

KAJIAN PENGARUH DIKE UNTUK MENGENDALIKAN PROSES SEDIMENTASI DI RENCANA PELABUHAN PATIMBAN MENGUNAKAN PEMODELAN KOMPUTASI

STUDY OF DIKE EFFECTS TO CONTROL SEDIMENTATION PROCESS ON PATIMBAN'S PORT PLAN USING COMPUTATION MODELING

Mardi Wibowo dan Widjo Kongko

Balai Teknologi Infrastruktur Pelabuhan dan Dinamika Pantai
Jl. Grafika No. 2, SEKIP, Yogyakarta (55284), Telp. 0274-586239, Fax. 0274-542789
E-mail : mardi.wibowo@bppt.go.id

Abstrak

Pembangunan pelabuhan internasional Patimban di Subang sudah sangat mendesak. Pelabuhan ini diharapkan sebagai penyokong pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan bongkar muat dari para pelaku usaha khususnya di Jawa Barat. Dalam perencanaan pelabuhan salah satu permasalahan utama yang harus diketahui adalah sedimentasi dan erosi. Tujuan pemodelan ini adalah untuk mengetahui pengaruh dike terhadap laju sedimentasi di rencana kolam dan alur pelabuhan. Hasil pemodelan diharapkan dapat menjadi pertimbangan awal dalam menyusun desain Pelabuhan Patimban. Pemodelan transpor sedimen ini menggunakan perangkat lunak MIKE21 FM Sand Transport dengan memasukkan data-data hidrodinamika hasil survei lapangan seperti batimetri, tinggi muka air laut, debit sungai dan karakteristik sedimen. Pemodelan dilakukan baik pada musim barat dan timur selama ± 1 tahun (Oktober 2016-September 2017). Berdasarkan hasil ekstraksi titik terhadap hasil pemodelan diketahui bahwa pengaruh dike cukup signifikan mengurangi perubahan level dasar di alur pelabuhan yaitu berkisar 46,45 – 82,28% (untuk dike 2 m) dan berkisar 55,01 – 88,94% (untuk dike 4 m). Sedangkan berdasarkan hasil ekstraksi area diketahui bahwa pengaruh dike terhadap perubahan level dasar di alur pelabuhan cukup signifikan yaitu menurunkan rerata perubahan level dasar sebesar 77,58% (untuk dike 2m) dan sebesar 81,02% (untuk dike 4m).

Kata Kunci : Dike, Pemodelan; Sedimentasi; Kolam Labuh, Alur Pelabuhan

Abstract

Development of the Patimban International Port in Subang is very urgent. The port is expected to support Tanjung Priok Port in Jakarta. Now, Tanjung Priok Port is unable to fulfill the loading and unloading needs of business operators, especially in West Java. In port development planning, one of the main problems is sedimentation and erosion process. The purpose of this modeling is to know the effect of dike to sedimentation rate in the development plan of navigation channel and pool of port. Modeling of sediment transport is done by using MIKE21 Sand Transport module software by inputting hydrodynamic data from field survey such as bathymetry, sea level, river flow and characteristic of existing sediment. Modeling is done both in west season and east season for 1 year (October 2016-September 2017). From "point extraction" on the modeling result, it's known that the influence of dike

significantly reduces the bed level change (BLC) in the harbor channel about 46.45 - 82.28% (for dike 2 m) and about 55.01 - 88.94% (for dike 4 m). While, based on the result of the "area extraction", it's known that the influence of the dike on the BLC in the harbor channel is significant, that is to decrease the average of BLC by 77.58% (for dike 2m) and 81.02% (for dike 4m).

Key Words : Dike, Modeling, sedimentation, harbour basin, harbour channel

Diterima (received) : 30 Mei 2018, Direvisi (revised) : 17 Juli 2018

Disetujui (accepted) : 27 Juli 2018

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan transportasi laut di pantai utara Jawa sangat besar dan sementara ini sebagian besar hanya dilayani melalui Pelabuhan Tanjung Priuk di Jakarta. Sesuai dengan hasil hasil Pra Studi Kelayakan Pengembangan Pelabuhan Baru di Pantai Utara Jawa Barat, Pelabuhan Patimban secara teknis (dari biaya pengerukan dan reklamasi), kriteria alur dan keselamatan pelayaran merupakan lokasi paling layak untuk menggantikan Pelabuhan Cilamaya sebagai alternatif untuk membagi beban kerja Pelabuhan Tanjung Priuk^{1,2,3}. Pembangunan pelabuhan internasional Patimban di Kec. Pusanegara-Subang sudah sangat mendesak. Sebab, para pelaku dunia usaha, baik ekportir dan importir yang berada di Jawa Barat, saat ini sudah mengeluh dengan tingginya ongkos bongkar muat pelabuhan Tanjung Priok.

Dalam perencanaan pelabuhan salah satu permasalahan utama yang harus diketahui adalah permasalahan proses sedimentasi dan erosi⁴. Semua bangunan pantai yang menjorok ke laut termasuk dermaga pelabuhan akan mengganggu keseimbangan transportasi sedimen sejajar pantai (*longshore current*) sehingga bangunan tersebut dapat mengurangi atau menghentikan pasokan sedimen⁵. Proses sedimentasi di pelabuhan terkait erat dengan biaya pengerukan pada tahap operasional pelabuhan karena pengerukan akan sangat mempengaruhi daya saing dari suatu pelabuhan karena dapat meningkatkan efisiensi antara 3-10%, biaya pelabuhan turun 1-24% dan pendapatan operator pelabuhan meningkat 3-19%⁶. Sebagai contoh biaya pengerukan untuk mengatasi pendangkalan di Pelabuhan Pulau Baai-Bengkulu yang mencapai Rp. 28-30 milyar/tahun⁷.

Transpor sedimen di daerah dekat pantai terdiri dari transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (*longshore transport*)⁸. Prediksi transpor sedimen dapat dilakukan dengan cara menggunakan rumus

empiris yang ada. Untuk mempermudah penyelesaian rumus empiris tersebut dapat dilakukan dengan model matematis untuk menyelesaikan persamaan kontinuitas, persamaan energi dan persamaan momentum dengan menggunakan metode beda hingga atau metode elemen hingga⁸.

Penyebab utama pola arus dan gerakan sedimen di daerah pantai tertutup adalah fluktuasi muka air laut karena pasang surut. Pasang surut mempengaruhi elevasi tinggi gelombang yang membawa material sedimen dari dan menuju kearah pantai. Selain itu pasang surut juga berpengaruh pada kecepatan dan arah arus. Arus yang ditimbulkan oleh pasang surut cukup kuat untuk membawa material sedimen dalam jumlah yang cukup besar⁹. Sedangkan untuk pantai yang terbuka selain arus akibat pasang surut, energi gelombang juga sangat berpengaruh terhadap proses sedimentasi di suatu kawasan pantai.

Berdasarkan hasil kajian terdahulu penambahan ketebalan sedimen di sekitar alur dan kolam pelabuhan berkisar antara 1,1 cm/th sampai dengan 7,8 cm/th¹⁰. Untuk mengurangi laju sedimentasi tersebut terutama pada alur dan kolam labuh dapat dilakukan dengan membangun "dike" (tanggul bawah laut) di sisi kanan dan kiri dari "dike" tersebut. Untuk mengetahui pengaruh dari pembangunan dike tersebut terhadap laju sedimentasi perlu dilakukan pemodelan komputasi. Tujuan dari pemodelan ini untuk mengetahui perubahan pola sedimentasi, abrasi di lokasi dan sekitar lokasi rencana lokasi pembangunan Pelabuhan Patimban dengan adanya pembangunan dike, terutama pada kolam labuh dan rencana alur pelayaran Pelabuhan Patimban..

BAHAN DAN METODE

Berdasarkan hasil survei dan analisis laboratorium sedimen dasar di sekitar rencana pembangunan pelabuhan tekstur sedimen tergolong sebagai pasir halus dengan d50 berkisar antara 0,09 mm – 0,35 mm¹¹.

Hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian lain yang menyatakan bahwa sedimen dasar di perairan Patimban didominasi oleh lempung lanau-pasir lempungan^{2,10}. Oleh karena itu proses angkutan sedimen di perairan laut Patimban dikaji menggunakan pemodelan *Sand Transport* (ST) pada perangkat lunak MIKE 21. Model ST pada MIKE 21 merupakan aplikasi model angkutan untuk jenis sedimen non-kohefif. Model ST dijalankan bersamaan (*couple*) dengan MIKE 21 Hydrodynamics Flexible Mesh (HD FM)^{12,13}. Salah satu kelebihan model MIKE 21 HD FM adalah kemampuan pembuatan grid secara *flexible* sehingga kontur domain yang kompleks dapat

digambarkan secara utuh. Model ini menunjukkan korelasi yang baik untuk dasar yang mempunyai nilai Manning number tinggi (50 m^{1/3}/s) dan sesuai untuk daerah yang transport sedimen utamanya dipengaruhi oleh adanya gelombang sehingga model kopinasi gelombang dan arus memberikan hasil yang lebih realistik¹⁴.

Persamaan Pengatur

Persamaan yang digunakan dalam module ST adalah persamaan Engelund-Hansen, Van-Rijn, Engelund-Fredsoe dan persamaan Meyer-Peter-Müller. Persamaan pembangun model ST ditunjukkan pada persamaan 1 berikut ¹⁵:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} \frac{1}{U_0} \frac{dU_0}{dt} + \frac{30K}{k} \frac{\sqrt{K^2 U_0^2 + U_{f0}^2 + 2K_z U_{f0} U_0 \cos \gamma}}{e^z(z-1)+1} \dots\dots\dots (1)$$

dimana

- K Konstanta Von Karman
- t Waktu
- z Tebal boundary layer
- U₀ Kecepatan orbit dasar gelombang terdekat
- U_{f0} Kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang
- γ Sudut antara arus dan gelombang
- k Kekasaran dasar permukaan 2.5 d₅₀ untuk lapisan plane bed dan 2.5 d₅₀ + k_R untuk *ripple covered bed*
- d₅₀ Ukuran diameter
- k_R Ripple yang berkaitan dengan kekasaran

Nilai angkutan sedimen vertikal pada modul ST kemudian dihitung menggunakan persamaan difusi sebagai berikut ¹⁵:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = w \frac{\partial c}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_s \frac{\partial c}{\partial y} \right) \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- ε_s Koefisien turbulensi
- c Konsentrasi sedimen
- w Kecepatan vertikal

untuk menyelesaikan persamaan (1), diperlukan dua syarat batas. Syarat batas pertama digunakan pada permukaan (Z=D) dengan tidak adanya flux sedimen, persamaan 1 kemudian menjadi ¹⁵:

$$wc + \epsilon_s \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \dots \text{dengan} \dots z = D \dots (3)$$

Syarat batas lain digunakan pada lapisan dasar (c_b) dengan nilai skala kekasaran dasar (k) terhadap nilai rata-rata butiran sedimen (d) adalah

$$k = 2.5d$$

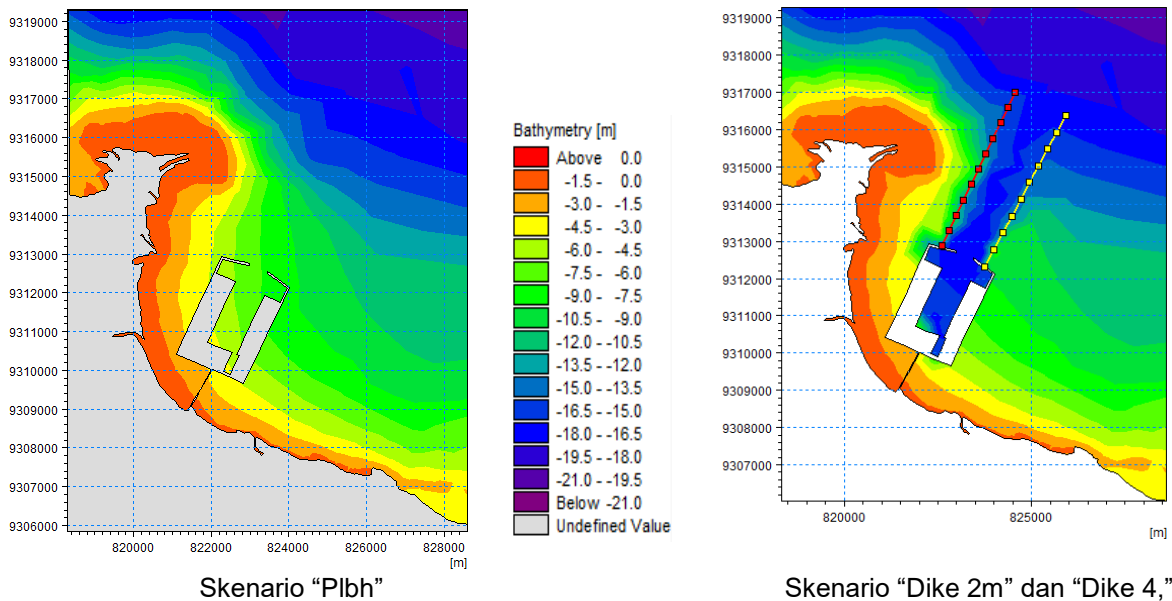
Konsep di atas valid pada aliran searah. Penelitian Dingler dan Inman mendapatkan hasil bahwa gelombang pembangkit riak menghilang pada kecepatan aliran dekat dasar yang cepat. Pada kajian ini digunakan simulasi ST dengan tipe sumber simulasi *wave and current* dan jenis angkutan *bed load* dan *suspended load transpor*¹⁵.

Skenario Pemodelan

Pemodelan dilakukan menggunakan kondisi ketika ada pelabuhan dan alur, setelah ada pelabuhan, alur dan dike 2m serta setelah ada pelabuhan, alur dan dike 4m di perairan Patimban. Domain meliputi koordinat 818200 mE - 828594 mE, 9306000 mN - 9319258 mN, yang masuk zona UTM 49S. Untuk domain model tiap skenario terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Selain itu pemodelan ST memerlukan tabel sebaran nilai angkutan sedimen. Pembuatan tabel angkutan sedimen dilakukan dengan menggunakan parameter yang tercantum pada tabel 2

Tabel 1.
Skenario Model Transpor Sedimen di Perairan Laut Patimban

No	Penamaan Skenario	Waktu Simulasi	Domain (m)	Gaya pembangkit	Keterangan
1.	Plbh			Hidrodinamika dari Model HD,	Sudah ada pelabuhan dan alur pelayaran sampai kedalaman -17 m.
2.	Dike 2m	Agustus 2016 – Agustus 2017	10.394 x 13.258	gelombang dari Model SW dan karakteristik sedimen dari Modul Generation of Q3D Sediment Table	Sudah ada pelabuhan, alur pelayaran sampai kedalaman -17 m dan dike dengan tinggi 2 m di kanan dan kiri alur
3.	Dike 4m				Sudah ada pelabuhan, alur pelayaran sampai kedalaman -17 m dan dike dengan tinggi 4 m di kanan dan kiri alur



Gambar 1.
Domain Pemodelan Transpor Sedimen Patimban

Tabel 2.
Skenario Tabel Angkutan

Parameter	Nilai minimum	Interval	Jmlh titik
Kecepatan arus (m/s)	0.01	0.15	7
Tinggi gelombang (m)	0.01	0.2	8
Periode gelombang (s)	1	2	5
Tinggi gelombang/kedalaman	0.01	0.2	8
Sudut arus/gelmb (°)	0	30	12
Ukuran butiran (mm)	0.06	2	4
<i>Sediment grading</i>	1.1	1	8

Persamaan yang digunakan untuk diskritisasi pada domain waktu adalah *Persamaan Stoke* orde 1 dengan parameter gelombang pecah 1 dan 0.8. Penghitungan tabel angkutan sedimen dilakukan dengan menggunakan skenario sebagai berikut :

Dari hasil penghitungan tabel angkutan sedimen nantinya akan didapatkan parameter input untuk model ST.

Data Input Pemodelan

Data-data masukan yang dibutuhkan dalam pemodelan ST ini antara lain adalah:

- Debit sungai-sungai utama
Terdapat 5 aliran sungai yang masuk ke dalam domain model sebagai source (sumber) baik sumber aliran maupun sumber *total suspended solid* (TSS) (lihat Tabel 3).

Tabel 3.
Debit 5 Aliran Sungai Utama pada Domain Model

No	Nama Sungai	x (m)	Y (m)	Lebar (m)	Kedalaman Rata2 (m)	Kecepatan Arus (m/dt)	Debit (m3/dt)
1	S. Cipunegara	821453	9315503	40	Varian in time (Data 2005-2013)		
2	S. Dalian	820634	9313108	20	1.45	0.2	5.8
3	S. Genteng	820274	9310682	20	1.16	0.05	1.16
4	S. Terumtung	823143	9308297	20	0.85	0.06	1.02
5	S. Cipu Barat	819394	9315700				5

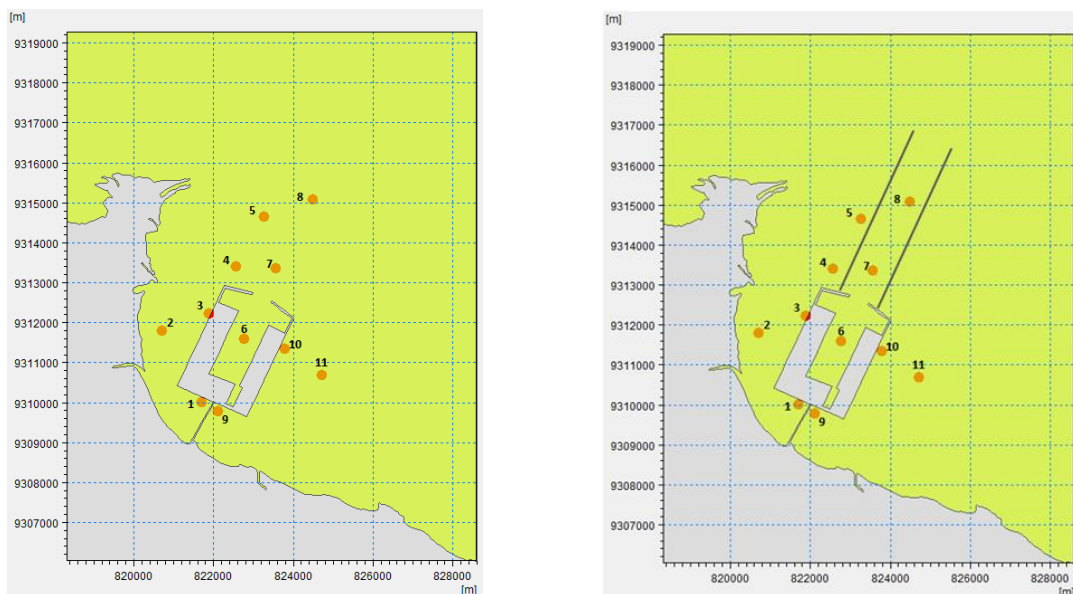
- Batimetri dan garis pantai
Batimetri dan garis pantai (batas air dan darat) ini sangat penting untuk menentukan domain dari peodelan ini. Berdasarkan skenario yang ada terdapat 4 jenis batimetri (domain) (Gambar 1).
- Pasang surut di *boundary*
Pada model ST Patimban ini terdapat 3 open *boundary* dengan data masukan berupa pasang surut “varian in domain and time series” yang di-*generate* dari *Tide Model Driver* (TMD).
- Karakteristik sedimen sedimen
Berdasarkan hasil analisis laboratorium di BTIPDP sedimen dasar di perairan Patimban mempunyai ukuran d50 antara 0,09 – 0,35 mm dengan koefisien gradasi antara 1,44 – 9,49 serta berat jenis 2,65 gr/cm3.
- *Bed resistance* (kekasaran dasar) : default dengan Manning Number konstan $32m^{0.333}/s$

- *Forcing* : gaya dari arus (dari hasil pemodelan HD atau hidrodinamika) dan gaya gelombang (tinggi gelombang signifikan, periode dan arah gelombang dari hasil pemodelan *spectral wave*).
- *Morphology* : karena ketiadaan data parameter ini diisi menggunakan nilai-nilai *default* yang ada di MIKE21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan level dasar mengindikasikan perubahan dasar perairan selama waktu simulasi berlangsung. Perubahan yang terjadi di dasar perairan dapat berupa proses sedimentasi yang ditandai dengan laju perubahan level dasar bernilai positif atau proses abrasi yang ditandai dengan laju perubahan level dasar bernilai negatif.

Untuk memahami perubahan level dasar, ekstrak data dilakukan pada beberapa titik di sekitar rencana pembangunan pelabuhan (lihat Gambar 2).

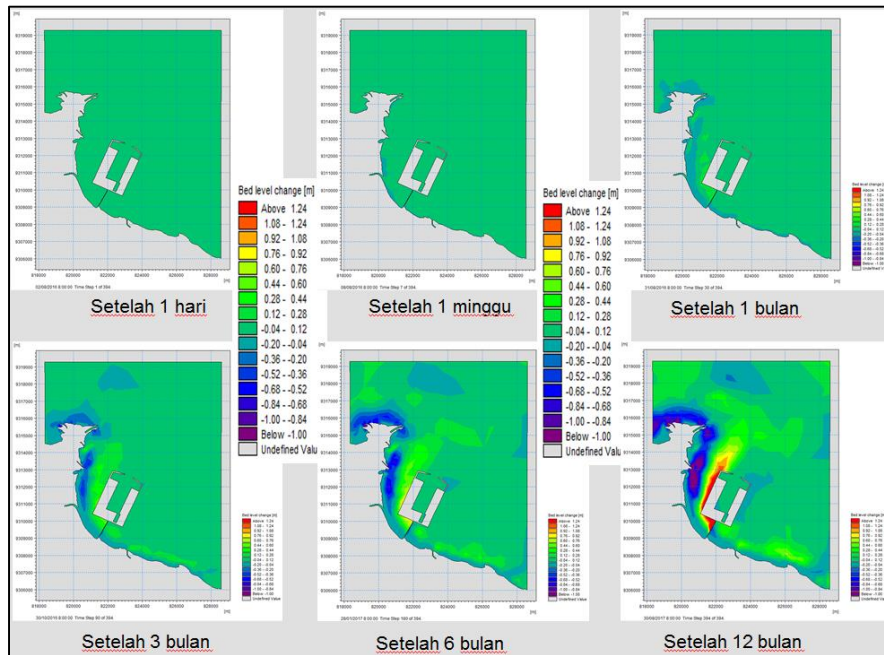


Gambar 2.
Lokasi Ekstraksi Pada Kondisi Ketika Ada Pelabuhan dan Setelah Ada Dike

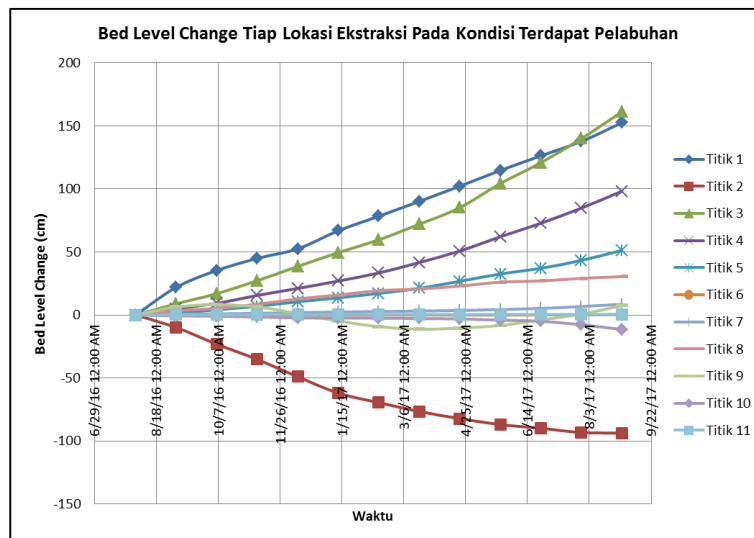
Perubahan Level Dasar Terdapat Pelabuhan dan Alur Pelayaran (Skenario “Pibh”)

Hasil ekstraksi pemodelan transport sedimen kondisi ketika sudah dibangun pelabuhan dan alur pelayaran sudah dikeruk dengan kedalaman sampai -17m disajikan pada gambar dan grafik berikut (Gambar 3 dan 4). Berdasarkan grafik pada gambar 4 terlihat bahwa sebagian besar pada lokasi yang diamati terjadi proses sedimentasi dengan tingkat sedimentasi yang berbeda-

beda. Hanya pada lokasi 2 dan 10 yang terjadi erosi dengan tingkat perubahan level dasar sebesar lebih dari 93,7 dan 11,5 cm/tahun. Proses sedimentasi terbesar selama 1 tahun terjadi pada lokasi 3 dan 1 dengan penambahan level dasar secara berurutan adalah 161,3 dan 152,6 cm/th. Perubahan level dasar terkecil terjadi pada lokasi 6 yang berada di dalam kolam labuh dengan penambahan level dasar hanya sebesar 0,22 cm/th hal ini sangat logis karena lokasi ini sangat terlindung (lihat Gambar 3 dan 4).



Gambar 3. Snapshot Hasil Pemodelan Kondisi Terdapat Pelabuhan dan Alur Pelayaran

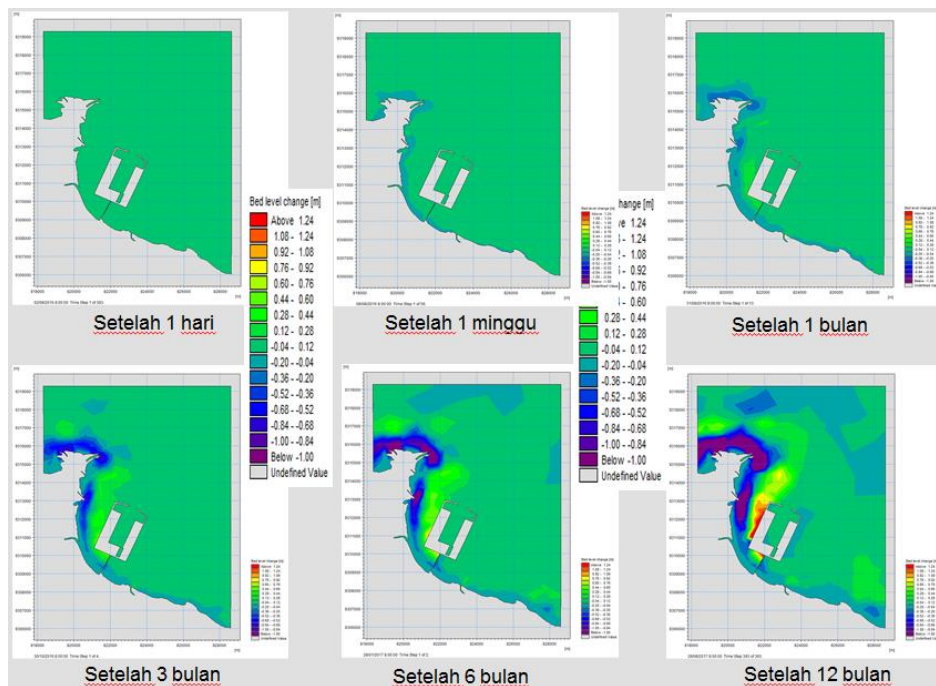


Gambar 4. Perubahan Level Dasar di Beberapa Lokasi Hasil Pemodelan Kondisi Ketika Terdapat Pelabuhan dan Alur Pelayaran

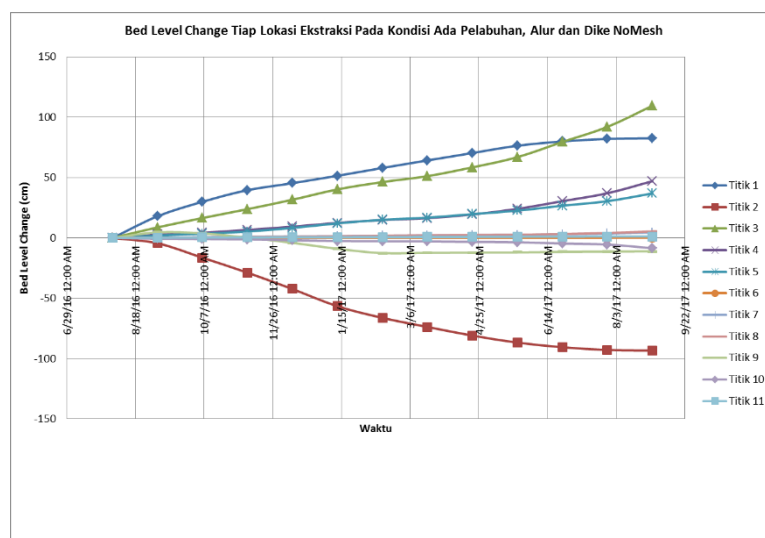
Perubahan Level Dasar Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike 2m (Skenario “Dike 2m”)

Hasil ekstraksi pemodelan transport sedimen kondisi ketika sudah dibangun pelabuhan dan alur pelayaran sudah dikeruk dengan kedalaman sampai -17m disajikan pada gambar dan grafik berikut (Gambar 5 dan 6). Berdasarkan grafik terlihat bahwa sebagian besar pada lokasi yang diamati terjadi proses sedimentasi dengan tingkat sedimentasi yang berbeda-beda. Hanya pada

lokasi 2, 9 dan 10 yang terjadi proses erosi dengan tingkat perubahan level dasar sebesar lebih dari 93,34; 11,08 dan 8,48 cm/tahun. Proses sedimentasi terbesar selama 1 tahun terjadi pada lokasi 3 dan 1 dengan penambahan level dasar secara berurutan adalah 109,63 dan 82,65 cm/th. Perubahan level dasar terkecil terjadi pada lokasi 6 yang berada di dalam kolam labuh dengan penambahan level dasar hanya sebesar 0,22 cm/th hal ini dikarenakan lokasi ini sangat terlindung (lihat Gambar 3 dan 4).



Gambar 5. Snapshot Hasil Pemodelan Kondisi Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike 2m

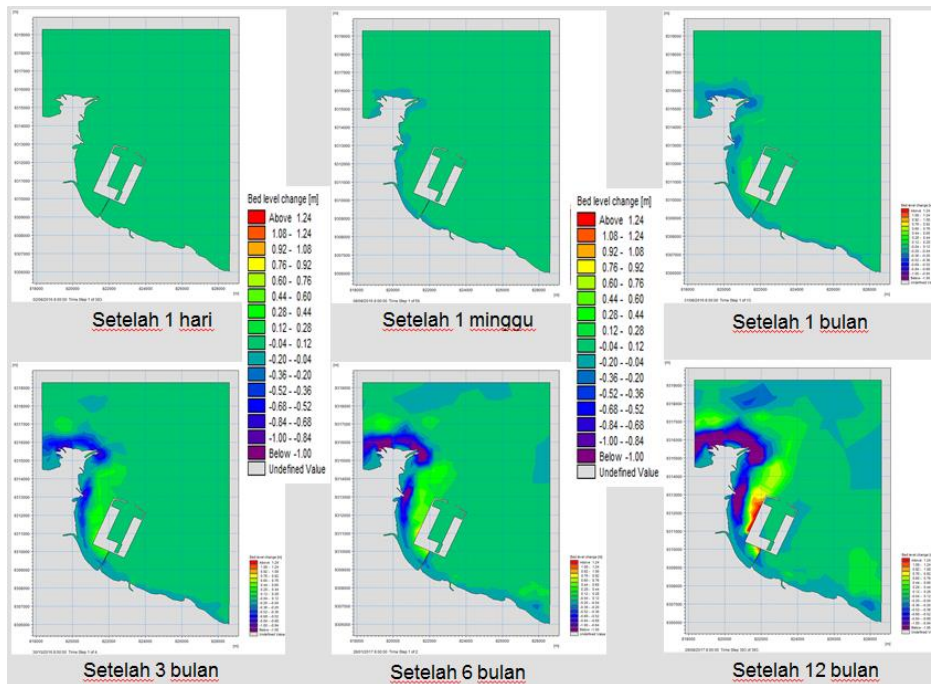


Gambar 6. Perubahan Level Dasar di Beberapa Lokasi Hasil Pemodelan Kondisi Ketika Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike 2m

Perubahan Level Dasar Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike4m (Skenario “Dike 4m”)

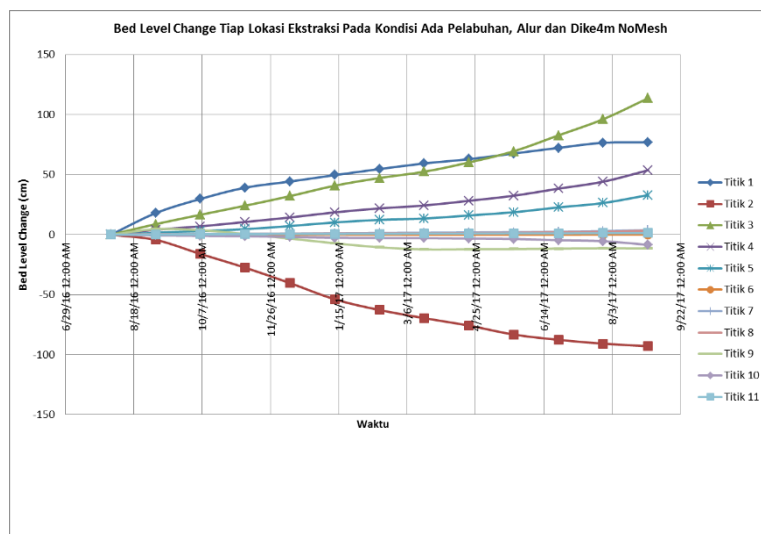
Hasil ekstraksi pemodelan transport sedimen kondisi ketika sudah dibangun pelabuhan dan alur pelayaran sudah dikeruk dengan kedalaman sampai -17m disajikan pada gambar dan grafik berikut (Gambar 7 dan 8). Berdasarkan grafik terlihat bahwa sebagian besar pada lokasi yang diamati terjadi proses sedimentasi dengan tingkat sedimentasi yang berbeda-beda. Hanya pada

lokasi 2, 9 dan 10 yang terjadi proses erosi dengan tingkat perubahan level dasar sebesar lebih dari 92,94; 11,41 dan 8,44 cm/tahun. Proses sedimentasi terbesar selama 1 tahun terjadi pada lokasi 3 dan 1 dengan penambahan level dasar secara berurutan adalah 113,74 dan 77,04 cm/th. Perubahan level dasar terkecil terjadi pada lokasi 6 yang berada di dalam kolam labuh dengan penambahan level dasar hanya sebesar 0,22 cm/th hal ini dikarenakan lokasi ini sangat terlindung (lihat Gambar 3 dan 4).



Gambar 7.

Snapshot Hasil Pemodelan Kondisi Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike 4m



Gambar 8.

Perubahan Level Dasar di Beberapa Lokasi Hasil Pemodelan Kondisi Ketika Terdapat Pelabuhan, Alur Pelayaran dan Dike 4m

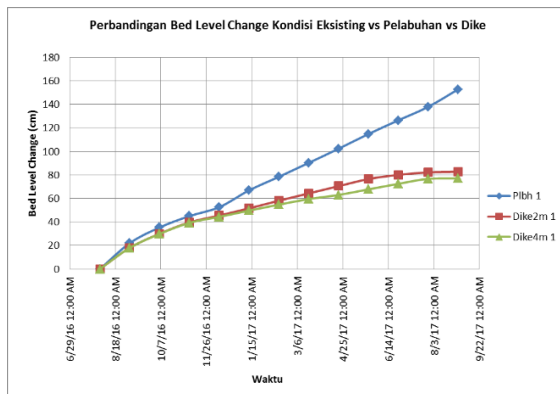
Perbandingan Perubahan Level Dasar Antara Skenario “Pibh”, “Dike2m” dan “Dike4m”

Pengaruh adanya dike berpengaruh pada perubahan level dasar terutama pada alur pelayaran dan kolam labuh serta lokasi di sekitarnya. Dike dengan tinggi 2m dan 4m memiliki pengaruh yang relative sama terhadap pola sedimentasi.

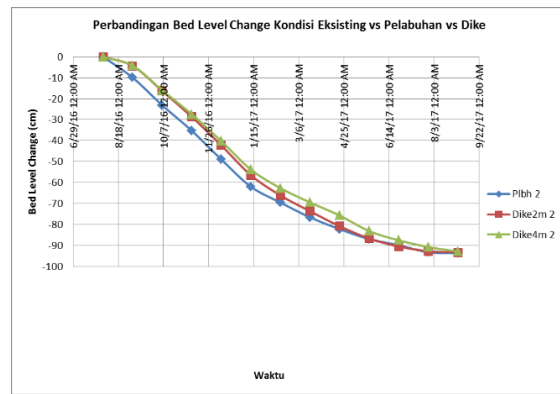
Lokasi yang perbedaan perubahan level dasarnya tidak terlalu besar akibat adanya dike adalah pada lokasi 2, 6, 7 dan 10. Perubahan yang signifikan selama simulasi 1 tahun terjadi pada lokasi 1 dimana setelah ada dike perubahan level dasarnya berkurang sebesar 69,94 cm akibat dike 2 m dan sebesar 75,55 cm akibat dike 4 m. Sedangkan pada lokasi 3 yang semula perubahan level dasarnya sebesar 161,29 cm menjadi 109,63 cm akibat dike 2 m (berkurang 51,66 cm) dan 113,74 cm akibat dike 4 m (berkurang 47,55 cm). Lokasi lain yang perubahan level dasarnya cukup besar adalah lokasi 4 dimana sebelum adanya dike terjadi perubahan level dasar sebesar 98,21 cm berkurang menjadi 47,10 cm (akibat dike 2 m) dan menjadi 53,71 cm (akibat dike 4 m).

Fokus utama dari pembangunan dike pada dasarnya adalah untuk mengurangi

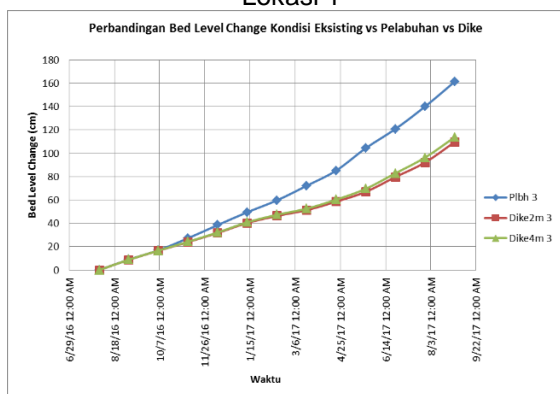
besarnya sedimentasi di alur pelabuhan dan kolam pelabuhan yaitu pada lokasi 6, 7 dan 8. (lihat gambar 9). Pada lokasi 6 yang terletak di dalam kolam labuh ternyata pembangunan dike tidak terlalu merubah pola sedimentasi, yaitu hanya mengurangi perubahan level dasar sebesar 0,005 cm setiap tahunnya. Pada lokasi 7 pengaruh adanya dike lebih signifikan dibandingkan pengaruhnya di kolam labuh dimana perubahan level dasar yang awalnya sebesar 8,56 cm berkurang menjadi hanya 4,59 cm (akibat Dike 2 m) dan menjadi 3,85 cm (akibat dike 4 m). Sedangkan pada lokasi 8 yang terletak di ujung alur bagian luar perubahan level dasar yang semula sebesar 30,43 cm berkurang menjadi hanya sekitar 5,39 cm (akibat dike 2 m) dan menjadi 3,37 cm (akibat dike 4 m) selama 1 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa dike yang dibangun di sebelah kanan dan kiri alur cukup signifikan untuk mengurangi sedimentasi di alur pelabuhan. Dike dengan ketinggian 2 m dapat mengurangi perubahan level dasar sebesar 46,45 – 82,28% sedangkan dike dengan ketinggian 4 m dapat mengurangi perubahan level dasar sebesar 55,01 – 88,94% (lihat gambar 9 pada lokasi 7 dan lokasi 8).



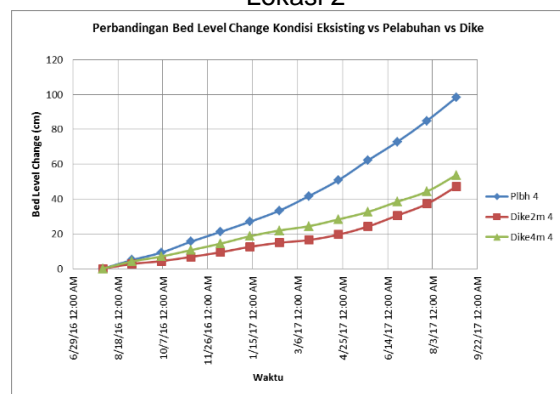
Lokasi 1



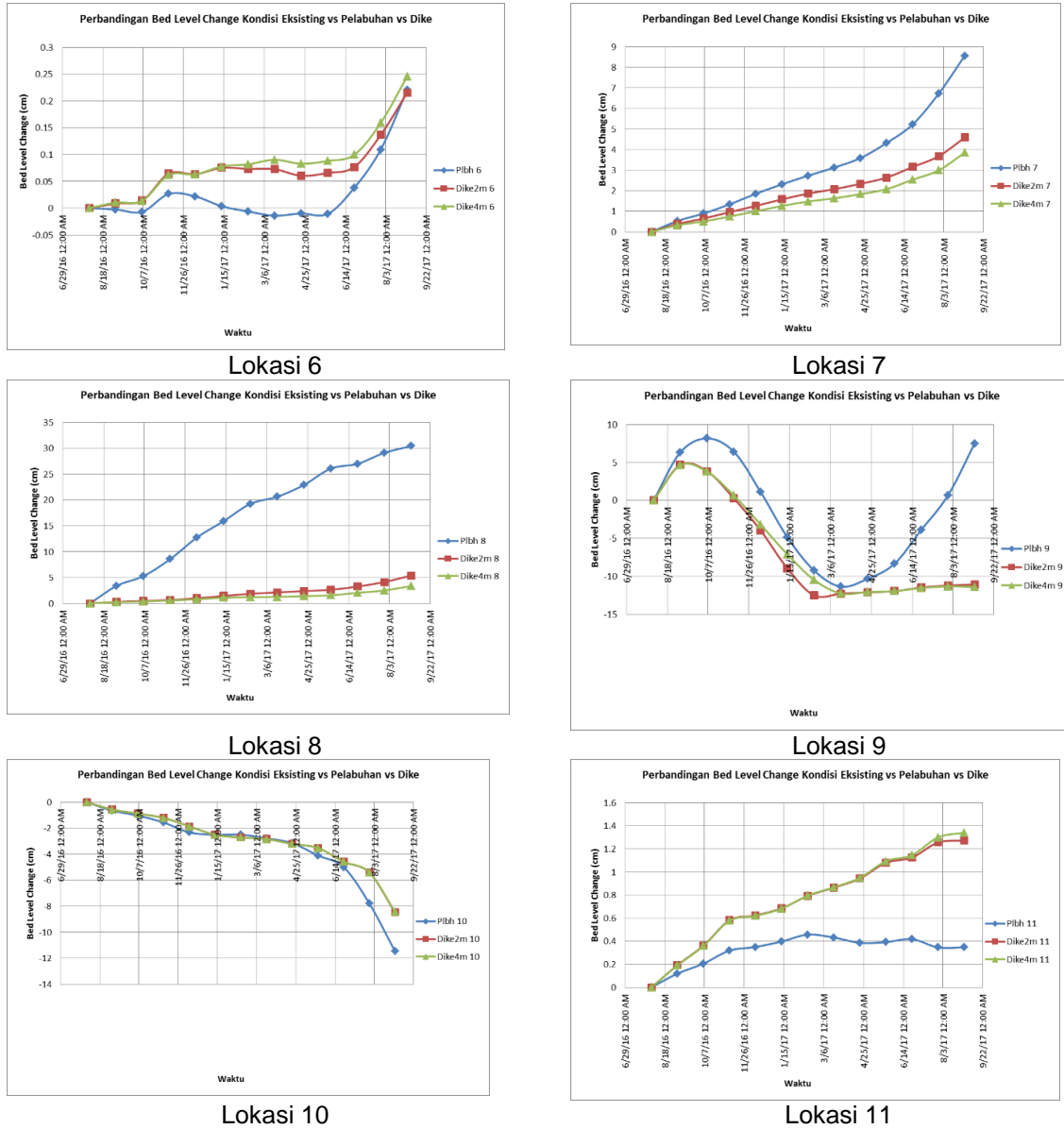
Lokasi 2



Lokasi 3



Lokasi 4



Gambar 9. Grafik Perbandingan Perubahan Level Dasar Antara Skenario “Plbh”, “Dike2m” dan “Dike4m”

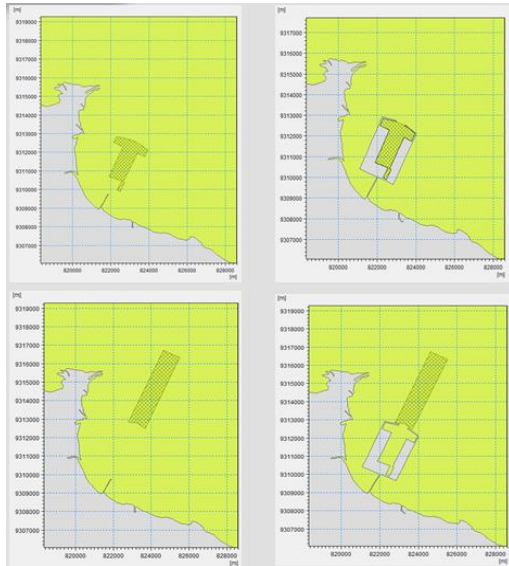
Untuk mengetahui rerata perubahan level dasar di kolam labuh dan alur pelayaran pelabuhan dilakukan ekstraksi area pada kawasan tersebut (Gambar 10).

Berdasarkan ekstraksi area tersebut diketahui bahwa dengan adanya dike mengurangi perubahan level dasar di dalam kolam labuh maupun di dalam alur pelabuhan (lihat Tabel 4 dan Tabel 5). Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa di kolam pelabuhan dike sedikit menambah perubahan level dasar yang semula tererosi sekitar -0,3442 cm/th berubah menjadi sekitar -0,0098 cm/th (akibat dike 2 m) dan menjadi -0,3431 cm/th (akibat dike 4 m). Sedangkan berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa pengaruh dike terhadap perubahan level dasar di alur pelabuhan cukup signifikan yaitu menurunkan perubahan

level dasar sebesar 77,58% (untuk dike 2m) dan sebesar 81,02% (untuk dike 4m).

Perubahan level dasar pada dasarnya sangat terkait dengan terjadinya perubahan garis pantai, berdasarkan hasil kajian antara tahun 1996 – 2010 garis pantai di Kabupaten Subang mengalami dinamika perubahan garis pantai dimana pada suatu bagian terjadi akresi rata-rata sejauh 686,53 m sedangkan di bagian lain terjadi abrasi dengan garis pantai rata-rata mundur \pm 565,63 m¹⁶⁾. Hal menunjukkan masih adanya kesetimbangan transport sedimen di perairan pantai Kabupaten Subang. Hasil penelitian tentang perubahan garis pantai khusus di Delta S. Cipunegara yang merupakan sungai utama di dekat Pelabuhan Patimban menunjukkan bahwa Delta Cipunegara selalu mengalami

peluasan yaitu 138,9 ha (1962-1972), 757,3 ha (1972-1990) dan 623 ha (1990-2008)¹⁷. Akan tetapi jika melihat hasil pemodelan yang ada sampai saat ini sedimentasi yang besar dan membentuk Delta Cipunegara tidak terlalu berpengaruh terhadap pola sedimentasi di rencana pembangunan Pelabuhan Patimban.



Gambar 10. Lokasi Ekstrak Area di Kolam Labuh dan Alur Pelayaran

Tabel 4. Rerata perubahan level dasar di kolam labuh

No	Skenario	Rerata BLC (cm/ th)
1	"Plbh" : Pelabuhan, alur pelayaran	-0,3442
2	"Dike2m" : Pelabuhan, alur pelayaran, Dike2m	-0,0098
3	"Dike4m" : Pelabuhan, alurpelayaran, Dike4m	-0,3431

Tabel 5. Rerata perubahan level dasar di alur pelabuhan

No	Skenario	Rerata BLC (cm/ th)
1	"Plbh" : Pelabuhan, alur pelayaran	14,4124
2	"Dike2m" : Pelabuhan, alur pelayaran, Dike2m	3,2315
3	"Dike4m" : Pelabuhan, alur pelayaran, Dike4m	2,7355

Validasi Model

Karena tidak ada data pengukuran perubahan ketebalan sedimen maka validasi model dilakukan dengan membandingkan kepada hasil kajian lain. Hasil analisis sedimentasi yang dilakukan oleh JICA pada tahun 2017 menyatakan bahwa pada kawasan alur volume sedimn mencapai 135.000 m³/th (7,8 cm/th), kolam labuh utama volume sedimen mencapai 26.000 m³/th atau 1,1 cm/tahun¹⁰. Hal ini menunjukkan kecenderungan yang sama dengan hasil pemodelan dimana di kolam labuh utama proses sedimentasi jauh lebih kecil dibandingkan dengan di alur pelabuhan.

KESIMPULAN

Pengaruh *dike* cukup signifikan mengurangi sedimentasi di alur pelabuhan. Dike dengan ketinggian 2 m dapat mengurangi perubahan level dasar sebesar 46,45 – 82,28% sedangkan dike dengan ketinggian 4 m dapat mengurangi perubahan level dasar sebesar 55,01 – 88,94%. Sedangkan di kolam pelabuhan dike sedikit menambah rerata perubahan level dasar yang semula tererosi sekitar -0,3442 cm/th berubah menjadi sekitar -0,0098 cm/th (akibat dike 2 m) dan menjadi -0,3431 cm/th. Berdasarkan hal tersebut maka dike dengan ketinggian 2m dapat dipakai sebagai salah satu alternatif infrastruktur pengendali sedimentasi di rencana pembangunan Pelabuhan Patimban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada jajaran manajemen Balai Teknologi Infrastruktur Pelabuhan dan Dinamika Pantai-BPPT dan kepada seluruh pelaksana kegiatan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Rekayasa Industri Maritim-Inovasi Teknologi Pelabuhan TA 2016.

DAFTAR PUSTAKA

1. Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan-Direktorat Jenderal Perhubungan Laut-Kementerian Perhubungan,*Pre-Feasibility Study Pengembangan Pelabuhan Baru di Pantai Utara Jawa Barat*,2016.
2. Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan-Direktorat Jenderal Perhubungan Laut-

- Kementerian Perhubungan, *Studi Kelayakan (FS) Pembangunan Pelabuhan Patimban di Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat*, 2016.
3. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, *Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. KP 190 Tahun 2016 tentang Pengesahan Dokumen Pra Studi Kelayakan (Pra FS) Pembangunan Pelabuhan Baru di Pantai Utara Jawa Barat dan Studi Kelayakan (FS) Pembangunan Pelabuhan Patimban di Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat*, 2016.
 4. Fandeli C., *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Pembangunan Pelabuhan*, Cetakan kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2012.
 5. Diposaptono S., *Sebuah Kumpulan Pemikiran-Mitigasi Bencana dan Adaptasi Perubahan Iklim*, Direktorat Pesisir dan Lautan-Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta, 2011.
 6. Rosyidi H, Achmadi T, Pratidinatri NP, *Analisis Dampak Pengerukan Alur Pelayaran Pada Daya Saing Pelabuhan-Studi Kasus Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*, Jurusan Teknik Perkapalan, ITS, Surabaya, 2015.
 7. Supiyati, Suwarsono, Setiawan I., *Angkutan Sedimen Penyebab Pendangkalan Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan Model Diskritisasi Dinamika Oseanografi*, *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, V. 11, No. 2, Mei 2011, 2011, p. 172-180.
 8. Triatmodjo B., *Teknik Pantai*. Penerbit BETA OFFSET, Edisi Pertama, Yogyakarta, 1999.
 9. Wahyudi & Jupantara D., *Studi Simulasi Sedimentasi Akibat Pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*, *Jurnal Teknologi Kelautan* V. 8, No. 2, Juli 2004, ITS, Surabaya, 2004, p. 74-85.
 10. JICA, *The Preparation Survey on Patimban Port Development Project*, Japan International Cooperation Agency (JICA)-Directorate General of Sea Transportation, The Ministry of Transportation (DGST), Ides Inc-Oriental Consultants Global Co., Ltd (OCG)-The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), February 2017, 2017.
 11. BTIPDP, *Laporan Survei Hidrooseanografi Patimban*, Laporan internal BTIPDP-BPPT, 2016.
 12. DHI, *MIKE 21 Hydrodynamic Flow Model FM, User Guide*, MIKE BY DHI, Edition 2011, 2011.
 13. DHI 2, *MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Sand Transpor Module, Scientific Documentation*, MIKE BY DHI, Edition 2012, 2012.
 14. Kulkarni R., *Numerical Modeling of Coastal Erosion Using MIKE21*, Master Thesis Erasmus Mundus MSc Program, Coastal and Marine Engineering and Management (CoMEM)-Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 2013.
 15. DHI 1, *MIKE 21 Flow Model FM, Sand Transpor Module, User Guide*, MIKE BY DHI, Edition 2012, 2012.
 16. Taofiqurohman A., dan Ismail MFA., *Analisis Spasial Perubahan Garis Pantai di Pesisir Kabupaten Subang Jawa Barat*, *Jurna; Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 4, No. 2, Desember 2012, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, 2012, Hal. 280-289.
 17. Munibah, K., Iswati, A., dan Tjahjono B., *Perubahan Garis Pantai dan Regulasi Pengelolaan Lahan Baru di Delta Cipunegara, SUbang, Jawa Barat*, *Jurnal Globe* Vol. 12, No. 2, Desember 2010, Badan Informasi Geospasial, Bogor, 2010, Hal. 151-159.