

**PEMODELAN POLA SEDIMENTASI DI PERAIRAN PELABUHAN KUALA TANJUNG
UNTUK MENDUKUNG PEMELIHARAAN KEDALAMAN PERAIRAN PELABUHAN
MENGUNAKAN MIKE 21**

**MODELING SEDIMENTATION PATTERNS IN KUALA TANJUNG PORT WATERS TO
SUPPORT MAINTENANCE OF PORT WATER DEPTH USING MIKE 21**

¹ Juan Javier, ²Nadia Zahrina W, ²Billy Yanfeto, ²Rifqi Noval Agassi

¹Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

*Koresponden penulis: juanjvrprd@gmail.com

Abstrak

Pelabuhan Kuala Tanjung terletak di Kabupaten Batu Bara, Sumatera Utara. Perairan Kabupaten Batu Bara merupakan bagian dari Selat Malaka, oleh karena itu karakteristik perairan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik Selat Malaka yang menghubungkan Laut Andaman dengan Paparan Sunda yaitu Laut Cina Selatan bagian Selatan dan Laut Cina Selatan bagian Barat. Laut Jawa. Pergerakan massa air yang terus terjadi dari kedua laut tersebut menyebabkan perairan Selat Malaka mempunyai karakteristik yang dinamis. Adanya sedimen pada suatu perairan akan mempengaruhi kondisi fisik perairan, dalam hal ini pengendapan sedimen pada suatu badan air akan mempengaruhi bentuk topografi pada dasar perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan dan menganalisis sebaran SSC (*Suspended Sediment Concentration*) dan *Bed Level Change* yang terjadi pada bulan Januari 2021 di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung untuk mendukung pemeliharaan kolam pelabuhan. Simulasi pemodelan total SSC dan *Bed Level Change* dilakukan selama 30 hari dengan menggunakan MIKE 21 Coupled Model FM. Berdasarkan hasil pemodelan, di titik penelitian sebaran SSC tertinggi terjadi pada saat air pasang tertinggi yaitu sebesar 0,0387 kg/m³. Sedangkan *Bed Level Change* setelah 1 bulan simulasi terjadi pendangkalan pada area salah satu dermaga Pelabuhan Kuala Tanjung dan area dekat pantai. Nilai RMSE model sebesar 0,09429947 atau 9,42%.

Kata Kunci : Sedimentasi, Pelabuhan Kuala Tanjung, Pemodelan, Mike 21.

Abstract

*Kuala Tanjung Port is located in Batu Bara Regency, North Sumatra. The waters of Batu Bara Regency are part of the Malacca Strait, therefore the characteristics of these water are influenced by the characteristics of the Malacca Strait which connects the Andaman Sea with the Sunda Shelf, namely the southern part of the South China Sea and the West Java Sea. The ongoing movement of water masses from both seas results in the Malacca Strait water having dynamic characteristics. The presence of sediments in the water will affect the physical condition of the water, in this case, the deposition of sediments in a body of water will affect the shape of the topography at the bottom of the waters. The purpose of this study is to model and analyze the distribution of SSC (*Suspended Sediment Concentration*) and *Bed Level Change* that occurred in January 2021 in Kuala Tanjung Port Waters to support the maintenance of the port pond. Modeling simulations of total SSC and *Bed Level Change* were carried out for 30 days using MIKE 21 Coupled Model FM. Based on the modeling results, at the study point the highest SSC distribution occurred during the highest tide, which was 0.0387 kg/m³. While the *Bed Level Change* after 1 month of simulation there is siltation in the area of one of the Kuala Tanjung Port docks and areas close to the coast. The RMSE value of the model is 0.09429947 or 9.42%.*

Keywords: Sedimentation, Kuala Tanjung Port, Modeling, Mike 21.

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan Kuala Tanjung terletak di Kabupaten Batu Bara, Sumatra Utara. Denestiyanto dkk., (2015) menyatakan bahwa Perairan Kabupaten Batu Bara merupakan bagian dari Selat Malaka yang terletak di Kabupaten Batu Bara. Karena letaknya tersebut, karakteristik perairan ini dipengaruhi oleh karakteristik Selat Malaka yang menghubungkan Laut Andaman dengan Paparan Sunda yaitu bagian Selatan Laut Cina Selatan dan Barat Laut Jawa. Perpindahan massa air yang berlangsung dari kedua laut tersebut mengakibatkan Perairan Selat Malaka memiliki karakteristik yang dinamis. Hempasan dari gelombang laut dan distribusi energi yang ditimbulkannya memberi pengaruh yang besar terhadap infrastruktur yang akan dibangun.

