

PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA PETI KEMAS MENGGUNAKAN BETON PRACETAK DI TANJUNG MERAH, BITUNG, SULAWESI UTARA

Simon Jonathan¹ dan Sri Murti Adiyastuti²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung,

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

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

Kata Kunci : *Peti Kemas, Tiang Pancang, SAP2000, Beton Bertulang, Beton Pracetak*

ABSTRAK

Pelabuhan Bitung di Sulawesi Utara direncanakan menjadi pelabuhan internasional hub di kawasan Indonesia Timur untuk menunjang pembangunan ekonomi Indonesia hingga tahun 2025 sesuai Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) tahun 2011. Kondisi pelabuhan eksisting diprediksi tidak mampu menampung kapasitas proyeksi peti kemas jangka menengah sehingga ditentukan lokasi pengembangan Pelabuhan Bitung di Tanjung Merah.

Pembahasan tugas akhir ini meliputi penjelasan kriteria desain struktur dermaga dengan jenis *full deck* menggunakan beton pracetak. Pembahasan terdiri dari pengumpulan dan pengolahan data lingkungan, perhitungan beban pada struktur dermaga, penentuan dimensi dermaga dan elemen struktur dermaga, analisis struktur dermaga, desain penulangan struktur, dan analisis daya dukung tanah.

Analisis struktur dermaga dilakukan dengan melakukan pemodelan struktur untuk mendapatkan nilai *unity check ratio* (UCR), nilai defleksi dan pergeseran elemen struktur dermaga, nilai-nilai gaya dalam balok dan pelat, serta reaksi perletakan pondasi tiang pancang. Nilai UCR didapat sebesar 0,84. Reaksi perletakan pondasi tiang pancang sebesar 2850,34 kN. Pemancangan pondasi tiang pancang direncanakan hingga kedalaman 30 meter.

Hasil dari tugas akhir ini meliputi desain dimensi dermaga, dimensi elemen struktur dermaga, rincian penulangan, dimensi beton pracetak, dan kedalaman pondasi tiang pancang.

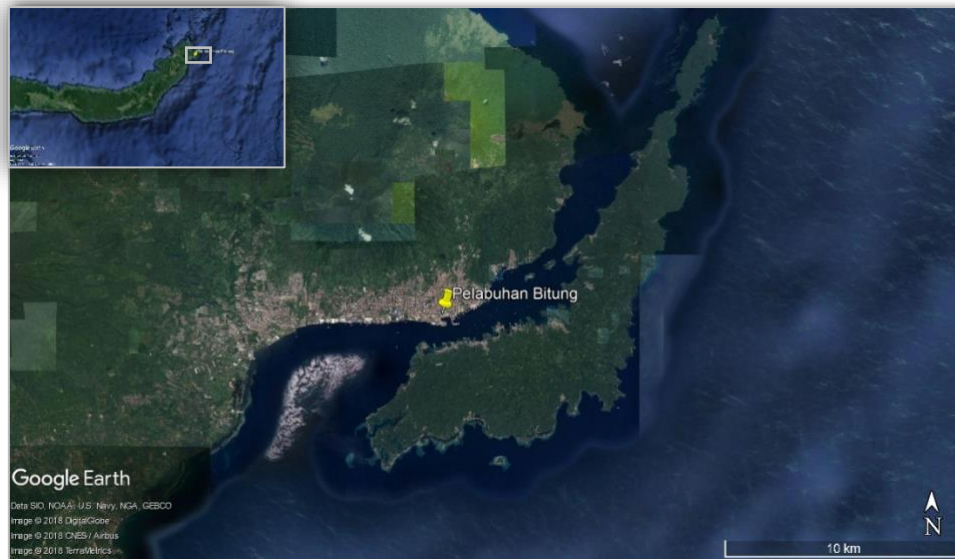
PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara berkembang telah mengalami kemajuan di bidang ekonomi sepanjang sejarah kemerdekaannya. Pembangunan ekonomi yang terus dilakukan menjadi faktor terwujudnya kemajuan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Pemerintah menyadari diperlukan arahan pembangunan ekonomi Indonesia hingga tahun 2025 sehingga disusunlah MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia). MP3EI sesuai Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011 menetapkan fokus pengembangan dalam enam Koridor Ekonomi Indonesia sesuai potensi dan keunggulan masing-masing wilayah, yaitu Sumatera, Jawa, Kalimantan, Bali-Nusa Tenggara, Maluku-Papua, dan Sulawesi.

Koridor ekonomi Sulawesi berada di sisi Samudera Pasifik dan jalur pelayaran internasional. Koridor ini diharapkan menjadi garis depan ekonomi nasional terhadap pasar Asia Timur, Australia, dan Amerika sehingga sangat penting untuk menentukan lokasi yang akan berfungsi sebagai pelabuhan internasional hub. Pelabuhan Bitung di Sulawesi Utara menjadi alternatif yang dapat dikembangkan. Pelabuhan Bitung tengah dikembangkan untuk menjadi pelabuhan internasional hub di kawasan Tanjung Merah seperti ditunjukkan pada **Gambar 1** sampai dengan **Gambar 3**.



