

PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS FASE 1-1 PELABUHAN PATIMBAN, KABUPATEN SUBANG, PROVINSI JAWA BARAT

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Oleh
Mohammad Fajri Raazaq Ramadhan
NIM 15516075



**PROGRAM STUDI TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2020**

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir Sarjana

**PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS FASE 1-
1 PELABUHAN PATIMBAN, KABUPATEN SUBANG, PROVINSI JAWA
BARAT**

Adalah benar dibuat oleh saya sendiri dan belum pernah dibuat dan diserahkan sebelumnya baik sebagian atau pun seluruhnya, baik oleh saya maupun orang lain, baik di ITB maupun institusi pendidikan lainnya.

Bandung, 29 Juni 2020
Penulis



Mohammad Fajri Raazaq Ramadhan
NIM 15516075



Bandung, 29 Juni 2020
Pembimbing

Sri Murti Adiyastuti, Ph.D.
NIP 19620407 199512 2 001

Mengetahui:
Program Studi Teknik Kelautan
Ketua,

Andojo Wurjanto, Ph.D
NIP 1960330 198503 1 007

**PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS FASE 1-1
PELABUHAN PATIMBAN, KABUPATEN SUBANG, PROVINSI JAWA BARAT**
*Design Structure Container Berth Phase 1-1 Port of Patimban, Subang Regency, West Java
Province*

Mohammad Fajri Raazaq Ramadhan¹ dan Ir. Sri Murti Adiyastuti, M.Sc., Ph.D.²

Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132

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

Abstrak: Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu provinsi dengan sektor industri pengolahan terbesar. Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No.87 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Pelabuhan Patimban, sektor industri pengolahan bahkan menjadi sektor dengan kontribusi paling tinggi terhadap produk domestik regional bruto Provinsi Jawa Barat dengan mencapai hingga 43.03%. Dengan besarnya sektor industri pengolahan di Jawa Barat, 70% kargo di dalam negeri dihasilkan di pulau Jawa dengan salah satu pusatnya di Jawa Barat. Namun, besarnya kargo yang dihasilkan tidak sebanding dengan fasilitas yang ada karena Jawa Barat masih mengandalkan Pelabuhan Tanjung Priok sebagai pelabuhan utama untuk proses distribusi barang melalui laut. Selain itu, penggunaan Pelabuhan Tanjung Priok juga membuat biaya akomodasi meningkat akibat tingginya tingkat kemacetan di sekitar Pelabuhan Tanjung Priok sehingga meningkatkan biaya-biaya yang seharusnya dapat dipangkas. Atas dasar pertimbangan tersebut, maka dibangunlah fasilitas yang dapat mengakomodasi kegiatan distribusi kargo melalui jalur laut, yaitu pelabuhan dengan salah satu komponen utama berupa struktur dermaga. Struktur dermaga yang dibangun di Pelabuhan Patimban salah satunya merupakan struktur dermaga untuk terminal peti kemas yang dibangun di utara Kabupaten Subang. Pada Tugas Akhir mengenai Perancangan Struktur Dermaga Terminal Peti Kemas Fase 1-1 Pelabuhan Patimban, dibahas mengenai desain struktur dermaga berdasarkan kriteria desain yang digunakan sebagai syarat perancangan struktur dermaga. Perancangan struktur dermaga mencakup pengumpulan dan pengolahan data sekunder, perhitungan dimensi struktur dermaga dan elemen struktural dermaga, pemodelan struktur dermaga, desain penulangan elemen struktural dermaga, dan analisis daya dukung tanah. Pada Tugas Akhir ini, hasil pengumpulan dan pengolahan data sekunder digunakan untuk mendapatkan dimensi awal struktur dermaga dan elemen struktural dermaga. Dimensi awal struktur dan elemen struktural dermaga kemudian digunakan untuk pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk mengetahui kehandalan struktur terhadap beban yang bekerja. Hasil pemodelan berupa *unity check ratio*, defleksi struktur, gaya dalam, dan reaksi perletakan. Gaya dalam digunakan untuk penulangan dan reaksi perletakan digunakan untuk analisis daya dukung tanah. Hasil akhir dari Tugas Akhir ini berupa rancangan dimensi struktur dan elemen struktural dermaga, detail penulangan, dan kedalaman rencana pemancangan.

