

PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA PETI KEMAS PELABUHAN PATIMBAN, SUBANG, JAWA BARAT

Teuku Muhammad Nafis Barizki¹ dan Rildova²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

[¹tmnafis@gmail.com](mailto:tmnafis@gmail.com) dan [²rildova@ocean.itb.ac.id](mailto:rildova@ocean.itb.ac.id)

Kata Kunci : Dermaga, Struktur, Pemodelan, Peti Kemas

ABSTRAK

Pelabuhan Patimban berada di desa Patimban, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Pelabuhan Patimban dibangun dikarenakan perlunya suatu pelabuhan baru di Pantai Utara Jawa Barat, dengan berbagai pertimbangan diantaranya untuk menurunkan biaya logistik, menyediakan pelabuhan cadangan yang mampu melayani wilayah 70% kargo dalam negeri, menurunkan biaya logistik, dan menjamin keselamatan pelayaran dan area eksplorasi migas di lepas pantai Utara Jawa Barat.

Pada studi kasus tugas akhir mengenai Perancangan Struktur Dermaga Peti Kemas di Pelabuhan Patimban, akan dibahas mengenai desain struktur dermaga dan trestel berdasarkan kriteria desain yang digunakan sebagai syarat perencanaan struktur dengan mempertimbangkan kondisi eksisting pada lokasi studi. Tugas akhir mencakup penentuan dimensi dermaga dan trestel, pengolahan data lingkungan, perhitungan beban pada dermaga dan trestel, pemodelan struktur, desain penulangan struktur, dan perhitungan daya dukung tanah.

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak analisis struktur untuk mengetahui kehandalan struktur rencana terhadap beban yang bekerja. Hasil dari pemodelan berupa *unity check ratio* (UCR), defleksi struktur, gaya dalam balok dan pelat, serta reaksi perletakan. Perancangan dilakukan untuk mendapatkan desain struktur yang handal dan optimal, dilakukan dengan pemeriksaan nilai UCR sebagai acuan yang bernilai harus diantara

0,7 dan 1,0, pemeriksaan nilai rasio tulangan yang dibutuhkan untuk menentukan luas penampang optimal, dan pemeriksaan nilai defleksi sebagai aspek kemampulayanan struktur dengan nilai harus dibawah batas izin.

Hasil dari Tugas Akhir meliputi rancangan dermaga dan trestel meliputi dimensi struktur dan dimensi elemen struktural dermaga dan trestel, detail penulangan berdasarkan gaya dalam yang bekerja, dan kedalaman rencana pemancangan yang mampu menahan reaksi struktur berdasarkan data geoteknik yang tersedia.

PENDAHULUAN

Pelabuhan Patimban dibangun berdasarkan perlunya suatu pelabuhan baru di Pantai Utara Jawa Barat dengan pertimbangan:

1. Biaya logistik harus diturunkan dengan meletakkan pelabuhan yang dekat dengan pusat produksi barang.
2. Menyediakan pelabuhan cadangan yang dapat melayani wilayah 70% kargo di dalam negeri sehingga ketahanan ekonomi menjadi kuat.
3. Menurunkan tingkat kemacetan di Jakarta dengan memindahkan sebagian trafik angkutan berat ke luar wilayah Jakarta.
4. Menjamin keselamatan pelayaran dan area eksplorasi migas di kawasan lepas pantai Utara Jawa Barat.

Lokasi Pelabuhan Patimban pada Desa Patimban, Kecamatan Pusakanagara, Kabupaten Subang, Jawa Barat ditunjukkan oleh **Gambar 1 s.d. Gambar 3**.