Gambar 1 Peta Orientasi Provinsi Sulawesi Utara



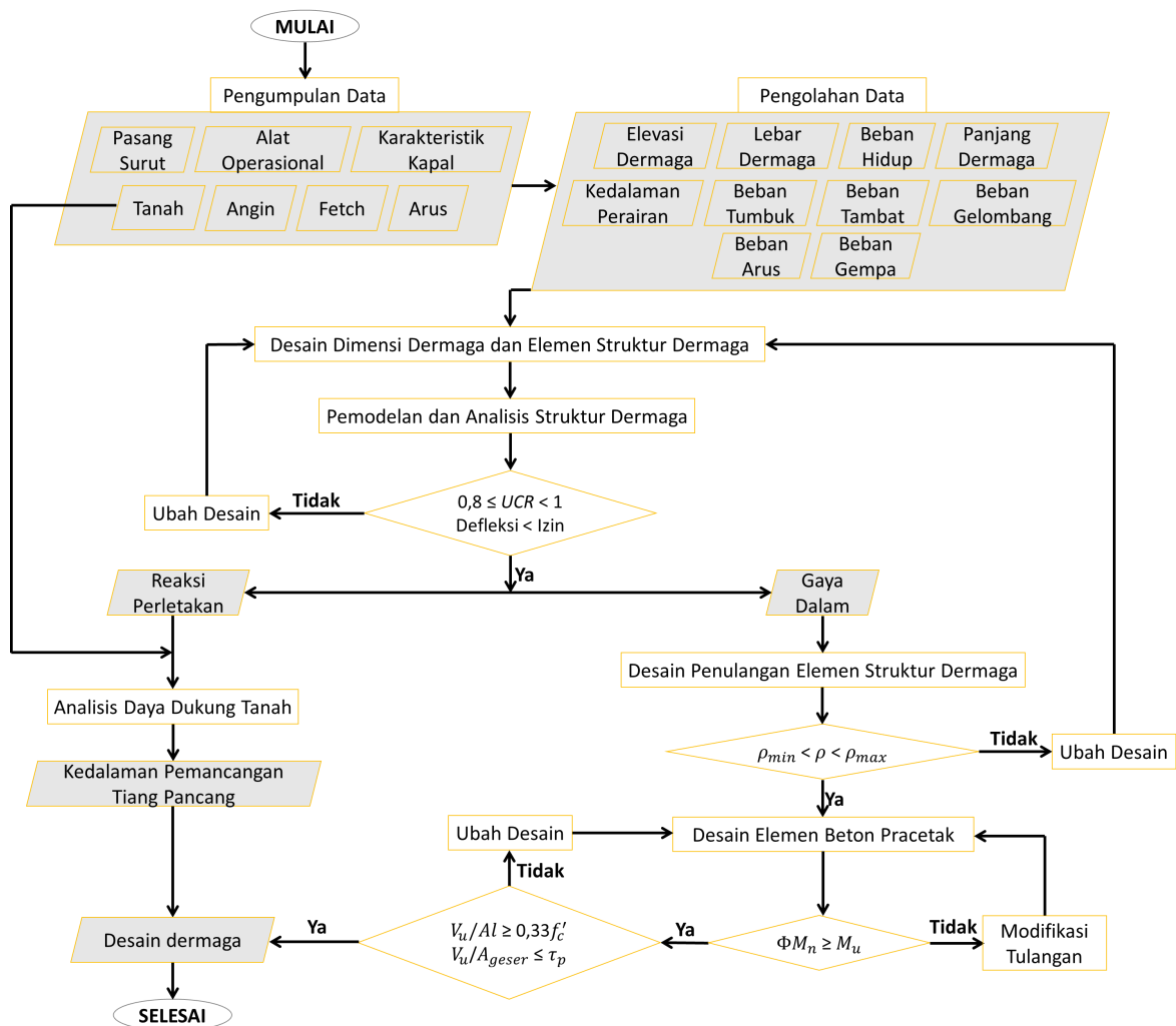
Gambar 2 Peta Selat Lembeh



Gambar 3 Peta Lokasi Rencana Pengembangan Pelabuhan Bitung di Tanjung Merah

TEORI DAN METODOLOGI

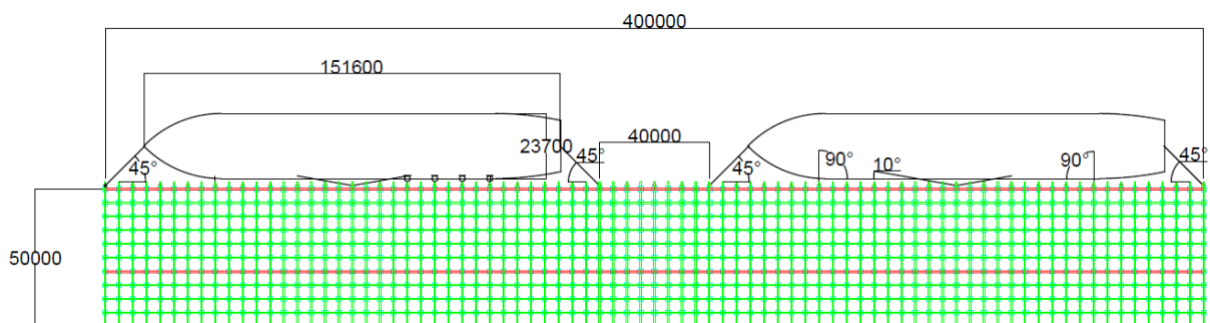
Metodologi pengerjaan Tugas Akhir ini dijelaskan dalam bagan alir yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Data awal yang digunakan sebagai parameter perancangan struktur adalah data sekunder meliputi data angin, pasang surut, arus, karakteristik kapal, data alat, dan data tanah. Data kapal dan alat digunakan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



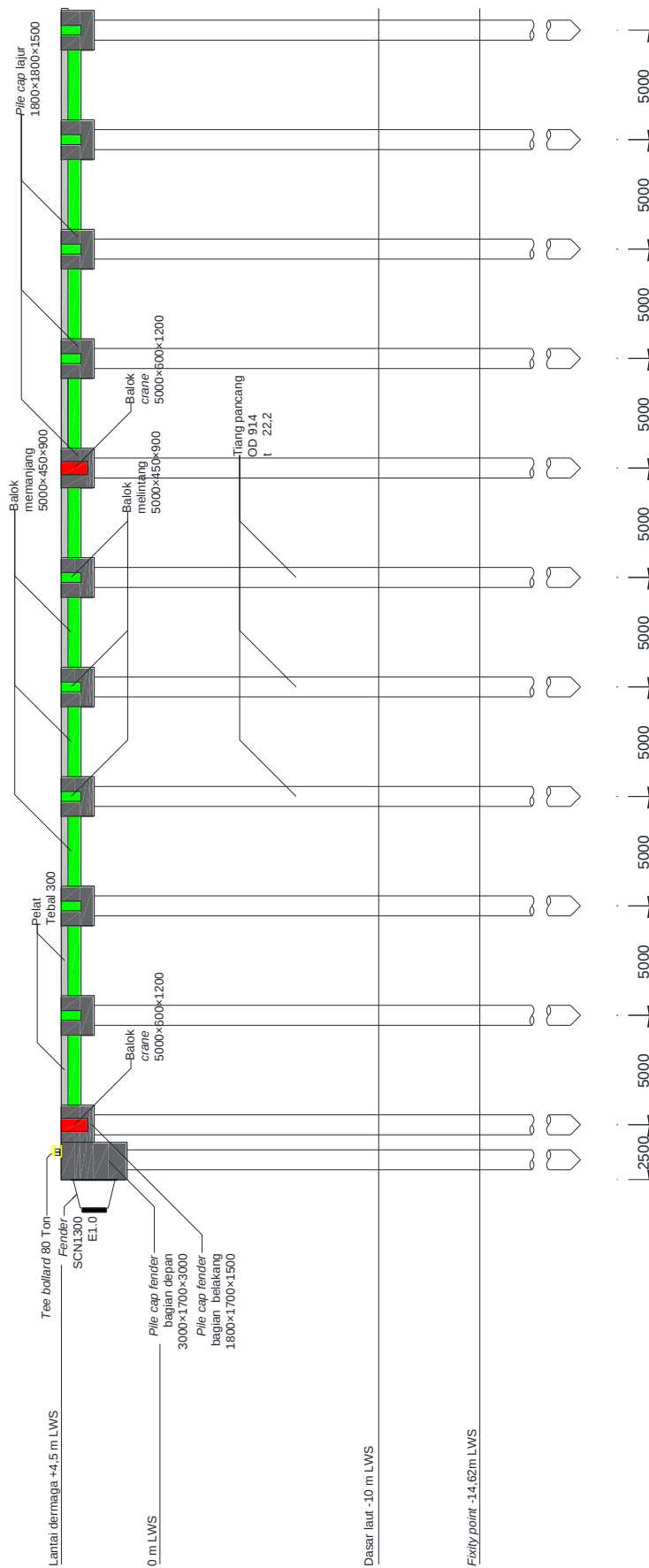
Gambar 4 Metodologi pengerjaan tugas akhir

