

PERENCANAAN STRUKTUR *LIQUID BERTH 1* PADA *MAGTYMGULY GAS RECYCLING DEVELOPMENT PROJECT* DI LAUT KASPIA, TURKMENISTAN

Muhammad Ariq Rifqi Alfarisy¹ dan Sri Murti Adiyastuti²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

1ariq.alfarisy@gmail.com dan 2adiyastuti@ocean.itb.ac.id

Kata Kunci : *Breasting Dolphin, Dermaga, Loading Platform, Mooring Dolphin, Trestle*

ABSTRAK

Liquid Berth 1 merupakan salah satu dermaga LNG yang dirancang dalam *Magtymguly Gas Recycling Development Project*. Proyek tersebut dibangun dikarenakan perlunya suatu kawasan khusus untuk penyimpanan dan bongkar muat LNG guna mendukung upaya pemenuhan kebutuhan energi di Turkmenistan. Proyek tersebut berada di perairan Laut Kaspia, Magtymguly, Turkmenistan.

Pada tugas akhir mengenai Perencanaan Struktur *Liquid Berth 1* di Laut Kaspia, Turkmenistan ini, akan dibahas mengenai desain struktur dermaga berdasarkan kriteria desain yang digunakan sebagai syarat perencanaan struktur. Tugas akhir ini mencakup pengolahan data sekunder, perhitungan beban pada dermaga, penentuan dimensi dermaga, pemodelan struktur, desain penulangan struktur, dan perhitungan daya dukung tanah. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak analisis struktur. Hasil dari pemodelan berupa *unity check ratio* (UCR), defleksi, gaya dalam, serta reaksi perletakan. Perancangan dilakukan untuk mendapatkan desain struktur yang optimal.

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah rancangan dermaga berupa dimensi struktur dan elemen struktural dermaga, detail penulangan elemen struktural, serta kedalaman rencana pemancangan yang mampu menahan reaksi struktur.

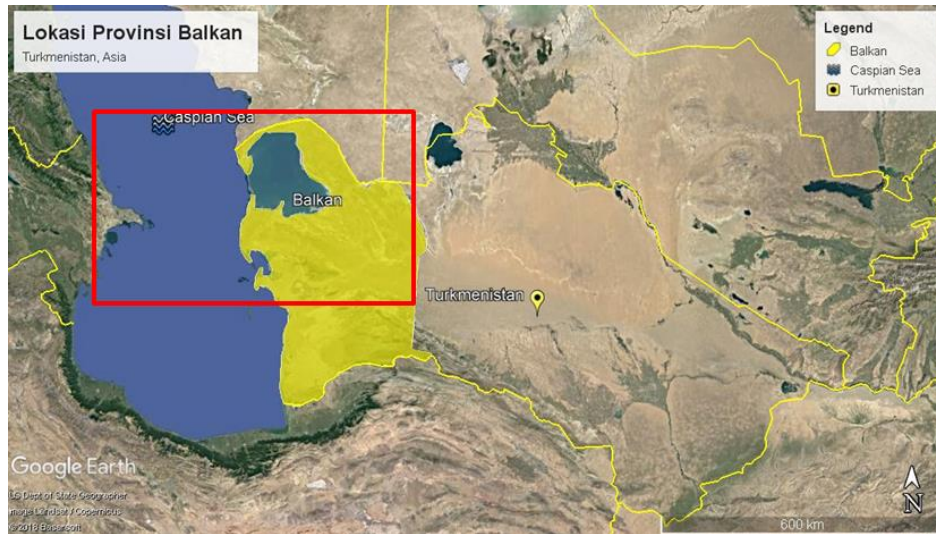
PENDAHULUAN

Semakin hari kebutuhan energi akan semakin meningkat dengan adanya perkembangan teknologi. Oleh sebab itu, diperlukan macam macam energi alternatif untuk mengganti bahan bakar minyak yang memang merupakan sumber energi utama saat ini. Salah satu macam energi alternatif untuk mengganti bahan bakar minyak adalah gas alam cair atau LNG. LNG ditransportasi menggunakan kendaraan yang dirancang khusus dan ditaruh dalam tangki yang juga dirancang khusus. Oleh karena itu, dibutuhkan fasilitas khusus untuk penyimpanan dan bongkar muat LNG guna mendukung upaya pemenuhan kebutuhan energi tersebut. *Magtymguly Gas Recycling Development Project* merupakan salah satunya. Dalam proyek usutan perusahaan Petronas tersebut, infrastruktur yang akan dibangun tidak hanya *tank farm* tempat LNG disimpan tapi juga *liquid berth 1* dan *2* yang merupakan dermaga LNG tempat aktivitas bongkar muat dilakukan.

Lokasi perencanaan dermaga LNG yang akan dibahas pada tugas akhir ini berada di perairan laut kaspia, Magtymguly, Turkmenistan. Lokasi tersebut lebih tepatnya berada pada koordinat 40°10'44.2"N dan 52°45'28.3"E. Lokasi perencanaan ditunjukkan oleh Gambar 1 sampai Gambar 4.



Gambar 1. Lokasi Turkmenistan dan Laut Kaspia



Gambar 2. Lokasi Provinsi Balkan



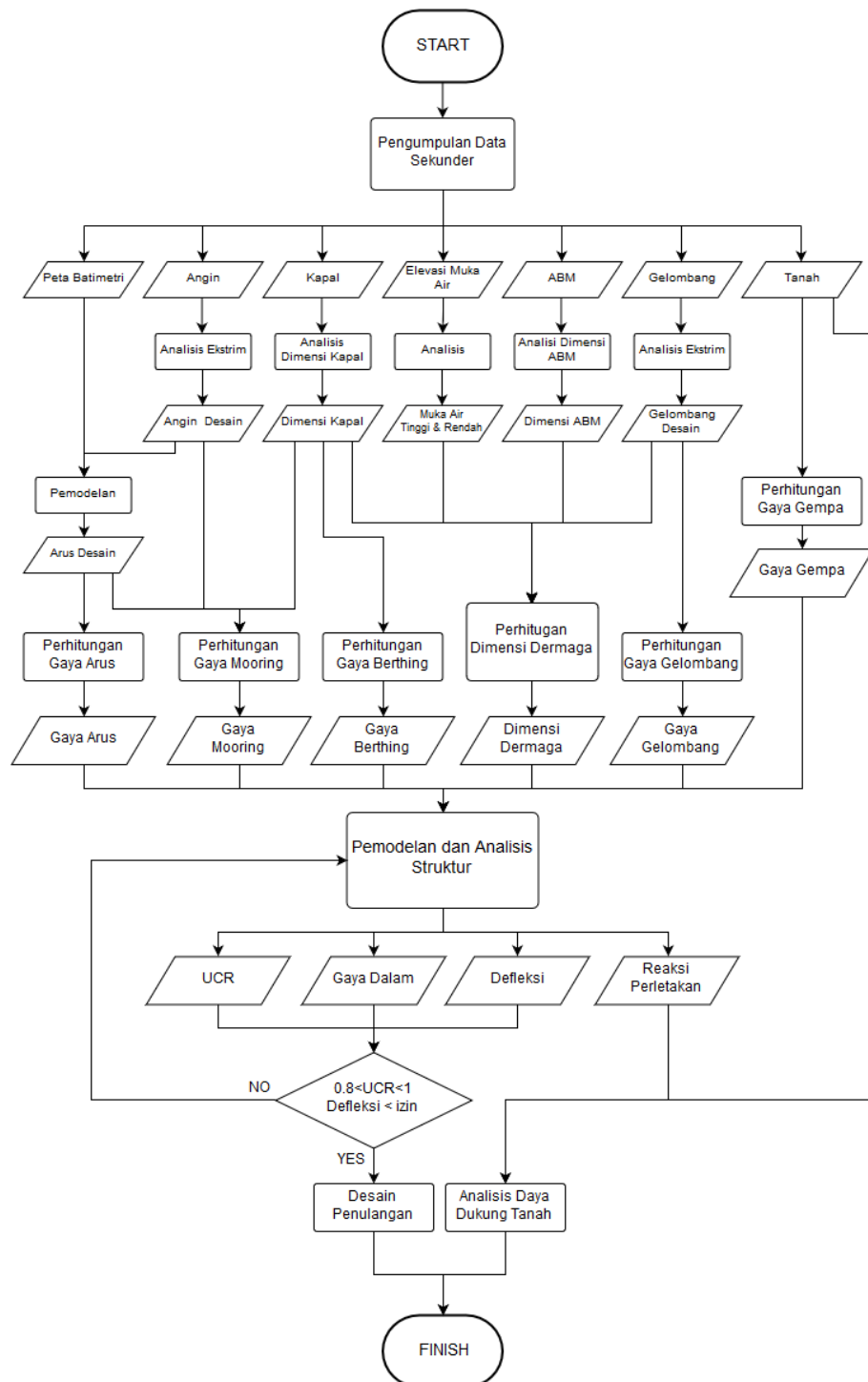
Gambar 3. Lokasi Magtymguly Gas Recycling Development Project



