

## MODEL TRANSPOR SEDIMEN TERHADAP KESESUAIAN LABUH KAPAL DI DERMAGA PELABUHAN PATIMBAN

### MODEL OF SEDIMENT TRANSPORTATION ON THE SUITABILITY OF SHIP ANCHORAGE AT PATIMBAN PORT

Abas Akbar Syahrullah<sup>1</sup>, Subiyanto<sup>2</sup>, Ankiq Taofiqurrohman S<sup>2</sup>,  
Lintang Permata Sari Yuliadi<sup>2</sup>, & Fathunnisa Auliya Rabbani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Kelautan, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Peternakan, Universitas Brawijaya, Kota Malang, Indonesia

e-mail : achmadiiswan67@gmail.com

Diterima tanggal: 29 Juli 2025 ; diterima setelah perbaikan: 08 Agustus 2025 ; Disetujui tanggal: 31 Agustus 2025

#### ABSTRAK

Sedimentasi yang terjadi di Pelabuhan Patimban menyebabkan pendangkalan pada alur pelayaran dan kolam labuh kapal, sehingga mengganggu aktivitas yang terjadi pada pelabuhan. Untuk mendukung kegiatan tersebut, diperlukan kegiatan pemeliharaan dengan cara melakukan pengerukan sedimen yang mengendap secara berkala. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola transpor sedimen yang terjadi selama satu bulan dalam mempengaruhi kedalaman di kolam labuh kapal yang diakibatkan oleh sedimen yang terbawa dari Sungai Sewu menuju kolam labuh kapal di Pelabuhan Patimban. Metode yang digunakan adalah metode numerik dengan pemodelan hidrodinamika dan transpor sedimen menggunakan MIKE. Hasil menunjukkan bahwa pada area labuh kapal terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal  $-0,0000754$  meter dan sedimentasi maksimal sebesar  $0,000026$  meter. Sedangkan pada area alur pelayaran kapal juga terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal sebesar  $-0,00006$  meter dan sedimentasi maksimal sebesar  $0,00000833$  meter.

**Kata kunci:** Sedimentasi, Erosi, Kolam Labuh Kapal, Transpor Sedimen, Pelabuhan Patimban.

#### ABSTRACT

*Sedimentation occurring at Patimban Port has caused silting in shipping lanes and ship berthing areas, disrupting port activities. To support these activities, maintenance activities are required, including the periodic dredging of sediment deposits. The objective of this study is to analyze the sediment transport patterns that occur over a one-month period and their impact on the depth of the ship berthing basin, caused by sediment carried from the Sewu River to the ship berthing basin at Patimban Port. The method used was a numerical method with hydrodynamic modeling and sediment transport using MIKE. The results showed that in the ship anchorage area, erosion and sedimentation were very small, with maximum erosion of  $-0,0000754$  meter and maximum sedimentation of  $0,000026$  meter. Meanwhile, in the ship navigation channel area, erosion and sedimentation were also very minimal, with maximum*

*erosion of -0,00006 meter and maximum sedimentation of 0,00000833 meter.*

**Keywords:** *Sedimentation, Erosion, Ship Anchorage Ponds, Sediment Transport, Patimban Port.*

## PENDAHULUAN

Pelabuhan memegang peranan yang vital dalam menunjang perekonomian Indonesia. Selain itu, pelabuhan juga memiliki kontribusi yang penting dalam sektor transportasi laut dalam segi efisiensi waktu perjalanan, khususnya sektor ekonomi dimana distribusi barang dapat dilakukan dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi dan tanpa hambatan. Selain itu pada bidang ekonomi, juga berperan dalam mendorong pertumbuhan terhadap pertumbuhan wilayah yang terisolir, khususnya di kawasan perairan yang memiliki keterbatasan akses transportasi darat (Hado *et al.*, 2024). Fungsi utama pelabuhan laut meliputi peran sebagai tempat perpindahan muatan serta sebagai pusat kegiatan industri. Pelabuhan menyediakan berbagai fasilitas-fasilitas yang dapat digunakan untuk mendukung berbagai kegiatan kapal yang sedang berada di pelabuhan, seperti pengaturan alur pelayaran untuk kapal keluar dan masuk, penyediaan fasilitas tambat, pelaksanaan kegiatan bongkar muat di dermaga, pemeriksaan barang, fasilitas penyimpanan di gudang, serta penyediaan jaringan transportasi lokal di area pelabuhan (Adris *et al.*, 2016)

Pelabuhan Patimban adalah salah satu pelabuhan besar utama yang memiliki kontribusi penting dalam mendukung aktivitas ekspor impor pada sektor industri otomotif dan logistik di Indonesia. Secara umum, pelabuhan ini dirancang untuk menangani jenis muatan berupa Peti Kemas dan Kendaraan Bermotor (*Car Terminal*) yang akan dilakukan pengangkutan menggunakan kapal-kapal berukuran besar. Seiring dengan meningkatnya kapasitas produksi, terjadi peningkatan aktivitas lalu-lintas kapal di dermaga dan perairan di sekitarnya. Untuk

mendukung aktivitas tersebut, diperlukan kegiatan pemeliharaan dan pemeriksaan kedalaman alur pelayaran pada kolam dermaga yang disebabkan oleh sedimentasi. Pemeliharaan dermaga secara berkala ini diperlukan untuk menjaga kedalaman dari perairan pelabuhan dari proses sedimentasi dan sebagai bentuk dari peningkatan fasilitas keamanan pelabuhan.

