

PERENCANAAN LAYOUT BREAKWATER PELABUHAN PETI KEMAS TANJUNG PAKIS, LAMONGAN, JAWA TIMUR.

Layout Breakwater Design Of Tanjung Pakis Container Port, Lamongan, East Java.

Yenni Yunita¹ Paramashanti² Eddy Rachman³

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10 Bandung 40132

¹yunitayenni@yahoo.com ²parama0307@gmail.com ³eddyrachmang@ocean.itb.ac.id

ABSTRAK

Era globalisasi yang memicu pesatnya laju pergerakan barang antar negara mengharuskan Indonesia untuk lebih memerhatikan fasilitas pendukung kegiatan transportasi barang dari dan ke berbagai wilayah atau negara, salah satunya fasilitas pelabuhan. Pelabuhan sebagai fasilitas tempat bertambatnya kapal dan bongkar muat kapal dari dan ke suatu wilayah tertentu, menjadi sarana wajib yang pembangunannya harus terus ditingkatkan.

PT Lamongan Integrated Shorebase (PT LIS) memandang kebutuhan infrastruktur ini sebagai konsep yang harus terus dikembangkan. Selanjutnya dipilihlah lokasi pantai Tanjung Pakis, Desa Kemantren, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan sebagai pusat suplai kebutuhan logistik baik berupa areal pergudangan maupun kawasan lapangan penumpukan petikemas. *PT Lamongan Integrated Shorebase* (PT LIS) sebagai penyelenggara pelabuhan merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) dan telah menjalin kerjasama dengan Perusahaan Asing (Penanaman Modal Asing) serta Penanaman Modal Dalam Negeri untuk bekerja sama menangani seluruh rangkaian kegiatan yang dibutuhkan oleh para pengguna jasa kawasan ini. Rencana pembangunan fasilitas Pelabuhan *PT. Lamongan Integrated Shorebase* untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jasa kepelabuhanan dilakukan berdasarkan perkembangan angkutan laut dibagi menjadi 3 tahap. Rencana pengembangan jangka pendek (2015 – 2019) difokuskan pada pembangunan dermaga peti kemas, jangka menengah (2015 – 2024) pada pembangunan dermaga curah kering, dan jangka panjang (2015 – 2034) pada pengembangan dermaga curah cair dan multipurpose.

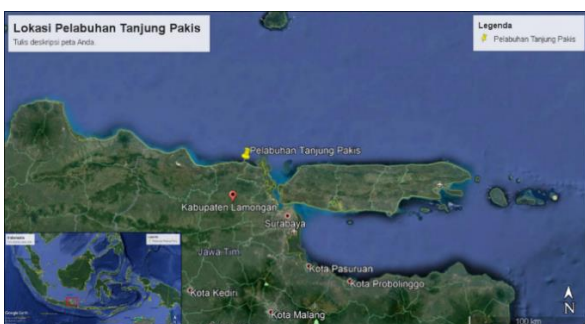
Pada tugas akhir ini, akan direncanakan desain *layout* pelabuhan, yang dikhususkan pada pengembangan jangka pendek, pelabuhan peti kemas. Penulisan tugas akhir ini mencakup perencanaan fasilitas yang diperlukan di Pelabuhan Tanjung Pakis, dimana penetapan dari fasilitas-fasilitas tersebut berdasarkan pertimbangan faktor biaya pembangunan, faktor lingkungan, dan faktor probabilitas kegagalan desain, berdasarkan pengaruh dari gelombang hasil pemodelan 2D menggunakan perangkat lunak pemodelan gelombang.

Kata kunci: Pelabuhan, Peti Kemas, Layout, Breakwater, Tanjung Pakis.

PENDAHULUAN

Era globalisasi yang memicu pesatnya laju pergerakan barang antar negara mengharuskan Indonesia untuk lebih memerhatikan fasilitas pendukung kegiatan transportasi barang dari dan ke berbagai wilayah atau negara, salah satunya fasilitas pelabuhan. Pelabuhan sebagai fasilitas tempat bertambatnya kapal dan bongkar muat kapal dari dan ke suatu wilayah tertentu, menjadi sarana wajib yang pembangunannya harus terus ditingkatkan.

PT Lamongan Integrated Shorebase (PT LIS) memandang kebutuhan infrastruktur ini sebagai konsep yang harus terus dikembangkan. Selanjutnya dipilihlah lokasi pantai Tanjung Pakis, Desa Kemantren, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan sebagai pusat suplai kebutuhan logistik baik berupa areal pergudangan maupun kawasan lapangan penumpukan petikemas.



Gambar 1 Lokasi pelabuhan petikemas
tanjung pakis

PT Lamongan Integrated Shorebase (PT LIS) sebagai penyelenggara pelabuhan merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) dan telah menjalin kerjasama dengan Perusahaan Asing

(Penanaman Modal Asing) serta Penanaman Modal Dalam Negeri untuk bekerja sama menangani seluruh rangkaian kegiatan yang dibutuhkan oleh para pengguna jasa kawasan ini.

Rencana pembangunan fasilitas Pelabuhan *PT. Lamongan Integrated Shorebase* untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jasa kepelabuhanan dilakukan berdasarkan perkembangan angkutan laut dibagi menjadi 3 tahap. Rencana pengembangan jangka pendek difokuskan pada pembangunan dermaga peti kemas, jangka menengah difokuskan pada pembangunan dermaga curah kering, dan jangka panjang difokuskan pada pengembangan dermaga curah cair dan multipurpose.

Untuk itu, direncanakan desain *layout* pelabuhan, yang dikhususkan pada pengembangan jangka pendek, pelabuhan peti kemas. Penulisan tugas akhir ini mencakup perencanaan fasilitas daratan dan fasilitas perairan di Pelabuhan Tanjung Pakis, dimana penetapan dari fasilitas-fasilitas tersebut berdasarkan pertimbangan faktor biaya, faktor lingkungan, dan faktor probabilitas kegagalan desain, berdasarkan pengaruh dari gelombang hasil pemodelan 2D menggunakan perangkat lunak pemodelan gelombang.

TEORI DAN METODOLOGI

Pelabuhan ialah terdiri dari daratan dan perairan yang memiliki batas-batas tertentu

dan sebagai tempat kegiatan pemerintah dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan atau tempat bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal dan memiliki fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan dan sebagai tempat pemindahan intra dan antarmoda transportasi (UU no. 17 tahun 2008 tentang Pelayaran, Bab 1 pasal 1 ayat 16).

Pelabuhan untuk dapat beroperasi memenuhi fungsinya perlu dilengkapi beberapa fasilitas. Fasilitas pelabuhan terdiri atas fasilitas daratan dan fasilitas perairan, yang terbagi menjadi fasilitas pokok dan fasilitas penunjang. Fasilitas daratan pelabuhan, seperti alat bongkar muat, apron dan lapangan penumpukan. Sedangkan fasilitas perairan pelabuhan meliputi alur pelayaran, kolam pelabuhan, dermaga, dan bangunan pemecah gelombang.

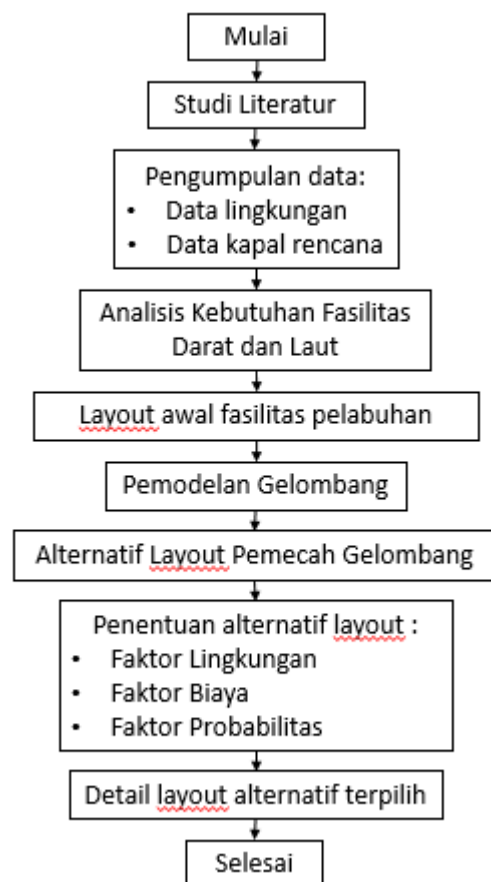
Dalam perencanaan layout pelabuhan, fasilitas pelabuhan yang direncanakan harus mempertimbangkan kondisi lingkungan. Posisi dermaga tidak boleh tegak lurus dengan gelombang dan arus dominan. Selain dermaga, arus dominan juga berguna untuk menentukan alur pelayaran.

Pada tugas akhir ini gelombang dominan dari arah timur, dan arus ke arah barat. Tinggi gelombang di lokasi rencana lebih dari 0,5

meter, sehingga akan direncanakan bangunan pemecah gelombang. Selanjutnya dibuat beberapa alternatif layout bangunan pemecah gelombang.

Untuk menentukan alternatif layout, diperlukan perbandingan dengan menggunakan beberapa faktor yang memengaruhi. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, akan digunakan 3 faktor untuk perbandingannya, yaitu faktor lingkungan, faktor biaya, dan faktor probabilitas kegagalan.

Adapun metodologi pengerjaan tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Metodologi pengerjaan tugas akhir

HASIL DAN ANALISA

Didapat hasil analisis gelombang ekstrim dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Parameter gelombang ekstrim

Arah	HS	TS
Utara	1.594	6.034
Timur Laut	0.844	4.398
Timur	4.960	10.608
Tenggara	1.520	5.893
Selatan	0.693	3.988
Barat Daya	0.861	4.442
Barat	5.905	11.569
Barat Laut	4.816	10.454

Selanjutnya dilakukan pemodelan gelombang dan didapat hasil transformasi gelombang seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil transformasi gelombang

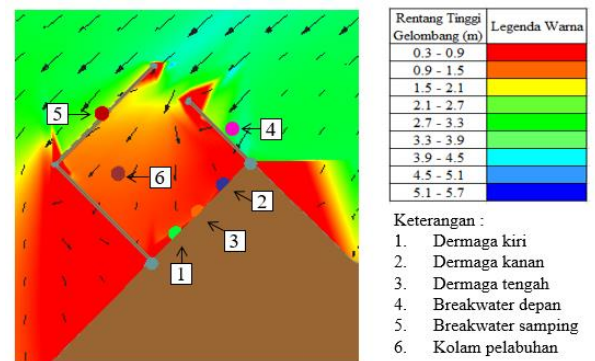
Arah	Tinggi Gelombang (m)
Utara	1.347
Timur Laut	0.666
Timur	2.583
Tenggara	0.442
Barat Daya	0.319
Barat	3.268
Barat Laut	4.053

Diketahui masih terdapat tinggi gelombang lebih dari 0,5 meter, sehingga direncanakan pembuatan pemecah gelombang yang akan memiliki pintu masuk dari arah timur laut. Gelombang yang kecil hanya berasal dari timur laut, tenggara, dan barat daya. Namun pada arah tenggara dan barat daya terdapat daratan sehingga kurang memungkinkan untuk

menjadi pintu masuk breakwater. Berikut hasil pemodelan gelombang untuk setiap alternatif.

1. Alternatif 1

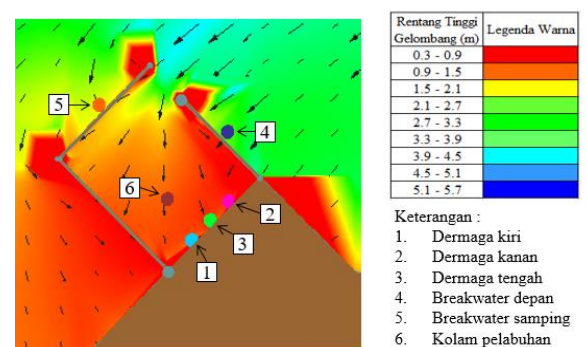
Alternatif 1 direncanakan struktur pemecah gelombang sepanjang 1200 meter. Didapat hasil gelombang tertinggi dari arah timur.



Gambar 3 Hasil gelombang maksimum alternatif 1

2. Alternatif 2

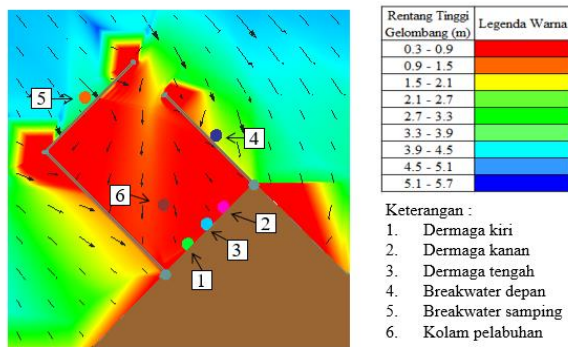
Alternatif 2 direncanakan struktur pemecah gelombang sepanjang 1400 meter. Didapat hasil gelombang tertinggi dari arah timur.



Gambar 4 Hasil gelombang maksimum alternatif

3. Alternatif 3

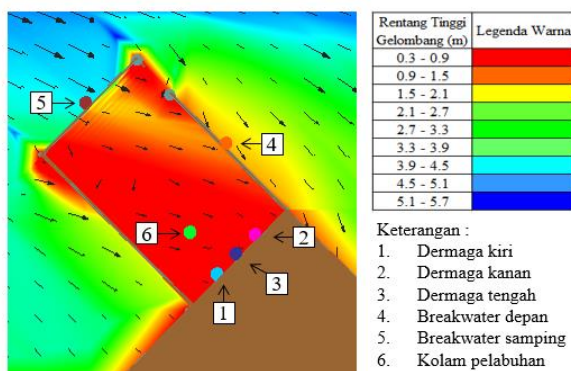
Alternatif 3 direncanakan struktur pemecah gelombang sepanjang 1700 meter. Didapat hasil gelombang tertinggi dari arah barat laut.



Gambar 5 Hasil gelombang maksimum alternatif 3

4. Alternatif 4

Alternatif 4 direncanakan struktur pemecah gelombang sepanjang 2000 meter. Didapat hasil gelombang tertinggi dari arah barat.



Gambar 6 Hasil gelombang maksimum alternatif 4

Adapun rangkuman hasil tinggi gelombang di kolam pelabuhan setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 3 dan di dermaga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3 Rangkuman tinggi gelombang di kolam pelabuhan

Alternatif	Arah	H Kolam Pelabuhan (m)
1	Utara	0.370
	Timur Laut	0.220
	Timur	0.702
	Tenggara	0.110
	Barat Daya	0.030
	Barat	0.216
	Barat Laut	0.390
2	Utara	0.410
	Timur Laut	0.201
	Timur	0.681
	Tenggara	0.110
	Barat Daya	0.050
	Barat	0.300
	Barat Laut	0.410
3	Utara	0.270
	Timur Laut	0.100
	Timur	0.240
	Tenggara	0.074
	Barat Daya	0.080
	Barat	0.312
	Barat Laut	0.432
4	Utara	0.040
	Timur Laut	0.060
	Timur	0.130
	Tenggara	0.080
	Barat Daya	0.117
	Barat	0.190
	Barat Laut	0.130

Tabel 4 Rangkuman tinggi gelombang di dermaga

Alternatif	Arah	H Dermaga (m)
1	Utara	0.116
	Timur Laut	0.054
	Timur	0.229
	Tenggara	0.034
	Barat Daya	0.017
	Barat	0.120

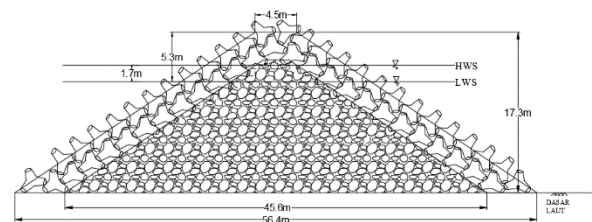
Alternatif	Arah	H Dermaga (m)
2	Barat Laut	0.180
	Utara	0.195
	Timur Laut	0.086
	Timur	0.400
	Tenggara	0.037
	Barat Daya	0.067
	Barat	0.163
	Barat Laut	0.205
3	Utara	0.141
	Timur Laut	0.042
	Timur	0.178
	Tenggara	0.020
	Barat Daya	0.063
	Barat	0.223
	Barat Laut	0.284
4	Utara	0.030
	Timur Laut	0.010
	Timur	0.020
	Tenggara	0.010
	Barat Daya	0.097
	Barat	0.143
	Barat Laut	0.080

Dari hasil pemodelan diatas, alternatif layout kemudian akan ditentukan dengan perbandingan beberapa faktor. Faktor lingkungan, faktor biaya dan faktor probabilitas.

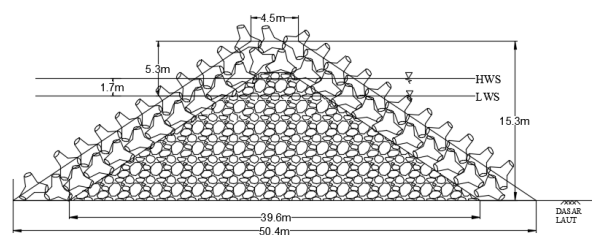
Faktor lingkungan yang ditinjau adalah tinggi gelombang di kolam pelabuhan untuk keamanan kapal yang dapat dilihat pada Tabel 3, dan tinggi gelombang di dermaga untuk keamanan bongkar muat yang dapat dilihat Tabel 4.

Faktor biaya pada pengerjaan tugas akhir ini, adalah biaya pembangunan pemecah gelombang dan biaya pengerukan kolam

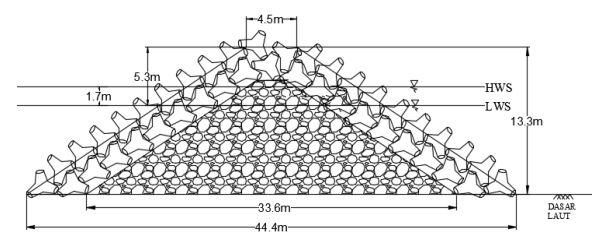
pelabuhan serta alur pelayaran. Biaya pembangunan breakwater dihitung menjadi 2 bagian yaitu armor layer dan core layer, yang volumenya akan dihitung setiap perbedaan kedalaman 2 meter dari mulai 2 – 12 meter. Pada sampai dapat dilihat penampang breakwater untuk setiap kedalaman.



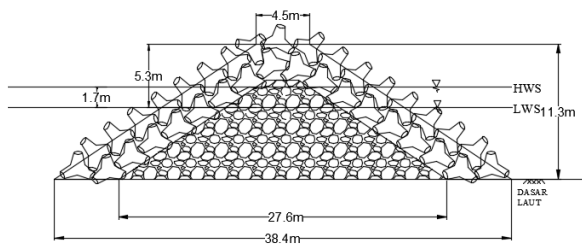
Gambar 7 Penampang breakwater kedalaman 12 meter (dari LWS)



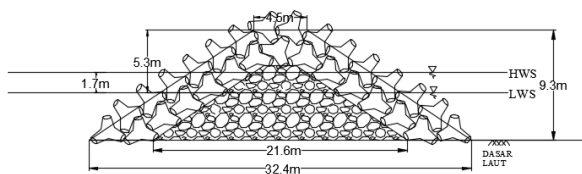
Gambar 8 Penampang breakwater kedalaman 10 meter (dari LWS)



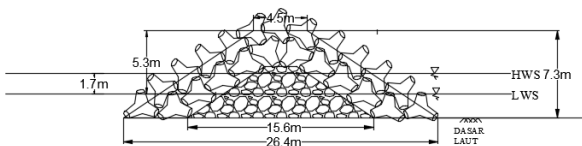
Gambar 9 Penampang breakwater kedalaman 8 meter (dari LWS)



Gambar 10 Penampang breakwater kedalaman 6 meter (dari LWS)



Gambar 11 Penampang breakwater kedalaman 4 meter (dari LWS)



Gambar 12 Penampang breakwater kedalaman 2 meter (dari LWS)

Perhitungan biaya yang digunakan dalam perhitungan berasal dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 tahun 2016, dengan besar biaya sebagai berikut.

- Armor layer menggunakan tetrapod 6,86 ton. Didapat harga tetrapod 6,86 ton sebesar 656.885 rupiah untuk 1 tetrapod.
- Core layer direncanakan menggunakan batu seberat 686 kg. Didapat harga pasangan batu 650 kg – 800 kg adalah 333.115 rupiah untuk setiap m^3 .

Didapat total biaya pembuatan breakwater untuk setiap alternatif seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Total biaya breakwater

Alternatif	Keterangan	Jumlah	Total Biaya
1	$V_{core} (m^3)$	529.667	Rp388.619.506.938
	Armor (buah)	122.148	
2	$V_{core} (m^3)$	672.423	Rp488.886.188.676
	Armor (buah)	141.637	
3	$V_{core} (m^3)$	775.810	Rp561.231.254.442
	Armor (buah)	154.941	
4	$V_{core} (m^3)$	1.117.441	Rp802.681.104.028
	Armor (buah)	206.088	

Selanjutnya dihitung biaya volume pengerukan, dari Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya Tahun 2014, didapat biaya pengerukan per satuan volume adalah 86.000 rupiah. Didapat total biaya pengerukan breakwater untuk setiap alternatif seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Total biaya pengerukan

Alternatif	Volume (m^3)	Total Biaya
1	20.689.132	Rp 1.779.265.349.102
2	22.286.636	Rp 1.916.650.727.674
3	24.053.741	Rp 2.068.621.705.420
4	25.196.042	Rp 2.166.859.636.501

Didapat total biaya tiap alternatif seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Total Biaya Tiap Alternatif

Alternatif	Total Biaya
1	Rp 2.167.884.856.040
2	Rp 2.405.536.916.350
3	Rp 2.629.852.959.862
4	Rp 2.969.540.740.529

Faktor probabilitas yang dihitung adalah probabilitas saat tinggi gelombang di kolam pelabuhan melebihi batas yang diizinkan 0,5 meter. Sebelum menghitung probabilitas, dilakukan uji statistik dengan metode kolmogorov-smirnov (K-S) Test dan nilai $D_6^{0.005}$ sebesar 0,521. Didapat distribusi yang paling cocok adalah distribusi log normal, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Uji Statistik

Alternatif	Dn-max	
	Normal	Log-normal
1	0.132	0.007
2	0.133	0.008

Didapat nilai probabilitas menggunakan distribusi log-normal seperti pada Tabel 9.

Tabel 9 Probabilitas

Alternatif	Probabilitas	Keterangan
1	$3,8 \times 10^{-3}$	< 1%
2	$3,2 \times 10^{-3}$	< 1%
3	0	0%
4	0	0%

Dari faktor diatas dibuat parameter penilaian seperti pada Tabel 10.

Tabel 10 Parameter penilaian

No.	Parameter	Bobot (%)
1	Keamanan bongkar muat	15
2	Keamanan kapal di kolam putar	15
3	Total biaya	40
4	Probabilitas	30

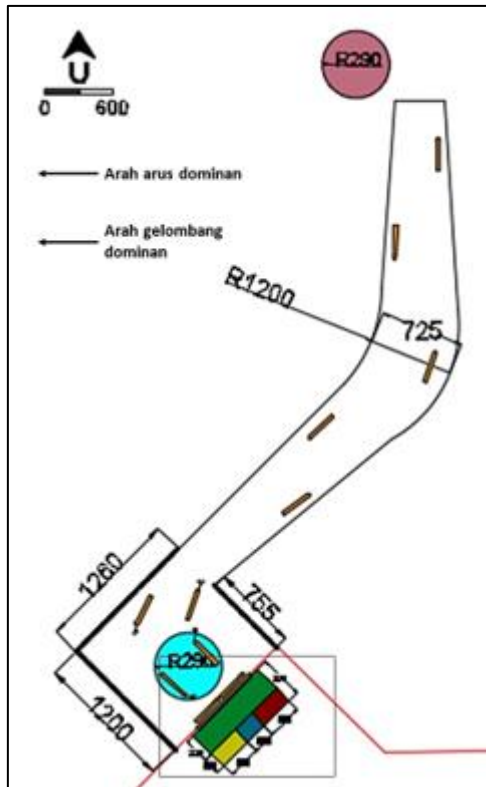
Dari faktor penilaian didapat hasil penilaian setiap alternatif seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil penilaian setiap alternatif

No.	Parameter	Bobot (%)	Alternatif 1		Alternatif 2	
			Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot
1	H dermaga	15	2	0.3	2	0.3
2	H kolam pelabuhan	15	1	0.15	1	0.15
3	Total biaya	40	2	0.8	2	0.8
4	Probabilitas kegagalan	30	2	0.6	2	0.6
Total Penilaian		100		1.85		1.85

No.	Parameter	Bobot (%)	Alternatif 3		Alternatif 4	
			Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot
1	H dermaga	15	2	0.3	2	0.3
2	H kolam pelabuhan	15	2	0.3	2	0.3
3	Total biaya	40	1	0.4	0	0
4	Probabilitas kegagalan	30	2	0.6	2	0.6
Total Penilaian		100		1.6		1.2

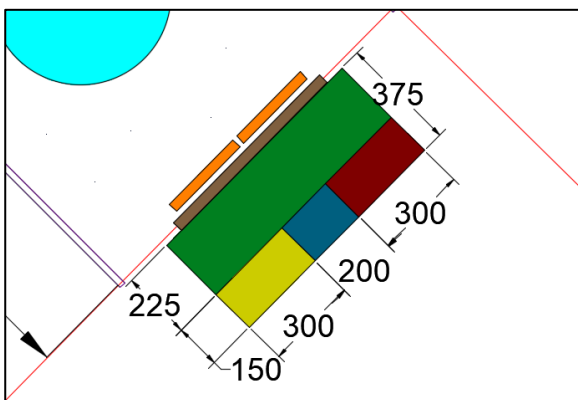
Dari hasil penilaian didapat alternatif 1 dan 2 memiliki nilai terbesar. Sehingga dipilih alternatif 1 untuk layout breakwater pelabuhan peti kemas tanjung pakis, karena memiliki biaya lebih murah. Detail desain pelabuhan tanjung pakis dapat dilihat pada Gambar 13 sampai Gambar 15.



Gambar 13 Desain rencana layout pelabuhan



Gambar 14 Legenda desain



Gambar 15 Desain fasilitas darat pelabuhan

KESIMPULAN DAN SARAN

Alternatif layout breakwater yang terpilih ialah alternatif 1 dengan panjang breakwater 1200 meter. Pemilihan layout tersebut dilihat dari faktor lingkungan, faktor biaya, dan faktor probabilitas kegagalan desain, sehingga layout pelabuhan peti kemas tanjung pakis akan tampak seperti pada Gambar 13 sampai Gambar 15.

DAFTAR PUSTAKA

- Thoresen, Carl. A. 2014. *Port Designer's Handbook Third Edition*. London : ICE Publishing.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI)*. 2009.
- Tutuarima, W. H. 1998. *Cost Comparison of Breakwater Types*.
- Shore Protection Manual US Army Corps of Engineer*. 1984.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28. 2016.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 66. 2014.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 75. 2013.

Undang – Undang tentang Pelayaran Nomor 17. 2008.