

## PEMODELAN TRANSPORT SEDIMEN DI MUARA SUNGAI PANGULURAN, MALANG DENGAN MODEL NUMERIK

Stefany Mariyori, Ayang Armelita Rosalia<sup>2</sup>, Kukuh Widianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sistem Informasi Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, e-mail: [stefany@upi.edu](mailto:stefany@upi.edu)

<sup>2</sup>Sistem Informasi Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, e-mail: [ayang.armelita@upi.edu](mailto:ayang.armelita@upi.edu)

<sup>3</sup>Logistik Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, e-mail: [kukuhwidi@upi.edu](mailto:kukuhwidi@upi.edu)

### ARTICLE INFO

Article history:

Received : 8 – Januari - 2024

Received in revised form : 15 – Januari - 2024

Accepted : 21 – Februari - 2024

Available online : 1 – Maret - 2024

### ABSTRACT

Transportasi sedimen laut adalah proses pergerakan sedimen di laut yang terjadi karena adanya gaya-gaya yang bekerja pada sedimen tersebut. Sedimen laut dapat berupa pasir, dan batuan kecil yang terbawa oleh arus laut, gelombang, dan angin. Muara Bajulmati atau muara Sungai Panguluran memiliki sedimentasi yang halus dan di dominasi oleh pasir. Pada kondisi musim barat rendah total load sedimen dari arah vertikal memiliki besaran hingga,  $0.00112m^3/s/m$ . Hal tersebut memuat bagian muara mengalami erosi dan sedimentasi. Pemodelan ini bertujuan untuk mengetahui pola sedimen serta melihat pengaruh sedimen terhadap Pantai serta muara. Pemodelan ini menggunakan *software* MIKE21 dengan modul Hidrodinamik serta *Sand Transport*.

**Keywords:** Mike21, Transport Sedimen, Pemodelan

### 1. PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan proses alami yang melibatkan beberapa tahap, seperti pelet, erosi, transportasi, dan pengendapan. Fenomena sedimentasi laut sendiri muncul dari berbagai proses geologi, mulai dari pengendapan hingga erosi. Transportasi sedimen adalah proses perpindahan sedimen dari suatu tempat ke tempat lain, dan sedimentasi laut berperan dalam pembentukan lanskap bawah air dan berdampak signifikan terhadap ekologi dan kelangsungan hidup organisme laut. Peristiwa sedimentasi laut dapat terjadi di berbagai lokasi, seperti lembah sungai, pantai, dasar laut dangkal, dan lain-lain[20].

Proses pengangkutan sedimen melibatkan pergerakan sedimen laut yang dibawa oleh arus laut, gelombang dan angin. Sedimen yang terbawa dapat berupa pasir, lumpur, atau bebatuan kecil. Perubahan morfologi laut dan pesisir yang disebabkan oleh transpor sedimen juga dapat mengubah dinamika ekosistem pesisir[21]. Faktor hidrodinamika di wilayah pesisir sangat mempengaruhi pergerakan sedimen yang berasal dari aliran sungai. Proses ini tidak hanya merupakan perpindahan sedimen dari hulu ke hilir, tetapi juga proses penyebaran bahan pencemar, logam berat dan sedimen lainnya[21].

Proses perpindahan sedimen dari wilayah darat ke laut melibatkan banyak proses, antara lain pergerakan logam berat, pencemaran dan partikel lainnya yang dapat teradsorpsi oleh partikel halus yang tersuspensi dan terperangkap dalam sedimen di muara, kemudian

diekspor ke laut. Kondisi ini menjadikan dinamika sedimentasi di muara sungai menjadi sangat menarik, kompleks dan dinamis[23].

Muara Sungai Panggulangan merupakan muara yang terletak di jalur Pantai Bajulmati yang terletak di Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Muara ini berada di Pantai Ungapan dimana Pantai Ungapan merupakan bagian dari Pantai Bajulmati, sehingga muara ini sering juga disebut muara Bajulmati. Pantai Ungapan diambil dari bahasa Jawa “ungapan” yang berarti muara sungai, yaitu tempat pertemuan antara sungai dan laut. Pantai Ungapan mempunyai garis pantai yang datar, dan Pantai Ungapan mempunyai tingkat abrasi dan akresi yang cukup tinggi. Sedimentasi di pantai ini di dominasi oleh pasir yang halus dan beberapa batuan kecil yang hanya berada di sekitar muara. Sungai Panggulangan memiliki arus yang kecil sehingga muara di Pantai Ungapan sebagian besar sedimennya berupa pasir dan beberapa sedimen yang terangkut dari laut, sedangkan sedimen yang berasal dari sungainya ialah berupa batuan halus yang ukurannya lebih sedikit besar dibandingkan pasir pantai.

Pada wilayah pesisir dan muara yang sering digunakan untuk aktivitas manusia, sedimentasi dapat menjadi permasalahan yang berpotensi terjadinya pendangkalan atau erosi di sepanjang garis pantai. Pengaruh arus terhadap sedimen ialah arus membawa sedimen menuju ke arah pantai dan meninggalkan pantai dengan dipengaruhi oleh gelombang. Studi transportasi sedimen di muara sungai juga menekankan pentingnya pemahaman terhadap karakteristik sedimen, pergerakan transportasi sedimen, dan dinamika perubahan daratan di muara.

Sebagai langkah awal untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan model angkutan sedimen di sekitar Pantai Bajulmati dengan menggunakan modul software MIKE 21 (DHI, 2014) dan (DHI Software, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk, memahami pola transpor sedimen, dan mengkaji dampak transpor sedimen terhadap erosi atau abrasi garis pantai. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan berharga mengenai pengelolaan dan pelestarian lingkungan pesisir dan muara yang menghadapi tantangan terkait sedimentasi, serta pencegahan abrasi dan akresi di sekitaran muara hingga Pantai Ungapan.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Sedimentasi**

Sedimen merupakan proses mengendapnya suatu material atau partikel dari yang besar hingga kecil yang berproses sesuai dengan aliran air dari bagian hulu akibat erosi. Proses mengendapnya sedimen berbeda-beda Sedimen merupakan proses mengendapnya suatu material yang berhubungan dengan aliran air dari bagian hulu akibat erosi, [15] Proses pengendapan sedimen bermacam-macam dan bergantung pada media penghantarnya. Proses perpindahan sedimen atau pengendapan sedimen dapat melalui media air, angin dan es. Hasil sedimentasi bermacam-macam tergantung pada medianya, seperti air akan menghasilkan delta yang berada pada muara, es dapat menghasilkan glistier dan pasir akan menghasilkan gunung pasir. Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai. Proses sedimentasi berlangsung terus sel ama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi. Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, pengendapan sedimen/pelumpuran pada muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport [15]. Pengetahuan mengenai sedimen transpor ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Sehingga dengan pemahaman tingkat/kecepatan sedimen transport, kemungkinan untuk

perubahan garis pantai dapat diketahui sebelumnya dan pengaruhnya terhadap bangunan-bangunan buatan dapat diminimumkan.

## 2.2. *Sedimen*

Sedimen adalah material padat yang terdiri dari partikel mineral atau organik yang terendapkan di dasar perairan atau di permukaan bumi. Sedimen dapat terbentuk melalui berbagai proses geologis, seperti pelapukan batuan, erosi, dan pengendapan. Ukuran dan komposisi sedimen bervariasi tergantung pada sumbernya, dan dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia material tersebut. Selain itu, sedimen juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan pesisir, serta dalam mempengaruhi morfologi dasar perairan [21]

Komposisi sedimen berbeda-beda, hal tersebut dipengaruhi oleh iklim, geomorfologi, kondisi dan proses geologi lainnya [22]. Proses sedimentasi dari sebuah sedimen dapat dilihat secara fisik melalui ukuran butir sedimen [23]. Proses sedimentasi, perpindahan atau transport sedimen, dan kondisi pengendapan sedimen dapat diketahui [24]. Perpindahan sedimen melalui proses yang cukup kompleks berdasarkan pola aliran sedimennya. Di muara memiliki masukan volume transport yang berbeda yang dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi di perairan [23]

## 2.3. *Sedimentasi Pantai*

Sedimentasi laut memainkan peran penting dalam perubahan garis pantai atau morfologi pesisir. Sedimentasi adalah proses pengendapan dan penumpukan material sedimen, seperti pasir, lumpur, dan kerikil, di dasar laut. Perubahan garis pantai disebabkan oleh interaksi kompleks antara berbagai proses alam, dan sedimentasi laut adalah salah satu faktor utama yang memengaruhinya. Peran penting sedimen dalam ekosistem pantai diantaranya akresi atau pembentukan garis pantai baru, sedimentasi laut dapat menyebabkan garis pantai maju atau memanjang ke arah laut. Proses ini terjadi ketika material sedimen terdeposisi di sepanjang pantai oleh aliran sungai, arus laut, atau pengendapan pasir oleh gelombang dan pasang surut. Akumulasi sedimen ini membentuk tanah baru dan garis pantai yang lebih maju.