Pelabuhan Patimban merupakan pelabuhan logistik dimana kedalaman kolam labuh kapal dan alur pelayaran sangat penting dalam mempengaruhi kinerja pelabuhan. Permasalahan utama pada perencanaan dermaga pelabuhan adalah terjadinya sedimentasi dan erosi di alur pelayaran serta kolam labuh kapal yang berpotensi dalam menghambat kelancaran aktivitas yang terdapat di pelabuhan. Proses terjadinya sedimentasi maupun erosi di Perairan Pelabuhan Patimban merupakan akibat yang disebabkan oleh proses transpor sedimen yang berlangsung pada area alur pelayaran dan kolam labuh kapal (Devy, 2022). Umumnya, fenomena sedimentasi ini dapat ditemukan di sekitar area muara sungai yang membawa material sedimen dari DAS (Daerah Aliran Sungai), khususnya di muara sungai Cipunagara (Tangeb *et al.*, 2023).

Arus dan gelombang merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam terjadinya proses sedimentasi, sementara pasang surut dan debit aliran sungai berperan dalam mempengaruhi pola distribusi sedimen (Rachman *et al.*, 2019). Karakteristik sedimen seperti ukuran sedimen dan jenis fraksi juga perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi laju transpor sedimen. Morfologi dasar perairan Pelabuhan Patimban memiliki tekstur sedimen yang berjenis lanau (silt) yang dikarenakan berada di Pantai Utara

Jawa yang memiliki kecepatan arus yang rendah (Firismanda *et al.*, 2017). Oleh karena itu, semakin besar ukuran butir sedimen pada suatu wilayah, maka diperlukan kecepatan arus yang lebih tinggi untuk mengangkut partikel sedimen tersebut berpindah tempat menuju tempat yang lain (Nursiani *et al.*, 2020).

Sedimentasi yang terdapat pada suatu pelabuhan secara umum disebabkan oleh dua faktor utama yaitu dari sedimen yang diangkut oleh arus yang bergerak sejajar pantai dan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai sehingga bermuara ke laut yang berdampak terjadinya potensi sedimentasi pada dermaga pelabuhan. Jika akumulasi sedimen dari sumber-sumber ini terjadi secara berkelanjutan, maka akan mengakibatkan terjadinya penambahan kedalaman kolam pelabuhan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh lokasi pelabuhan yang berada pada daerah yang rawan terhadap pengaruh sedimentasi, seperti selat dan muara sungai. Pendangkalan akibat sedimentasi dapat mempengaruhi aktivitas pelayaran di pelabuhan, karena efektivitas performa pelabuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi alur pelayaran dan kolam labuhnya (Froditus, 2018). Pelabuhan Patimban memiliki tiga sungai yang berpotensi sebagai sumber sedimen yaitu sungai Bobos, dan Sungai Genteng yang terletak di Sisi Barat Pelabuhan, dan Sungai Sewu yang terletak di Sisi Timur Pelabuhan.

Sedimentasi yang terjadi akan mengubah kondisi kontur pada perairan tersebut. Pola transpor sedimen sangat berhubungan dengan sirkulasi arus yang membawa material sedimen tersebut. Salah satu upaya dalam mengatasi pendangkalan di kolam pelabuhan yaitu dengan cara melakukan pemeliharaan kedalaman dengan kegiatan pengerukan sedimen secara rutin sesuai dengan kebutuhan. Agar kegiatan pengerukan dan evaluasi dampak sedimentasi terhadap daerah perairan pelabuhan dapat berjalan

secara efektif, diperlukan pengetahuan mengenai mekanisme transpor sedimen yang terjadi di area perairan pelabuhan dengan cara melakukan pemodelan hidrodinamika dan transpor sedimen menggunakan *software MIKE 21*. Mike 21 merupakan salah satu software yang digunakan untuk memodelkan muka air laut dan perubahan sedimen dengan memanfaatkan data pasang surut, batimetri, debit aliran sungai, angin, dan sampel sedimen sebagai input utama yang dibutuhkan untuk memodelkan pola transpor sedimen. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis pola transpor sedimen yang terjadi selama satu bulan dalam mempengaruhi kedalaman di kolam labuh kapal yang diakibatkan oleh sedimen yang terbawa dari Sungai Sewu menuju kolam labuh kapal di Pelabuhan Patimban serta dapat dijadikan sebagai referensi dalam proses pemeliharaan sedimen yang ada di dermaga Pelabuhan Patimban. Pada penelitian ini dilakukan analisis pola transpor sedimen selama satu bulan secara spesifik dari Sungai Sewu menuju kolam labuh kapal serta dampaknya terhadap kedalaman pelabuhan.

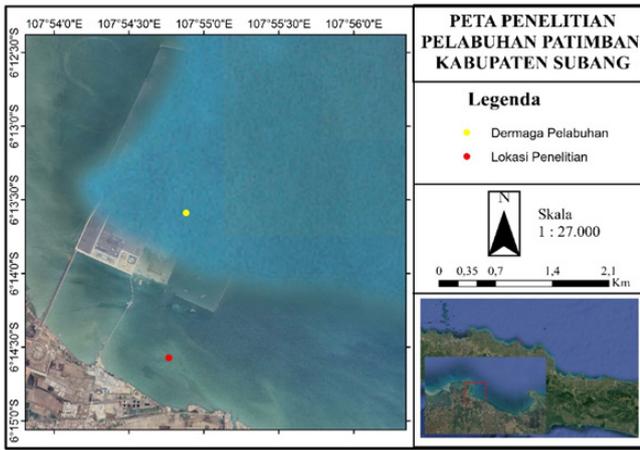
## **BAHAN DAN METODE**

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yang dilakukan berada pada area perairan Pelabuhan Patimban, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

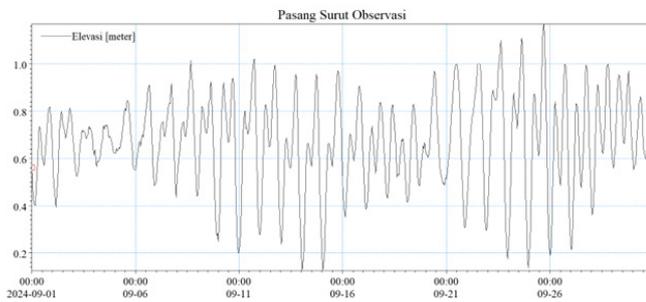
Data yang digunakan adalah data pasang surut, data angin, data debit sungai, data ukuran butir sedimen, dan data batimetri pada bulan September tahun 2024. Data pasang surut didapatkan dari PT. Samudera Atlantis International dengan menggunakan alat *Valeport TideMaster*. Grafik data pasang surut selama satu bulan dapat dilihat pada Gambar 2.

