

TRANSPORT SEDIMEN DI LOKASI PERENCANAAN PEMBANGUNAN PELABUHAN MARUNDA, JAKARTA UTARA

Dwi Oktiarini, WarsitoAtmodjo, Sugeng Widada*)

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang Semarang. 50275 Telp/fax (024)7474698
 Email : warsito_osigeo@yahoo.com, s_widada@yahoo.com

Abstrak

Salah satu faktor permasalahan yang sering terjadi dalam pemilihan lokasi pengembangan pelabuhan yakni proses sedimentasi yang terjadi terus menerus sehingga berpotensi mengakibatkan pendangkalan. Pergerakan material sedimen dalam proses sedimentasi dipengaruhi oleh pergerakan aliran air seperti pasang surut, angin, arus dan gelombang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis sedimen dasar di sekitar lokasi perencanaan pembangunan, mengetahui perbandingan konsentrasi sedimen tersuspensi pada saat pasang dan surut serta membuat simulasi transport sedimen sehingga diharapkan memberikan informasi dan gambaran mengenai sedimentasi di perairan Perencanaan Pembangunan Pelabuhan Marunda. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu pengambilan data lapangan, analisa sampel sedimen, dan pengolahan data serta penyusunan laporan. Pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Juni 2014. Metode yang digunakan adalah metode studi kasus, sedangkan untuk penentuan titik koordinat lokasi penelitian berlangsung adalah dengan menggunakan metode pertimbangan atau metode sampling. Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data lapangan, diperoleh jenis sedimen yang terdapat di sekitar perairan pelabuhan yaitu sedimen pasir. Sedangkan konsentrasi sedimen tersuspensi di setiap stasiun pengamatan pada saat surut lebih besar dibandingkan pada saat pasang. Dengan bantuan perangkat lunak MIKE 21 diperoleh volume sedimen dari pergerakan transport sedimen selama 15 hari adalah sebesar $5,083 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Kata Kunci: Sedimen, Transport Sedimen, Perairan Pelabuhan Marunda, MIKE 21

Abstract

One of the problems that often occur in the development of port site selection process is that discontinuous sedimentation that could potentially cause silting. The movement of sedimentary material in the process of sedimentation is influenced by the movement of the water flow like the tides, winds, currents and waves. The purpose of this research was to determine the type of bottom sediment in the vicinity of the development planning, determine the ratio of suspended sediment concentration at high tide and low tide and make a simulation of sediment transport which is expected to provide information and a description of sedimentation in the waters of Port Development Planning Marunda. The research was divided into three phases, namely the collection of field data, analysis of sediment samples, and data processing and preparation of reports. Collection of field data was conducted in June 2014. The methods used is the case study method, while for the determination of the coordinates of the location of ongoing research is to use the method or methods of sampling considerations. Based on the analysis and processing of field data, obtained by the type of sediment found in the waters around the port that sand sediments. While suspended sediment concentration at each station observations at low tide is greater than at high tide. With the help of software MIKE 21 volume of sediment derived from the movement of sediment transport for 15 days is equal to $5.083 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Keywords: Sediment, Sediment Transport, Marunda port Water, MIKE 21

1. Pendahuluan

Pelabuhan Marunda yang khusus untuk melayani bongkar muat barang serta *eksport dan import* barang dari dalam ke luar negeri berada di wilayah Teluk Jakarta yang terletak di daerah Cilincing, Jakarta Utara. PT Kawasan Berikat Nusantara (KBN) Pelabuhan Marunda akan melanjutkan proyek pengembangan pelabuhan bertaraf internasional dengan salah satunya berupa pembangunan dermaga baru (KBN, 2014).

Menurut Triatmodjo (2003) Pemilihan lokasi tergantung beberapa faktor seperti kondisi tanah dan geologi, kedalaman dan luas perairan, perlindungan pelabuhan terhadap gelombang, arus dan sedimentasi, daratan yang cukup luas untuk menampung barang yang akan di bongkar-muat, jalan-jalan untuk transportasi dan daerah industri di belakangnya.

Sedimentasi yang terjadi terus menerus akan menimbulkan pendangkalan dalam pelabuhan. Menurut Soemarto (1995) sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (suspensi) atau mengendapnya material fragmentasi oleh air. Sedimentasi di pelabuhan nantinya dapat disebabkan oleh adanya pergerakan kapal yang mengakibatkan terjadinya aliran dibawah dan disekitar kapal sebagai pergerakan air yang bergerak dari bagian depan menuju bagian belakang kapal, sehingga material sedimen yang berada di sekitar pelabuhan teraduk dan bergerak searah gerak kapal dan kecepatannya akan berkurang sehingga mengendap di dalam pelabuhan (Gaurav, 2004).

Dengan kondisi tersebut, penelitian ini akan mengkaji sedimentasi dengan mengetahui pola pergerakan transport sedimen yang terjadi di lokasi perencanaan pengembangan pelabuhan Marunda yang memberi implikasi terhadap aktifitas dan potensi pengendapan. Penggunaan pendekatan analisis dan bantuan pemodelan diharapkan dapat menjadi suatu aplikasi untuk mengetahui pola transport sedimen di sekitar lokasi perairan pembangunan tersebut.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari materi utama dan materi pendukung. Materi utama yang digunakan adalah sampel air laut untuk mengetahui kadar sedimen tersuspensi dan sampel sedimen dasar untuk mengetahui jenis dan ukuran butir sedimen. Sedangkan materi pendukung yang digunakan adalah data pasang surut peramalan bulan Juni 2014 yang dikeluarkan oleh BMKG Maritim Jakarta Utara, pasang surut pengukuran lapangan tanggal 16 juni – 30 juni 2014 oleh Kolamil Tanjung Priok, Jakarta Utara, data gelombang peramalan bulan Juni 2014 yang dikeluarkan oleh BMKG Maritim Jakarta Utara. Peta Lingkungan Perairan Indonesia dengan skala 1 : 50.000, data batimetri perairan pelabuhan Marunda yang dilakukan oleh Tim survei Yodya Karya, data angin bulan Juni 2014 yang dikeluarkan oleh BMKG Maritim Jakarta Utara serta data arah dan kecepatan arus di sekitar lokasi Pelabuhan.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus, dimana data yang dihasilkan hanya dapat digunakan pada daerah tersebut dan tidak dapat diterapkan untuk daerah lain. Metode studi kasus adalah suatu metode yang digunakan untuk memahami fenomena tertentu disuatu tempat tertentu untuk memberikan gambaran secara terperinci mengenai sifat serta karakteristik yang khas dari suatu kasus (Surakhmad (1990) dalam Jalil, 2013).

Penentuan lokasi sampling sedimen menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan-pertimbangan seperti berada dekat dengan lokasi pembangunan dermaga, mudah dicapai dan tidak terganggu selama penelitian serta masih berada pada wilayah pengambilan data batimetri yang dilakukan oleh Tim survei Yodya Karya.

Sampel sedimen yang diambil pada tanggal 19 Juni 2014 terdiri dari 2 jenis yaitu sedimen dasar dan sedimen tersuspensi. Pengambilan Sedimen dasar dilakukan dengan menggunakan grab sampler dan pengambilan sedimen tersuspensi dengan menggunakan botol nansen (*water sampler*). Pengambilan contoh air untuk analisis sedimen tersuspensi dibagi atas 3 layer kedalaman (0.2D, 0.4D, dan 0.8D) dan di ambil pada 2 kondisi yaitu pada saat air pasang dan pada saat air surut untuk mengetahui perbandingan konsentrasi padatan sedimen tersuspensi tersebut.

Lingkup daerah penelitian terletak pada koordinat $106^{\circ}56'11,231''\text{LS}$ - $106^{\circ}56'55,216''\text{LS}$ dan $6^{\circ}5'11,358''\text{BT}$ - $6^{\circ}5'55,706''\text{BT}$. Peta lokasi pengambilan sampel sedimen ditunjukkan pada Gambar 1.

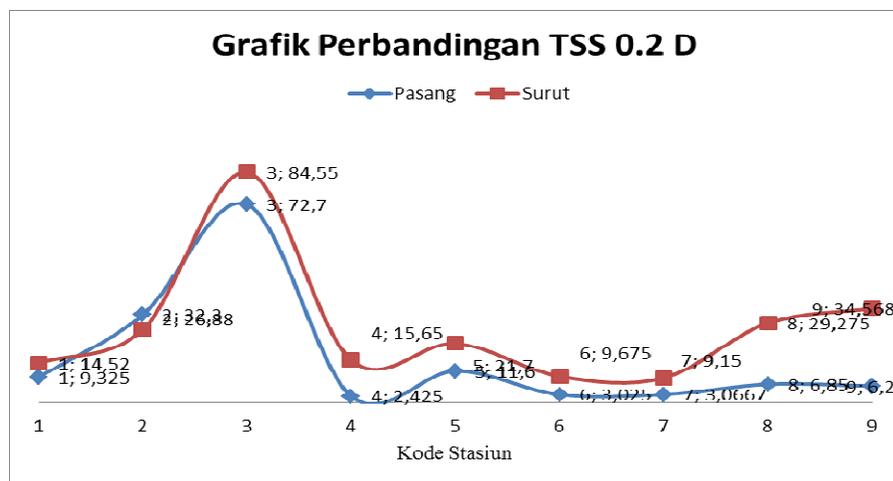
Tabel 2. TotalKonsentrasi Sedimen Tersuspensi (TSS) di Perairan Pelabuhan Marunda

No	Kode Stasiun	Konsentrasi Sedimen Tersuspensi	
		Pasang (mg/l)	Surut (mg/l)
1	Stasiun 1	8,58	13,6483
2	Stasiun 2	14,7416	15,0794
3	Stasiun 3	31,255	56,6833
4	Stasiun 4	3,0616	9
5	Stasiun 5	9,0333	17,325
6	Stasiun 6	5,425	7,4583
7	Stasiun 7	8,6305	10,6301
8	Stasiun 8	4,1583	18,7305
9	Stasiun 9	18,145	27,1476

