

**PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA CAR TERMINAL
TIPE DECK ON PILE DI PELABUHAN PATIMBAN, SUBANG,
PROVINSI JAWA BARAT**

Yola¹ dan Sri Murti Adiyastuti²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

[¹yolarohimah@gmail.com](mailto:yolarohimah@gmail.com) dan [²murtia704@gmail.com](mailto:murtia704@gmail.com)

Abstrak : Pembangunan Pelabuhan Patimban merupakan strategi pemerintah untuk mengurangi kelebihan kapasitas di Pelabuhan Tanjung Priok yang merupakan satu-satunya Pelabuhan Internasional di Jakarta. Pelabuhan Patimban akan melayani jenis muatan peti kemas dan kendaraan yang diangkut menggunakan kapal-kapal berukuran besar. Pada studi kasus Tugas Akhir mengenai Perencanaan Struktur Dermaga *Car Terminal Tipe Deck on Pile* di Pelabuhan Patimban, Subang, akan dibahas mengenai desain struktur dermaga berdasarkan kriteria desain yang digunakan sebagai syarat perencanaan struktur dengan mempertimbangkan kondisi eksisting pada lokasi studi. Tugas Akhir mencakup penentuan *layout* dermaga, dimensi dermaga, pemodelan struktur, dan *desain* penulangan struktur. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk mengetahui kehandalan struktur rencana terhadap beban yang bekerja pada struktur. Hasil dari pemodelan ini berupa nilai UCR (*Unity Check Ratio*), defleksi struktur, gaya dalam balok dan pelat, serta reaksi perletakan. Pemeriksaan nilai UCR dilakukan sebagai acuan desain struktur yang handal dan optimal dengan nilai berada pada rentang 0.8 hingga 1.0. Pemeriksaan nilai defleksi dilakukan sebagai aspek kemapulayanan struktur dengan nilai harus di bawah batas izin. Sedangkan pemeriksaan nilai rasio tulangan dilakukan untuk menentukan luas penampang optimal. Hasil dari Tugas Akhir meliputi rancangan *layout* dermaga, rancangan dermaga yang meliputi dimensi struktur dan dimensi elemen struktural, dan detail penulangan berdasarkan gaya dalam yang bekerja.

Kata Kunci: Dermaga, Struktur, Pemodelan, Car terminal

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dengan pertumbuhan ekonomi yang meningkat tajam dalam jumlah kargo yang ditangani pelabuhan Indonesia. Volume ekspor-impor kendaraan yang ditangani Pelabuhan Tanjung Priok sebagai satu-satunya pelabuhan internasional di Jakarta semakin meningkat, sehingga telah mencapai kapasitas maksimum terminal kendaraan. Di sisi lain, ada kemacetan lalu lintas kronis di sepanjang jalan masuk dan keluar wilayah Metropolitan Jakarta, sementara populasi dan lokasi industri di sebelah Timur wilayah Metropolitan Jakarta terus meningkat, akibatnya mengakibatkan kemacetan lalu lintas yang parah, hal ini menyebabkan biaya logistik yang tinggi dalam mengakses Pelabuhan Tanjung Priok dari Provinsi Jawa Barat, tempat kawasan industri utama berada.

Pembangunan Pelabuhan Patimban merupakan strategi pemerintah untuk mengurangi kelebihan kapasitas di Pelabuhan Tanjung Priok yang merupakan satu-satunya Pelabuhan Internasional di Jakarta, sehingga kapal-kapal besar dapat bersandar ke Pelabuhan Patimban yang kemacetan lalu lintas nya lebih rendah daripada di wilayah Jakarta. Pelabuhan Patimban akan melayani jenis muatan peti kemas dan kendaraan bermotor yang diangkut menggunakan kapal-kapal berukuran besar. *Car Terminal* Pelabuhan Patimban ini nantinya memiliki kapasitas tampung 250 ribu sampai 300 ribu kendaraan per tahun. Pembangunan Pelabuhan Patimban ini diharapkan juga dapat sebagai stimulator pengembangan wilayah di daerah Subang.

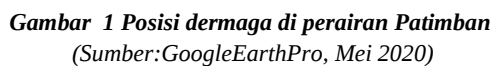
Tujuan

Tujuan dari laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Memilih ukuran kapal maksimum yang akan dioperasikan untuk dermaga yang akan

2. Menghitung beban-beban berupa beban tambat, labuh kapal, beban lingkungan dan beban mati maupun beban hidup yang bekerja pada dermaga.
3. Menentukan dimensi dermaga dan elemen struktur dermaga.
4. Menganalisis kekuatan struktur dermaga terhadap gaya yang bekerja pada struktur dermaga tersebut.
5. Menentukan dimensi tulangan pada elemen struktur dermaga.

Lokasi studi perancangan dermaga *car terminal* Tugas Akhir ini berada di Patimban, Subang, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Letak studi perancangan dermaga *car terminal* ditunjukkan pada Gambar 1.



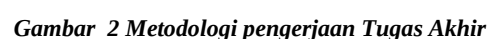
Standar desain yang digunakan dalam melakukan desain struktur dermaga pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

8. *OCDI-2002 Part VIII Chapter 2*
9. *OCDI-2002 Part VI Chapter 2*
10. *Port of Long Beach The Green Port-2015
Port of Long Beach Wharf Design Criteria
Version 4.0.*

Metodologi yang digunakan dalam laporan ini adalah:

1. Studi literatur dan pengumpulan data mengenai Pelabuhan Patimban.
2. Menentukan dimensi dermaga *deck on pile* berdasarkan ukuran kapal dan fasilitas dermaga sesuai standar perancangan.
3. Melakukan pengolahan data lingkungan yang meliputi *hindcasting* gelombang, analisis ekstrim angin dan gelombang, serta pemodelan transformasi gelombang untuk mendapatkan nilai parameter lingkungan.
4. Menentukan dimensi elemen struktur dermaga, yang terdiri dari tiang pancang, balok, *pile cap*, dan pelat.
5. Melakukan perhitungan pembebanan struktur dermaga yang terdiri atas beban vertikal dan beban horizontal, sesuai dengan kriteria desain perancangan dermaga. Beban vertikal terdiri dari beban mati dan beban hidup, sedangkan beban horizontal terdiri dari beban gelombang, beban arus, beban angin, beban gempa, beban *berthing*, dan beban *mooring*.
6. Melakukan pemodelan struktur dermaga dengan perangkat lunak analisis struktur SAP2000.
7. Melakukan detail desain penulangan struktur dermaga berdasarkan gaya dalam pada balok, lantai, dan tiang pancang dermaga.
8. Melakukan analisis daya dukung tanah terhadap struktur dermaga.

Tahapan pengerjaan Tugas Akhir tersebut dijelaskan dengan ilustrasi diagram alir pada Gambar 2.



III. PENGOLAHAN DATA SEKUNDER

Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut diambil dari data Badan Informasi Geospasial (BIG) di sekitar laut Patimban pada koordinat -6.2309 LS 107.8988 LT Data yang digunakan adalah data pasang surut selama satu bulan dimulai pada tanggal 1 Januari 2020 hingga 31 Januari 2020 dengan interval pengukuran setiap satu jam. Dengan melakukan analisis ekstrem *Least Square Method* dengan perangkat lunak ERGTide didapatkan elevasi penting pasang surut sebagai berikut: LWS= 0.00 m, MSL=+0.53 m LWS, dan HWS=+0.96 m LWS.

Data Arus

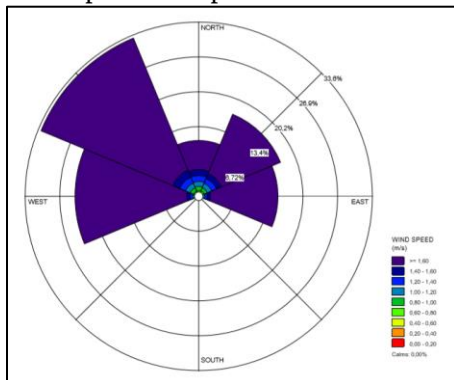
Pada lokasi rencana dermaga yang akan didesain, data arus didapatkan dari studi literatur. Telah didapat nilai kecepatan dari 2 sumber yang berbeda, yaitu:

1. Dokumen *Preparatory Survey on Patimban Port Development Project* kecepatan arus yang digunakan adalah dari survei desain Cilamaya Port di Tanjung Priok sebesar 0.1 m/s,
2. NOVELTIS atau dapat diunduh secara online di <http://tips.noveltis.com/> kecepatan arus tertinggi sebesar 0.5032 m/s $\approx$ 0.5 m/s.

Dari dua sumber kecepatan arus akan dipilih kecepatan yang paling besar yaitu 0.5 m/s.

Analisis Data Angin

Data angin didapat dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Data angin yang digunakan merupakan data angin dengan interval satu jam selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2010 hingga 2019. *Windrose* Patimban dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Windrose 10 tahun Patimban (blowing from)

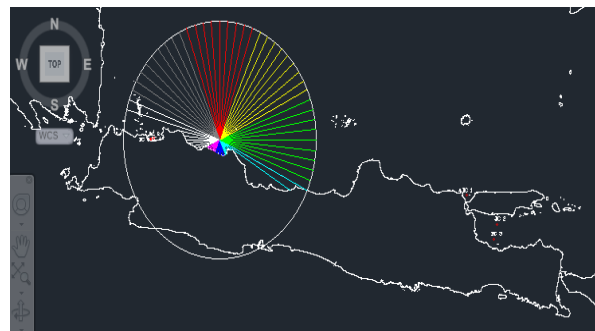
Tabel 1 Kecepatan Angin Maksimum Tiap Tahun

Tahun	Kecepatan Max Angin (m/s)				
	N	NE	E	W	NW
2010	11.26	11.26	11.26	11.26	11.26
2011	9.55	10.25	10.77	10.77	10.77
2012	11.98	11.98	11.98	11.98	11.98
2013	9.63	11.57	11.57	11.57	11.57
2014	10.53	10.53	10.53	10.53	10.53
2015	9.37	9.37	9.37	9.37	9.379
2016	9.95	9.95	9.95	9.95	9.95
2017	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08
2018	10.29	10.29	10.29	10.29	10.29
2019	9.56	9.56	9.56	9.56	9.56

Untuk mendapatkan data angin desain perlu dilakukan analisis nilai ekstrim. Sehingga kecepatan angin desain periode ulang 50 tahunan ialah sebesar 13.72 m/s dengan arah dominan dari Barat dan Barat Laut yang didapat dari data *windrose*.

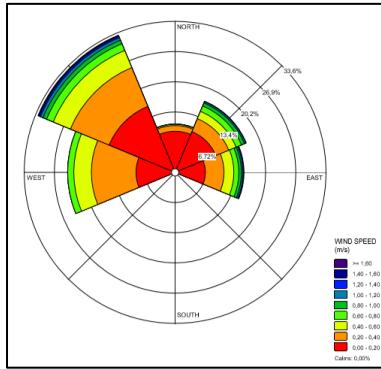
Data Gelombang

Metode yang dilakukan untuk perhitungan gelombang dilakukan dengan cara *hindcasting* dari data angin. Gambar 4 menunjukkan lokasi fetch yang dipakai untuk pengolahan. *Waverose* Patimban dapat dilihat pada Gambar 5.



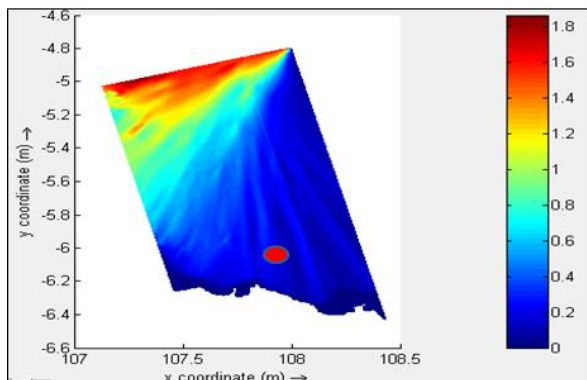
Gambar 4 Lokasi dan ilustrasi fetch

Fetch yang digambar pada laporan ini dibatasi jarak 200 km yang bersumber dari mata kuliah KL3203 Proses Pantai. Kecepatan angin yang relatif kecil di perairan Patimban berkemungkinan besar tidak akan mengubah nilai perhitungan secara signifikan jika dibandingkan dengan fetch yang tidak dibatasi. Tetapi untuk hasil yang lebih maksimal seharusnya *fetch* tidak dibatasi atau diteruskan hingga menyentuh pulau.



Gambar 5 Waverose 10 tahun Patimban (blowing from)

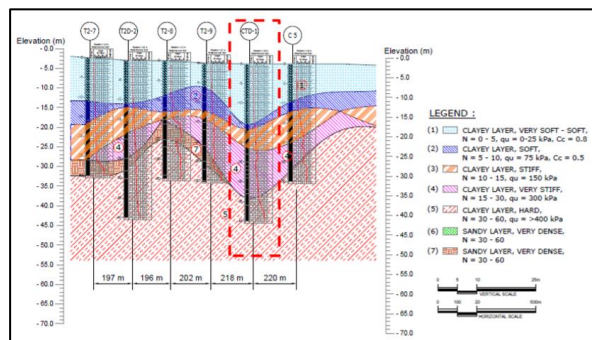
Gelombang desain sebelum transformasi pada lokasi rencana dermaga sebesar 1.64 m dengan arah dominan dari barat laut. Transformasi gelombang dimodelkan dengan bantuan perangkat lunak Delf Dashboard dan Delf3d. Setelah ditransformasi didapat $H_t = 0.5$ m seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pemodelan transformasi gelombang

Data Tanah

Data tanah didapatkan dari hasil pengeboran di lokasi rencana pembangunan dermaga seperti pada Gambar 7 dan Tabel 2.



Gambar 7 Grafik data antara N-SPT dan kedalaman tanah

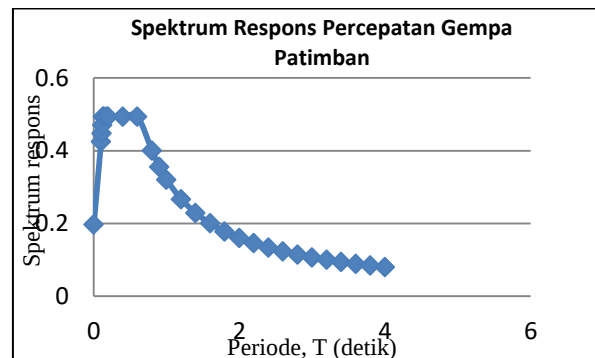
(Sumber: Detail Design Study of Phase 1-1 of New Port Development Project)

Tabel 2 Data N-SPT Lokasi Dermaga

Kedalaman, Z (m)	Ni	Ketebalan Lapisan, di (m)	Di/Ni
1	5	1	0.2
3	5	2	0.4
5	5	2	0.4
7	5	2	0.4
9	5	2	0.4
11	5	2	0.4
13	5	2	0.4
15	5	2	0.4
17	10	2	0.2
19	15	2	0.13
21	15	2	0.13
23	30	2	0.06
25	30	2	0.06
27	30	2	0.06
30	30	3	0.1

Analisis Gempa

Berdasarkan ketentuan SNI 1726:2012 Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung spektrum respon gempa dilokasi dermaga ditunjukkan Gambar 8.



Gambar 8 Spektrum respons gempa desain pada lokasi dermaga

Data Kapal

Menurut dokumen *The Preparatory Survey on Patimban Port Development Project*, dikatakan dermaga didesain untuk mampu mengakomodir kapal 29936 DWT sebagai *pure car carrier* dengan spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Kapal Rencana

Vessel Type	DWT (Ton)	LOA (m)	Lbp (m)	B (m)	D (m)	D (m)	DT (Ton)
Pure Car Carrier	29936	232	224	32.26	29	11.3	50500

Data Operasional

Dalam pemindahan barang dari kapal ke lapangan penumpukan tidak menggunakan alat apapun melainkan dengan roda yang dimiliki barang angkutan yang berupa kendaraan. Maka digunakan adalah traktor trailer 40 feet dengan dimensi pada Tabel 4 untuk mengangkut barang (kendaraan) dari lapangan penumpukan ke hinterland.

Tabel 4 Dimensi Traktor Trailer

Parameter	Dimensi
Panjang	15.8 m
Lebar	2.6 m
Tinggi	4.1 m
Berat trailer + muatan max	46000 kg

(Sumber: www.alibaba.com/40ft-flatbed-trailer-standard.)

Data Material

Material beton yang digunakan yaitu memiliki kuat tekan 35Mpa, kemudian untuk material baja yang digunakan adalah baja ASTM A252 Grade 3 dengan tegangan leleh 310 MPa dan Kuat tekan 455 Mpa, serta material baja tulangan yang digunakan adalah baja dengan kuat leleh 400 MPa.

IV. HASIL DAN ANALISIS

Fasilitas Tambat dan Sandar Dermaga

Dengan energi *berthing* (E_A) sebesar 875.96 kN m, fender yang digunakan yaitu fender jenis *SuperCone Fender* dari fantek *Fendering System* dengan tipe fender SCN1100 E3.1 dengan reaksi fender sebesar 1551 kN dan jarak antar fender sebesar 12 m.

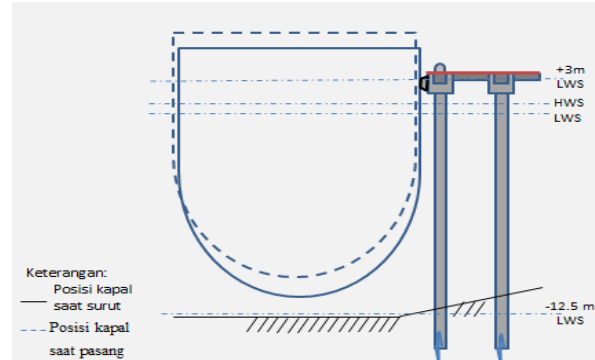
Gaya yang bekerja pada *bollard* sebesar 8.47 ton, sehingga dipilih *bollard* tipe *Tee bollard* dengan kapasitas 15 ton.

Elevasi Dermaga

Elevasi lantai dermaga didesain untuk menghindari masuknya air laut ke struktur. Parameter perhitungan elevasi dermaga terdiri dari HWS = 0.96 m, H_s = 0.5 m dan juga freeboard = 1.00 m, sehingga elevasi dermaga rencana dihitung sebagai berikut:

$$\text{Elevasi} = 0.96 + 0.5(0.5) + 1 = 2.21 \approx 3 \text{ m}$$

elevasi dermaga yang dilakukan dalam desain adalah 3 meter dari LWS yang ditunjukkan Gambar 9.

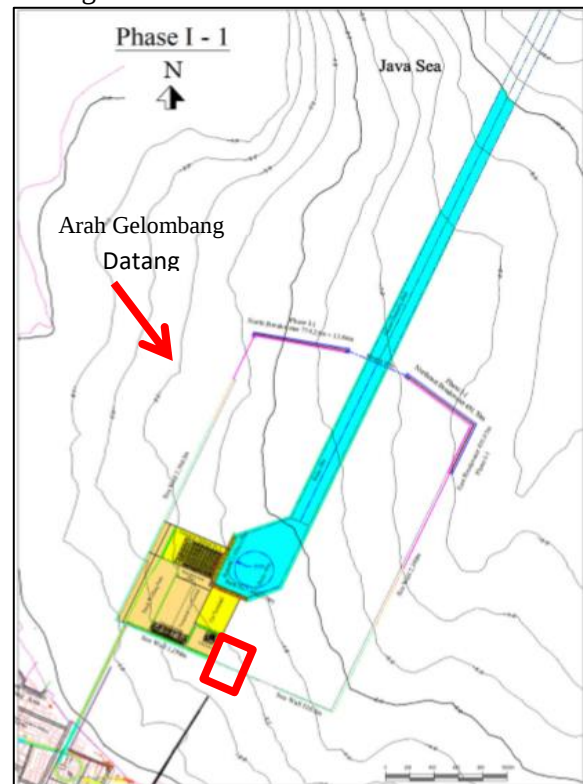


Gambar 9 Ilustrasi dermaga tampak samping

Layout Dermaga Rencana

Penentuan *layout* dermaga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan disekitar lokasi desain dermaga seperti arah gelombang dominan, arus, serta kontur batimetrinya. Berdasarkan data gelombang dominan, arus serta batimetri yang telah dibahas, maka dipilih *layout* dermaga seperti pada Gambar 10.

Terdapat alur pelayaran dan kolam putar di pelabuhan patimban. Kedalaman alur pelayaran sama dengan kedalaman perairan dermaga yaitu 12.5 m LWS dan lebar alur pelayaran sebesar 350 m. Sedangkan kolam putar pada perairan dermaga memiliki diameter 464 m.



Gambar 10 Dermaga car terminal Pelabuhan Patimban fase 1

Dimensi Struktur Dermaga

Menurut OCDI (2002) panjang dermaga desain 268 m dengan lebar dermaga yang disesuaikan dengan kebutuhan bongkar muat muatan yaitu sebesar 36 m.

Dimensi Elemen Struktur Dermaga

Pelat : 6 m x 6 m x 0.3 m
Balok : 6 m x 0.4 m x 0.7 m
Tiang pancang : OD1000, WT20
Pile cap : 2 m x 2 m x 1.5 m

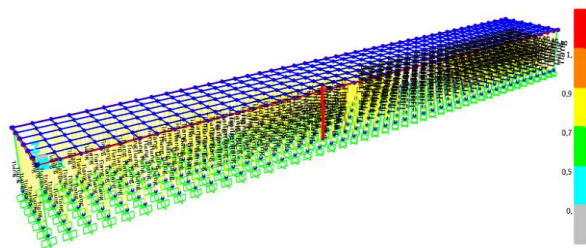
Pemodelan Struktur

Kombinasi pembebanan yang digunakan pada Tugas Akhir ini mengacu pada *Port of Long Beach* yang terdiri dari dua jenis kombinasi yaitu kondisi terfaktor (LRFD) dan kondisi tidak terfaktor (ASD). Tabel skenario kombinasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Kombinasi Pembebanan Berdasarkan Standar Port of Long Beach yang Dimodifikasi

Skenario	Faktor Kombinasi Pembebanan											
	D	L+P	SCm	EQ	E	W	Wv	BE	M	R-S+T	BU	C
I	1.20	1.60	1.60	-	1.60	1.00	1.00	-	-	1.20	1.20	1.20
II	0.90	-	0.90	-	1.60	1.00	1.00	-	-	1.20	1.00	1.20
III	1.20	1.00	1.20	-	1.60	1.00	1.00	1.60	-	-	1.20	1.20
IV	1.20	1.60	1.60	-	1.60	1.00	1.00	-	1.60	-	1.20	1.20
V	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-
VI	1.00	-	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-
VII	1.00	1.00	1.00	-	1.00	0.60	0.60	-	-	1.00	1.00	1.00
VIII	1.00	0.75	1.00	-	1.00	0.45	0.45	1.00	-	-	1.00	1.00
IX	1.00	1.00	1.00	-	1.00	0.60	0.60	-	1.00	-	1.00	1.00

Pemodelan struktur dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000. *Output* hasil pemodelan dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 11 Nilai UCR struktur

UCR maks=0.9001 COMB5b (1DL+1LL+1EQy)
Defleksi tiang izin = 0.1015 m
Defleksi tiang pancang = 0.09m COMB5b (1DL+1LL+ 1EQy)

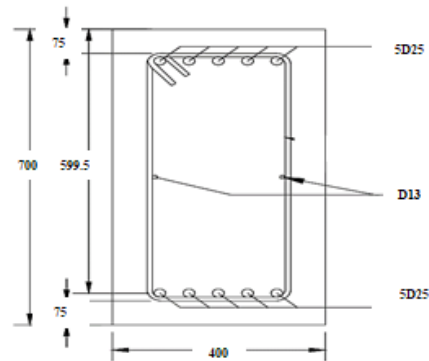
Penulangan Elemen Struktur

Penulangan elemen struktur dermaga didasari dari gaya dalam setiap elemen dermaga dari hasil

pemodelan. Perencanaan penulangan dijelaskan sebagai berikut:

1. Balok

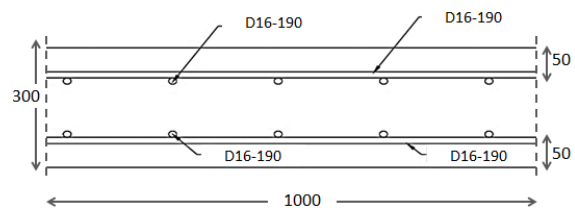
- Tebal selimut beton = 75 mm
- Tulangan lentur sisi bawah= 5D25
- Tulangan lentur sisi atas = 5D25
- Tulangan sengkang = D13-140



Gambar 12 Detail potongan penampang balok
(satuan gambar dalam mm)

2. Pelat

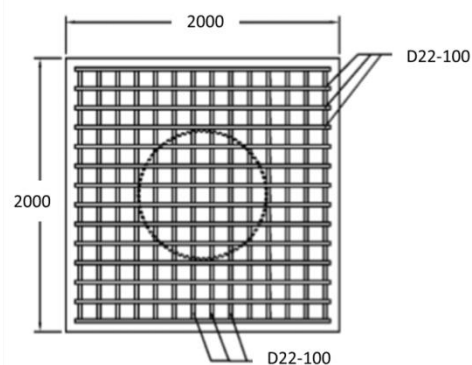
- Tebal selimut beton= 50 mm
- Tulangan lentur sisi bawah x= D16, spasi = 190 mm
- Tulangan lentur sisi atas x= D16, spasi = 190 mm
- Tulangan lentur sisi bawah y= D16, spasi = 190 mm
- Tulangan lentur sisi atas y= D16, spasi = 190 mm



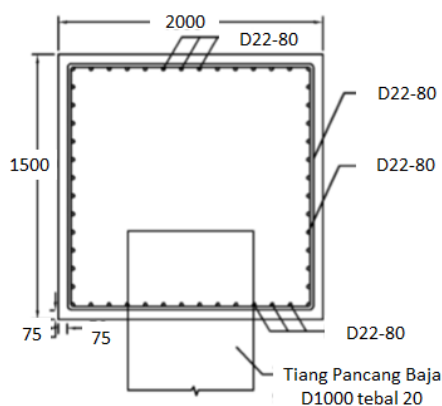
Gambar 13 Tampak samping tulangan pelat dermaga arah y
(Keterangan: Satuan dalam mm)

3. Pile Cap

- Tebal selimut beton= 75 mm
- Tulangan lentur sisi bawah= D22, spasi = 100 mm
- Tulangan lentur sisi atas= D22, spasi = 100 mm



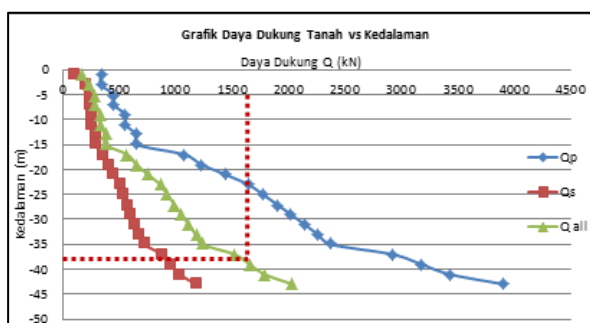
Gambar 14 Detail desain tulangan pile cap tampak atas
(Keterangan: Satuan dalam mm)



Gambar 15 Tampak samping pile cap
(Keterangan: Satuan dalam mm)

Perhitungan Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung tanah didasari oleh data tanah pada lokasi rencana dermaga berupa N-SPT. Untuk menentukan kedalaman pemancangan, daya dukung tanah harus memenuhi reaksi peletakan pada tiang pancang.



Gambar 16 Grafik hasil perhitungan daya dukung tanah dermaga

Dari hasil analisa struktur, nilai reaksi perletakan struktur dermaga adalah 1615.766 kN. Berdasarkan perhitungan kapasitas daya

dukung tanah dan grafik pada Gambar 16 yang memenuhi kebutuhan reaksi dan aman menahan reaksi berada pada kedalaman 39 meter dari dasar laut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Dermaga melayani kapal rencana terbesar berukuran 29936 DWT (*Pure Car Carrier*) dengan tipe struktur dermaga yaitu dermaga *full deck*, detail dan dimensi struktur dermaga dijelaskan sebagai berikut:
 - Dermaga berukuran 268 m × 36 m
 - Elevasi lantai dermaga = +3.0 m dari LWS
 - Kedalaman dermaga = -12.5 m dari LWS
- Fasilitas struktur dermaga yang digunakan untuk menahan beban *mooring* akibat gaya arus dan gelombang dan beban *berthing* kapal terbesar (29936 DWT), yaitu:
 - Fender
 - Jenis : SCN1100 E_{3.1} (*Fentek Catalogue*)
 - Kapasitas : $E_R = 886$ kN
 - Reaksi fender : $R_r = 1551$ kN
 - Bollard
 - Jenis : *Tee-bollard* 15 ton (*Trellerborg Marine System*)
- Detail elemen struktur adalah sebagai berikut:
 - Tiang pancang (*NIPPON STEEL*)
 - Material baja ASTM A525 *Grade 3*, $f_y = 310$ MPa
 - Diameter = 1000 mm
 - Tebal = 20 mm
 - Balok
 - Material beton, $f'_c = 35$ MPa
 - Dimensi= 6000 mm × 400 mm × 700 mm
 - Tebal selimut beton= 75 mm
 - Tulangan lentur sisi bawah = 5D25
 - Tulangan lentur sisi atas= 5D25
 - Tulangan sengkang = D13-140
 - Pelat
 - Material beton, $f'_c = 35$ MPa
 - Dimensi= 6000 mm × 6000 mm × 300 mm
 - Tebal selimut beton= 50 mm

- Tulangan lentur sisi bawah $x = D16$, spasi = 190 mm
 - Tulangan lentur sisi atas $x = D16$, spasi = 190 mm
 - Tulangan lentur sisi bawah $y = D16$, spasi = 190 mm
 - Tulangan lentur sisi atas $y = D16$, spasi = 190 mm
- 4) *Pile Cap*
- Material beton, $f'_c = 35$ MPa
 - Dimensi = 2000 mm $\times$ 2000 mm $\times$ 1500 mm
 - Tebal selimut beton = 75 mm
 - Tulangan lentur sisi bawah = D22, spasi = 80 mm
 - Tulangan lentur sisi atas = D22, spasi = 80 mm
4. Dermaga dirancang untuk dapat menahan kombinasi beban yang bekerja di antaranya:
- Berat sendiri struktur (*dead load*) yang terdiri dari elemen struktural yaitu tiang pancang, *pile cap*, pelat, dan balok.
 - Beban mati tambahan (*superimposed dead load*) dari fasilitas dermaga, yaitu *bollard* dan fender.
 - Beban hidup seperti beban kendaraan inspeksi, beban muatan berupa kendaraan, dan beban manusia.
 - Beban akibat kapal berlabuh (*berthing load*).
 - Beban akibat tambatan kapal (*mooring*) yang disebabkan angin dan arus.
 - Beban lingkungan pada struktur dermaga yaitu beban arus, gelombang, dan gempa.
- Dari semua beban yang bekerja pada dermaga, hasil pemodelan struktur dermaga dengan menggunakan SAP2000 adalah sebagai berikut.
- a) Defleksi maksimum
- Arah x : 0.067 m COMB11a (1DL + 0.75LL + 0.75EQ_x)
 - Arah y : 0.069 m COMB11b (1DL + 0.75LL + 0.75EQ_y)
- b) Reaksi maksimum z tarik struktur dermaga : 320.326 kN
- c) *Unity Check Ratio* (UCR) maks. : 0.082 COMB11b (1DL + 0.75LL + 0.75EQ_y)
- Keterangan: DL = *Dead Load*; LL = *Live Load*; EQ_x = Gempa arah x ; EQ_y = Gempa arah y
5. Kedalaman rencana pemancangan pondasi sesuai daya dukung yang dibutuhkan yaitu 37 m dari dasar laut.
6. Dengan mengubah peta gempa 2500 tahun yang biasa digunakan untuk bangunan atau gedung menggunakan peta gempa 1000 tahun yang biasa digunakan untuk jembatan, untuk menentukan nilai SS dan $S1$, nilai spektrum gempa berubah dan berkurang nilai maksimumnya memberikan pengaruh pada nilai defleksi yaitu defleksi akan semakin berkurang.
7. Nilai *fixity point* yang tidak besar pada laporan ini memberikan analisis defleksi yang kecil karena kekakuan pile besar.
8. Memperbesar jarak antar tiang pancang akan memperbesar nilai UCR sehingga akan memperoleh struktur yang lebih optimum.
- Saran dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sebagai berikut:
1. Lebih detail dalam perhitungan manual sebelum memasuki tahap pemodelan agar menghasilkan struktur yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 1725-2016: Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- . 2012. SNI 1726-2012: Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- . 2015. SNI 1729-2015: Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- . 2013. SNI 2847-2013: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*. Stamford: Cengage Learning.
- . 2016. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: BSN.
- British Standard. (1994). BS 6349-4 Code of Practice for Design of Fendering and Mooring System. London: BSI.

British Standard. (2000). BS 6349-1 Code of Practice for General Criteria. London: BSI.

British Standard. (2010). BS 6349-2 Code of practice for the design of Quay Wall, Jetties, and Dolphin. London: BSI.

Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*. Stamford: CENGAGE Learning.

Detail Design Study of Phase1-1 of New Port Development Project.2017.

Fentek Marine Fendering Systems. 2002. *Fender Catalogue*. Hamburg: Fentek Marine Fendering Systems.

Nippon Steel (2019). *Steel Pipe Piles*.

Paramashanti. *Slide Mata Kuliah KL3102 Struktur Beton Bertulang.Lentur Balok Segiempat Tulangan Tunggal. 2018/2019*. Bandung: ITB.

PIANC (2002). *Harbour Approach Channels Design Guidelines*.

Port of Long Beach The Green Port (2015). Port of Long Beach Wharf Design Criteria Version 4.0.

The Preparatory Survey on Patimban Port Development Project.2017.

Thoresen, Carl A. 2014. *Port Designer's Handbook*. London: ICE Publishing.