

Pemodelan Pola Transport Sedimen di Perairan Desa Berakit dan Pengudang Kabupaten Bintan

Rahma Sarita¹, Mario Putra Suhana¹, Harish Wirayuhanto^{1*}

¹Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji
Jl. Politeknik Senggarang Tanjung Pinang 29100 Kepulauan Riau

*hwirayuhanto@umrah.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v16i1.18386>

Abstrak

Proses sedimentasi dan erosi dapat dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi. Faktor tersebut diantaranya, gelombang, arus, dan pasang surut karena berinteraksi langsung dengan kawasan pesisir/pantai. Terkait dengan masalah-masalah tersebut, maka sedimentasi dan erosi merupakan salah satu hal yang perlu untuk dikaji. Salah satu cara yang digunakan dalam menyediakan informasi tentang tersebut yang banyak digunakan adalah menggunakan model hidrodinamika. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa pentingnya melakukan penelitian untuk mengetahui properti sedimen seperti tipe dan jenis sedimen dengan pemodelan tranpor sedimen di Desa Berakit dan Desa Pengudang. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pemodelan hidrodinamika *Software* MIKE21 selama satu bulan pada Juni 2021 memakai pemodelan hidrodinamika, modul *Flow Model FM Sand Transport*. Transport sedimen yang diamati merupakan sedimen dasar atau *bed load*. Hasil penelitian ditampilkan dalam 4 kondisi yaitu menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut dan surut terendah. Transport sedimen pada saat menuju pasang dengan erosi sebesar -0,10 dan sedimentasi sebesar 0,25 m/hari dan pada saat pasang tertinggi menunjukkan nilai erosi -0,24 dan sedimentasi 0,32 m/hari. Transportt sedimen menuju surut dengan erosi sebesar -0,15 dan sedimentasi 0,20 m/hari dan pada surut terendah erosi terjadi dengan nilai -0,36 dan sedimentasi sebesar 0,20 m/hari.

Kata Kunci : *bed load*, Mike21, properti sedimen, transport sedimen, *sand transport*

Abstract

Sedimentation and erosion processes can be influenced by hydro-oceanographic factors. These factors include waves, currents, and tides because they interact directly with the coastal/coastal area. Related to these problems, sedimentation and erosion is one thing that needs to be studied. One way that is used in providing information about these that is widely used is to use a hydrodynamic model. Based on this, it can be seen that it is important to conduct research to determine sediment properties such as the type and type of sediment with sediment transport modeling in Berakit and Pengudang villages. This research was carried out using the MIKE21 Software hydrodynamic modeling for one month in June 2021 using hydrodynamic modeling, the Flow Model FM Sand Transport module. Sediment transport observed is bottom sediment or bed load. The research results are shown in 4 conditions, namely towards high tide, highest tide, towards low tide and lowest tide. Sediment transport at high tide with erosion of -0.10 and sedimentation of 0.25 m/day and at the highest tide shows an erosion value of -0.24 and sedimentation of 0.32 m/day. Sediment transport towards low tide with erosion of -0.15 and sedimentation of 0.20 m/day and at the lowest ebb erosion occurs with a value of -0.36 and sedimentation of 0.20 m/day.

Keywords : *bed load*, Mike21, sediment properties, sediment transportt, *sand transport*

PENDAHULUAN

Kabupaten Bintan bagian dari salah satu Kepulauan Riau dengan wilayahnya sebagian besar memiliki wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (DKP Kabupaten Bintan, 2014). Wilayah Kabupaten Bintan terkenal dengan potensi sumberdaya yang tinggi, salah satu wilayah yg terkenal yaitu Teluk Sebong. Teluk Sebong terkenal sebagai daerah wisata bahari, hal ini dikarenakan wilayah ini terkenal dengan pasir putih dan pantai berbatu

yang menarik diantaranya Pantai Berakit, Pantai Pengudang, kedua wilayah ini saling berdekatan dan berada di wilayah Utara Bintan (Dedy *et al.*, 2019).

Pantai merupakan wilayah pesisir yang dinamis dengan interaksinya dengan lingkungan. Interaksi ini dapat dipengaruhi oleh manusia maupun respon dari proses alam. Proses-proses yang mempengaruhi pantai itu sendiri salah satunya adalah hidro-oseanografi. Faktor tersebut diantaranya, gelombang, arus, dan pasang surut (Siregar *et al.*, 2014). Menurut Dyer (1986) faktor yang dominan dalam proses erosi dan sedimentasi adalah gelombang, arus dan pasang surut karena

Article History:

Received: January 14th, 2023; **Accepted:** April 5th, 2023

Cite this as:

Sarita, R., Suhana, M.P., Wiratuhanto, H. (2023). *Pemodelan pola transportt sedimen di perairan desa Berakit dan Pengudang kabupaten Bintan*. *Rekayasa*. Vol 16(3) 74-83.

berinteraksi langsung dengan kawasan pesisir/pantai. Pada penelitian Prihantono *et al* (2018) mengatakan proses abrasi disekitar pantai yang berkaitan dengan arus sejajar pantai (*longshore current*) yang menyebabkan terjadinya kekeruhan. Proses dari sedimentasi dipesisir ini sangat dipengaruhi oleh variable-variabel sekitar pantai, baik dari daratan itu sendiri maupun lautan (Naufalina *et al.*, 2022).

Sedimen diartikan secara umum adalah tanah atau partikel-partikel tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam perairan melalui proses hidrodinamika (Sembiring, 2014). Selain itu sedimen merupakan produk disintegrasi atau perpecahan dan dekomposisi dari batuan yang mana perpecahan batuan ini dapat memiliki karakteristik butiran mineral yang menggambarkan properti sedimen (ukuran, bentuk, berat volume, berat jenis, dan kecepatan jatuh/endap) (Ponce, 1989 dalam Hambali, 2016). Proses sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang ditranpor melalui sumber aliran air dan menuju ke perairan (Usman, 2014).