Kata Kunci: Dermaga, Struktur, Peti Kemas, Pemodelan

Abstract: West Java Province is one of the provinces with the largest manufacturing sector. According to Keputusan Menteri Perhubungan No.87 of 2017 concerning the Patimban Port Master Plan, the manufacturing sector has even become the sector with the highest contribution to the gross regional domestic product of West Java Province, reaching up to 43,03%. With the large manufacturing sector in

West Java, 70% of domestic cargo is produced on the island of Java, with one of its centers in West Java. However, the amount of cargo produced is not comparable to existing facilities because West Java still relies on Tanjung Priok Port as the main port for the distribution of goods by sea. In addition, the use of Tanjung Priok Port also increases accommodation costs due to the high level of congestion around Tanjung Priok Port, thus increasing costs that should be trimmed. Consider to these, facilities were built that could accommodate cargo distribution activities by sea, a port with one of the main components in the form of a berth structure. One of the berth structures built at Patimban Port is a berth structure for a container terminal built in the north of Subang Regency. In this Final Project regarding the Design of Container Terminal Port Structures Phase 1-1 Patimban Port, discussed the design of the berth structure based on the design criteria used as a requirement for designing the berth structure. The design of the berth structure includes the collection and processing of secondary data, the calculation of the dimensions of the berth structure and the structural elements of the berth, the modeling of the berth structure, the design of the reinforcement of the structural elements of the berth, and the analysis of the bearing capacity of the soil. In this final project, the results of secondary data collection and processing are used to obtain the initial dimensions of the berth structure and the structural elements of the berth. The initial dimensions of the structure and the structural elements of the berth are then used for modeling using SAP2000 software to determine the reliability of the structure against working loads. The modeling results are in the form of unity check ratio, structural deflection, internal force, and placement reaction. Internal force is used for reinforcement and the laying reaction is used for soil bearing capacity analysis. The final result of this final project is a design of the dimensions of the structure and structural elements of the berth, details of reinforcement, and depth of the piling plan.

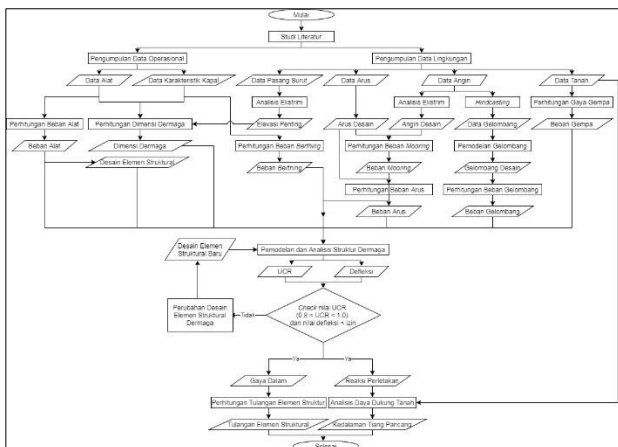
Keyword: Berth, Structure, Container, Modelling

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan dua per tiga perairan. Salah satu pemanfaatan perairan adalah sebagai sarana transportasi logistik. Jawa Barat dengan hasil sektor industri pengolahan yang tinggi merupakan salah satu daerah yang sangat didukung dengan adanya transportasi logistik. Namun, Jawa Barat masih mengandalkan Pelabuhan Tanjung Priok sehingga memiliki biaya akomodasi yang tinggi. Maka, dibutuhkan pelabuhan yang baru di Jawa Barat untuk menekan biaya akomodasi dan menekan waktu akibat kemacetan di sekitar Pelabuhan Tanjung Priok. Fasilitas yang menunjang di pelabuhan adalah struktur dermaga sebagai tempat bertambat kapal dan tempat kegiatan bongkar muat. Sehingga, dibutuhkan perancangan struktur dermaga sebagai fasilitas yang dapat menunjang kegiatan bongkar muat untuk membantu sektor industri pengolahan di Jawa Barat.

TEORI DAN METODOLOGI

Gambaran metodologi pengerjaan Tugas Akhir dalam perancangan struktur dermaga terminal peti kemas fase 1-1 di Pelabuhan Patimban, Kabupaten Subang, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Perancangan dermaga dilakukan berdasarkan standar utama, yaitu *British Standar 6349-1:2000*, *British Standar 6349-2:1988*, dan *British Standar 6349-4:1994*. Untuk hal-hal yang tidak diatur dalam standar utama, digunakan SNI 1726:2012, SNI 03-2847:2002, SNI 2847:2013, SNI 1729:2015, dan SNI 1725:2016. Perancangan dermaga mencakup penentuan dimensi dermaga berupa kedalaman perairan, elevasi dermaga, panjang dermaga, lebar dermaga, dimensi layout dermaga, serta dimensi elemen struktural dermaga.

Selain itu, perancangan dermaga mencakup penentuan beban yang bekerja pada dermaga. Beban dermaga diantaranya adalah beban berlabuh, beban bertambat, beban lingkungan, dan beban operasional.

Beban berlabuh dihitung dengan persamaan (1).

$$E = 0.5 C_M M_D V_B^2 C_E C_S C_C \quad (1)$$

- E : Energi berlabuh (kJ m)
 C_M : Koefisien hidrodinamik massa
 M_D : *Displacement* kapal (ton)
 V_B : Kecepatan berlabuh kapal (m/s)
 C_E : Koefisien eksentrisitas
 C_S : Koefisien kekasaran
 C_C : Koefisien konfigurasi tambat

Beban bertambat akibat angin dihitung dengan persamaan (2) dan (3).

$$F_{TW} = C_{TW} \rho_A A_T V_W^2 \times 10^{-4} \quad (2)$$

$$F_{LW} = C_{LW} \rho_A A_L V_W^2 \times 10^{-4} \quad (3)$$

- F_{TW} : Gaya angin arah transversal (kN)
 F_{LW} : Gaya angin arah longitudinal (kN)
 C_{TW} : Koefisien gaya angin arah transversal
 C_{LW} : Koefisien gaya angin arah longitudinal
 ρ_A : Massa jenis angin (kg/m³)
 A_L : Area proyeksi arah longitudinal di atas muka air (m²)

A_T : Area proyeksi arah transversal di atas muka air (m^2)

V_W : Kecepatan angin desain pada 10 m diatas permukaan laut (m/s)

Sedangkan, beban bertambat akibat arus dihitung dengan persamaan (4) dan (5)

$$F_{TC} = C_{TC} C_{CT} \rho L_{BP} d_m V_C'^2 \times 10^{-4} \quad (4)$$

$$F_{LC} = C_{LC} C_{CL} \rho B d_m V_C'^2 \times 10^{-4} \quad (5)$$

F_{TC} : Gaya arus arah transversal (kN)

F_{LC} : Gaya arus arah longitudinal (kN)

C_{TC} : Koefisien gaya seret arus arah transversal

C_{LC} : Koefisien gaya seret arus arah longitudinal

C_{CT} : Faktor koreksi kedalaman arah gaya arus transversal

C_{CL} : Faktor koreksi kedalaman gaya arus arah longitudinal

ρ_{sw} : Massa jenis air laut (kg/m^3)

L_{BP} : Panjang garis air pada lambung (*hull*) kapal (m)

B : Panjang *beam* kapal (m)

d_m : Draft rata-rata kapal (m)

V_C' : Kecepatan arus (m/s)

Beban lingkungan berupa beban arus berdasarkan dokumen *Environmental Impact Assessment Report of New Port Development Project*, beban gelombang, dan beban gempa dihitung secara otomatis dengan perangkat lunak analisis struktur SAP2000. Sedangkan, beban operasional terdiri atas beban manusia, beban *container truck*, dan beban *container crane*.

HASIL DAN ANALISA

A. DATA SEKUNDER

Data sekunder yang digunakan berupa data lingkungan, data karakteristik kapal, dan data operasional. Data lingkungan merupakan data yang menunjukkan kondisi lingkungan di sekitar

dermaga yang berupa kondisi pasang surut, arus, angin, dan gelombang seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan data tanah seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Data Lingkungan

Data Lingkungan	Nilai	Satuan
Highest Water Spring (HWS)	0,4681	mMSL
Mean High Water Spring (MHWS)	0,3645	mMSL
Mean High Water Level (MHWL)	0,2027	mMSL
Mean Sea Level (MSL)	0	mMSL
Mean Low Water Level (MLWL)	-0,204	mMSL
Mean Low Water Spring (MLWS)	-0,447	mMSL
Lowest Water Spring (LWS)	-0,546	mMSL
Tinggai Pasang	1,0136	cm
Kecepatan Arus Maksimum	0,1	m/s
Kecepatan Angin Maksimum	10,84	m/s
Tinggi Gelombang Maksimum	0,7	m
Periode Gelombang Maksimum	9,63	s

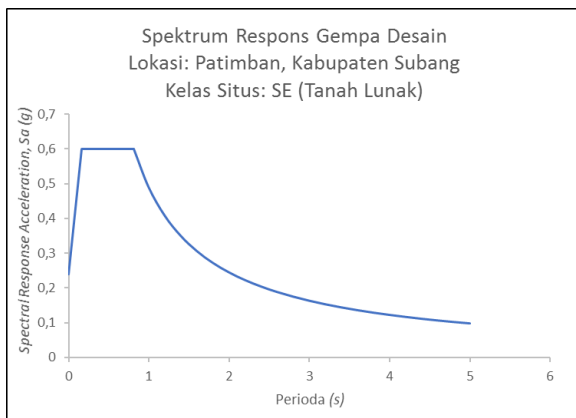
Tabel 2 Data Tanah

Kedalaman (m)	N SPT	Kedalaman (m)	N SPT	Kedalaman (m)	N SPT	Kedalaman (m)	N SPT
1,45	1	16,45	14	31,45	26	46,45	26
2,45	1	17,45	21	32,45	31	47,45	33
3,45	1	18,45	32	33,45	33	48,45	37
4,45	1	19,45	40	34,45	31	49,45	39
5,45	4	20,45	13	35,45	33	50,45	44
6,45	1	21,45	19	36,45	27	51,45	44
7,45	1	22,45	22	37,45	35	52,45	40
8,45	1	23,45	19	38,45	31	53,45	43
9,45	7	24,45	15	39,45	25	54,45	45
10,45	8	25,45	13	40,45	30	55,45	40
11,45	8	26,45	20	41,45	33	56,45	32
12,45	11	27,45	20	42,45	36	57,45	23
13,45	9	28,45	26	43,45	34	58,45	25
14,45	10	29,45	28	44,45	31	59,45	45
15,45	12	30,45	30	45,45	27	60,45	46

Data karakteristik kapal berdasarkan dokumen *Final Report for Detailed Design Study of Phase 1-1 of New Port Development Project*, mencakup data kapal maksimum yang memiliki karakteristik kapasitas 143.000 DWT dengan panjang 367 m, lebar 45,5 m, dan *draft* maksimum sebesar 15,5 m. Sedangkan, data operasional mencakup data *ship to shore container crane* dengan berat total 1050 ton dan jarak antar kaki 30 m dan data *trailer truck* dengan beban total 500 kN.

B. BEBAN DERMAGA

Beban yang bekerja pada dermaga terbagi atas beban yang bekerja dalam arah horizontal dan beban yang bekerja dalam arah vertikal. Rangkuman pembebanan yang bekerja pada dermaga ditunjukkan pada Tabel 3 dengan *input* beban gempa dengan menggunakan spektrum respons gempa ditunjukkan pada Gambar 2. Seluruh pembebanan dijadikan *input* dalam analisis struktur berdasarkan *American Society of Civil Engineer, ASCE 7-10*.



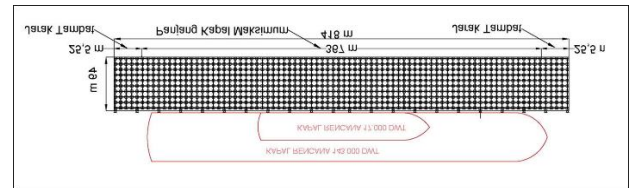
Gambar 2 Spektrum Respons Gempa

Tabel 3 Rangkuman Beban Dermaga

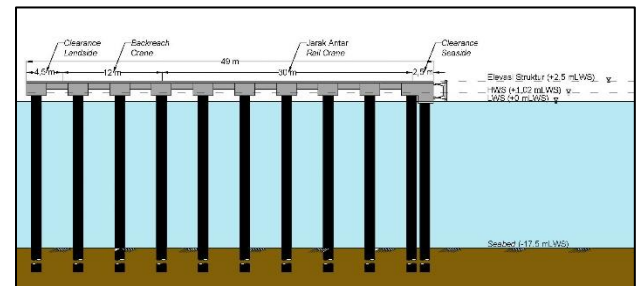
No	Load Case	Jenis Beban	Besar Beban	Satuan
1	Beban <i>pile cap</i> 1	Beban Mati	203,42	kN
2	Beban <i>pile cap</i> 2	Beban Mati	610,26	kN
3	Beban <i>pile cap</i> 3	Beban Mati	203,42	kN
4	Beban <i>fender</i>	Beban Mati	71,32	kN
5	Beban <i>bollard</i>	Beban Mati	1,17	kN
6	Beban <i>rail crane</i>	Beban Mati	0,5	kN/m
7	Beban <i>ship to shore crane</i>	Beban Mati	9x441,5	kN/m
8	Beban manusia	Beban Hidup	5	kN/m ²
9	Beban garis terpusat lajur	Beban Hidup	9	kN/m ²
10	Beban terbagi rata lajur	Beban Hidup	49	kN/m
11	Beban berlabuh	Beban Hidup	1670	kN
12	Beban bertambat <i>spring line</i>	Beban Hidup	x: 25,55 y: -144,91 z: 254,871	kN
13	Beban bertambat <i>stern line</i>	Beban Hidup	x: 104,05 y: -104,05 z: 254,871	kN
14	Beban bertambat <i>breast line</i>	Beban Hidup	x: 0 y: -147,15 z: 254,871	kN
15	Beban gelombang	Beban Lingkungan	Hs: 0,70 m Ts: 9,63 s	-
16	Beban arus	Beban Lingkungan	0,11	kN/m
17	Beban gempa	Beban Lingkungan	-	-

C. STRUKTUR DERMAGA PETI KEMAS

Struktur dermaga peti kemas memiliki panjang 418 m dengan lebar 49 m yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat kapal. Ilustrasi tampak atas dan tampak samping dermaga ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Tampak Atas Struktur Dermaga

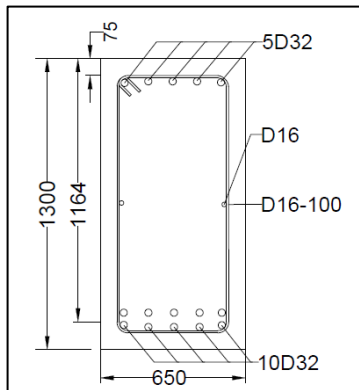


Gambar 4 Tampak Samping Struktur Dermaga

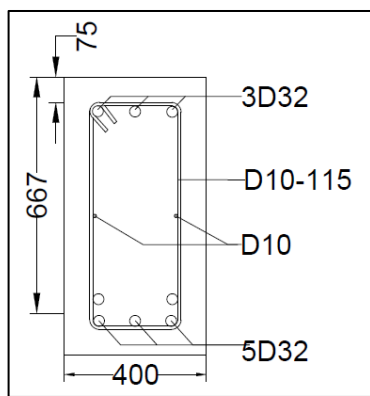
Dimensi struktur dermaga dan nilai beban yang bekerja pada dermaga digunakan sebagai input dalam analisis struktur. Selain itu, dimensi elemen struktural awal yang dihitung berdasarkan PBI 2014, juga dijadikan input dalam analisis struktur tersebut yang menghasilkan nilai defleksi pada tiang pancang dan pada balok. Nilai defleksi pada tiang pancang akibat beban tetap memiliki nilai maksimum sebesar 1,31 cm dengan batas izin 5,184 cm, nilai defleksi pada tiang pancang akibat beban sementara maksimum sebesar 10,84 cm dengan batas izin 12,96 cm, dan nilai defleksi pada balok dengan nilai maksimum sebesar -0,8 cmdengan batas izin -1,04 cm. Selain itu, nilai *unity check ratio* maksimum sebesar 0,901 dengan kondisi optimum dalam rentang 0,8 hingga 1,0.

Berdasarkan *CSI Analysis Reference Manual*, perangkat lunak analisis struktur SAP2000 juga

memiliki hasil keluaran berupa gaya dalam elemen struktural dermaga yang digunakan untuk penentuan tulangan seperti ditunjukkan pada Gambar 5 untuk detail penulangan balok crane dan Gambar 6 untuk detail penulangan balok biasa.

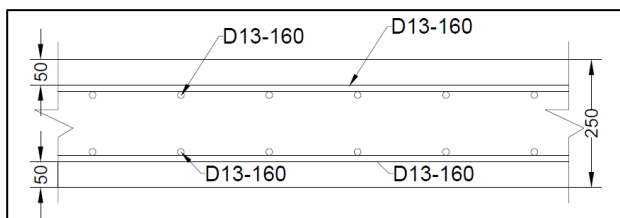


Gambar 5 Detail Potongan Penampang Balok Crane



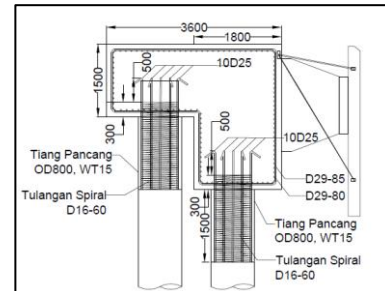
Gambar 6 Detail Potongan Penampang Balok Biasa

Perangkat lunak analisis struktur juga menghasilkan gaya dalam untuk elemen struktural pelat berupa momen lentur atas dan momen lentur bawah yang digunakan untuk melakukan desain tulangan lentur pelat dua arah seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

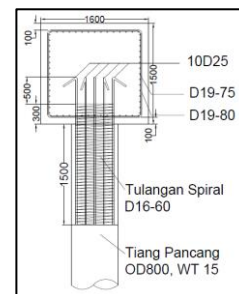


Gambar 7 Detail Potongan Penampang Pelat

Pada desain tulangan elemen struktural *pile cap*, digunakan nilai rasio tulangan minimum, $\rho_{min}=0,0018$, rasio tulangan dowel minimum, $\rho_{min}=0,005$, dan rasio tulangan spiral minimum, $\rho_{min}=0,0203$ yang menghasilkan desain tulangan *pile cap fender* ditunjukkan pada Gambar 8 dan desain tulangan *pile cap* biasa ditunjukkan pada Gambar 9.

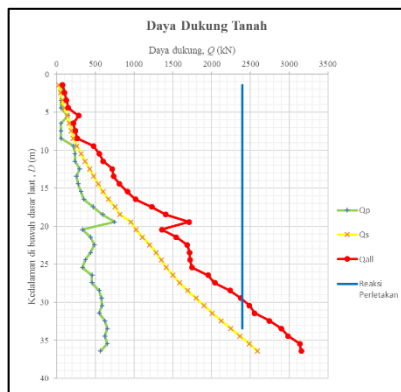


Gambar 8 Detail Potongan Tampak Samping *Pile Cap Fender*



Gambar 9 Detail Potongan Tampak Samping *Pile Cap Biasa*

Perangkat lunak analisis struktur juga menghasilkan reaksi perletakkan maksimum pada tiang pancang sebesar 2393,8 kN yang digunakan untuk analisis daya dukung tanah berdasarkan persamaan dalam *Principles of Foundation Engineering Eight Edition*. Analisis daya dukung tanah menunjukkan tiang pancang harus dipancang hingga kedalaman 29,614 m dari permukaan dasar laut dengan grafik daya dukung tanah ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik Daya Dukung Tanah

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Perencanaan struktur dermaga pada Tugas Akhir ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dermaga direncanakan melayani kegiatan operasi bongkar muat dengan komoditas berupa peti kemas. Kapal terbesar yang direncanakan berlabuh di dermaga rencana memiliki ukuran 143.000 DWT. Dermaga yang direncanakan dibangun sebagai dermaga tipe struktur terbuka memiliki panjang 417 m dengan lebar 49 m. Dermaga direncanakan memiliki elevasi struktur sebesar +2,5 mLWS dengan kedalaman perairan rencana sebesar -17,5 mLWS. Dermaga didesain terdiri atas empat elemen struktural, yaitu tiang pancang, pelat, balok, dan *pile cap* dengan rincian dimensi sebagai berikut:
 - a. Tiang pancang memiliki diameter luar sebesar 800 mm dengan tebal tiang sebesar 15 mm.
 - b. Pelat memiliki panjang dan lebar seragam, yaitu 5 m dengan tebal sebesar 250 mm.
 - c. Terdapat tiga tipe balok yang digunakan, yaitu balok 1 dengan tinggi sebesar 1300 mm dan lebar sebesar 650 dan balok 2 dan 3 dengan tinggi sebesar 800 mm dan lebar sebesar 400 mm.

- d. Terdapat tiga tipe *pile cap* yang digunakan, yaitu *pile cap* 1 dan 3 dengan tinggi sebesar 1,5 m, panjang 1,6 m, dan lebar 1,6 m dan *pile cap* 2 dengan tinggi sebesar 3 m, panjang 3,6 m, dan lebar 2,4 m.

Selain itu, dermaga dirancang memiliki aksesoris berupa *fender* dan *bollard* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. *Fender* yang digunakan merupakan *fender Fentek* dengan tipe *fender SCN 1600-E0.9* yang memiliki energi maksimum sebesar 1382 kNm dan reaksi maksimum 1670 kN. *Fender* dilengkapi dengan panel *fender* yang memiliki tinggi sebesar 3,5 m dan lebar 2,5 m.
 - b. *Bollard* yang digunakan merupakan *bollard Trelleborg* dengan kapasitas sebesar 30 ton.
2. Dermaga dirancang memiliki desain optimum, yaitu kapasitas dermaga mampu memenuhi kebutuhan dengan kondisi nilai *unity check ratio* dan nilai defleksi memenuhi kondisi dimana nilai *unity check ratio* maksimum adalah sebesar 0,902 yang berarti memenuhi kondisi lebih dari 0,8 dan kurang dari 1. Selain itu, nilai defleksi pada tiang pancang akibat beban tetap memiliki nilai maksimum 1,312 cm dengan batas izin 5,184 cm, nilai defleksi pada tiang pancang akibat beban sementara memiliki nilai maksimum 10,85 cmdengan batas izin 12,96 cm, dan nilai defleksi pada balok memiliki nilai maksimum sebesar 0,825 cm dengan batas izin 1,042 cm.
 3. Dermaga dirancang memiliki detail penulangan elemen struktur dermaga sebagai berikut:
 - a. Balok 1
 - Dimensi = 5000 mm × 650 mm × 1300 mm
 - Tebal selimut beton = 75 mm
 - Tulangan lentur sisi atas = 5D32
 - Tulangan lentur sisi bawah = 10D32
 - Tulangan kulit = D16

- Tulangan sengkang = D16-100
- b. Balok 2 dan 3
 - Dimensi = 5000 mm × 400 mm × 800 mm
 - Tebal selimut beton = 75 mm
 - Tulangan lentur sisi atas = 3D32
 - Tulangan lentur sisi bawah = 5D32
 - Tulangan kulit = D10
 - Tulangan sengkang = D10-115
- c. Pelat
 - Dimensi = 5000 mm × 5000 mm × 250 mm
 - Tebal selimut beton = 50 mm
 - Tulangan lentur sisi atas x = D13-160
 - Tulangan lentur sisi bawah x = D13-160
 - Tulangan lentur sisi atas y = D13-160
 - Tulangan lentur sisi bawah y = D13-160
- d. *Pile Cap* 1 dan 3
 - Dimensi = 1600 mm × 1600 mm × 1500 mm
 - Tebal selimut beton = 100 mm
 - Tulangan lentur sumbu-x = D19-75
 - Tulangan lentur sumbu-y = D19-80
 - Tulangan dowel = 10D25
 - Tulangan spiral = D16-60
- e. *Pile Cap* 2
 - Dimensi = 3600 mm × 2400 mm × 1500 mm
 - Tebal selimut beton = 100 mm
 - Tulangan lentur sumbu-x = D29-80
 - Tulangan lentur sumbu-y = D29-85
 - Tulangan dowel = 10D25
 - Tulangan spiral = D16-60
- 4. Dermaga direncanakan memiliki pondasi berupa tiang pancang dengan kebutuhan kedalaman pancang sebesar 30,45 m dibawah permukaan dasar laut.

B. SARAN

Pada Tugas Akhir ini, terdapat saran dalam pengerjaannya sebagai berikut:

1. Disarankan melakukan pembahasan dan perhitungan lebih lanjut terkait metode konstruksi elemen struktural dermaga seperti apakah elemen struktural akan menggunakan metode *cast in situ* atau *precast*.
2. Disarankan melakukan pertimbangan penggunaan tiang pancang yang berbeda seperti penggunaan tiang pancang dengan diameter luar lebih besar untuk tiang pancang yang menahan beban *crane* daripada tiang pancang yang menahan beban selain beban *crane* agar mendapatkan nilai analisis struktur berupa *unity check ratio* yang lebih optimum
3. Disarankan menggunakan perangkat lunak jenis baru seperti perangkat lunak Tekla untuk mendapatkan desain elemen struktural dermaga dalam bentuk tiga dimensi. Desain elemen struktural dalam bentuk tiga dimensi memiliki kelebihan, yaitu visualisasi yang dapat lebih mudah dibayangkan. Selain itu, penggunaan perangkat lunak Tekla juga dapat digunakan untuk mengetahui volume komponen elemen struktural dermaga seperti beton dan baja tulangan yang dapat digunakan untuk perhitungan lebih lanjut seperti perhitungan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers. (2010). *Minimum Design Load of Building and Other Structure*. Virginia: American Society of Civil Engineers.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847:2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur*

- Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 1729: 2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.
- British Standar. (1988). *BS 6349-2:1988 Maritime Structures Part 2: Design of Quay Walls, Jetties, and Dolphins*. London: BSI.
- British Standard. (1994). *BS 6349-4:1994 Maritime Structures Part 4: Code of Practice for Design of Fendering and Mooring Systems*. London: BSI.
- British Standard. (2000). *BS 6349-1:2000 Maritime Structures Part 1: Code of Practice for General Criteria*. London: BSI.
- Computers & Structure, Inc. (2017). *CSI Analysis Reference Manual*. United States of America: Computers & Structure, Inc.
- Das, B. M. (2014). *Principles of Foundation Engineering Eighth Edition*. Boston: Cengage Learning .
- Imran, I., & Zulkifli, E. (2014). *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Penerbit ITB.
- J.H. Menge & Company, Inc. (2001). *Fentek Fendering Systems*. Hamburg: Fentek Marine Systems GmbH.
- Japan International Cooperation Agency. (2017). *Environmental Impact Assessment Report of New Port Development Project in Eastern Metropolitan Area (Patimban)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Transportasi Laut Kementerian Perhubungan.
- Japan International Cooperation Agency. (2017). *Final Report for Detailed Design Study of Phase 1-1 of New Port Development Project in Eastern Metropolitan in The Republic of Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Transportasi Laut Kementerian Perhubungan.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- Thoresen, C. A. (2003). *Port Designer's Handbook Recommendations and Guidelines*. London: Thomas Telford Publishing.
- Trelleborg. (2011, Juni 20). *Trelleborg Marine Systems*. Trelleborg AB. Retrieved from Trelleborg Website: www.trelleborg.com/marine
- Trelleborg AB. (2011). *Trelleborg Marine Systems*. Trelleborg AB.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- US Army Corps of Engineer. (1984). *Shore Protection Manual* . Washington D.C.: US Army Corps of Engineer.
- Wight, J. K., & MacGregor, J. G. (2012). *Reinforced Concrete Mechanics and Design Sixth Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.