Data batimetri didapatkan dari PT.



Gambar 1. Stasiun Penelitian.  
Figure 1. Research Location.

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 2. Grafik Pasang Surut Pelabuhan Patimban.  
Figure 2. Patimban Port Tide Chart.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Samudera Atlantik International dengan menggunakan multibeam echosounder. Data angin didapatkan dari website *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*

Tabel 1. Hasil Analisa Error Persamaan  
Table 1. Error Analysis Results of the Equation

Stasiun	% Soil Type			% Grading Pass
	Gravel	Sand	Silt	No. 200
				(0.075 mm)
1	0	2,49	9,51	97,51
2	0	3,12	96,88	96,88
3	0	2,02	97,98	97,98
4	0	1,29	98,71	98,71
5	0	1,77	98,23	98,23
Rata-Rata	0	2,138	97,862	97,862

Sumber : Dokumentasi Pribadi

(ECMWF). Data reanalysis angin dari ECMWF memiliki resolusi temporal 1 jam (hourly) dan resolusi spasial  $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$  atau sekitar 31 km x 31 km pada permukaan bumi (Ji *et al.*, 2025). Data ukuran butir sedimen didapatkan dari pengambilan sampel secara langsung di lapangan. Hasil pengolahan sampel sedimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengolahan sampel sedimen tersebut, diketahui bahwa pada sedimen yang terdapat pada area penelitian didominasi oleh lanau. Selanjutnya adalah data debit Sungai Sewu yang didapatkan dari studi literatur pada jurnal. Berdasarkan jurnal Firismanda *et al.* (2017), data debit aliran Sungai Sewu pada saat pasang yaitu sebesar 1,361 m<sup>3</sup>/s dan pada saat surut sebesar 1,277 m<sup>3</sup>/s.

### Simulasi Pemodelan Hidrodinamika dan Transpor Sedimen

Visualisasi data yang dilakukan menggunakan software MIKE 21 modul *Coupled Model Flow Model* dengan langkah pertama yaitu digitasi batas area model pada *Google Earth Pro*. Setelah itu, dilakukan pengolahan data batimetri menjadi domain *grid mesh* menggunakan *ArcMap* untuk memunculkan titik koordinat domain model simulasi. Pembuatan mesh yang dilakukan pada MIKE modul *Mesh Generator* dengan *projection WGS 84/UTM Zone 48S*. Selanjutnya pada modul *Coupled Model Flow Model*, simulasi dilakukan selama 30 hari yaitu 1 September – 30 September 2024 dengan jumlah time step 719 dan interval 3600 second. Pada modul *Hydrodynamic*, data *input* yang digunakan yaitu data angin, data pasang, serta data debit sungai. Pada modul *Spectral Wave*, data *input* yang digunakan yaitu variasi arus dari simulasi *Hydrodynamic*, tinggi muka air dari simulasi *Hydrodynamic*, serta data angin. Terakhir, pada modul *Sand Transport* data *input* yang digunakan yaitu bidang gelombang dari simulasi *Spectral Wave* dan *sediment transport table*.

## Validasi Data

Validasi data dilakukan dengan membandingkan hasil model elevasi muka air laut terhadap data pasang surut lapangan. Validasi data digunakan untuk mengonfirmasi kemampuan model dalam menggambarkan kondisi lapangan yang sebenarnya secara akurat. Validasi data dilakukan dengan menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Persentase Galat Relatif*. Persamaan 1 dan 2 merupakan rumus RMSE dan *Persentase Galat Relatif*.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(x_{mod} - x_{obs})^2}{n}} \dots\dots\dots 1)$$

$$Persentase\ Galat\ Relatif = \left| \frac{x_{mod} - x_{obs}}{x_{obs}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots 2)$$

dimana,

n = jumlah data

$x_{mod}$  = data model ketinggian elevasi pasang surut (m)

$x_{obs}$  = data observasi ketinggian elevasi pasang surut (m)

Setelah melakukan validasi data menggunakan nilai RMSE, diperlukan penafsiran terhadap hasil yang didapatkan. Berikut merupakan klasifikasi tingkat kesalahan RMSE (Tabel 2).

Setelah dilakukan perhitungan RMSE pada data model dan data observasi, perlu dilakukan perhitungan *Persentase Galat Relatif* untuk mengukur besarnya kesalahan dalam bentuk persentase sehingga memudahkan interpretasi dan perbandingan akurasi model dengan lebih akurat. Model yang dikatakan baik jika modelnya mendekati kondisi sebenarnya di alam, dengan besar nilai validasi model yang diperoleh dengan

nilai RMSE mendekati 0 (Yudiprasetyo, 2021).