Gambar 1 Peta Lokasi Kabupaten Subang pada Pulau Jawa



Gambar 2 Peta lokasi Desa Patimban, Subang

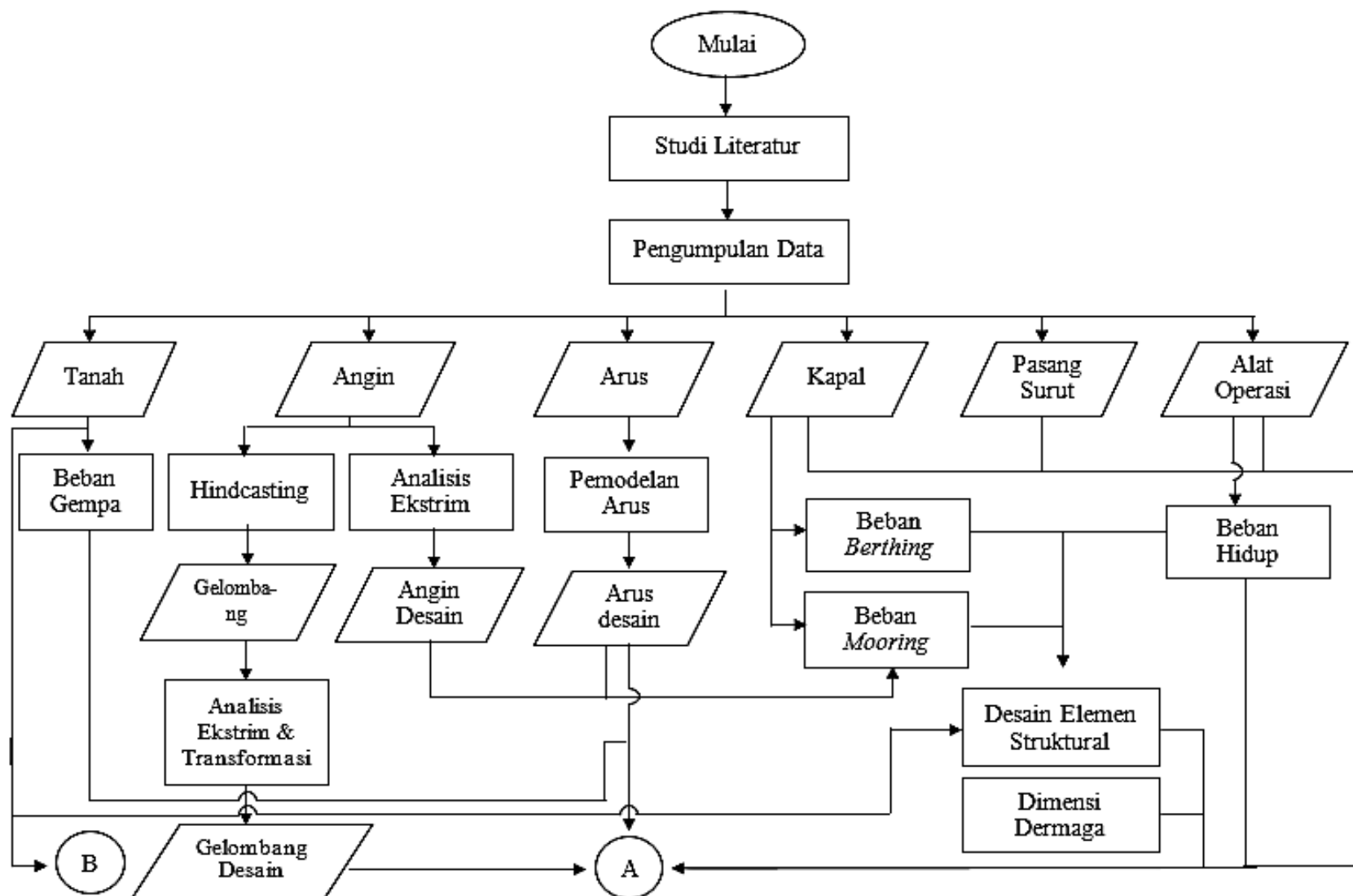


Gambar 3 Lokasi pelabuhan rencana dan struktur eksisting

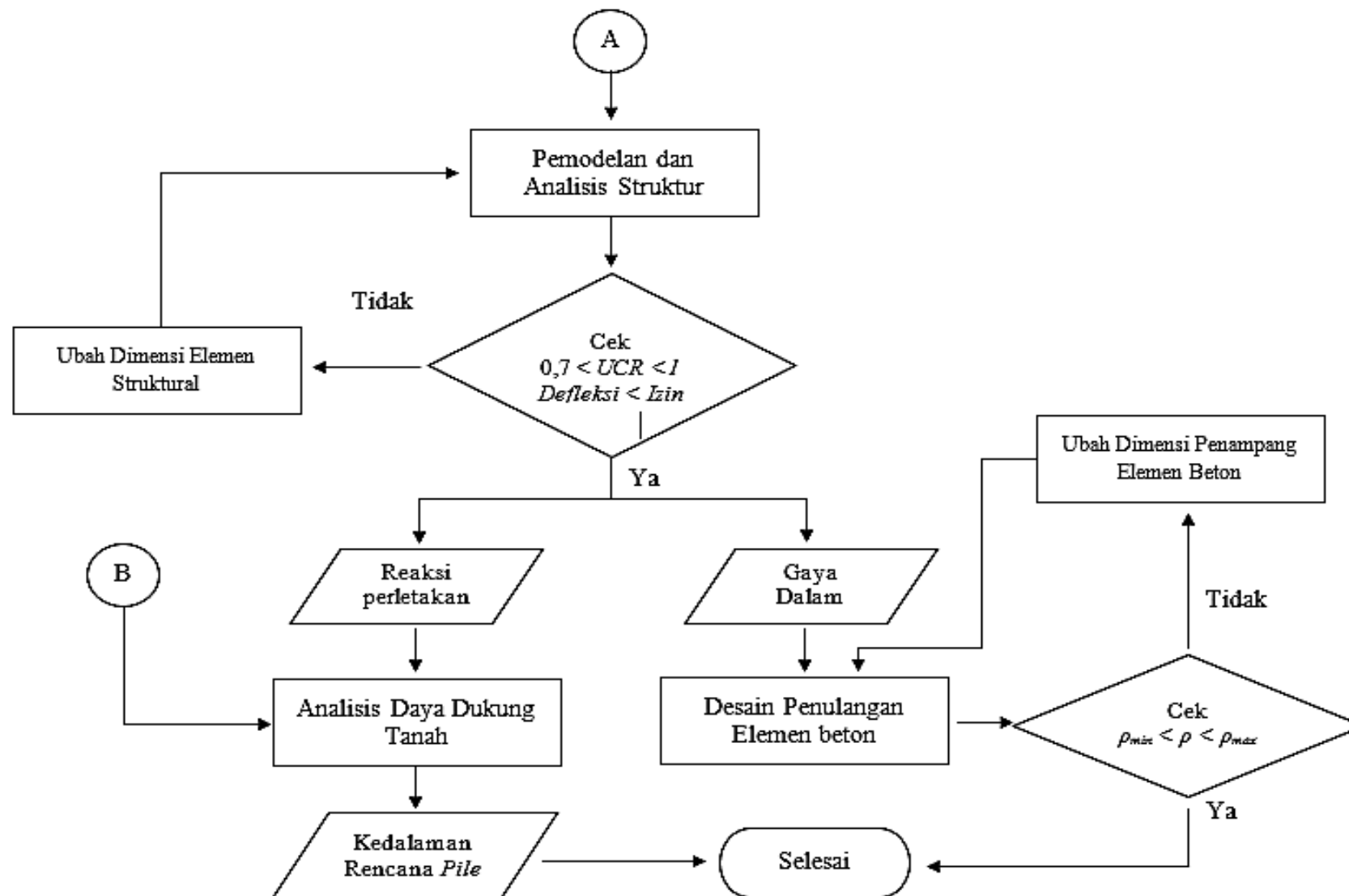
Pada tugas akhir ini, dilakukan perancangan struktur dermaga peti kemas *deck on pile* yang akan melayani kapal peti kemas sesuai kebutuhan (*demand*) peti kemas yang akan beroperasi di Pelabuhan Patimban tahun 2017 – 2019 sesuai data yang didapat dari Rencana Induk Pelabuhan Patimban.

TEORI DAN METODOLOGI

Metodologi Tugas Akhir ini dijelaskan dalam bagan alir yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Data yang digunakan sebagai parameter perancangan struktur adalah data sekunder meliputi data angin, pasang surut, arus, karakteristik kapal, data alat, dan data tanah. Data kapal dan alat digunakan untuk perhitungan beban yang bekerja pada dermaga.



Gambar 4 Metodologi pengerjaan tugas akhir



Gambar 4. (Lanjutan) Metodologi pengerjaan tugas akhir

Standar utama yang digunakan dalam perancangan struktur dermaga *deck on pile* pada Tugas Akhir ini adalah *British Standard 6349*. Untuk aspek-aspek yang tidak dijelaskan secara detil pada standar utama, digunakan standar lain seperti:

- *SNI 2847 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bangunan Gedung* untuk penulangan.
- *SNI 1729 Spesifikasi Bangunan Baja Struktural* untuk desain elemen baja.
- *SNI 1725 Pembebanan untuk Jembatan* untuk beban lalu lintas.
- *SNI 1726 Perencanaan Ketahanan Gempa* untuk desain gempa.