Proses sedimentasi dan erosi dapat dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi, faktor tersebut diantaranya, gelombang, arus, dan pasang surut (Siregar *et al.*, 2014). Menurut Dyer (1986) faktor yang dominan dalam proses erosi dan sedimentasi adalah gelombang, arus dan pasang surut karena berinteraksi langsung dengan kawasan pesisir/pantai. Menurut Triatmodjo (1999), pembangkitan gelombang dapat dipengaruhi oleh pergerakan angin di permukaan laut dengan kecepatan yang beragam. Energi gelombang tersebut akan membangkitkan arus dan memengaruhi pergerakan sedimen dalam arah tegak lurus pantai (*cross-shore*) dan sejajar pantai (*longshore*) (Hasriyanti., 2015; Hidayah *et al.*, 2021). Pasang surut memiliki pengaruh dalam pengangkutan sedimen di perairan karena pasang surut dapat membangkitkan arus yang merupakan pergerakan massa air dan membawa material sedimen tersuspensi (Wibowo *et al.*, 2016). Arus laut memiliki peran dalam perpindahan sedimen karena sedimen erat kaitannya dengan pengangkutan (*transport*) dan pengendapan (*sedimentation*). Arus merupakan media transport sedimen dalam proses pengangkutan terjadi, ketika sedimen tersuspensi ke kolom perairan

kemudian menyebar ke wilayah laut yang lebih luas (Arianto *et al.*, 2016).

Informasi mengenai sedimen akan bermanfaat untuk kegiatan di daerah penelitian. Salah satu cara yang digunakan dalam menyediakan informasi tentang permasalahan sedimentasi yang banyak digunakan adalah memanfaatkan pemodelan hidrodinamika. Pendekatan pemodelan merupakan metode yang baik dalam mengintrepretasikan proses-proses yang terjadi di perairan pesisir (Noya *et al.*, 2016).

Pentingnya informasi mengenai kondisi suatu perairan untuk mengurangi dampak negatif di masa depan dan untuk pengembangan wilayah pesisir, maka permodelan merupakan salah satu cara alternatif untuk melihat mengenai sedimentasi di perairan yang dimasa sekarang maupun prediksi dimasa yang akan datang (Sarmada *et al.*, 2018). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui properti sedimen seperti tipe dan jenis sedimen dengan permodelan tranpor sedimen.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan pemodelan hidrodinamika dengan *Software* MIKE21 selama 1 bulan yaitu bulan Juni 2021, Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data sedimen di desa Berakit dan Pengudang, kemudian dilakukan analisis sedimen di Laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, batimetri, pasang surut dan angin.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi/Kegunaan
1	GPS	Merekam koordinat lokasi di lapangan
2	Ekman Grab	Mengambil sampel sedimen yang diperairan
3	Paralon	Mengambil sampel sedimen yang dipinggir pantai
4	Ayakan	Mengayak Sampel Sedimen
5	Kantong Plastik	Tempat sampel Sedimen
6	Kertas Label	Label sampel
7	Aluminium Foil	Wadah Sampel kering Sedimen
8	Timbangan	Menimbang berat sampel sedimen kering Membuat Peta
9	ArcMap	Pembuatan model Transport Sedimen
10	MIKE21	Data untuk pengolahan
11	Citra BATNAS BIG	Batimetri

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan studi literatur mengenai transport sedimen untuk menjadi bahan acuan penelitian. Studi literatur mencakup transport sedimen menggunakan pemodelan hidrodinamika, modul *Flow Model FM Sand Transport* untuk mengetahui pola transport sedimen di daerah yang diteliti. Transport sedimen yang diamati merupakan sedimen dasar atau *bed load*. Selanjutnya pengambilan data lapangan yaitu sedimen dengan Penentuan lokasi sampling sedimen menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan lokasi lapangan.

Data-data yang digunakan yaitu data bathimetri dari BATNAS BIG dengan skala 1:50.000. Data angin yang akan digunakan dari Copernicus serta data pasang surut yang diperoleh dari prediksi menggunakan MIKE 21. Pengambilan sampel sedimen dilakukan secara langsung menggunakan Ekman Grab dan Paralon. Sampel sedimen yang didapat kemudia dikeringkan setelah melauai pengeringan maka sampel dilakukan pengayakan. Setelah data didapatkan pengolahan pemodelan menggunakan MIKE 21 yang dimulai dengan membuat mash generator dari domain yang akan dibuat, *Modul Sand*

Transport (ST) modul yang digunakan untuk perhitungan transport sedimen dan perubahan *bed level* (*Bed Level Change*) pada angkutan sedimen non-koheusif menggunakan pendekatan arus dan gelombang kemudian melakukan *running model*, jika *running model* tidak berhasil maka dilakukan pengulangan pada tahap *setup model*.

Tabel 2. Setup Model

Parameter	Data Masukan
Time of simulation	Number of time step = 720 Time step interval = 3.600 seconds Simulation start date = 6/01/2021 12.00 AM Simulation end date = 6/30/2021 11.00 PM
Mesh boundary	Bathymetry
Flood and dry	Drying depth = 0.005 m Flooding depth = 0.05 Wetting depth = 0.1 m
Boundary condition	Type = Specified level Format = Varying in time, constant along boundary

Analisis Data

Arah dan Kecepatan Angin

Koreksi data arah dan kecepatan angin menggunakan beberapa persamaan berikut mengacu pada (Adji et al., 2020; Suhana et al., 2021) Koreksi kecepatan angin terdiri dari beberapa tahapan yaitu koreksi ketinggian, koreksi durasi, koreksi stabilitas, koreksi efek lokasi dan konversi *wind stress factor*.