## Analisis Hasil Simulasi Transpor Sedimen

Analisis hasil simulasi transpor sedimen dilakukan dengan menggunakan hasil model *bed level change* dari modul ST. 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). Peningkatan nilai *bed level change seiring* waktu dapat dikatakan bahwa wilayah tersebut dominan terjadi sedimentasi, sedangkan penurunan nilai *bed level change* dapat dikatakan bahwa wilayah tersebut dominan terjadi erosi (Wardani, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

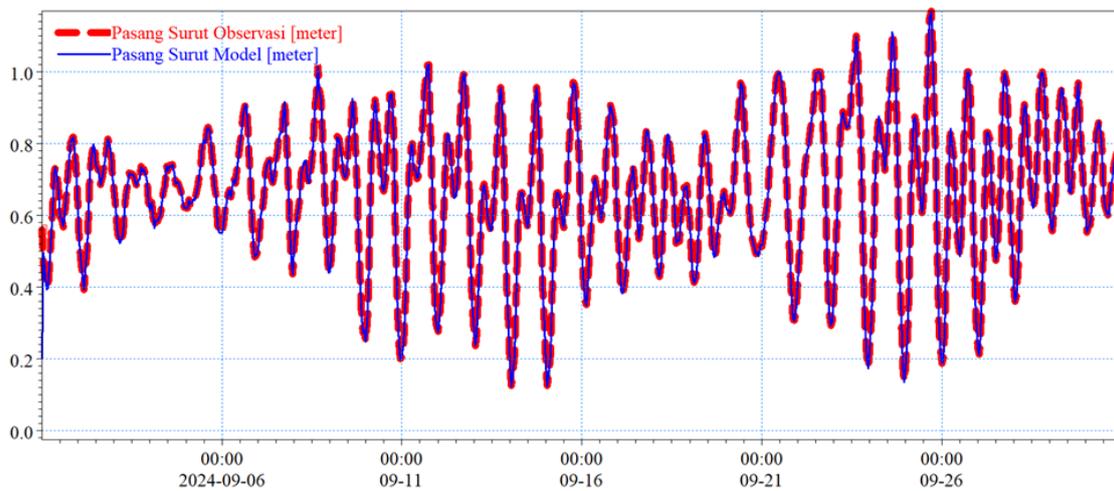
### Validasi Data

Validasi data arus dilakukan untuk memastikan apakah hasil simulasi model dalam *MIKE 21* telah sesuai dengan data pasang surut dari hasil observasi. Validasi data arus model dilakukan pada lokasi dan waktu yang sama yaitu koordinat Latitude  $-6.233745^\circ$  dan Longitude  $107.908372^\circ$  dengan pengambilan data pasang surut observasi dengan menggunakan uji *error* RMSE. Dari pengujian *error* didapatkan hasil rata-rata RMSE sebesar 0,000018706365 m dan hasil rata-rata *Persentase Galat Relatif* sebesar 0,0008940941% dimana hasil ini dikategorikan baik karena nilai *error*nya mendekati 0 dan termasuk dalam tingkat kesalahan yang kecil serta memiliki pola pasang surut yang hampir sama pada model dan observasi. Nilai RMSE yang didapatkan dari hasil model memiliki nilai yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Tangeb et al., (2023), yang memiliki nilai RMSE sebesar 0,22 m. Hal tersebut menunjukkan bahwa model simulasi yang dilakukan lebih baik dalam mempresentasikan kondisi lapangan. Oleh karena itu, berdasarkan hasil pengujian *error* tersebut penelitian dapat dilanjutkan. Hasil

Tabel 2. Modifikasi Interpretasi RMSE  
Table 2. Modification of RMSE Interpretation

RMSE	Akurasi
0,00 – 0,299 m	Sangat Akurat
0,30 – 0,599 m	Akurat
0,60 – 0,899 m	Cukup Akurat
> 0,9 m	Kurang Akurat

Sumber : Yudiprasetyo, 2021



Gambar 3. Kalibrasi Data Pasang Surut Model dan Observasi.  
 Figure 3. Calibration of Model and Observation Tidal Data.

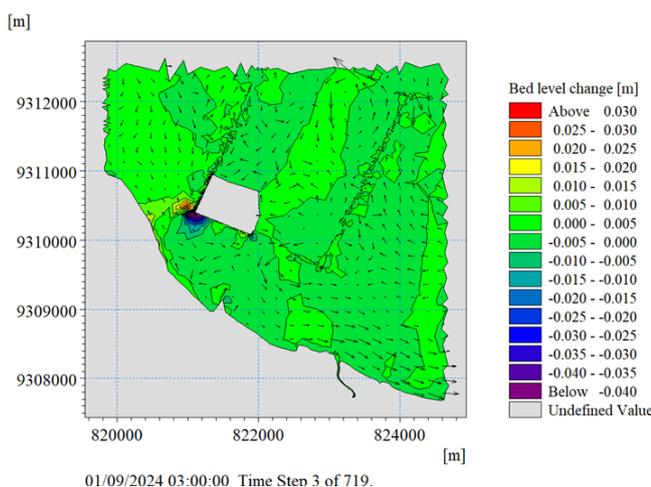
Sumber: Dokumentasi Pribadi

kalibrasi pasang surut model dengan pasang surut observasi disajikan pada Gambar 3.

**Analisis Hasil Simulasi Transpor Sedimen**

Berikut merupakan hasil simulasi model yang dilakukan selama 30 hari dengan 719 *time step* dan interval 1 jam. Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 4 diketahui bahwa pada *time step* ke-3 diperoleh nilai *bed level* antara -0,040 – 0,006 m dengan rata-rata nilai *bed level* sebesar -0,005 – 0,005 m pada area kolam labuh kapal. Sedangkan hasil simulasi pada Gambar 5 diketahui bahwa pada *time step* ke-719 juga diperoleh nilai *bed*

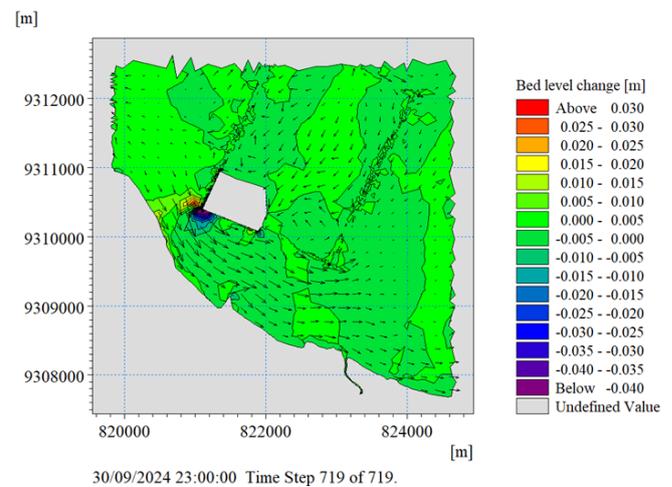
*level* antara -0,040 – 0,006 m dengan rata-rata nilai *bed level* sebesar -0,005 – 0,005 m pada area kolam labuh kapal. Meskipun nilai *bed level change* dari *time step* ke-3 hingga ke-719 sama pada area kolam labuh kapal, namun terdapat beberapa area pada kolam labuh kapal mengalami sedimentasi dan erosi. 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).