Gambar 4. Lokasi liquid berth 1

TEORI DAN METODOLOGI

Metodologi pengerjaan Tugas Akhir ini dijelaskan dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 5. Data yang digunakan sebagai parameter perancangan struktur adalah data sekunder yang meliputi data angin, gelombang, elevasi muka air, arus, tanah, karakteristik kapal, dan alat operasional.



Gambar 5. Diagram alir metodologi pengerjaan tugas akhir

Standar utama yang digunakan dalam perancangan struktur dermaga pada Tugas Akhir ini adalah *British Standard 6349*.

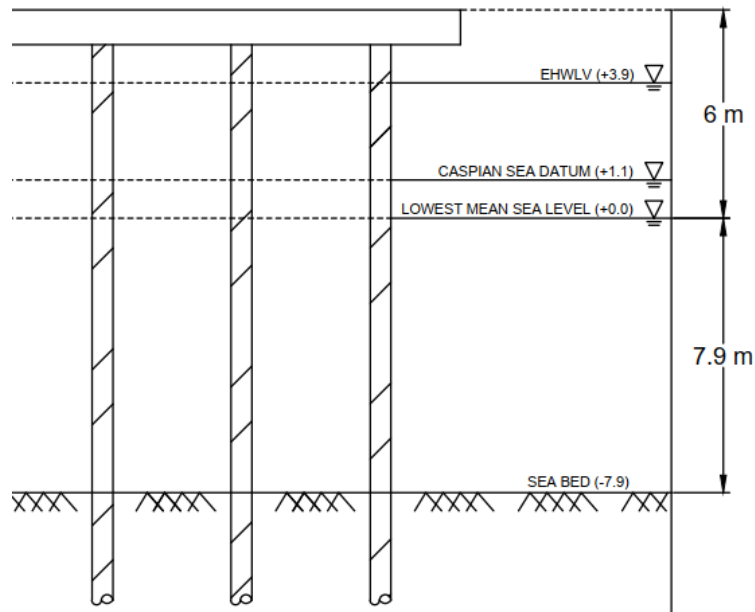
HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengolahan data sekunder dirangkum pada Tabel 1 berikut.

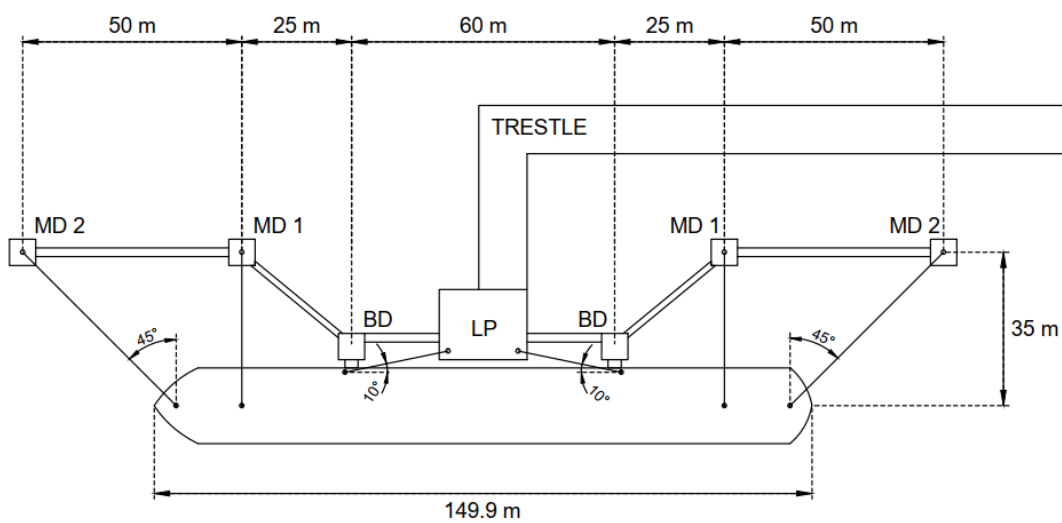
Tabel 1. Parameter desain struktur

Parameter			Nilai	Satuan
Lingkungan	Angin	Kecepatan angin desain	19.57	m/s
	Gelombang	Tinggi gelombang desain	1.21	m
		Periode gelombang desain	9.58	s
	Elevasi Muka Air	Extreme high water level variation (dari CSD)	(+) 2.8	m
		Lowest mean sea level (dari CSD)	(-) 1.1	m
	Arus	Kecepatan arus desain	0.03	m/s
	Temperatur	Temperatur max	47	°C
		Temperatur min	-22.6	°C
	Salju	Berat Salju	0.8	kN/m ²
Kapal		LOA	149.9	m
		Beam	17.3	m
		Draft	7.14	m
		DWT	13470	ton
Operasional	Loading arm	Arm size	16	in
		Berat	50000	lbs
	Mobile crane	Berat	36	ton
	Mobil inspeksi	Berat	5697	lbs

Dermaga didesain dengan tipe dolphin dengan satu loading platform, dua breasting dolphin, empat mooring dolphin, dan satu trestle yang mampu melayani bongkar muat satu kapal tanker. Dermaga rencana memiliki elevasi lantai (+) 6 m dari muka air terendah dan memiliki kedalaman perairan (-) 7.9 m dari muka air terendah. Ilustrasi elevasi dan kedalaman perairan dapat dilihat pada Gambar 6 serta layout dermaga rencana dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Ilustrasi elevasi dermaga dan kedalaman perairan



Gambar 7. Layout dermaga rencana

Fasilitas berlabuh dan bertambat pada dermaga yang digunakan yaitu Supercone Fender SCN 1400-E 1.0 dan Tee bollard 50 ton.

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 elemen struktur pada struktur.

Hasil dari pemodelan struktur loading platform setelah optimasi terhadap batas parameter izinnnya ditunjukkan pada Tabel 2 sampai Tabel 4.

Tabel 2. Nilai UCR maksimum pada *loading platform* setelah optimasi

No Frame	UCR	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
9	0.819	ULS5.2.min	OK
ULS5.2.min : Beban mati, Beban gempa, Beban hidup, Beban salju			

Tabel 3. Nilai defleksi maksimum pada tiang pancang *loading platform* setelah optimasi

No Joint	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
2	0.0589	0.0607	SLS5.B.1.max	OK
2	-0.0604		SLS5.B.2.max	OK
SLS5.B.1.max : Beban mati, Beban gempa				
SLS5.B.2.max : Beban mati, Beban gempa				

Tabel 4. Nilai defleksi maksimum pada balok *loading platform* setelah optimasi

No Frame	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
79	0.0098	0.02	SLS5.B.1.max	OK
43	-0.0106	0.0111	SLS6.B.2.min	OK
SLS5.B.1.max : Beban mati, Beban gempa				
SLS6.B.2.min : Beban mati, Beban hidup, Beban gempa, Beban salju				

Hasil dari pemodelan struktur breasting dolphin setelah optimasi terhadap batas parameter izinnnya ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Nilai UCR maksimum pada *breasting dolphin* setelah optimasi

No Frame	UCR	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
3	0.804	ULS2.max	OK
ULS2.max : Beban mati, Beban hidup, Beban berthing			

Tabel 6. Nilai defleksi maksimum pada *breasting dolphin* setelah optimasi

No Joint	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
6	0.024	0.0633	SLS5.B.1.max	OK
2	0.0617		SLS2.max	OK
SLS2.max : Beban mati, Beban hidup, Beban berthing				
SLS5.B.1.max : Beban mati, Beban gempa				

Hasil dari pemodelan struktur mooring dolphin setelah optimasi terhadap batas parameter izinnnya ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Nilai UCR maksimum pada *mooring dolphin* setelah optimasi

No Frame	UCR	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
1	0.809	ULS5.2.min	OK
ULS5.2.min : Beban mati, Beban gempa, Beban hidup, Beban salju			

Tabel 8. Nilai defleksi maksimum pada *mooring dolphin* setelah optimasi

No Joint	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
2	0.0472	0.06	SLS5.B.1.max	OK
2	-0.0543		SLS5.A.4.max	OK
SLS5.A.4.max : Beban mati, Beban gelombang, Beban arus, Beban <i>mooring</i>				
SLS5.B.1.max : Beban mati, Beban gempa				

Hasil dari pemodelan struktur *trestle* setelah optimasi terhadap batas parameter izinnya ditunjukkan pada Tabel 9 sampai Tabel 11.

Tabel 9. Nilai UCR maksimum pada *trestle* setelah optimasi

No Frame	UCR	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
10	0.829	ULS5.2.min	OK
ULS5.2.min : Beban mati, Beban gempa, Beban hidup, Beban salju			

Tabel 10. Nilai defleksi maksimum pada tiang pancang *trestle* setelah optimasi

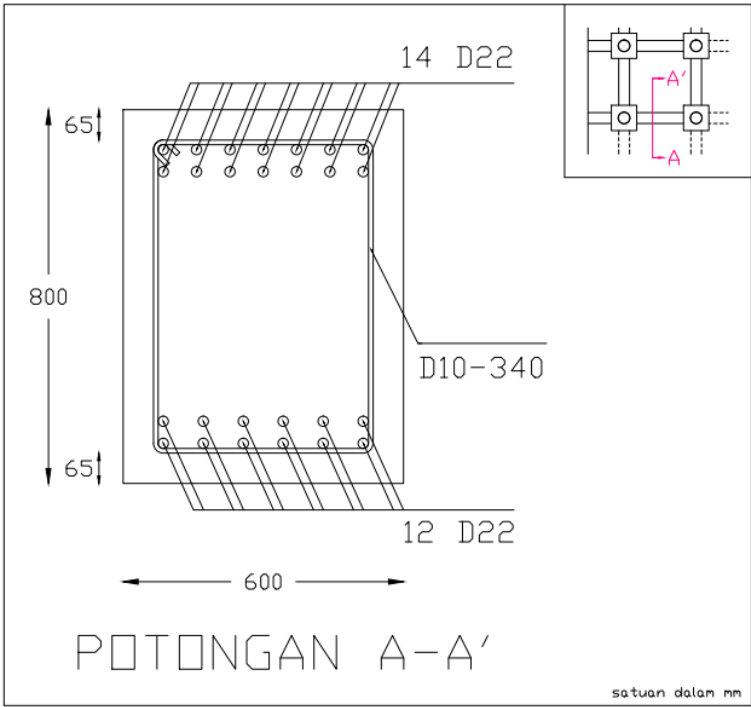
No Joint	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
2	0.0583	0.061	SLS5.B.1.max	OK
2	-0.0598		SLS5.B.2.max	OK
SLS5.B.1.max : Beban mati, Beban gempa				
SLS5.B.2.max : Beban mati, Beban gempa				

Tabel 11. Nilai defleksi maksimum pada balok *trestle* setelah optimasi

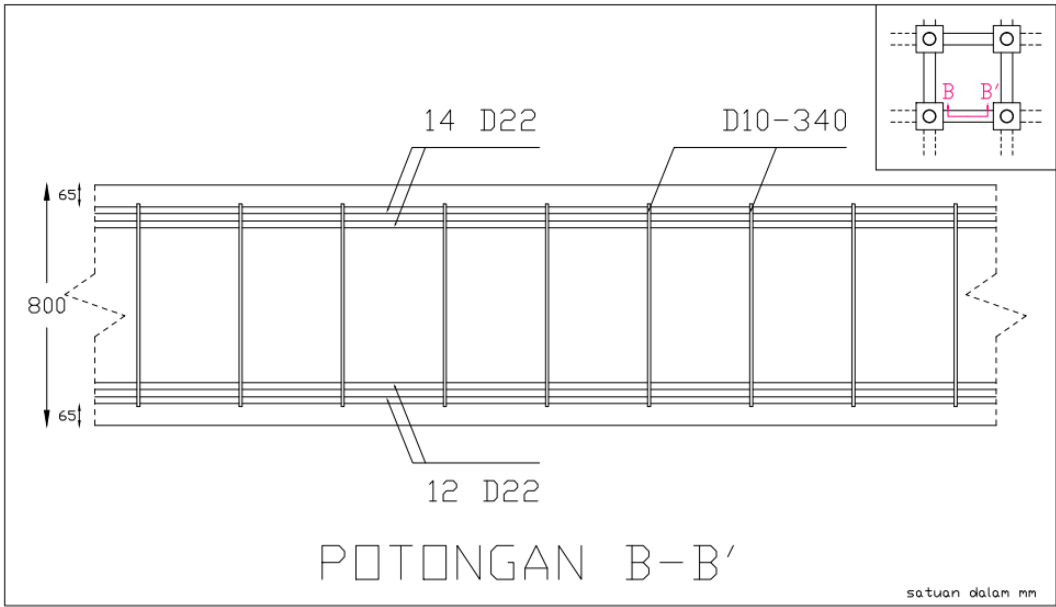
No Frame	Defleksi (m)	Izin (m)	Kombinasi Pembebanan	Keterangan
139	0.0098	0.025	SLS5.B.2.max	OK
SLS5.B.2.max : Beban mati, Beban gempa				

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*.

Ilustrasi dari potongan balok pada loading platform dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

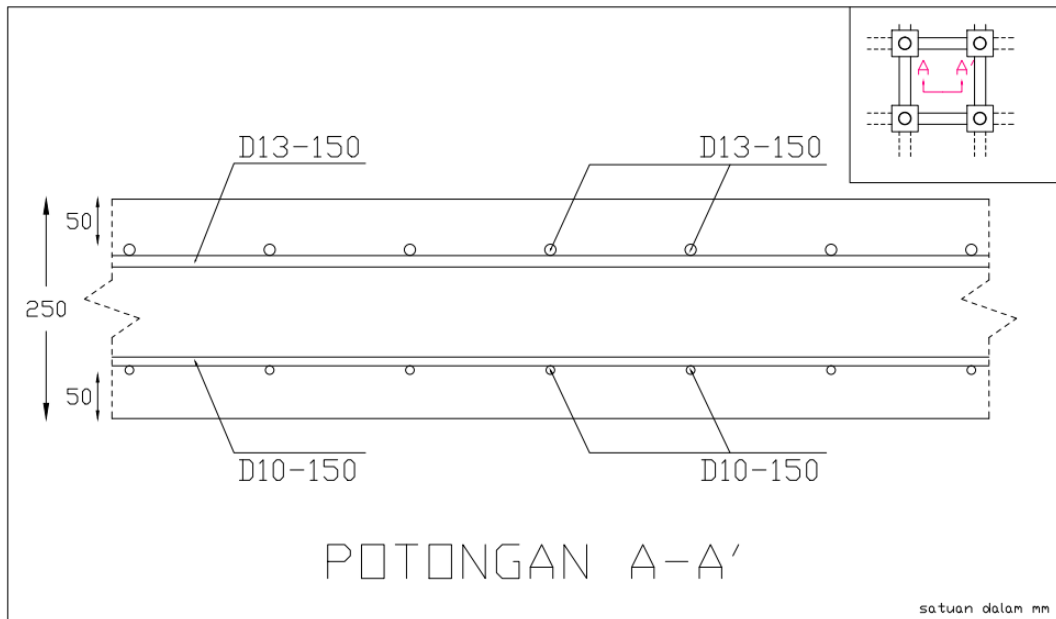


Gambar 8 Potongan A-A' balok pada *loading platform*

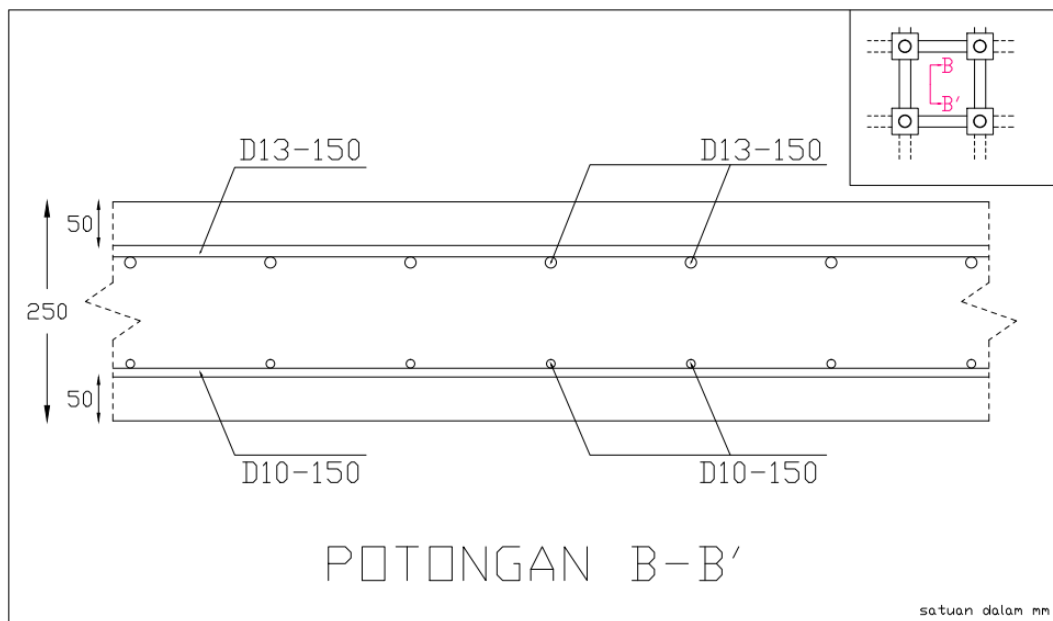


Gambar 9 Potongan B-B' balok pada *loading platform*

Ilustrasi dari potongan pelat pada *loading platform* dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