Pasang Surut

Data pasang surut pada penelitian dianalisis menggunakan metode *Least Square* merupakan metode analisis harmonik yang menguraikan gelombang pasang surut menjadi beberapa komponen harmonik pasang surut dimana ketinggian muka air yang disebabkan oleh gelombang pasang surut merupakan hasil penjumlahan dari komponen-komponen gaya pembangkit pasang surut. Perhitungan nilai bilangan formzahl (F) menggunakan persamaan berikut:

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

Dimana:

F : Bilangan Formzahl (F)

- K1 : Komponen pasang surut diurnal akibat gaya tarik matahari dan bulan
- O1 : Komponen pasang surut diurnal akibat gaya tarik bulan
- M2 : Komponen pasang surut semi diurnal akibat gaya tarik bulan
- S2 : Komponen pasang surut semi diurnal akibat gaya tarik matahari

- $\Omega(x,y)$ = Parameter Coriolis tergantung lintang (s^{-1})
- $p_a(x,y,t)$ = Tekanan atmosfer ($kg/m^2/s^2$)
- ρ_w = Densitas air (kg/m^3)

Sedimen

Hasil dari metode pengayakan dan analisis saringan menggunakan persamaan (Das, 2012).

$$F = \frac{\sum M - (M_1 + M_2 + \dots + M_i)}{\sum M} \times 100$$

Dimana:

- F : Presentase Sedimen [g]
- $\sum M$: Total Massa Sedimen [g]
- $\sum M - (M_1 + M_2 + \dots + M_i)$: Massa yang melewati saringan [g]

Arus

Model hidrodinamika akan dibuat menggunakan MIKE 21 dengan Modul Flow untuk mengetahui pola pergerakan arus berdasarkan data yang digunakan (Suharyo & Adrianto, 2018). Adapun persamaan model yang digunakan dalam penelitian ini ada sebagai berikut (DHI, 2013).

Persamaan Kontinuitas:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t}$$

Momentum massa pada sumbu x :

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

Momentum massa pada sumbu y :

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

Dimana:

- $h(x,y,t)$ = kedalaman ($=\zeta-d$ m)
- $d(x,y,t)$ = Variasi kedalaman terhadap waktu [m]
- $\zeta(x,y,t)$ = Elevasi muka air [m]
- $p,q(x,y,t)$ = Kepadatan fluks pada arah x dan y ($m^3/s/m$)= $(uh \ vh)$; (u,v) = pada kedalaman dan kecepatan rata-rata di arah x dan y
- $C(x,y)$ = Hambatan Chezy ($m^{1/2}/s$)
- g = Percepatan gravitasi $2((m/s^2)$
- $f(V)$ = Faktor gesekan angin
- $V_x, V_y(x,y,t)$ = Komponen kecepatan angin di arah x dan y (m/s)

Transport Sedimen

Rumus transportt sedimen dasar software MIKE 21 yaitu (Van Rijn, 1984):

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

Dimana:

- D_* : Parameter dimensi partikel
- S : *Relative density* untuk material dasar [ρ_s/ρ]
- g : Percepatan gravitasi [m^2/s]
- ν : Koefisienvis kositas kinematic [m^3/s]

Validasi Model

Validasi dilakukan dengan menggunakan nilai hasil model dan data arus yang didapat melalui *Marine Copernicus*. Validasi data menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) yang menunjukkan tingkat kesalahan suatu data dalam persentase nilai. Root Mean Square Error (RMSE) merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat. Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}}$$

Dimana

- A_t : Hasil pengukuran di lapangan
- F_t : Hasil pemodelan
- N : Jumlah data

HASIL PEMBAHASAN

Tipe dan Pola Pasang Surut

Pasang surut yang terjadi didaerah penelitian menunjukkan pasang surut dengan tipe condong harian ganda (*mixed predominantly semi diurnal tide*). Tipe ini diperoleh berdasarkan perhitungan nilai formzahl (F) pada lokasi penelitian sekitar 0,82 (Tabel 3). Hal tersebut mengacu pada Supriyadi *et al.*, (2018) bahwasannya tipe pasang surut diklasifikasikan menjadi empat tipe yaitu tipe pasang surut ganda apabila ($F \leq 0,25$), tipe campuran condong harian ganda ($0,25 \leq F \leq 1,25$), tipe campuran condong harian tunggal ($1,50 \leq F \leq 3,00$) dan tipe tunggal ($F > 3,00$).

Tabel 3. Hasil Analisa Pasang Surut

	M2	S2	N2	K1	O1	K2	P1
Amplitudo (m)	0,5	0,17	0,1	0,27	0,29	0,04	0,09
Fase (°)	87	110	55	329	276	110	329
Formzahl (F)	0,82						

Properti Sedimen

Analisis saringan sampel sedimen yang digunakan menggunakan standar ASTM (*American Society for Testing and Materials*) untuk ukuran diameter D50 (Mregawati et al., 2017). Menurut Van Rijn (1984) untuk diameter butiran memiliki range antara 0,2 – 2 mm. Mregawati et al. (2017) mengatakan bahwa klasifikasi ukuran butiran sedimen berasal dari *The Subcommittee on Sediment Terminology AGU (American Geophysical Union)*. Nilai hasil persentase komposisi sebaran butiran sedimen penyusun perairan Desa Pengudang dan Berakit dapat dilihat pada Tabel 2 dimana dari kedua belas titik di dominasi pasir.

Tabel 4. Properti Sedimen

Kode	Nilai Jenis Sedimen			D_{50} [mm]	Jenis Sedimen
	Kerikil	Pasir	Lumpur		
Be 1.1	12,3%	87,1%	0,6%	0,67	Pasir Kasar
Be 1.2	10,9%	83,9%	5,2%	0,45	Pasir Sedang
Be 2.1	11,2%	88,7%	0,1%	0,70	Pasir Kasar
Be 2.2	4,7%	87,0%	8,3%	0,37	Pasir Sangat Halus
Be 3	4,6%	95,3%	0,1%	0,49	Pasir Sedang
Pe 1.1	7,1%	92,7%	0,2%	0,65	Pasir Kasar
Pe 1.2	10,3%	89,5%	0,1%	0,75	Pasir Kasar
Pe 2.1	1,5%	98,3%	0,3%	0,40	Pasir Sedang
Pe 2.2	0,2%	98,5%	1,3%	0,34	Pasir Sedang
Pe 3.1	0,6%	98,7%	0,7%	0,54	Pasir Kasar
Pe 3.2	0,6%	65,8%	33,7%	0,11	Pasir Sangat Halus
Pe 4	19,6%	80,4%	0%	0,88	Pasir Kasar