HASIL DAN ANALISIS

Desain struktur dermaga ditentukan berdasarkan kebutuhan dermaga untuk mengakomodasi 2 kapal peti kemas dengan bobot 15.000 DWT. Tampak atas desain struktur dermaga ditunjukkan pada **Gambar 5**. Tampak samping ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 5 Tampak atas desain struktur dermaga



Gambar 6 Tampak samping desain struktur dermaga

Hasil analisis struktur menggunakan SAP2000 menunjukkan bahwa nilai UCR, defleksi balok, dan pergeseran kolom berada di bawah batas yang masing-masing ditunjukkan pada **Tabel 1** sampai dengan **Tabel 3**.

Tabel 1 Unity Check Ratio

Parameter			Pile	Load Combo	UCR	
OD (mm)	t (mm)	h (mm)				
914	22,2	19,37	TP-68-11 TP-81-1	SD5.6 SD5.2	Max. Min.	0,70 0,38
914	17,5	19,12	TP-68-11 TP-81-1	SD5.6 SD5.2	Max. Min.	0,85 0,45
SD5.6 Beban mati, SK. CRANE 3, Beban hidup, GEMPA Y						
SD5.2 Beban mati, SK. CRANE 1, Beban hidup, GEMPA Y						

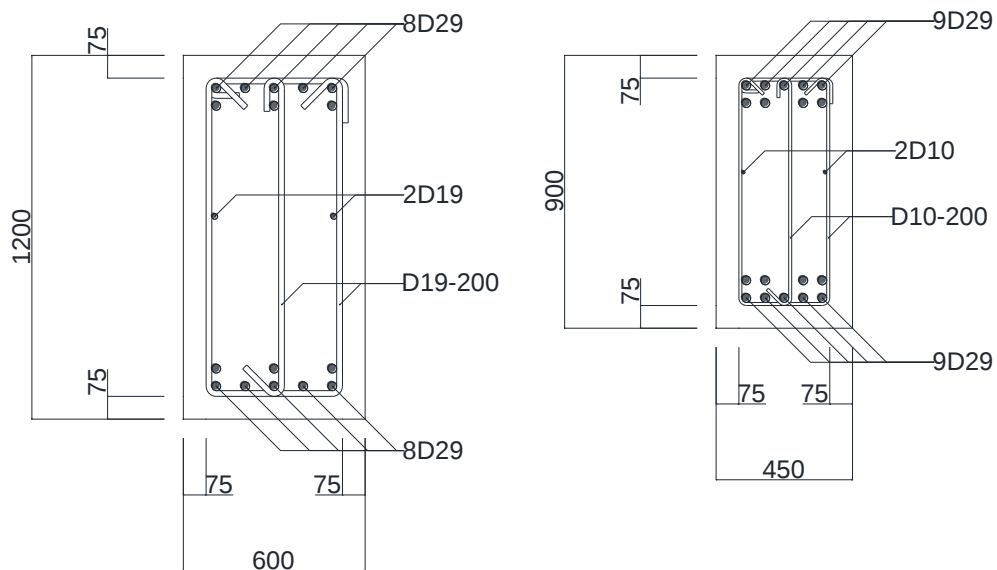
Tabel 2 Pergeseran tiang pancang

Parameter			Pile	Load Combo	Defleksi (cm)			Batas (cm)	Ket.
OD (mm)	t (mm)	h (mm)							
914	22,2	19,37	TP-74-7	ASD6.1	U1	Max	5,68	6,37	OK
			TP-74-7	ASD6.1		Min	-5,68		OK
			TP-1-1	ASD6.2	U2	Max	5,88		OK
			TP-8-3	ASD6.2		Min	-5,78		OK
TP-X-Y	Tiang pancang kolom ke-X. Baris ke-Y								
ASD6.1	Beban mati, BERTHING 1, GEMPA X								
ASD6.2	Beban mati, BERTHING 1, GEMPA Y								

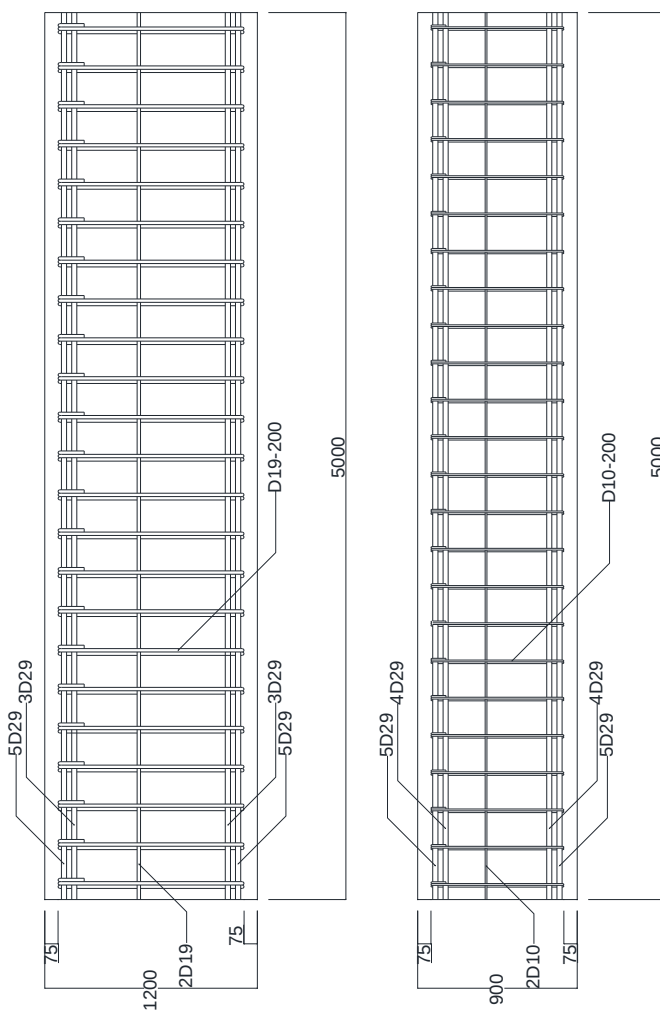
Tabel 3 Defleksi balok

Balok	Load Combo	Defleksi (cm)			Batas (cm)	Ket.
BL1-40-1	ASD3.3	U3	Max	-0,01	2,50	OK
BL1-9-1	ASD5.2		Min	-0,59	2,50	OK
BL2-6-5,5	ASD6.2	U3	Max	-0,01	2,50	OK
BL2-0-0	ASD2.1		Min	-0,38	2,50	OK
BL2A-29	ASD6.2	U3	Max	0,13	1,39	OK
BL2A-6	ASD6.2		Min	-1,02	1,39	OK
BL2B-0--0,5	ASD6.2	U3	Max	0,09	0,56	OK
BL2B-80--0,5	ASD6.2		Min	-0,22	0,56	OK
BL1	Balok <i>Crane</i>					
BL2	Balok lajur					
BL2A	Balok <i>Cantilever</i> 2,5 m					
BL2B	Balok <i>Cantilever</i> 1,0 m					
ASD3.3	Beban mati, ARUS Y+, MOORING Y+					
ASD5.2	Beban mati, SK. CRANE 1, Beban hidup, GEMPA Y					
ASD6.2	Beban mati, SK. CRANE 1, GEMPA Y					

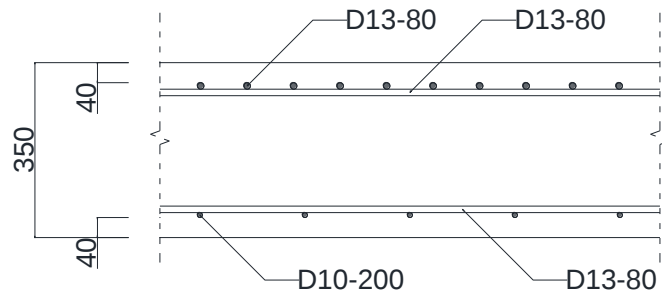
Elemen struktur dermaga terdiri dari balok *crane*, balok lajur (balok melintang dan balok memanjang), pelat dermaga, *pile cap fender*, dan *pile cap lajur*. Desain penulangan elemen struktur dermaga ditunjukkan pada **Gambar 7** sampai dengan **Gambar 16**.



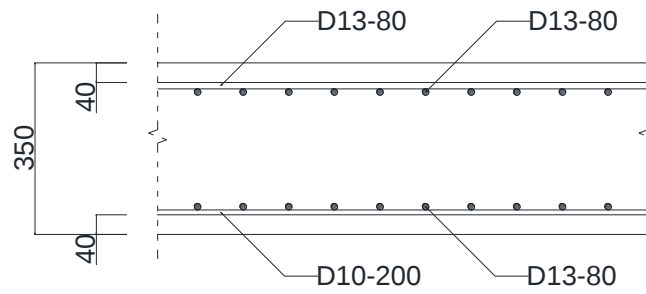
Gambar 7 Potongan arah melintang balok *crane* dan balok lajur



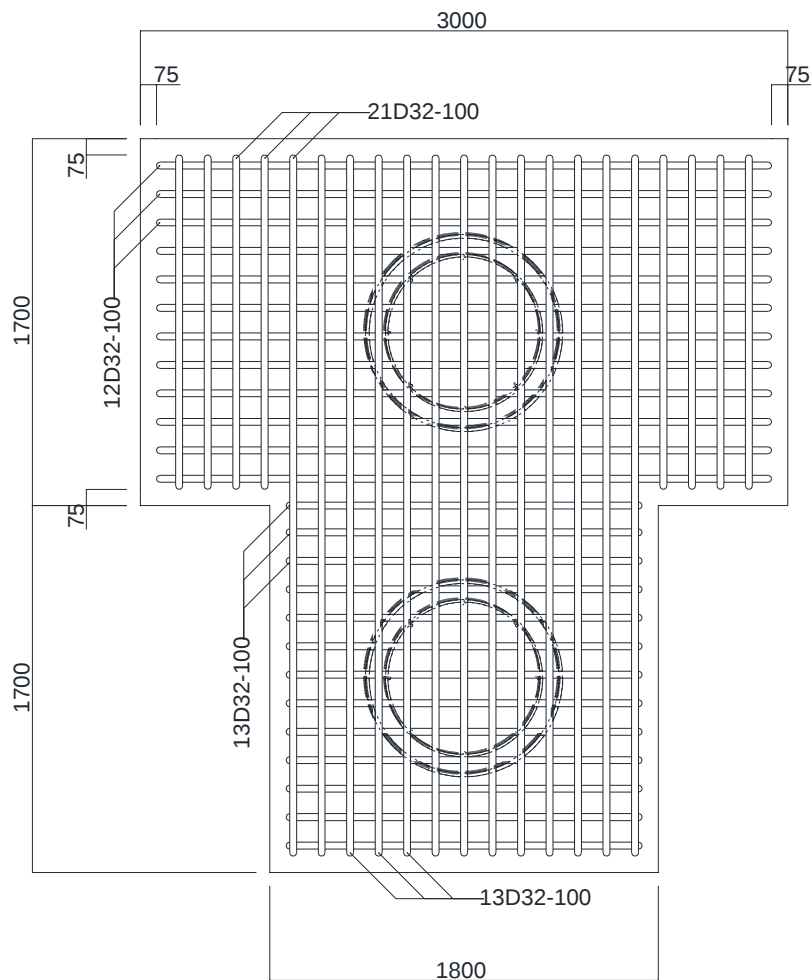
Gambar 8 Potongan arah memanjang balok *crane* dan balok lajur



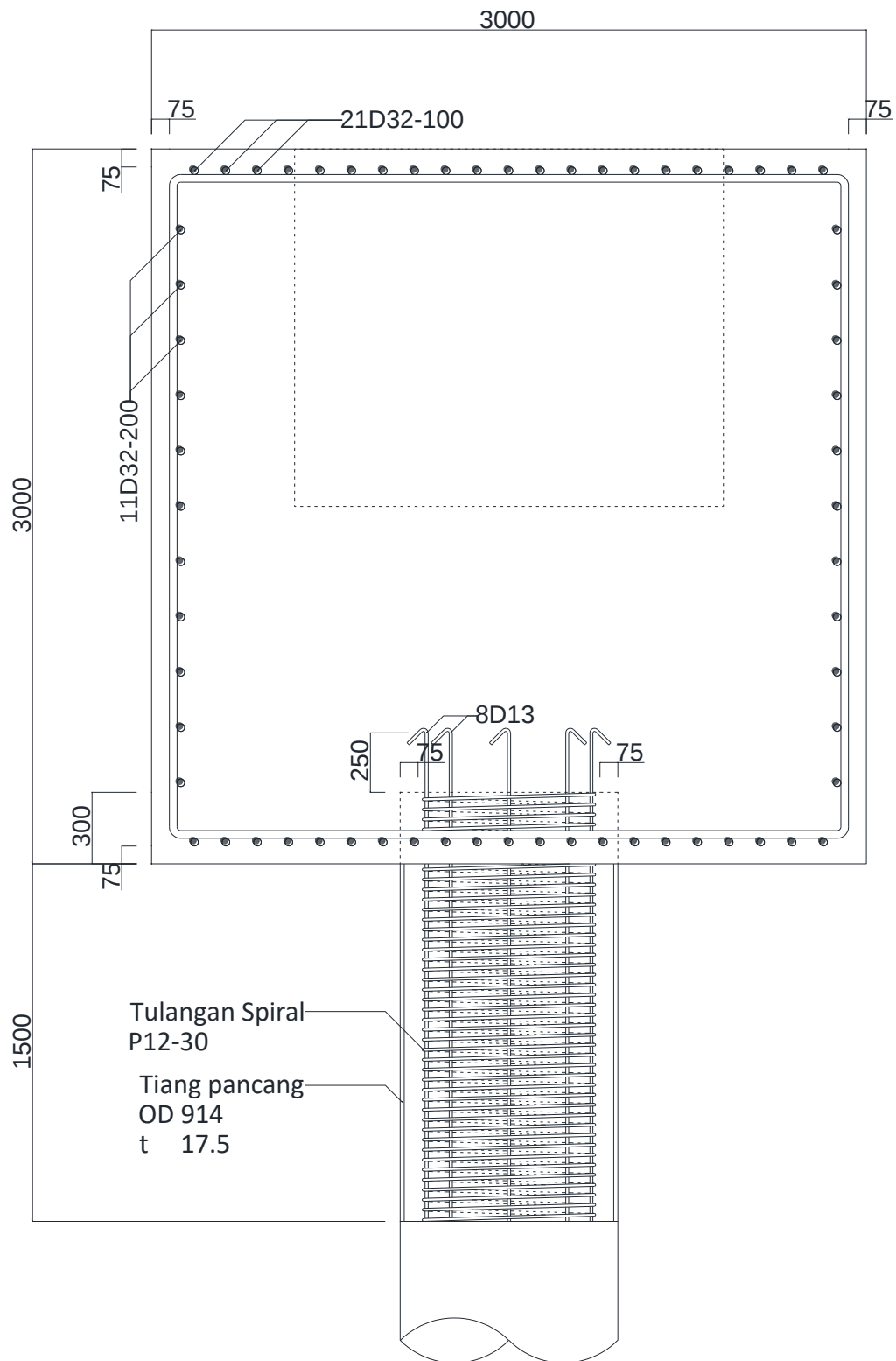
Gambar 9 Desain penulangan pelat arah sumbu 1



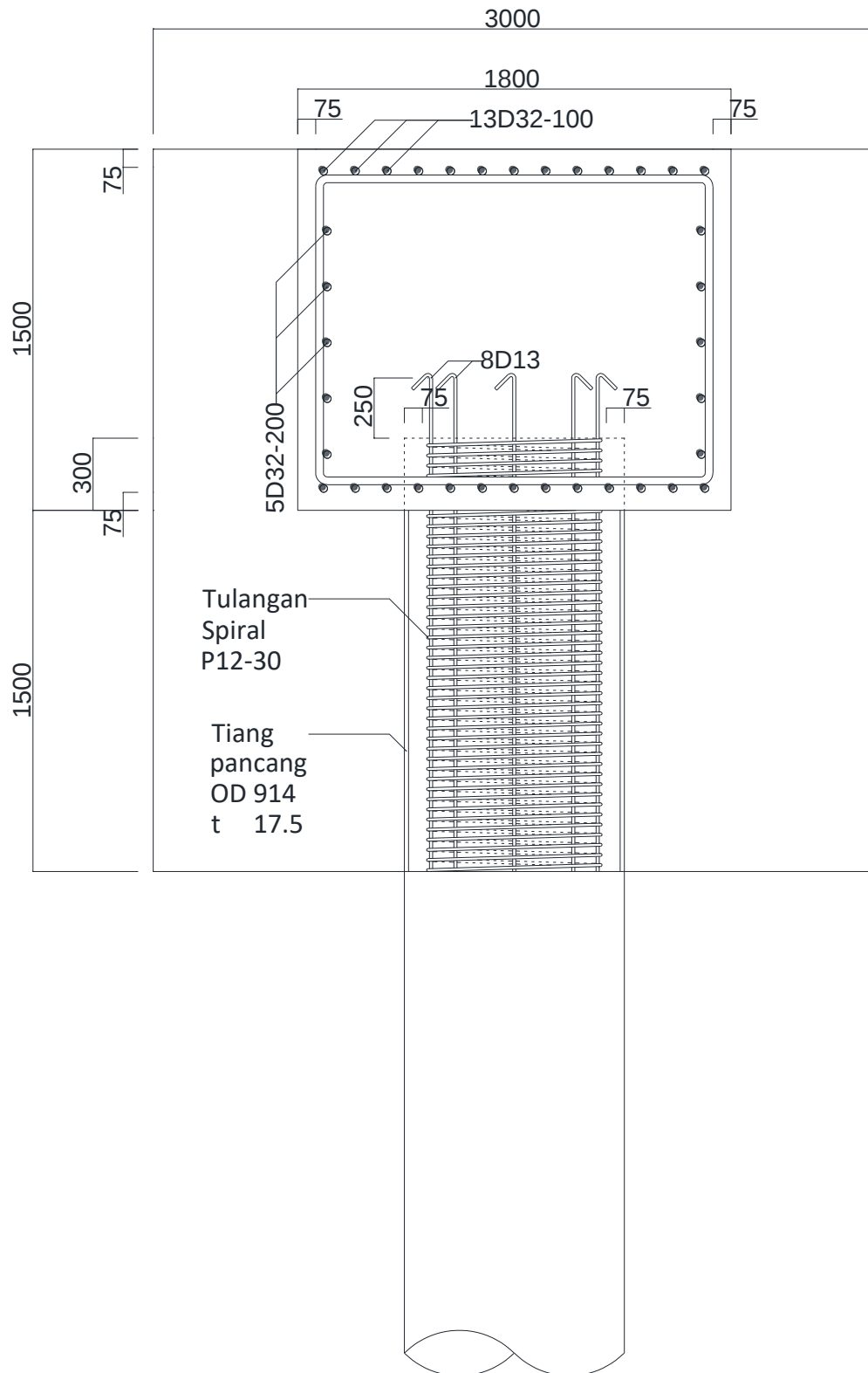
Gambar 10 Desain penulangan pelat arah sumbu 2



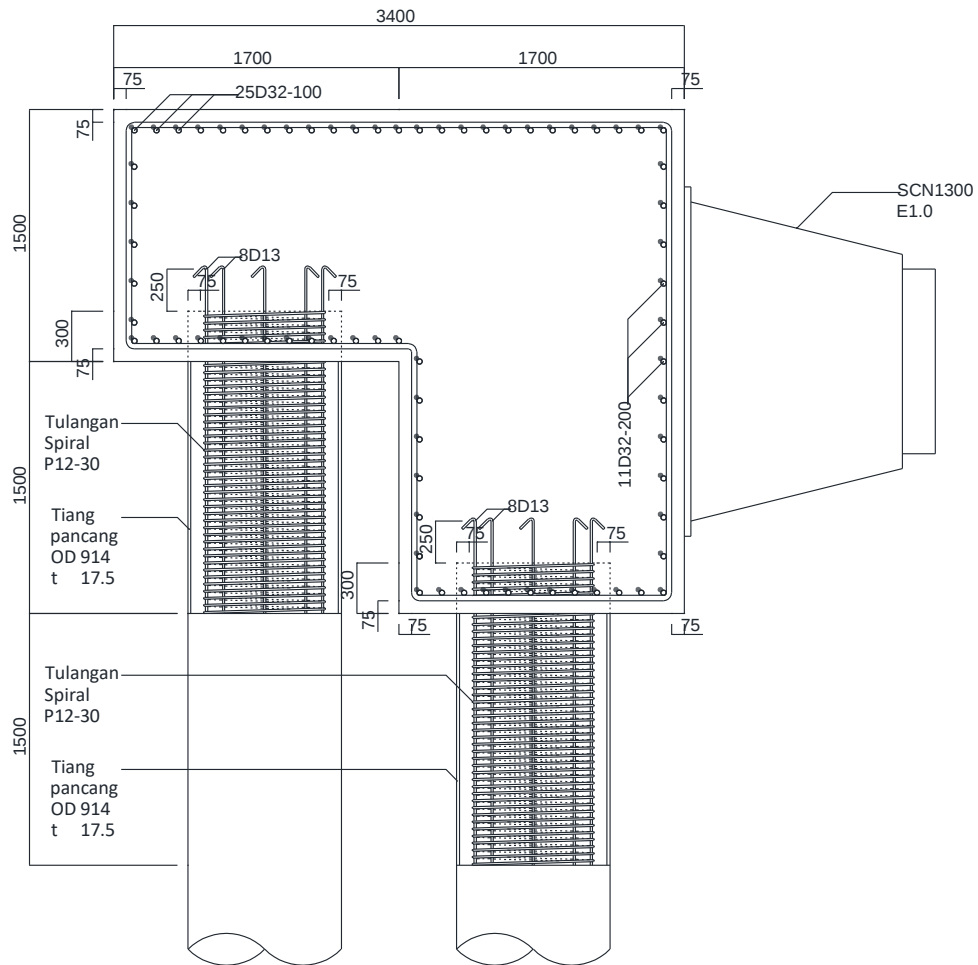
Gambar 11 Desain penulangan *pile cap fender* tampak atas



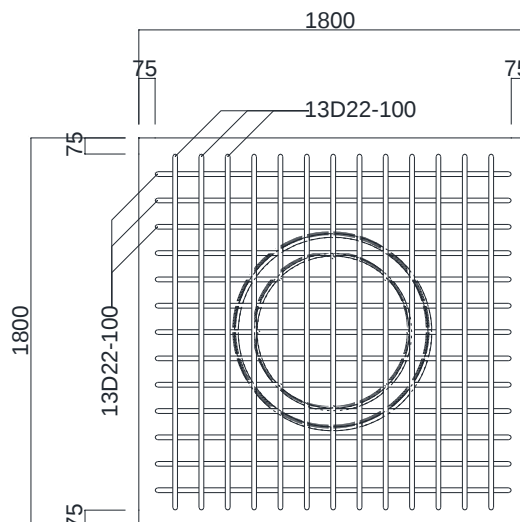
Gambar 12 Desain penulangan *pile cap fender* bagian depan



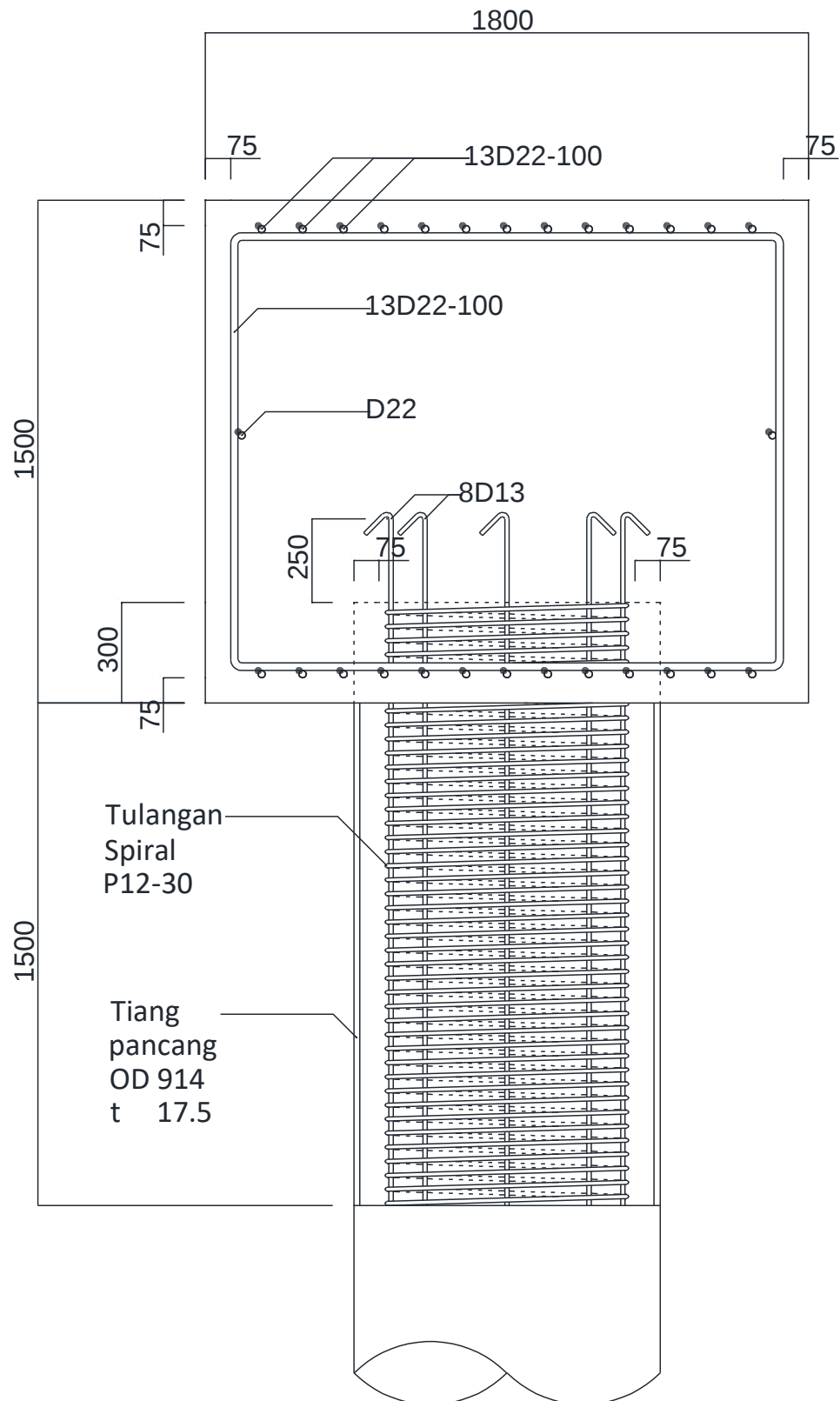
Gambar 13 Desain penulangan *pile cap fender* bagian belakang



Gambar 14 Desain penulangan *pile cap fender* tampak samping

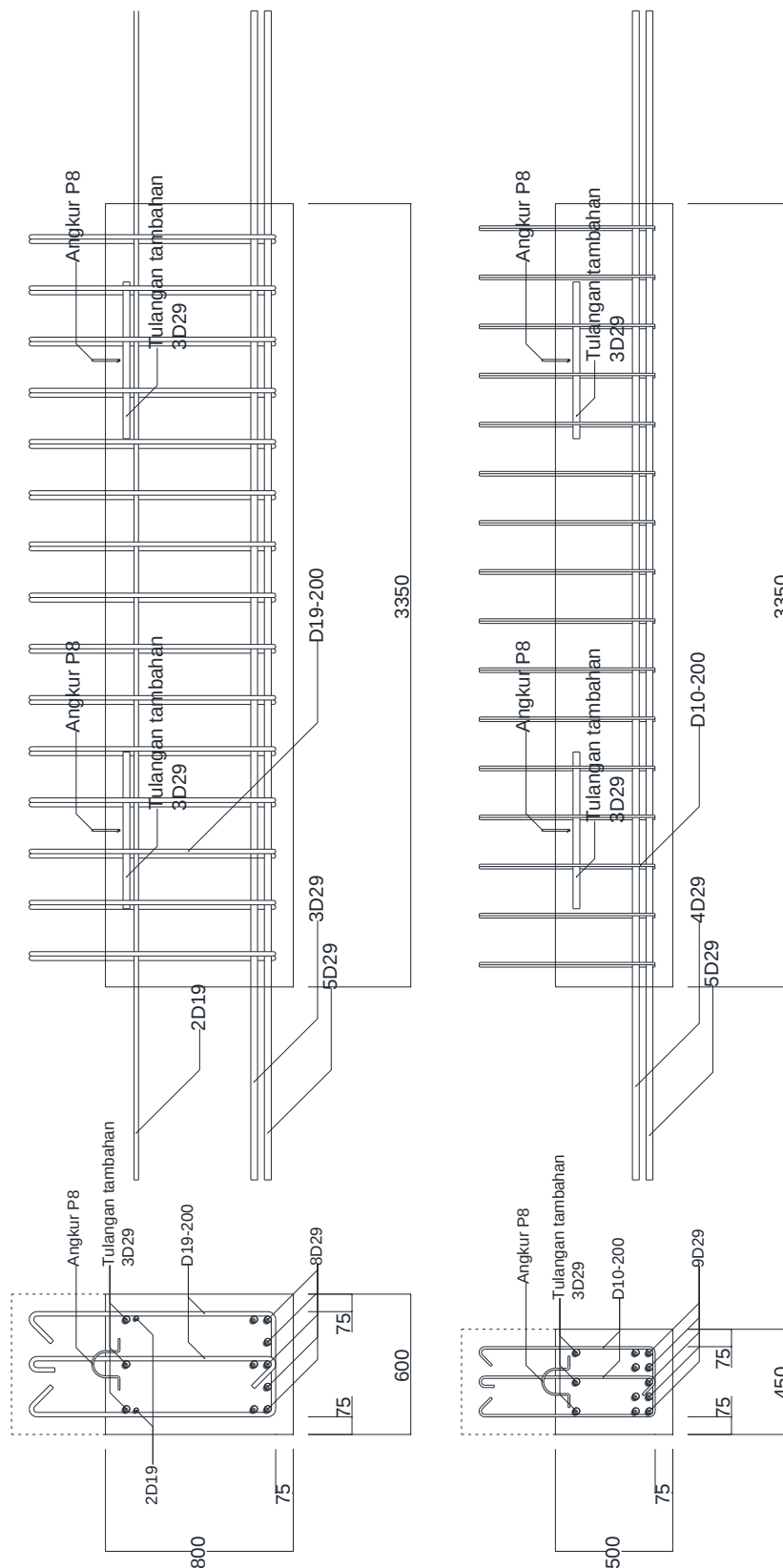


Gambar 15 Desain penulangan *pile cap* lajur tampak atas

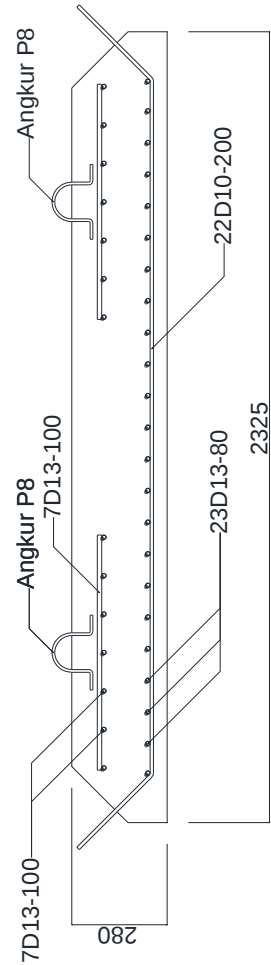
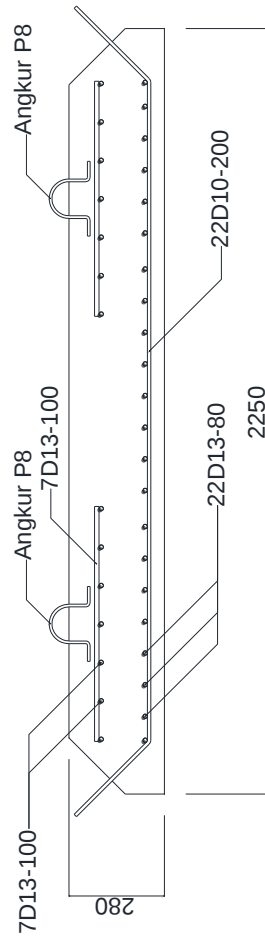
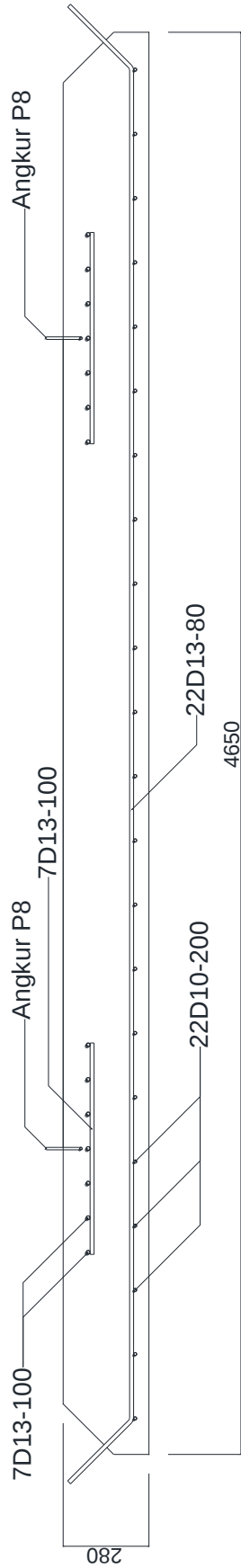


Gambar 16 Desain penulangan *pile cap* lajur

Struktur atas dermaga dirancang menggunakan beton pracetak yang terdiri dari balok pracetak dan pelat pracetak. Desain balok pracetak dan pelat pracetak ditunjukkan pada **Gambar 17 s.d Gambar 18**.



Gambar 17 Desain balok *crane* dan balok lajur pracetak



Gambar 18 Desain pelat pracetak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Desain struktur dermaga mampu menahan kombinasi dari pembebanan yang bekerja pada struktur. Hal ini ditunjukkan dengan dipenuhinya kriteria-kriteria UCR dan defleksi.

Pemodelan struktur dermaga menggunakan perangkat lunak SAP2000 bisa memperhatikan *frame insertion point* sehingga setiap elemen struktur dermaga dapat didefinisikan dengan offset yang lebih akurat. Hal ini kemungkinan dapat mempengaruhi hasil pemodelan.

Perencanaan struktur dermaga peti kemas dapat menggunakan acuan OCDI (*Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*) 2009 dan kemudian dibandingkan dengan acuan BS (*British Standard*) 6349 *Maritime Structure* untuk dapat dipilih desain yang paling efektif.

Perencanaan struktur dermaga peti kemas dapat digunakan sebagai dasar perencanaan anggaran biaya pembangunan serta manajemen konstruksi untuk menentukan jangka waktu pembangunan

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. (2012). *SNI 1726:2012 Perancangan Bangunan Tahan Gempa*. Jakarta: BSN.

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.

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

Computers and Structures, Inc. (2017). *SAP2000 Help Files*. Retrieved from docs.csiamerica.com.

Das, B. 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*. Retrieved from Rigmarine: <https://www.rigmarine.com/downloads/marine/Fentek-catalogue.pdf>
- Imran, I. d. (2014). *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Penerbit ITB.
- Institute, P. C. (2010). *PCI Design handbook 7th Edition*.
- Nasional, B. S. (2012). *SNI 7833:2012 Tata cara perancangan beton pracetak dan prategang untuk bangunan gedung*. Jakarta: BSN.
- 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: OCIDI.
- Thoresen, C. A. (2014). *Port Designers Handbook*. London: ICE Publishing.
- 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.