Gambar 4. *Bed Level Change* pada *timestep* ke-3.

Figure 4. *Bed Level Change* at *timestep* 3.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan



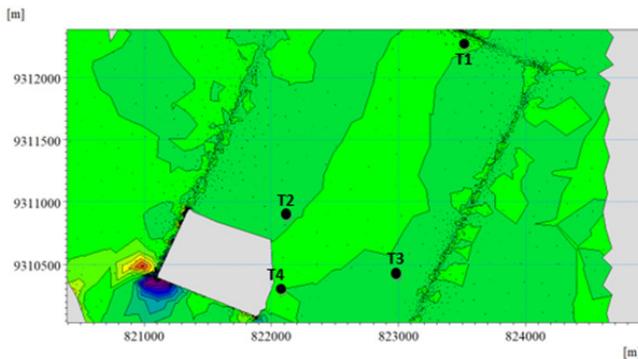
Gambar 5. *Bed Level Change* pada *timestep* ke-719.

Figure 5. *Bed Level Change* at *timestep* 719.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

Analisa sedimentasi pada area kolam labuh kapal dilakukan pada titik-titik yang telah ditandai di sepanjang area labuh kapal untuk mengamati perubahan kedalaman yang terjadi. Perubahan tersebut diukur berdasarkan perubahan nilai bed level change selama sebulan yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 3. Area kolam labuh kapal dibagi menjadi 2 yaitu area labuh kapal dan area alur pelayaran. Area alur pelayaran meliputi T1 dan T2. Sedangkan area labuh kapal meliputi T3 dan T4. Menurut Syalasi & Saputro (2022), kapal rencana yang akan berlabuh di Pelabuhan Patimban yaitu kapal Peti Kemas dengan Kapasitas 165.000 DWT dan kapal Roro dengan kapasitas 10.000 DWT. Tabel 3 merupakan titik koordinat pengambilan nilai bed level change untuk dilakukan analisis sedimentasi dan erosi.

Setelah menentukan titik pengambilan data, dilakukan analisis sedimentasi dan erosi selama periode simulasi. Berdasarkan hasil



Gambar 6. Titik Pengambilan Nilai Bed Level Change.

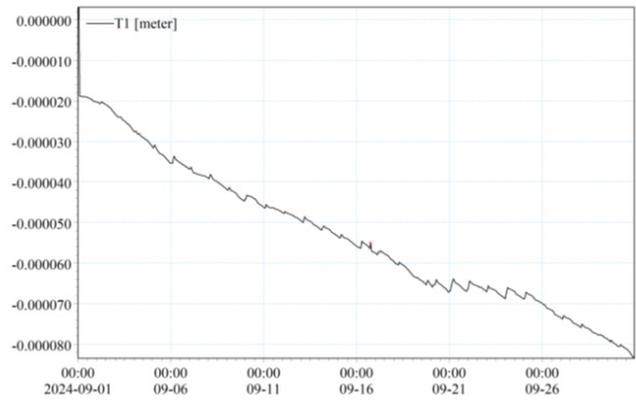
Figure 6. Bed Level Change Value Collection Point.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

Tabel 2. Modifikasi Interpretasi RMSE  
Table 2. Modification of RMSE Interpretation

Titik Pengambilan Nilai	Koordinat	
	Latitude	Longitude
T1	-6.213415°	107.923499°
T2	-6.226190°	107.910325°
T3	-6.230446°	107.918447°
T4	-6.229783°	107.910923°

Sumber : Dokumentasi Pribadi



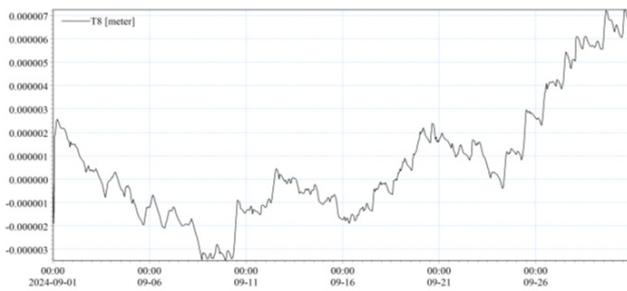
Gambar 7. Perubahan Nilai Bed Level Change Pada T1.

Figure 7. Change in Bed Level Value at T1.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

grafik perubahan simulasi yang dilakukan selama satu bulan yang ditunjukkan oleh Gambar 7 terlihat bahwa area T1 mengalami peningkatan kedalaman akibat erosi yang terjadi akibat sedimen yang terbawa oleh arus. Nilai perubahan bed level change pada area T1 secara konsisten menurun dari -0,00002 meter pada awal simulasi menjadi -0,00008 meter pada akhir simulasi. Nilai perubahan bed level change yang terjadi yaitu -0,00006 meter yang tergolong sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendangkalan yang dapat menghambat kapal berbobot DWT besar untuk melewati area ini. Area T1 didominasi oleh arus kuat dikarenakan area ini dekat dengan aliran arus yang terbawa dari laut lepas menuju kolam labuh kapal yang menyebabkan sedimen terangkat dan terbawa arus. Sedimen yang berasal dari area T1 terbawa oleh aliran arus menuju area lainnya yang akan menyebabkan pengendapan pada area tersebut.