Catatan : Be = Berakit; Pe = Pengudang

Tipe-tipe sedimen pada masing-masing lokasi secara spesifik terbagi menjadi pasir berkerikil (*gravelly sand*), pasir sedikit berkerikil (*slightly gravelly sand*) dan pasir berlumpur sedikit kerikil (*slightly gravelly muddy sand*). Properti sedimen di wilayah Desa Berakit dan Pengudang menunjukkan sebagian besar merupakan jenis pasir berkerikil (Tabel 4). Tipe sedimen pasir berkerikil (*gravelly*

sand) dan pasir sedikit berkerikil (*slightly gravelly sand*) terdapat pada stasiun Berakit dan stasiun Pengudang. Sedangkan, tipe sedimen pasir berlumpur sedikit kerikil (*slightly gravelly muddy sand*) hanya ditemukan pada stasiun Pengudang. Sebaran sedimen pada perairan Pengudang dan Berakit yang didominasi oleh pasir kasar, sedang, dan sangat halus.

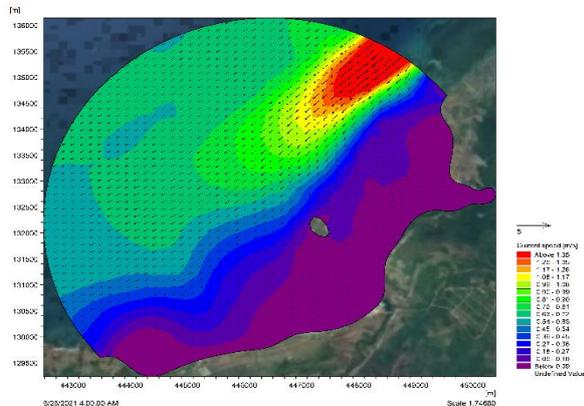
Desa Berakit dan Pengudang memiliki lokasi yang berhadapan langsung dengan laut lepas sehingga dapat di pengaruhi oleh arus yang membuat perbedaan pada komposisi fraksi dari sedimen dasar. Idham (2014) mengatakan bahwa semakin kuat arus bergerak maka semakin besar pula fraksi atau butiran akan menyebar. Perbedaan ukuran sedimen memiliki hubungan dengan asal sedimen, sedimen berasal dari laut kemudian mengalami transportasi sebelum akhirnya terendap ke suatu perairan. Rifardi et al. (2015 & 2018) mengatakan bahwa arus yang lebih kuat menyebabkan fraksi sedimen berukuran kasar lebih cepat mengendap disuatu perairan karena arus berperan dalam membawa sedimen tersuspensi maupun sedimen dasar (Hutabarat dan Evans, 1985).

Arus

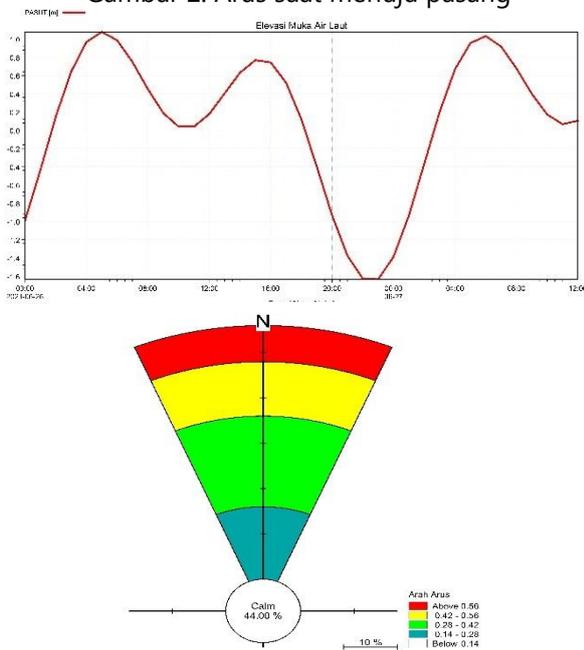
Nilai arus hasil model di tampilkan dalam 4 kondisi yaitu, saat menuju pasang, saat pasang tertinggi, menuju surut, dan menuju surut terendah. Pada dasarnya arus laut dapat dikategorikan dalam beberapa jenis berdasarkan gaya penggerakannya, salah satunya yaitu arus pasang surut (Indrayanti et al., 2021). Nilia kecepatan arus pasang surut maksimum dan minimum sangat dipengaruhi oleh perbedaan tinggi elevasi saat air tinggi atau air rendah (Purbandono & Djunarsah, 2005; Mandang & Yanagi, 2008; Siagian et al., 2019). Validasi kecepatan arus berupa komponen U dan V dengan simulasi model, hasil validasi menunjukkan nilai sebesar 0,66 atau 66%, kategori dapat dikatakan baik, hal ini karena besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi akan semakin akurat (Mahyudin et al., 2014).

Arus saat menuju pasang, bergerak dari arah utara bergerak menyusuri pantai karena muka air laut akan memenuhi pantai (Gambar 2). Pergerakan arus terlihat mengisi darah pantai dengan vector yang lemah. Kecepatan arus saat menuju pasang bernilai 0,03 – 2,25 m/s. Nilai elevasi muka air laut

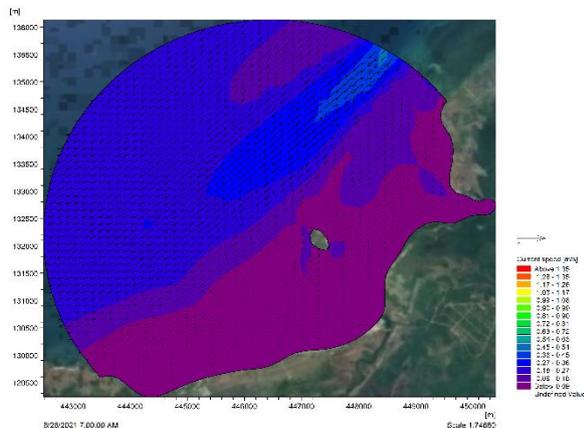
saat menuju pasang dengan tinggi 0,64 m pada tanggal 26/6/2021 pada jam 04.00 WIB dan kondisi pasang terjadi pada tanggal 26/6/2021 pada jam 05.00 WIB dengan tinggi elevasi muka air laut 1,07 m (Gambar 3).