Rachman dan Wibowo (2019), menyatakan bahwa *transport* sedimen sepanjang pantai menyebabkan permasalahan seperti pendangkalan di pelabuhan, erosi pantai, dan sebagainya. Sehingga prediksi *transport* sedimen sangat penting untuk dilakukan. Transpor sedimen di daerah dekat pantai terdiri dari transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan *transport* sejajar pantai (*longshore transport*). Penyebab utama pola arus dan gerakan sedimen di daerah pantai tertutup adalah fluktuasi muka air laut karena pasang surut. arus pasang surut juga efektif bila bekerja di daerah muara, mulut teluk, atau selat yang terlindung dari gelombang.

Pasang surut mempengaruhi elevasi tinggi gelombang yang membawa material sedimen dari dan menuju ke arah pantai. Selain itu pasang surut juga berpengaruh pada kecepatan dan arah arus. Arus yang ditimbulkan oleh pasang surut cukup kuat untuk membawa material sedimen dalam jumlah yang cukup besar. Sedangkan untuk pantai yang terbuka, selain arus akibat pasang surut, energi gelombang juga sangat

berpengaruh terhadap proses sedimentasi di suatu kawasan pantai.

Proses sedimentasi atau pengendapan di suatu perairan dapat menimbulkan permasalahan jika terjadi di perairan pelabuhan karena dapat menyebabkan adanya pendangkalan perairan.

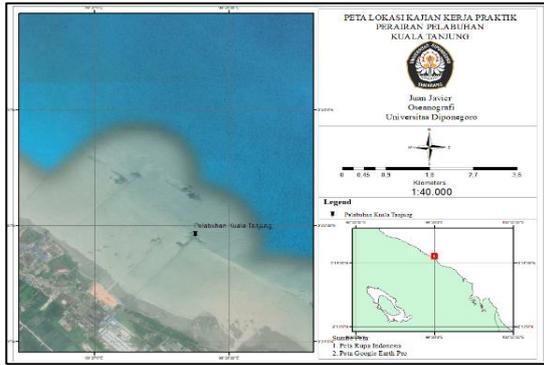
Selain gelombang dan arus, laju transport sedimen juga dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang berada di daratan. Aktivitas penambangan di sekitar pantai mempengaruhi sebaran butiran sedimen karena aktivitas ini mensuplai *Poorly Sorted Sediment*. Lebih lanjut, transport sedimen yang ada di pelabuhan juga dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti arus, pasang surut, gelombang, dan aktivitas pelabuhan.

Akibat kondisi hidro-oseanografi serta adanya bangunan pantai berupa dermaga dan *jetty* yang terjadi pada Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung, terjadi proses sedimentasi di area pelabuhan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisis sebaran SSC (*Suspended Sediment Concentration*) dan *Bed Level Change* yang terjadi pada bulan Januari 2021 di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung guna menunjang pemeliharaan kolam pelabuhan. Simulasi pemodelan *total SSC* dan *Bed Level Change* menggunakan MIKE 21 *Coupled Model FM*.

2. MATERI DAN METODE

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam waktu satu bulan yaitu dari tanggal 1 Januari–31 Januari 2021, dengan lokasi penelitian di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung, Kabupaten Batu Bara, Sumatra Utara.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Laptop, *software* MIKE Zero, ArcGIS, Microsoft Excel, dan *software* Ocean Data View (ODV). Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Peta Laut Indonesia nomor 341, data prediksi pasang surut dari DHI hasil pemodelan selama 30 hari, data angin yang diperoleh dari *website* Cds Climate Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/>), dan data pendukung berupa pasang surut yang diperoleh dari BIG.