Berdasarkan hasil grafik perubahan simulasi yang dilakukan selama satu bulan yang ditunjukkan oleh Gambar 8 terlihat bahwa area T2 mengalami sedimentasi dan erosi yang didominasi oleh sedimentasi yang menyebabkan pendangkalan kedalaman kolam labuh. Sedimentasi yang terjadi pada area T2 disebabkan oleh sedimen yang terbawa oleh arus dari area lainnya. Pada tanggal 1-10 September terjadi erosi yaitu



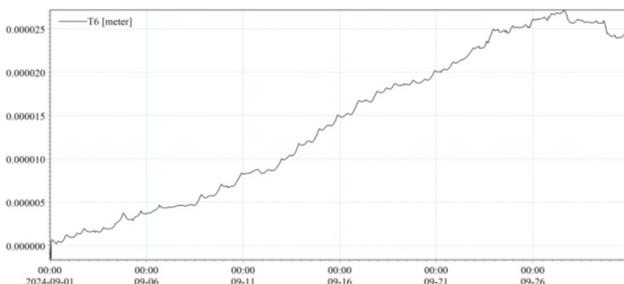
Gambar 8. Perubahan Nilai *Bed Level Change* Pada T2.

Figure 8. Change in Bed Level Value at T2.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

dari 0,0000018 meter menjadi -0,00000342 meter. Sedimentasi terjadi pada tanggal 10-30 September yaitu dari -0.00000342 meter menjadi 0,00000653 meter. Nilai perubahan *bed level change* yang terjadi yaitu 0,00000833 meteryang tergolong sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendangkalan yang dapat menghambat kapal berbobot DWT besar untuk melewati area ini.

Berdasarkan hasil grafik perubahan simulasi yang dilakukan selama satu bulan yang ditunjukkan oleh Gambar 9 terlihat bahwa area T3 mengalami pendangkalan kolam labuh akibat sedimentasi. Sedimentasi yang terjadi pada area T3 disebabkan oleh sedimen yang terbawa oleh arus dari area lainnya. Nilai perubahan *bed level change* pada area T3 secara konsisten meningkat dari 0,0000006 meter pada awal simulasi menjadi 0,0000254 meter pada akhir simulasi. Nilai perubahan *bed level change* yang terjadi yaitu



Gambar 9. Perubahan Nilai *Bed Level Change* Pada T3.

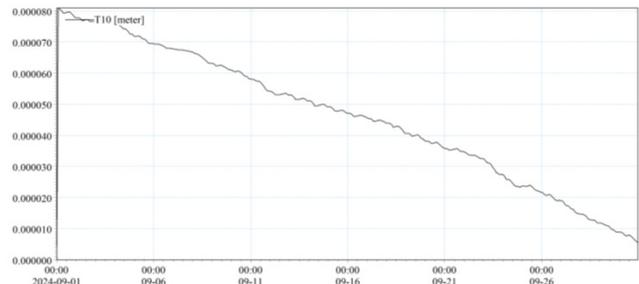
Figure 9. Change in Bed Level Value at T3.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

0,000026 meter yang tergolong sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendangkalan yang dapat menghambat kapal berbobot DWT besar untuk melewati area ini.

Berdasarkan hasil grafik perubahan simulasi yang dilakukan selama satu bulan yang ditunjukkan oleh Gambar 10 terlihat bahwa area T4 mengalami peningkatan kedalaman akibat erosi yang terjadi akibat sedimen yang terbawa oleh arus. Nilai perubahan *bed level change* pada area T4 secara konsisten menurun dari 0,0000809 meter pada awal simulasi menjadi 0,0000055 meter pada akhir simulasi. Nilai perubahan *bed level change* yang terjadi yaitu -0,0000754 meter yang tergolong sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendangkalan yang dapat menghambat kapal berbobot DWT besar untuk melewati area ini. Sedimen yang berasal dari area T4 terbawa oleh aliran arus menuju area lainnya yang akan menyebabkan pengendapan pada area tersebut.

Pendangkalan kolam labuh kapal akibat sedimentasi tantangan utama dalam operasional dermaga pelabuhan. Sedimentasi pada alur pelayaran dapat timbul dari berbagai penyebab, seperti sedimentasi akibat arus sejajar pantai (*long-shore sediment transport*), *cross-shore sediment transport*, serta pengaruh inflow dari sungai. Terbukanya Pelabuhan Patimban dari arah Utara, Timur Laut, dan Timur dapat menimbulkan terjadinya potensi sedimen yang berasal dari material



Gambar 10. Perubahan Nilai *Bed Level Change* Pada T4.

Figure 10. Change in Bed Level Value at T4.

Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

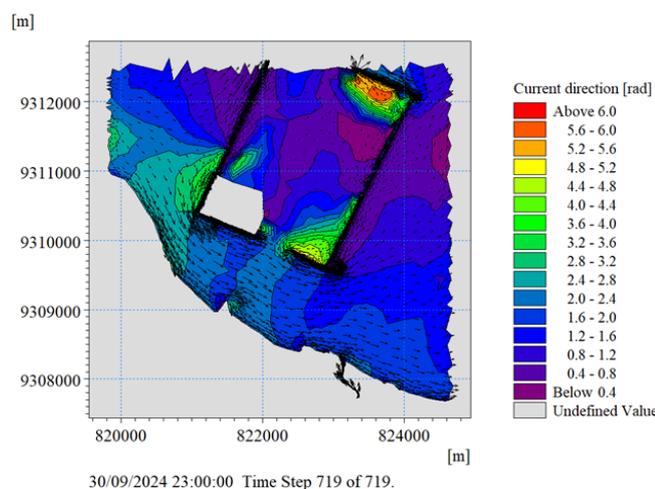
yang terbawa oleh *long-shore current* maupun arus tegak lurus pantai yang datang dari ketiga arah tersebut. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pergerakan sedimen juga sama dengan pergerakan arus yang terjadi.