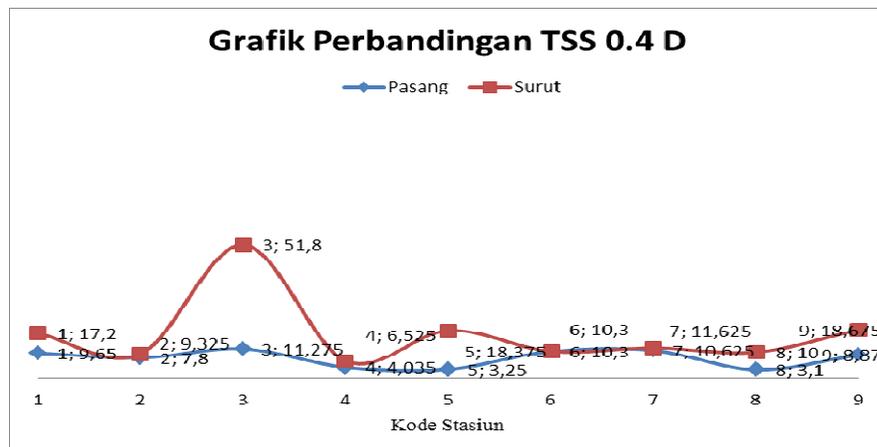
(Sumber : Pengolahan Data Lapangan, 2014).

Analisa hasil analisis sedimen tersuspensi (TSS) pada Tabel 2, jika dibandingkan dengan baku mutu air laut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan dengan nilai TSS untuk perairan pelabuhan 80 mg/L. Dari data tersebut diatas tidak terdapat data yang memiliki nilai TSS melebihi dari nilai baku mutu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kondisi TSS di perairan laut Pelabuhan Marunda, Jakarta Utara secara umum masih baik dan memenuhi baku mutu perairan laut.

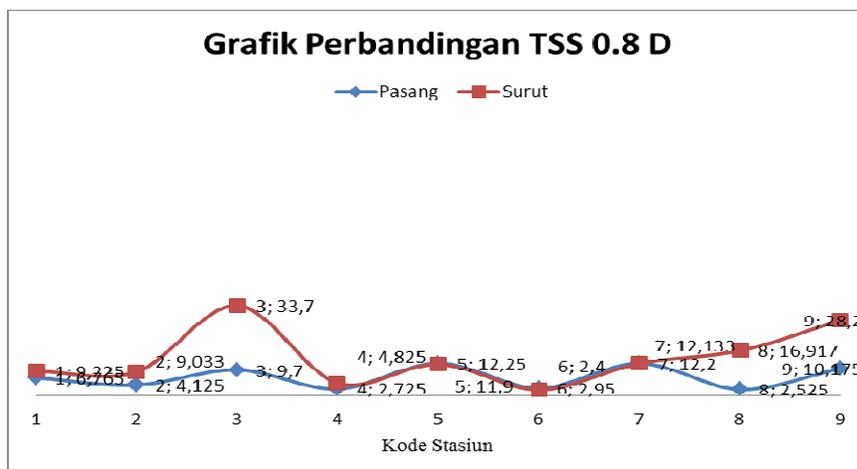
Berdasarkan kedalaman pengambilan contoh air sedimen tersuspensi pada kedalaman 0.2d, 0.4d, dan 0.8d dari dasar permukaan pada kondisi pasang dan surut dapat dilihat dari grafik berikut ini.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Konsentrasi TSS Saat Pasang dan Surut Pada Kedalaman 0.2 D (Sumber : Pengolahan Data Lapangan, 2014).



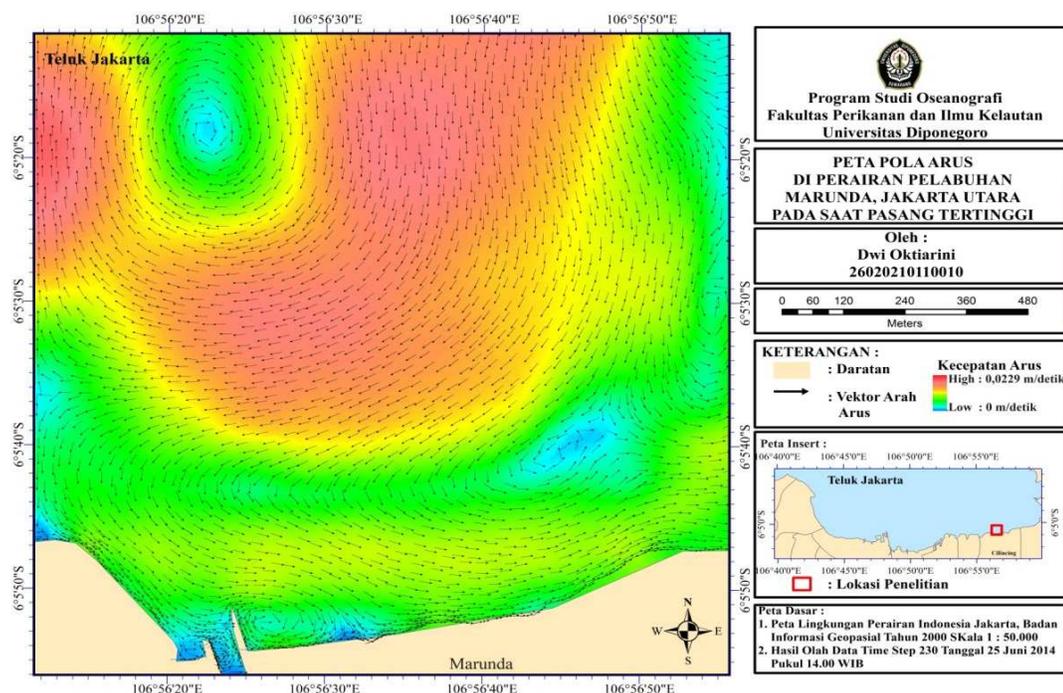
Gambar 3. Grafik Perbandingan Konsentrasi TSS saat Pasang dan Surut Pada Kedalaman 0.4 D (Sumber : Pengolahan Data Lapangan, 2014).



Gambar 4. Grafik Perbandingan Konsentrasi TSS saat Pasang dan Surut Pada Kedalaman 0.8 D (Sumber : Pengolahan Data Lapangan, 2014).

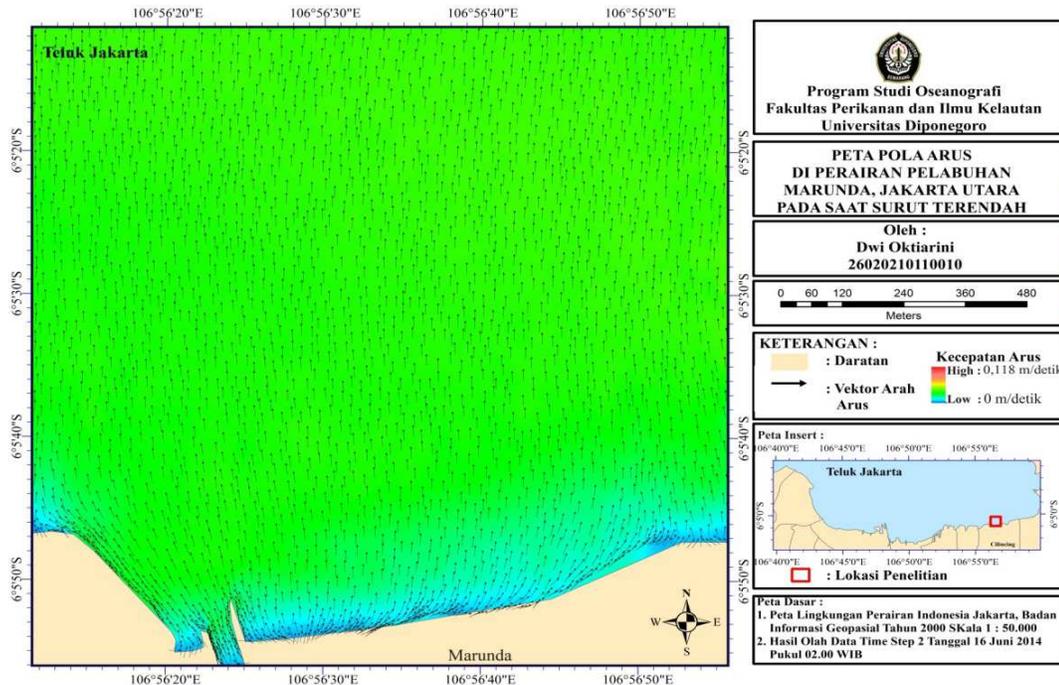
Pada tiap – tiap stasiun terlihat jelas perbedaan konsentrasi sedimen saat pasang dan saat surut. Dari Gambar 2, 3 dan 4 konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada stasiun 3 dalam keadaan pengambilan sampel air dominan saat terjadinya surut air laut.

Hasil pemodelan akan disajikan dalam dua kondisi yaitu pasang tertinggi dan surut terendah. Hasil dari output pertama MIKE 21 *Flow Model* FM dalam modul *hydrodynamic* menghasilkan simulasi arah arus yang tersaji pada Gambar 5, dimana arah arus yang terjadi pada saat keadaan pasang ditandai dengan arah arusnya bergerak menuju ke daratan, arus bergerak dari arah timur laut ke arah barat daya dengan kecepatan 0 – 0,0154 m/detik dengan kecepatan rata – rata sebesar 0,0094 m/detik.



Gambar 5. Peta Pola Arus Saat Pasang Tertinggi (Sumber : Pengolahan Data, 2014).

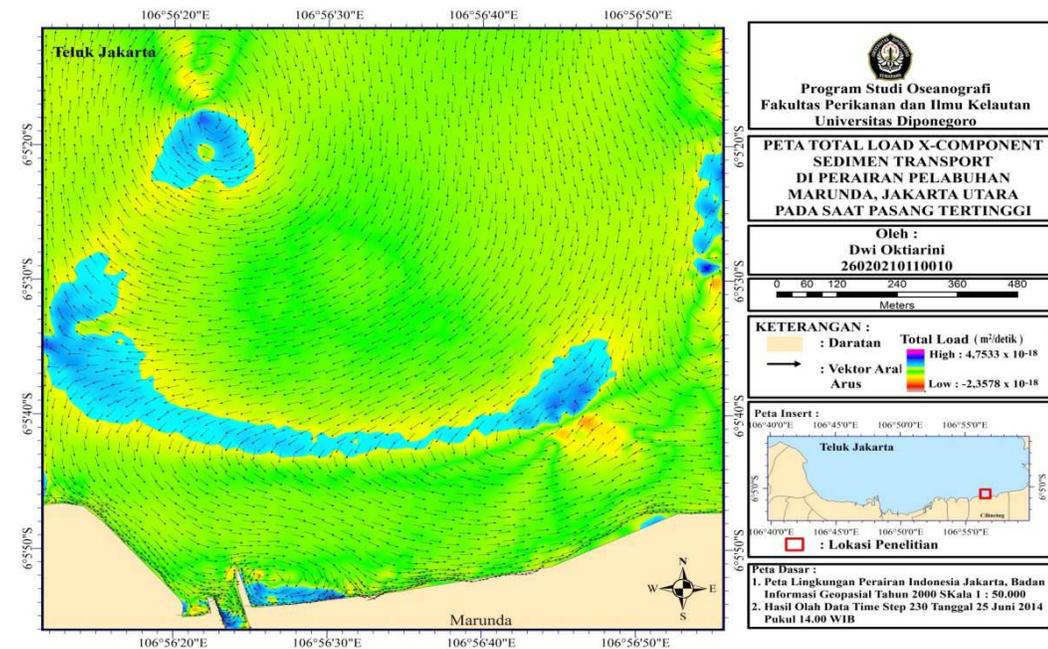
Terlihat pada Gambar 6, dimana arah arus yang terjadi pada saat keadaan surut ditandai dengan arah arusnya bergerak menjauhi daratan yang cenderung bergerak dari arah barat ke arah timur dengan kecepatan arus 0 – 0,1181 m/detik dengan kecepatan rata – rata sebesar 0,0312 m/detik.



Gambar 6. Peta Pola Arus Saat Surut Terendah (Sumber : Pengolahan Data, 2014).

Hasil dari output kedua MIKE 21 *Flow Model FM* dalam modul *Sand Transport* dengan pemilihan tipe modeling dengan *wave and current* menghasilkan transport sedimen berupakomponen transport sedimen searah pantai (*alongshore Sedimen transport* atau *total load x-component*) dan transport sedimen dalam arah melintang pantai (*cross-shore sediment transport* atau *total load y-component*) tersaji pada gambar 7, 8, 9 dan 10.

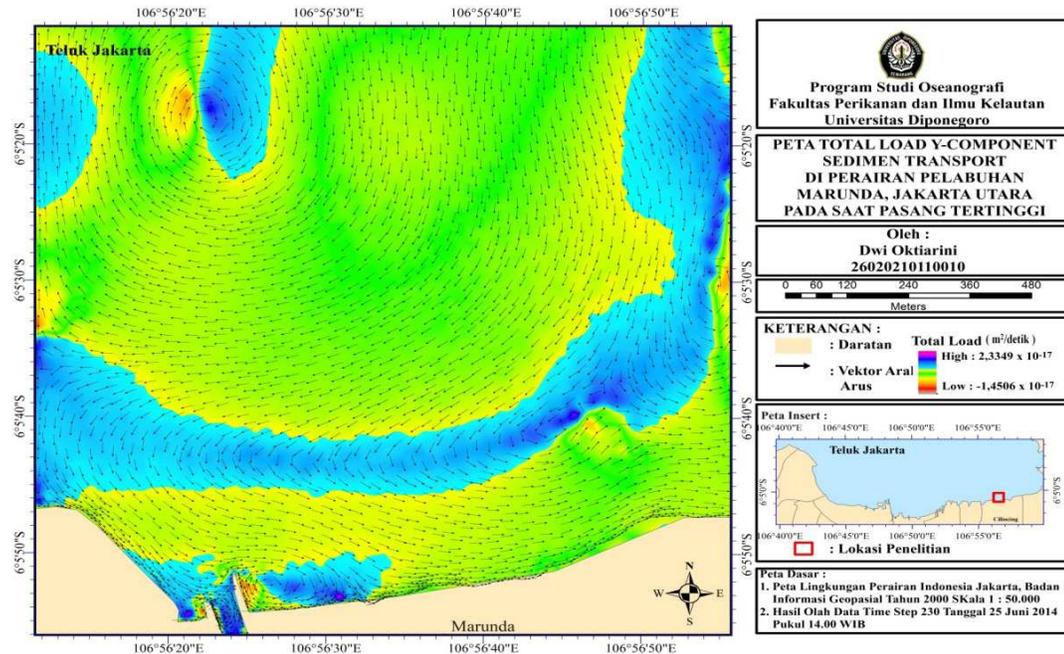
Gambar 7 menunjukkan *total load x-component* sedimen transport saat pasang dengan nilai dari $3,3578 \times 10^{-18}$ sampai $4,7532 \times 10^{-18} \text{ m}^2/\text{detik}$ dengan rata – rata total load sebesar $-2,65 \times 10^{-20} \text{ m}^2/\text{detik}$.



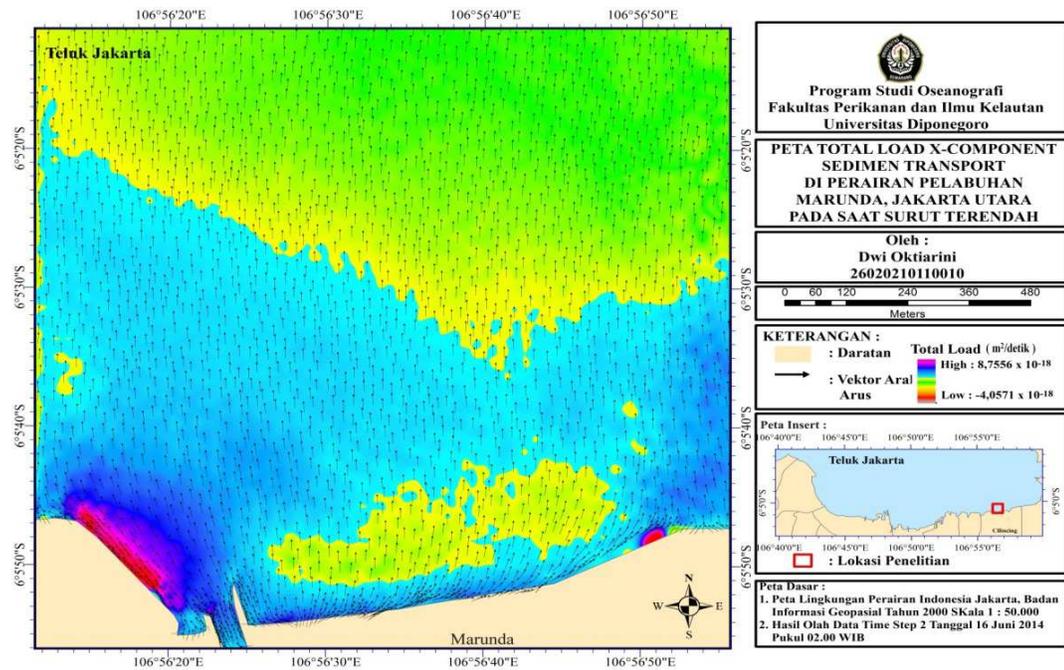
Gambar 7. Peta *Total Load x-Component* Pada Saat Pasang Tertinggi (Sumber : Pengolahan Data, 2014).

Gambar 8 menunjukkan *total load y-component* sedimen transport pada saat pasang dengan nilai sebesar $-1,4506 \times 10^{-17}$ hingga $2,3349 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{detik}$ dengan total load rata – rata sebesar $-1,18 \times 10^{-17}$.

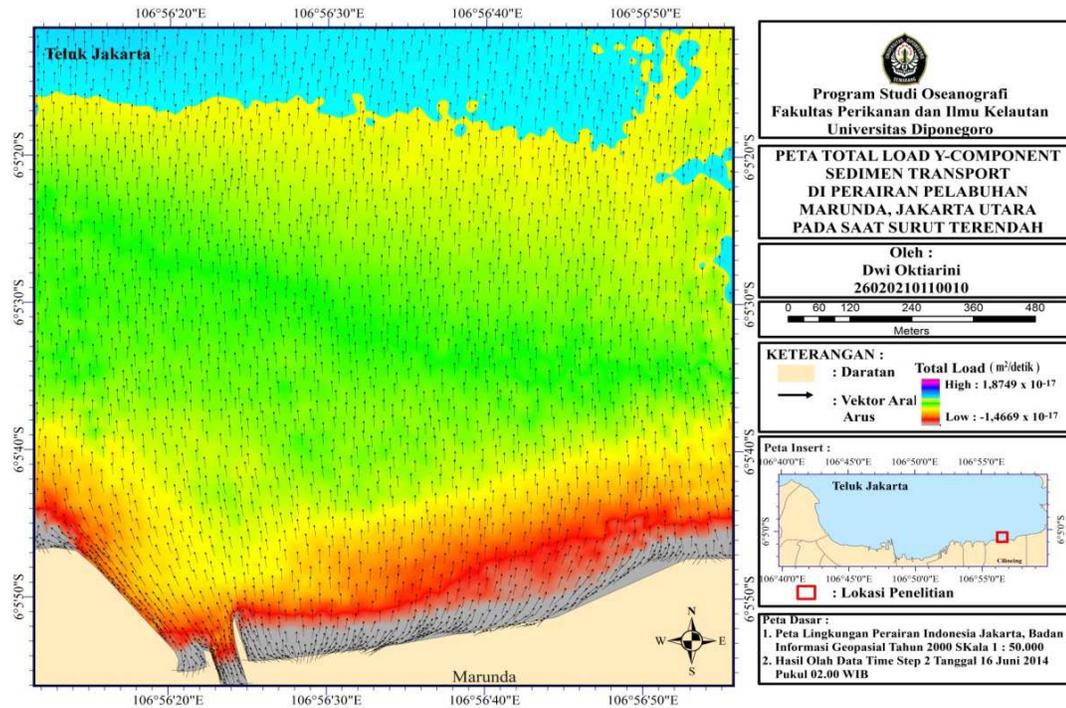
$19 \text{ m}^2/\text{detik}$. Sedangkan pada saat kondisi perairan surut *total load x-component* sedimen transport Gambar 9 sebesar $-0,4057 \times 10^{-18}$ hingga $8,7556 \times 10^{-18} \text{ m}^2/\text{detik}$ dengan total load rata – rata sebesar $2,37 \times 10^{-19} \text{ m}^2/\text{detik}$ dan Gambar 10 menunjukkan *total load y-component* sedimen transport pada saat surut sebesar $-1,4669 \times 10^{-17}$ hingga $1,8749 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{detik}$ dengan total load rata -rata sebesar $8,06 \times 10^{-18} \text{ m}^2/\text{detik}$.



Gambar 8. Peta *Total Load y-Component* Pada Saat Pasang Tertinggi (Sumber : Pengolahan Data,2014).



Gambar 9. Peta *Total Load x-Component* Pada Saat Surut Terendah (Sumber : Pengolahan Data,2014).



Gambar 10. Peta *Total Load y-Component* Pada Saat Surut Terendah (Sumber : Pengolahan Data, 2014.)

B. Pembahasan

Sedimen yang berada di pantai tidak lepas kaitannya dengan faktor oseanografi yang terjadi pada perairan sekitar pantai tersebut. Faktor oseanografi yang berpengaruh terhadap jenis sedimen dan sebaran sedimen atau transport sedimen yaitu seperti pasang surut, angin, gelombang dan arus. Berdasarkan hasil analisis di Laboratorium di 9 titik pengambilan sampel sedimen dasar di perairan pembangunan dermaga pelabuhan Marunda memiliki sedimen berjenis pasir dengan diameter ukuran butir berkisar antara 0,19 – 0,35 mm. Sedimen di alam tidak pernah memiliki ukuran yang sama, maka perlu ditentukan ukuran butir yang representatif untuk mewakili contoh sedimen yang dianalisis. Ukuran representatif yang digunakan adalah nilai D50. Nilai D50 dari masing-masing sampel dihitung kemudian di rata-ratakan dan didapatkan hasil sebesar 0,22 mm. Nilai D50 adalah nilai ukuran butir pada persentase ke 50 berat sampel sedimen. Seperti yang dinyatakan oleh Poerbandono dan E.Djunarsjah (2005), bahwa ukuran representatif yang dipakai untuk mewakili sedimen adalah diameter mediannya yang ditentukan melalui berat dinotasikan sebagai D50.

Konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) pada pengambilan sampel 0,2d konsentrasi TSS saat pasang berkisar saat pasang TSS berkisar dari 2,425 sampai 72,7 mg/L dan saat surut berkisar dari 9,15 sampai 84,55 mg/L. Konsentrasi TSS tertinggi terdapat pada titik sampel 3 saat surut sebesar 84,55 mg/L dan pada titik 9 sebesar 43,568 mg/L yang diambil pada saat kondisi perairan yang sama. Dilihat dari Gambar 2 perbandingan konsentrasi tss saat pasang dan surut, pada saat kondisi surut TSS yang tersebar di perairan memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan saat terjadinya pasang air laut sama halnya dengan konsentrasi TSS pada pengambilan sampel 0,4d dan 0,8d (Gambar 3 dan 4) Kisaran konsentrasi TSS saat pasang di pengambilan 0,4d yaitu dari 2,78 sampai 11,275 mg/L dan saat surut sekitar 2,78 sampai 51,8 mg/L sedangkan untuk pengukuran 0,8d saat pasang antara 2,725 – 10,175 mg/L dan pada saat surut berkisar antara 2,4 – 33,7 mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam perairan konsentrasi TSS akan semakin tinggi karena dekat dengan sumber sedimen dan saat surut TSS memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan saat kondisi perairan sedang pasang dikarenakan material dari darat ikut terangkut menuju ke laut.

Dari Peta lokasi pengambilan sampel sedimen (Gambar 1) kita dapat mengetahui bahwa titik stasiun 3 berada di dekat sebuah muara sungai sehingga ini merupakan salah satu alasan mengapa TSS di titik 3 memiliki perbedaan jauh dari TSS di titik lainnya karena sungai membawa material sedimen ke laut.

Pengaruh pasang surut laut dalam dinamika pantai tidak terlalu besar namun juga tidak dapat diabaikan. Karena pasang surut merupakan gerak naik dan turunnya muka air laut secara berirama. Sehingga pada saat pasang terjadi akan menimbulkan arus pasut meski tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan arus yang terjadi di laut lepas. Namun arus pasut ini juga dapat menjadi media transport bagi sedimen-sedimen berukuran kecil seperti pasir halus dan lempung. Pada saat

pasang, arus pasut akan membawa sedimen mendekati ke arah pantai atau sedimentasi dan sebaliknya pada saat surut arus pasut akan membawa material menjauh dari pantai atau abrasi.

Angin yang digunakan untuk membantu proses simulasi modeling yaitu angin pada bulan juni 2014 dimana memiliki kisaran kecepatan dari 0 sampai 12 knot. Kecepatan dan arah arus didapat dari pemodelan MIKE 21 *flow model* FM modul *hydrodynamic*. (Gambar 5) arus bergerak menuju barat daya dengan kecepatan 0 – 0,0154 m/detik. Sedangkan pada saat surut (Gambar 6) arus bergerak kearah sebaliknya, yaitu bergerak menuju timur dengan kecepatan 0 – 0,1181 m/detik. Hutabarat dan Evans (1984) menyatakan, arus merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pengangkutan sedimen di daerah pantai. Arus berfungsi sebagai media transpor sedimen dan sebagai agen pengerosi yaitu arus yang dipengaruhi oleh hampasan gelombang. Gelombang yang datang menuju pantai dapat menimbulkan arus pantai (*nearshore current*) yang berpengaruh terhadap proses sedimentasi/abrasi di pantai.

Proses simulasi sand transport sedimen digunakan tambahan data tinggi gelombang dan periodenya. Tinggi gelombang minimal sebesar 0,02 meter dengan periode 1,43 detik dan tinggi gelombang maksimal sebesar 0,33 meter dengan periode 6,05 detik yang termasuk salah satu faktor penggerak sedimen. Model transportasi sedimen berupa jumlah total dari muatan yang merupakan penjumlahan dari muatan dasar dan muatan tersuspensi ditunjukkan pada Gambar 7, 8, 9 dan 10. Hasil model menunjukkan hasil simulasi *total load x* dan *y*-component pada saat pasang (Gambar 7 dan 8) dan *total load x* dan *y*-component pada saat surut (Gambar 9 dan 10) Pergerakan transport sedimen yang terjadi dipengaruhi pergerakan arah angin, arus dan gelombang yang terjadi dilokasi penelitian.

Prediksi dari kedua hasil output simulasi transport sedimen dengan perangkat lunak MIKE 21 pada saat kondisi perairan pasang dimana menghasilkan rata – rata kecepatan arus sebesar 0,0094 m/detik *total load x-component* yang terjadi sebesar $-2,65 \times 10^{-20}$ m²/detik dan *total load y-component* sebesar $-1,18 \times 10^{-19}$ m²/detik sedangkan pada saat kondisi perairan mengalami surut dengan rata – rata kecepatan arus yang terjadi sebesar 0,0312 m/detik mengangkut *total load x-component* sebesar $2,37 \times 10^{-19}$ m²/detik dan *total load y-component* sebesar $8,06 \times 10^{-18}$ m²/detik

Sedimentasi di areal lokasi pembangunan dermaga sangat kecil sehingga hal ini dapat dikatakan baik karena dalam membangun suatu dermaga faktor sedimentasi merupakan salah satu hal penting untuk ditinjau sehingga nantinya ketika dermaga mulai beroperasi tidak akan terjadi permasalahan seperti pendangkalan yang cepat dan sebagainya. Besar perubahan *bed level* di akhir simulasi selama 15 hari dengan menghitung total muatan yang tertransport di areal tinjau lokasi penelitian menghasilkan volume sedimentasi sebesar $5,083 \times 10^{-3}$ m³.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis dan uji laboratorium di perairan perencanaan pembangunan Pelabuhan Marunda, Jakarta Utara jenis sedimen yang terdapat dilokasi penelitian adalah sedimen pasir, konsentrasi TSS terbesar terdapat pada stasiun 3 dengan total TSS 31,255 mg/L pada saat pasang dan 56,6833 mg/L pada saat surut yang berada di dekat muara sungai dimana disetiap stasiun pengamatan konsentrasi TSS pada saat surut lebih besar dibandingkan pada saat pasang dan berdasarkan simulasi *sand transport sedimen* dengan bantuan perangkat lunak MIKE 21 di dapatkan volume sedimen sebesar $5,083 \times 10^{-3}$ m³/15hari. Faktor penggerak sedimen seperti angin, gelombang, pasut dan arus mempengaruhi bagaimana pergerakan transport sedimen yang terjadi.

Daftar Pustaka

- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 1984. Pengantar Oseanografi. UI Press, Jakarta, 159 hlm.
- Jalil. A.R. 2013. Distribusi Kecepatan Arus Pasang Surut pada Muson Peralihan Barat-Timur Terkait Hasil Tangkapan Ikan Pelagis Kecil di Perairan Spermode. Depik., 2(1): 26-32.
- Poerbondono, dan E. Djunansjah. 2005. Survey Hidrografi. Refika Aditama, Bandung, 166 hlm.
- PT. Kawasan Berikat Nusantara (Persero). 2014. Pengembangan Pelabuhan di Lokasi Lahan Marunda. KBN, Jakarta.
- Savant, Gaurav. 2004. Port Sedimentation Solutions for the Tennessee-Tombigbee Waterway in Mississippi. Mississippi State University, 121 p.
- Soemarto. 1995. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional, Surabaya.
- Triadmodjo, B. 2003. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta, 488 Hlm.