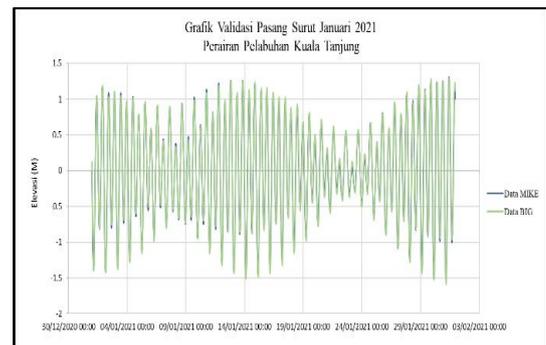
2.3 Metode Numerik

Pada pengolahan data untuk pemodelan transpor sedimen, digunakan model numerik pada *software* MIKE 21 dengan menggunakan *Coupled Model FM*. Pemodelan numerik yang digunakan dalam penelitian ini adalah modul *Hydrodynamic*, *Mud Transport*, *Sand Transport*, dan *Spectral Wave*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan model prediksi pasang surut dilakukan pada bulan Januari 2021 di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung. Pasang surut di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung tergolong ke dalam harian ganda dengan tinggi maksimum +1,3 m dan minimum -1.5 m. Pasang surut merupakan salah satu komponen penting dalam pembangunan model yang digunakan dalam aplikasi MIKE.

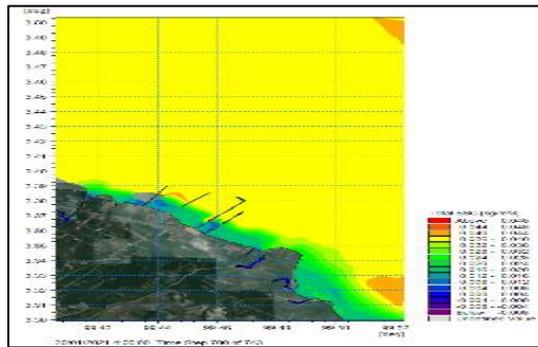
Dilakukan validasi untuk menguji pasang surut hasil pemodelan dan prediksi pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Validasi model pada penelitian ini menggunakan validasi RMS yang dapat digunakan untuk menunjukkan kecocokan dua jenis data yaitu antara model dengan data prediksi BIG. RMS adalah salah satu metode verifikasi untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan guna mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model yang sudah dibuat (Ismanto dkk., 2017) dalam (Wibowo dkk., 2022).



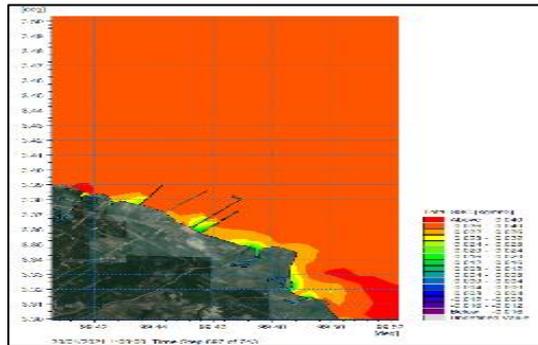
Gambar 2. Grafik validasi pasang surut

3.1 Sebaran Total SSC (Sediment Suspended Concentration) di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung

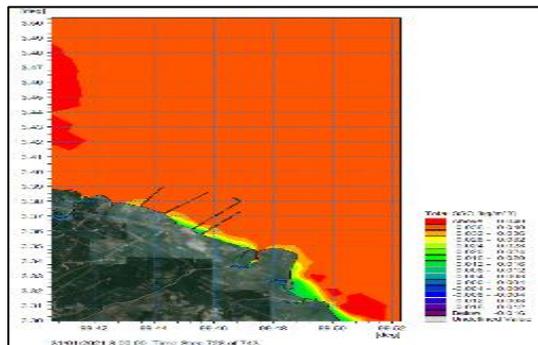
Hasil pemodelan *Total SSC (Sediment Suspended Concentration)* dilakukan pada empat kondisi, Surut terendah terjadi pada 30 Januari 2021 pukul 04.00 UTC dan Pasang tertinggi terjadi pada 31 Januari 2021 pukul 11.00 UTC. Sedangkan pada saat kondisi menuju surut terendah yaitu pada 30 Januari 2021 pukul 01.00 UTC dan saat kondisi menuju pasang tertinggi yaitu pada 31 Januari 2021 pukul 08.00 UTC.



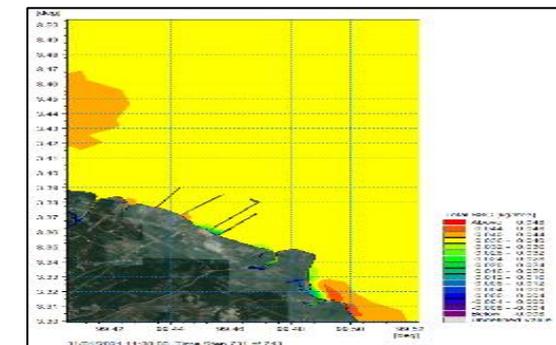
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3 (a). Total SSC saat menuju surut Terendah, (b). Total SSC saat surut Terendah, (c). Total SSC saat menuju pasang tertinggi, (d). Total SSC saat pasang tertinggi.

Titik kajian yang diambil yaitu pada daerah dekat dengan salah satu dermaga Pelabuhan Kuala Tanjung dengan titik koordinat 99° 28' 12.72" BT dan 3° 22' 31.44" LU. Akibat kondisi oseanografi di perairan Pelabuhan Kuala Tanjung, nilai persebaran total SSC di titik kajian secara berturut-turut dimulai dari menuju surut terendah hingga pasang tertinggi yaitu sebesar 0.0378 kg/m³ ; 0.0377 kg/m³ ; 0.0383 kg/m³ ; 0.0387 kg/m³. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada lokasi kajian yaitu dekat dengan salah satu dermaga, sebaran total SSC tertinggi terjadi pada saat pasang tertinggi.

Total SSC jika dilihat berdasarkan hasil pemodelan pada gambar 4 hingga 7 secara umum, sebaran SSC paling tinggi terjadi pada saat menuju surut terendah dan saat menuju pasang tertinggi. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat menuju surut terendah, air laut membawa sedimen tersuspensi yang berada di daerah pesisir pantai menuju laut lepas.

Sedangkan pada saat menuju pasang tertinggi, air laut membawa sedimen tersuspensi dari laut lepas menuju pesisir. Produktivitas primer tentu akan rendah pada daerah dengan kondisi sedimen tersuspensi yang berlebih sehingga tingkat kekeruhan airnya tinggi. Namun, jika dilihat pada titik lokasi, nilai sebaran total SSC tidak terdapat perubahan yang signifikan pada empat kondisi. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya bangunan pantai berupa dermaga.

3.2 Perubahan Dasar Perairan (Bed Level Change) di Perairan Pelabuhan Kuala Tanjung

Perubahan kedalaman laut/dasar perairan mengindikasikan perubahan dasar perairan selama waktu simulasi berlangsung (Wibowo, 2018). Perubahan dasar perairan yang terjadi di perairan Pelabuhan Kuala Tanjung dapat berupa proses sedimentasi atau proses abrasi yang ditandai dengan laju

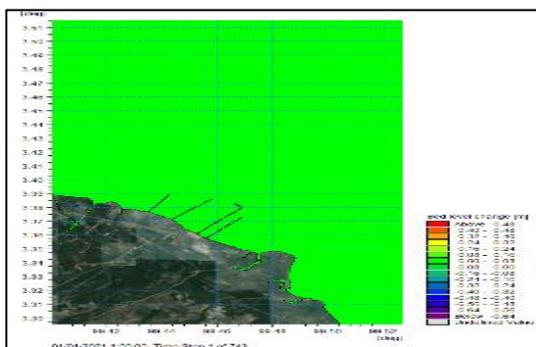
perubahan yang bernilai positif atau negatif.

Titik kajian yang digunakan untuk analisis berada di salah satu dermaga Pelabuhan Kuala Tanjung dengan titik koordinat 99° 28' 12.72" BT dan 3° 22' 31.44" LU. Pemodelan sedimen dasar dilakukan menggunakan MIKE 21 dengan modul *Sand Transport* sehingga perubahan dasar perairan dapat terlihat pada area kajian.

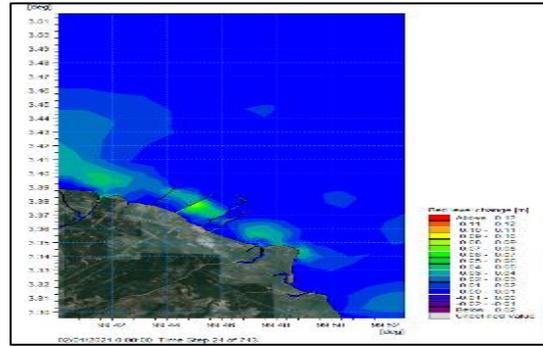
Berdasarkan gambar di atas, 1 hari setelah dilakukan simulasi, hasil pemodelan menunjukkan perubahan warna pada daerah kajian namun tidak terlalu signifikan. Hal ini menunjukkan terjadinya proses sedimentasi berupa pendangkalan maupun erosi. Setelah 7 hari simulasi, proses sedimentasi yang terjadi semakin terlihat di daerah kajian berupa erosi dengan nilai -0,06 m.