Gambar 2. Arus saat menuju pasang

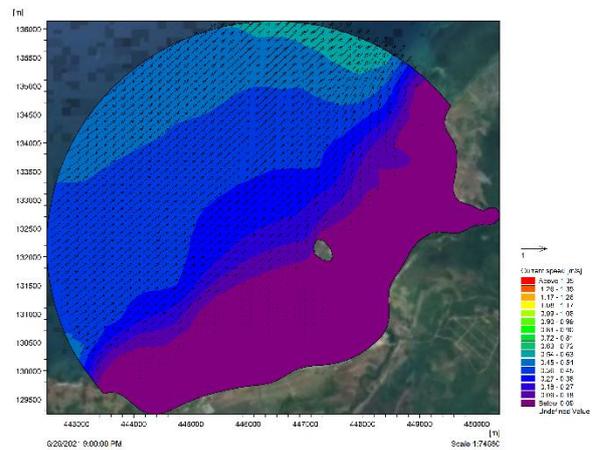


Gambar 3. Nilai Elevasi Muka air & Arah Arus

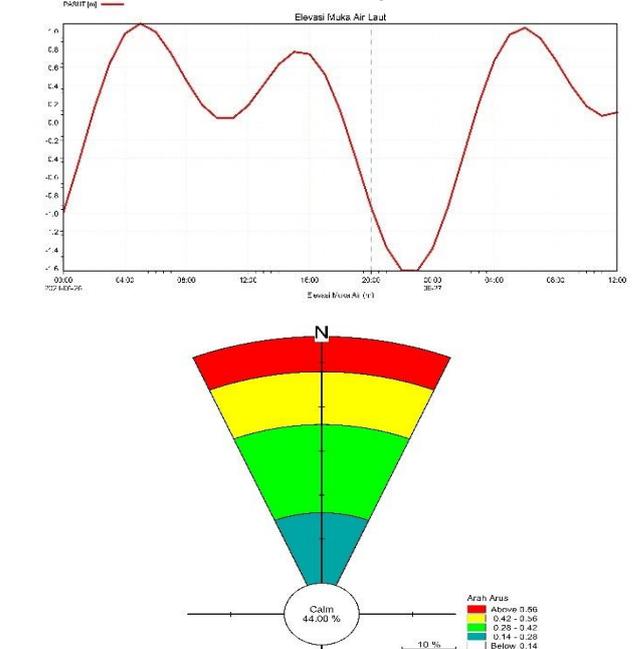


Gambar 4. Arus saat Pasang tertinggi

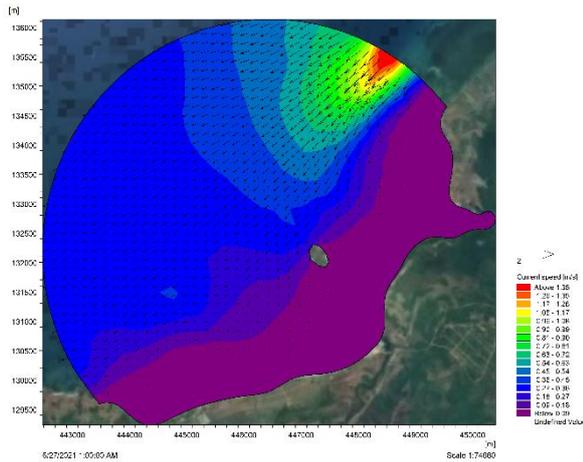
Pada saat pasang arus bergerak dari arah utara menuju barat daya dengan kecepatan 0,04 – 0,44 m/s (Gambar 4). Pada saat pasang tertinggi arus disekitar pantai melemah hal ini pergerakan massa air yang mana pada saat elevasi muka air laut meningkat sehingga air laut akan menuju ke elevasi yang lebih rendah dan air laut mendominasi ke wilayah pantai (Wisha *et al.* 2015). Arus saat menuju surut dapat dilihat vector bergerak menjauhi pantai. Pergerakan arus menjauhi pantai ini terjadi dimana elevasi muka air laut yang menurun pada saat surut. Kecepatan arus saat menuju surut berkisar 0,02 – 0,24 m/s (Gambar 5). Nilai elevasi muka air laut saat menuju pasang terjadi pada tanggal 26/6/2021 jam 22.00 WIB dengan ketinggian -1,61 m dan surut terendah pada tanggal 26/6/2021 di jam 23.00 WIB dengan ketinggian -1,64 m (Gambar 6).