Perancangan dilakukan untuk mendapatkan struktur yang optimal sesuai kebutuhan, sehingga diatur batasan (*constraint*) desain sebagai berikut:

1. Nilai *Unity Check Ratio* (UCR) dari hasil pemodelan struktur dibatasi yaitu bernilai $0,7 < UCR < 1$
2. Nilai defleksi struktur < defleksi izin maksimum
3. Nilai rasio tulangan yang dibutuhkan (ρ) bernilai $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$

HASIL DAN ANALISIS

Data lingkungan berupa data angin diolah untuk mendapatkan data gelombang, lalu dilakukan analisis ekstrim untuk mendapatkan data angin dan gelombang periode ulang 50 tahun. Data gelombang dan arus dimodelkan dengan perangkat lunak *Delft3D* agar didapat nilai gelombang dan arus desain yang sebisa mungkin mampu menggambarkan kondisi lingkungan pada lokasi rencana yang sebenarnya.

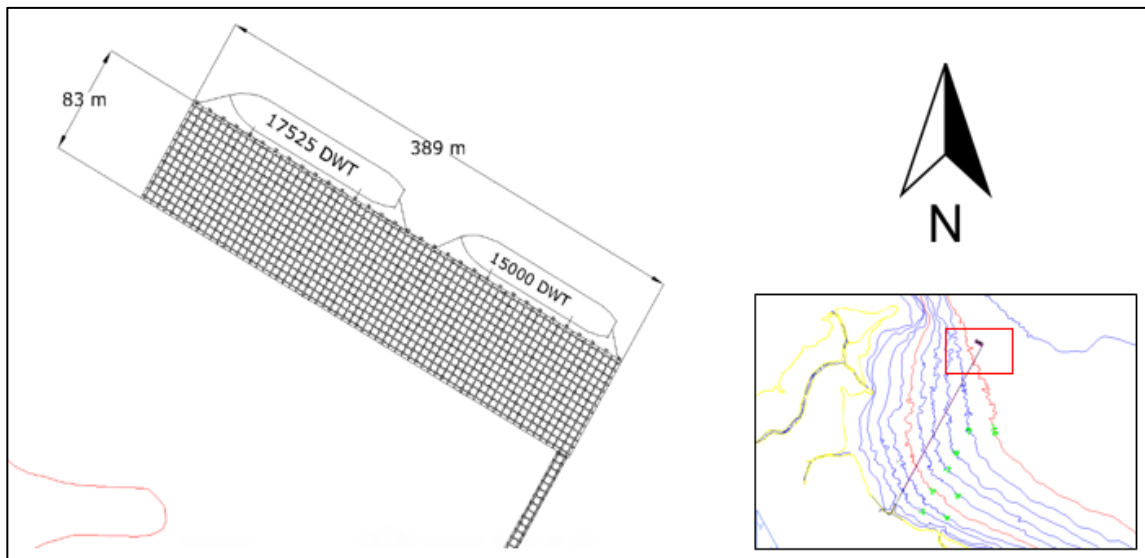
Dermaga didesain untuk memiliki 2 tambatan, yaitu kapal internasional *Maersk Alabama* (17525 DWT) dan kapal domestik (15000 DWT). Parameter desain struktur dermaga ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rangkuman parameter desain struktur dermaga

Parameter		Nilai	Satuan
Pasang surut	LWS (acuan MSL)	-0,83	m
	HWS (acuan MSL)	0,65	m
	Tunggang pasang	1,48	m
Angin	Kecepatan desain (50 tahun)	0,3	m/s

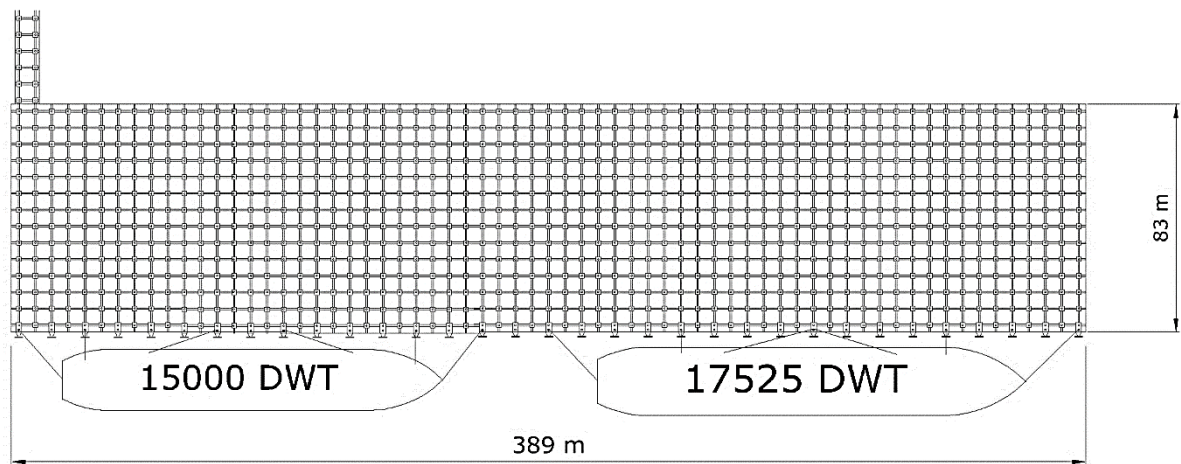
Tabel 1 (lanjutan) Rangkuman parameter desain struktur dermaga

Parameter		Nilai	Satuan
Gelombang	Tinggi gelombang desain (50 tahun)	1,7	m
	Periode	8,11	s
Arus	Kecepatan desain (model)	0,3 m/s	m/s
Kapal	DWT (max)	17525	
	L _{OA} (max)	155	m
	Draft (max)	9,5	
	Beam (max)	25	
Beban Alat dan Operasional	<i>Crane</i>	441,5	kN/m ²
	Tumpukan Peti kemas	35	kN/m ²
	Truk (BTR;BGT)	9 ; 49	kN/m ² ; kN/m
	<i>Reach Stacker</i>	1140	kN