Dalam penelitian (Wibowo, 2018) didapatkan bahwa hasil perbandingan sedimentasi dan erosi dilakukan pada dua kondisi di Pelabuhan Patimban yaitu kondisi eksisting dan saat pelabuhan telah dibangun dengan waktu simulasi 1 tahun. Berdasarkan hasil pemodelan pada kolam labuh kapal saat kondisi eksisting terjadi sedimentasi sebesar 12,74 cm/tahun dan saat pelabuhan telah dibangun terjadi erosi sebesar -0,34 cm/tahun. Sedangkan pada alur pelayaran kapal saat kondisi eksisting terjadi sedimentasi 14,41 cm/tahun dan saat pelabuhan telah dibangun terjadi sedimentasi sebesar 6,06 cm/tahun. Saat kondisi eksisting pada rencana pembangunan kolam labuh kapal dan pada rencana alur pelayaran sedimentasi yang terjadi tergolong sangat besar karena nilai sedimentasi diatas 10 cm/tahun dianggap tinggi dalam operasional pelabuhan, namun saat pelabuhan telah dibangun pada kolam labuh kapal dan alur pelayaran sedimentasi yang terjadi tergolong sedang dan erosi yang

terjadi tergolong sangat kecil.

Dalam penelitian (Yesaya & Wintoro, 2023) didapatkan bahwa hasil perbandingan sedimentasi dan erosi dilakukan dalam tiga skenario di Pulau Pramuka dengan waktu simulasi 30 hari. Berdasarkan hasil pemodelan, pada Skenario-1 dengan kondisi tanpa bangunan pantai terjadi erosi sebesar -0,24 m di depan pantai. Selanjutnya, pada Skenario-2 dengan kondisi penambahan groin di samping beach nourishment terjadi sedimentasi sebesar 0,12 m di depan pantai. Terakhir, pada Skenario-3 dengan kondisi breakwater eksisting yang dilubangi terjadi erosi sebesar -0,05 m di depan pantai. Oleh karena itu, Skenario-2 dengan menggunakan groin di samping beach nourishment merupakan opsi terbaik untuk restorasi pantai di sisi timur Pulau Pramuka.

Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan satu kondisi yaitu saat pelabuhan telah dibangun dengan waktu simulasi 30 hari. Analisa sedimentasi dilakukan pada area labuh kapal dan alur pelayaran dimana hasilnya mengalami perubahan yang cukup signifikan dari penelitian sebelumnya. Pada area labuh kapal terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal sebesar -0,0000754 meter dan sedimentasi maksimal sebesar 0,000026 meter. Sedangkan pada area alur pelayaran kapal juga terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal sebesar -0,00006 meter dan sedimentasi maksimal sebesar 0,00000833 meter. Hal tersebut menunjukkan kolam labuh kapal berada pada kondisi stabil dan tidak memerlukan adanya pengerukan dalam jangka waktu yang dekat.



Gambar 11. Hasil Simulasi Pergerakan Arus tanggal 30 September 2024.

Figure 11. Results of Current Movement Simulation on September 30, 2024.

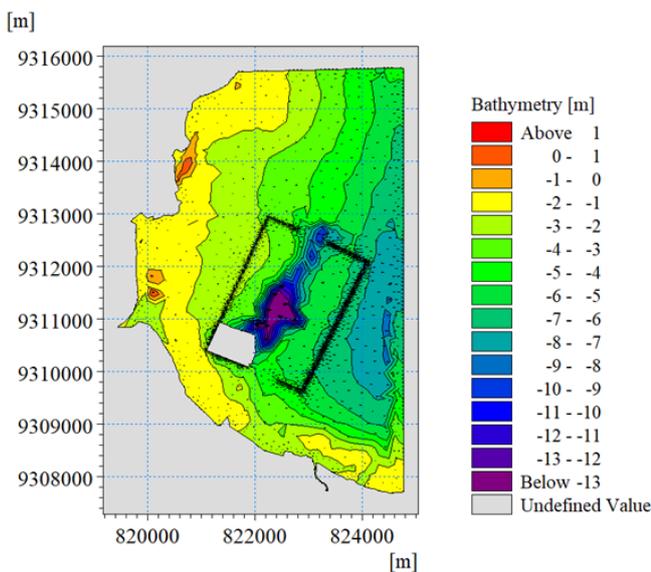
Sumber: Hasil Simulasi Pemodelan

sedimentasi dan erosi pada kolam labuh kapal. Pada wilayah yang terjadi sedimentasi disebabkan oleh pola arus yang lemah yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan arus dalam mengangkut sedimen sehingga sedimen yang terbawa arus mengendap pada wilayah tersebut. Sebaliknya, pada wilayah yang terjadi erosi disebabkan oleh pola arus yang kuat yang mengakibatkan sedimen di wilayah tersebut berpindah menuju wilayah yang lain. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nursiani *et al.*, (2020) bahwa semakin besar kecepatan arus dan semakin kecilnya butiran sedimen akan memudahkan arus tersebut untuk memobilisasi butiran sedimen.

Sedimentasi yang terjadi pada kolam labuh kapal dermaga pelabuhan dapat disebabkan oleh pergerakan kapal yang mengakibatkan terjadinya aliran arus yang terjadi dibawah dan disekitar kapal. Pergerakan air tersebut bergerak dari bagian haluan kapal menuju bagian ekor kapal yang mengakibatkan sedimen yang terletak pada alur pelayaran terbawa arus dan berpindah bersamaan dengan kapal dan terjadi sedimentasi di dalam kolam labuh kapal pelabuhan. Sedimentasi

maksimal yang terjadi pada area kolam labuh kapal 0,000026 meter yang tergolong sangat kecil sehingga hal ini dapat dikatakan area kolam labuh kapal stabil karena dalam sebuah kolam labuh kapal pada dermaga pelabuhan. Pendangkalan kedalaman merupakan salah satu hal yang sangat krusial untuk dievaluasi sehingga ketika dermaga mulai bekerja tidak akan terjadi kesulitan dalam area kolam labuh kapal seperti pendangkalan dan sebagainya.

Secara umum, Pelabuhan Patimban memiliki kedalaman yang cukup. Namun, kedalaman kolam labuh dan alur pelayaran harus memiliki kedalaman minimal – 9 m LWS yang sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 30 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KP 432 Tahun 2017 tentang Penetapan Rencana Induk Pelabuhan Nasional. Berikut merupakan area yang belum mencapai kedalaman minimal – 9 m LWS. Berdasarkan hasil simulasi pada Gambar 10 diketahui bahwa area kolam labuh kapal Pelabuhan Patimban belum semua mencapai kedalaman minimal – 9 m LWS. Sedangkan area alur pelayaran kapal telah mencapai kedalaman minimal -9 m LWS. Hal tersebut dikarenakan kegiatan pengerukan yang dilakukan terfokus pada area alur pelayaran. Area labuh kapal bagian barat memiliki kedalaman -2 -- 9 m LWS, sedangkan labuh kapal bagian timur memiliki kedalaman -6 - -9 m LWS. Area labuh kapal yang belum mencapai kedalaman minimal – 9 m LWS merupakan area yang belum layak digunakan sebagai kolam labuh kapal dan diperlukan pengerukan agar mencapai kedalaman yang telah ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan monitoring kedalaman secara rutin pada area kolam labuh kapal dan melakukan maintenance kedalaman dengan kegiatan pengerukan agar tidak mengganggu kapal yang melaluinya



Gambar 12. Hasil Simulasi Kedalaman Pelabuhan Patimban September 2024.  
 Figure 12. Patimban Port Depth Simulation Results September 2024.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi transpor sedimen selama sebulan diketahui bahwa

area kolam labuh kapal menunjukkan stabilitas yang konsisten. Analisa sedimentasi dilakukan pada 4 titik yang berada di area kolam labuh kapal. Pada area labuh kapal terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal sebesar -0,0000754 meter dan sedimentasi maksimal sebesar 0,000026 meter. Sedangkan pada area alur pelayaran kapal juga terjadi erosi dan sedimentasi yang tergolong sangat kecil yaitu erosi maksimal sebesar -0,00006 meter dan sedimentasi maksimal sebesar 0,00000833 meter. Hal tersebut menunjukkan kolam labuh kapal berada pada kondisi stabil dan tidak memerlukan adanya pengerukan dalam jangka waktu yang dekat. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu memodelkan dengan rentang waktu yang lebih panjang seperti 1 tahun, 5 tahun, atau 10 tahun sebagai bahan komparasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada pihak yang telah berjasa dalam membantu untuk memenuhi kebutuhan data, terutama dari perusahaan yaitu Bapak Aji, Bapak Bagas, Ibu Dhiha, Bapak Jaladika dari PT. Samudera Atlantis International. Selain itu, penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada keluarga, serta dosen yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan kontribusi dalam penyusunan jurnal ini hingga terselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Devy, F. R. (2022). *Analisis Zonasi Aliran Sedimen Berdasarkan Pemodelan Arus Pasut dan Batimetri*. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang.

Firismanda, H. F. Frida, Widada, S., Muslim. (2017). Analisis Sebaran Sedimen Dasar di Perairan Patimban Subang Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*, 6(4), 534-542.

Froditus, N. O. (2018). *Analisis Pola Sebaran Sedimen Terhadap Pendangkalan Dermaga Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 3 Dimensi*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Hado., Ilham, V. A., Aldinoman., & Satyadharma, M. (2024). Mekanisme Collaborative Governance dalam Pengelolaan Pelabuhan Nambo Kabupaten Buton (Tinjauan Deskriptif). *Arus Jurnal Sosial dan Humaniora*, 4(3), 1401-1409.

Ji, R., Zhu, C., Li, Y., & Wang, L. (2025). Evaluation of ERA5 wind parameter with in-situ data offshore China. *PLoS ONE*, 20(5).

Nursiani, T., Putra, Y. S., & Muhardi. (2020). Studi Ukuran Diameter Butir Sedimen Dasar terhadap Kecepatan Arus di Sungai Pawan Kabupaten Ketapang. *Prisma Fisika*, 8(1), 17-20.

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

Putra, A. A., & Djalante, S. (2016). Pengembangan Infrastruktur Pelabuhan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(1), 433-443.

Rachman, R. Arief, & Wibowo, M. (2019). Kajian Karakteristik Sedimen Dasar Laut Untuk Mendukung Rencana Pembangunan Pelabuhan Patimban. *Jurnal Geologi Kelautan*, 17(2).

Syalasi, D. A., & Saputro, S. (2022). Analisis Perencanaan Alur Pelayaran dan Kolam Pelabuhan Pada Pelabuhan Patimban.

*Prosiding Seminar Intelektual Muda #7, Sains, Teknologi dan Kultur dalam Peningkatan Kualitas Hidup dan Peradapan, 100-105.*

Tangeb, I. G., Supriatna, & Pranowo, W. S. (2023). Analisis Dinamika Sedimentasi Pada Alur Pelayaran Pelabuhan Patimban, Subang, Jawa Barat. *Jurnal Chart Datum*, 9(1), 11-20.

Wardani, A. N. (2020) . *Pemodelan Transpor Sedimen Saat Musim Penghujan di Pelabuhan Panarukan, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur*. Skripsi Universitas Brawijaya.

Yesaya, A., & Wintoro, B. (2023). Analisis Kajian Gelombang, Arus, dan Sedimentasi Dalam Upaya Merestorasi Pantai Sisi Timur Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Spektran*, 11(1), 72-82.

Yudiprasetyo, N. B. (2021). *Studi Pengaruh Reklamasi Terhadap Pola Arus dan Sedimentasi di Kawasan Tanjung Awar-Awar Tuban*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November.