebagai Jalur Pelayaran Perairan Teluk Lampung Menggunakan Software DELFT3D. *Jurnal Oseanografi*, 2(3), 280-292.
- Danish Hydraulic Institute. (2013). MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM Hydrodynamic Module Short Description. Horsholm : Denmark. 14hlm.
- Effendi, R., Gentur, H., & Heryoso, S. (2017). Peramalan Pasang Surut di Sekitar Perairan Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Banyutowo, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Oseanografi*, 11(1), 221-227.
- Erlangga., Husaen, Y., Andika, Y., Imamshadiqin., & Imanullah. (2022). Analisis Parameter Oseanografi Untuk Kesesuaian Wisata Pantai Bangka Jaya Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara. *Acta Aquatica*, 9(3), 185 – 192.
- Gemilang, W. A., Wisha, U. J., & Kusumah, G. (2017). Distribusi Sedimen Dasar Sebagai Identifikasi Erosi Pantai di Kecamatan Brebes Menggunakan Analisis Granulometri. *Jurnal Kelautan*, 10(1), 54 – 66.
- Hadi, S., & Radjawane, I. (2009). Arus Laut. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Hardiyanti, M., Apriani, F., Zulfiani, D., & Publik, A. (2022). Penanggulangan Abrasi Pantai Biru Kersik Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara Dalam Perspektif Collaborative Governance. *EJournal Administrasi Publik*, 10(1), 5953–5964.
- Hidayat, J. J., Yusuf, M., & Indrayanti, E. (2013). Dinamika Penjalaran Gelombang Menggunakan Model Cms-Wave Di Pulau Parang Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Oseanografi*, 2(3), 255–264.
- Hutabarat. S., & Evans, S. M. (1986). *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kurniawan, A., Suyatna, I., & Suryana, I. (2019). Dinamika Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Temporal Di Pantai Biru Kersik Kecamatan Marang Kayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Aquarine*, 6(1).
- Masrukhin, M. A. A., Sugianto, D. N., & Satriadi, A. (2014). Studi batimetri dan morfologi dasar laut dalam penentuan jalur peletakan pipa bawah laut (Perairan Larangan-Maribaya, Kabupaten Tegal). *Jurnal Oseanografi*, 3(1), 94-104.
- Melisa, W., Hariyadi., Widada, S., Indrayanti, E, Sugianto, D. N., Ismunarti, D. H., dan Yusuf, M. (2020). Studi pengaruh Longshore Current Terhadap Abrasi di Pantai Moro, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(4), 324-333.
- Nurjannah., Zaini, M., Aprilia, D., Apriliyano, V., Saputra, D., Jemminastiar, R., Mustafa, K., Rahayu, E., Nazar N., Arisma, A., Fadillah, N., & Ananta, R. (2023). Prmanfaatan Geobag Pagar (Pemecah Gelombang Ambang Rendah) untuk Pengamanan Pantai dari Bahaya Abrasi Desa Kersik Kecamatan Marang Kayu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 5(3), 27222-2934.
- Nurjaya, I. W. (1991). Penuntun Praktikum Dasar – dasar Oseanografi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ondara, K., U. J. Wisha dan S. M. Panjaitan. (2021). Particle Tracking Model Approach for Analyzing Crude Oil Spill (Palm Fatty Acid Distillate) in Bayur Bay Based on Navier Stokes Discrete. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 67 – 74.

- Permadi, L. C., Elis. P., & Baskoro. R. (2015). Studi Arus pada Perairan Laut di Sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*, 4(2), 516-52343.
- Prihantono J., & Fajrianto, I. A. (2018). Pemodelan hidrodinamika dan transpor sedimen di perairan pesisir sekitar Tanjung Pontang, Kabupaten Serang - Banten. *Jurnal Kelautan Nasional*, 13(2), 75-88.
- Purba, R. F., Hariadi., & Sugeng, W. (2017). Kajian Batimetri dan Morfologi Dasar Perairan Dabo Singkep, Kepulauan Riau. *Jurnal Oseanografi*, 6(4), 659-665.
- Putra, H., Prasetyo, L. B., & Santoso, N. (2016). Monitoring of Coastline Changes Using Satellite Imagery in Muara Gembong, Bekasi. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 6(2), 178–186. <https://doi.org/10.1908>.
- Rahmawan, G. A., Wisna., U. J., Gemilang, W. A. Ilham., & Husrin, S. (2020). Prediksi Akumulasi Sedimen Berdasarkan Survei Batimetri dan Hidrodinamika di Pesisir Teluk Mndeh, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. *Jurnal Kelautan Tropis.*, 23(1), 105 – 116.
- Sari, D. K., & Fahrezy, S. (2023). Pengaruh Angin Terhadap Karakteristik Gelombang Laut Di Pulau Saugi Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan. *Indonesian Journal of Geography*, 1(1), 11–99.
- Sarita, R., M. P. Suhana dan H. Wirayuhanto. (2023). Pemodelan Pola Transport Sedimen di Perairan Desa Berakit dan Pengudang Kabupaten Bintan. *Journal of Science and Technology.*, 16(1), 74 – 83.
- Satriadi, A. (2012). Studi Batimetri dan Jenis Sedimen Dasar Laut di Perairan Marina, Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(2), 53-62.
- Setiawan, A. (2022). Peran POKDARWIS dalam Pengembangan Destinasi Wisata Pantai Biru Kersik Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Administrasi Bisnis FISIPOL UNMUL*, 10(3), 263–272.
- Setyandito., & Triyanto. (2007). Analisa Erosi dan Perubahan Garis Pantai Pada Pantai Pasir Buatan dan Sekitarnya di Takisung, Kalimantan Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(3), 224-335.
- Surinati, D. (2007). Pasang Surut dan Energinya. *Oseana*, 32(1), 15 – 22.
- Syarifudin, A., D. Febriansyah., & Destania. H. R. (2018). Pola Sebaran Erosi dan Sedimentasi Sungai Sekanak. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 1 – 5.
- Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. IPB Press. Bandung.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offite, Yogyakarta.
- Walsh, J. E. (1974). Sea Breeze Theory and Application. *Journal of Atmospheric Science*, 31.
- Waskita, R. S. A., Wijayanti, H. D. K., & Rizqi, A. H. F. (2020). Studi Provenance dan Analisis Granulometri Endapan Pasir di Daerah Tambakromo, Ponjong, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *GEODA*, 1(1), 35 – 49.
- Welty, J. R. (2004). *Dasar-Dasar Transport Edisi Keempat Volume 1 Transfer Momentum (Terjemahan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga