

STUDI HIDRODINAMIKA DAN POLA SEBARAN SEDIMEN PADA PERENCANAAN PEMBANGUNAN DERMAGA PANGKALAN TNI AL DI TELUK RATAI - LAMPUNG

Ardian E. Diputra¹, Sahat Monang S.², Widodo S. Pranowo³, Dian Adrianto⁴

¹Mahasiswa Program Studi Hidrografi, STTAL

²Peneliti dari Pusat Hidro-Oseanografi Angkatan Laut, Pushidrosal

³Peneliti dari Pusat Riset kelautan dan Sumber Daya manusia, Pusriskel KKP

⁴Dosen Pengajar Prodi S1 Hidrografi, STTAL

ABSTRAK

Adanya perencanaan pembangunan Pangkalan TNI AL di Teluk Ratai dimana salah satu fungsi utamanya adalah sebagai pendukung bagi operasional satuan tempur yaitu KRI (Kapal Republik Indonesia) dengan memberikan fasilitas sandar yang memadai dan aman. Dalam sebuah perencanaan dermaga, perlu dilakukan kajian Hidro-oseanografi dimana termasuk didalamnya adalah sedimentasi yang merupakan salah satu ancaman yang mengakibatkan pendangkalan di lingkungan dermaga. Untuk mengetahui sebaran sedimen pada sebelum dan sesudah adanya dermaga di Teluk Ratai, digunakan metode pendekatan dengan melakukan pemodelan oseanografi menggunakan perangkat lunak Mike 21 dengan beberapa asumsi pembangun model dengan sumber sedimen yaitu sungai Way Sabu, Way Ratai dan kanal 2. Pada validasi data pasang surut, diperoleh RMSE 0.025158 dan korelasi data mencapai nilai 0.99981, sedangkan pada validasi data kecepatan arus diperoleh RMSE 0,344342 dan nilai korelasi sebesar 0,995004. Hasil pemodelan transport sedimen menunjukkan peningkatan akumulasi serta perpindahan lokasi konsentrasi tertinggi pada domain dengan dermaga. Akumulasi transpor sedimen tertinggi terjadi di stasiun 5 sebesar 148,962 gr/liter dan akumulasi peningkatan konsentrasi SSC (*Suspended Sediment Concentration*) tertinggi terjadi di stasiun 2 sebesar 2,172 kg/m³.

Kata kunci : Pemodelan Numerik, Hidrodinamika, Sedimen, Teluk Ratai

ABSTRACT

*The planning of the development of the Indonesian Naval Base in Teluk Ratai where one of its main functions is to support the operation of the combat unit namely KRI (Kapal Republik Indonesia) by providing adequate and safe berth facilities. In a jetty planning, a Hydro-oceanographic study is needed, which includes sedimentation which is one of the threats that causes siltation in the dock environment. To find out the distribution of sediments before and after the docks in Teluk Ratai, an approach method is used to do oceanographic modeling using Mike 21 software with several assumptions that build models with sediment sources are Way Sabu, Way Ratai and canal 2. In tidal data validation, obtained RMSE 0,025158 and the data correlation reached the value of 0,99981, while the validation of the current velocity data obtained RMSE 0,344342 and the correlation value of 0,995004. Sediment transport modeling results show an increase in accumulation and displacement of the highest concentration location in the domain with the dock. The highest accumulation of sediment transport occurred at station 5 of 148,962 gr / liter and the highest accumulated increase in concentration of SSC (*Suspended Sediment Concentration*) occurred at station 2 of 2,172 kg / m³.*

Keywords: Numerical Modelling, Hydrodynamics, Sediment, Teluk Ratai.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Adanya rencana pembangunan Pangkalan TNI AL di Teluk Ratai, Lampung merupakan salah satu bagian dari pengembangan kekuatan TNI AL. Salah satu bagian dalam perencanaan tersebut adalah pembangunan dermaga, dimana pada perencanaan dermaga diperlukan kajian Hidro-oseanografi yang salah satunya adalah sedimentasi. (Triatmodjo, 2010).

Sedimentasi merupakan salah satu faktor pendangkalan di lingkungan dermaga. Di lingkungan area rencana dermaga di Teluk Ratai, terdapat 2 sungai yaitu Way Sabu dan Way Ratai, serta adanya rencana pembangunan kanal baru untuk sistem drainase pangkalan. Adanya sungai dan kanal di sekitar lingkungan dermaga, tidak menutup kemungkinan akan membawa material sedimen yang kemudian akan mengendap di sekitar dermaga. Untuk mengetahui pola dan sebaran sedimen pada rencana pembangunan dermaga di Teluk Ratai, maka dibuat suatu penelitian dengan metode pendekatan melalui pemodelan oseanografi menggunakan *software Mike 21*. Pemodelan dibuat dalam 2 skenario yaitu pada kondisi tanpa dermaga dan dengan dermaga.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik Hidrodinamika di Teluk Ratai?
2. Bagaimana sebaran sedimen di Teluk Ratai, baik pada kondisi tanpa dermaga maupun dengan dermaga.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik Hidrodinamika di area penelitian berdasarkan simulasi model berikut validasinya.
2. Mengetahui pola sebaran dan konsentrasi sedimen tersuspensi di area penelitian berdasarkan simulasi model pada domain sebelum adanya rencana bangunan dermaga
3. Mengetahui pola sebaran dan konsentrasi sedimen tersuspensi di area penelitian berdasarkan simulasi model pada domain dengan rencana bangunan dermaga sesuai *blockplan*.

Manfaat Penelitian

Memberikan informasi ilmiah berupa visualisasi model mengenai karakteristik Hidrodinamika dan sebaran sedimen di area rencana pembangunan dermaga TNI AL di Teluk Ratai.

Batasan Masalah

Area penelitian adalah sesuai dengan PLI no 94 tahun 2017 dan *blockplan* dermaga dengan parameter yang dikaji adalah pasang surut, arus, gelombang dan sebaran sedimen menggunakan data sekunder dari Pushidrosal, Disfaslanal dan BBWS Mesuji Sekampung.

LANDASAN TEORI

Pemodelan Numerik Oseanografi

Pemodelan numerik oseanografi merupakan sebuah sistem untuk mempelajari suatu fenomena oseanografi (dinamika laut) ke dalam persamaan matematis. Model numerik ini mampu menjelaskan kondisi pasang surut, arus, gelombang bahkan kondisi Hidrodinamika di laut. (Pushidrosal, 2016).

Persamaan matematis pada modul Hidrodinamika berdasar pada persamaan Navier-Stokes yaitu persamaan yang menjelaskan gerak fluida termasuk untuk model matematis arus laut yang dirata-ratakan terhadap kedalaman. (DHI, 2012).

1. Persamaan Kontinuitas

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S$$

2. Persamaan Momentum dalam arah X

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} =$$

$$F_u - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + v_s S$$

3. Persamaan Momentum dalam arah Y

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} =$$

$$F_v - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S$$

Keterangan :

t	= Waktu
x,y,z	= Koordinat kartesian
η	= Ketinggian permukaan laut
d	= Kedalaman air tenang
$h = \eta + d$	= Kedalaman air total
u,v,w	= Komponen kecepatan pada arah x,y,z
$F = 2\Omega \sin\Phi$	= Parameter Koriolis
Ω	= Kecepatan angular
Φ	= Lintang geografis
g	= Gaya gravitasi
ρ	= Kerapatan air
Sxx, Sxy, Sxy,	= Komponen radiasi tekanan tensor
Vt	= Turbulensi vertikal (eddy)
pa	= Tekanan atmosfer
po	= Kerapatan air acuan (ideal)
S	= Besarnya debit karena faktor titik sumber
(Us, Vs)	= Kecepatan yang dihasilkan oleh Perubahan air yang bergerak menjadi

Sedimentasi

Proses Sedimentasi di daerah pesisir dipengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi yaitu pasang surut air laut, arus dan gelombang serta faktor lingkungan yaitu terdapatnya sungai yang bermuara dilaut dengan membawa material sedimen dari daerah hulu menuju muara sungai sehingga terjadi pendangkalan. (Dyer, 1986).

Tahapan sedimentasi yaitu pertama teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya material non kohesif dari dasar laut. Kedua adalah perpindahan material secara horisontal. Terakhir yaitu pengendapan kembali partikel atau material sedimen tersebut. (Pratikto, Armono, & Suntoyo, 1997).

Pada daerah estuari yang arus sungai dan arus pasang surutnya kuat, maka seluruh partikel –partikel sedimen kemungkinan akan tererosi dan terbawa arus, begitu arus agak melemah, sedimen berukuran besar, seperti pasir, akan mengendap dulu, sedangkan sedimen yang berukuran halus seperti *silt* dan *clay*, masih terbawa arus. Partikel-partikel ini mengendap ketika arus sudah cukup lemah, yaitu di daerah tengah estuaria, dimana arus

sungai dan laut bertemu. (Supriharyono, 2002).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan pendekatan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode ilmiah/*scientific* karena telah memunahi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit/ empiris, objektif, terukur, rasional, dan sistematis, kemudian data dan hasil penelitian berupa angka-angka dianalisis menggunakan statistik atau model. (Sugiyono, 2017).

Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Pushidrosal (PLI no 94 no 2017 dan data batimetri, pasang surut serta data arus hasil Opsurta di Teluk Ratai tahun 2017), Disfaslanal (data gambar *blockplan* dermaga dan data administrasi pendukung), BBWS Mesuji Sekampung (data perhitungan debit Way Sabu dan Way Ratai) dan ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecast*) berupa data angin selama tahun 2017.

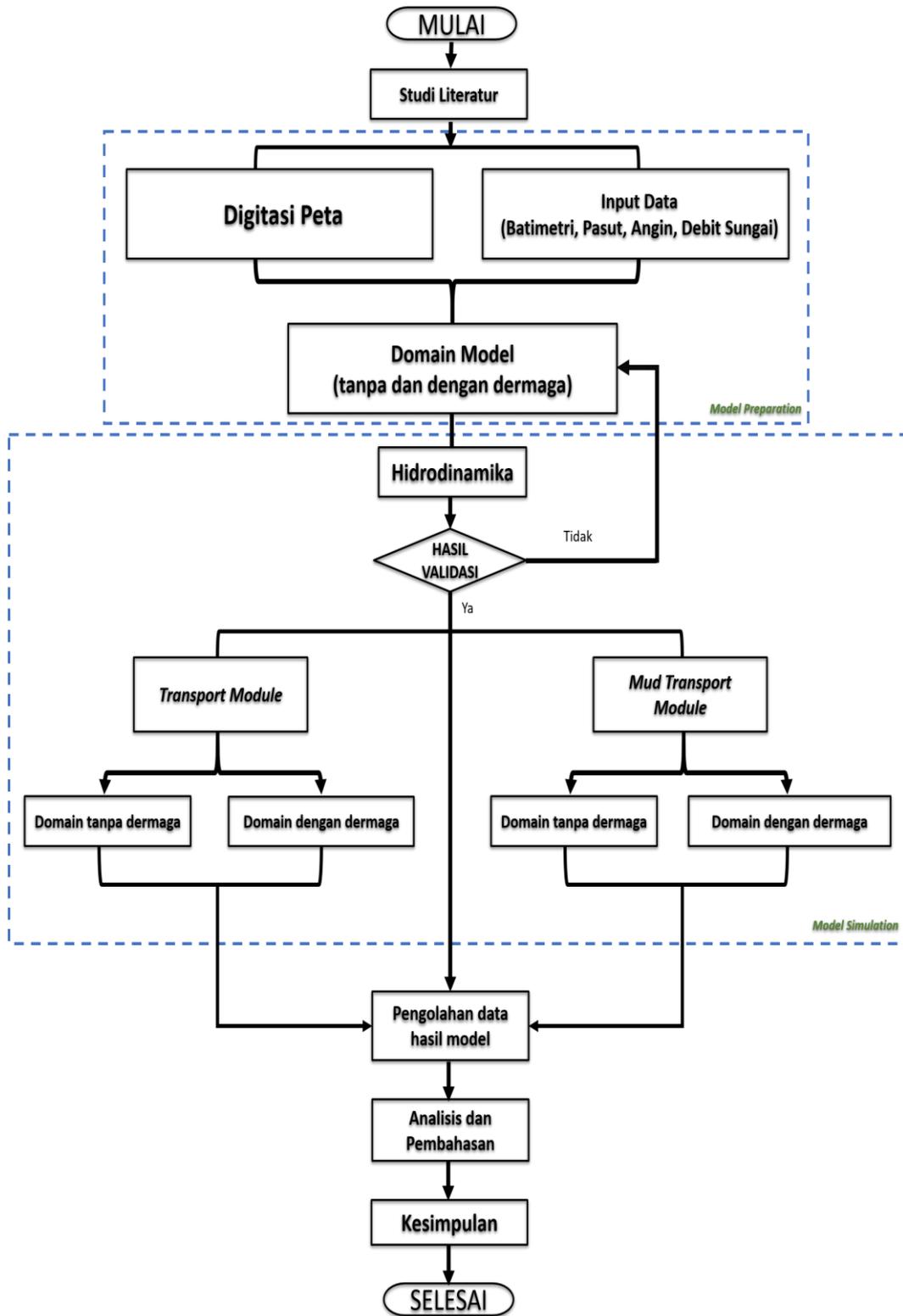
Lokasi penelitian

Area penelitian ditentukan dan dibatasi sesuai dengan PLI no 94 dan difokuskan di area pembangunan Pangkalan TNI AL di Teluk Ratai sesuai *blockplan* yang telah dibuat dengan luas area penelitian adalah 17,71 km². (Gambar 1). Pada domain dengan dermaga, digunakan gambar *blockplan* dermaga sebagai acuan dalam digitasi garis pantai yang baru. (Gambar 2).

Skenario Model

Pada penelitian ini, model dijalankan dalam 2 tahap yaitu, pertama menjalankan simulasi modul Hidrodinamika kemudian dilaksanakan validasi hasil model terhadap data observasi. Selanjutnya dilaksanakan simulasi model pada modul Transport Module dan Mud Transport Module untuk bulan April, Juli, Oktober dan Desember 2017 dengan asumsi untuk mewakili kondisi pada musim Peralihan 1, Timur, Peralihan 2 dan Barat.

Ekstraksi Data Dilaksanakan pengamatan data konsentrasi sedimen tersuspensi pada stasiun yang telah ditentukan. (Gambar 3)



Gambar 4. Diagram Alir penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

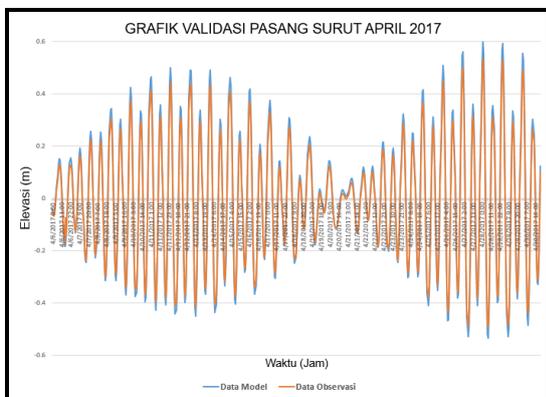
Validasi

Validasi pasang surut dan arus hasil model dilakukan terhadap data observasi hasil survei Pushidrosal di Teluk Ratai pada posisi di Gambar 5.