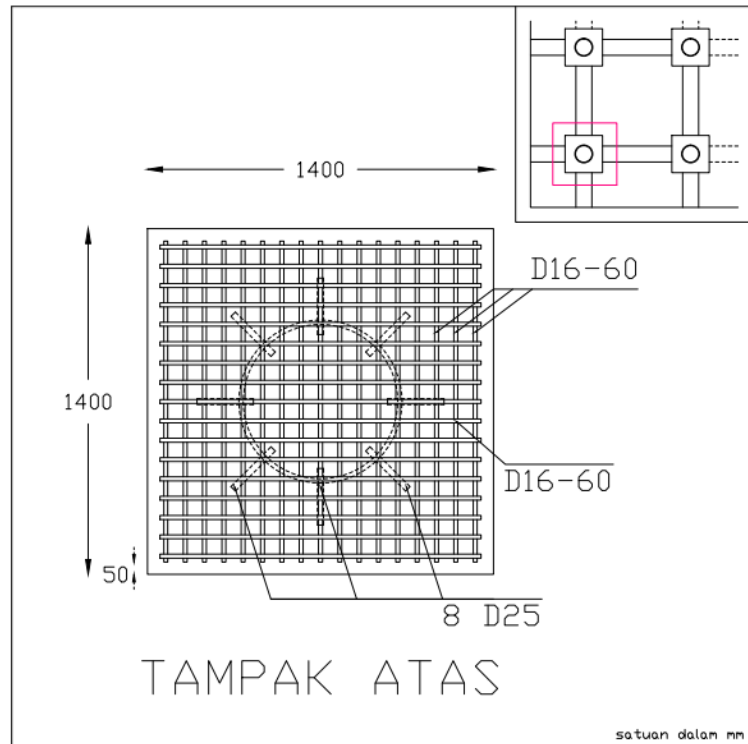


Gambar 10 Potongan A-A' pelat pada *loading platform*

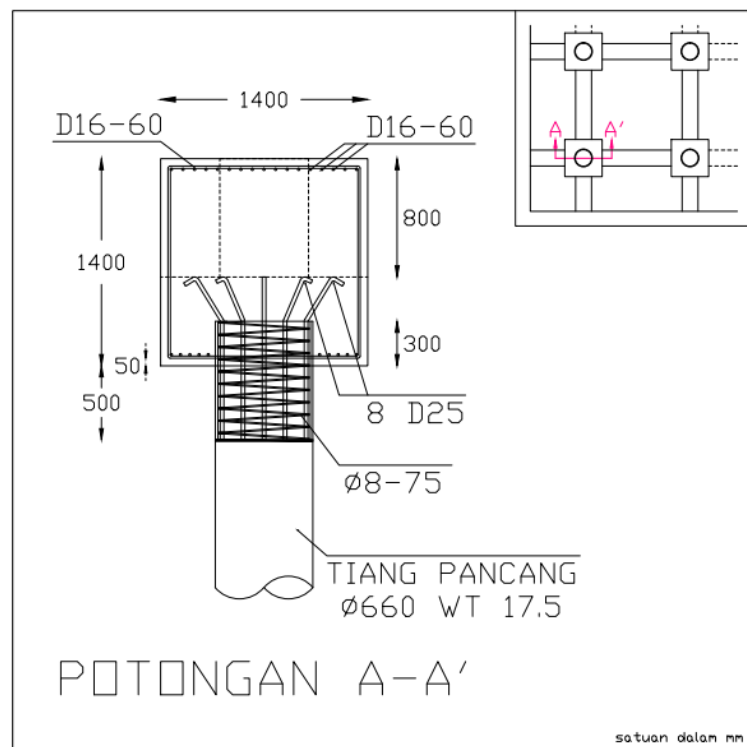


Gambar 11 Potongan B-B' pelat pada *loading platform*

Ilustrasi dari potongan *pile cap* pada *loading platform* dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

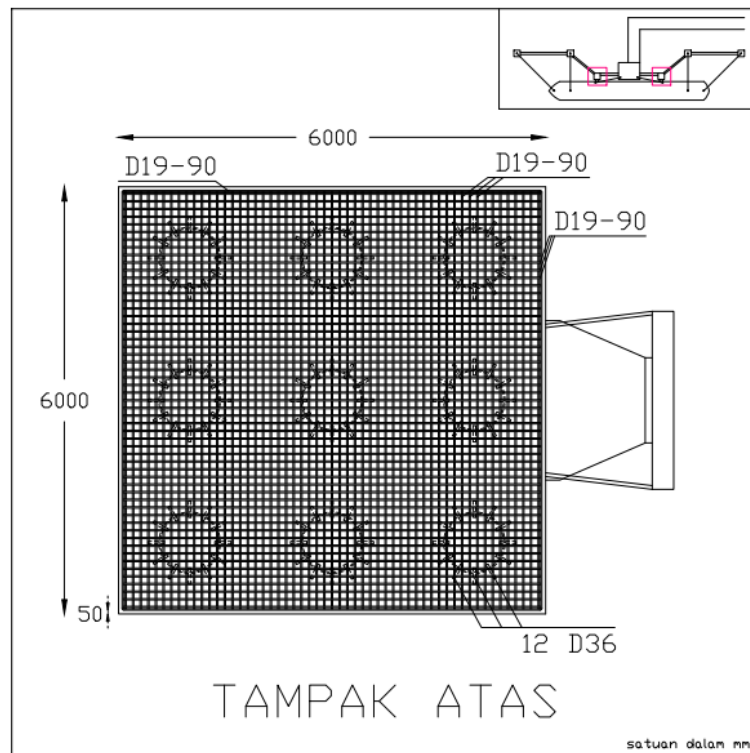


Gambar 12 Tampak atas tulangan *pile cap* pada *loading platform*

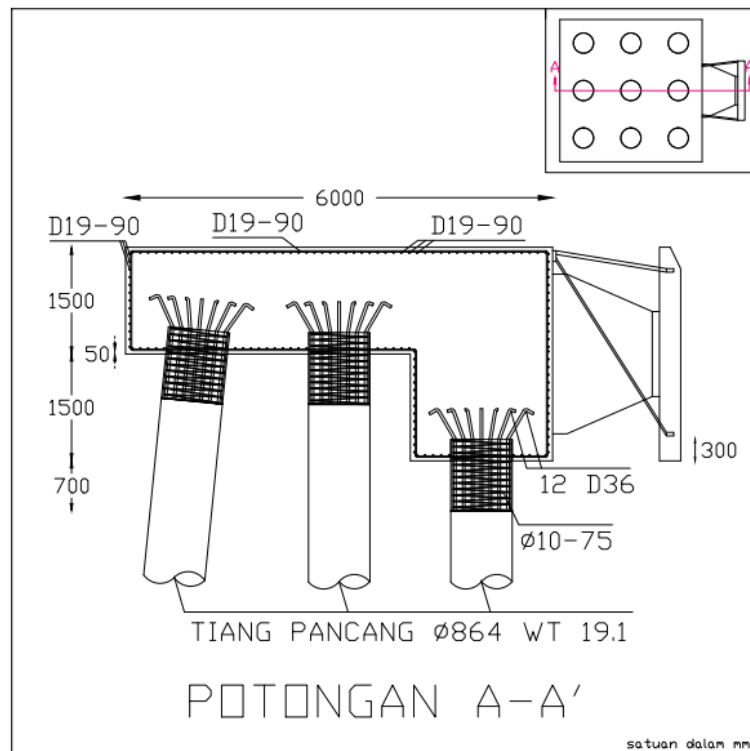


Gambar 13 Potongan A-A' *pile cap* pada *loading platform*

Ilustrasi dari potongan *breasting dolphin* dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15.

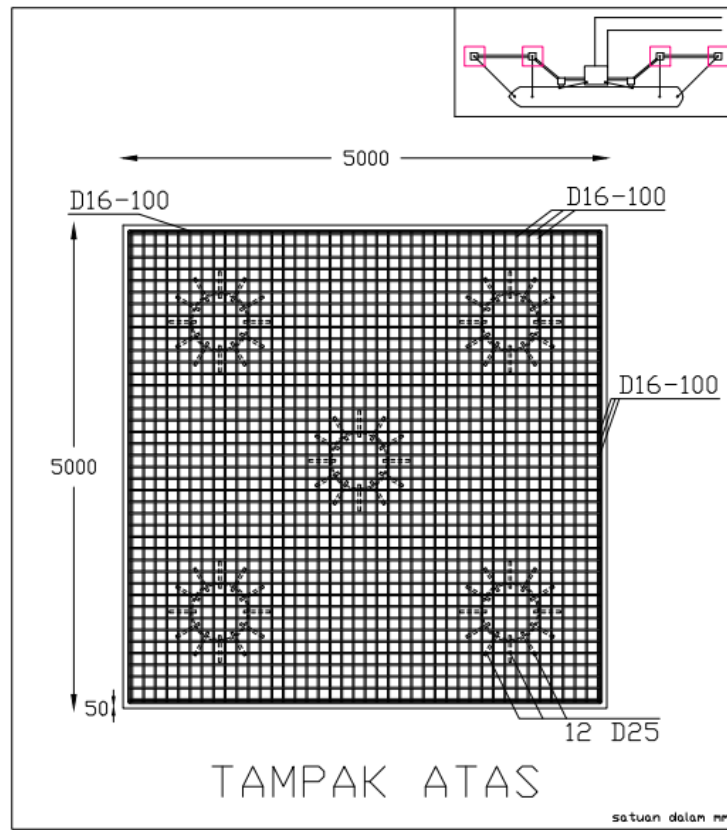


Gambar 14 Tampak atas tulangan pada *breasting dolphin*

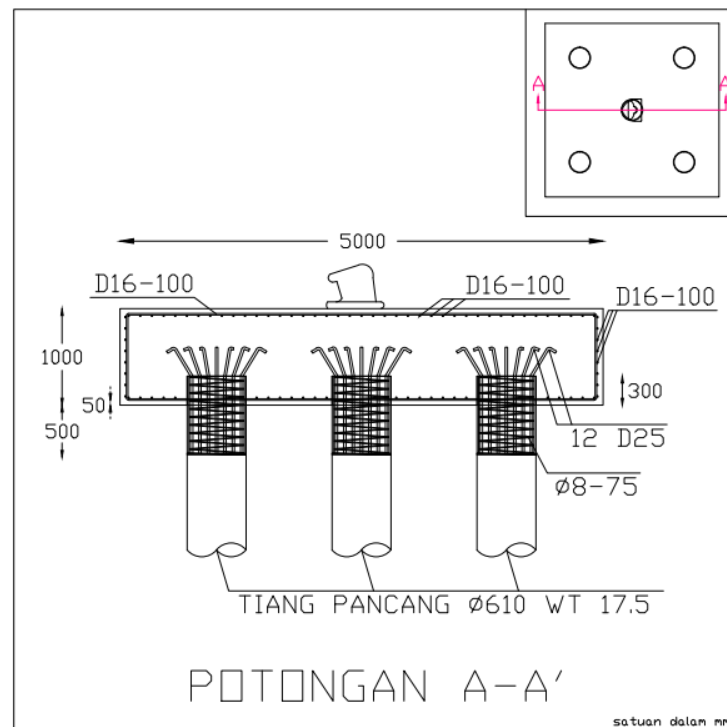


Gambar 15 Potongan A-A' pada *breasting dolphin*

Ilustrasi dari potongan *mooring dolphin* dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17

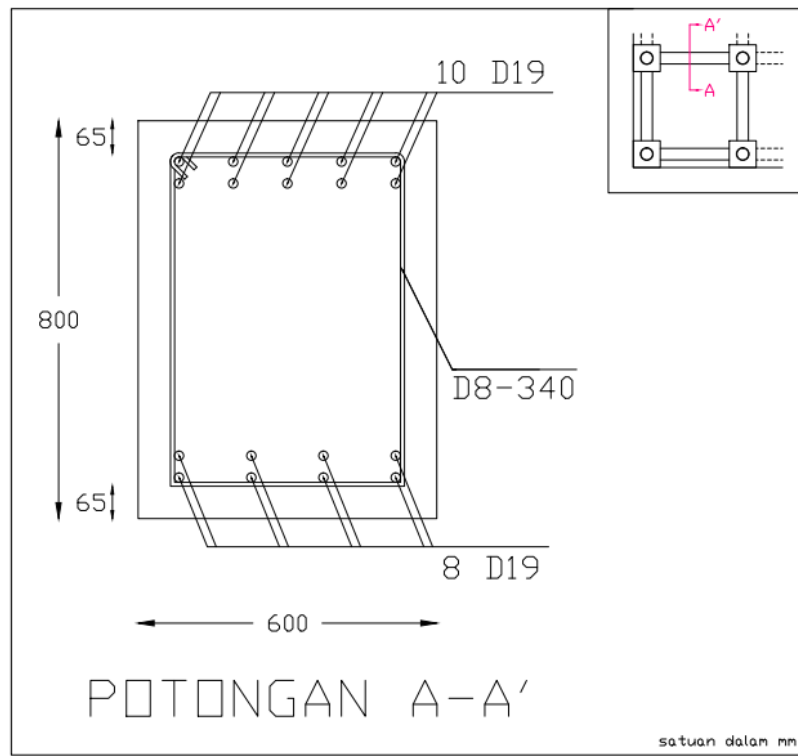


Gambar 16 Tampak atas tulangan pada *mooring dolphin*

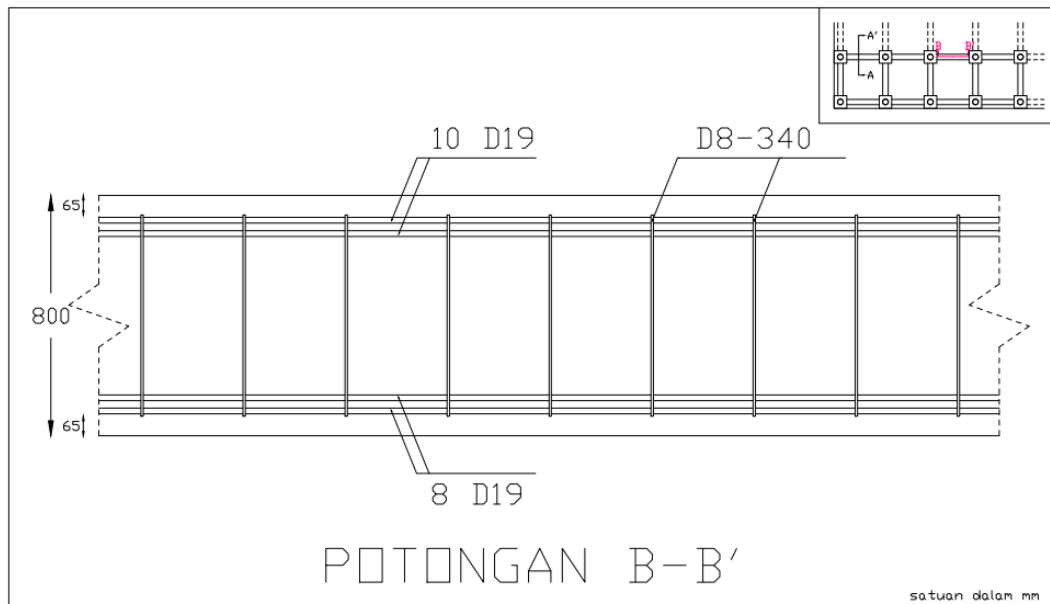


Gambar 17 Potongan A-A' pada *mooring dolphin*

Ilustrasi dari potongan balok pada *trestle* dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19

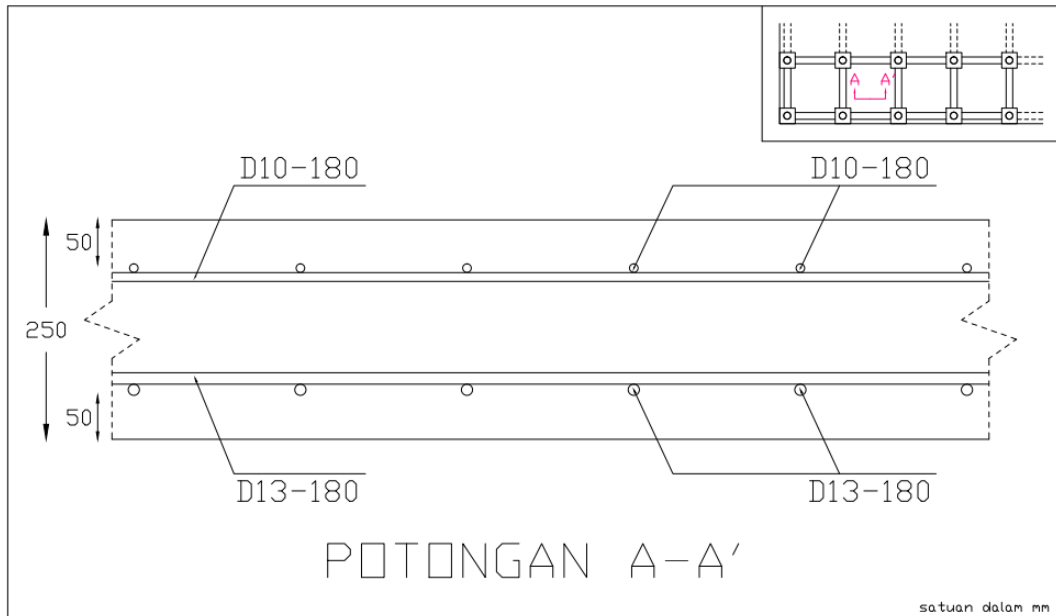


Gambar 18 Potongan A-A' balok pada *trestle*

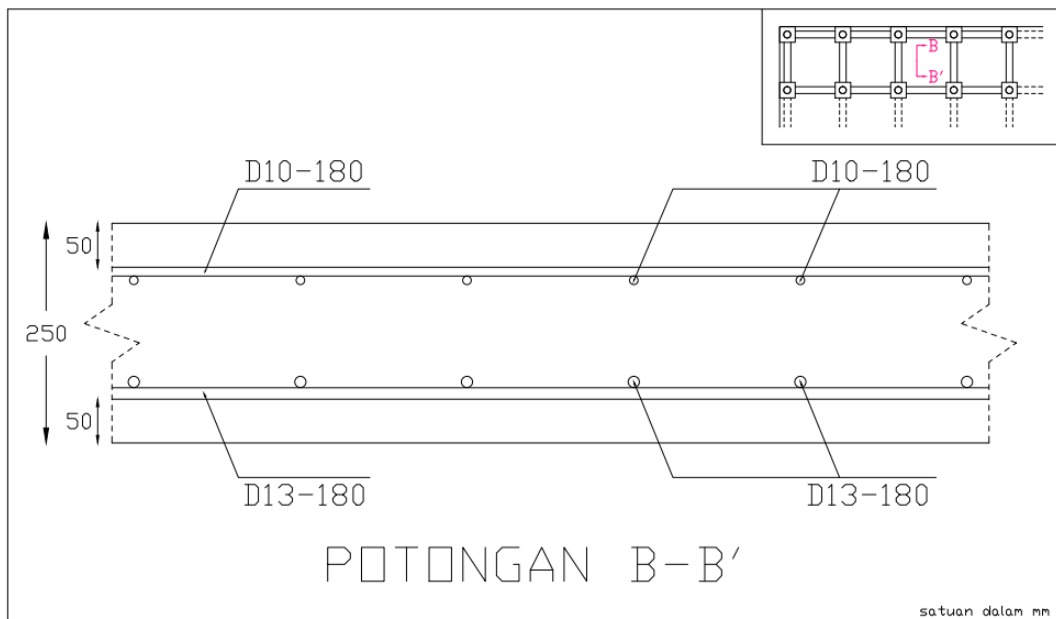


Gambar 19 Potongan B-B' balok pada *trestle*

Ilustrasi dari potongan pelat pada *trestle* dapat dilihat pada Gambar 20 dan Gambar 21.

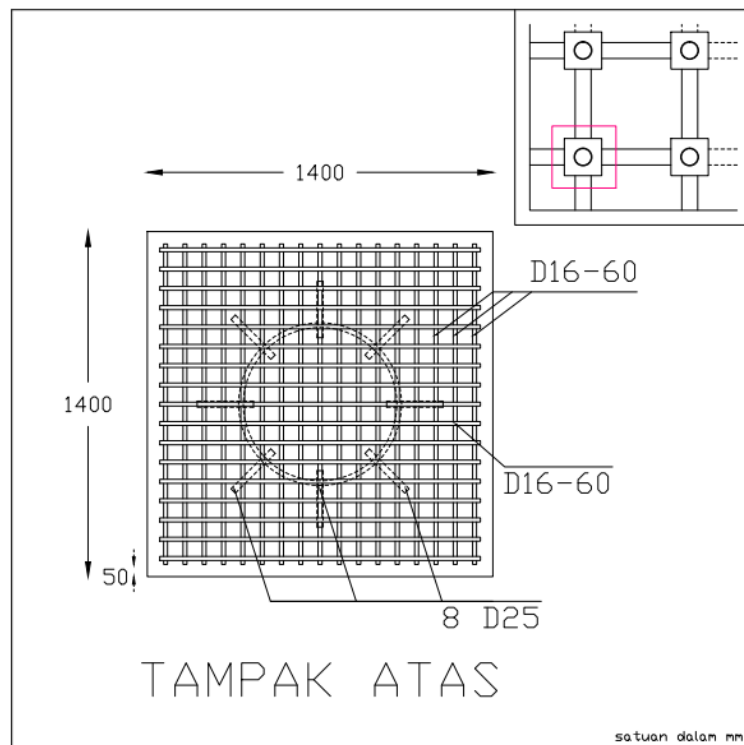


Gambar 20 Potongan A-A' pelat pada *trestle*

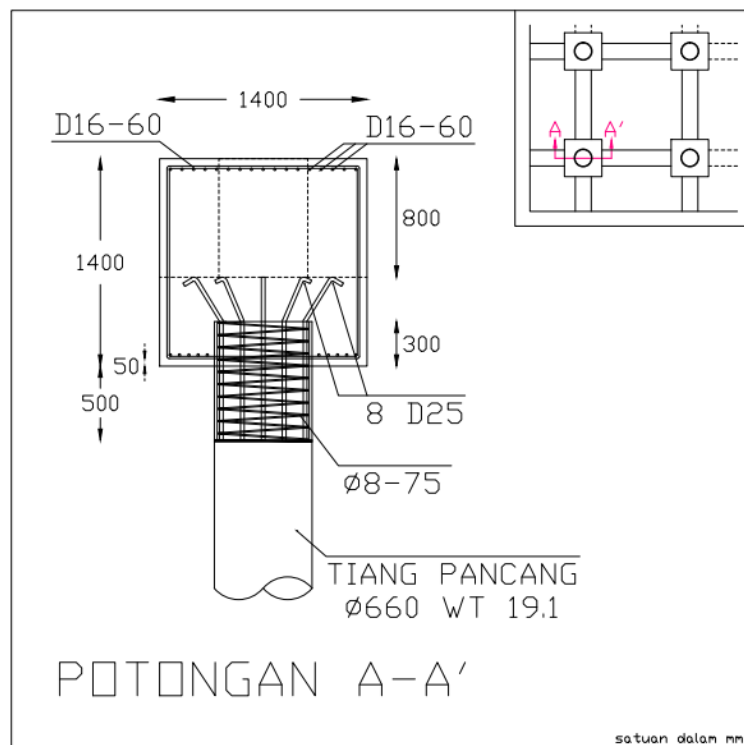


Gambar 21 Potongan B-B' pelat pada *trestle*

Ilustrasi dari potongan *pile cap* pada *trestle* dapat dilihat pada Gambar 22 dan Gambar 23.

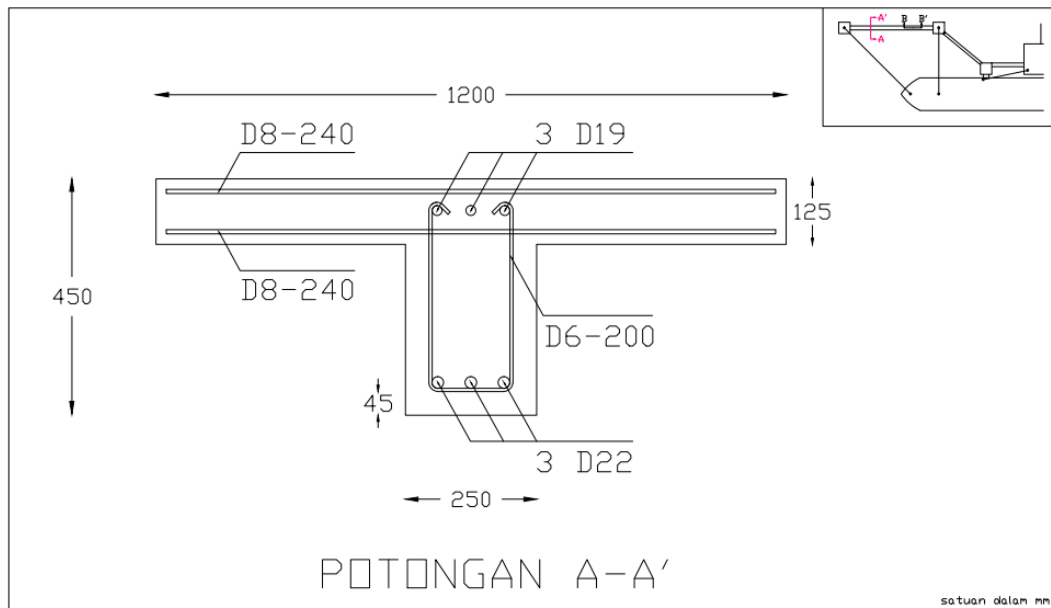


Gambar 22 Tampak atas tulangan *pile cap* pada *trestle*

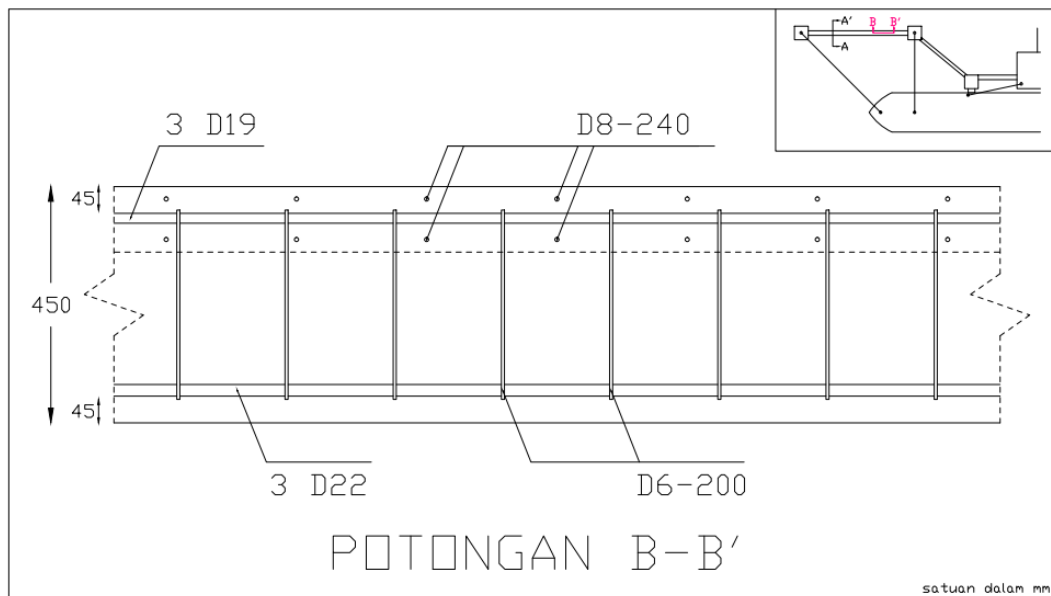


Gambar 23 Potongan A-A' *pile cap* pada *trestle*

Ilustrasi dari potongan balok T pada *catwalk* dapat dilihat pada Gambar 24 dan Gambar 25.



Gambar 24 Potongan A-A' balok T pada *catwalk*



Gambar 25 Potongan B-B' balok T pada *catwalk*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dermaga didesain dengan tipe dolphin yang mampu melayani bongkar muat satu kapal tanker berukuran 13470 DWT dengan rincian:
 - Satu struktur loading platform berukuran 20 m x 16 m
 - Dua struktur breasting dolphin berukuran 6 x 6 m
 - Empat struktur mooring dolphin berukuran 5 m x 5m
 - Satu struktur trestle berukuran 305 m x 11 m yang dibagi menjadi 5 segmen.
 - Elevasi lantai dermaga (+) 6 m dari elevasi muka air terendah
 - Kedalaman perairan (-) 7.9 m dari elevasi muka air terendah
2. Fasilitas berlabuh dan bertambat yang digunakan adalah sebagai berikut
 - i. Fender : Supercone Fender SCN 1400 – E 1.0
 - ii. Bollard : Tee Bollard 50 Ton
3. Pondasi tiang pancang perlu dipancang hingga kedalaman 17 m dari CSD atau 8 m dari dasar laut untuk struktur *loading platform*, *mooring dolphin*, dan *trestle* serta perlu dipancang hingga kedalaman 20 m dari CSD atau 11 m dari dasar laut untuk struktur *breasting dolphin*.

Saran

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

1. Dalam laporan ini, banyak perhitungan yang dihitung secara teoritis tanpa mempertimbangkan kondisi nyatanya, seperti dalam mendesain tulangan pada kenyataannya harus mempertimbangkan proses pemasangannya.
2. Sebaiknya setelah mendesain penulangan dilakukan pengecekan kembali menggunakan perangkat lunak analisis struktur.

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. (2013). *SNI 2847:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 1729:2015 Spesifikasi Bangunan Baja Struktural*. 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.
- Computers and Structures, Inc. (2017). *SAP2000 Help Files*. Retrieved from docs.csiamerica.com.
- Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering*. Stamford: CENGAGE Learning.
- Fentek Marine System GmbH. (2010). *Marine Fendering System*. Hamburg: Fentek.
- Imran, I. d. (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.
- Thoresen, C. A. (2014). *Port Designers Handbook*. London: ICE Publishing.
- Trelleborg. (2017). *Safe Berthing and Mooring*. Dubai: Trelleborg Marine System.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- US Army Corps of Engineer. (1984). *Shore Protection Manual*. Washington D.C.: US Army Corps of Engineer.
- Wight, J. K. (2012). *Reinforced Concrete Mechanics and Design*. New Jersey: Pearson Education, Inc.