

SIMULASI MODEL TRANSPOR SEDIMEN TERSUSPENSI UNTUK MENDUKUNG PERENCANAAN PELABUHAN TELUK BAYUR, SUMATERA BARAT

Denny Nugroho Sugianto

Pengajar Program Studi Oseanografi Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP
Jl. Prof. Soedharto SH Tembalang Semarang, Jawa Tengah.

E-mail : dennysugianto@yahoo.com

Abstrak

Penelitian telah dilakukan di perairan Teluk Bayur, yang merupakan lokasi rencana pengembangan Pelabuhan Teluk Bayur pada bulan September 2008. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pola transport sediment tersuspensi di lokasi rencana pengerukan (dredging) dan dumping site dalam perencanaan pengembangan pembangunan pelabuhan di Teluk Bayur Propinsi Sumatera Barat. Sedimen grab digunakan untuk pengambilan sampel sedimen dasar laut sedangkan Botol Nansen digunakan untuk mengambil sampel air. Analisis pola hidrodinamika (arus) digunakan pemodelan dengan perangkat lunak SMS 8.1 (Surface Water Modelling System) dengan menggunakan modul SED2D. Dari pengamatan di lapangan, konsentrasi TSS di perairan laut Teluk Bayur secara umum masih memenuhi baku mutu perairan laut untuk biota laut, yaitu antara 6,0 – 10,0 mg/L, sedangkan sedimen dasar perairan Teluk Bayur didominasi sebagian besar oleh jenis pasir (sand), selanjutnya lanau (silt) dan kerikil (gravel). Hasil yang diperoleh dari simulasi model menunjukkan pola transport sedimen tersuspensi sangat dipengaruhi oleh pola arus pada musim tertentu, dimana ketika musim barat pola dan konsentrasi sedimen tersuspensi cenderung kearah timur-timur laut begitu juga sebaliknya pada musim timur. Adapun adanya pengerukan di kolam pelabuhan dan penimbunan di dumping site akan mempengaruhi kualitas perairan saat dilakukan aktifitas tersebut.

Abstract

Simulation model of suspended sediment to support development planning for Teluk Bayur port. The survey was conducted at Teluk Bayur sea waters during September 2008, where this area is development planning for Teluk bayur port. Objective of research is known suspension sediment transport at dredging area and dumping site for development planning of Teluk Bayur port at Teluk Bayur, Province of West Sumatera. Grab sampler was used to carry sediment bottom and Nansen bottle was used collect water sample for total suspended sediment (TSS). Analysis of hydrodynamic pattern used modeling system by software SMS 8.1 (Surface Water Modeling System) with SED2D module. The result had shown that TSS is above sea water standard for marine organism, between 6,0 – 10,0 mg/L. Therefore bottom sediment was dominated by sand, and then silt and gravel. The result of modeling shown that sediment transport depends of monsoon current pattern, where sediment transport to east-northeast on west monsoon and to northwest-north on east monsoon. Dredging and dumping site activity due to decreasing water quality at construction time.

Key word : modelling, sediment transport, dredging, dumping site, Teluk Bayur port

1. Pendahuluan

Pelabuhan Teluk Bayur merupakan pelabuhan samudera yang terbuka untuk kegiatan perdagangan internasional yang berlokasi di provinsi Sumatera Barat. Pelabuhan ini memiliki beberapa kawasan yang merupakan sentra kegiatan ekonomi di Sumatera Barat meliputi Muara Padang dan Air Bangis. Sejalan dengan upaya

pemerintah daerah untuk pengembangan ekonomi regional, Pelabuhan Teluk Bayur terus berbenah diri dan secara berkelanjutan melengkapi dirinya dengan berbagai sarana dan prasarana yang mampu mendukung percepatan serta kelancaran kegiatan pelayanan kapal dan barang. Saat ini pelabuhan Teluk Bayur telah dilengkapi dengan peralatan modern yang mampu menangani berbagai jenis barang antara lain barang curah seperti batu bara, semen, klinker, CPO serta

komoditas yang menggunakan petikemas seperti kayu manis, teh, moulding, furniture dan karet yang merupakan komoditas unggulan ekspor ke Amerika Serikat, Eropa, Asia, Australia dan Afrika.

Pemerintah juga menyadari semakin terbatasnya daya tampung Pelabuhan Teluk Bayur yang berdampak pada lambatnya kegiatan ekspor-impor melalui fasilitas yang dikelola BUMN PT Pelindo II tersebut. Lambatnya kegiatan di pelabuhan jelas akan merugikan Sumbar, apalagi ke depan volume ekspor diprediksi semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan upaya pengembangan pelabuhan Teluk Bayur tersebut.

Salah satu syarat pengembangan pelabuhan yaitu memiliki kolam pelabuhan yang tenang dan kedalaman perairan yang relative lebih dalam [1]. Oleh karena lokasi rencana pelabuhan di Teluk Bayur terletak di perairan dekat pantai sehingga di perlukan penambahan kedalaman perairan di dalam kolam pelabuhan dengan cara pengerukan, agar kapal dapat melakukan aktifitas bongkar muat di dalam pelabuhan. Dasar kolam pelabuhan akan dikeruk sedalam kurang lebih -10 m sampai mencapai lapisan tanah keras/batuan dasar. Pengerukan akan dilakukan dengan *Grab Dredger*. Hasil kerukan langsung ditempatkan pada *Hopper Barge* yang setelah terisi penuh akan berangkat menuju tempat pembuangan hasil kerukan (*dumping site*) sebagian untuk reklamasi yang sudah disiapkan lahannya (dibuatkan tanggul). Pada saat dilakukan pengerukan (*dredging*) maupun penimbunan sedimen hasil pengerukan ke *dumping site*, maka tentunya akan mempengaruhi kualitas perairan, khususnya penyebaran material sedimen akibat proses tersebut [2]. Dalam kegiatan pendalaman alur pelabuhan tersebut tentunya akan berdampak terhadap kualitas air seperti sebaran sedimen tersuspensi baik pada saat dilakukan pengerukan maupun penimbunannya ke lokasi *dumping site*. Untuk melihat sejauhmana pengaruh tersebut terhadap dampak yang ditimbulkan meskipun hanya bersifat sementara, yaitu pada saat hanya kegiatan pengerukan berlangsung, maka perlu dilakukan penelitian ini sehingga dapat diinformasikan kepada masyarakat maupun pemanfaat perairan tersebut selama ini. Oleh karena itu, maka diperlukan kajian dan analisis pola penyebaran transport sedimen tersuspensi di lokasi rencana pengerukan dan reklamasi dapat di dekati dengan menggunakan simulasi model matematik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola penyebaran transport sediment tersuspensi di lokasi rencana pengerukan (*dredging*) dan penimbunan (*dumping site*) dalam mendukung upaya pengembangan pelabuhan di Teluk Bayur, Sumatera Barat.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2008 di perairan Teluk Bayur, Propinsi Sumatera Barat. Materi penelitian ini meliputi data sedimen (dasar dan tersuspensi). Adapun untuk pengambilan sampel sedimen dasar laut menggunakan grab sampler dan sedimen tersuspensi (TSS) menggunakan botol Nansen dengan menggunakan metode sampling [3] sejumlah 14 titik. Penentuan lokasi pengukuran menggunakan metode pertimbangan (*Purposive Sampling Method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan keterwakilan lokasi penelitian. Adapun masterplan pengembangan pelabuhan Teluk Bayur tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel sedimen dan TSS di perairan Teluk Bayur, Sumatera Barat



Gambar 2. Rencana pengembangan pelabuhan Teluk Bayur, Sumatera Barat

Model Matematika

Sistem perairan pantai adalah suatu sistem yang sangat kompleks dan berskala besar, dimana sangat bergantung pada ruang dan waktu. Selama sistem ini memasukkan hubungan-hubungan antara sejumlah variabel dan parameter, maka cara terbaik untuk mengkajinya adalah melalui pendekatan model [4] dan [5].

a. Persamaan Dasar

Persamaan yang digunakan dalam model matematik ini terbagi dua yaitu persamaan hidrodinamika untuk arus dan persamaan transpor sedimen.

1. Persamaan Hidrodinamika

Persamaan dasar aliran yang digunakan merupakan persamaan aliran 2 dimensi pada rerata kedalaman (*depth average*) untuk kondisi aliran sub kritis. Kondisi aliran terjadi pada sungai sangat lebar, sehingga variasi kecepatan terhadap kedalaman relatif kecil. Percepatan gravitasi lebih dominan dibandingkan dengan percepatan aliran vertikal. Sehingga persamaan aliran dapat didekati dengan persamaan aliran dangkal (*shallow water equation*). Komponen kecepatan rata-rata kedalaman dalam koordinat horizontal x dan y didefinisikan sebagai berikut [6] :

$$U = \frac{1}{H} \int_{z_b}^{z_b+H} u \, dz$$

$$V = \frac{1}{H} \int_{z_b}^{z_b+H} v \, dz$$

H = kedalaman air

z_b = elevasi dasar sungai

z_b + H = elevasi muka air

u = kecepatan horizontal arah x

v = kecepatan horizontal arah y

Persamaan kontinuitas untuk aliran dua dimensi rata-rata kedalaman (*averaged continuity equation*) dapat dituliskan sebagai [7]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(HU) + \frac{\partial}{\partial x}(\beta_{xx}HUU) + \frac{\partial}{\partial y}(\beta_{xy}HUV) + gH \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{1}{2}g \frac{\partial H^2}{\partial x} + \frac{1}{\rho} [\tau_{bx} - \tau_{sx} - \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{xx}) - \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{xy})] = 0$$

untuk aliran arah sumbu x, dan

$$\frac{\partial}{\partial t}(HV) + \frac{\partial}{\partial x}(\beta_{xy}HUV) + \frac{\partial}{\partial y}(\beta_{yy}HVV) + gH \frac{\partial z_b}{\partial y} + \frac{1}{2}g \frac{\partial H^2}{\partial y} + \frac{1}{\rho} [\tau_{by} - \tau_{sy} - \frac{\partial}{\partial x}(H\tau_{xy}) - \frac{\partial}{\partial y}(H\tau_{yy})] = 0$$

untuk aliran pada sumbu y

dengan : β_{xx}, β_{xy}, β_{yx} β_{yy} = koefisien koreksi momentum

g = percepatan gravitasi

ρ = rapat massa air

τ_{bx} τ_{by} = tegangan geser dasar

τ_{sx} τ_{sy} = tegangan geser permukaan

τ_{xx}, τ_{xy}, τ_{yx} τ_{yy} = tegangan geser akibat turbulensi

(misal τ_{xy} adalah tegangan geser ke arah sumbu x yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y).

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(HU) + \frac{\partial}{\partial y}(HV) = 0$$

Persamaan momentum pada arah sumbu x dan y untuk aliran dua dimensi rata-rata kedalaman dapat dituliskan sebagai :

Komponen tegangan geser pada dasar dalam arah sumbu x dan y dihitung sebagai berikut :

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

dengan c_f adalah koefisien gesek dasar yang dapat dihitung sebagai :

$$c_f = \frac{g}{C^2} = \frac{gn^2}{\lambda^2 H^{1/3}}$$

dengan C = koefisien Chezy; n = koefisien kekasaran Manning; dan λ = 1,486 bila menggunakan satuan Inggris dan 1,0 bila menggunakan satuan internasional (SI).

Tegangan geser turbulen rata-rata kedalaman dihitung menggunakan konsep eddy viskositas dari Boussinesq, yakni [8]:

$$\tau_{xx} = \rho \nu_{xx} \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho \nu_{xy} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)$$

$$\tau_{yy} = \rho \nu_{yy} \left(\frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial y} \right)$$

Untuk penyederhanaan perhitungan, nilai eddy viskositas kinematik rata-rata kedalaman dianggap isotropik (diasumsikan bahwa nilai $v_{xx} = v_{xy} = v_{yx} = v_{yy}$), dan eddy viskositas isotropik dinotasikan dengan ν yang nilainya $(0,3 \pm 0,6 U_*H)$.

2. Persamaan Transpor Sedimen

Persamaan transportasi sedimen yang digunakan diformulasikan sebagai berikut [9]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \alpha_1 C + \alpha_2$$

dengan :

C = konsentrasi sedimen suspensi, kg/m^3

t = waktu, detik

u = kecepatan aliran arah x, m/d

v = kecepatan aliran arah y, m/d

D_x = koefisien dispersi arah x, m^2/d

D_y = koefisien dispersi arah y, m^2/d

α_1 = koefisien suku sumber (erosi-deposisi), $1/\text{sec}$

α_2 = konsentrasi seimbang dari suku sumber (erosi-deposisi), $\text{kg/m}^3/\text{d} = -\alpha_1 C_{\text{eq}}$

3. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil Pengamatan Data Sedimen Dasar dan Tersuspensi (TSS)

Dari analisa hasil analisis sedimen dasar berupa analisis butiran sedimen yang diambil dari sedimen

dasar Perairan Teluk Bayur menggunakan *grab sampler*, yang dianalisis di laboratorium, diperoleh hasil seperti pada Tabel 1..

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa dasar perairan Teluk Bayur didominasi sebagian besar oleh jenis pasir (*sand*) dan lanau (*silt*). Terdapat 2 lokasi yang didominasi oleh ukuran butir gravel (kerikil) yaitu stasiun Sed_3 dan stasiun Sed_14. Jika dilihat dari lokasinya, keduanya berada pada daerah bekas ekosistem terumbu karang yang saat ini sudah tidak berfungsi habitat tersebut.

Dari analisa hasil analisis sedimen tersuspensi (TSS) berupa analisis sedimen melayang yang diambil dari perairan Teluk Bayur menggunakan nansen botol, yang dianalisis di laboratorium, diperoleh hasil seperti tercantum pada Tabel 2.

Sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, diperoleh nilai baku mutu TSS untuk kehidupan coral dan lamun $< 20 \text{ mg/L}$, sedangkan untuk mangrove $< 80 \text{ mg/L}$. Berdasarkan hasil analisis sedimen tersuspensi (TSS) diatas tidak ada yang melebihi nilai baku mutu tersebut. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kondisi TSS di perairan laut Teluk bayur secara umum masih memenuhi baku mutu perairan laut.

Tabel 1. Klasifikasi ukuran butir sedimen di perairan Teluk Bayur

No	Lokasi (Nama Sampel)	Posisi		Nama Sedimen
		Lintang Selatan	Bujur Timur	
1	Sed_1	0° 59' 40.45" S	100° 22' 57.47" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
2	Sed_2	0° 59' 49.61" S	100° 22' 49.63" E	<i>sandy silt (lanau berpasir)</i>
3	Sed_3	0° 59' 52.42" S	100° 23' 4.77" E	<i>gravel (kerikil)</i>
4	Sed_4	0° 59' 56.46" S	100° 22' 25.78" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
5	Sed_5	-1° 0' 2.56" S	100° 22' 44.54" E	<i>sandy silt (lanau pasiran)</i>
6	Sed_6	-1° 0' 6.46" S	100° 23' 4.33" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
7	Sed_7	-1° 0' 15.39" S	100° 22' 7.19" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
8	Sed_8	-1° 0' 17.63" S	100° 22' 31.11" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
9	Sed_9	-1° 0' 20.02" S	100° 22' 52.47" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
10	Sed_10	-1° 0' 23.45" S	100° 23' 6.64" E	<i>sandy silt (lanau pasiran)</i>
11	Sed_11	-1° 0' 28.83" S	100° 21' 46.66" E	<i>silty sand (pasir lanauan)</i>
12	Sed_12	-1° 0' 32.74" S	100° 22' 19.93" E	<i>sandy silt (lanau pasiran)</i>
13	Sed_13	-1° 0' 35.43" S	100° 22' 46.55" E	<i>sandy silt (lanau pasiran)</i>
14	Sed_14	-1° 0' 39.50" S	100° 23' 8.59" E	<i>gravel (kerikil)</i>

Tabel 2. Konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) di perairan Teluk Bayur

No	Lokasi (Nama Sampel)	Konsentrasi TSS (mg/L)
1	TLB - 1	10,0
2	TLB - 2	8,0
3	TLB - 3	8,0
4	TLB - 4	6,0
5	TLB - 5	10,0
6	TLB - 6	10,0
7	TLB - 7	10,0
8	TLB - 8	6,0
9	TLB - 9	8,0
10	TLB - 10	6,0
11	TLB - 11	8,0
12	TLB - 12	8,0
13	TLB - 13	8,0
14	TLB - 14	6,0

b. Pola Arus

Pola sirkulasi masa air yang menyebabkan terjadinya proses transport sedimen di perairan teluk bayur seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.

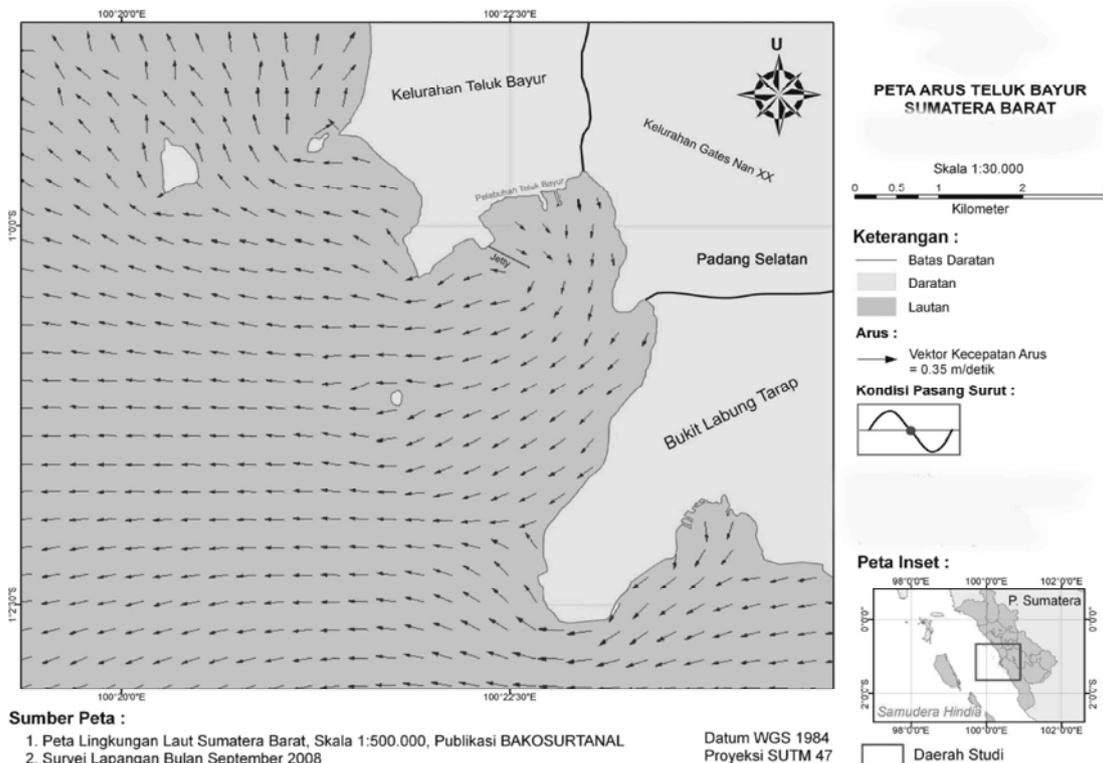
Pada gambar berikut ini menunjukkan bahwa pola pada musim barat dan pada saat kondisi pasang, maka arus bergerak menuju ke timur/tenggara, dengan kecepatan arus berkisar antara 1,3 - 28 cm/det. Sedangkan pada musim timur dan pada kondisi surut arus bergerak ke arah barat/baratlaut dengan kecepatan arus berkisar antara 1,1 - 32 cm/det.

C. Hasil Simulasi Model Penyebaran Sedimen Tersuspensi (TSS)

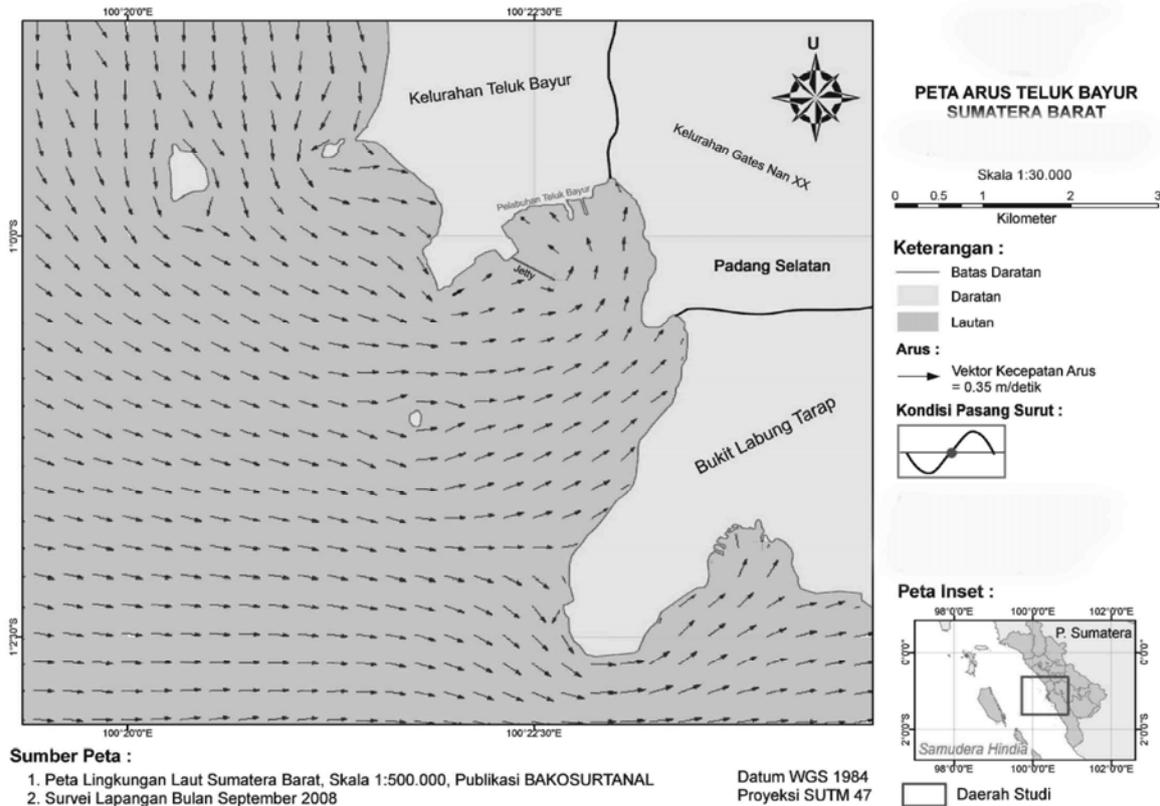
Untuk simulasi model sebaran sedimen, dilakukan beberapa simulasi, diantaranya adalah :

1. Simulasi pengerukan kolam pelabuhan pada musim barat dan timur.
2. Simulasi pengerukan dan penimbunan di dumping site pada musim barat dan timur.

Untuk pengerukan di kolam pelabuhan, diasumsikan bahwa TSS yang terjadi akibat pengerukan tersebut adalah sebesar 200 mg/L serta penimbunan di lokasi *dumping site* juga mempunyai kontribusi yang sama sebagai sumber sedimen tersuspensi sebesar 200 mg/L. Oleh karena itu kedua lokasi tersebut mempunyai suku sumber konsentrasi TSS sebesar 200 mg/L secara kontinu



Gambar 4. Pola arus di sekitar pelabuhan Teluk Bayur pada musim timur dan kondisi surut



Gambar 5. Pola arus di sekitar pelabuhan Teluk Bayur pada musim barat dan kondisi pasang

C.1. Simulasi untuk pengerukan kolam pelabuhan pada Musim Barat.

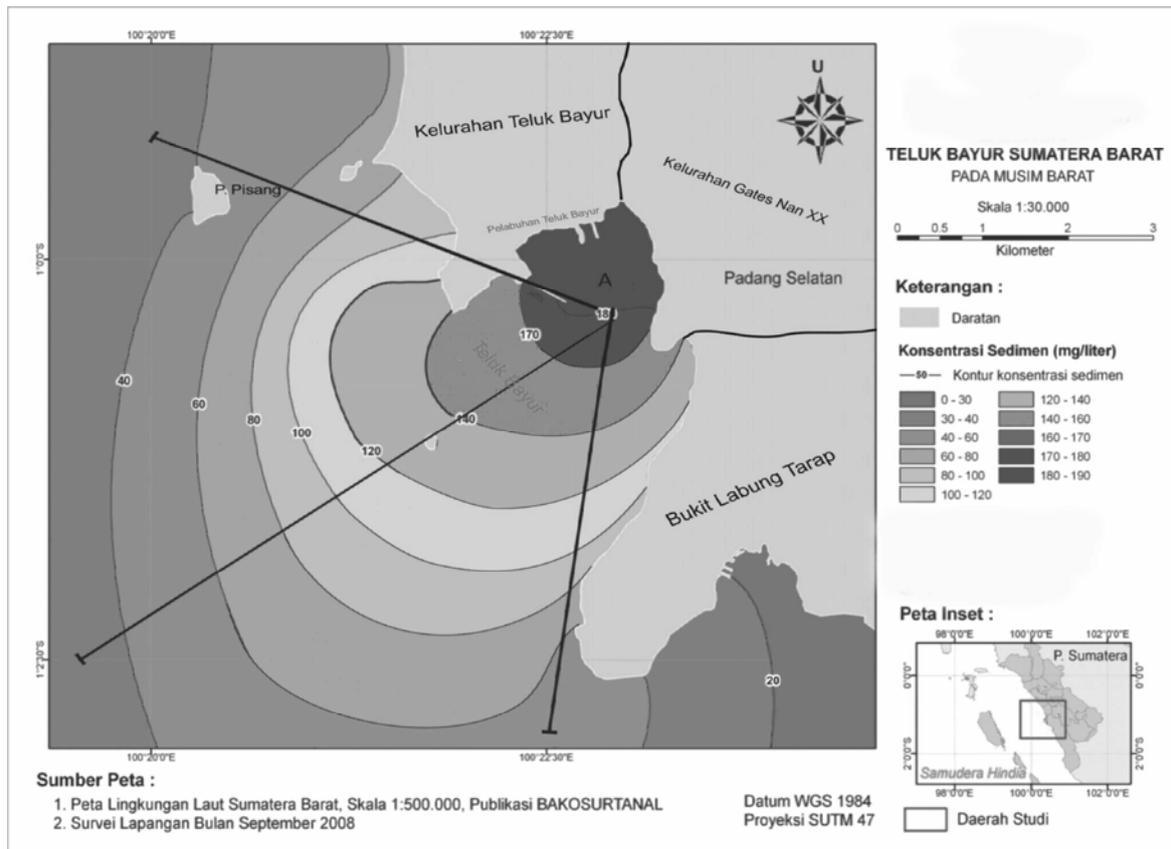
Hasil model sebaran konsentrasi sedimen Musim Barat seperti pada Gambar 6.

Kontur sebaran sebaran TSS dengan jarak dan arah lateral menuju A-B (baratlaut), A-C (baratdaya) dan A-D (selatan) pada musim barat skenario pengerukan pelabuhan tersaji pada Gambar 6. Sedangkan untuk jarak sebaran lateral konsentrasi TSS tersaji pada Tabel 3. Konsentrasi >170 mg/L untuk cross lateral A-B mencapai jarak 0,16 km dari lokasi pengerukan. Untuk cross A-C mencapai jarak 0,1 km, dan A-D mencapai jarak 0,09 km. Pola penyebaran ini dipengaruhi oleh pola dinamika massa air [10], dimana pada musim barat ini terlihat pola sediment transport dan arah aliran bergerak menuju kearah timur/tenggara sesuai dengan kondisi simulasi pada musim tersebut. Hal ini disesuaikan dengan pernyataan dari Gyr dan Hoyer. [11] bahwa pola transport sedimen dipengaruhi oleh pola aliran

massa air yang juga tergantung pada kondisi angin monsoon yang berbeda.

C.2. Simulasi untuk Pengerukan Kolam Pelabuhan pada Musim Timur.

Kontur sebaran sebaran TSS dengan jarak dan arah lateral menuju menuju A-B (baratlaut), A-C (baratdaya) dan A-D (selatan) pada musim timur skenario pengerukan pelabuhan tersaji pada Gambar 7. Sedangkan untuk jarak sebaran lateral konsentrasi TSS tersaji pada tabel 4 dibawah ini. Dari keterangan ini menunjukkan bahwa konsentrasi >170 mg/L untuk cross lateral A – B mencapai jarak 0,13 km dari pusat pengerukan. Untuk cross A-C menyebar hingga pada jarak 0,22 km, dan A-D mencapai jarak 0,17 km. Seperti halnya pada musim barat, pada musim timur inipun pola aliran dipengaruhi oleh pola masa air pada musim tersebut.



Gambar 6. Kontur pola transport sedimen tersuspensi (TSS) dengan simulasi pengerukan kolam pelabuhan pada musim barat

Tabel 3. Hasil simulasi model sebaran konsentrasi sedimen dengan simulasi pengerukan kolam pelabuhan Musim Barat

No	Konsentrasi (mg/L)	Jarak (A-B)	Jarak (A-C)	Jarak (A-D)
		(Km)	(Km)	(Km)
1	>170	0,161	0,108	0,094
2	140-121	0,285	0,225	0,170
3	120-101	1,265	1,121	0,290
4	100-81	1,584	1,787	0,478
5	80-61	1,876	2,504	0,875
6	60-41	2,104	2,800	1,328
7	<20	2,357	3,701	1,868

C.3. Simulasi untuk Pengerukan Kolam Pelabuhan dan Penimbunan di Dumping Site pada Musim Barat.

Pada musim barat, untuk skenario sebaran TSS di titik dumping dan titik pengerukan di kolam pelabuhan tersaji pada Gambar 7. Dari keterangan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa konsentrasi >170 mg/L untuk cross lateral A- B mencapai jarak 0,76 km dari pusat dredging dan dumping. Untuk cross A-C menyebar hingga jarak 0,53 km, A-D mencapai 0,57 km, A-E mencapai 0,57 km, sedangkan untuk penampang F-G mencapai 0,66 km. Konsentrasi terkecil digambarkan

dengan klasifikasi <20 mg/L. Jarak terjauh sebagai pembatas kontur nilai ini adalah 10,9 km (cross A-B), sedangkan untuk cross A-D mencapai 8,91 km. dari hasil ini terlihat bahwa semakin besar daerah yang terpengaruh proses sedimentasi akibat pengerukan dan penimbunan maka semakin besar pula pengaruh transport sedimen di daerah tersebut. Hal ini didukung oleh pernyataan Komar [2] bahwa proses sedimentasi sangat dipengaruhi oleh daerah yang mempengaruhi besarnya proses sedimentasi tersebut.

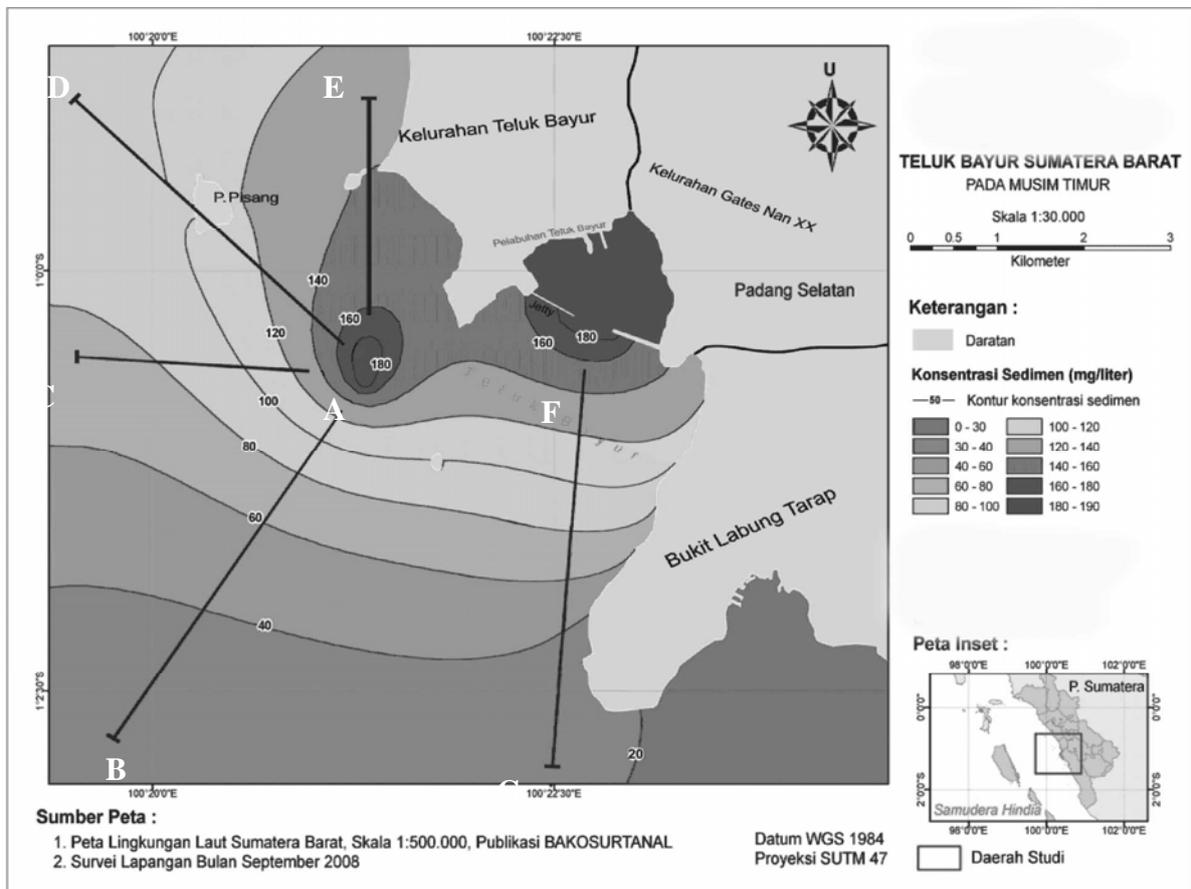
Tabel 5. Hasil simulasi model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) dengan simulasi pengerukan kolom pelabuhan dan penimbunan di *dumping site* pada Musim Barat

No	Konsentrasi (mg/L)	Jarak (A-B)	Jarak (A-C)	Jarak (A-D)	Jarak (A-E)	Jarak (F-G)
		(Km)	(Km)	(Km)	(Km)	(Km)
1	>170	0,76	0,53	0,57	0,57	0,66
2	140-121	1,34	0,75	0,72	0,76	1,14
3	120-101	2,16	1,12	0,94	1,04	2,06
4	100-81	5,40	1,70	1,19	1,59	5,10
5	80-61	9,35	2,86	1,52	2,22	6,35
6	60-41	10,2	4,02	1,94	3,24	7,22
7	<20	10,9	5,19	2,46	4,46	8,91

C.4. Simulasi untuk Pengerukan Kolam Pelabuhan dan Penimbunan di Dumping Site pada Musim Timur.

Pada musim timur, untuk skenario sebaran TSS di titik dumping dan titik pengerukan di kolam pelabuhan tersaji pada Gambar 8. Dari keterangan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa konsentrasi >170 mg/L untuk

cross lateral A- B mencapai jarak 0,77 km dari pusat dredging dan dumping. Untuk cross A-C menyebar hingga jarak 0,47 km, A-D mencapai 0,58 km, A-E mencapai 0,77 km, sedangkan untuk penampang F-G mencapai 1,15 km. Konsentrasi terkecil digambarkan dengan klasifikasi < 20 mg/L. Jarak terjauh sebagai pembatas kontur nilai ini adalah 8,92 km (cross A-B), sedangkan untuk cross F-G mencapai > 9,82 km.



Gambar 8. Kontur pola transport sedimen tersuspensi (TSS) dengan simulasi pengerukan kolom pelabuhan dan penimbunan di Dumping Site pada musim timur

Tabel 6. Hasil simulasi model sebaran konsentrasi sedimen tersuspensi (TSS) dengan simulasi pengerukan kolom pelabuhan dan penimbunan di *dumping site* pada Musim Timur

No	Konsentrasi (mg/L)	Jarak (A-B)	Jarak (A-C)	Jarak (A-D)	Jarak (A-E)	Jarak (F-G)
		(Km)	(Km)	(Km)	(Km)	(Km)
1	>170	0,77	0,47	0,58	0,57	1,15
2	140-121	1,28	0,63	0,81	1,29	2,33
3	120-101	2,18	0,88	1,15	2,08	3,51
4	100-81	3,90	1,20	1,60	2,86	6,04
5	80-61	7,08	1,63	2,18	3,97	8,47
6	60-41	7,90	2,04	2,79	5,15	9,82
7	<20	8,92	3,18	3,48	6,31	>9,82

4. Kesimpulan

1. Sedimen dasar perairan Teluk Bayur didominasi sebagian besar oleh jenis pasir (*sand*), selanjutnya lanau (*silt*) dan sedikit gravel.
2. Konsentrasi TSS di perairan laut Teluk Bayur saat ini (sebelum dilakukan pengerukan dan penimbunan) secara umum masih memenuhi baku mutu KepMen LH No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut perairan laut, yaitu antara 6,0 – 10,0 mg/L
3. Simulasi model yang dilakukan untuk mendukung kegiatan pengerukan dan penimbunan di lokasi *dumping site* menunjukkan bahwa pola sebaran sedimen tersuspensi (TSS) sangat dipengaruhi oleh pola arus pada musim tertentu, dimana ketika musim barat pola dan konsentrasi sedimen tersuspensi cenderung kearah timur-selatan begitu juga sebaliknya pada musim timur.
4. Hasil simulasi yang dilakukan jika hanya ada aktivitas pengerukan pada musim barat, konsentrasi TSS yang melebihi baku mutu (80 mg/L) berada pada jarak 0,47 – 1,78 km sedangkan pada musim timur 1,01 – 2,03 km. Sedangkan jika dilakukan simulasi secara bersamaan antara pengerukan dan penimbunan di *dumping site*, maka pada musim barat berada pada jarak 1,19 – 5,40 km dan pada musim timur 1,2 – 6,04 km

Daftar Acuan

- [1] Triatmodjo, B. 1999. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta, 299 hlm
- [2] Komar, P. D. 1998. Beach Processes and Sedimentation. Second Edition. Printice Hall. New Jersey. 539 hlm.

- [3] Emery, W.J. and R.E Thomson. 1998. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Elsevier Science Publishers, UK, 634 pp.
- [4] Bock, H.G., Kostina E., Xuan Phu H., Rannacher Rolf., 2008. Modeling, Simulation and Optimization of Complex Processes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [5] Paegelow M., and Olmedo, M. M.T., 2008. Modelling Environmental Dynamics. Environmental Science and Engineering Subseries: Environmental Science. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [6] Koutitas, C.G., 1988. Mathematical Models in Coastal Engineering. Pentech Press. London
- [7] Kowalik, Z., Murty, T.S., 1993. Numerical Modeling of Ocean Dynamics. World Scientific. Singapore
- [8] Donnell B.P., J.V Letter., W.H. McAnally. 2003. Users Guide for RMA2 Version 4.5. US Army Engineer Research and Development Center. Waterways Experiment Station. Coastal and Hydraulics Laboratory. New York, 277 pp
- [9] Letter J., A.M. Teeter, B.P. Donnel. 2003. Users Guide to SED2D Version 4.5. US Army Engineer Research and Development Center. Waterways Experiment Station. Coastal and Hydraulics Laboratory. New York. 184 pp
- [10] Dijkstra, Henk A., 2008. Dynamical Oceanography. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [11] Gyr, Albert and Hoyer, Klaus., 2006. Sediment Transport. FLUID MECHANICS AND ITS APPLICATIONS Volume 82. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.