Gambar 5. Arus Menuju Surut



Gambar 6. Elevasi Muka Air Laut & Arah Arus

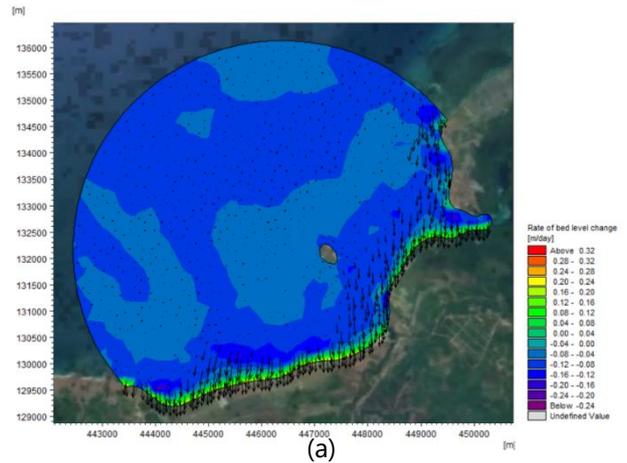


Gambar 7. Arus Saat Surut Terendah

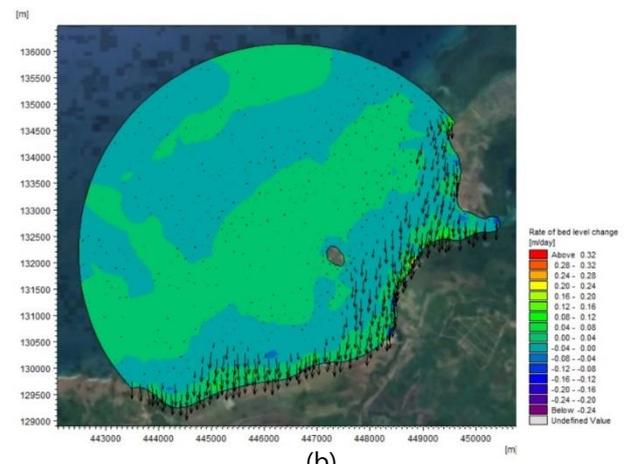
Pada saat surut terendah memiliki kecepatan 0,01 – 1,4 m/s. Pada saat surut vector disekitar pantai melemah hal ini menandakan bahwa bahwa tidak ada pergerakan arus disekitar pantai. Pada saat surut muka air laut yang menjauhi pantai membuat arus disekitar pantai tidak bergerak. Pada saat menuju surut vector arus berlawanan arah dengan vektor saat surut terendah dengan pola arus dari utara menuju barat daya kemudia berbelok saat surut dari barat daya ke utara atau menjauhi pantai. Arus pada setiap kondisi memiliki perbedaan arah hal ini disebabkan arus yang dipengaruhi pasang surut akan mengalami pembelokan arah atau perubahan arah setelah arus pasang surut mencapai minimum dan maksimum (Permadi *et al.*, 2015). Pergerakan pada saat terjadi surut, permukaan air laut lebih rendah dari permukaan laut rata-rata, sehingga arus mengalir menjauhi pantai dan sebaliknya pada saat pasang, arus mengalir mendekati pantai (Tarhadi *et al.*, 2014).

Transport Sedimen

Hasil simulasi di desa Berakit dan Pengudang selama 1 (satu) bulan (01 Juni 2021 – 01 Juli 2021) menunjukkan pergerakan sedimen pada *rate bed level change*, hasil simulasi model di tunjukkan dengan keadaan pada saat pasang surut. Keadaan *rate bed level change* pada saat menuju pasang, pasang tertinggi, menuju surut, dan saat surut terendah. Perubahan yang terjadi di dasar perairan dapat berupa proses sedimentasi yang ditandai dengan (*rate of bed level change*) perairan bernilai positif atau proses erosi yang ditandai dengan (*rate of bed level change*) bernilai negatif (Pramulya *et al.*, 2020).



(a)



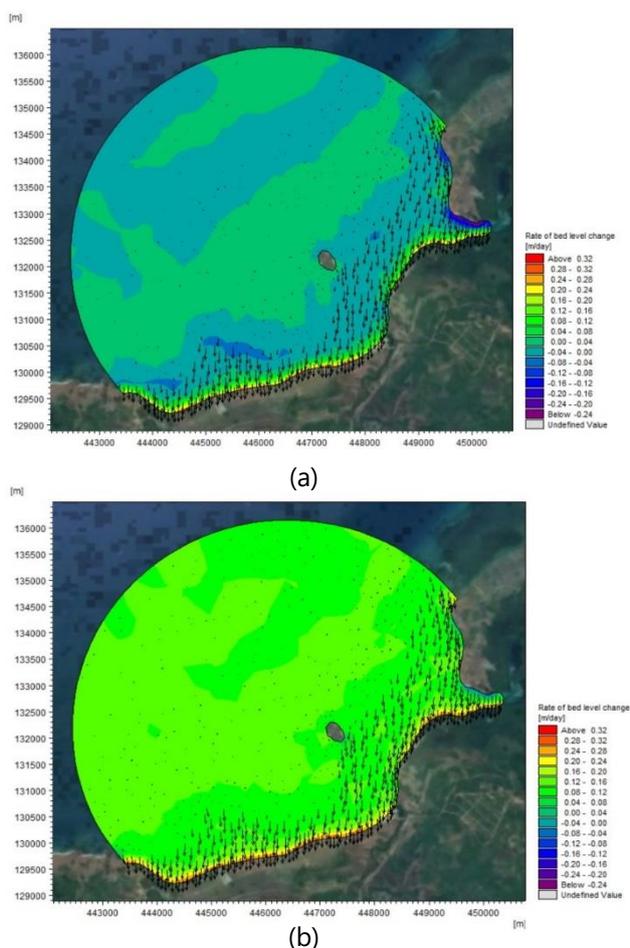
(b)

Gambar 8. Transport Sedimen saat menuju pasang (a) dan saat pasang tertinggi (b)

Hasil dari simulasi pemodelan transport sedimen pada dasar perairan (*rate bed level change*) pada saat menuju pasang dengan erosi sebesar -0,10 dan sedimentasi sebesar 0,25 m/hari dan pada saat pasang tertinggi menunjukkan nilai erosi -0,24 dan sedimentasi 0,32 m/hari. Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa saat menuju pasang proses erosi dari laut terjadi dan membawanya kearah pantai. Saat pasang material dari laut yang terbawa akan dan mengendap hal ini menyebabkan terjadinya sedimentasi.

Hasil dari simulasi pemodelan transport sedimen pada dasar perairan (*rate bed level change*) pada saat menuju surut dengan erosi sebesar -0,15 dan sedimentasi 0,20 m/hari dan pada surut terendah erosi terjadi dengan nilai -0,36 dan sedimentasi sebesar 0,20 m/hari. Pada saat menuju surut dan saat surut dapat dilihat bahwa terjadinya sedimentasi, hal ini terjadi karena partikel-partikel sedimen yang mengendap di sekitar pantai

Perbedaan proses transportt sedimen saat pasang dan surut dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. Dilihat pada Gambar 8 bahwa proses erosi terjadi diperairan kemudian pada garis pantai terjadi proses sedimentasi. Proses sedimentasi yang tinggi terjadi disekitar pantai, pada saat pasang terjadi karena arus yang bergerak kearah pantai dan partikel-partikel sedimen mengendap di daerah tertentu. Pada saat surut, arus air menjauhi pantai sehingga arus membawa kembali partikel-partikel yang ada di sekitar pantai terbawa keperairan.