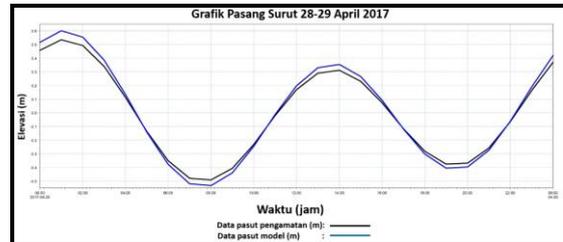
Gambar 5. Peta lokasi stasiun observasi

Untuk validasi pasut, nilai RMSE yang diperoleh yaitu 0,025158 dengan nilai korelasi atau kesesuaian sebesar 0,99981. (Gambar 6). Sedangkan pada validasi kecepatan arus, diperoleh RMSE 0,344342 dengan nilai korelasi 0,995004. (Gambar 8). Ada kecocokan model yang baik jika nilai RMSE adalah lebih kecil atau sama dengan 0,05. (Hu & Bentler, 1998) dan pada metode korelasi *Pearson*, nilai r yang mendekati -1 atau +1 menunjukkan hubungan yang kuat antara dua variabel tersebut. Sehingga dapat dikatakan bahwa model yang dibangun sudah memenuhi kriteria (mendekati fenomena di alam) dan dapat dilanjutkan pada simulasi berikutnya.

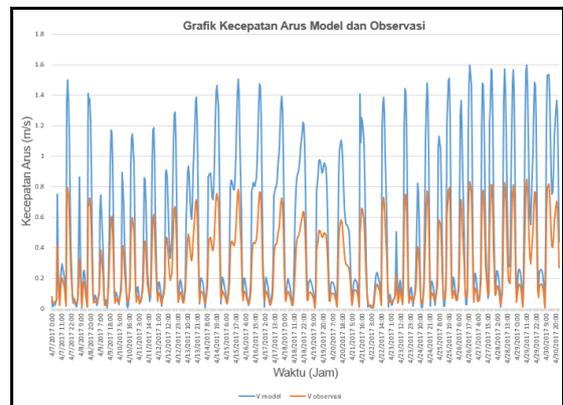


Gambar 6. Grafik Validasi data Pasang Surut

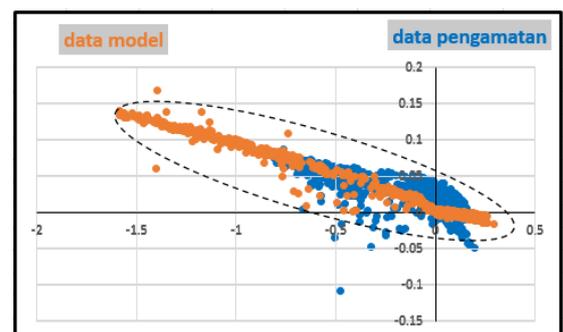
Untuk mengetahui tipe pasang surut, dilakukan perhitungan pada data hasil observasi. Hasil perhitungan dengan metode Admiralty, diperoleh hasil bilangan *formzahl* sebesar 0,47. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya. (Hardjunadi, 2005) dan (Sianturi, et al., 2013). Dengan demikian maka diketahui tipe pasang surut di area penelitian adalah Campuran Condong ke Ganda.



Gambar 7. Grafik Pasang Surut tanggal 28-29 April 2017



Gambar 8. Grafik kecepatan arus model dan observasi



Gambar 9. Scatter plot komponen arus hasil model dengan observasi

Scatter plot menunjukkan adanya pola elips yang menggambarkan dominasi arus pasang surut pada daerah penelitian. Gambar 9 menunjukkan bahwa dominasi arus yang terjadi di lokasi observasi adalah bergerak ke arah Barat Laut dan Tenggara. Pada daerah

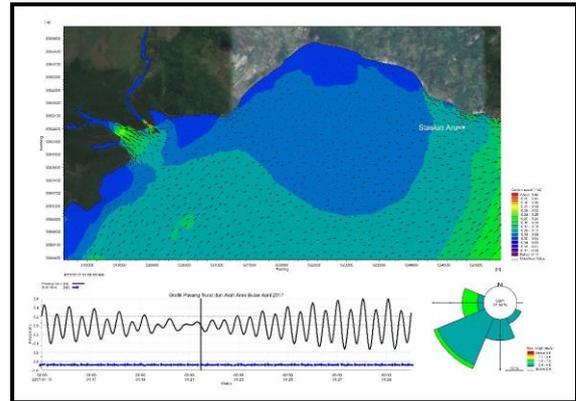
teluk, gaya pembangkit yang dominan adalah pasang surut. (Gross, 1990). Saat menuju pasang, massa air masuk ke dalam teluk dan akan keluar pada saat menuju surut. Hal ini juga terjadi pada *output* hasil model dimana pada saat pasang arus bergerak masuk dan pada saat surut, arus bergerak keluar dari teluk. Analisis simulasi model dibagi pada dua kondisi yaitu saat *neap tide* dan *spring tide*.

Pola Arus berdasarkan musim

Dari hasil model, kecepatan arus maksimum terjadi pada bulan Desember 2017 yaitu sebesar 1,57 m/s tanggal 5 Desember 2017 jam 20.00 pada elevasi -0.53873 kondisi surut terendah dan kecepatan arus minimum terjadi pada bulan Oktober 2017 tanggal 8 Oktober 2017 jam 17.00 sebesar 0.069 m/s pada kondisi menuju surut. Secara umum arus di Teluk Ratai bergerak dengan sirkulasi yang sama pada seluruh musim. Pada saat menuju pasang arus bergerak melalui ujung timur menyusuri pantai ke barat laut kemudian menuju barat daya (masuk teluk), pada saat menuju surut, arus bergerak dari barat daya ke timur laut dan timur (keluar teluk).

Tabel 1. Kecepatan arus maksimum dan minimum pada kondisi *spring tide*

	V maks. (m/s)	Bulan	V min. (m/s)	Bulan
Menuju pasang	0.64	April	0.24	Oktober
Pasang tertinggi	0.29	April	0.18	Oktober
Menuju surut	0.27	Des.	0.07	Oktober
Surut terendah	1.57	Des.	0.17	Oktober



Gambar 10. Contoh pola arus kondisi menuju surut April 2017 pada saat *neap tide*

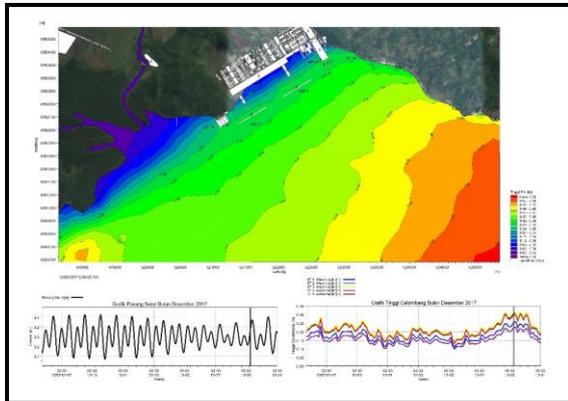
Tabel 2. Tabel Tinggi gelombang

Bulan	Gel. Maksimum (m)	Waktu	St.	Elevasi (m)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin (°)
Desember	0,316507	12/29/17 6:00	3	0.137531	0.72	165.06
April	0,0001917	4/13/17 15:00	5	0.267762	0.268	189
Juli	0,000228584	7/15/17 18:00	5	0.249828	0.989	64
Oktober	0,000445141	10/19/17 3:00	5	-0.022103	0.229	224

Bulan	Gel. Minimum (m)	Waktu	St.	Elevasi	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin (°)
Desember	0,0538416	12/1/17 9:00	4	0.324811	9.03	237.01
April	0	4/6/17 9:00	all	0.144709	6.36	249
Juli	0,00000000000437	7/31/17 18:00	4	0.276061	7.318	154
Oktober	0,000123258	10/24/17 9:00	4	-0.25617	6.093	194

Pola dan Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang maksimum terjadi pada musim barat, tanggal 29 Desember 2017 jam 06.00 di stasiun 3 yaitu sebesar 0,316507 m dan tinggi gelombang minimum terjadi pada musim peralihan 1, tanggal 6 April 2017 jam 09.00 di keseluruhan stasiun yaitu sebesar 0 m. Tinggi gelombang signifikan di Teluk Ratai selain dipengaruhi oleh angin, juga dipengaruhi oleh keadaan bentang alamnya. Di mulut Teluk ratai terdapat Pulau Kalagian, yang kemungkinan dapat mereduksi gelombang yang akan masuk ke Teluk Ratai sehingga tinggi gelombang yang sampai ke lokasi rencana dermaga relatif lebih kecil. Tinggi gelombang maksimum dan minimum disajikan dalam Tabel 2.



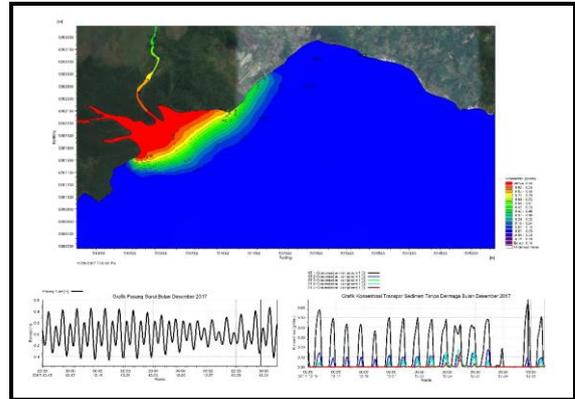
Gambar 11. Contoh Pola dan tinggi gelombang maksimum Desember 2017

Pola Transpor Sedimen berdasarkan musim

Pada analisis pola transport sedimen, akan dijelaskan pada dua domain yaitu domain tanpa dermaga dan domain dengan dermaga. Pada domain tanpa dermaga, nilai akumulasi sedimen transpor yang terbesar adalah di Stasiun 1 pada musim Barat (bulan Desember 2017) yaitu sebesar 127,65 gram/liter dan untuk nilai akumulasi minimum sedimen transpor adalah di Stasiun 5 pada musim Timur (bulan Juli 2017) yaitu sebesar 0,0000000227 gram/liter. Tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai akumulasi konsentrasi transport sedimen model tanpa dermaga

	Maks. (gr/liter)	St.	Min. (gr/liter)	St.
Des.	153.0972	5	10.61977	3
April	139.0694	1	31.96061	2
Juli	108.0925	4	17.26442	5
Okt.	143.0769	1	28.90305	3

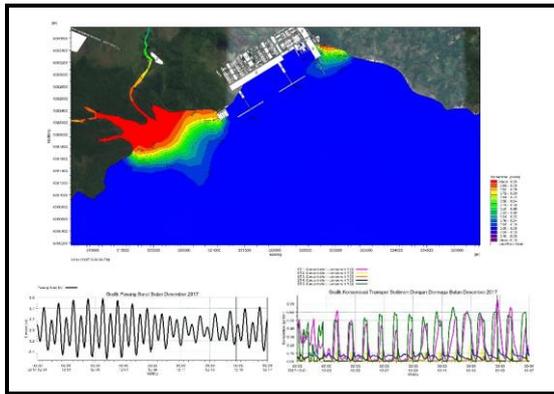


Gambar 12. Konsentrasi tertinggi Transpor Sedimen Desember 2017 pada domain model tanpa dermaga

Selanjutnya, pada domain dengan dermaga nilai akumulasi konsentrasi transpor sedimen yang tertinggi adalah di Stasiun 5 pada bulan Desember 2017 yaitu sebesar 153,0971678 gram/liter dan untuk nilai akumulasi terendah konsentrasi transpor sedimen adalah di Stasiun 3 pada bulan Desember 2017 yaitu sebesar 10,61976706 gram/liter. Selengkapnya tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Nilai akumulasi konsentrasi transpor sedimen model dengan dermaga

	Maks. (gr/liter)	St.	Min. (gr/liter)	St.
Des.	127.65	1	4.14	5
April	79.00	1	1.94	5
Juli	39.15	1	0,0000000227	5
Okt.	80.74	1	0.49	5



Gambar 13. Konsentrasi tertinggi Transpor Sedimen Desember 2017 pada domain model dengan dermaga

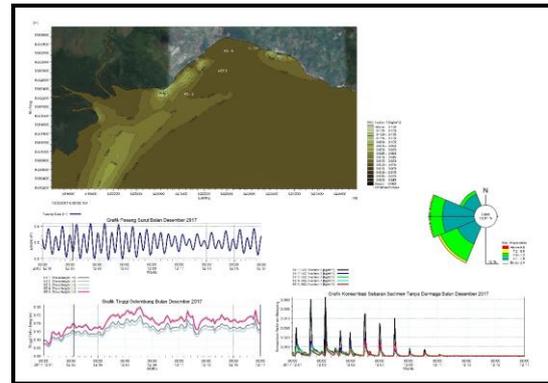
Terjadi perubahan posisi konsentrasi partikel sedimen tertinggi yang semula di stasiun 1 berubah menjadi stasiun 5. Hal ini terjadi diduga karena luas area stasiun 5 yang lebih sempit daripada di stasiun 1 dan 2 sehingga partikel sedimen yang bersumber dari kanal akan terlokalisasi di stasiun 5 dan pengaruh nilai debit kanal yang lebih tinggi daripada debit Way Ratai dan Way Sabu.

Sebaran Konsentrasi Sedimen Tersuspensi Berdasarkan Musim

Pada domain tanpa dermaga, nilai akumulasi konsentrasi SSC tertinggi pada musim Barat (bulan Desember 2017) adalah di stasiun 1 sebesar 1,314 kg/m³. Secara lengkap disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Nilai akumulasi konsentrasi SSC model tanpa dermaga

	Maks. (kg/m ³)	St.	Min. (kg/m ³)	St.
Des.	1.314224375	1	0.451057068	4
April	0.631026466	2	0.256062662	4
Juli	0.870886443	1	0.394643463	4
Okt.	0.760651248	5	0.18435205	4



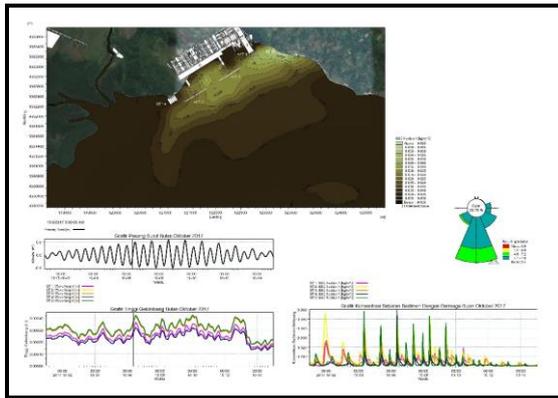
Gambar 14. Konsentrasi sedimen tersuspensi tertinggi Desember 2017

Dari hasil simulasi, diketahui bahwa akumulasi *suspended sediment concentration* (SSC) tertinggi pada domain dengan dermaga terjadi di musim Peralihan 2 (bulan Oktober 2017) sebesar 2,58 kg/m³ di stasiun 5 dan pada musim Barat (bulan Desember 2017) di stasiun 2 sebesar 2,37 kg/m³. Selengkapnya ada pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai akumulasi konsentrasi SSC domain dengan dermaga

	Maks. (kg/m ³)	St.	Min. (kg/m ³)	St.
Des.	2.365606004	5	0.832183576	3
April	1.745468902	2	0.538733542	4
Juli	1.75555679	2	0.682668169	4
Okt.	2.576905552	2	0.742066126	4

Terjadi perubahan posisi konsentrasi SSC tertinggi yang semula di stasiun 1 berubah menjadi stasiun 2. Namun nilai konsentrasi SSC pada stasiun 5 tidak terlalu berbeda jauh dengan konsentrasi stasiun 2. Hal ini diduga terjadi selain karena perubahan topografi pantai dan pengaruh nilai debit kanal yang lebih tinggi daripada debit Way Ratai dan Way Sabu, juga dipengaruhi oleh nilai gelombang hasil model pada bulan Desember dan Oktober lebih tinggi daripada bulan April dan Juli.



Gambar 15. Konsentrasi tertinggi sebaran sedimen tersuspensi Oktober 2017 domain model dengan dermaga

Perbandingan Nilai Transpor Sedimen Tanpa dan Dengan Dermaga

Berdasarkan hasil model, secara umum terjadi kenaikan konsentrasi transpor sedimen di seluruh titik pengamatan pada domain model tanpa dan dengan rencana bangunan dermaga. Dari keseluruhan hasil simulasi, akumulasi kenaikan konsentrasi paling besar ada di stasiun 5 pada bulan Desember dengan kenaikan sebesar 148,9617522 gr/liter dengan kenaikan rata-rata 4,96 gr/liter per hari. Selain itu terjadi penurunan konsentrasi namun dalam jumlah yang sangat kecil yaitu di stasiun 2 pada bulan Desember sebesar 2,449 gr/liter.

Tabel 7. Selisih akumulasi transport sedimen tanpa dan dengan dermaga

	Δ Maks. (gr/liter)	St.	Δ Min. (gr/liter)	St.
Des.	148.962	5	-2.449	2
April	87.689	4	23.165	2
Juli	108.092	4	16.132	2
Okt.	98.363	4	16.618	2

Perbandingan Nilai Konsentrasi SSC Tanpa dan Dengan Dermaga

Pada perhitungan data hasil simulasi model *Mud Transport*, secara umum ada peningkatan konsentrasi SSC di seluruh titik pengamatan pada setiap musim. Kenaikan konsentrasi SSC terbesar berada di stasiun 2

pada bulan Oktober sebesar 2,172 kg/m³ dengan rata-rata kenaikan sebesar 0,072 kg/m³ per hari.

Tabel 8. Selisih akumulasi SSC tanpa dan dengan rencana bangunan dermaga

	Δ maks. (kg/m ³)	St.	Δ min. (kg/m ³)	St.
Des.	1.779	5	0.078	3
April	1.114	2	0.283	4
Juli	1.037	2	0.288	4
Okt.	2.172	2	0.448	5

Selain stasiun 2, selisih konsentrasi tinggi juga terjadi pada stasiun 5 dengan rata-rata kenaikan sebesar 0,059 kg/m³. Hal ini diakibatkan oleh pergerakan partikel di seputar kanal yang lebih sempit, selain itu juga pengaruh nilai debit kanal yang lebih besar daripada debit Way Ratai dan Way Sabu.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Karakteristik Hidrodinamika perairan Teluk Ratai adalah tipe pasut campuran condong ke Ganda. Arus mengikuti ritme pasang surut. Di titik pengamatan, saat menuju pasang, arus bergerak ke Barat Laut kec : 0,28 – 2,4 m/s. Pada saat menuju surut, arus bergerak ke Tenggara kec : 0,068 – 0,246 m/s. secara umum pola arus di Teluk ratai bergerak dari timur menuju ke barat laut dan sebaliknya. Validasi cukup baik, jadi model mampu menggambarkan kondisi Hidrodinamika di Teluk Ratai.

2. Pada domain tanpa dermaga, akumulasi konsentrasi sedimen dan SSC tertinggi di stasiun 1, sehingga stasiun 1 rawan pendangkalan. Hal ini diduga terjadi karena tidak adanya *obstacle*/bangunan pantai yang menghalangi arus yang mengalir dari muara sungai ke sepanjang pantai di area pembangunan dermaga, sehingga aliran material sedimen semakin menjauhi sumber sedimen konsentrasinya semakin kecil.

3. Pada domain dengan dermaga, akumulasi konsentrasi partikel sedimen dan

SSC tertinggi di stasiun 2 dan 5, sehingga stasiun 2 dan 5 rawan pendangkalan. Hal ini diduga terjadi karena adanya *obstacle*/bangunan pantai sehingga mengakibatkan berubahnya pola arus yang mengalir dari sumber sedimen, selain itu juga bisa diakibatkan oleh luasan aliran di stasiun 5 yang lebih sempit daripada di stasiun 1 maupun 2 sehingga material sedimen yang mengalir dari kanal hanya terkonsentrasi di sekitar muara dari kanal.

Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang mendekati fenomena di alam, disarankan melaksanakan running model pada keseluruhan bulan (bukan perwakilan tiap musim) dan selalu menggunakan data debit riil dengan format *time series*.

2. Aliran dari sedimen yang berasal dari Way Sabu dan Way Ratai hanya terkonsentrasi di sekitar muara sungai sedangkan aliran sedimen dari kanal hanya terkonsentrasi di stasiun 5 dan 4.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsa, A., 2003. *Pendekatan Kuantitatif Dan Kualitatif, serta kombinasinya dalam penelitian psikologi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S., 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- BBWS Mesuji Sekampung, 2017. *Laporan Akhir Pekerjaan SID Pengaman Pantai Teluk Ratai*, Lampung.
- Boggs, S., 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 4th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Cahyo, T. N., 2012. *Hidrodinamika dan Sebaran Materi Padatan Tersuspensi di Perairan Pelawangan Barat, Segara Anakan Cilacap*. Bandung: Institut Pertanian Bogor.
- Darmawan, E., 2014. *Estimasi Pola Transpor dan Sedimentasi Menggunakan Pemodelan Numerik Terhadap Rencana Pembangunan Dermaga TNI AL di Perairan Tawiri Teluk Ambon*. Jakarta: STTAL.
- DHI, 2012. Hydrodynamic Modul. *Mike 21*.
- Duxbury, A., Duxbury, A. C. & Sverdrup, K., 2002. *Fundamentals of Oceanography*. 4 ed. s.l.:McGraw-Hill.
- Dyer, K., 1986. *Coastal and Estuarine Sediment Dynamics*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Hadi, S. & Radjawane, I. M., 2011. *Arus Laut*. Bandung: ITB.
- Hardjunadi, I., 2005. *Kondisi Hidro-Oseanografi Pada Studi Awal Pembangunan Dermaga Beaching Pangkalan TNI AL Panjang di Piabung*. Jakarta: STTAL.
- Hu, L.-t. & Bentler, P. M., 1998. Fit Indices in Covariance Structure Modeling: Sensitivity to Underparameterized Model Misspecification. *Psychological Methods Vol. 3. No. 4, 424-453*, Issue American Psychological Association, Inc..
- Kenny, Todd and Cooke, 2001, 2001. *Breakwaters, Coastal Structures and Coastlines*. London: Thomas Telford.
- Kjerfve, K E Magil, 1989. Geographic and Hydrodynamic Characteristics of Shallow Coastal Lagoons. *Marine Geology Elsevier*, pp. 187-199.
- Kuswardani, A. R. T. D., 2016. *Kuliah Tentang Pemodelan*. Jakarta: s.n.
- Law, A. & Kelton, W., 1991. *Simulation Modelling and Analysis*. 2nd Edition ed. New York: McGraw-Hill.
- Mabesal, 2018. *Skep Kasal no Kep/544/II/2018*. Jakarta, Mabesal.
- Poerbandono, Eka Djunarsjah, 2005. *Survey Hidrografi*. Bandung: Refika Aditama.
- Pranowo, W. & Purba, N., 2015. *Dinamika Oseanografi, Deskripsi Karakteristik Massa Air dan Sirkulasi Air Laut*. Bandung: Unpad Press.
- Pratikto, W., Armono, H. D. & Suntoyo, 1997. *Perencanaan Fasilitas Pantai Dan Laut*. Yogyakarta: BPFE.
- Purwandani, A., 2017. www.zonabmi.org/ [Online] [diakses 17 Oktober 2018].

- Pushidrosal, 2016. *Pemodelan*. [Online] http://www.pushidrosal.id/buletin/43/P_EMODELAN/ [diakses 5 Maret 2018].
- Pushidrosal, 2017. *Laporan Pelaksanaan Operasi Survei dan Pemetaan di Perairan Teluk Ratai, Lampung*, Jakarta: Pushidrosal.
- Putri, M. P., 2014. Karakteristik Hidro-Oseanografi Dan Tingkat Partisipasi Masyarakat Dalam Menangulangi Kerusakan Pantai Di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*.
- Ramming, Kowalik, 1980. Numerical Modelling of Marine Hydrodynamics (Applications to Dynamic Physical Processes). *Elsevier*.
- Roelvink, Reniers, 2000. A Guide to Modelling Coastal Morphology (Advances in Coastal and Ocean Engineering). *World Scientific*, p. Volume 12.
- Shepard, 1954. Nomenclatur Based on Sand-Silt-Clay Ratios of Sedimentary Petrology. In: s.l.:s.n., pp. 151-158.
- Sianturi, O. R., Widada, S., Prasetyawan, I. B. & Novico, F., 2013. Pemodelan Hidrodinamika Sederhana Berdasarkan Data Hidro-Oseanografi. *JURNAL OSEANOGRAFI*, Volume 2, Nomor III(J-OSE Undip), pp. 299-309.
- Snodgrass, F. et al., 1966. *Propagation of Ocean Swell Across the Pacific*. London: Phil. Trans. Roy. Soc. London. Series A, Math. & Phy. Scie 259 (1103).
- Sugiyono, 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Jakarta: Alfabeta.
- Suliyanto, 2012. *Analisis Statistik (Pendekatan Praktis dengan Microsoft Excel)*. Yogyakarta: ANDI.
- Supriharyono, 2002. *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Suselj, K., Rutgersson, A. & Semedo, A. S., 2011. A Global View on The Wind Sea and Swell Climate and Variability From ERA-40.. *Journal of Climate Vol. 24: 1461-1479*.
- Triatmodjo, B., 2010. Perencanaan Pelabuhan. In: *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset, p. 45.
- Wahyu Pandoe, Edge, 2008. Case Study for a Cohesive Sediment Transport Model for Matagorda Bay, Texas, with Coupled ADCIRC 2D transport and SWAN Wave Models. *Journal of Hydraulic Engineering*, p. Volume 134 No 3.
- Wenworth, 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Jurnal Geology*, pp. 377-392.
- Widayati, C. S. W., 2009. Komparasi Beberapa Metode Estimasi Kesalahan Pengukuran. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, Issue Tahun 13, Nomor 2.