Ketika sungai mencapai laut, aliran air melambat dan material sedimen yang diangkut oleh sungai terendapkan di delta. Ini membentuk daerah rawa air tawar yang meluas dan juga dapat mempengaruhi konfigurasi garis pantai di sekitarnya [15]. Ekosistem pesisir, sedimentasi laut juga memiliki dampak ekologis pada ekosistem pesisir. Material sedimen yang terbawa oleh air laut membawa nutrisi dan menjadi substrat bagi kehidupan laut seperti terumbu karang, padang lamun, dan hewan-hewan laut lainnya.

## 2.4. *Transport Sedimen*

Transportasi sedimen laut adalah proses pergerakan sedimen di laut yang terjadi karena adanya gaya-gaya yang bekerja pada sedimen tersebut [9]. Sedimen laut dapat berupa pasir, lumpur, atau batuan kecil yang terbawa oleh arus laut, gelombang, dan angin. Transportasi sedimen laut memiliki peran penting dalam membentuk morfologi dasar laut dan pantai. Transportasi sedimen laut dapat menyebabkan perubahan pada morfologi dasar laut dan pantai. Proses transportasi sedimen laut dapat membentuk berbagai bentuk seperti delta, terumbu karang, dan pantai berpasir. Transportasi sedimen laut juga dapat mempengaruhi kehidupan organisme laut. Sedimen laut dapat menjadi tempat hidup bagi berbagai jenis organisme laut seperti terumbu karang dan biota laut lainnya.

## 2.5. *Hidrodinamika*

Hidrodinamika merupakan ilmu yang mempelajari tentang pergerakan fluida, termasuk air. Ilmu ini sangat penting dalam berbagai bidang, seperti teknik kelautan, teknik sipil, dan teknik mesin. Hidrodinamika mengkaji fisika pada air yang bergerak, termasuk arus, gelombang, dan pasang surut. Hidrodinamika juga mempelajari tentang sifat-sifat fluida, seperti viskositas, kepadatan, dan tekanan. Dalam hidrodinamika, terdapat beberapa konsep

penting, seperti persamaan Navier-Stokes, persamaan Bernoulli, dan persamaan Euler. Hidrodinamika dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti perancangan kapal, pembangunan bendungan, dan pengembangan turbin air. Hidrodinamika sangat penting dalam memahami pergerakan air dan arus laut. Ilmu ini dapat diterapkan dalam berbagai bidang, seperti teknik kelautan, teknik sipil, dan teknik mesin [6].

## 2.6. Mike21

Model *Flow Model* MIKE 21 FM adalah sebuah sistem pemodelan berdasarkan pendekatan jaringan yang fleksibel. Sistem pemodelan ini telah dikembangkan untuk aplikasi dalam lingkungan oseanografi, pesisir, dan estuari. Model Aliran MIKE 21 FM didasarkan pada pendekatan jaringan yang fleksibel [6]. Memberikan MIKE 21 Flow Model FM dengan jaringan yang sesuai adalah sangat penting untuk mendapatkan hasil yang dapat diandalkan dari model. Menyiapkan jaringan melibatkan pemilihan area yang sesuai untuk dimodelkan, resolusi yang memadai pada batimetri, gelombang, angin, dan medan aliran yang sedang dipertimbangkan, serta definisi kode-kode untuk batas terbuka dan tertutup. Selain itu, resolusi dalam ruang geografis juga harus dipilih dengan mempertimbangkan stabilitas.

Modul Hidrodinamika adalah salah satu fungsi dari MIKE21, dimana dalam modul ini menghitung aliran yang dihasilkan dan di distribusikan[6]. Waktu simulasi dan ketepatan dapat dikendalikan dengan menentukan urutan skema numerik yang digunakan dalam perhitungan numerik. Baik skema integrasi waktu maupun diskritisasi ruang dapat ditentukan. Kita dapat memilih skema berurutan yang lebih rendah (urutan pertama) atau skema berurutan yang lebih tinggi. Skema berurutan yang lebih rendah lebih cepat, tetapi kurang akurat.

*Mesh* dalam MIKE21 merupakan kerangka yang digunakan untuk mendefinisikan topografi atau geometri dasar pada area yang ingin di modelkan. *Mesh* berguna sebagai wadah dan menentukan bagaimana variabel-variabel yang di inputkan berkolaborasi di seluruh area *mesh*. Variabel-variabel tersebut merupakan variabel yang digunakan untuk pemodelan hidrodinamika. Penginputan variabel yang digunakan dalam data *mesh* ini berupa data garis pantai, *boundry*, serta batimetri

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Data Preparation

No	Parameter	Keterangan	Sumber
1.	Waktu	1 Januari 2020 – 30 November 2023	Hasil Analisis
2.	Debit Sungai	Nilai debit rata rata perbulan 2023	sih3.dpuair.jatimprov.go.id
3.	Sedimen Dasar	6 November 2023 – 20 November 2023	Data Lapangan
6.	Sumber Sedimen	6 November 2023 – 20 November 2023	Data Lapangan
7.	Batas Terbuka	Realtime	Gebco Bathymetry
8.	Angin, ombak dan gelombang	1 Januari 2020 – 31 Oktober 2023	(Copernicus Climate Change Service)
9.	Rerata kecepatan endap fraksi pasir	1 Januari 2020 – 31 Oktober 2023	(DHI Software, 2019)

Tabel 1. Tabel Data

### 3.2 Langkah Kerja

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dan simulasi; pemeriksaan kondisi alam dengan mendeskripsikan parameter secara sederhana dan

sistematis menggunakan pemodelan hidrodinamika dan transportasi sedimen di MIKE 21 (Lumborg & Pejrup, 2005). Model ini dijalankan oleh Modul Hidrodinamika (HD) untuk pemodelan aliran, dan Modul *Mud Transport* (MT) untuk pemodelan transportasi sedimen dan perubahan tingkat dasar (DHI, 2012). Simulasi ini menggunakan metode numerik dua dimensi dengan memasukkan hidrodinamika (angin, bathimetri, pasang surut) dan transportasi sedimen yang divalidasi dengan data lapangan (DHI, 2014). Hasil dari model dua dimensi transportasi sedimen akan menunjukkan abrasi atau sedimentasi dengan melihat nilai konsentrasi sedimen tersuspensi dan perubahan tingkat dasar yang terjadi akibat transportasi sedimen.

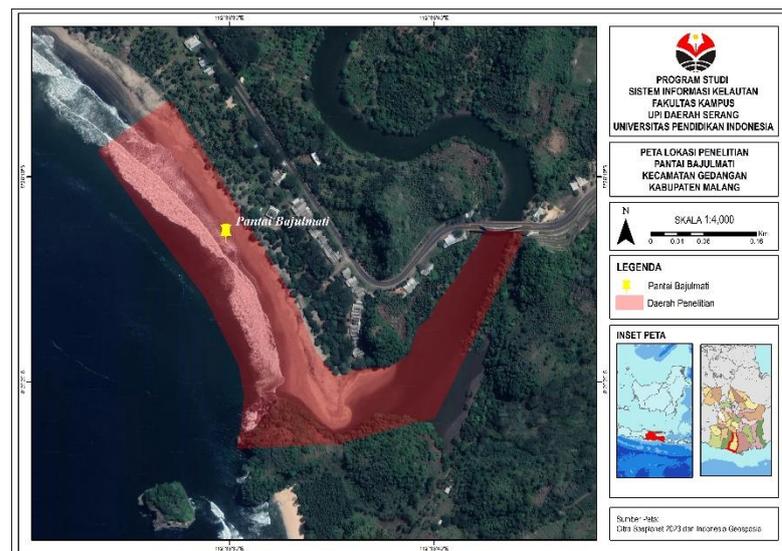
*Flexible Mesh* dibentuk dengan menggunakan generator jaringan yang membuat jaringan digital terperinci untuk digunakan dalam jaringan fleksibel *mesh* MIKE Zero (FM). Dalam model dua dimensi, elemen-elemen akan dianggap sebagai segitiga dan elemen empat sisi. Berkas jaringan yang dihasilkan oleh generator jaringan adalah berkas ASCII yang mencakup informasi posisi geografis dan kedalaman air di setiap titik simpul dalam jaringan.

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan DHI MIKE. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah persiapan data. *Data Preparation* meliputi data *water level*, *wind* (*wind speed*, *wind direction*), *wave* (*period*, *directon*, *hm0*, *n*), data batrimetri, garis pantai dan kedalaman laut. Sistem yang digunakan berupa *time series*, karena diambil dari 1 titik dan data stasioner (1 stasiun). Selanjutnya langkah *meshing domain*, pada tahapan ini dilakukan input *mesh generator* yang berupa *map projecting* mengikuti UTM yang sesuai, dan melakukan input data batrimetri dan input boundary.