Gambar 9. Transport Sedimen Menuju Surut (a) dan Saat Surut Terendah (b)

Hal ini terjadi karena transport sedimen dipengaruhi oleh arus yang mengangkut material sedimen untuk berpindah dan mengendap, pada daerah laut kecepatan arus lebih besar daripada daerah sepanjang garis pantai, semakin besar kecepatan arus semakin banyak sedimen yang terangkut dan semakin berkurangnya kecepatan arus maka sedimen yang berukuran butir lebih besar akan mengalami pengendapan dan terakumulasi pada dasar perairan (Pramulya *et al.*, 2020). Hasil dari ekstraksi transport sedimen

dengan data permodelan menunjukkan hasil dari *rate bed level change* saat erosi terjadi dengan nilai transportt sedimen -0,40 m/hari dan sedimentasi nilai transport sedimen +1 m/hari.

Nilai properti sedimen di desa Berakit dan Pengudang menunjukkan bahwa terdapat 3 tipe sedimen pada masing-masing lokasi secara spesifik terbagi menjadi pasir berkerikil (*gravelly sand*), pasir sedikit berkerikil (*slightly gravelly sand*) dan pasir berlumpur sedikit kerikil (*slightly gravelly muddy sand*). Dalam tabel 4 dapat dilihat bahwa pasir kasar (*Coarse Sand*) mendominasi hal ini mengingat bahwa pantai Berakit dan Pengudang berhadapan langsung dengan laut lepas. Siregar *et al.* (2014) mengatakan sedimen yang berhadapan langsung dengan laut lepas biasanya memiliki ukuran sedimen yang kasar. Sebaran ini terjadi karena arus sangat berperan dalam membawa sedimen, arus membawa sedimen sesuai dengan energi dari arus tersebut (Nufalina *et al.*, 2022). Pada beberapa titik yang memiliki pasir sedang dan sangat halus hal ini diakibatkan oleh turbulensi arus yang rendah. Nursiana *et al.* (2020) mengatakan bahwa arus memiliki sifat menyeleksi ukuran butir sedimen yang akan ditranport, dalam penelitiannya juga mengatakan bahwa fraksi sedimen yang halus biasanya dibawa oleh kecepatan arus yang relatif lebih rendah.

Pada daerah penelitian, terdapat arus pasang surut yang cukup kuat untuk terjadinya proses tranport sedimen. Nilai arus hasil pemodelan menunjukkan kecepatan arus tertinggi terjadi pada saat menuju pasang dan menuju surut. Pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, nilai arusnya rendah hingga mendekati nol. Arus pasang surut menurut Nurmaningsih *et al.* (2018) arus yang saat menuju pasang dan surut memiliki nilai kecepatan yang tinggi namun pada saat terjadinya pasang tertinggi nilai arus menurun, dan saat surut terendah hampir mendekati nol. Pada saat kondisi pasang surut dijelaskan arus saat kondisi menuju pasang terjadi pengisian air laut yang menyebabkan arus bergerak mendekati daratan, sedangkan arus kondisi menuju surut terjadi pengurangan masa air laut dimana arus akan menjauhi daratan menandakan adanya pergerakan arus diperairan (Wisha *et al.*, 2015). Arus pasang surut merupakan media bagi sedimen-sedimen seperti pasir dan kerikil halus (Hidayah *et al.*, 2023). Pada saat pasang material sedimen akan terbawa kearah pantai dan menetap yang disebut dengan

sedimentasi. Sedangkan saat surut material sedimen akan terbawa menjauhi pantai yang disebut dengan erosi (Dewi et al., 2022).

Nilai transport sedimen pada *rate of bed level change* memiliki nilai negatif dan positif. Nilai ini diambil dalam 4 kondisi arus saat menuju pasang dan surut nilai arus yang meningkat memiliki potensi membawa partikel sedimen ke arah pantai. Pada saat terjadinya pasang tertinggi nilai sedimentasi di beberapa titik ini diakibatkan oleh arus yang bergerak menuju pantai dengan membawa partikel dan mengendap di pinggir pantai. Pada saat surut terendah dapat dilihat pada gambar 9 bahwa terjadinya sedimentasi dipinggir pantai hal ini dikarenakan kekuatan arus yang cenderung melemah yang menyebabkan terjadinya pengendapan atau sedimentasi. Pengendapan sedimen yang tinggi dapat disebabkan arus laut yang rendah sehingga tidak dapat membuat sedimen bergerak. Satria (2017) menyatakan bila kecepatan arus pada perairan berkurang maka sedimen dengan ukuran butir besar akan tersedimentasi terlebih dahulu dikarenakan energi arus sudah tidak mampu membawa sedimen tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai properti sedimen di desa Berakit dan Pengudang menunjukkan bahwa terdapat 3 tipe-tipe sedimen pada masing-masing lokasi secara spesifik terbagi menjadi pasir berkerikil (*gravelly sand*), pasir sedikit berkerikil (*slightly gravelly sand*) dan pasir berlumpur sedikit kerikil (*slightly gravelly muddy sand*). Hasil model transport sedimen dengan data permodelan menunjukkan hasil dari *rate bed level change* saat erosi terjadi dengan nilai sedimentasi dan erosi yang terjadi di sekitar pantai. Penelitian transport sedimen di daerah Berakit dan Pengudang dilakukan untuk melihat pengaruh dari faktor hidro-oseanografi yang terjadi di sekitar perairan. Penelitian selanjutnya dapat dilakukannya penelitian transport sedimen yang dipengaruhi oleh aliran sungai-sungai yang ada di daerah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S.H., Putra, R.D., Suhana, M.P., Febrianto, T., & Koenawan, C.J. (2020). Characteristic of sea waves Southern Batam City waters-Northern Lingga District waters. *Journal of Applied Geospatial Information*. 4(2): 367–371. <https://doi.org/10.30871/jagi.v4i2.1458>
- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2016). *Fundamentals of geotechnical engineering*. Cengage Learning.
- DHI. (2013). *MIKE 21 dan MIKE 3 Flow Model FM*. 1–64.
- Dewi, A. E. P., Hidayah, Z., Farid, A., & Wiyanto, D. B. (2022). Karakteristik dan Distribusi Spasial Bahan Organik Pada Sedimen Dasar Perairan Teluk Pacitan Jawa Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 8(2), 267–278.
- Dyer, K.R. (1986) *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. John Wiley & Sons, Chichester, 342 p.
- Hambali, Roby., Apriyanti, Yayuk. (2016). Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Fropil*. 4(2):165-174. <http://journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1248>
- Hidayah, Z., Wirayuhanto, H., Sari, Z. R. N., & Wardhani, M. K. (2021). Modelling sea surface currents in the eastern coast of Bawean Island, East Java. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 925, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- Hidayah, Z., Maula, M., & Wardhani, M. K. (2023). Pemodelan Arus dan Muatan Padatan Tersuspensi di Perairan Estuari Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah Gresik. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(1), 87-97.
- Indrayanti, E., Sugianto, D. N., Purwanto, P., & Siagian, H. S. . R. (2021). Identifikasi Arus Pasang Surut di Perairan Kemujan, Karimunjawa Berdasarkan Data Pengukuran Acoustic Doppler Current Profiler. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2), 247-254. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i2.11049>
- Liyani, Mega. (2018). Penentuan Tipe Substrat Dasar Perairan Menggunakan Metode Hidroakustik Di Sebagian Pesisir Timur Banyuasin. Skripsi. Universitas Sriwijaya. Indralaya
- Noya, A Yunita, Purba Mulia, Koropitan F, dan Prartono Tri. (2016). Pemodelan Transport Sedimen Kohesif pada Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Tropis*. Vol. 8. No.2 Hal : 671 – 687. <https://www.researchgate.net/project/https-ejournalunpattiacid-ppr-iteminfo-lnkphpid1148>

