

Pola Sebaran Material Padatan Tersuspensi Berdasarkan Pemodelan Hidrodinamika 2D Saat Pasang dan Surut di Perairan Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa

Danang Imaddudin Mahardika*, Muhammad Helmi, dan Agus Anugroho Dwi Suryoputro

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email: *danmahardika05@gmail.com

Abstrak

Perairan Karimunjawa khususnya pada perairan Pulau Menjangan Besar memiliki fungsi yang penting bagi masyarakatnya seperti jalur pelayaran kapal, perikanan, dan wisata. Oleh karena itu harus adanya pengawasan terkait kualitas air salah satunya adalah material padatan tersuspensi. Sampel material padatan tersuspensi diambil secara langsung dilapangan dengan beberapa parameter lainnya seperti batimetri dan arus. Untuk mengetahui pola sebaran material padatan tersuspensi dilakukan dengan pendekatan model hidrodinamika 2D menggunakan perangkat lunak Mike 21 dengan beberapa modul seperti modul Hidrodinamika untuk pemodelan arus dan *Mud Transport* untuk pemodelan material padatan tersuspensi. Model ini mensimulasikan sebaran material padatan tersuspensi selama periode 1 bulan. Verifikasi hasil model untuk arus dalam arah u dan v mendapat besaran 7,9% dan 6,1 % untuk arus. Hasil pemodelan didapatkan bahwa material padatan tersuspensi tersebar mengikuti pola arus pasang surut. Saat kondisi pasang material padatan tersuspensi akan bergerak mendekati daratan dan berkumpul sementara, sebaliknya pada saat surut material padatan tersuspensi akan tersebar diperairan dan bergerak kearah perairan terbuka.

Kata kunci: Material Padatan Tersuspensi, Karimunjawa, Pola Sebaran, *Mud Transport*

Abstract

Karimunjawa waters have important functions for its people, such as shipping lanes, fisheries, and tourism. Therefore, there must be monitoring related to water quality, one of which is suspended solids. Suspended solid material is a very small sediment (suspended) that floats in the water column. Samples of suspended solids were taken directly in the field with several other parameters such as bathymetry and current. To find out the distribution pattern of suspended solids, a 2D hydrodynamics modeling approach was used using Mike 21 software with several modules such as the Hydrodynamics module for flow modeling and Mud Transport for suspended solids modeling. This model simulates the distribution of suspended solids over a period of 1 month. Verification of the current model in derrection of u dan v results is 7.9% and 6.1% for current. The modeling results show that the suspended solids are dispersed following the current pattern in the waters and tidal currents are the main factor in the distribution of suspended solids.

Keywords: Total Suspended Sediment, Karimunjawa, Distribution Pattern, *Mud Transport*

PENDAHULUAN

Karimunjawa merupakan sebuah kawasan konservasi dengan luas 71,2 km² dan batasan geografis yaitu 5°40'39' – 5°55'00' LS dan 110°05'57" - 110°31'15' BT yang berada dikawasan Taman Nasional Karimunjawa yang salah satu tujuannya untuk perlindungan terumbu karang. Kompleksitas antropogenik yang tinggi di daratan dan pesisir kepulauan karimunjawa telah berdampak pada semakin tingginya material padatan tersuspensi, seperti konversi lahan menjadi pemukiman, tanah terbuka dan lahan pertanian, aktivitas budidaya perairan seperti pertambakan dan keramba jaring apung serta aktivitas kapal di alur pelayaran. Berlebihnya material padatan tersuspensi pada suatu perairan akan meningkatkan kadar fitoplankton dan penurunan kadar oksigen sehingga akan terjadinya eutrofikasi dan peningkatan suhu perairan. Kajian pola sebaran material padatan tersuspensi dan faktor yang berpengaruh sangat diperlukan sebagai upaya mitigasi dan pengelolaan kawasan konservasi terumbu karang di karimunjawa.

Material padatan tersuspensi (MPT) merupakan material endapan yang melayang dalam air yang bergerak tanpa menyentuh dasar perairan dengan ukuran yaitu lebih kecil dari 2 μ m atau lebih besar daripada partikel koloid. Dalam kolom air tersebut menjadi tempat awal dalam reaksi heterogen yang sebagai cikal

bakal dari pengendapan. Sumber material yang tersuspensi dari atmosfer berupa debu atau abu yang melayang, sumber dari laut berupa sedimen anorganik yang terbentuk di laut dan sedimen biogenous dari sisa rangka organisme dan bahan organik lainnya, sedangkan sumber dari estuari berupa hasil flokulasi, presipitasi sedimen dan produksi biologis organisme estuari (Qualifa *et al.*, 2015).