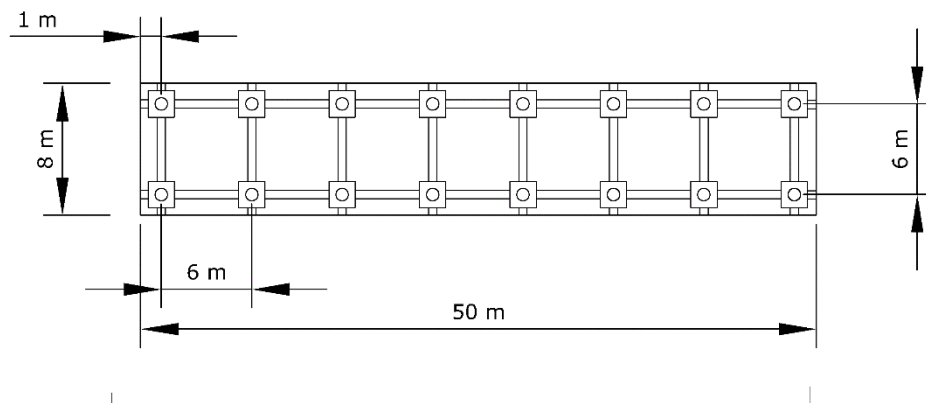


Gambar 5 Gambar tampak rancangan struktur dermaga

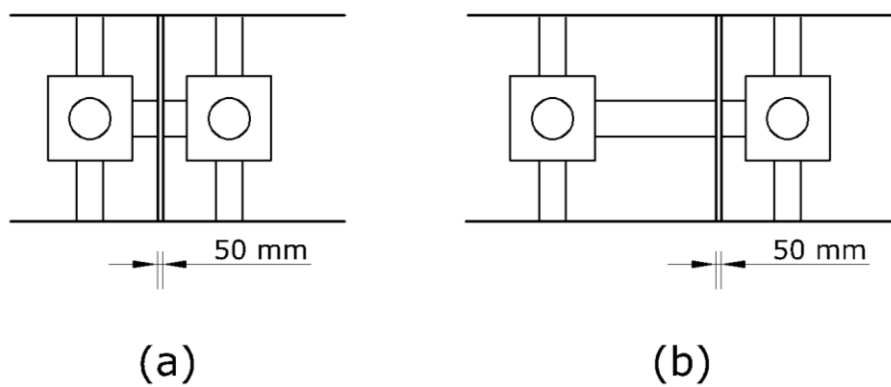
Dermaga peti kemas memiliki panjang 389 m, lebar 39 m, elevasi 2,5 m diatas LLWL, dengan kedalaman perairan 12 m. Trestel memiliki panjang 5600 m dan lebar 8 m, elevasi 2,5 m diatas LLWL. Trestel dibuat per modul, dengan panjang modul 50 m dan dilatasi antar modul sebesar 50 mm. Dimensi elemen struktural ditentukan dengan melakukan *preliminary design*, yaitu perkiraan ukuran penampang berdasarkan kapasitas momen yang diperlukan (balok dan pelat), dan kebutuhan tebal pelat berdasarkan kegagalan *punching shear* (pelat dermaga).



Gambar 6 Dimensi dermaga

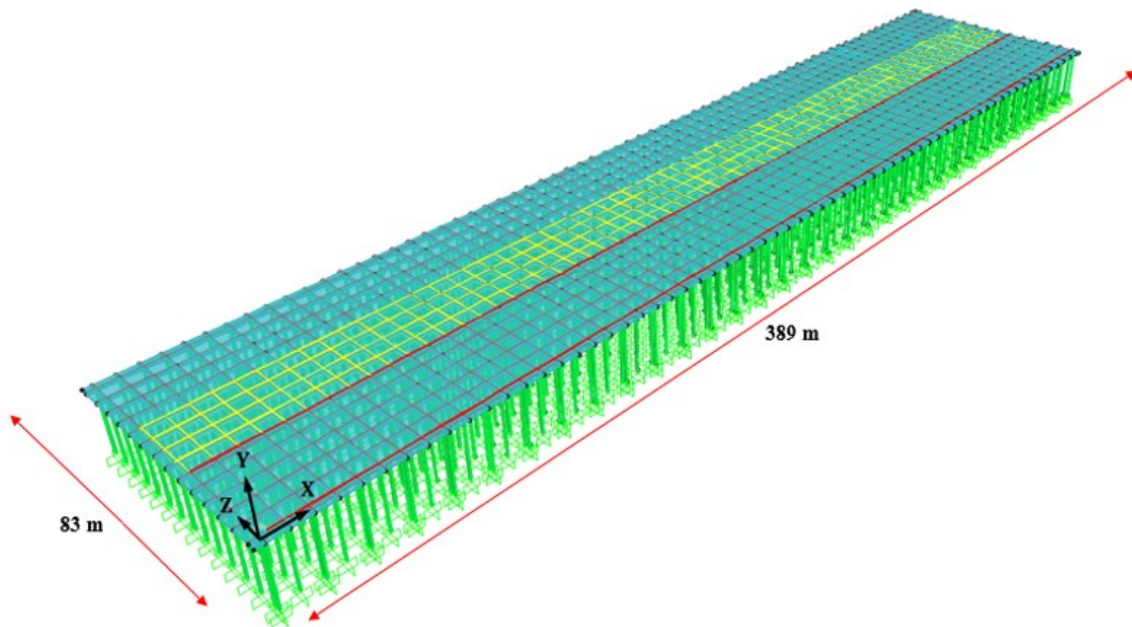


Gambar 7 Dimensi trestel

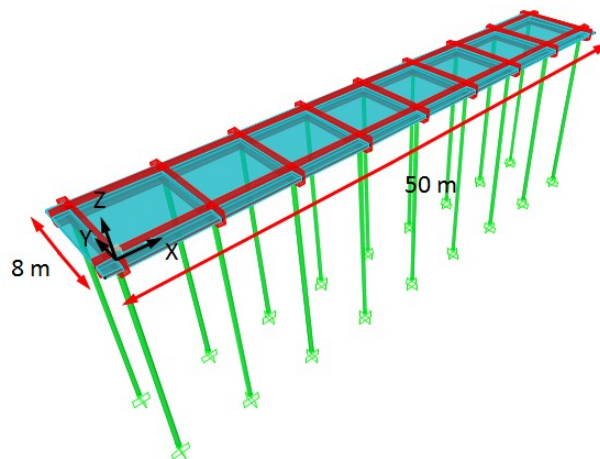


Gambar 8 Detil dilatasi (a) antar modul trestle dan (b) antara trestle dan dermaga

Komponen dermaga yang digunakan yaitu fender *MCN 1300 G-4* ($E = 1428 \text{ kN-m}$ dan $R = 2072 \text{ kN}$) dan *T-head* bollard 80 ton. Beban-beban yang bekerja lalu dimasukkan kedalam pemodelan untuk pemeriksaan kehandalan struktur awal. Geometri model struktur dermaga dan trestle ditunjukkan pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**.



