

Kajian Transpor Sedimen Tersuspensi Untuk Perencanaan Pembangunan Pelabuhan Bojonegara Banten

Ir. Alfi Satriadi M.Si

*Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698*

email: Satriad_as@yahoo.co.id

Abstrak

Pola arus dan sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi dalam perairan penting untuk dikaji akibat adanya pengerukan dan pembuangan sedimen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebaran sedimen tersuspensi di Pelabuhan Bojonegara, Banten untuk mendukung rencana pembangunan pelabuhan. Penelitian dilakukan dalam 3 tahap, tahap pertama pengambilan data yang dilaksanakan pada bulan Juli 2009, tahap kedua analisa laboratorium sampel sedimen dan tahap pengerjaan model matematik menggunakan *software* SMS (*Surface Water Modelling System*) dengan modul RMA2 untuk pola sirkulasi arus dan SED2D-WES untuk pola sebaran sedimen. Hasil model menunjukkan pola sebaran konsentrasi sedimen yang mempresentasikan tingkat kekeruhan dipengaruhi oleh arus yang didominasi arus pasut. Nilai konsentrasi sedimen sebanding dengan kecepatan arus. Dari hasil simulasi memperlihatkan bahwa nilai konsentrasi sedimen tersuspensi berkisar antara 20 gr/L - 160 gr/L dan menunjukkan arah sebaran pada musim barat dominan bergerak menuju timur laut dengan sebaran terjauh pada skenario pengerukan 6,89 km; skenario pembuangan mencapai jarak 5,78 km. Sedangkan arah sebaran pada musim timur dominan bergerak menuju barat daya dengan sebaran terjauh pada skenario pengerukan 6,32 km; skenario pembuangan mencapai jarak 5,20 km (pada konsentrasi < 20 gr/L).

Kata kunci : Sedimen tersuspensi, Arus, , Pelabuhan Bojonegara

Abstract

Current circulation pattern and suspended sediment transport in water problems are important due to dredging and dumping of sediments for port development plan. The purpose of this research is to know about the suspended sediment transport in Bojonegara Port, Banten to support the development plan. The research was done in three steps. First is field observation which taken on July 2009 at Bojonegara Port. Step two is laboratory analysis to sediment samples and step three is mathematical model using SMS (*Surface Water Modelling System*) software with RMA2 modul for current circulation pattern and SED2D-WES for sediment transport pattern. Based model it's shows the distribution pattern of sediment concentrations present turbidity levels, where their movements are influenced by the tide current flow is dominated. Sediment concentration value is proportional to the flow velocity. Simulation results show that suspended sediment concentration values are in the range between 20 gr/L - 160 gr/L and showed the distribution of the west monsoon moves toward the north-east with the spread furthest in dredging scenarios 6,89 km; disposal scenario to reach 5,78 km distance. While the spread on the east monsoon moves toward the dominant south-west with the spread furthest in dredging scenarios 6,32 km; disposal scenario to reach 5,20 km distance (at a concentration <20 gr/L).

Keywords: Suspended sediment, Current, Bojonegara Port

Pendahuluan

Perencanaan pelabuhan memerlukan kajian hidrodinamika perairannya agar sesuai dengan tujuan dibangunnya pelabuhan tersebut. Sesuai dengan fungsinya, suatu pelabuhan merupakan suatu daerah perlindungan dari daya rusak lingkungan laut yang bersumber pada gelombang dan arus, sehingga proses muat dan bongkar penumpang dan barang dapat berjalan dengan baik. Kapal dapat berlabuh, berputar melakukan muat-bongkar barang dan pemindahan penumpang tanpa gangguan. Sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia, Indonesia rata-rata hanya memiliki 1 pelabuhan tiap 4500 km. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pembangunan pelabuhan memiliki potensi yang besar di waktu yang akan datang (Mohammad *dkk.*, 2007).

Agar sesuai dengan fungsinya maka pelabuhan yang lengkap harus memiliki dermaga, pemecah gelombang (*breakwater*), kolam pelabuhan, alur pelayaran, terminal penumpang dan barang, terminal pendaratan ikan, fasilitas pengolahan dan pembuangan limbah (*reception facilities/garbage and sewage treatment and disposal facilities*), sistem tanggap darurat, serta fasilitas penunjang operasi pelabuhan seperti gudang, fasilitas pemrosesan peti kemas (*container*), lapangan penumpukan, tempat pelelangan ikan, *cold storage* untuk hasil perikanan, jaringan jalan, jaringan listrik, jaringan telekomunikasi, jaringan air bersih, jaringan drainase, berbagai perlengkapan muat-bongkar, dan bengkel (King D., 2003).

Salah satu pelabuhan besar bertaraf internasional yang akan dibangun adalah Pelabuhan Bojonegara yang terletak di Provinsi Banten, dirancang sebagai pelabuhan modern yang mampu memberikan pelayanan setara dengan pelabuhan kelas dunia lainnya. Pembangunan pelabuhan ini dimaksudkan untuk mengatasi pemasalahan *Transshipment Port* di Indonesia, sehingga dapat memperlancar arus dan lalu lintas barang-barang keperluan kegiatan industri dan perdagangan, pelayanan pelabuhan yang lebih efisien dan menghasilkan efisiensi jarak distribusi barang serta mengurangi tekanan terhadap lalu lintas darat (PT. Pelabuhan Indonesia II, 2008).

Salah satu kegiatan perencanaan pelabuhan adalah pengerukan alur pelabuhan / pelayaran dan kolam pelabuhan. Pada umumnya daerah-daerah tersebut mempunyai kedalaman kecil,

sehingga diperlukan pengerukan untuk mendapatkan kedalaman yang direncanakan yaitu sampai 16 m LWS. Pendalaman alur pelabuhan dilakukan dengan cara pengerukan bahan-bahan endapan atau sedimen yang membutuhkan area untuk pembuangan materialnya. Proses pengerukan dan pembuangan material di sekitar perairan tersebut akan mengakibatkan perubahan kondisi hidrodinamika sehingga diperlukan adanya analisa yang mencakup pola sirkulasi arus dan pola sebaran sedimen tersuspensi di perairan tersebut (Triatmodjo, 1996).

Masalah yang ada dalam perencanaan Pelabuhan Bojonegara adalah perlunya fasilitas pendukung terpenting yaitu alur pelabuhan bagi keluar masuknya kapal ke pelabuhan dan kolam pelabuhan. Dalam pembangunannya alur pelabuhan dan kolam pelabuhan memiliki persyaratan kedalaman tertentu agar layak dinamakan pelabuhan, kolam pelabuhan di Pelabuhan Bojonegara mempunyai kedalaman sampai 16 m LWS, sehingga pada awal pembangunan, biasanya dilakukan pengerukan untuk membangun kolam pelabuhan, alur pelayaran, dan perataan dasar pemecah gelombang yang disebut *capital dredging* (Mohammad *dkk.*, 2007). Pengerukan untuk mendapatkan kedalaman yang cukup bagi pelayaran di daerah perairan pelabuhan memerlukan biaya yang cukup besar. Pengerukan ini dapat dilakukan pada waktu membangun pelabuhan maupun selama perawatan. Rencana pengerukan pada pelabuhan Bojonegara, materialnya akan ditempatkan pada 2 (dua) lokasi area pembuangan. Hal inilah yang akan menyebabkan terjadinya sedimentasi. Pembangunan pelabuhan akan mempengaruhi hidrodinamika perairan seperti, perubahan karakteristik arus dan sebaran sedimen. Dalam kajian ini hanya dibatasi pada analisis pengaruh arus terhadap transpor sedimen tersuspensi yang terjadi pada perairan Bojonegara akibat pengerukan dan pembuangan material sedimen tersuspensi. Analisis permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan cara mengantisipasi melalui pendekatan model numerik secara matematis.



Kajian pemodelan transpor sedimen tersuspensi yang dipengaruhi arus dilakukan pada musim barat dan musim timur sehingga dapat diketahui sejauh mana penyebaran yang akan terjadi akibat proses tersebut. Skenario model yang diajukan adalah skenario pengerukan, skenario pembuangan dan skenario pengerukan dan pembuangan. Model ini menggunakan inputan pasang surut, angin, sedimen dasar dan sedimen tersuspensi, serta menggunakan batimetri daerah penelitian. Metode perhitungan model ini relatif lebih murah dan waktu yang diperlukan relatif singkat, dibandingkan dengan pengukuran langsung dilapangan yang membutuhkan biaya besar dan waktu yang lama.

70 MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran dan pengambilan sampel di lapangan meliputi data arus, data pasang surut, data sedimen dasar dan data sedimen tersuspensi. Data primer tersebut diatas akan digunakan sebagai pembanding dengan hasil simulasi (verifikasi data). Data sekunder diperoleh dari instansi terkait meliputi Peta Batimetri Teluk Banten skala 1:100.000 dari Dinas Hidro-Oseanografi Tentara Nasional Indonesia (TNI) Angkatan Laut tahun 1997, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Digital Banten skala 1:50.000 dari Bakosurtanal tahun 2001 dan data angin dari BMKG Kota Serang.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan transpor sedimen, analisa statistik data lapangan dan metode deskriptif untuk menggambarkan kondisi lokasi penelitian.

Pada penelitian ini dijelaskan dan dianalisis hasil model sebaran sedimen tersuspensi akibat pengerukan dan pembuangan material dari pembangunan pelabuhan sehingga dapat diketahui seberapa besar atau luasan jarak sebaran sedimen.

Metode Penentuan Titik Sampling

Metode pengambilan titik sampel yang dilakukan menggunakan metode penentuan lokasi sampling dengan beberapa pertimbangan (*purposive sampling method*), dalam hal ini pengambilan sampel sedimen dilakukan pada daerah dekat pantai hingga tersebar menuju ke arah laut, lokasi penelitian mudah dicapai dan tidak terganggu selama pengamatan.

Metode Pengumpulan Data

Data Pasang Surut

Pengukuran pasang surut dilakukan menggunakan palem pasut selama 15 hari dimulai dari tanggal 14 – 29 Juli 2008, yang ditempatkan di sekitar dermaga Pelabuhan Nelayan Bojonegara, dengan pertimbangan bahwa dalam 15 hari telah terjadi pasang purnama dan perbani (satu siklus pasang surut). Pencatatan ketinggian muka air dilakukan setiap interval waktu 1 jam, diamati secara manual.

Data Arus

Pengambilan data arus di lapangan dilakukan dengan metode *euler* dengan menggunakan alat *ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) SonTek Argonaut-XR*. Alat tersebut dapat merekam data secara otomatis setiap 10 menit, pengukuran dilakukan selama 3 x 24 jam.

Data Sedimen

Sampel sedimen di dasar perairan diperoleh dengan menggunakan *Sediment Grab*. Pada tiap stasiun diambil sampel sedimen permukaan dasar laut yang dimasukkan dalam kantong plastik dan sedimen tersuspensi yang dimasukkan dalam *water sampler*.

Metode Analisis Data

Data Pasang Surut

Data yang diperoleh di lapangan diolah dengan menggunakan metode *admiralty*. Dalam penelitian digunakan data pasang surut selama 15 hari dari data lapangan untuk menentukan nilai MSL, HHWL dan LLWL serta untuk mengetahui tipe pasang surut di perairan



Bojonegara, Banten. Dari analisa tersebut akan diperoleh :

1. MSL (Duduk tengah)
MSL = A(So)
2. Lowest Lower Water Level (LLWL)
LLW L = A(So)-{A(M2)+A(S2)+A(N2)+
A(K1)+A(O1)+A(P1)+A(K2)+A(M4)+
A(MS4)}
3. Highest High Water Level (HHWL)
HHWL = A(So)+{A(M2)+A(S2)+A(K1)
+A(O1)+A(P 1)+A(K2)}
4. Tipe Pasang,

$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2}$$

(Illahude 1999)

Data Arus

Dari pengukuran data lapangan didapatkan besar dan arah arus total. Besar dan arah arus ini diuraikan komponennya menjadi komponen U (timur-barat) dan V (utara-selatan). Besar komponen U didapat dari rumus (Thurman,H.V. and Alan P.T.2004) :

$$U = V_{total} \sin \left(\frac{Dir \pi}{180} \right)$$

Sedangkan besar komponen V didapat dari :

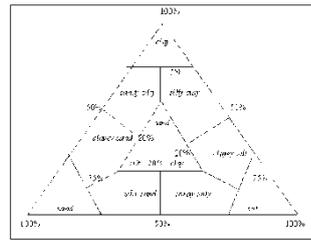
$$V = V_{total} \cos \left(\frac{Dir \pi}{180} \right)$$

Dengan nilai π adalah 3.14 dan Dir merupakan arah arus. Hasil dari perhitungan komponen U dan V ini kemudian dilakukan plotting menjadi dua bentuk grafik yaitu *scatterplot* dan vektor plot untuk menggambarkan pola arus yang terjadi. Perangkat lunak yang digunakan dalam plot grafik ini adalah *CD-Oceanography*.

Data Sedimen

Untuk analisa ukuran butir sedimen dilakukan dengan metode Buchanan , yaitu sistem pengayakan dan penyaringan (*sieving*). Analisa sedimen tersuspensi dilakukan untuk mendapatkan nilai sedimen tersuspensi pada tiap-tiap stasiun. Setelah metode analisa ukuran butir selesai dilakukan, hasil yang didapat kemudian diplotkan dalam *sieve graph* dan

dilakukan penamaan sesuai dengan segitiga penamaan sedimen seperti Gambar berikut:



Gambar 1. Segitiga Penamaan Sedimen

Desain Model

Desain model menggunakan *software* SMS dengan modul RMA2 untuk pola sirkulasi arus dan menggunakan modul SED2D untuk pola sebaran sedimen tersuspensi (King, I, 200). Simulasi dibuat selama 15 hari untuk mendapatkan kondisi pola arus saat terjadi pasang tertinggi (*Spring Tide*) dan saat terjadi pasang terendah (*Neap Tide*).

Pembuatan grid untuk daerah yang akan dikaji (*numerical domain*) yaitu daerah laut, pantai dan topografi. Data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan grid tersebut adalah data batimetri, data garis pantai dan data topografi. Wilayah kajian yang sudah terpilih dibangun dengan grid seragam yaitu dengan menentukan jarak grid sumbu x (dx) dan jarak grid sumbu y (dy). Dengan batasan pada model yaitu jumlah elemen maksimal yang dibatasi oleh laut: 310, bila jumlah elemen ini melebihi nilai 700 maka akan terjadi *overflow* sehingga pemodelan tidak bisa dilakukan; elemen maksimal: 5636; dan *node* (titik) maksimum: 11581.

Rencana pada pemodelan transpor sedimen dilakukan dengan 3 skenario pada saat musim barat dan musim timur. Berikut ini skenario yang dibuat:

1. Skenario Pengerukan

Pada skenario ini pengerukan dilakukan di kolam pelabuhan dan alur pelayaran dengan rencana pengerukan sedalam 16 m dengan volume 5.342.162 m³. Areal pengerukan inilah yang akan menjadi sumber inputan sedimen tersuspensi yang pertama pada proses pemodelannya (Gambar 2).

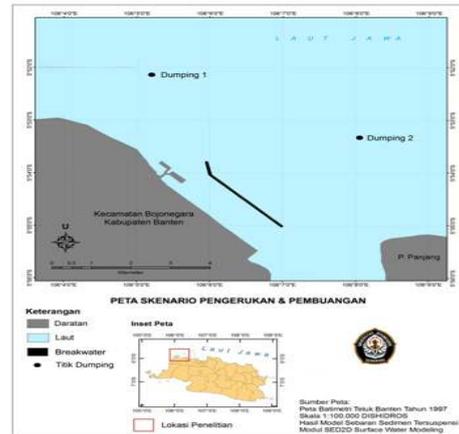
2. Skenario Pembuangan



Sedangkan pada skenario ini terdapat dua area yang akan dijadikan sebagai pembuangan sedimen, area ini telah ditentukan administrator pelabuhan (adpel) di perairan yang cukup dalam. Besarnya volume pembuangan sama besarnya pada volume pengerukan. Dua *dumping site* ini merupakan sumber inputan berikutnya pada proses pemodelan SED2D.

3. Skenario Pengerukan dan Pembuangan

Skenario ini menggabungkan 2 skenario sebelumnya, yaitu skenario pengerukan pada kolam pelabuhan yang hasil sedimennya akan dibuang pada *dumping site* yang telah ditentukan (Gambar 3). Pada skenario ini terdapat tiga sumber inputan untuk melakukan proses pemodelan SED2D dengan nilai sumber referensi yang sama pada pengerukan dan pembuangan sedimen tersuspensi.



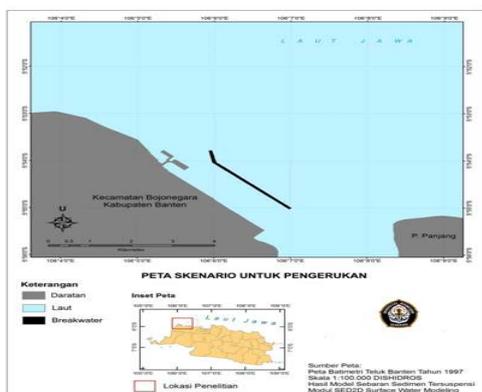
Gambar 3. Peta Pengerukan dan Pembuangan Sedimen Skenario II dan III

Verifikasi

Verifikasi dilakukan dengan membandingkan hasil model dengan hasil pengukuran lapangan dengan uji statistik maupun perhitungan. Besar kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai MRE (*Mean Relative Error*). Perhitungan untuk mencari nilai tersebut adalah (King D 2003):

$$MRE = \left| \frac{h_c - h_o}{h_o} \right| \times 100\%$$

Dimana h_c = besar nilai hasil model
 h_o = besar nilai hasil pengukuran lapangan



Gambar 2. Peta Pengerukan di kolam Pelabuhan Skenario I

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Daerah Penelitian

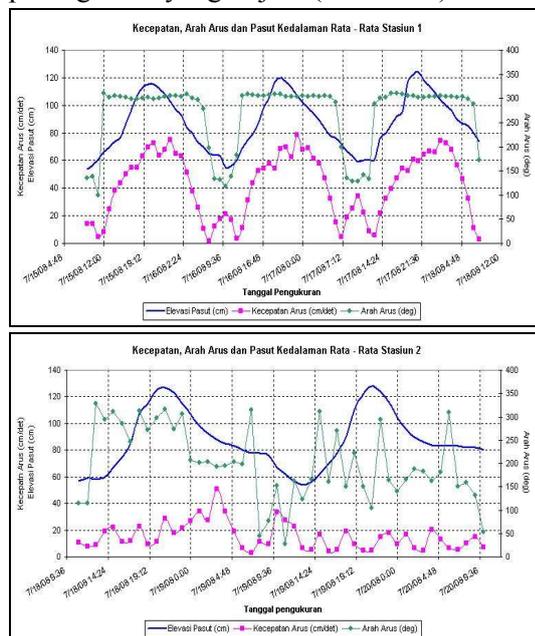
Lokasi penelitian terletak di Pelabuhan Bojonegara, wilayah Kecamatan Puloampel dan Kecamatan Bojonegara, Kabupaten Serang Provinsi Banten, berjarak 25 kilometer dari kota Serang. Wilayah sekitar lokasi penelitian merupakan kawasan strategis dan berkembang. Pemanfaatan lahan di sekitar lokasi penelitian dipergunakan untuk daerah industri, pemukiman nelayan dan kawasan pelabuhan.

Data kecepatan arus yang diperoleh dari hasil pengukuran pada tiap stasiun diolah dengan metode Eularian. Hasil pengolahan tersebut tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Arus di Perairan Bojonegara, Banten

Lokasi	Kedalaman	Kec. Max	Kec. Min	Kec. Rata-Rata
		(cm/det)	(cm/det)	(cm/det)
Stasiun 1	Rata-Rata	81.9	0.8	42.1
	Dasar (0.8d)	74.1	1.2	34.7
	Tengah (0.6d)	84.5	1.4	43.8
	Permukaan (0.2d)	86.7	0.9	47.1
Stasiun 2	Rata-Rata	60,99	0,41	17,42
	Dasar (0.8d)	57,70	0,2	19,13
	Tengah (0.6d)	69,45	1,00	18,31
	Permukaan (0.2d)	81,30	0,90	17,41

Sedangkan untuk hasil dari kecepatan arus, arah arus dan pasang surut di perairan Pelabuhan Bojonegara menunjukkan bahwa fluktuasi arah dan kecepatan arus berhubungan dengan pola pasang surut yang terjadi (Gambar 4).



Gambar 4. Kecepatan, arah arus dan Pasut Kedalaman Rata-rata Stasiun 1 dan 2.

Hasil simulasi konsentrasi sedimen tersuspensi arus, hasil model arus dengan RMA digunakan sebagai dasar untuk simulasi konsentrasi sedimen tersuspensi ini dengan menggunakan inputan dari elevasi pasang surut hasil pengukuran selama 15 hari. Simulasi dilakukan dengan data masukan konsentrasi sedimen tersuspensi diberikan secara konstan dengan besar konsentrasi yang sama pada daerah pengerukan dan pembuangan material di pelabuhan.

Dari hasil simulasi transpor sedimen diperoleh sebaran konsentrasi sedimen yang mempresentasikan nilai konsentrasi sebanding dengan kecepatan arus. Pada simulasi model ini dilakukan dengan 3 (tiga) skenario pada musim barat dan musim timur dengan menambahkan hasil *cross section* untuk mendapatkan jarak sebaran sedimen. Berikut ini hasil simulasi model dari skenario yang telah dilakukan.

1. Skenario Pengerukan

Skenario pengerukan yang dilakukan pada musim barat menghasilkan pergerakan arus yang bergerak ke timur laut dengan kecepatan arus rata-rata yaitu 0,014 m/s, pada pergerakannya arus didominasi oleh arus pasut dengan nilai rata-rata 0,88 m/s, hal ini menyebabkan pergerakan arus cenderung bolak-balik. Pergerakan sedimen tersuspensi menyebar mengikuti pola arus yang terjadi menghasilkan jarak terjauh dari kontur sebaran TSS dalam arah lateral menuju A-B (baratlaut) yaitu 3,44 km, C-D (timurlaut) dengan sebaran terjauh dari pusat pengerukan sebagai pembatas nilai yaitu 6,89 km dan E-F (tenggara) yaitu 3,63 km pada konsentrasi 20 gr/L, karena pada konsentrasi inilah nilai konsentrasi terendah tercapai. Pada konsentrasi ini dampak yang diakibatkan sedimen tersuspensi cenderung berkurang sehingga dapat dilakukan pembudidayaan laut oleh masyarakat sekitar.

Skenario pengerukan pada musim timur mempunyai nilai konsentrasi terbesar 160 gr/L pada kolam pelabuhan dan juga didominasi oleh arus pasut yang terjadi menyebabkan massa air mengalir menuju elevasi yang lebih rendah, mengakibatkan pergerakan arus bergerak dari timur menuju barat laut, kecepatan arus rata-rata yang terjadi mencapai nilai 0,010 m/s dengan nilai rata-rata pasut yaitu 0,87 m/s. Jarak sebaran terjauh pada arah lateral menuju A-B (baratlaut) dengan jarak 6,32 km dari pusat pengerukan, *cross* C-D (timurlaut) yaitu 4,32 km dan *cross* E-F (tenggara) menyebar hingga jarak 3,47 km pada konsentrasi terendah yaitu 20 gr/L.

2. Skenario Pembuangan Hasil Pengerukan

Pada skenario terdapat dua area pembuangan dari hasil pengerukan, dalam proses pembuangannya menyebabkan terjadinya kekeruhan akibat pengadukan sedimen dalam kolom air. Hasil penghitungan kecepatan arus rata-rata sebesar 0,012 m/s yang cenderung merupakan arus dominan pasut, nilai rata-rata pasut mencapai nilai 0,89 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa pola arus berubah secara kontinyu sesuai dengan pasut. Kontur sebaran TSS dengan konsentrasi terkecil 20 gr/L dan



arah lateral menuju A-B (barat) yaitu 1,46 km, C-D (timurlaut) yaitu 5,78 km sebagai pembatas jarak terjauh dari pusat pembuangan akibat arus yang bergerak menuju timurlaut, dan E-F (selatan) yaitu 3,22 km.

Pada musim timur, konsentrasi terkecil 20 gr/L untuk cross lateral A – B tercapai pada jarak 5,20 km dari pusat *dumping* yang merupakan jarak terjauh. Untuk cross C – D menyebar hingga pada jarak 3,35 km dan E – F menyebar hingga pada jarak 1,80 km. Pergerakan ini dipengaruhi arus yang dominan pasut yang bergerak ke arah barat laut dengan kecepatan rata-rata arus 0,01 m/s dan rata-rata pasut 0,89 m/s. Kondisi musim barat dan musim timur akan sangat mempengaruhi daerah sebaran TSS akibat pembuangan. Dengan skenario ini memberikan gambaran bahwa pengaruh sebaran dengan konsentrasi tinggi tidak sampai daratan.

3. Skenario Pengerukan dan Pembuangan

Pada musim barat, untuk skenario sebaran TSS di titik *dumping* dan titik pengerukan di kolam pelabuhan tersaji pada Gambar 5. Konsentrasi 20 gr/L untuk cross lateral A– B tercapai pada jarak 4,28 km dari pusat pengerukan dan pembuangan. Untuk cross E – F menyebar hingga pada jarak 4,52 km (Tabel 2). Skenario ini mempunyai cakupan sebaran sedimen tersuspensi yang luas karena aktivitas yang dilakukan bersamaan, ditambah pergerakan arus cenderung bolak-balik yang didominasi arus pasut mengakibatkan dampak yang terjadi juga besar, dengan kecepatan rata-rata arus sebesar 0,012 m/s bergerak ke arah timurlaut dan rata-rata pasut sebesar 0,89 m/s, maka akan sulit untuk dilakukan pembudidayaan laut pada area ini. Konsentrasi terkecil digambarkan dengan garis kontur berwarna biru. Nilai ini diklasifikasikan kecil (< 20 gr/L). Jarak terjauh sebagai pembatas kontur nilai ini adalah 13,52 km (cross C – D).

Tabel 2. Hasil model sebaran konsentrasi sedimen musim barat skenario untuk pengerukan dan pembuangan sedimen

No	Konsentrasi	A-B	C-D	E-F
		(Km)	(Km)	(Km)
1	160	0,25	0,48	0,36
2	120	0,53	0,78	0,65
3	100	1,03	1,40	1,18
4	80	1,44	4,87	1,33
5	60	1,71	6,72	1,93
6	40	2,36	9,15	2,67
7	20	4,28	13,52	4,52

Pada musim timur, untuk skenario sebaran TSS di titik pembuangan dan pengerukan pada kolam pelabuhan tersaji pada Gambar 6. Konsentrasi 20 gr/L untuk cross lateral A – B tercapai pada jarak 10,40 km dari pusat *dumping* dan dredging. Untuk cross C – D menyebar hingga pada jarak 7,87 km, dan E – F menyebar hingga pada jarak 4,29 km (Tabel 3). Kondisi arus saat musim timur yang bergerak ke arah barat laut akan sangat mempengaruhi daerah sebaran TSS akibat aktivitas pembangunan ini. Skenario menggambarkan bahwa pengaruh sebaran dengan konsentrasi tinggi sampai di daerah pantai/daratan dengan kecepatan rata-rata arus yaitu 0,01 m/s dan rata-rata pasut yaitu 0,89 m/s.

Tabel 3. Hasil model sebaran konsentrasi sedimen musim timur skenario untuk pengerukan dan pembuangan sedimen

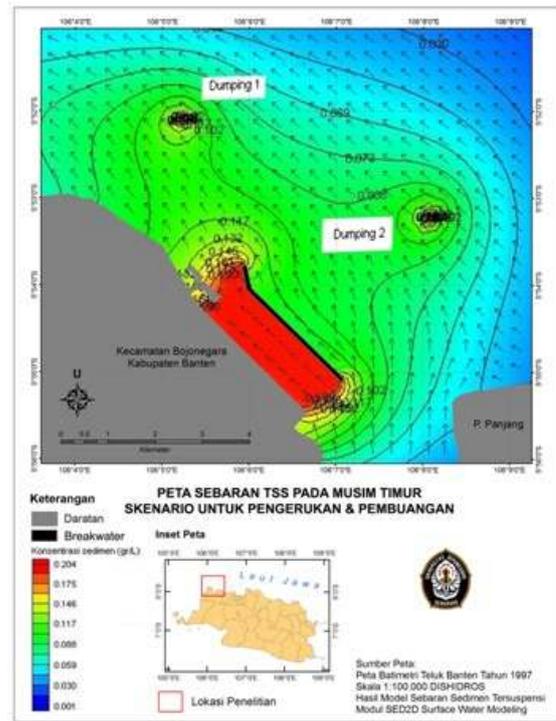
No	Konsentrasi	A-B	C-D	E-F
		(Km)	(Km)	(Km)
1	160	0,50	0,35	0,16
2	120	1,03	0,85	0,67
3	100	3,57	1,56	1,13
4	80	4,88	3,22	1,30
5	60	6,72	4,52	1,77
6	40	8,90	5,69	2,56
7	20	10,40	7,87	4,29

Berdasarkan Lampiran III Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk



biota laut, maka nilai TSS untuk kehidupan coral dan lamun < 20 mg/L, sedangkan untuk mangrove < 80 mg/L. Dari data tersebut diatas hanya Lokasi SedBJN-5 (Sed_5) yang mempunyai nilai TSS tertinggi yaitu 54,8 mg/L sehingga itu dapat dikatakan bahwa kondisi TSS di perairan laut Bojonegara secara umum masih memenuhi baku mutu perairan laut. Dengan adanya pengerukan dan pembuangan sedimen membawa dampak yang positif yaitu dapat digunakan sebagai tanah urug bangunan pelabuhan dan lainnya, sedangkan dampak negatif yaitu dapat merugikan areal sekitar pelabuhan. Untuk meminimalisir kerugian, lokasi pengerukan dan pembuangan ditentukan administrator pelabuhan berdasar skenario di atas.

Verifikasi arus dilakukan pada tiap skenario berdasarkan musimnya, pada musim barat diperoleh nilai MRE rata-rata sebesar 36,52 % dan pada musim timur 42,97 %. Untuk memperoleh nilai MRE rata-rata ini telah dilakukan beberapa kali kalibrasi untuk memperoleh hasil dengan nilai kesalahan terkecil.

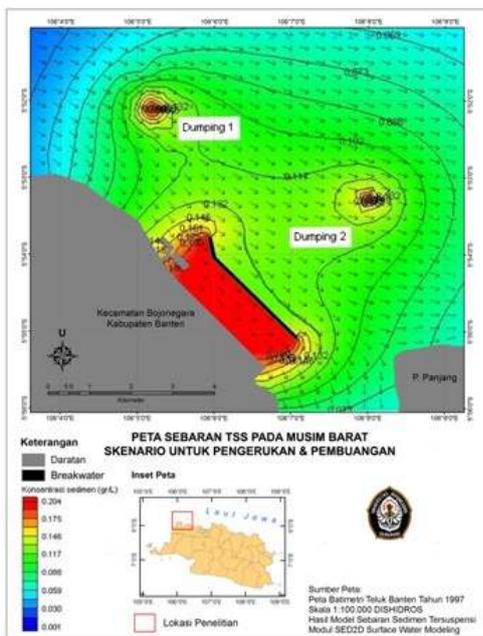


Gambar 6. Peta sebaran TSS pada musim timur skenario untuk pengerukan dan pembuangan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan transpor sedimen menunjukkan pola sebaran konsentrasi sedimen pergerakannya dipengaruhi oleh arus yang didominasi arus pasang. Nilai konsentrasi sedimen sebanding dengan kecepatan arus. Konsentrasi sedimen tersuspensi berkisar antara 20 gr/L - 160 gr/L.

Hasil simulasi menunjukkan pada musim barat, orientasi arah dominan bergerak menuju timur laut dengan sebaran terjauh pada skenario pengerukan 6,89 km; skenario pembuangan mencapai jarak 5,78 km; dan skenario gabungan terjauh 13,52 km. Sedangkan pada musim timur, orientasi arah dominan bergerak menuju barat daya dengan sebaran terjauh pada skenario pengerukan 6,32 km; skenario pembuangan mencapai jarak 5,20 km; dan pada skenario gabungan sebaran terjauhnya 10,40 km (pada konsentrasi < 20 gr/L). Potensi pendangkalan dengan sebaran terluas paling besar terjadi pada skenario gabungan baik di musim barat maupun timur.



Gambar 5. Peta sebaran TSS pada musim barat skenario untuk pengerukan dan pembuangan



Daftar pustaka

- King, D. 2003 Coastal Engineering Manual Part III Chapter 1 Coastal Sediment Properties, Army Corps Of Engineers, Washington, 42 pp
- King I., 2000, Users Guide To SED2D WES Version 4.5. US Army, Engineer Research and development Center, Waterways Experiment Station, Coastal and Hydraulics Laboratory.
- Mohammad, F., A. Widyadwiyana, R. Venita, W.P. Sari, S. Pradipta, J. Weber, dan I.M. Kamil (edt). 2007. Panduan Penilaian AMDAL atau UKL/UPL untuk Kegiatan Pembangunan Pelabuhan, Jakarta, 62 hlm.
- PT. Pelabuhan Indonesia II. 2008. www.Inaport2.co.id (10 Febuari 2009; 10.15 WIB).
- Thurman, H.V. and Alan P.T.2004. Introductory Oceanography. 10ed. Pearson Education, New Jersey 188 pp
- Triatmodjo, B. 1996. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta, 299 hlm.