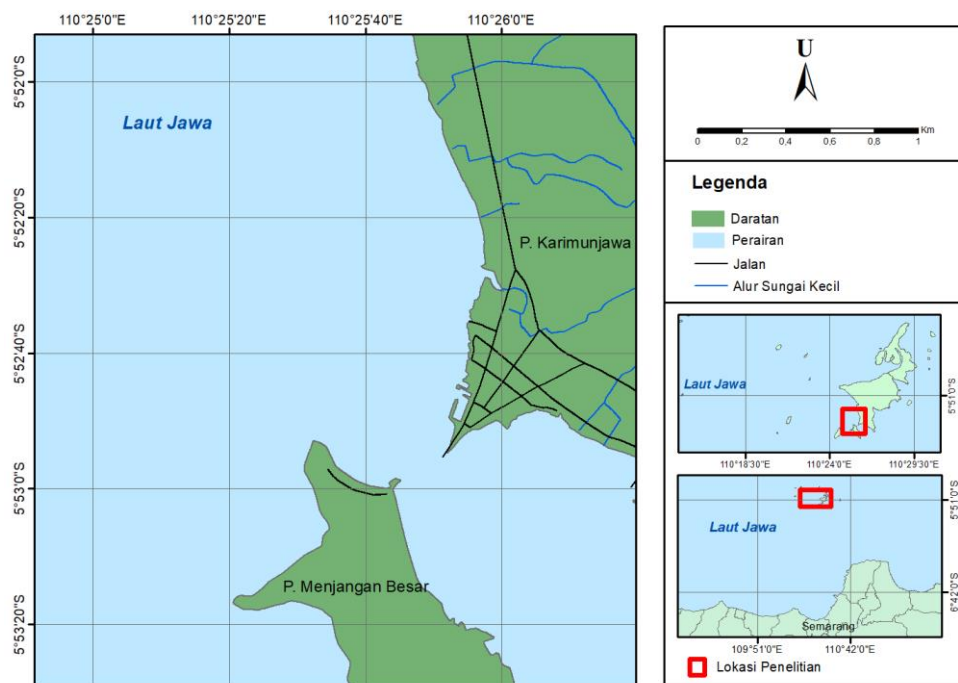
Ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan laut seperti kejernihan air, aliran, salinitas dan suhu. Kejernihan air antara lain dipengaruhi oleh padatan tersuspensi yang dihasilkan oleh penguburan. Padatan tersuspensi atau material padatan tersuspensi merupakan suatu sedimen yang melayang didalam kolom air ataupun yang tidak terendapkan. Apabila material padatan tersuspensi tinggi dapat menghambat pertumbuhan terumbu karang. Sebagian besar ekosistem terumbu karang terdapat di perairan tropis yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan terutama suhu, salinitas, subsidensi dan eutrofikasi serta memerlukan kualitas air yang baik (Wibawa dan Luthfi, 2017; Yonar *et al.*, 2021).

Dengan berbagai dampak dan potensi perikanan yang besar di wilayah karimunjawa maka dengan kadar material padatan tersuspensi yang tidak diketahui sehingga akan menimbulkan dampak yang sangat merusak apabila kadar tersebut semakin banyak setiap tahunnya. Maka dari itu penelitian pola sebaran material padatan tersuspensi dilaksanakan. Meode ini dilakukan untuk mengetahui pola sebaran material padatan tersuspensi khususnya dipermukaan perairan yaitu di perairan Pulau Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara.

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Pulau Menjangan Besar dan Pulau Karimun Utama dengan koordinat batasan 5°52'21.10"S sampai 5°53'8.52"S dan 110°24'57.78"E sampai 110°26'10.66"E.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2, yaitu ada data primer yang merupakan data yang diperoleh secara langsung tanpa perantara ataupun bisa disebut data lapangan yang dapat dilihat pada **Tabel 1** sementara data sekunder yang merupakan data yang didapatkan dengan perantara yang terdapat dalam **Tabel 2**.

Tabel 1. Data Primer

Data Primer			
No	Jenis Data	Kegunaan	Sumber
1	Data Material Padatan Tersuspensi (November 2021)	Parameter utama dan data yang dianalisis	Data lapangan (2021)
2	Data Batimetri (November 2021)	Menentukan profil kedalaman	Data Lapangan (2021)
3	Data Pasang Surut (November 2021)	Koreksi Batimetri	Data Lapangan (2021)

Tabel 2. Data Sekunder

Data Sekunder			
No	Jenis Data	Kegunaan	Sumber
1	Data Rupabumi Indonesia Skala 1:25.000	Inset Peta dan batas administrasi wilayah	BIG (2021) (https://tanahair.indonesia.go.id/)
2	Data Batimetri (November 2021)	Menentukan profil kedalaman, input boundary dan tambahan data batimetri diluar <i>area of interest</i> untuk pemodelan arus	BATNAS (2021) (https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas)
3	Data Pasang Surut (November 2021)	Koreksi Batimetri dan elevasi perairan	BIG (2021) (http://inasealevelmonitoring.big.go.id/) Marine Copernicus (2021) (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/WIND_GLO_WIND_L4_NRT_OBSERVATIONS_012_004/INFORMATION)
4	Data Angin (November 2021)	Input pemodelan dan mawar angin	Marine Copernicus (2021) (https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024/INFORMATION)
5	Data Arus (November 2021)	Validasi Model dan mawar arus	(https://resources.marine.copernicus.eu/product-detail/GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024/INFORMATION)

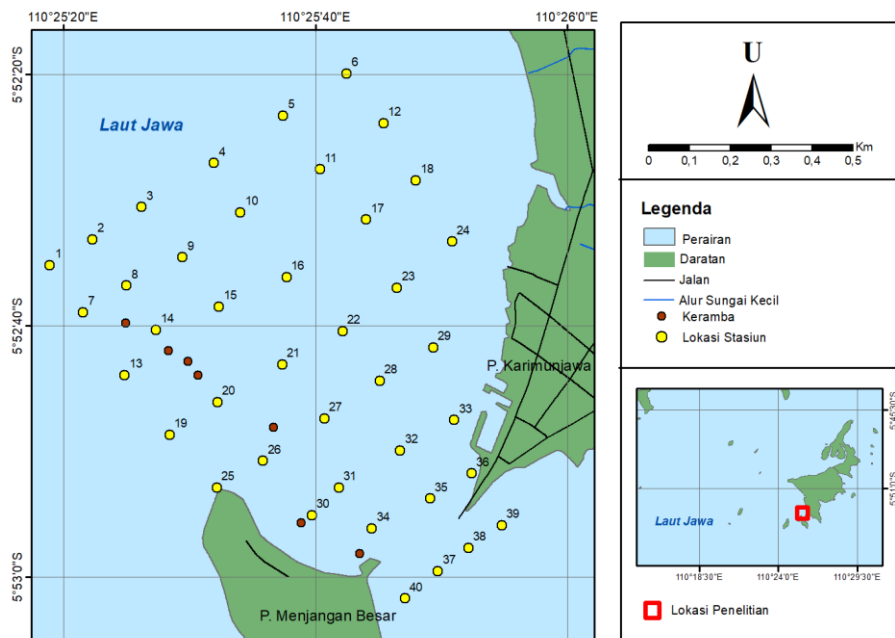
Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mengetahui kadar material padatan tersuspensi karena dalam data-data yang diolah menggunakan survei lapangan atau langsung yang menghasilkan angka-angka dan angka-angka tersebut didapatkan dengan instrumen khusus. Instrumen tersebut terdapat satuan khusus pada setiap parameternya (Sugiyono, 2009). Metode ini umumnya digunakan dalam penelitian populasi dan sampel tertentu. Dalam penelitian ini juga menggunakan pemodelan numerik

2D untuk mengetahui pola arus dan pola sebaran material padatan tersuspensi di pesisir Pulau Menjangan Besar, Karimunjawa.