Gambar 9 Geometri struktur dermaga pada model



Gambar 10 Geometri struktur trestle pada model

Beban dimodelkan terhadap kombinasi beban sesuai ketentuan *ASCE 7 – 10*. Proses iterasi pada pemodelan dilakukan ketika nilai *UCR* dan defleksi tidak memenuhi kriteria, dengan cara mengganti dimensi tiang pancang pada struktur. Elemen balok pada desain dioptimasi agar struktur tidak *overdesign* berdasarkan kebutuhan rasio tulangan terhadap penampang. Rasio

tulangan yang dibutuhkan elemen balok beton diperiksa, jika tidak sesuai (bernilai lebih kecil dari rasio tulangan minimum) dilakukan perubahan dimensi elemen balok.

Beban yang bekerja pada struktur dermaga dan metode inputnya pada model analisis struktur ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Beban yang bekerja pada struktur dan penjelasan input pada model

Kelompok Kombinasi	Kelompok Beban	Sumber Beban	Keterangan
Beban vertikal	<i>Dead load</i>	Berat sendiri struktur (<i>selfweight</i>) kecuali pile cap	Perhitungan otomatis oleh perangkat lunak
		Berat <i>pile cap</i> , fender, bollard, beban crane, <i>rail crane</i>	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
	<i>Live load</i>	Beban manusia (asumsi merata diseluruh dermaga/trestel)	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
		Beban tumpukan <i>container</i>	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
		Beban lajur truk	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
Beban horizontal	<i>Berth Load</i>	Beban berthing	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
	<i>Mooring load</i>	Beban mooring arah transversal dan longitudinal	<i>Input</i> beban oleh <i>user</i>
	Gelombang	Beban akibat gelombang arah transversal dan longitudinal	<i>Input</i> parameter beban oleh <i>user</i> , perhitungan beban oleh perangkat lunak
	Arus	Beban akibat arus arah transversal dan longitudinal	<i>Input</i> parameter beban oleh <i>user</i> , perhitungan beban oleh perangkat lunak
	Gempa / <i>Quake</i>	Beban akibat gempa pada arah X dan Y	<i>Input</i> parameter beban oleh <i>user</i> , perhitungan beban oleh perangkat lunak

Hasil dari pemodelan setelah optimasi terhadap batas parameter izin untuk struktur dermaga ditunjukkan pada **Tabel 3** s.d. **Tabel 5**.

Tabel 3. Pergeseran tiang pancang dermaga

Nama <i>pile</i>	<i>Joint</i> no.	<i>Combo</i>	<i>Displacement</i>	Nilai (cm)	Izin (cm)	Keterangan
PILE-10-6	JP-10-6	SLS6.1	U1	6,5	9,8	OK
			U2	0,3		
PILE-11-50	JP-11-50	SLS6.6	U1	0		OK
			U2	6,3		
PILE-10-4	JP-10-4	SLS6.5	U1	-6,5		OK
			U2	0,3		
PILE-9-50	JP-9-50	SLS6.4	U1	0		OK
			U2	-6,3		
Keterangan <i>combo</i> : SLS6.1 : DL, <i>Crane-1</i> , Gempa X SLS6.4 : DL, <i>Crane-2</i> , Gempa Y SLS6.5 : DL, <i>Crane-3</i> , Gempa X SLS6.6 : DL, <i>Crane-3</i> , Gempa Y						

Tabel 4. Lendutan balok dermaga

Tipe balok	Joint no.	Pos. (m)	Combo	U3 (cm)	Izin (cm)	Keterangan
BALOK-1	DB1-7	3,5	SLS2.3	-0,70	-1,25	OK
BALOK-2	DB2-6	3,0	SLS2.8	-0,33	-1,25	OK
BALOK-3	DB3-11	5,5	SLS2.7	-0,39	-1,25	OK
	A727*	0,0	SLS6.4	-0,88	-1,25	OK
*Balok kantilever Keterangan <i>combo</i> : SLS2.3 : DL, Crane-1, LL, Berth-3 SLS2.7 : DL, Crane-3, LL, Berth-1 SLS2.8 : DL, Crane-3, LL, Berth-2 SLS6.4 : DL, Crane-2, Gempa-Y						

Tabel 5. Nilai UCR tiang pancang dermaga

Parameter		Pile	Load Combo	UCR
OD (mm)	t (mm)			
762	17,5	PILE-7-23	ULS5.1	0,824
		PILE-7-22	ULS5.3	0,823
		PILE-7-7	ULS5.3	0,823
		PILE-7-44	ULS5.3	0,823
		PILE-7-59	ULS5.3	0,823
Keterangan <i>combo</i> : ULS5.1 : DL, Crane-1, LL, Gempa-X ULS5.3 : DL, Crane-2, LL, Gempa-X				

Hasil dari pemodelan setelah optimasi terhadap batas parameter izin untuk struktur trestle ditunjukkan pada **Tabel 6** s.d. **Tabel 9**.

Tabel 6 Pergeseran tiang pancang trestel

Nama <i>pile</i>	<i>Joint</i> no.	<i>Combo</i>	<i>Displacement</i>	Nilai (cm)	Izin (cm)	Keterangan
PILE-1-2	JP-2	SLS6.1	U1	7,59	8,75	OK
			U2	0,00		
PILE-2-5	JP-14	SLS6.2	U1	0,00		OK
			U2	7,71		
PILE-1-5	JP-5	SLS6.1	U1	-7,59		OK
			U2	0,00		
PILE-2-5	JP-14	SLS6.2	U1	-0,00		OK
			U2	-7,71		
Keterangan <i>combo</i> : SLS6.1 : DL, Gempa X SLS6.2 : DL, Gempa Y						

Tabel 7 Lendutan balok trestel

Joint no.	Pos. (m)	Combo	U3 (cm)	Izin (cm)	Keterangan
DEF-6	3	SLS2	-0,43	-1,25	OK
23*	0	SLS5.2	-0,26	-1,25	OK
*Balok kantilever Keterangan <i>combo</i> : SLS2 : DL, LL SLS5.2 : DL, LL, Gempa-Y					