Langkah selanjutnya adalah *running modele*. Pada tahap ini melakukan *swicth* dari yang awalnya masih menggunakan MIKE ZERO berubah menjadi MIKE 21 *Flexible Mesh* (Modul Hidrodinamik dan *Sand Transport*. Dengan memasukan parameter parameter yang sudah ada dan sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya adalah tahap sedimen table, dimana disini memasukan parameter sedimen di lapangan. Mulai dari besaran sedimen, jenis sedimen, sebaran sedimen. Langkah terakhir adalah *coupled model* dimana menyatukan kedua modul yang ada dan akan menghasilkan output yang diinginkan.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sekitar Pantai Bajulmati tepatnya Pantai Ungapan, Malang, Jawa Timur.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

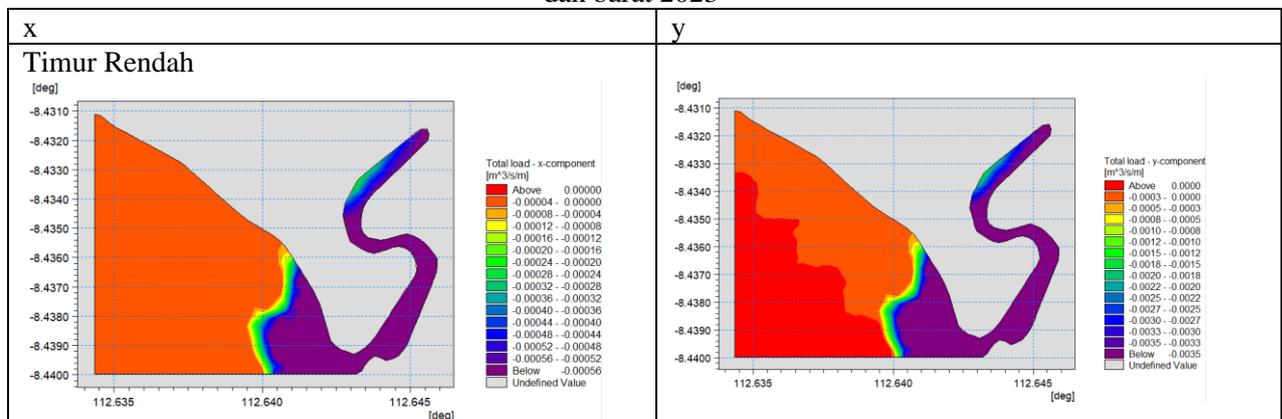
### 4.1 Sebaran dan Pola Sedimentasi

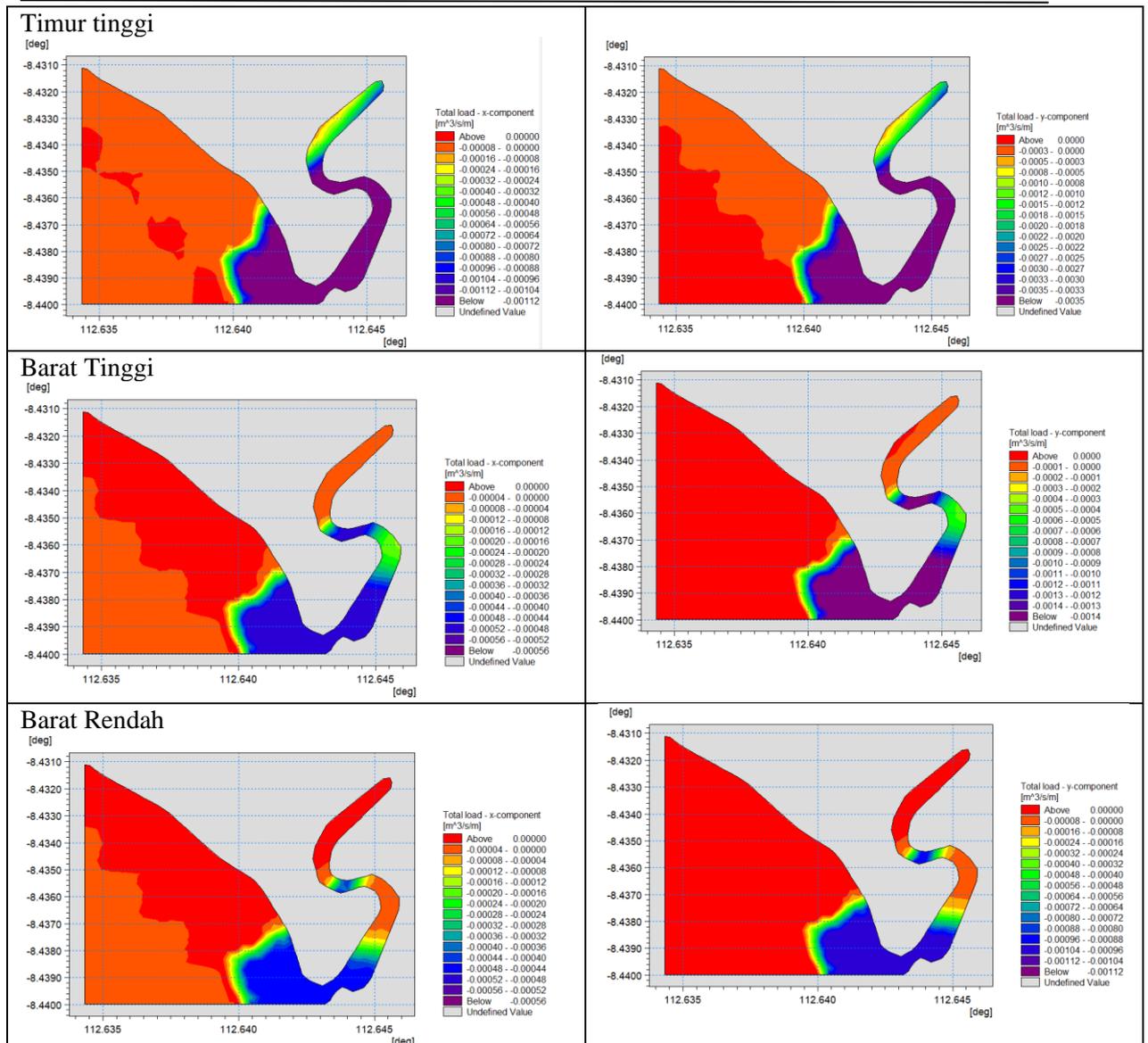
Total load dalam model hidrodinamika mengacu pada semua gaya atau muatan yang diterapkan pada sistem perairan yang sedang dimodelkan. Muatan ini dapat berasal dari berbagai sumber, seperti pasang surut, gelombang, angin, dan aliran sungai. Setiap komponen muatan dapat diuraikan dalam komponen horizontal (x-component) dan vertikal (y-component). Pasang surut memiliki komponen horizontal dan vertikal tergantung pada arah pasang surutnya. Komponen horizontalnya dapat mempengaruhi arah arus[25].

Total Load X adalah total muatan yang bekerja pada arah horizontal (sumbu x) dalam sistem perairan. Ini dapat mencakup muatan yang berasal dari arus sungai atau pengaruh angin yang dominan dalam arah horizontal.[25]. Pengaruh angin horizontal adalah salah satu kontributor utama terhadap total load x. Gaya gesekan angin di permukaan air dapat menyebabkan aliran horizontal dan perubahan tinggi air dalam arah sumbu x. Komponen total load x juga akan mencakup muatan yang berasal dari aliran sungai yang mempengaruhi arah horizontal di dalam sistem perairan.

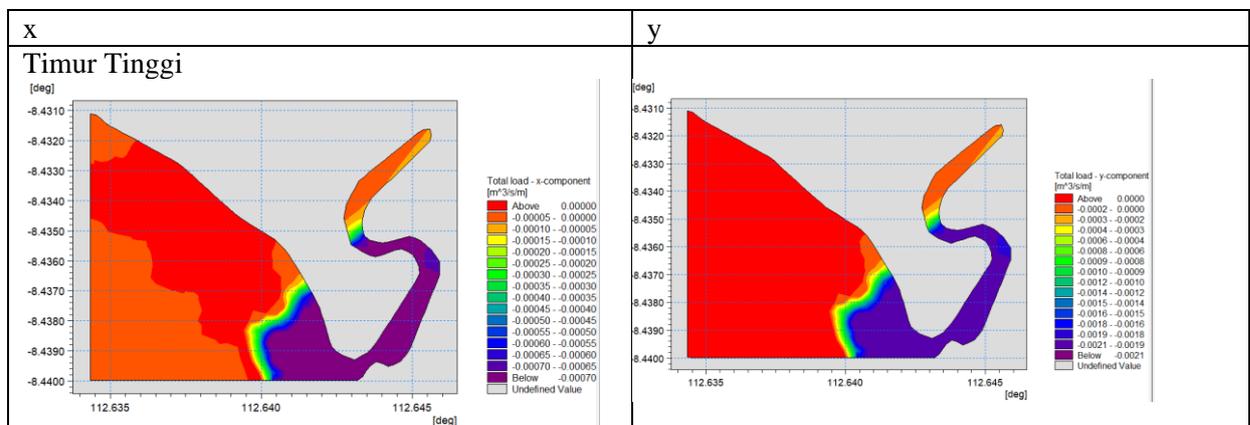
Pada pemodelan ini memfokuskan pada komponen horizontal, dimana melihat berdasarkan nilai pasang dan surut pada musim timur maupun musim barat. Untuk melihat perubahan sedimen dapat di lihat dalam gambar 2, gambar 3, gambar 4, dan gambar 5. Pada hasil penelitian dapat disimpulkan saat kondisi pasang tertinggi lokasi mengalami muara mengalami tingkat abrasi dan sedimentasi yang cukup tinggi karena memiliki nilai yang negatif dan lebih jauh dari nilai positif dan menyebabkan sedimen mengalami penurunan. Saat kondisi pasang rendah muara mengalami abrasi namun tingkat abrasi tidak separah saat kondisi pasang. Kondisi muara yang dinamis membuat pergerakan sedimen yang berbeda juga. Saat ketika pasang terendah maka akan ada kumpulan sedimen yang berdiam di tengah tengah muara.

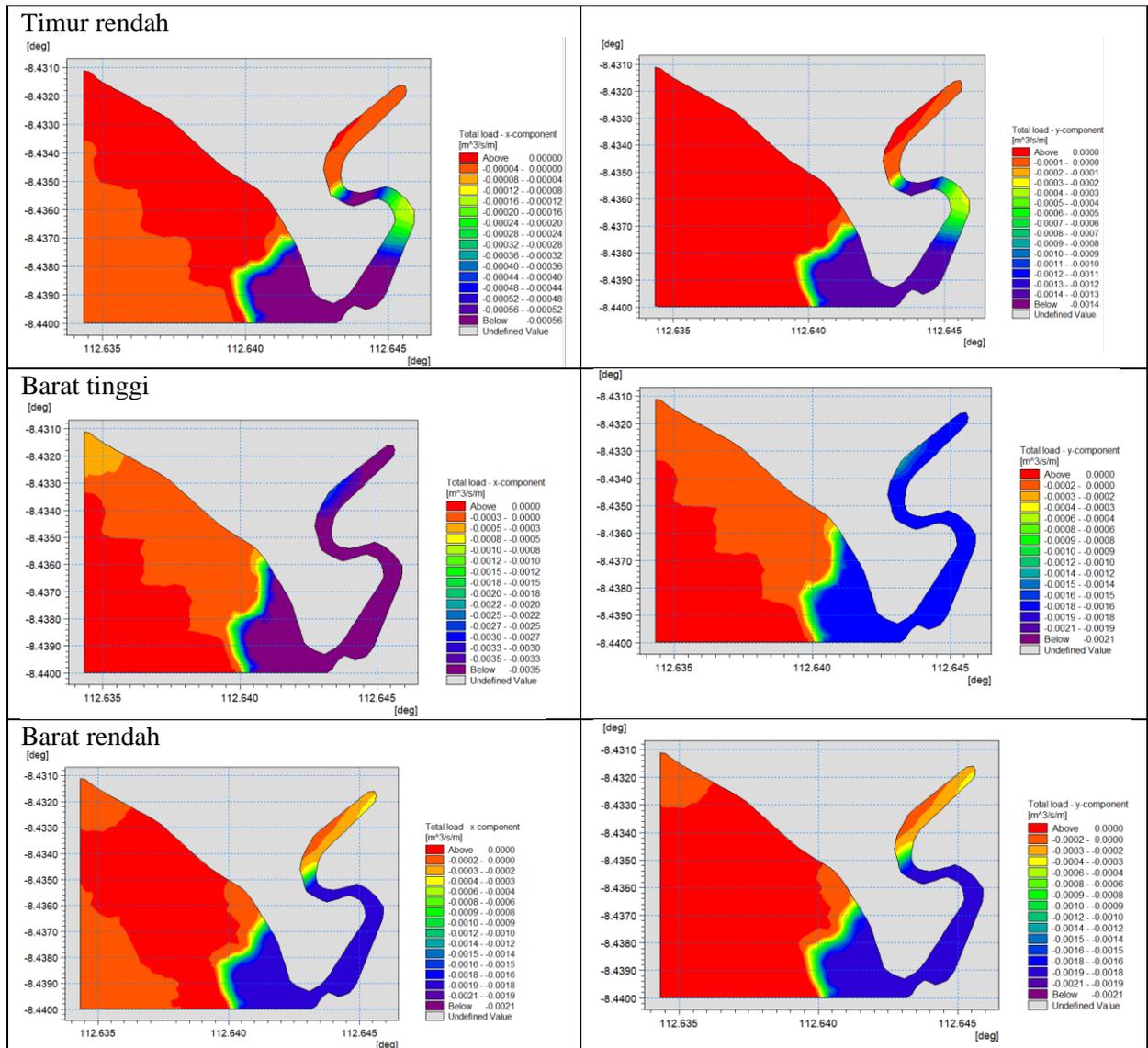
Gambar 2. Model Sebaran Sedimen saat Pasang Tertinggii dan Terendah di musim angin dan barat 2023



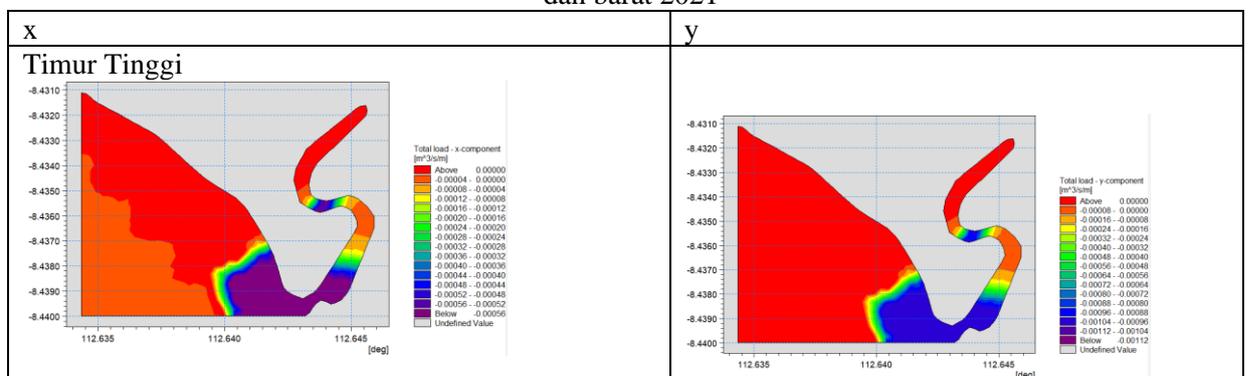


Gambar 3. Model Sebaran Sedimen saat Pasang Tertinggi dan Terendah di musim angin dan barat 2022

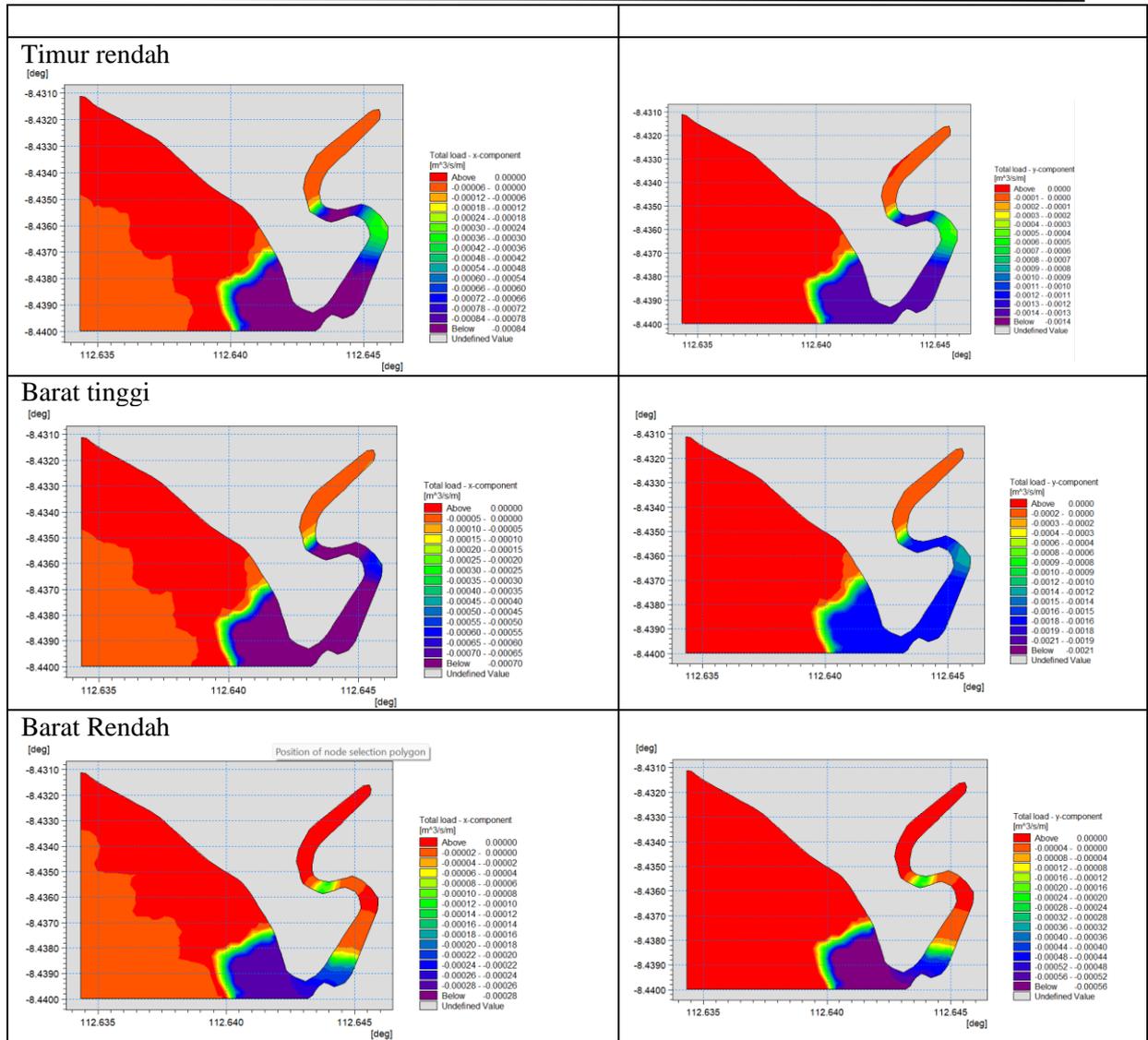




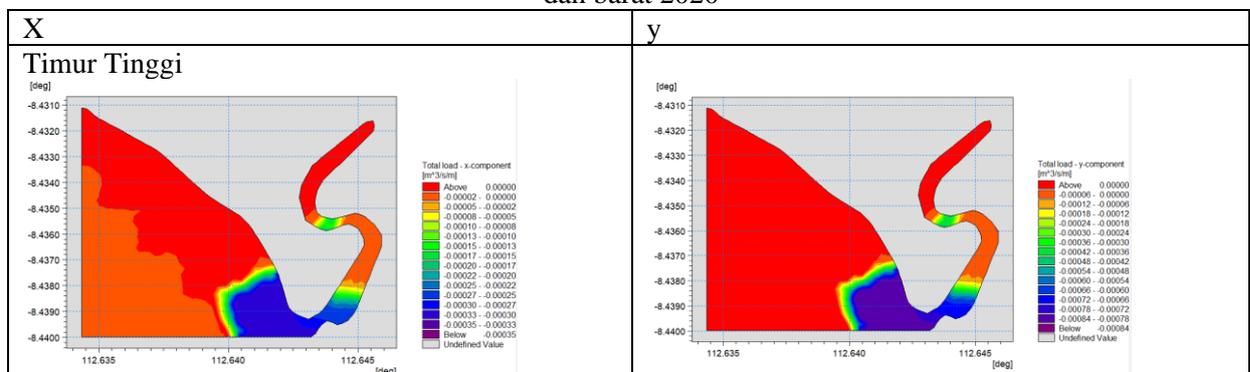
Gambar 4. Model Sebaran Sedimen saat Pasang Tertinggi dan Terendah di musim angin dan barat 2021

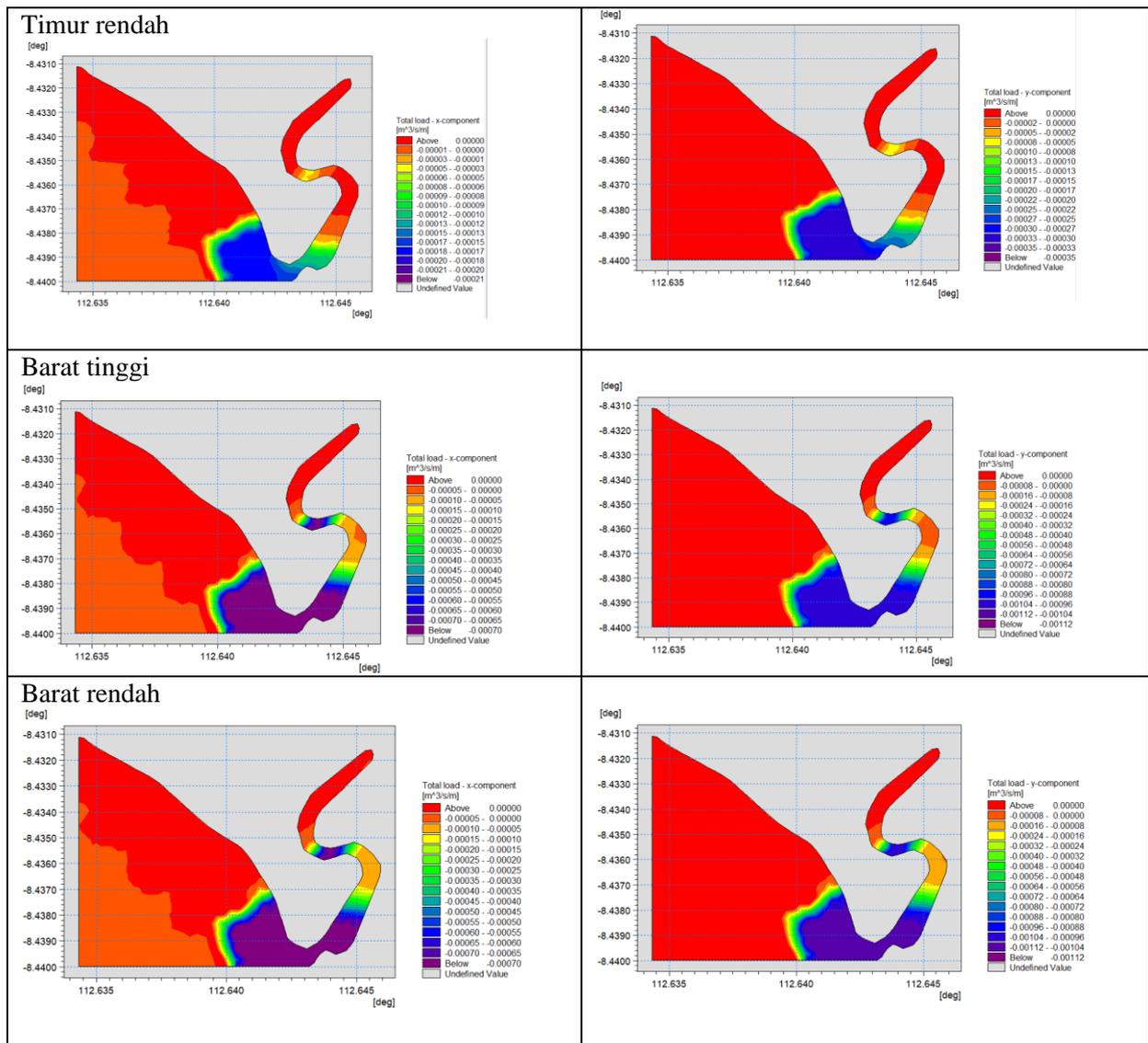


Pemodelan Transport Sedimen Di Muara Sungai Panguluran, Malang Dengan Model Numerik (Stefany Mariyori)



Gambar 5. Model Sebaran Sedimen saat Pasang Tertinggi dan Terendah di musim angin dan barat 2020



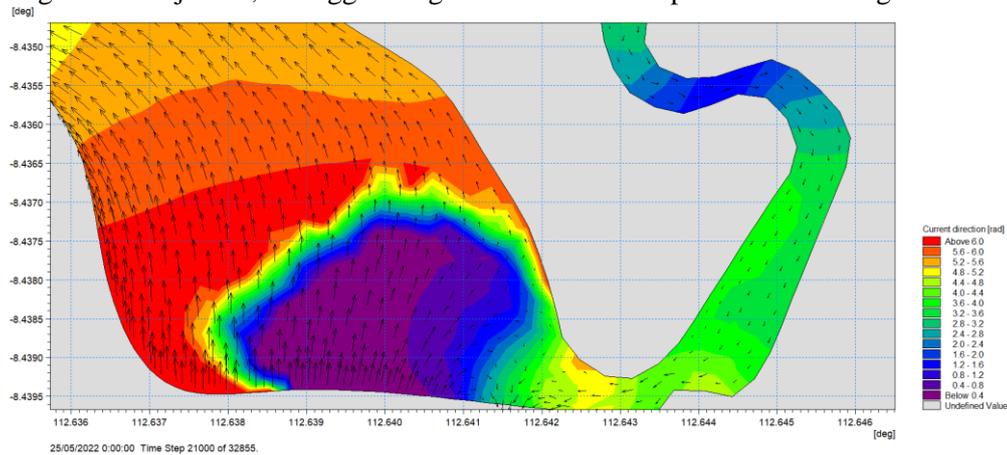


Pada hasil penelitian dapat disimpulkan saat kondisi pasang tertinggi lokasi mengalami muara mengalami tingkat abrasi yang cukup tinggi karena memiliki nilai yang negatif dan lebih jauh dari nilai positif dan menyebabkan sedimen mengalami penurunan muka daratan. Pada angin musim barat sendiri sedimen cenderung konstan, karena saat pasang tertinggi maupun terendah, memiliki tingkat abrasi yang cukup tinggi. Morfologi pantai yang menjorok ke arah laut berpotensi terjadi abrasi, sehingga berdampak terhadap pola perubahan garis Pantai [18]. Kecepatan arus mempengaruhi distribusi sebaran sedimen. Butiran sedimen dengan ukuran lebih kasar berada di daerah dengan kecepatan arus kencang, sedangkan butiran sedimen berukuran lebih halus mengendap di daerah yang berarus lemah [20], pernyataan tersebut mendukung perubahan di lekukan sungai yang memiliki peningkatan volume sedimen, karena lokasi lekukan sungai memiliki kecepatan arus yang kecil.

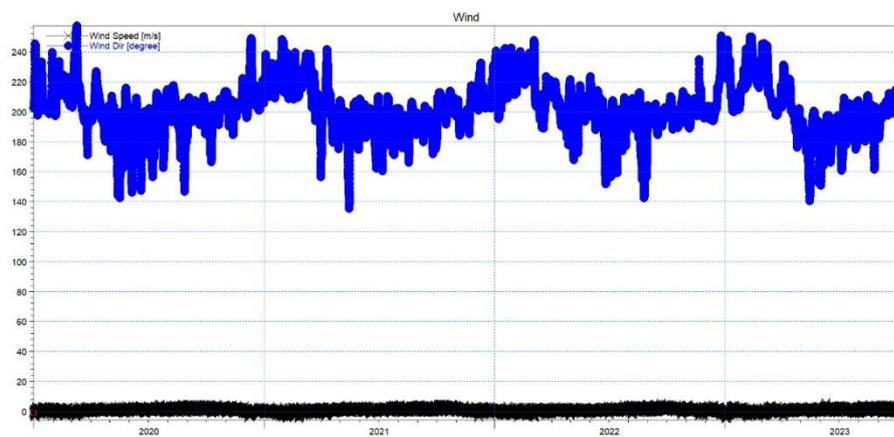
Pantai mengalami akresi disebabkan karena adanya angkutan sedimen dari laut menuju ke pantai lebih besar daripada angkutan dari pantai ke laut, sedangkan keadaan pantai abrasi apabila angkutan sedimen dari laut menuju ke pantai lebih sedikit daripada angkutan dari pantai ke laut [18]. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan modeling berikut dapat dilihat

*Pemodelan Transport Sedimen Di Muara Sungai Panguluran, Malang Dengan Model Numerik (Stefany Mariyori)*

pada gambar 6. Saat periode bulan mei jam 00.00 arus sedimen dari bergerak kea arah pantai, arus bergerak menuju laut, sehingga mengakibatkan abrasi dapat dilihat dalam gambar.3.



Gambar 6. Current Direction



Gambar 7. Wind Direction

Pergerakan air di atas permukaan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya ada pasang surut, angin [19]. Angin musim timur atau sering dikenal dengan angin muson timur, adalah angin yang bertiup dari daratan ke lautan, selama saat kemarau. Angin ini memiliki periode dari bulan Mei hingga Oktober, angin tersebut bertiup dari tenggara ke barat laut, dan puncaknya pada bulan Juni – Agustus [4]. Angin musim barat bergerak periode November hingga April [4].

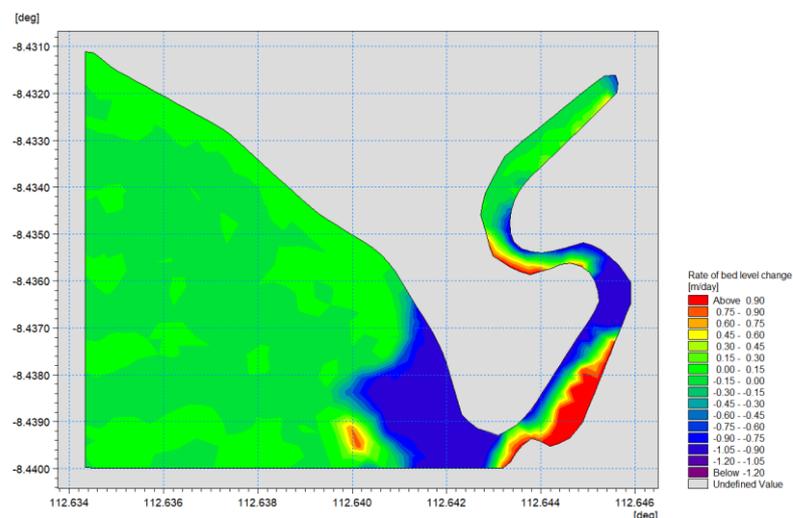
Angin ini membawa udara kering dari daratan ke lautan selama musim kemarau, menyebabkan rendahnya curah hujan dan kondisi kemarau[1]. Berdasarkan hasil pengolahan data dari tahun 2020 hingga 2023 bulan. Kecepatan angin pada musim barat lebih besar dibandingkan musim timur. Kecepatan angin pada musim barat berkisar 5m/s – 9m/s, sedangkan saat angin musim bartimurat kecepatan angin berkisar 4m/s-6m/s. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi lapangan yang langsung berhadapan dengan samudra hindia, serta pengaruh angin muson.

Transport sedimen non kohesif sering disebut dengan *bed load transport*, dimana sedimen yang dimaksud sedimen yang tidak melayang [15]. Berdasarkan lokasi penelitian, sebagian besar sedimen yang berada di panantai berupa pasir yang berukuran sekitar 0.050 mm – 1,2 mm berbutir lembut dan halus. Pengamatan di lapangan pada bagian muara memiliki pasir yang lebih hitam serta ukuran yang lebih besar berkisar 0.075 mm – 1,2 mm,

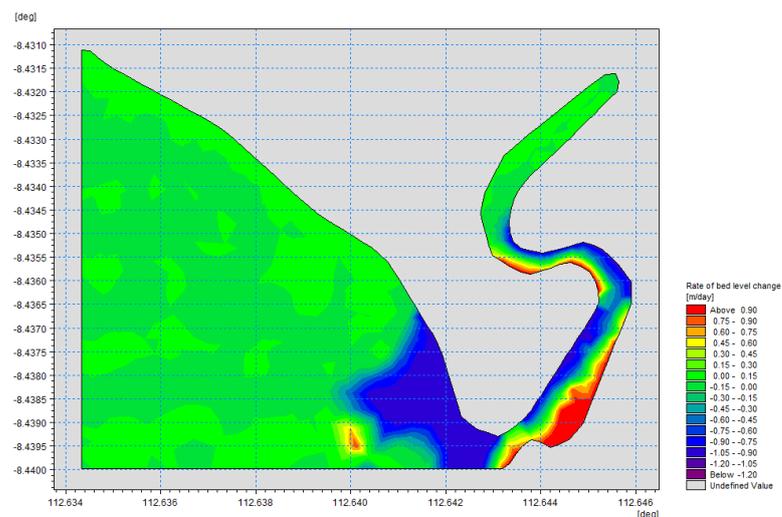
selain itu dibagian muara terdapat sedimen yang berupa batuan kecil yang berdiameter 1 cm – 3cm dan di dominasi oleh batuan halus. Pasir Pantai memiliki karakter yang lebih lembut akibat dari bergesekan dengan sesama dan akibat telah melalu proses yang Panjang [15].

Berdasarkan *Rate of Bad Level Change* Musim Timur Pada bagian muara mengalami penurunan saat pasang tertinggi, namun untuk bagian muara yang menjorok dibagian tepianya mengalami peningkatan sedimentasi 0 – 0.90 meter/hari. Peningkatan sedimentasi terbesar terdapat setiap lekukan, berdasarkan hasil modeling disetiap lekukan mengalami peningkatan sedimentasi. Sedangkan untuk lokasi pesisir memiliki nilai sedimentasi yang lebih kecil dibandingkan dimuara. Proses sedimentasi di bagian pesisir mengalami peningkatan dengan range berkisar 0 – 0.15 meter per hari. Pada bagian muara yang menuju pantai mengalami kedelaman atau penurunan sedimentasi berkisar -0,60 hingga -1,90 meter per hari.

Proses pendangkalan atau sedimentasi di bagian muara maupun pesisir di pengaruhi oleh angin timur yang cenderung kering sehingga proses sedimentasi lebih rendah dibandingkan saat musim barat yang anginya cenderung basah.

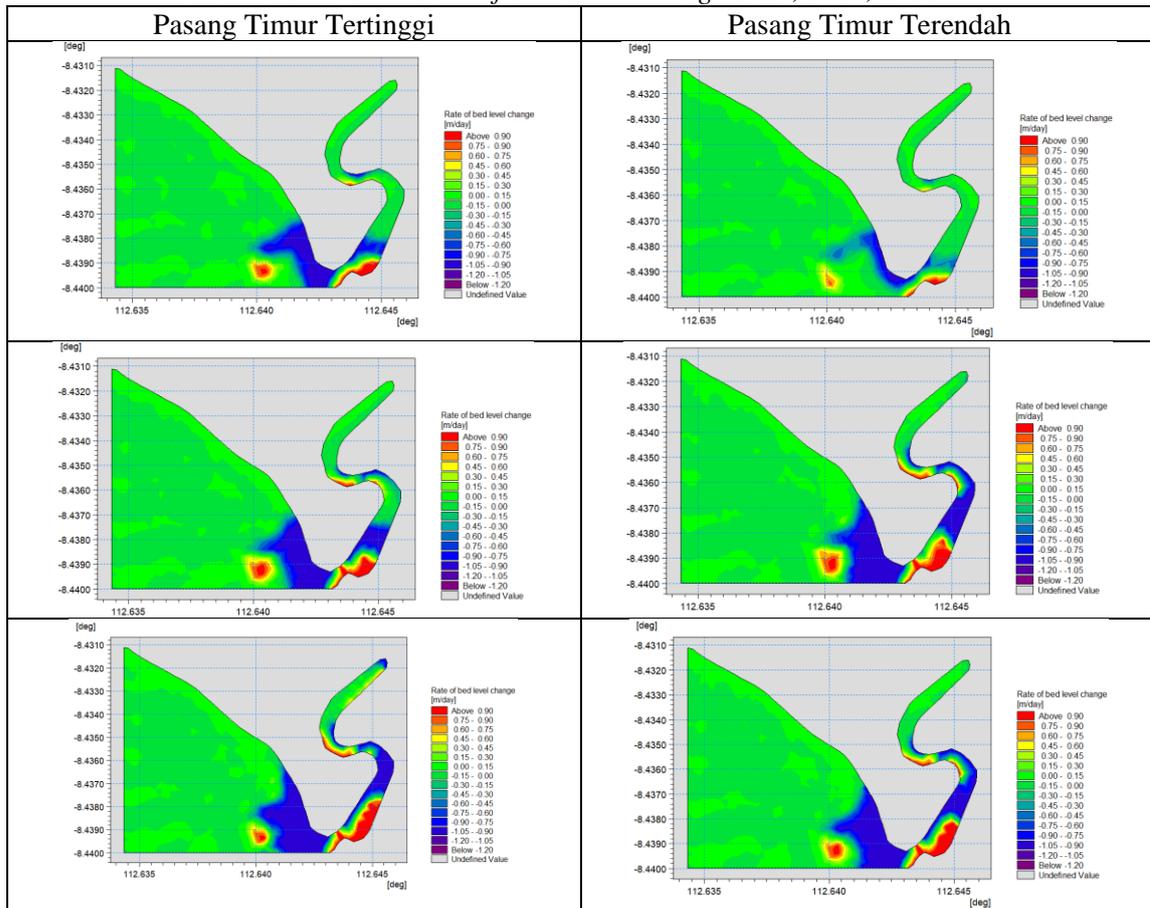


Gambar 8. Rate of Bad Level Change Tertinggi 2023

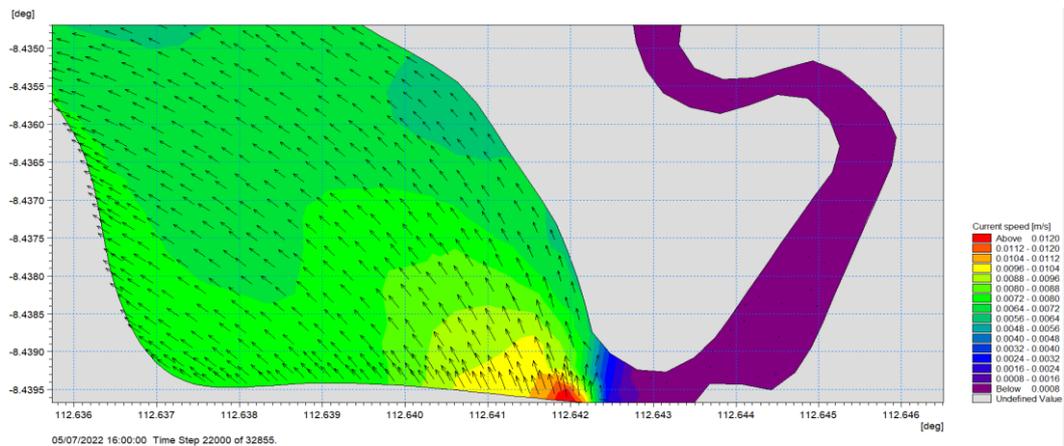


Gambar 9. Rate of Bad Level Change Terendah 2023

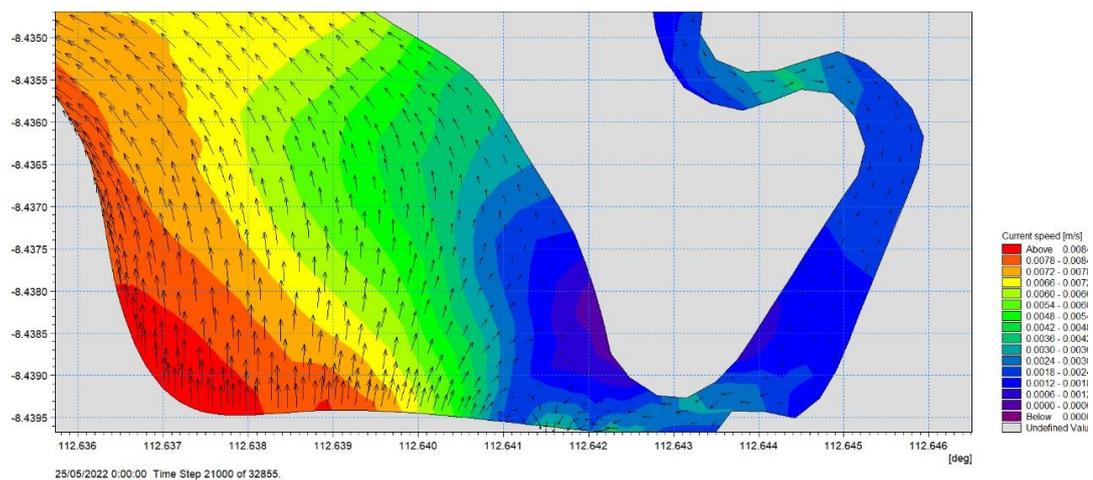
Gambar 10. Model Rate of Bed Level Change 2020, 2021, 2022.



Perbedaan yang bisa dilihat secara langsung pada hasil pemodelan adalah, pada pasang timur terendah sungai pada di bagian dekat pantai mengalami penurunan sedimen atau erosi, sedangkan pada bagian tengah hingga mendekati tebing mengalami sedimentasi dari 0 – 0.90 meter per hari. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh arah arus dan kecepatan arus itu sendiri. Arus Sungai memiliki kecepatan yang terbilang kecil yaitu dibawah 0.0008 m/s hingga 0.0032 m/s. Sedangkan arus pada Pantai dan laut memiliki kecepatan yang lebih tinggi yaitu berkisar 0.0056 m/s hingga 0.0096 m/s. Untuk kecepatan dibagian muara sungai sendiri terbilang paling tinggi diantara Pantai dan Sungai, pada bagian muara memiliki kecepatan 0.0096 m/s hingga 0.0120 m/s. Hal tersebut dapat menyebabkan proses pendalaman dibagian muara, dan peningkatan sedimentasi dibagian Sungai.

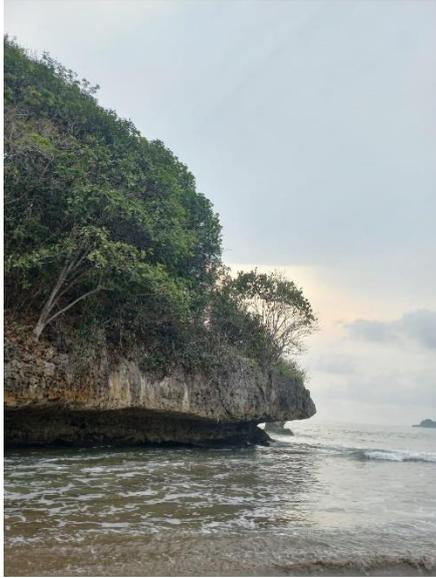


Gambar 11. Current Speed Tertinggi 2023



Gambar 12.. Current Speed Tertinggi 2023

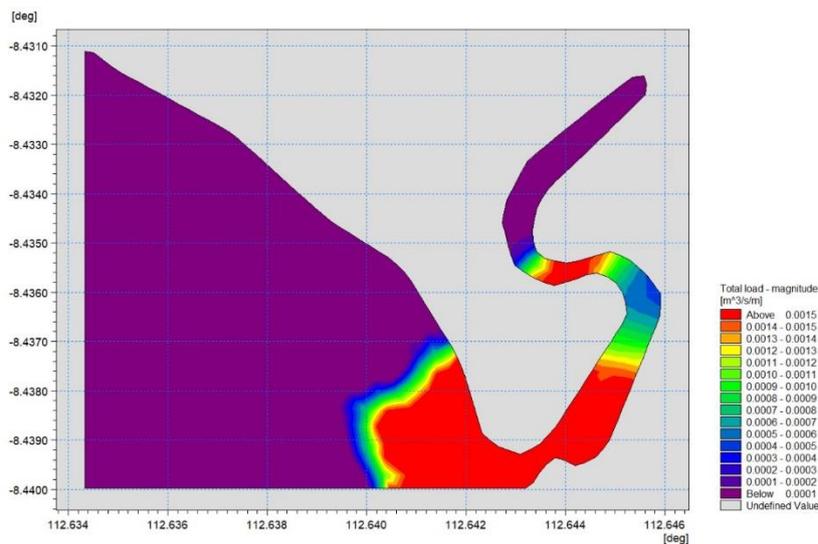
Perpindahan sedimen melalui proses yang cukup kompleks berdasarkan pola aliran sedimennya. Di muara memiliki masukan volume transport yang cukup tinggi yang dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi di perairan [23]. Sebaran sedimen di bagian muara dipengaruhi oleh suspensi yang berasal dari sungai maupun muara sungai [23]. Dalam Gambar 11, arus dari sungai hingga muara memiliki kecepatan arus yang kecil sehingga hal tersebut menyebabkan sedimen di bagian dalam tidak berpindah karena arusnya masih tergolong kecil [23] sehingga, dapat mengakibatkan penumpukan sedimen di bagian lekukan muara. Arus yang berjalan di sekitar muara lebih kecil dibandingkan di bagian peisir.



*Gambar 13. Tebing Muara*



*Gambar 14. Pengendapan Sedimen*



*Gambar 15. Current Speed Tertinggi 2023*

Berdasarkan hasil pemodelan, total muatan yang berada pada muara memiliki total muatan yang lebih besar, dibandingkan pesisir, jenis sedimennya yang terdapat hampir sama yaitu Berdasarkan lokasi penelitian, sebagian besar sedimen yang berada di panatai berupa pasir yang berukuran sekitar 0.050 mm – 1,2 mm berbutir lembut dan halus. Pengamatan di lapangan pada bagian muara memiliki pasir yang lebih hitam serta ukuran yang lebih besar berkisar 0.075 mm – 1,2 mm, selain itu dibagian muara terdapat sedimen yang berupa batuan kecil yang berdiameter 1 cm – 3cm dan di dominasi oleh batuan halus. Persebaran sedimentasi dibagian muara hingga 50 meter masih memiliki muatan yang sama, dari 150 meter – hingga pantai bajulmati, memiliki sedimen yang lebih kecil dan halus.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pola sedimentasi di daerah muara memiliki muatan yang lebih besar dibandingkan dibagian pantai. Pada kondisi musim barat rendah total load sedimen dari arah vertikal memiliki besaran hingga,  $0.00112\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ . Hal tersebut memuat bagian muara mengalami erosi dan sedimentasi di beberapa bagian, hal tersebut terjadi juga karena adanya arus Sungai memiliki kecepatan yang terbilang kecil yaitu dibawah  $0.0008\text{ m/s}$  hingga  $0.0032\text{ m/s}$ . Sedangkan arus pada Pantai dan laut memiliki kecepatan yang lebih tinggi yaitu berkisar  $0.0056\text{ m/s}$  hingga  $0.0096\text{ m/s}$ . Kecepatan dibagian muara sungai sendiri terbilang paling tinggi diantara Pantai dan Sungai, pada bagian Hal tersebut dapat menyebabkan proses pendalaman dibagian muara, dan peningkatan sedimentasi dibagian Sungai. Pantai mengalami abrasi karena angkutan sedimen dari laut menuju ke pantai lebih sedikit daripada angkutan dari pantai ke laut

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rifai, B. Rochaddi, U. Fadika, J. Marwoto, and H. Setiyono, "Kajian Pengaruh Angin Musim Terhadap Sebaran Suhu Permukaan Laut (Studi Kasus : Perairan Pangandaran Jawa Barat)," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 2, no. 1, pp. 98-104, Mar. 2020. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i1.7499>
- [2] Besperi, B. "Pemodelan Transpor Sedimen Pantai Kualo Kota Bengkulu.", Doctoral dissertation, Universitas Andalas, 2022.
- [25] B. S. Mazumder, T. I. Eldho, "An Introduction to Advanced Fluid Dynamics and Fluvial Processes". Boca Raton, CRC Press. 2023
- [20] A. Bayu, Hardiyadi, R. Baskoro. "Analisa Laju Sedimentasi di Muara Sungai Karangsong." *Jurnal Oseanografi*, Vol. 6, No. 1, Hal. 10-21, 2017.
- [19] C. M. Serodja, A. Ismanto, A. R. Hakim, and A. Ramdhani, "Analisa Pengaruh Angin Monsoon Timur terhadap Arus Permukaan Berdasarkan Data HF Radar di Perairan Selat Sunda," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 4, no. 4, pp. 11 - 18, Jan. 2023. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i4.15672>
- [4] DM Prista, D Apdillah, RD Putra, "Identifikasi tipe pencampuran berdasarkan karakteristik parameter fisis pada musim timur dan musim peralihan II di Muara Sungai Seluma", *Jurnal Penelitian Sains, JPS Vol. 25 No. 2. hal. 154-162, 2023.*
- [18] D. A. Octaviana et al., "Analisis Abrasi dan Akresi di Muara Sungai Kali Bodri, Kabupaten Kendal," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 2, no. 2, pp. 137-146, Jun. 2020. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7426>
- [5] Diaz, M., Grasso, F., Le Hir, P., Sottolichio, A., Caillaud, M., & Thouvenin, B. "Modeling Mud and Sand Transfers Between a Macrotidal Estuary and the Continental Shelf: Influence of the Sediment Transport Parameterization." *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(4), 2020
- [6] DHI. (2014). Mike 21 & Mike 3 Flow Model Fm. Hydrodynamic and Transport Module. Scientific Documentation, 58.
- [7] DHI Software. (2012). MIKE 21 & MIKE 3 FLOW MODEL FM, Sand Transport Module Scientific Documentation. 46.
- [8] Fadilah, S. S. "Analisis Faktor Hidro-Oseanografi Terhadap Kerusakan Pantai Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah dan Penentuan Konsep Penanganannya." Jakad Media Publishing. 2021.
- [9] Gunawan, G., & Utari, T. D. "Pemodelan Transpor Sedimen Pantai Kualo Kota Bengkulu.", *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 13, No. 1, Hal. 25-30. 2021.
- [10] Hutari, P. Z., Johan, Y., & Negara, B. F. S. P. "Analisis sedimentasi di Pelabuhan Pulau Baai, Kota Bengkulu.", *Jurnal Enggano*, Vol. 3 No.1, Hal. 129-143. 2018.

- [23] Gemilang WA, Rahmawan GA, Dhiauddin R, Wisna UJ. "Karakteristik sebaran sedimen pantai utara jawa Studi kasus: kecamatan brebes jawa tengah." *Jurnal Kelautan Nasional*. 2. Vol. 3 No. 2 Hal. 65-74, 2018.
- [11] Pratomo, D. G., Pribadi, C. B., & Karra, Y. P. A "Analisis Data Hidro-Oseanografi untuk Optimasi Rencana Jalur Kabel Laut" *Geoid*, Vol. 15 Hal. 1 , Hal. 115-122. 2020
- [12] S. D. Rahayu, H. Setiyono, and E. Indrayanti, "Hubungan Kecepatan Angin dengan Luasan Upwelling Intensitas Kuat di Perairan Selatan Jawa pada Kejadian La Nina, El Nino dan Normal," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 5, no. 1, pp. 07 - 17, Feb. 2023. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v5i1.15634>
- [13] Septyana, F., Sundari, S., & Purwanto, A. "Pengelolaan Data Survey dan Pemetaan Hidro-oseanografi pada Pusat Hidro-oseanografi TNI Angkatan Laut dalam Mendukung Ekonomi Pertahanan" *Ekonomi Pertahanan*, Vol. 8, No. 1, Hal. 25-38. 2022.
- [21] Nugroho, P. H., et al. "Karakteristik Sedimen Holosen - Pleistosten Berdasarkan Ukuran Butir Pasa Sedimen Inti EW\_17-08, Tepi BaratLaut Paparan Sunda" *Jurnal Geosantiek*, Vol. 6, No. 2. Hal. 107-116. 2020
- [22] M. Maramis, S. Widada, and G. Handoyo, "Pengaruh Influks Sedimen dari Sungai Terhadap Distribusi Ukuran Butir Sedimen Dasar di Perairan Slamaran, Pekalongan, Jawa Tengah," *Indonesian Journal of Oceanography*, vol. 4, no. 2, pp. 01 - 11, May. 2022. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i2.14007>
- [14] UNESCO, & IOC. "Quality Control of in situ Sea Level Observations: A Review and Progress towards Automated Quality Control.", UNESCO. IOC Manuals and Guides No 83: Vol. I. 2020.
- [15] Widiastuti Fransiska. "Pemodelan Transpor Sedimen untuk Pemeliharaan Kedalaman Pelabuhan (Studi Kasus: Teluk Lamong, Surabaya)." thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [16] Wibowo, M. "Study on The Effect of Reclamation to Seawater Quality in Makasar City with Numerical Modeling." *IOSR Journal of Environmental Science*, Vol. 12, No. 11, hal. 80-89. 2018.
- [17] Wibowo, M., Hendriyono, W., Rahman, R. A., Susatijo, G., Kongko, W., Istiyanto, D. C., ... & Santoso, B. "Sediment Transport Modeling at Jelitik Estuary, Sungailiat-Bangka Regency for the Design of Sediment Control Structures" *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1625, No. 1, IOP Publishing. 2020
- [22] Zuraida, R., Gerhaneu, N.Y. dan Sulistyawan, I.H. "Karakter Sedimen Pantai dan Dasar Laut di Teluk Papela, Kabupaten Rote, Provinsi NTT", *Jurnal Geologi Kelautan*, Vol. 15, No. 2, 2018