

PENENTUAN TITIK LOKASI DAN PERENCANAAN TATA LETAK FASILITAS PERAIRAN PELABUHAN PETI KEMAS DI CIREBON, JAWA BARAT

Site Selection and Container Port Layout Design in Cirebon, West Java

Widyanti Permatasari¹ Paramashanti² dan Eddy Rachman Gandanegara³

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No. 10, Bandung, 40132

¹permatasariwidyanti@gmail.com ²parama@ocean.itb.ac.id dan

³eddyrachmang@ocean.itb.ac.id

Abstrak:

Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam bidang transportasi laut khususnya transportasi peti kemas untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan perekonomian negara. Kegiatan tersebut masih terpusat di Pelabuhan Tanjung Priok sehingga pemerintah merencanakan pembangunan Pelabuhan Internasional Cilamaya untuk memenuhi kebutuhan peti kemas yang terus meningkat setiap tahunnya. Namun pembangunan tersebut mempunyai beberapa masalah terkait dengan keamanan dan keberlangsungan produksi migas yang mengakibatkan pergeseran lokasi rencana pembangunan pelabuhan ke 6 lokasi yang dicalonkan, salah satunya adalah Cirebon, Jawa Barat. Pada tugas akhir ini akan ditentukan beberapa alternatif lokasi pelabuhan berdasarkan analisis ketersediaan lahan sebagai acuan pembangunan Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon yang dicalonkan sebagai pengganti Pelabuhan Cilamaya. Dari alternatif lokasi pelabuhan tersebut akan dipilih lokasi terbaik dengan mempertimbangkan aspek kesesuaian titik lokasi pelabuhan dengan kecepatan arus dan tinggi gelombang maksimum berdasarkan hasil pemodelan 2D menggunakan perangkat lunak SMS 8.1, kebutuhan jumlah kapal keruk, ketersediaan lahan, akses ke jalan, kebutuhan kolam putar, dan tikungan alur pelayaran. Setelah dilakukan analisis pada ketujuh aspek tersebut, didapatkan lokasi terbaik untuk pembangunan Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon, yaitu pada alternatif lokasi 2 yang berada pada koordinat 6°45'27.71"LS dan 108°43'18.78"BT. Perencanaan tata letak fasilitas perairan dilakukan pada lokasi terbaik yang dipilih.

Kata Kunci: Pemilihan, Lokasi, Pelabuhan, Peti Kemas, Tata Letak, SMS 8.1, Cirebon

Abstract:

Indonesia has a big potential in marine transportation especially in container transportation in order to support the country's economic growth. Those activities are still centralized at Port of Tanjung Priok, therefore the government is planning the construction of International Port of Cilamaya to fulfill the needs of container distribution which keeps increasing every year. Unfortunately, the construction has several problems related to safety and oil and gas production which caused the port construction planned location to be moved to the six nominated location, one of them being Cirebon, West Java. In this final assignment, several alternatives port site location will be determined based on area availability analysis as a reference for the construction of container port in Cirebon which is nominated as a substitute for the port of Cilamaya. From those port site location alternatives, the best location will be determined by considering the aspect of location compatibility with maximum current velocity and maximum wave height based on the result of 2D modeling by using the SMS 8.1 software, the needs of dredger, area availability, accessibility, the needs of turning basin, and intersection angle of navigation channel. After those seven aspects have been analysed, the best site location for the construction of Cirebon Container Port has been determined, which is located in coordinate 6°45'27.71"S and 108°43'18.78"E. The planning of container port layout design is performed in the determined site location.

Keywords: Site Location, Selection, Port, Container, Layout, SMS 8.1, Cirebon

PENDAHULUAN

Luas lautan Indonesia adalah 80 % dari total wilayah yang dimiliki dan letak geografis Indonesia sangat strategis yaitu memiliki akses langsung ke pasar terbesar di dunia karena Indonesia dilewati oleh satu *Sea Lane of Communication* (SLoC) di mana jalur ini menempati peringkat pertama dalam jalur pelayaran kontainer global sehingga Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam bidang transportasi laut untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan perekonomian negara.

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan terbesar dan tersibuk di Indonesia karena kegiatan transportasi peti kemas masih terpusat di pelabuhan tersebut sehingga pemerintah merencanakan pembangunan Pelabuhan Internasional Cilamaya untuk memenuhi kebutuhan peti kemas yang terus meningkat setiap tahunnya. Namun pembangunan tersebut mempunyai beberapa masalah terkait dengan keamanan dan keberlangsungan produksi migas yang mengakibatkan pergeseran lokasi rencana pembangunan pelabuhan ke 6 lokasi yang dicalonkan berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 190 Tahun 2016, salah satunya adalah Cirebon, Jawa Barat.

Pada tugas akhir ini akan ditentukan beberapa alternatif lokasi pelabuhan sebagai acuan pembangunan Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon yang dicalonkan sebagai pengganti Pelabuhan Cilamaya dengan lokasi rencana pelabuhan peti kemas dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi rencana Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon, Jawa Barat

Dari alternatif lokasi pelabuhan tersebut akan dipilih lokasi terbaik berdasarkan kesesuaian titik lokasi pelabuhan dengan kecepatan arus maksimum, tinggi gelombang maksimum, kebutuhan jumlah kapal keruk, ketersediaan lahan, akses ke jalan, kebutuhan kolam putar, dan tikungan alur pelayaran. Perencanaan tata letak fasilitas perairan akan dilakukan pada lokasi terbaik yang dipilih.

TEORI DAN METODOLOGI

Perencanaan tata letak fasilitas perairan pelabuhan meliputi dermaga, alur pelayaran, dan kolam pelabuhan dengan mengacu pada ketentuan yang tertera dalam *Technical Standards and Commentaries for*

Port and Harbour Facilities in Japan oleh The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI) tahun 2009 dan *Port Designer's Handbook Recommendations and Guidelines* oleh Carl A. Thoresen tahun 2014.

Penentuan titik lokasi pelabuhan dilakukan dengan menentukan alternatif-alternatif lokasi pelabuhan terlebih dahulu berdasarkan ketersediaan lahan kosong untuk fasilitas darat pelabuhan. Setelah didapatkan alternatif-alternatif lokasi pelabuhan, selanjutnya adalah proses penentuan titik lokasi pelabuhan yang dilakukan berdasarkan penilaian alternatif dengan skoring matriks. Menentukan nilai setiap alternatif dengan skoring matriks tergantung pada aspek-aspek yang mempengaruhi penilaian. Pemberian nilai pada masing-masing alternatif lokasi dapat dilihat pada **Tabel 1** sampai dengan **Tabel 7**.

Tabel 1. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap kecepatan arus maksimum

Nilai	Kecepatan Arus Maksimum (m/s)	Penilaian
3	≤ 0.03	Baik
2	0.03 – 0.09	Cukup baik
1	> 0.09	Kurang baik

Tabel 2. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap tinggi gelombang maksimum

Nilai	Tinggi Gelombang Maksimum (m)	Penilaian
3	≤ 0.7	Baik
2	0.7 – 1.5	Cukup baik
1	≥ 1.5	Kurang baik

Tabel 3. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap jumlah kapal keruk

Nilai	Jumlah Kapal Keruk	Penilaian
3	≤ 2	Baik
2	2 – 4	Cukup baik
1	> 4	Kurang baik

Tabel 4. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap ketersediaan lahan

Nilai	Ketersediaan Lahan (Ha)	Penilaian
3	≥ 452	Baik
2	372 – 452	Cukup baik
1	< 372	Kurang baik

Tabel 5. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap akses ke jalan

Nilai	Akses Ke Jalan	Penilaian
3	< 100 m	Baik
2	100 m hingga 1000 m	Cukup baik
1	> 1000 m	Kurang baik

Tabel 6. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap kebutuhan kolam putar

Nilai	Kebutuhan Kolam Putar	Penilaian
3	Lebih dari yang dibutuhkan	Baik
2	Memenuhi	Cukup baik
1	Tidak memenuhi	Kurang baik

Tabel 7. Penilaian titik lokasi pelabuhan terhadap tikungan alur pelayaran

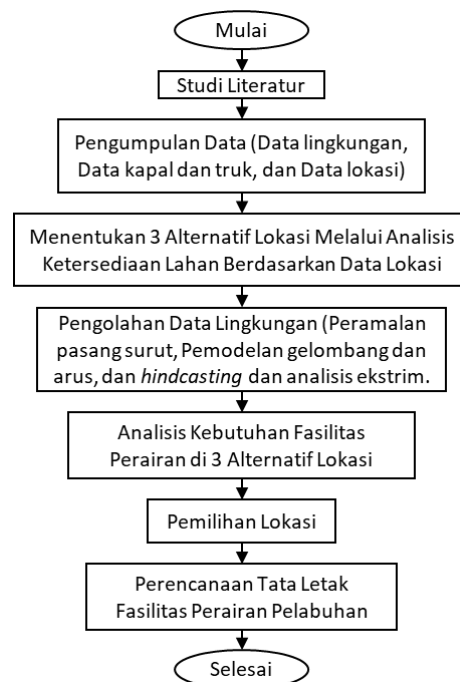
Nilai	Tikungan Alur Pelayaran	Penilaian
3	Tidak terdapat tikungan	Baik
2	Terdapat tikungan dengan sudut tikungan $< 30^\circ$	Cukup baik
1	Terdapat tikungan dengan sudut tikungan $\geq 30^\circ$	Kurang baik

Pengolahan data lingkungan meliputi pengolahan pasang surut dengan menggunakan *Least Square Method* dan pengolahan data angin dengan mengacu pada *Shore Protection Manual* 1984. Pengolahan data pasang surut terdiri dari dua pekerjaan. Dua pekerjaan tersebut adalah penguraian data pasang surut dan peramalan elevasi pasang surut. Data yang digunakan dalam penguraian data pasang surut adalah data hasil pengamatan pasang surut yang kemudian hasil dari penguraian tersebut akan menjadi data yang digunakan dalam meramalkan elevasi pasang surut di lokasi. Pengolahan data angin terdiri dari dua pekerjaan. Dua pekerjaan tersebut adalah peramalan gelombang (*hindcasting*) dan analisis gelombang ekstrim. Data yang digunakan dalam peramalan gelombang adalah data angin selama 10 tahun yang kemudian dari hasil peramalan tersebut akan menjadi data yang digunakan dalam

analisis gelombang ekstrim untuk mengetahui tinggi gelombang rencana.

Pemodelan hidrodinamika adalah proses memodelkan parameter-parameter lingkungan yang akan berpengaruh kepada proses hidrodinamika suatu perairan. Pemodelan hidrodinamika dilakukan menggunakan perangkat lunak SMS 8.1 (*Surface Water Modeling System*) dengan modul STWAVE untuk memodelkan transformasi gelombang dari wilayah laut dalam ke lokasi yang ditinjau dan modul RMA2 untuk memodelkan pola dan kecepatan arus di lokasi tersebut.

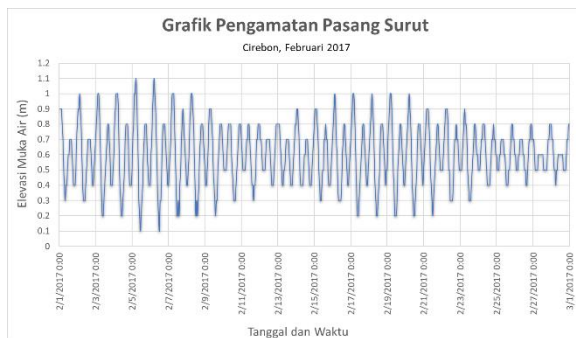
Metodologi dari penyusunan tugas akhir ini tugas akhir ini disajikan dalam bentuk diagram alir seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pasang surut pada kawasan Cirebon diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (PUSHIDROS) selama satu bulan yaitu pada bulan Februari 2017. Pengamatan dilakukan di Cirebon, Jawa Barat, pada titik koordinat 6°44'4.19"LS dan 108°34'59.79"BT. Berdasarkan grafik *time series* hasil pengamatan yang dapat dilihat pada **Gambar 3**, tunggang pasang hasil pengamatan adalah sebesar 1 m atau 100 cm.



Gambar 3. Grafik *time series* pasang surut di Cirebon

Pengolahan data untuk mendapatkan konstituen pasang surut dilakukan dengan menggunakan program ERGTIDE. *Input* data untuk program ini berupa data elevasi pasang surut dan *output* yang diperoleh adalah amplitudo dan fasa setiap komponen seperti yang tertera pada **Tabel 8**. Dengan melakukan perhitungan Formzahl (F) sehingga didapat tipe pasang surut yang terjadi di Cirebon adalah campuran, condong ke semi diurnal, yaitu dalam satu

hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan ketinggian dan periode yang berbeda.

$$F = \frac{4.23 + 12.39}{22.56 + 8.89}$$

$$F = 0.53$$

Tabel 8. Komponen pasang surut di Cirebon

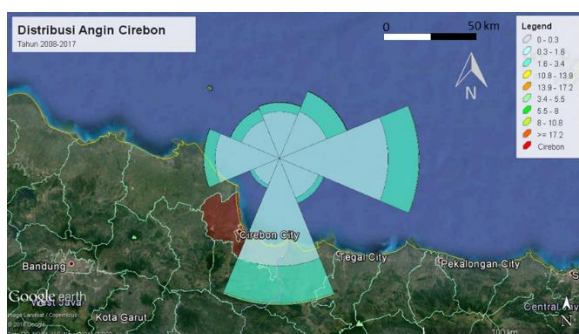
KONSTITUEN	AMPLITUDO	BEDA FASA
M2	22.56	183.91
S2	8.89	129.4
N2	4.59	154.16
K2	2.72	186.21
K1	12.39	-19.09
O1	4.23	88.83
P1	3.52	200.56
M4	1.06	132.9
MS4	1.43	24.63
SO	59.94	

Elevasi muka air rencana didapat dengan meramalkan elevasi muka air terlebih dahulu untuk periode 18.6 tahun berdasarkan komponen-komponen harmonik menggunakan program ERGRAM. Kemudian hasil ramalan tersebut digunakan untuk menghitung elevasi-elevasi penting yang diperlukan dalam perencanaan bangunan pantai dengan menggunakan program ERGELV. *Output* program tersebut dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Nilai elevasi-elevasi penting di Cirebon

Nilai Elevasi-Elevasi Penting Diikatkan pada LWS di Cirebon			
Elevasi Acuan		Elevasi	
		cm	m
Highest Water Spring (HWS)		103.42	1.03
Mean High Water Spring (MHWS)		95.63	0.96
Mean High Water Level (MHWL)		79.87	0.80
Mean Sea Level (MSL)		55.42	0.55
Mean Low Water Level (MLWL)		30.83	0.31
Mean Low Water Spring (MLWS)		11.49	0.11
Lowest Water Spring (LWS)		0	0
Tunggang Pasang		103.42	1.03

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang atau *hindcasting* di Cirebon adalah data angin yang diperoleh dari NOAA selama 10 tahun (2008-2017) dengan interval waktu 3 jam di titik koordinat $6^{\circ}45'0.00''\text{LS}$ dan $108^{\circ}16'1.20''\text{BT}$. Kecepatan angin maksimum dalam 10 tahun adalah sebesar 13.4 m/s yang terjadi pada tahun 2011. Distribusi kejadian angin selama 10 tahun dapat dilihat pada **Gambar 4**.

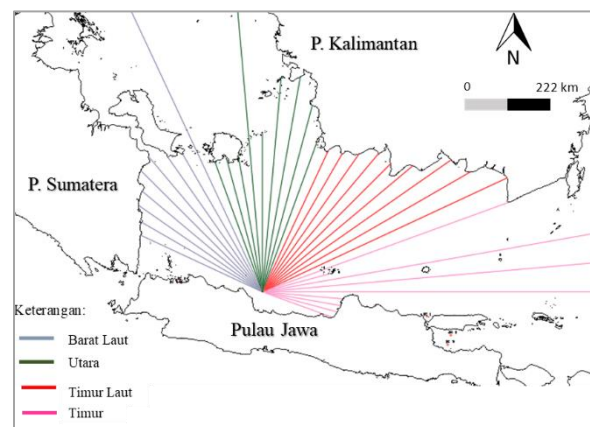


Gambar 4. Windrose total

Titik peramalan gelombang ditempatkan di perairan laut dalam yaitu pada titik koordinat $6^{\circ}15'0.00''\text{LS}$ dan $108^{\circ}45'0.00''\text{BT}$. Area pembangkitan gelombang digambarkan melalui garis fetch seperti yang terlihat **Gambar 5**. Hasil perhitungan panjang fetch efektif di lokasi ini ditunjukkan oleh **Tabel 10**.

Tabel 10. Panjang fetch efektif

No	Arah Angin	Fetch Efektif (km)
1	Utara	602.97
2	Timur Laut	515.41
3	Timur	610.42
8	Barat Laut	352.46



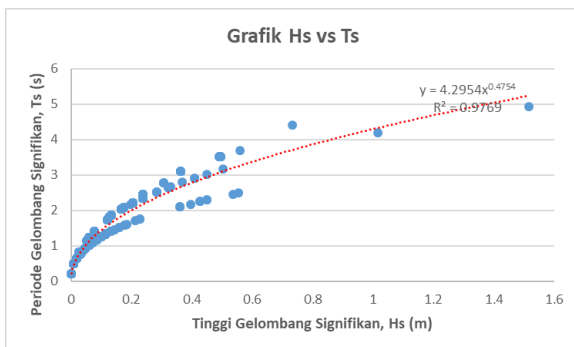
Gambar 5. Area pembangkitan gelombang angin

Hasil peramalan gelombang-angin dapat dilihat pada gambar **Gambar 6**, dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa wilayah perencanaan didominasi oleh gelombang dari arah timur dengan besar persentase kejadian sebesar 6.45%. Berdasarkan hasil peramalan kemudian dapat diestimasi nilai tinggi dan periode gelombang ekstrim untuk periode ulang 50

tahun seperti yang tertera pada **Tabel 11** dengan perioda gelombang menggunakan rumus dari grafik yang tertera pada **Gambar 7**.



Gambar 6. Distribusi tinggi dana rah gelombang hasil hindcasting selama tahun 2008-2017



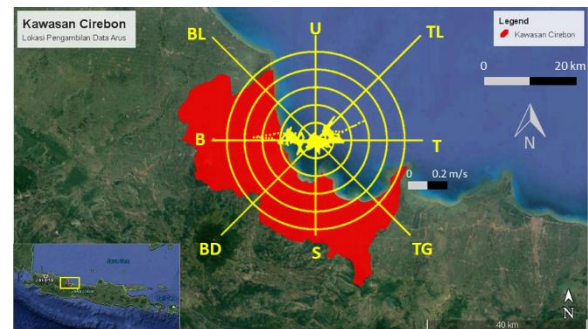
Gambar 7. Grafik hubungan tinggi gelombang signifikan (Hs) dengan perioda gelombang signifikan

Tabel 11. Tinggi dan perioda gelombang ekstrim periode ulang 50 tahun

Periode Ulang = 50 Tahun		
Arah (dari)	Tinggi Gelombang (m)	Periode (s)
Utara	1.60	5.37
Timur Laut	1.08	4.46
Timur	1.05	4.39
Barat Laut	0.78	3.81

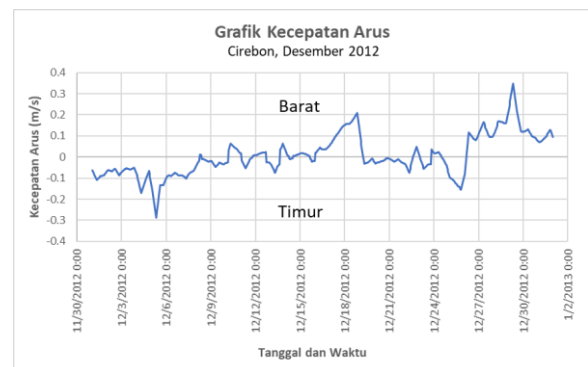
Data arus yang digunakan adalah data kecepatan dan arah arus tiap jam yang diperoleh dari data satelit TOPEX/Poseidon

selama 1 bulan, yaitu Desember 2012 di Cirebon, Jawa Barat, pada titik koordinat 6°39'36.81"LS dan 108°38'15.90"BT. Persebaran data arus pada berbagai arah mata angin di lokasi ditunjukkan oleh **Gambar 8** dan grafik kecepatan arus terhadap waktu di Cirebon ditunjukkan pada **Gambar 9**.

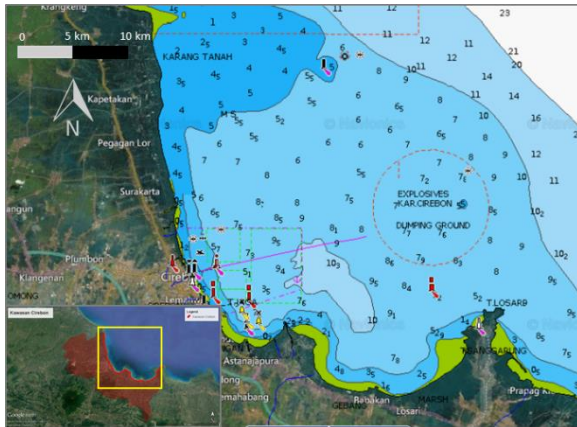


Gambar 8. Persebaran data arus di Cirebon

Batimetri di Cirebon dapat dilihat pada **Gambar 10**. Peta batimetri tersebut menggunakan referensi elevasi acuan pasang surut pada saat muka air rata-rata, yaitu MSL (*Mean Sea Level*).



Gambar 9. Grafik kecepatan arus di Cirebon



Gambar 10. Peta batimetri di Cirebon

Penentuan alternatif lokasi pelabuhan dilakukan berdasarkan ketersediaan lahan kosong untuk pembangunan pelabuhan. Ketersediaan lahan untuk pembangunan pelabuhan Cirebon didapat dari kebutuhan luas fasilitas darat pelabuhan atau fasilitas terminal peti kemas di Pelabuhan Patimban dengan luas 372 Ha. Analisis ketersediaan lahan kosong dilakukan tiap kecamatan pesisir seperti yang terlihat pada **Gambar 11** dengan hasil analisis ditunjukkan pada **Tabel 12**. Berdasarkan tabel tersebut didapat tiga alternatif lokasi seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 13**, **Tabel 14**, dan **Gambar 12**.



Gambar 11. Wilayah kecamatan pesisir Cirebon

Tabel 12. Hasil analisis kebutuhan lahan kosong

No	Kecamatan	Kendala	Keterangan
1	Kapetakan	-	Dapat dijadikan alternatif
2	Suranenggala	-	Dapat dijadikan alternatif
3	Gunung Jati	Terdapat sungai	Sungai Pekik dan Condong
4	Mundu	Padat Penduduk	-
5	Astanajapura	Padat Penduduk	-
6	Panganan	-	Dapat dijadikan alternatif
7	Gebang	Padat Penduduk	-
8	Losari	-	Dapat dijadikan alternatif

Tabel 13. Lokasi fasilitas darat pelabuhan rencana

Alt	Lokasi Fasilitas Terminal Petikemas Rencana		Ketersediaan Lahan (Ha)
	Desa	Kecamatan	
1	Karangreja, Suranenggala Lor, dan Suranenggala	Suranenggala	427
2	Pangarengan, Rawaurip, Bendungan, Panganan, dan Ender	Panganan	750
3	Ambulu, Kalisari, dan Tawang Sari	Losari	738

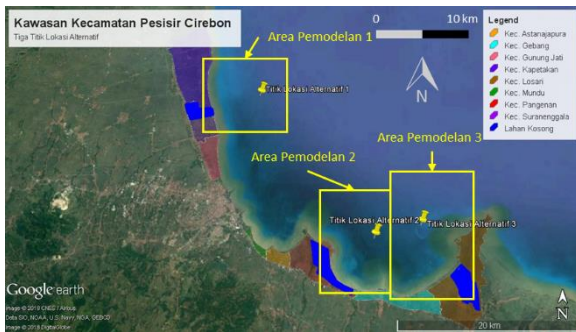
Tabel 14. Koordinat ketiga titik lokasi alternative pelabuhan

Alternatif	Koordinat		Depth (m)
	Latitude	Longitude	
1	6°36'4.48"LS	108°36'9.33"BT	7
2	6°45'27.71"LS	108°43'18.78"BT	10
3	6°44'40.78"LS	108°46'14.93"BT	8.5



Gambar 12. Letak ketiga titik lokasi alternatif pelabuhan

Selanjutnya dilakukan pemodelan untuk mengetahui kondisi lingkungan di lokasi tersebut. Area pemodelan gelombang dibagi menjadi tiga bagian berdasarkan lokasi alternatif yang ditinjau seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 13**. *Input* data yang dibutuhkan adalah data batimetri dan garis pantai, tinggi gelombang rencana, dan spektrum energi (TMA). Hasil pemodelan gelombang untuk setiap arah di perairan Cirebon dapat dilihat pada **Tabel 15** dan **Tabel 16**.



Gambar 13. Area pemodelan gelombang

Tabel 15. Tinggi gelombang hasil pemodelan

Arah (dari)	Tinggi Gelombang (m)		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Utara	1.05	1.32	1.49
Timur Laut	1.1	1.08	0.98
Timur	1.07	0.95	0.7
Barat Laut	0.17	0.8	0.7

Tabel 16. Arah gelombang hasil pemodelan

Alternatif Lokasi	Arah Gelombang Dominan (dari)
1	Timur Laut
2	Timur Laut
3	Timur Laut

Pemodelan arus dilakukan untuk memperoleh data berupa arah dan besar arus dominan di lokasi perairan tinjauan serta mengetahui besarnya kecepatan arus yang masuk ke perairan tersebut. Area pemodelan arus ditunjukkan pada **Gambar 14**.

Input dalam melakukan pemodelan arus dengan menggunakan modul RMA2 adalah data batimetri area lokasi rencana pelabuhan, garis pantai lokasi rencana, dan kondisi batas (*boundary condition*) berupa pasang surut dari program NAO Tide.

Data arah dan kecepatan arus hasil pemodelan divalidasi terhadap data lingkungan pada titik koordinat yang sama dan waktu yang sama yaitu pada titik koordinat $6^{\circ}39'36.81''\text{LS}$ dan $108^{\circ}38'15.90''\text{BT}$ di tanggal 8-15 Desember tahun 2012. Validasi dilakukan dua kali, terhadap arus dan elevasi muka air pasang surut.



Gambar 14. Area pemodelan arus

Validasi arus dilakukan secara kualitatif dengan galat dihitung menggunakan

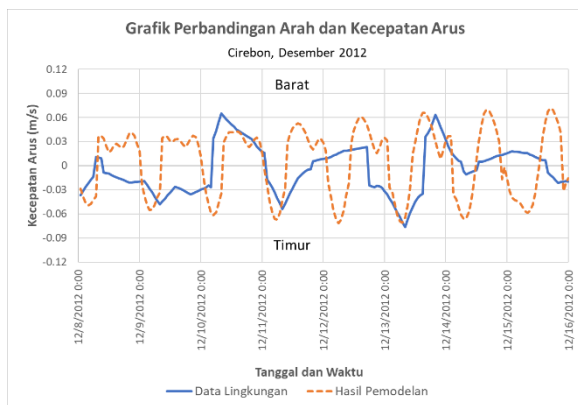
persamaan *root mean square error* (RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

Keterangan:

- \hat{y}_i : Nilai hasil pemodelan
- y_i : Nilai hasil survei
- n : Jumlah data

Grafik perbandingan arah dan kecepatan arus hasil pemodelan dengan data lingkungan dapat dilihat pada **Gambar 15**. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa pola kecepatan arus menunjukkan kecenderungan perubahan arah dan nilai kecepatan arus yang hampir sama sehingga hasil pemodelan arus dapat diterima dengan galat sebesar 0.048 m/s.



Gambar 15. Grafik perbandingan arah dan kecepatan arus

Elevasi muka air pasang surut hasil pemodelan divalidasi terhadap data pengamatan pasang surut pada titik koordinat yang sama dan waktu yang sama yaitu pada titik koordinat $6^{\circ}44'4.19''$ LS dan

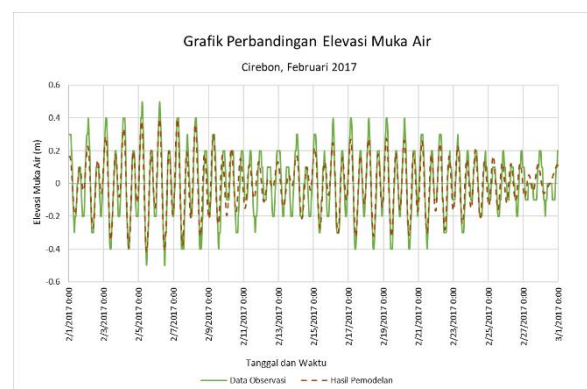
$108^{\circ}34'59.79''$ BT di bulan Februari tahun 2017. Data hasil pemodelan dapat digunakan apabila eror yang dihasilkan kurang dari 10% dengan rumus eror sebagai berikut.

$$Error = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|\eta_{model_i} - \eta_{observasi_i}|}{Tunggang\ Pasang}}{N}$$

Keterangan:

- η_{model_i} : EMA hasil pemodelan ke-i
- $\eta_{observasi_i}$: EMA observasi ke-i
- N : Jumlah data
- i : Data ke 1, 2, 3, ..., N

Grafik perbandingan elevasi muka air hasil pemodelan dengan data pengamatan atau observasi dapat dilihat pada **Gambar 16** dengan eror sebesar 6.54% sehingga validasi berdasarkan elevasi muka air pasang surut dapat diterima.



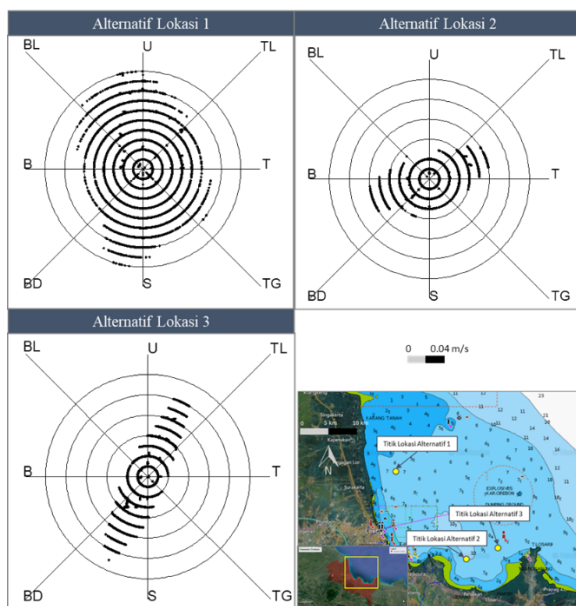
Gambar 16. Grafik perbandingan elevasi muka air

Berdasarkan hasil pemodelan didapatkan nilai kecepatan arus maksimum dan rata-rata kecepatan arus di setiap alternatif lokasi yang nilainya dapat dilihat pada **Tabel 17** dengan persebaran data arus pada

berbagai arah mata angin di setiap alternatif lokasi ditunjukkan pada **Gambar 17**. Berdasarkan gambar tersebut didapat arah arus dominan yang terjadi pada ketiga alternatif seperti yang tertera pada **Tabel 18**.

Tabel 17. Kecepatan arus maksimum dan rata rata berdasarkan hasil pemodelan arus

Alternatif Lokasi	Kecepatan Arus (m/s)	
	Maksimum	Rata-Rata
1	0.1	0.04
2	0.06	0.02
3	0.09	0.03



Gambar 17. Persebaran data arus di setiap alternatif

Tabel 18. Arah arus dominan di setiap alternatif

Alternatif Lokasi	Arah Arus Dominan
1	Utara dan Selatan
2	Barat dan Timur
3	Barat Daya dan Timur Laut

Setelah melakukan pemodelan hidrodinamika maka dapat dilakukan analisis fasilitas perairan pelabuhan dengan mengacu pada kapal terbesar rencana, truk terbesar rencana dan kondisi lingkungan yang terjadi pada masing masing alternatif seperti yang ditunjukkan **Tabel 19** sampai **Tabel 21**. Berdasarkan tabel tabel tersebut didapat hasil analisis kebutuhan fasilitas perairan pelabuhan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 22**.

Tabel 19. Karakteristik kapal rencana terbesar (Kapal Maersk E Class)

Karakteristik	Kapal Maersk E Class	Keterangan
Type	ULCS	<i>Ultra Large Container Ship</i>
DWT	165,000 ton	<i>Dead Weight Tonnage</i>
Kapasitas	15,500 TEUs	-
LOA	398 m	Panjang kapal keseluruhan
B	59 m	Lebar kapal
d	16 m	<i>Draft kapal</i>

Tabel 20. Spesifikasi truk rencana terbesar (Truk *Tractor Head Hino Tipe FM 320*)

Spesifikasi		Dimensi (m)
Panjang		6.615
Lebar		2.465
Tinggi		2.815
Radius (min)	Putar	8.2

Tabel 21. Kondisi lingkungan di setiap alternatif lokasi

Kondisi Lingkungan	Alternatif Lokasi		
	1	2	3
Gelombang			
Arah gelombang dominan (dari)	Timur Laut	Timur Laut	Timur Laut

Kondisi Lingkungan	Alternatif Lokasi		
	1	2	3
Tinggi gelombang maksimum	1.1 m	1.32 m	1.49 m
Periode gelombang maksimum	4.46 s	5.37 s	5.37 s
Arus			
Arah arus dominan (menuju)	Barat dan Timur	Barat dan Timur	Barat dan Timur
Kecepatan arus maksimum	0.1 m/s	0.06 m/s	0.09 m/s
Angin			
Arah angin dominan (dari)	Selatan		
Kecepatan angin maksimum	13.4 m/s		
Pasang Surut			
HWS	1.03 m		
MSL	0.55 m		
LWS	0		

Tabel 22. Hasil analisis kebutuhan fasilitas perairan pelabuhan

Kebutuhan	Satuan	Alternatif Lokasi			Keterangan
		1	2	3	
Panjang dermaga (L_p)	m	3105			Memiliki kesamaan kapal rencana
Lebar dermaga (W)	m	44.5			Memiliki kesamaan alat bongkar muat
Elevasi dermaga (H_b)	m	2.08	2.19	2.28	-
Lebar <i>trestle</i> (T)	m	22			Memiliki kesamaan truk rencana
Lebar pintu masuk	m	-			Tidak menggunakan <i>breakwater</i>
Jarak pemberhentian kapal (S_L)	m	2786			Memiliki kesamaan kapal rencana
Diameter kolam putar	m	796			Memiliki kesamaan kapal rencana

Kebutuhan	Satuan	Alternatif Lokasi			Keterangan
		1	2	3	
Kedalaman kolam pelabuhan (D)	m	17.6			Memiliki kesamaan kapal rencana
Lebar alur pelayaran (l_p)	m	597			Memiliki kesamaan kapal rencana
Volume pengerukan (V)	(juta) m^3	234	216	249	-

Selanjutnya dapat dilakukan penentuan titik lokasi pelabuhan terbaik untuk pembangunan Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 25** dengan perbandingan ketiga alternatif lokasi di beberapa aspek ditunjukkan pada **Tabel 23**, **Tabel 24**, **Gambar 18** sampai dengan **Gambar 21**.

Tabel 23. Kebutuhan jumlah kapal keruk di setiap alternatif lokasi

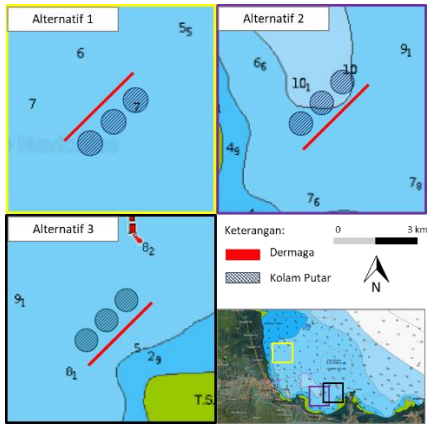
Alternatif Lokasi	Volume Pengerukan (m^3)	Jumlah Kapal Keruk
1	234,259,316	5
2	216,287,168	4
3	249,006,295	5

Catatan: pengerukan menggunakan kapal HAM 318 tipe TSHD dengan kapasitas produksi 54,373,194/5 tahun dalam 5 tahun.

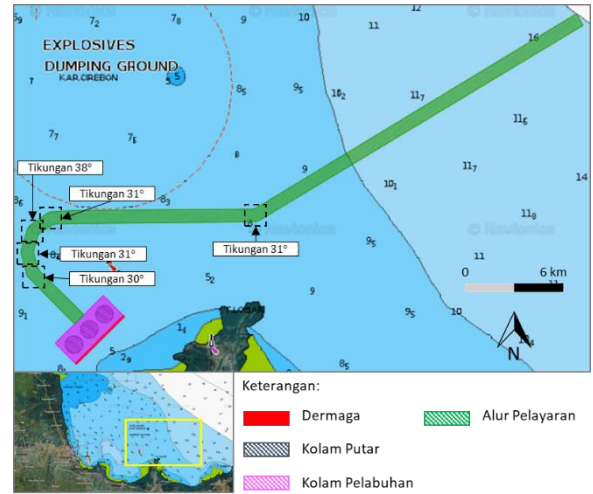
Tabel 24. Akses ke jalan di setiap alternatif

Alternatif Lokasi	Akses ke Jalan (m)
1	73.5
2	166
3	3,556

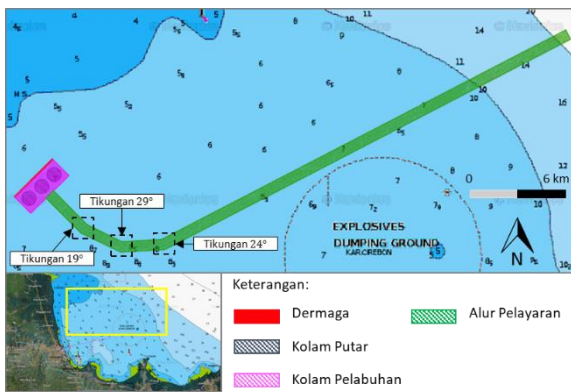
Catatan: ditinjau berdasarkan panjang ruas jalan yang dibutuhkan untuk menghubungkan fasilitas darat pelabuhan dengan jalan arteri, baik arteri primer (jalan nasional) maupun arteri sekunder (jalan provinsi)



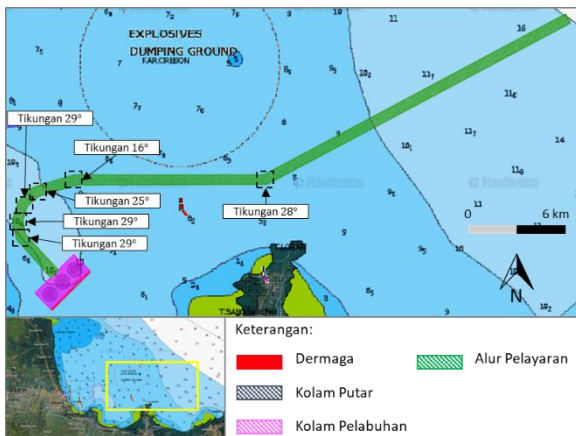
Gambar 18. Ilustrasi kebutuhan kolam putar di setiap alternatif lokasi



Gambar 21. Ilustrasi tikungan alur pelayaran alternatif lokasi 3



Gambar 19. Ilustrasi tikungan alur pelayaran alternatif lokasi 1



Gambar 20. Ilustrasi tikungan alur pelayaran alternatif lokasi 2



Gambar 22. Titik lokasi Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon

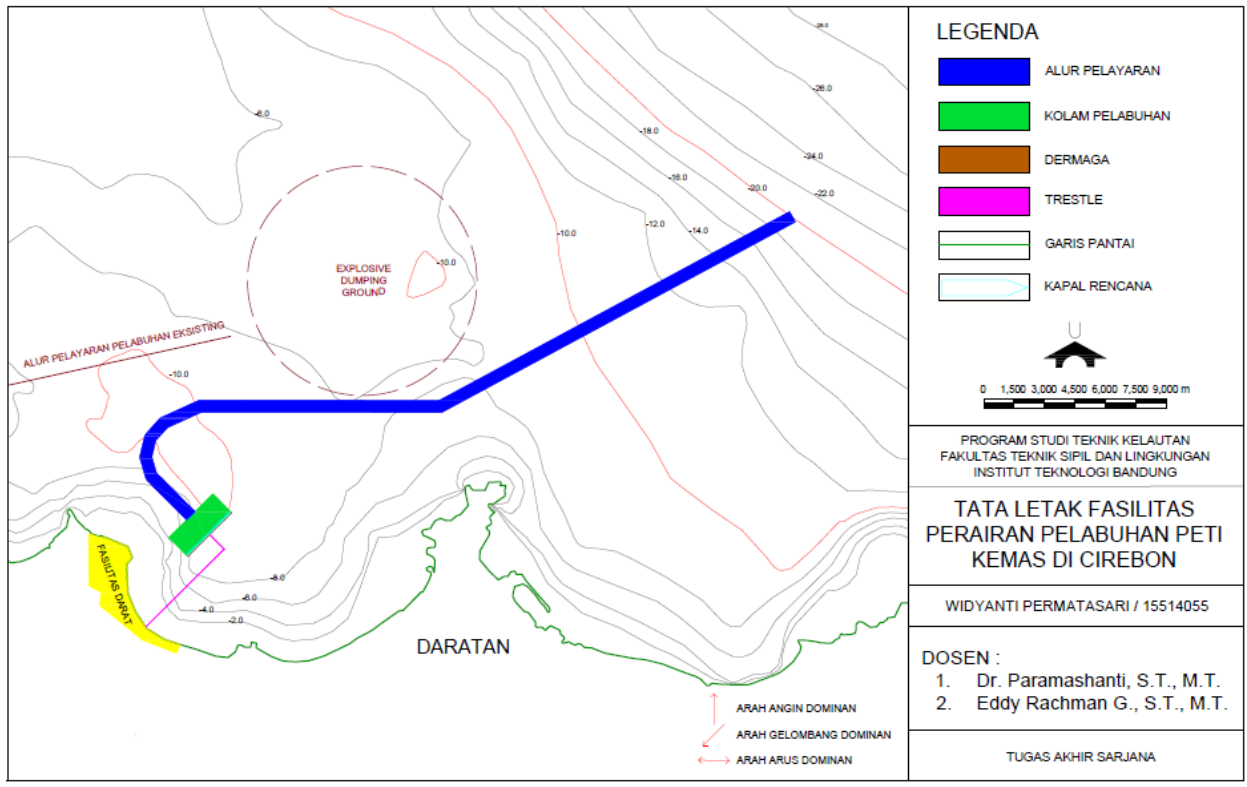
Selanjutnya di rencanakan tata letak fasilitas perairan pelabuhan pada titik

lokasi Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon.
Desain rencana tata letak fasilitas perairan

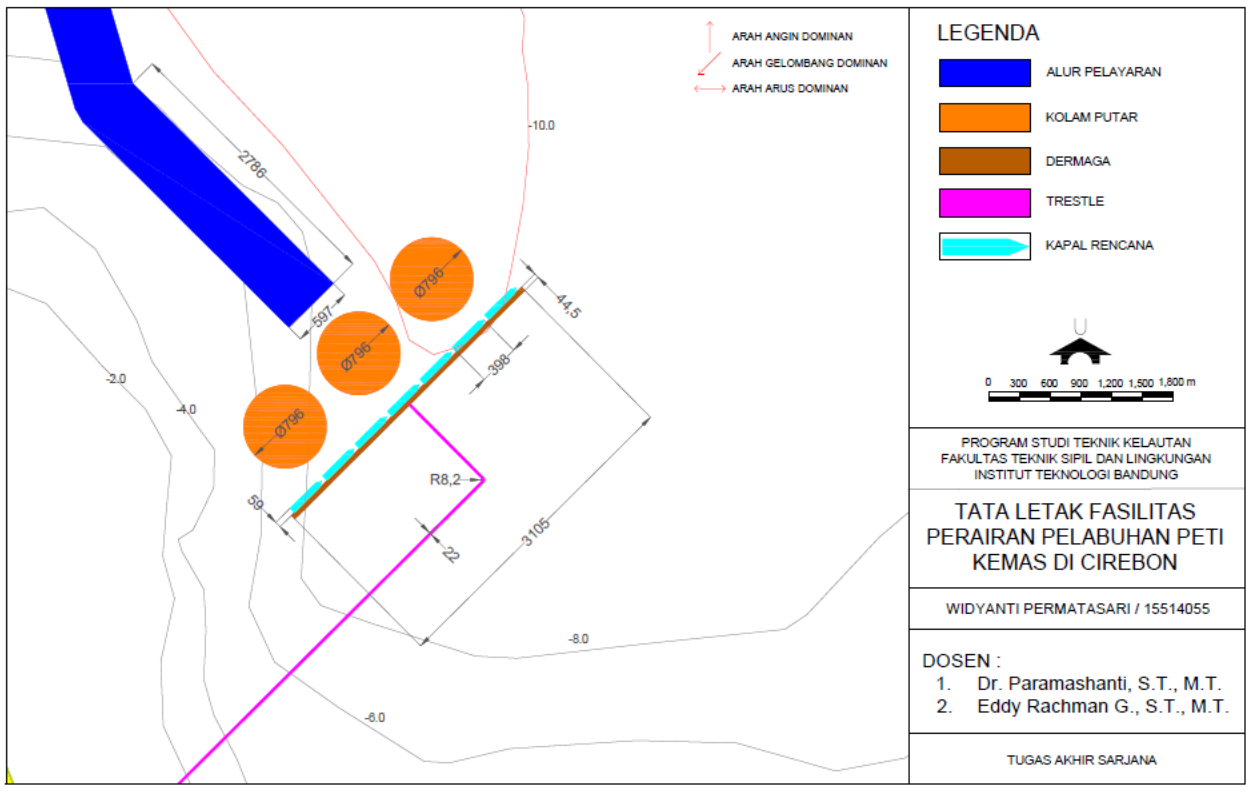
pelabuhan di Cirebon, Jawa Barat tertera
pada **Gambar 23** dan **Gambar 24**.

Tabel 25. Hasil penilaian alternatif lokasi pelabuhan

No.	Aspek	Bobot (B)	Alternatif Lokasi						Keterangan	
			1		2		3			
			Nilai (N)	N x B	Nilai (N)	N x B	Nilai (N)	N x B		
1	Kesesuaian titik lokasi pelabuhan dengan kecepatan arus maksimum	10%	1	0.1	2	0.2	2	0.2	3	Kecepatan arus maksimum ≤ 0.03 m/s
									2	Kecepatan arus maksimum 0.03 - 0.09 m/s
									1	Kecepatan arus maksimum > 0.09 m/s
2	Kesesuaian titik lokasi pelabuhan dengan tinggi gelombang maksimum	10%	2	0.2	2	0.2	2	0.2	3	Tinggi gelombang maksimum ≤ 0.7 m
									2	Tinggi gelombang maksimum 0.7 - 1.5 m
									1	Tinggi gelombang maksimum ≥ 1.5 m
3	Kebutuhan jumlah kapal keruk	25%	1	0.25	2	0.5	1	0.25	3	Jumlah kapal keruk ≤ 2
									2	Jumlah kapal keruk 2 - 4
									1	Jumlah kapal keruk > 4
4	Ketersediaan lahan	15%	2	0.3	3	0.45	3	0.45	3	Ketersediaan lahan ≥ 452 Ha
									2	Ketersediaan lahan 372 - 452 Ha
									1	Ketersediaan lahan < 372 Ha
5	Akses ke jalan	20%	3	0.6	2	0.4	1	0.2	3	Akses ke jalan < 100 m
									2	Akses ke jalan 100 - 1000 m
									1	Akses ke jalan > 1000 m
6	Kebutuhan kolam putar	5%	3	0.15	3	0.15	3	0.15	3	Lebih dari yang dibutuhkan
									2	Memenuhi
									1	Tidak memenuhi
7	Tikungan alur pelayaran	15%	2	0.3	2	0.3	1	0.15	3	Tidak terdapat tikungan
									2	Terdapat tikungan dengan sudut tikungan $< 30^\circ$
									1	Terdapat tikungan dengan sudut tikungan $\geq 30^\circ$
Total		100%	15	1.9	16	2.2	13	1.6		



Gambar 23. Desain rencana tata letak fasilitas perairan pelabuhan (*zoom out*)



Gambar 24. Desain rencana tata letak fasilitas perairan pelabuhan (*zoom in*)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Fasilitas perairan pelabuhan yang diperlukan Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon, Jawa Barat terdiri dari:
 - a. Dermaga dengan panjang dermaga 3105 m, lebar dermaga 44.5 m, elevasi dermaga 2.19 m, dan lebar *trestle* 22 m.
 - b. Kolam pelabuhan dengan jarak pemberhentian kapal 2786 m, diameter kolam putar 796 m, dan kedalaman kolam pelabuhan 17.6 m.
 - c. Alur pelayaran dengan lebar alur pelayaran 597 m.
 - d. Volume pengerukan dengan volume keruk 216,287,168 m³.
2. Lokasi terbaik yang dipilih untuk dibangun Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon, Jawa Barat berdasarkan topografi dan kondisi lingkungan berada pada koordinat 6°45'27.71"LS dan 108°43'18.78"BT.
3. Tata letak fasilitas perairan pelabuhan di lokasi yang terpilih telah ditentukan yang tertera pada **Gambar 23** dan **Gambar 24**.

Adapun saran yang dapat diberikan penulis dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Pemodelan gelombang dan arus sebaiknya memperhitungkan sedimentasi yang terjadi di lokasi tersebut akibat muara sungai sehingga hasil pemodelan lebih akurat dan dapat diketahui fenomena sedimentasi yang terjadi pada lokasi tersebut.
2. Perhitungan volume pengerukan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah perhitungan kasar dengan mengasumsikan dasar perairan setiap segmen datar. Perhitungan volume pengerukan tersebut sebaiknya menggunakan program ERGCROSS atau *software* lain yang menghitung volume pengerukan agar volume yang didapat lebih akurat.
3. Selanjutnya dapat dilakukan perencanaan desain struktur dermaga Pelabuhan Peti Kemas di Cirebon, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Tentang Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- Dain, R. (2007). *Tutorial SMS RMA2 dan SED2D Versi 8.1*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pelatihan Road Design Engineer (Ahli Teknik Desain Jalan) Modul RDE-10: Perencanaan Geometrik*

- Jalan. Pusat Pembinaan Kompetensi dan Pelatihan Konstruksi (Pusbin-KPK).*
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. (2016). *Keputusan Dirjen Hubla Nomor HR 103/4/3/DTPL-16 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Dokumen Studi Survei Investigasi dan Desain (SID) Fasilitas Pelabuhan Laut di Lingkungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.* Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- Japan's Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT). (2009). *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan.* Tokyo: The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI).
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. (2011). *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI).* Jakarta: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian.
- Kurniawati, N., & Ulqodri, T. Z. (n.d.). *Simulasi Pemodelan Arus Pasang Surut di Kolam Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta.*
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2010). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 70 Tahun 2010 Tentang Standar Biaya Tahun 2011 di Lingkungan Kementerian Perhubungan.* Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2017). *Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor KP 87 Tahun 2017 Tentang Rencana Induk Pelabuhan Patimban Provinsi Jawa Barat.* Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Met Office. (2010). *National Meteorological Library and Archive Fact Sheet 6 – The Beaufort Scale.* London: National Portrait Gallery.
- Thoresen, C. A. (2014). *Port Designer's Handbook* (Third ed.). London: ICE Publishing.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan.* Yogyakarta: Beta Offset.
- U. S. Army Corps of Engineers. (1984). *Shore Protection Manual* (Fourth ed., Vol. 1). Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office Washington, D.C.