Tabel 8 Rasio kapasitas tiang pancang beton (ultimit) terhadap beban pada trestel

Pile	Combo	Gaya dalam	
		Momen (kN-m)	Rasio (Momen)
PILE-1-5	ULS5.2	332,75	0,58
Kapasitas momen (ultimit) = 568,98 kN-m Keterangan <i>combo</i> : ULS5.2 : DL, LL, Gempa-Y			

Tabel 9 Rasio kapasitas tiang pancang beton (izin) terhadap beban pada trestel

Pile	Combo	Gaya dalam			
		Aksial (kN)	Momen (kN-m)	Rasio (Aksial)	Rasio (Momen)
PILE-1-5	SLS2	-888,88	-10,45	0,40	0,03
PILE-2-5	SLS6.2	-414,36	223,45	0,18	0,78
Kapasitas : aksial (izin) = 2246,49 kN, momen (izin) = 284,49 kN-m Keterangan <i>combo</i> : SLS2 : DL, LL SLS6.2 : DL, Gempa-Y					

Tiang pancang beton yang digunakan merupakan tiang pancang produksi *WiKa Beton*, sehingga kapasitas tiang pancang mengacu pada dokumen katalog tiang pancang. Izin pergeseran (*displacement*) diatur dalam *SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan gedung*, izin lendutan diatur dalam *SNI 03-2487:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton*. Dari **Tabel 3** s.d. **Tabel 9** dapat diketahui bahwa struktur memenuhi syarat izin yang diatur sesuai standar yang digunakan.

Perhitungan penulangan beton berdasarkan gaya dalam ultimit yang terjadi. Penulangan meliputi penulangan lentur, geser untuk masing-masing elemen beton yaitu balok, pelat, dan *pile cap*. Struktur pelat dianalisis kemampuannya terhadap kegagalan *punching shear*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dermaga peti kemas yang dirancang merupakan dermaga tipe *deck on pile*, memiliki panjang 389 m, lebar 39 m, elevasi 2,5 m diatas LLWL, dengan kedalaman perairan 12 m, didesain untuk melayani kapal peti kemas berukuran 17525 DWT dan 15000 DWT. Trestel memiliki panjang 5600 m dan lebar 8 m, elevasi 2,5 m diatas LLWL. Trestel dibuat per modul, dengan panjang modul 50 m dan dilatasi antar modul sebesar 50 mm. Berdasarkan hasil analisis, struktur dermaga mampu menahan kombinasi beban yang diberikan, dilihat dari kriteria *UCR* dan defleksi.

Desain penulangan elemen beton untuk struktur dermaga dan trestle ditunjukkan pada **Tabel 10** s.d **Tabel 12**.

Tabel 10 Desain tulangan elemen balok

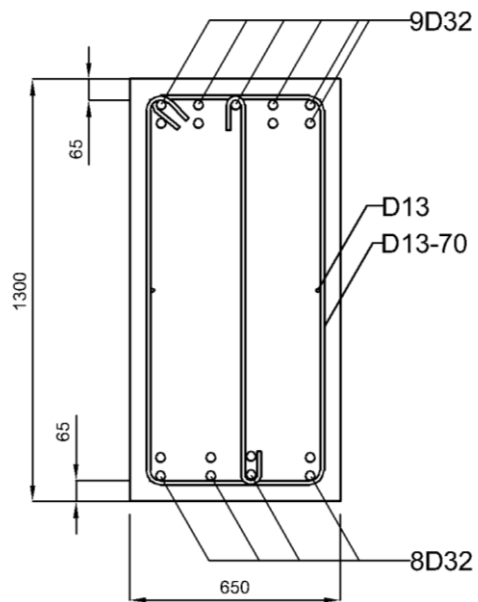
Balok	Dimensi (tinggi x lebar, mm)	Tulangan Atas	Tulangan Bawah	Tulangan kulit (tiap sisi)	Tulangan Sengkang	Gambar Potongan
Dermaga						
Tipe-1	1300 x 650	9D32	8D32	1D13	D13-70	Gambar 11
Tipe-2 Long.	900 x 450	9D22	5D22	1D10	Ø8-160	Gambar 12
Tipe-2 Trans.	900 x 450	6D29	8D29	1D10	Ø10-70	Gambar 13
Tipe-3 Long.	1100 x 550	9D22	6D22	1D10	Ø8-70	Gambar 14
Tipe-3 Trans.	1100 x 550	9D22	9D22	1D10	Ø10-90	Gambar 15
Trestel						
Tipe-2	800 x 400	5D22	8D22	-	Ø10-60	Gambar 16

Tabel 11 Desain tulangan elemen pelat

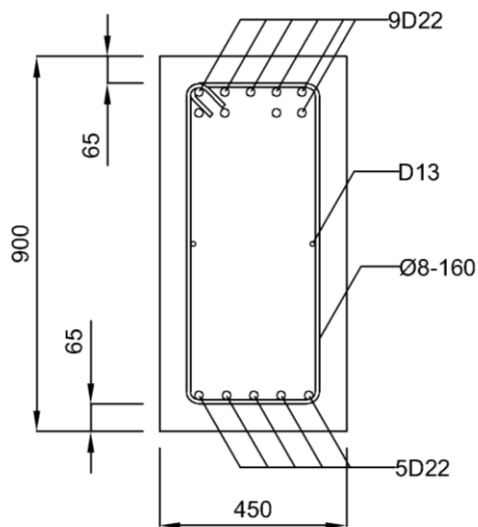
Tebal (mm)	Tulangan atas (arah x)	Tulangan atas (arah y)	Tulangan bawah (arah x)	Tulangan bawah (arah y)	Gambar potongan
Dermaga					
300	D1-50	D10-140	D10-70	D10-90	Gambar 17
Trestel					
250	D10-190	D10-190	D10-190	D10-190	Gambar 18