Setelah 1 bulan simulasi, proses sedimentasi semakin terlihat yang berupa sedimentasi di daerah kajian dengan nilai sebesar 0,1 m. Namun, pada daerah dekat dengan pantai terjadi sedimentasi atau pendangkalan dengan nilai yang cukup tinggi yaitu sebesar 0,3 – 0,6 m.

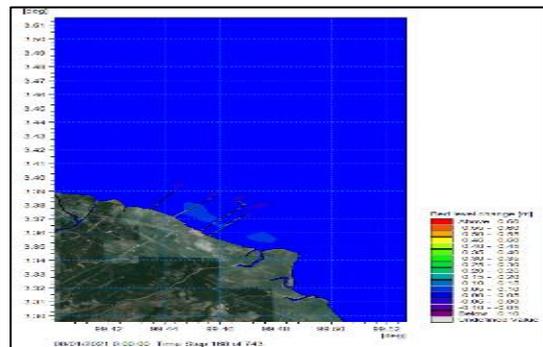
Hal ini dapat terjadi akibat sedimen dari pesisir yang terbawa ketika terjadi surut ke dalam kolam pelabuhan tidak sebanding dengan sedimen yang terbawa kembali ketika terjadi pasang. Pendangkalan dapat terjadi di daerah dekat pesisir dapat disebabkan oleh pembangunan dermaga sehingga pergerakan sedimen terhalang dan sebagian mengendap.



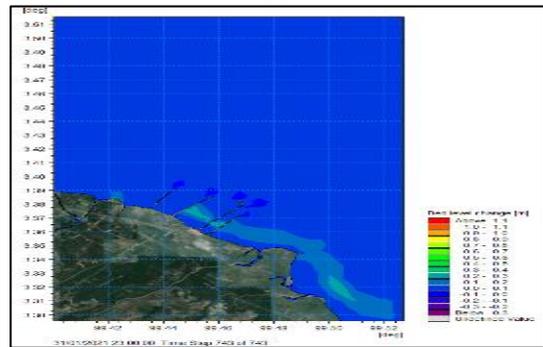
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4 (a). *Bed Level Change* saat awal simulasi, (b). *Bed Level Change* setelah 1 hari, (c). *Bed Level Change* setelah 1 minggu, (d). *Bed Level Change* setelah 1 bulan

Oleh karena itu, untuk menjaga kedalam perairan Pelabuhan Kuala Tanjung diperlukan *monitoring* kedalam secara berkala agar dapat diketahui apabila daerah kajian tersebut masih sesuai dengan *draft* kapal atau tidak. Upaya pemeliharaan diperlukan jika terjadi sedimentasi berlebih di daerah dermaga yaitu berupa pengerukan.

4. KESIMPULAN

Nilai RMSE dari model yaitu sebesar 0,09429947 atau sebesar 9,42%. Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian data hasil pemodelan. Nilai sebaran total SSC pada titik kajian tertinggi terdapat pada pasang tertinggi. Sedangkan perubahan dasar perairan (*Bed Level Change*) terjadi pendangkalan pada daerah titik kajian sebesar 0,1 m. Namun, jika dilihat pada daerah dekat dengan pesisir, pendangkalan yang terjadi lebih tinggi yaitu sebesar 0,3 – 0,6 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Denestiyanto, R., Nugroho, D., Setiyono, H. 2015. Analisis Karakteristik Gelombang di Perairan Kabupaten Batu Bara, Sumatra Utara. *Jurnal Oseanografi.*, 4(2):400-407.
- Rachman, R. A., Wibowo, M. 2019. Kajian Karakteristik Sedimen Dasar Laut untuk Mendukung Rencana Pembangunan Pelabuhan Patimban. *Jurnal Geologi Kelautan.*, 17(2):99-112.
- Wibowo, M. 2018. Pemodelan Angkutan Sedimen di Perairan Patimban untuk Rencana Pembangunan Pelabuhan. *Jurnal Kelautan Nasional.*, 13(1):27-38.
- Wibowo, M., Khoirunnsia, H., Wardhani, K. S., Wijayanti, R. 2022. Pemodelan Pola Sedimentasi di Muara Cisadane untuk Mendukung Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara. *Jurnal Kelautan Tropis.*, 25(2):179-19.