- Nurmaningsih, N., Mudin, Y., dan Rahman, A. (2018). Model Numerik Transport Sedimen Dasar dan Perubahan Morfologi Dasar Sungai Tibo, Kabupaten Donggala. *Gravitasi*, 17(2). <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v17i2.12423>
- Mahyudin, M., Suprayogi, I., & Trimaijon, T. (2014). Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST)(Studi Kasus: Sub DAS Siak Hulu). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 1(1), 1-18.
- Mregawati, P. (2016). Analisis ukuran butiran sedimen pada daerah hulu dan hilir sudetan wonosari sungai bengawan solo.
- Naufalina, N. E., Marwoto, J., & Rochaddi, B. (2022). Analisis Sebaran Sedimen Berdasarkan Ukuran Butir di Perairan Pantai Baron, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(2), 61-67.
- Permadi, L.C., Indrayanti, E., Rochaddi, B. (2015). Studi Arus Pada Perairan Laut di Sekitar PLTU Sumuradem Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Oceanografi*, 4(2):516-523. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/8416>
- Pramulya, A. D., Prasetyawan, I. B., Satriadi, A., Indrayanti, E., & Ismanto, A. (2020). Pemodelan Perubahan Dasar Perairan (*Bed Level Change*) di Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1), 8-15. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.6877>
- Rifardi, Chairunnisa, R, Elizal. (2018). *The Study of the Shoreline Change of Bengkalis Cape, Indonesia*. ASM. Sci. d., 11 (1), 23 – 31. <https://www.researchgate.net/journal/ASM-Science-Journal-1823-6782>
- Rijn, L. C. V. (1984). Sediment transportt, part II: *suspended load transportt*. *Journal of hydraulic engineering*, 110(11), 1613-1641. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1984\)110:11\(1613\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1984)110:11(1613))
- Sarmada, I. F., Jaya, Y. V., Putra, R. D., & Suhana, M. P. (2018). Pemodelan pola arus di kawasan pesisir pantai Kawal Kabupaten Bintan. *Dinamika Maritim*, 7(1): 1–10. <http://orcid.org/0000-0002-6191-9796>
- Satria, F.W., Siddhi, S., Jarrot, M. (2017). Analisa Pola Sebaran Sedimen Dasar Muara Sungai Batang Arau Padang. *Jurnal Oseanografi*, 6(1): 47 – 53. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/16128>
- Sembiring, Amelia Ester. (2014). Analisis Sedimentasi Di Muara Sungai Panasen. *Jurnal Sipil Statik*. 2(3):148-154
- Siregar, C. R. E., G. Handoyo, & A. Rifai. (2014). Studi Pengaruh Faktor Arus Dan Gelombang Terhadap Sebaran Sedimen Dasar Di Perairan Pelabuhan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*. Volume 3, Nomor 3, Tahun 2014, Halaman 338 – 346. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/5870>
- Siregar, Christine Ruth E., Handoyo, Gentur ., Rifai, Azis. (2016). Studi Pengaruh Faktor Arus Dan Gelombang Terhadap Sebaran Sedimen Dasar Di Perairan Pelabuhan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Oseanografi*. 2(3): 338 – 346. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>
- Suhana, M.P. et al. (2021). Characteristics of sea waves condition at the northern and eastern of Bintan Island within period of 2015-2019. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1–10. IOP Publishing Ltd. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012038>
- Tarhadi, T., Indrayanti, E., & DS, A. A. (2014). Studi Pola dan Karateristik Arus Laut di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah pada Musim Peralihan I. *Journal of Oceanography*, 3(1), 16-25. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joce/article/view/4695>
- Usman, Kurnia Oktavia. (2014). Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(2):209-215. <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jtsl/article/view/835>
- Wisha, U. J., Husrin, S., & Prihantono, J. (2015). Hidrodinamika Perairan Teluk Banten Pada Musim Peralihan (Agustus–September). *Ilmu Kelautan (IJMS)*, 20(2), 101-112. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.20.2.101-112>