Tabel 12 Desain tulangan elemen *pile cap*

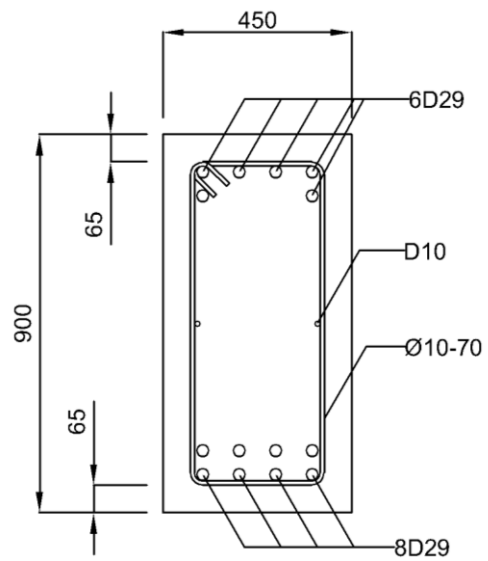
Pile Cap	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	Tulangan susut (arah x)	Tulangan susut (arah y)	Gambar
Dermaga				
Tipe – 1	3500 x 1750 x 2100	D16-60	D16-60	Gambar 19 & Gambar 20
Tipe – 2	1600 x 1600 x 1600	D16-70	D16-70	Gambar 21 & Gambar 22
Tipe – 3	1600 x 1600 x 1400	D16-70	D6-70	Gambar 23 & Gambar 24
Trestel				
Tipe – 1	1200 x 1200 x 1200	D13-50	D13-50	Gambar 25 & Gambar 26



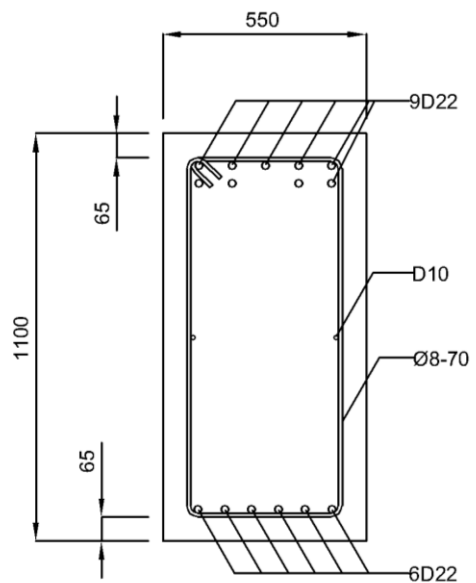
Gambar 11 Tulangan balok tipe-1



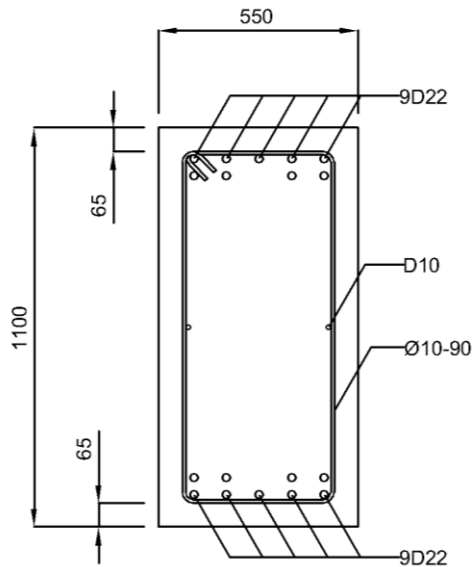
Gambar 12 Tulangan balok tipe -2 long.



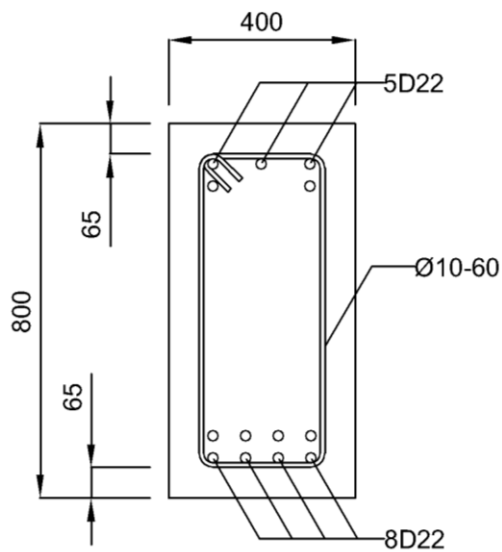
Gambar 13 Tulangan balok tipe – 2 trans.



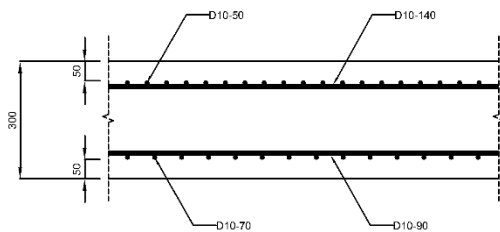
Gambar 14 Tulangan balok tipe – 3 long.



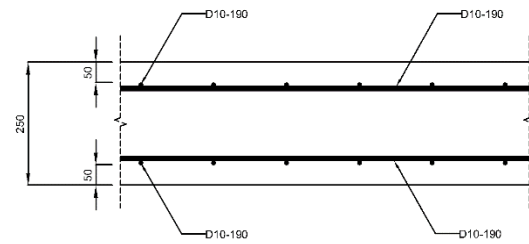
Gambar 15 Tulangan balok tipe – 3 trans.