Metode Penentuan Lokasi

Koordinat lokasi telah ditentukan sebelumnya menggunakan berbagai macam *software* seperti *Google Earth Pro* dan *ArcMAP* dan dimasukkan dalam GPS dengan tipe *Garmin Map78s*. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 40 titik dengan beberapa keadaan seperti meliputi perairan dangkal dan dalam, meliputi wilayah yang berdekatan dengan keramba maupun laut lepas dan juga meliputi daerah sekitar dermaga. Menurut (Wirasatriya., 2011), penentuan lokasi sampel menggunakan metode *purposive sampling* yaitu merupakan pengambilan sampel yang merepresentasikan keadaan yang sebenarnya dilapangan.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel

Metode Pengambilan Data Pengambilan Sampel Air

Pada penelitian ini sampel material padatan tersuspensi menggunakan sampel air yang berada pada kedalaman (d) yaitu pada kedalaman 0,2d. Pengambilan sampel air laut pada suatu perairan dapat menggunakan menggunakan *water sampler* atau botol Nansen dengan sebanyak 1 liter pada setiap stasiun.

Pengukuran Data Pasang Surut

Dalam pengambilan data pasang surut menggunakan dua jenis data yaitu data lapangan yang diambil dengan menggunakan palem pasang surut. Hasil dari data lapangan tersebut dipakai untuk koreksi batimetri dengan pengambilan data selama 3 hari. Sementara data lainnya menggunakan data dari website Badan Informasi Geospasial, <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/> dalam jangka waktu sebulan pada November 2021.

Metode Pengolahan dan Analisis Data Pengolahan Data Sampel Material Padatan Tersuspensi

Analisis data MPT diolah dengan menggunakan metode analisa MPT (Alaerts dan Santika, 1987) sebagai berikut:

1. Sampel yang sudah dikocok sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam alat penyaringan yang selanjutnya disaring dengan kertas saring (Whatman, dengan ukuran pori 0,45 mm).
2. Kertas saring diambil dari alat penyaringan kemudian dimasukkan ke dalam oven yang dipanaskan pada suhu $\pm 105^\circ\text{C}$ selama 1 jam.
3. Setelah kering kemudian kertas saring dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang. Penimbangan dilakukan berulang agar didapatkan berat konstan.

Perhitungan MPT menurut Alaerts dan Santika (1984) adalah sebagai berikut:

$$MPT \left(\frac{gr}{l} \right) = \frac{(A - B) \times 1000}{C}$$

Keterangan:

a: berat kertas saring dan berat MPT yang berada di kertas saring (gr/l)

b: berat kertas saring (gr)

c: volume percontoh air (ml)

Interpolasi Peta Sebaran

Menggunakan metode interpolasi *Spline*, menggunakan perhitungan slope yang berubah berdasarkan jarak dalam pengestimasi nilai dengan persamaan :

$$S(x,y) = T(x,y) + \sum_{j=i}^N \lambda_j R(r_j)$$

Keterangan :

j : 1,2,... n

N : jumlah titik

λ_j : koefisien yang ditemukan dari system persamaan linier

r_j : jarak antara titik (x,y) ke titik j^{th}

T(x,y) dan R(r) didefinisikan secara berbeda, berdasarkan cara seleksi

(Pasaribu dan nanik, 2012)

Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut BIG diunakan untuk pengolahan pemodelan arus dan mpt kemudian diolah setiap interval satu jam menggunakan microsoft excel, sehingga didapatkan grafik pasang surut perairan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. Data pasang surut lapangan digunakan untuk koreksi batimetri. Metode yang digunakan adalah metode *Least Square* yaitu pengembangan dari metode analisis harmonik pasang surut (HAMELS) dengan menggunakan *software* ERGTIDE dengan output berupa komponen harmonik major berupa S0, M2, S2, K2, N2, K1, P1, O1, dan MS4 dan didapatkan nilai formzahl (Hidayati, 2017).

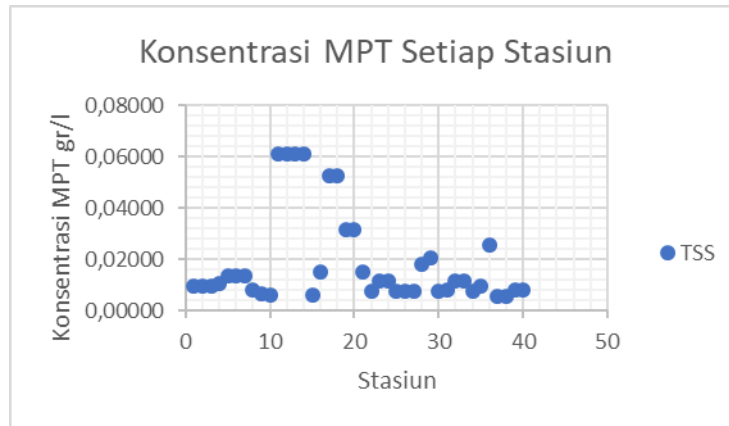
Pengolahan Pemodelan Arus dan Material Padatan Tersuspensi

Proses pemodelan arus menggunakan *software* MIKE 21 dimana terdapat beberapa inputan berupa *boundary*, elevasi pasang surut, angin dan batimetri. Pembuatan batimetri diawali dengan pembuatan *boundary* atau batasan di *software* ArcMAP dengan beberapa kriteria. Pemodelan menggunakan metode hidrodinamika 2D. Pada metode ini menggunakan *Flow Model* FM, modul ini digunakan untuk mensimulasikan pola pasang surut dan aliran dan didasarkan pada penyelesaian numerik dari persamaan perairan dua dimensi. Pemodelan material padatan tersuspensi menggunakan *software* Mike 21 dengan Modul *Mud Transport*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

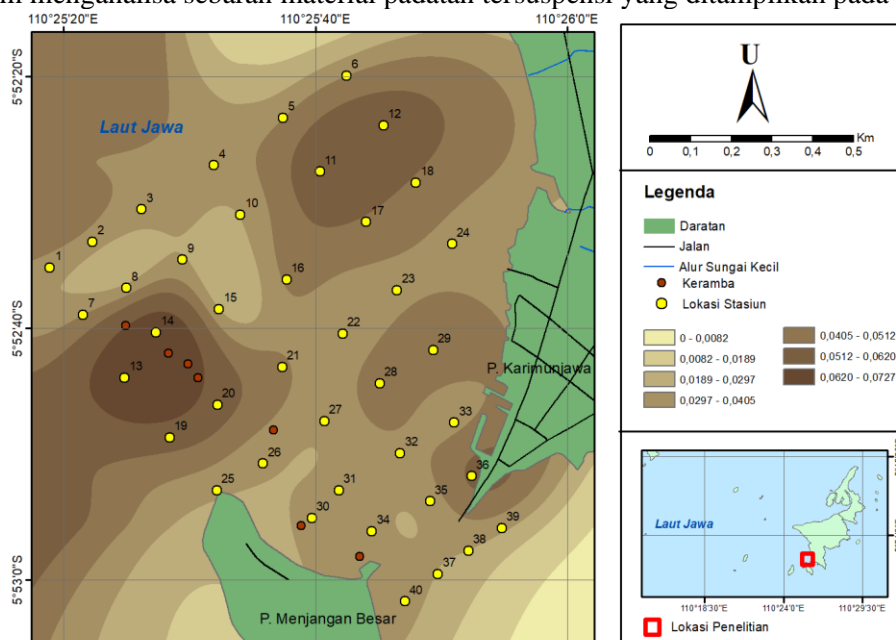
Material Padatan Tersuspensi

Terdapat rentang material padatan tersuspensi yaitu dari 0,0062 – 0,0612 (gr/l) dimana nilai tertinggi terdapat pada stasiun 11-14 dan nilai terendah pada stasiun pada stasiun 10.



Gambar 2. Nilai Konsentrasi Material Padatan Tersuspensi

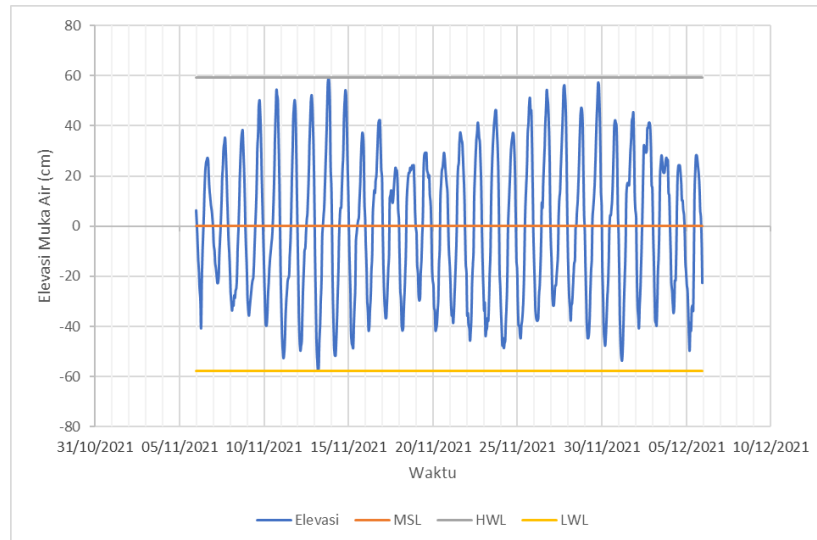
Berdasarkan hasil analisa material padatan tersuspensi tersebut, kemudian dilanjutkan dengan pengolahan peta sebaran material padatan tersuspensi pada *software* ArcGIS 10.4. Peta sebaran dibuat untuk membantu dalam menganalisa sebaran material padatan tersuspensi yang ditampilkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta Sebaran Horizontal Material Padatan Tersuspensi

Pasang Surut

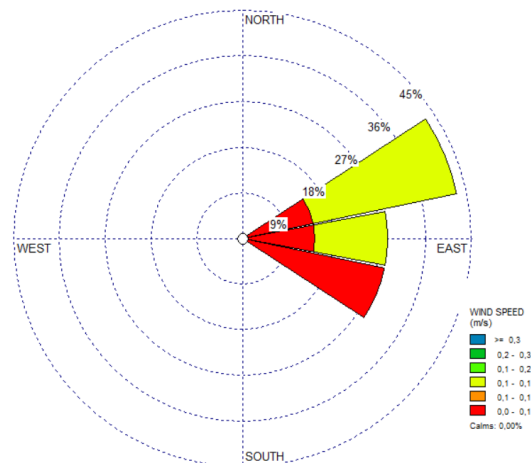
Berdasarkan hasil perhitungan komponen-komponen pasang surut diatas maka dapat diketahui bahwa tipe pasang surut dikarimunjawa adalah pasang surut harian tunggal dengan nilai formzal 4.401. Dari gambar 3. dapat dianalisis pula nilai MSL yang berada di tengah antara nilai HHWL dan LLWL. Nilai MSL dapat diartikan sebagai muka air rerata saat tidak terjadi pasang dan surut. Sedangkan nilai HHWL dan LLWL diartikan sebagai elevasi maksimum dari pasang dan surut yang terjadi di perairan ini.



Gambar 4. Grafik Pasang Surut

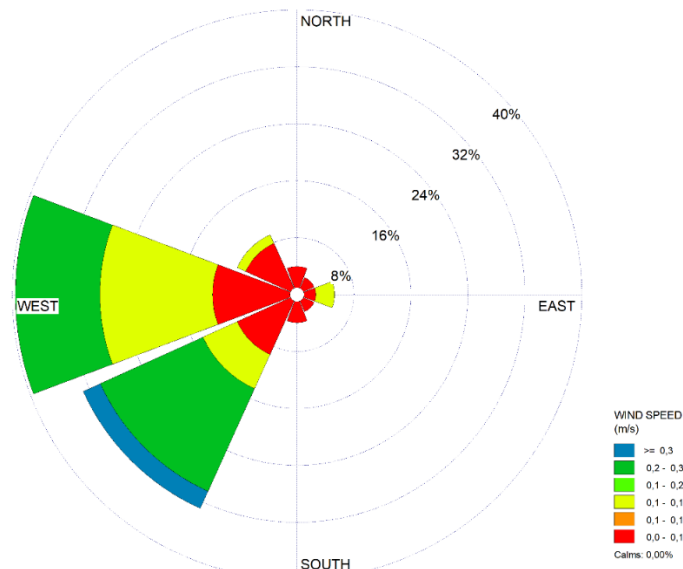
Pola Arus

Data arus didapatkan dari data lapangan atau pengukuran secara langsung dengan hanya dilakukan selama 24 jam. Data yang didapatkan berupa data arus permukaan dengan pengambilan data yaitu menggunakan ADCP. Nilai arus menjadi bervariasi mulai dari rentang 0,150 m/s sampai 0,052 m/s dengan rata-rata 0,104 m/s. Dengan hasil dari *Current Rose* maka terlihat arah arus dominan bergerak ke arah timur laut dan ke arah timur.



Gambar 5. *Current Rose* November 2021

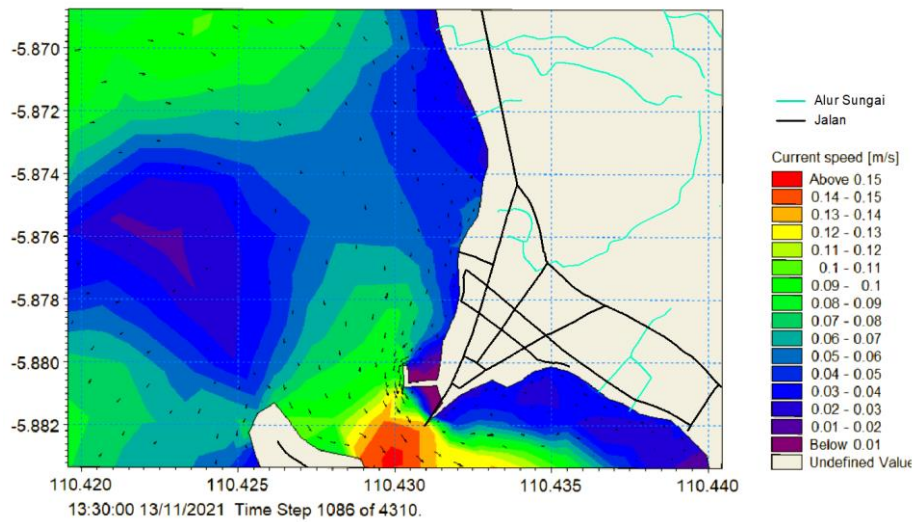
Data angin didapatkan dari marine Copernicus pada bulan November 2021. Kemudian dengan pengolahan di *software* ODV kemudian menggunakan WrPLOT maka didapatkan *Windrose* angin seperti pada gambar berikut :



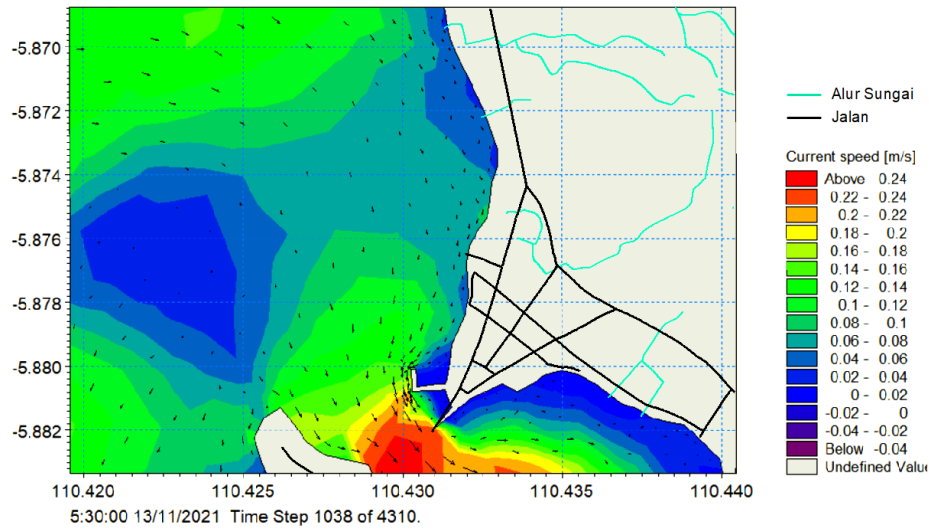
Gambar 6. Wind rose November 2021

Pemodelan Arus

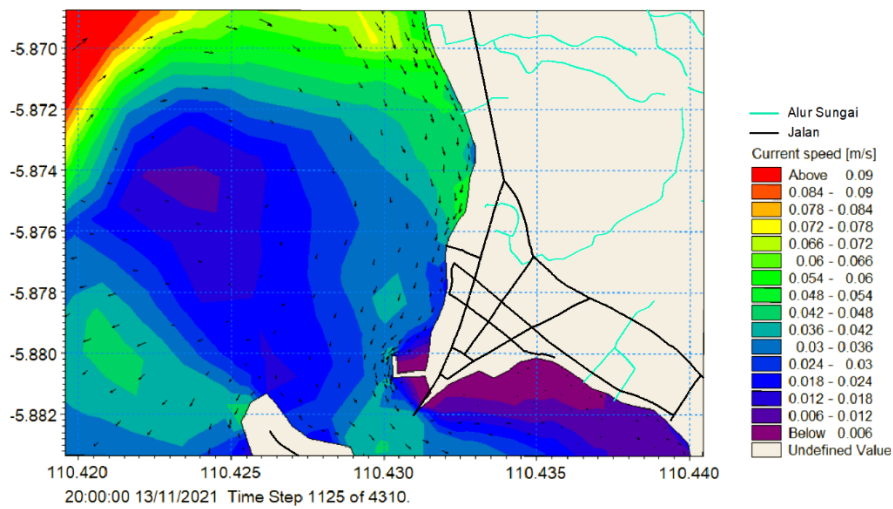
Pemodelan arus ini menjadikan 4 waktu utama pada penelitian ini yaitu pada pasang tertinggi, pada saat surut terendah, pada saat pasang menuju surut dan surut menuju pasang. Pada gambar pola arus terlihat dengan nilai arus pada pasang tertinggi berupa 0,15 m/s melainkan untuk saat surut terendah yaitu dengan nilai arus 0,096 m/s dengan arah pada saat pasang menuju tenggara dan timur untuk arah pada saat surut kearah sebaliknya yaitu kearah barat. Untuk nilai arus pada saat menuju pasang tertinggi dan surut terendah berturut-turut yaitu nilainya 0,09 m/s dan 0,29 m/s. dengan arah sama seperti pada pasang tertinggi maupun surut terendah.



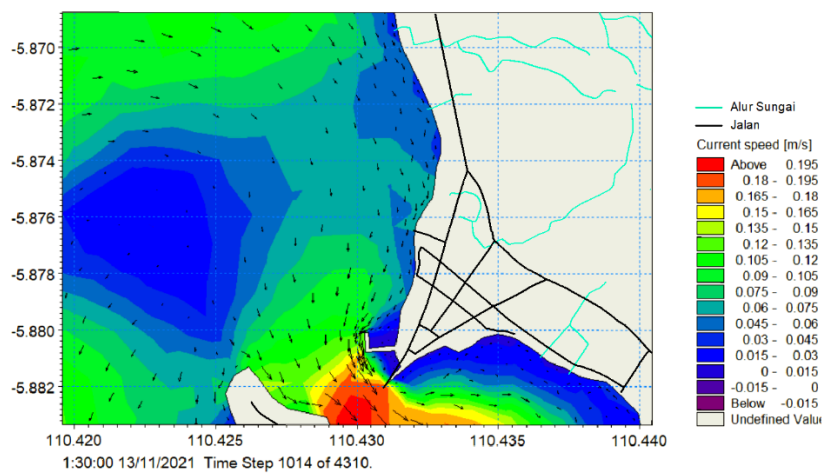
Gambar 7. Pola Arus Rata-rata Kolom Air pada Pasang Tertinggi



Gambar 8. Pola Arus Rata-rata Kolom Air Pada Surut Terendah



Gambar 9. Pola Arus Rata-rata Kolom Air Menuju Pasang Tertinggi



Gambar 10. Pola Arus Menuju Rata-rata Kolom Air Surut Terendah

Validasi model menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan membandingkan data lapangan dengan data model. Validasi RMSE menggunakan metode mengkuadratkan absolut selisih dari masing-masing data. Data dianggap bisa dipakai dan dilanjutkan ketahap selanjutnya apabila tingkat kesalahannya kecil. Menurut Septiawan dan Astuti (2016) untuk klasifikasi hasil RMSE adalah sebagai berikut:

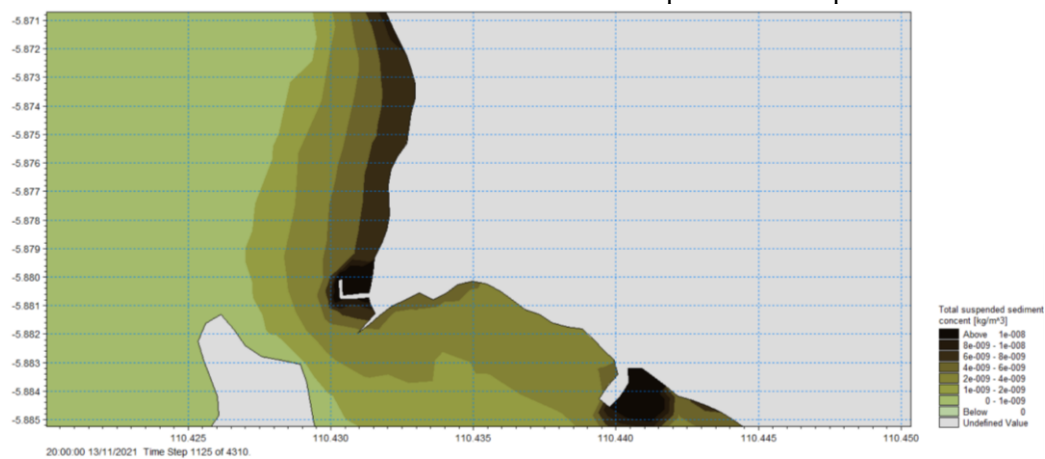
Tabel 3. Klasifikasi RMSE

RMSE	TINGKAT KESALAHAN
0,00 – 0,299 (0% - 29,9%)	Kecil
0,299 – 0,599 (29,9% - 59,9%)	Sedang
0,599 – 0,899 (59,9% - 89,9%)	Besar
>0,899 (>89,9%)	Sangat Besar

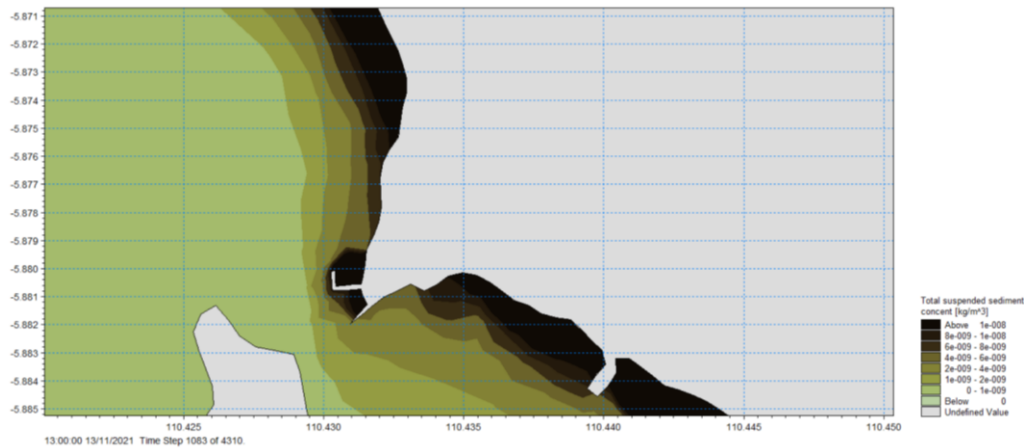
Untuk nilai validasi model berupa validasi data arus untuk nilai u dan v berturut-turut adalah 0,079 dan 0,061 atau dalam persen adalah 7,9% dan 6,1%. Dengan nilai hasil validasi model berada pada 0% - 29,9% maka data model dinilai kecil dalam kesalahan yang ada. Data pemodelan arus bisa dibilang akurat dan model dianggap benar.

Pemodelan Material Padatan Tersuspensi

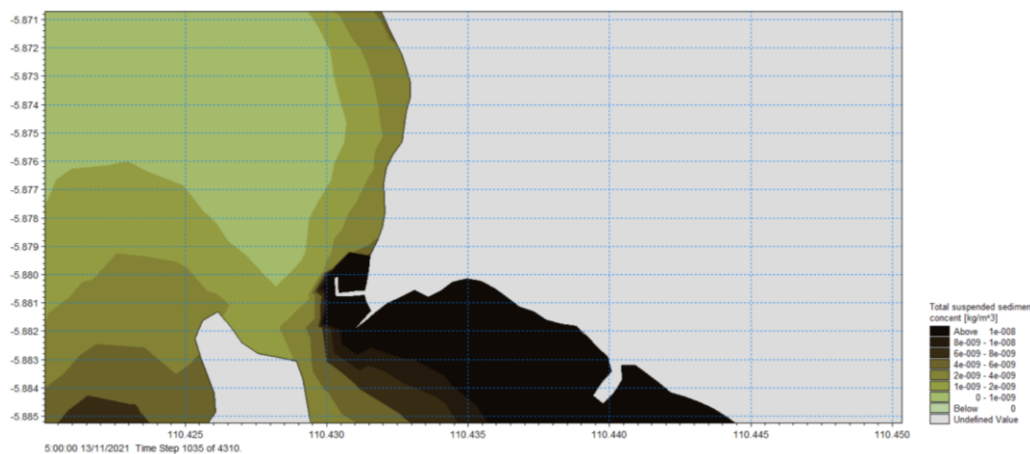
Setelah mengetahui pola arus melalui hasil pemodelan hidrodinamika, pemodelan sebaran material padatan tersuspensi dilakukan dengan Mike 21 dengan modul *Mud Transport*. Dalam modul ini juga menggunakan modul hidrodinamika yang digunakan dalam pemodelan arus. *Output* dari pemodelan ini adalah *time series* dengan waktu pemodelan selama 1 bulan. Dalam pemodelan material padatan tersuspensi menggunakan *source* rata-rata dari 40 stasiun dalam nilai material padatan tersuspensi.



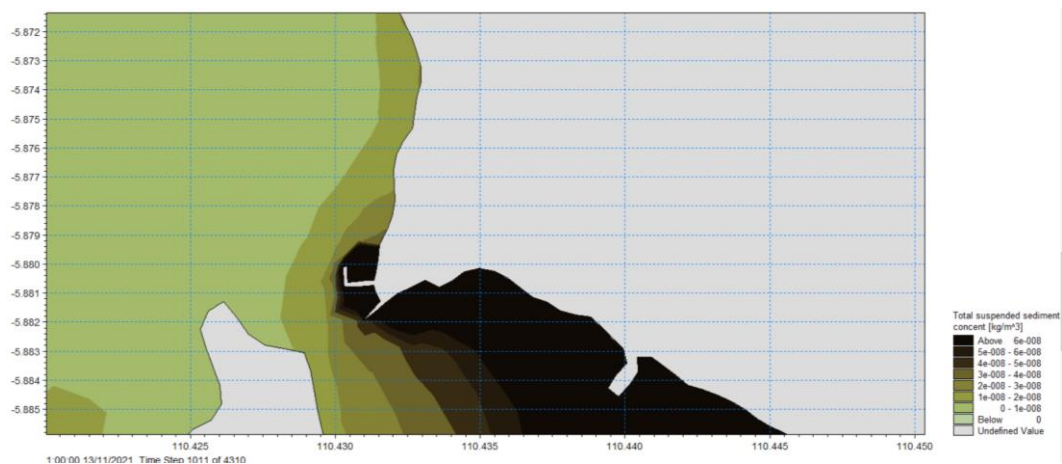
Gambar 11. Sebaran Material Padatan Tersuspensi pada Pasang Tertinggi



Gambar 12. Sebaran Material Padatan Tersuspensi pada Menuju Pasang Tertinggi



Gambar 13. Sebaran Material Padatan Tersuspensi pada Surut Terendah



Gambar 14. Sebaran Material Padatan Tersuspensi pada Menuju Surut Terendah

Peregerakan arus sangat mempengaruhi dari persebaran material padatan tersuspensi dengan dikuatkan oleh Purba *et al.*, (2019), bahwa arus memiliki peran sebagai penyebar material padatan tersuspensi karena pada dasarnya material padatan tersuspensi terdapat di kolom air yang sangat dipengaruhi oleh arus. Hal ini juga terjadi pada hasil sebaran pemodelan material padatan tersuspensi yaitu pada 4 waktu

pembagian. Berdasarkan gambar 11 pada kondisi pasang tertinggi yaitu pada jam 20:00WIB nilai material padatan tersuspensi bervariasi dan juga sudah sangat kecil di daerah tersebut dengan variasi nilai dari 0,0001 gr/l sampai 0,0008 gr/l dengan arah persebaran ke daratan sesuai dengan arah arus. Pada saat pasang tertinggi aktivitas arus juga lebih tinggi dan kuat. Proses ini dibantu juga dengan adanya energi dari angin yang dapat membentuk angin maupun gelombang. Berbeda dengan pada surut terendah seperti pada gambar 13 dimana pada daerah *Area of Interest* terlihat variasi yang lebih tinggi yaitu dengan nilai 0,0001 gr/l sampai 0,001 gr/l hal ini terjadi karena saat surut terendah kecepatan arus lebih kecil dibanding pada pasang tertinggi dan juga pola pergerakan arus yang kembali ke perairan terbuka berlainan dengan saat pasang yaitu polanya menuju daratan. Hal ini menjadi faktor material padatan tersuspensi terlihat tidak menyebar. Hal ini seperti pernyataan dari Handoyo *et al.*, (2020) bahwa pada saat surut dimana air relatif lebih tenang dengan kata lain arus tidak mempengaruhi secara besar pola sebaran material padatan tersuspensi. Dengan air yang relatif lebih tenang maka pengadukan di perairan pun menjadi tidak ada atau bernilai kecil. Lokasi yang berada di antara pulau-pulau menyebabkan juga gelombang yang tercipta menjadi kecil dan faktornya sangat kecil dalam mempengaruhi sebaran material padatan tersuspensi.

Untuk **Gambar 12** dan **14** dimana saling berurutan sebaran material padatan tersuspensi pada saat menuju pasang tertinggi dan menuju surut terendah terlihat masih seperti pola sebaran pasang tertinggi maupun surut terendah. Namun pada saat menuju surut terendah variasi material padatan tersuspensi akan semakin bervariasi karena akan semakin tenangnya perairan. Hal ini karena masih transisinya dari pasang ke surut. Hal ini seperti pernyataan dari Surbakti (2012), bahwa pada saat surut air akan bergerak menjauhi daratan tetapi juga masih ada efek kolom air yang mendekati perairan. Kejadian tersebut dinamakan arus berbalik (*slack water*) yaitu aliran akan bergantian antara pasang dengan surut pada masing-masing arah dan mencapai kecepatan 0 pada saat *slack water* dan mencapai kecepatan maksimum pada saat elevasi air mencapai tingkat MSL (*Mean Sea Level*). Pada saat pasang memiliki faktor terbesar dalam mempengaruhi jumlah material padatan tersuspensi. Aktifitas dari daratan lebih besar menyumbangkan kandungan padatan tersuspensi di wilayah perairan pulau Menjangan Besar. Sedimen dari *runoff* air tawar serta kegiatan masyarakat di sekitar pantai menjadi penyumbang tingginya nilai total padatan tersuspensi. Sebaran material padatan tersuspensi memiliki inputan dari berbagai macam kondisi baik dari alam ada dari sungai, aliran air kecil seperti saluran pembuangan maupun berasal dari daratan dan udara yang kemudian memasuki kolom air. Sumber lainnya berupa material organik baik dari hewan, tumbuhan maupun manusia. Dengan sumber tersebut berubah menjadi kekeruhan perairan yang berdampak pada perairan itu sendiri khususnya dengan biota didalamnya seperti karang Yonar *et al.*, (2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa pola sebaran material padatan tersuspensi mengikuti pola arus yang ada. Untuk faktor utama dari persebaran material padatan tersuspensi adalah arus terkhusus arus pasang surut. Besaran material padatan tersuspensi dipengaruhi inputan dari lingkungan seperti sungai maupun *run-off*, dalam hal ini diperairan karimunjawa berasal dari *run-off* dan juga tambak yang berada dilokasi. Pada saat kondisi pasang material padatan tersuspensi akan bergerak mendekati daratan dan berkumpul sementara saat surut material padatan tersuspensi akan tersebar diperairan dan bergerak ke arah perairan terbuka.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang dilakukan oleh KEDAIREKA dengan judul Merdeka Belajar Kampus Merdeka: Magang *Matching Fund* KEDAIREKA “Keramba Jaring Apung Bulat Bertingkat-Rolling Net System (KJABBRNS) teknik IMTA” yang dilaksanakan di Kepulauan Karimunjawa.

DAFTAR PUSTAKA

Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.

- Handoyo, G., Subardjo, P., Kusumadewi, V., Rochaddi, B., & Widada, S. 2020. Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Pantai Dasun Kabupaten Rembang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1), 16-23.
- Hidayati, Nurin. 2017. *Dinamika Pantai*. Malang : UB Press
- Purba, Intan R., Budijono, dan Eko P. 2019. Kandungan Muatan Padatan Tersuspensi Di Perairan Sungai Sail Kota Pekanbaru. *Jurnal Universitas Riau*
- Qualifa, F., Atmodjo, W., & Marwoto, J. 2015. Sebaran Material Padatan Tersuspensi di Perairan Muara Sungai Ketiwon, Tegal. *Journal of Oceanography*, 5(1), 60-66.
- Septiawan, R.B. dan Astuti E. Z., 2016. Perbandingan Metode Setengah Rata-Rata Dan Metode Kuadrat Terkecil Untuk Peramalan Pendapatan Perusahaan Di BLU UPTD Terminal Mangkang Semarang. *Techno.COM*, 15(2): 132-139.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta : Manado.
- Surbakti, H. 2012. Karakteristik pasang surut dan pola arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 15(1).
- Wibawa, I. G. N. A., & Luthfi, O. M. 2017. Kualitas air pada ekosistem terumbu karang di Selat Sempu, Sendang Biru, Malang. *Jurnal Segara*, 13(1).
- Wirasatriya, A. 2011. Pola distribusi klorofil-a dan total suspended solid (TSS) di Teluk Toli Toli, Sulawesi. *Buletin Oseanografi Marina*, 1(1)
- Yonar, M., Luthfi, O. M., & Isdianto, A. 2021. Dynamics Of Total Suspended Solid (TSS) Around Coral Reef Beach Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science*, 10(1), 48-57.