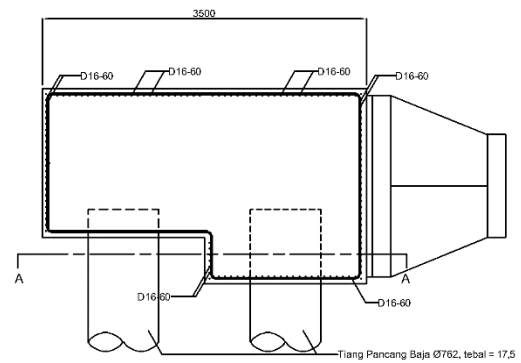
Gambar 16 Tulangan balok trestel



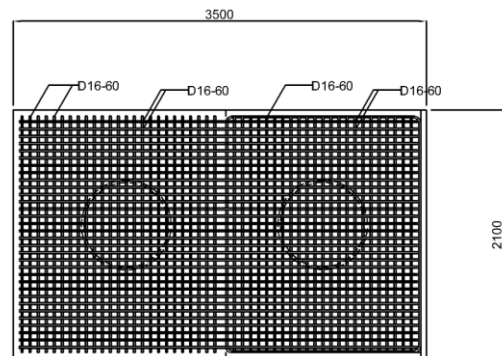
Gambar 17 Tulangan pelat dermaga



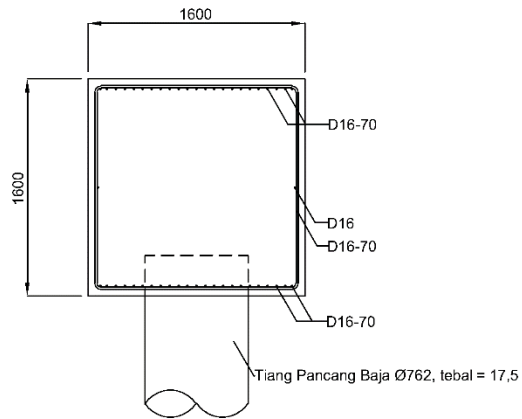
Gambar 18 Tulangan pelat trestel



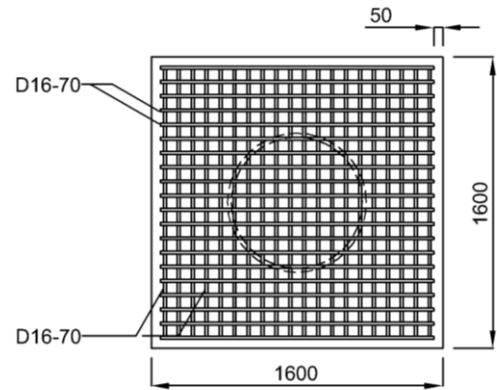
Gambar 19 Potongan melintang pile cap - 1



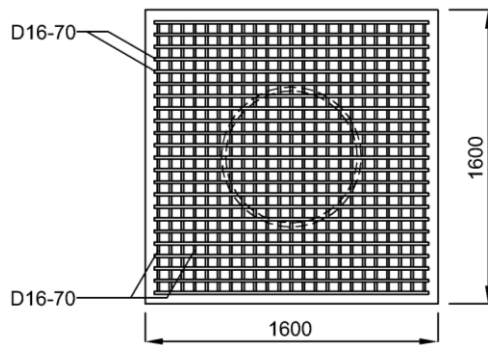
Gambar 20 Tampak atas pile cap - 1



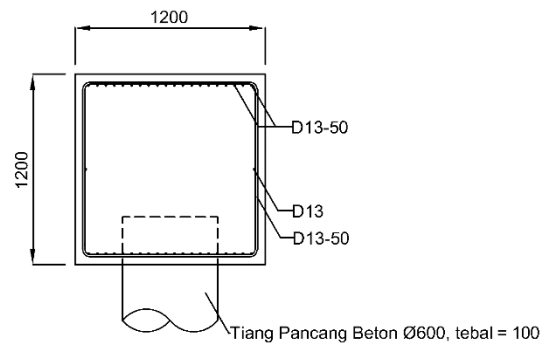
Gambar 21 Potongan melintang pile cap - 2



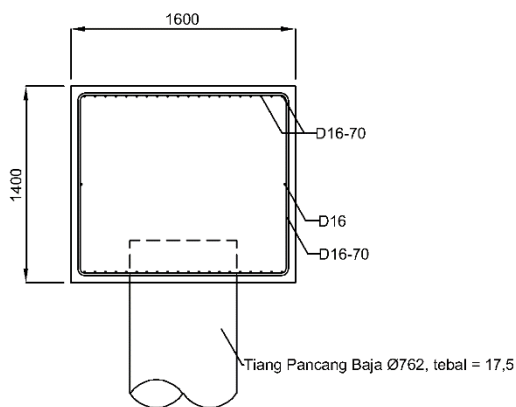
Gambar 24 Tampak atas pile cap - 3



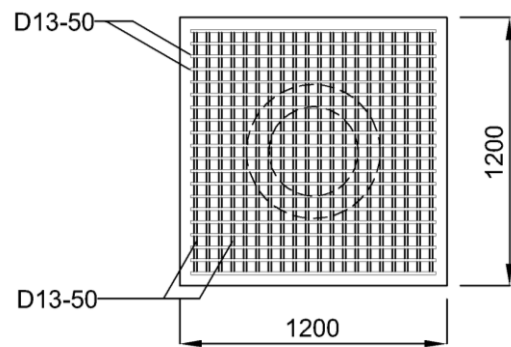
Gambar 22 Tampak atas pile cap - 2



Gambar 25 Potongan melintang pile cap trestel



Gambar 23 Potongan melintang pile cap - 3



Gambar 26 Tampak atas pile cap trestel

Berdasarkan reaksi yang dihasilkan pada tiang pancang, kedalaman rencana pemancangan yaitu 35 m dari dasar laut (tiang pancang dermaga) dan 25 m dari dasar laut (tiang pancang trestel).

Saran

Saran dalam pengerjaan tugas akhir perancangan struktur dermaga yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan struktur yang dilakukan tidak terlalu memperhatikan metode konstruksi seperti proses pemasangan, seperti konstruksi beton apakah *precast* atau *in situ*, sambungan tulangan, dsb. Oleh karena itu, perlu melibatkan pertimbangan metode konstruksi dalam desain.
2. Optimasi desain struktur beton (balok dan pelat) sebaiknya melibatkan program analisis struktur sebagai input baru setelah perubahan dimensi agar didapat gaya dalam yang sesuai
3. Dalam tugas akhir ini, analisis daya dukung tanah hanya melibatkan perhitungan daya dukung vertikal, tidak melibatkan daya dukung lateral. Sebaiknya perhitungan daya dukung lateral juga harus dihitung.

DAFTAR PUSTAKA

American Society of Civil Engineers (ASCE). 2010. *Minimum Design Load of Building and Other Structure*. Virginia: American Society of Civil Engineers.

Badan Standardisasi Nasional. 2016. *SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 1726:2012 Perancangan Bangunan Tahan Gempa*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 1729:2015 Spesifikasi Bangunan Baja Struktural*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. 2013. *SNI 2847:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.

Computers and Structures, Inc. 2017. "SAP2000 Help Files." *docs.csiamerica.com*.

- Das, Braja M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*. Stamford: CENGAGE Learning.
- Det Norske Veritas AS. 2011. *Standard for Certification Freight Container*. Oslo: DNV AS.
- Fentek Marine System GmbH. 2010. "Fentek Marine Fendering System." *Rigmarine*.
<https://www.rigmarine.com/downloads/marine/Fentek-catalogue.pdf>.
- Imran, Iswandi dan Ediansjah Zulkifli. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Penerbit ITB.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang 1971. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- The Overseas Coastal Area Development Institute. 2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*. Tokyo: OCDI.
- Thoresen, Carl A. 2014. *Port Designers Handbook*. London: ICE Publishing.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- US Army Corps of Engineer. 1984. *Shore Protection Manual*. Washington D.C.: US Army Corps of Engineer.
- Wight, James K. dan James G. MacGregor. 2012. *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc.