

PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR TIPE DOLPHIN DI DUMAI, RIAU

Dwi Safitri Noerbaeti¹ dan Rildova, Ph.D²
Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha 10 Bandung 40123
dwisafitrinoerbaeti1267@gmail.com¹ dan rildova@ocean.itb.ac.id²

ABSTRAK

Kota Dumai merupakan salah satu kota yang menjadi penyumbang terbesar dalam hal jumlah perkebunan sawit di Provinsi Riau. Untuk menunjang kegiatan pendistribusian curah cair tersebut maka direncanakan pembangunan dermaga curah cair di Dumai, Riau dengan tipe dermaga dolphin. Dermaga direncanakan terdiri dari *loading platform*, *breasting dolphin*, *mooring dolphin*, dan *trestle*. Pada Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai langkah desain serta perhitungan desain dermaga untuk dimensi struktur beserta elemennya.

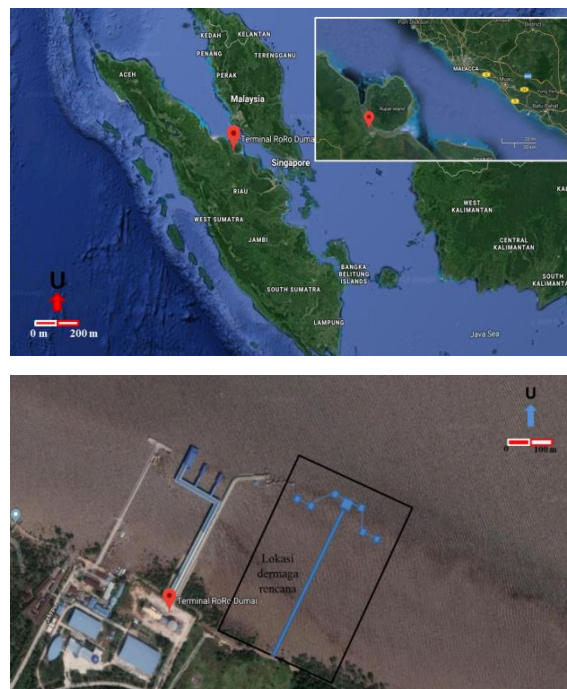
Perencanaan dermaga dilakukan dengan mempertimbangkan aspek dari data lingkungan, operasional dan ketersediaan komponen penyusun struktur dermaga di dunia. Data lingkungan yang digunakan diolah terlebih dahulu dengan beberapa metode seperti analisis nilai ekstrim, hindcasting dan plot data baik dalam bentuk tabel, grafik maupun gambar. Data tersebut dijadikan input perhitungan beban dan perhitungan dimensi bersama dengan data operasional dan data material.

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 dengan kode standar AISC 360-16. Inputnya ialah data material, dimensi elemen struktur, layout struktur serta beban. Output yang didapatkan berupa nilai *Unity Check Ratio* (UCR), defleksi, gaya dalam dan reaksi perletakan. Nilai UCR dan defleksi merupakan syarat dalam menganalisa struktur, untuk mendapatkan nilai UCR dan defleksi yang memenuhi standar maka perlu dilakukan iterasi dengan mengubah dimensi maupun layout elemen struktur dermaga. Sedangkan gaya dalam dan reaksi perletakan digunakan untuk perhitungan penulangan lentur, geser, dowel dan spiral pada elemen struktur dermaga yaitu balok, pelat, *pile cap* dan *pile plug*.

Kata kunci : *dermaga, dolphin, elemen struktur, analisis struktur, penulangan.*

PENDAHULUAN

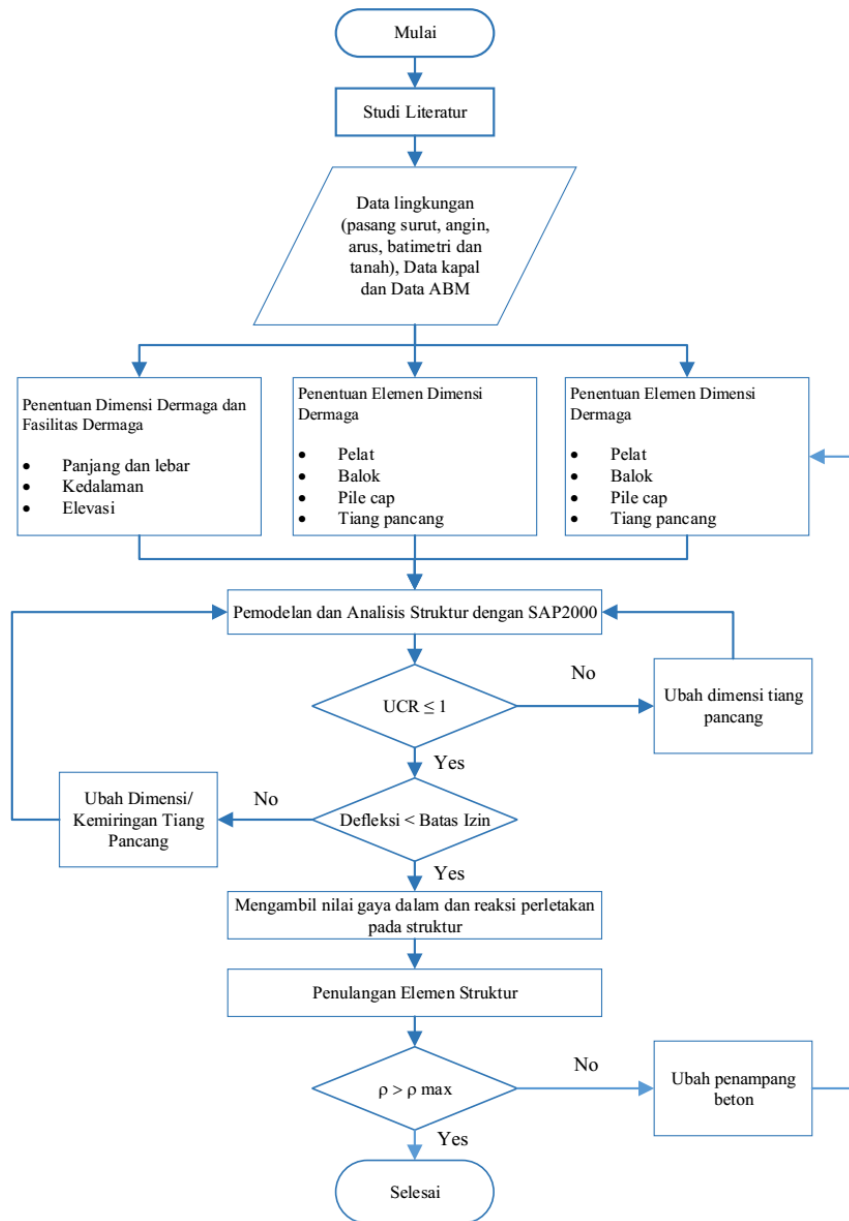
Pulau Sumatera merupakan salah satu wilayah penghasil minyak sawit terbesar di Indonesia dimana lebih dari 50% perkebunan sawit di Indonesia berada di Sumatera. Kota-kota di Provinsi Riau menjadi penyumbang terbanyak dari perkebunan sawit sekaligus penghasil CPO terbesar di Pulau Sumatera, salah satunya. Ialah Kota Dumai. Menurut data dan perkiraan yang disampaikan oleh Rencana Induk Pelabuhan di Dumai KM no.39 Tahun 2006 disampaikan bahwa pada tahun 2005 jumlah muatan curah cair minyak sawit adalah 4025 ton dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 5.8 juta ton. Sehingga direncanakan untuk dilakukan pembangunan dermaga curah cair untuk menyongkong dan memfasilitasi kenaikan jumlah muatan curah cair minyak sawit tersebut. Gambar 1 menunjukan lokasi dermaga rencana.



Gambar 1 Rencana lokasi dermaga.

TEORI DAN METODOLOGI

Standar perencanaan yang digunakan pada Tugas Akhir ini ialah *British Standard*, *OCDI*, *ASCE* dan *SNI* mengenai tata cara, perhitungan dan syarat desain dermaga beserta elemennya. Gambar 2 menunjukan metodologi yang digunakan.



Gambar 2 Metodologi pekerjaan perencanaan dermaga.

Data yang digunakan ialah data sekunder yang didapatkan melalui open source dan data perusahaan yaitu PT. Karya Cipta Madani. Data lingkungan dan data operasional yang didapatkan kemudian diolah sehingga dapat digunakan dalam perhitungan desain dermaga beserta elemennya. Pada Tabel 1 Data Lingkungan di Lokasi Rencana dapat dilihat data lingkungan lokasi dermaga rencana.

Tabel 1 Data Lingkungan di Lokasi Rencana

Parameter	Nilai	Satuan
Gelombang		
Hs 50 tahunan	1.01	m
Ts 50 tahunan	2.75	s
Arah Dominan Gelombang	Dari Barat Laut	
Angin		
Speed Angin 50 Tahunan	18.41	m/s
Arah Dominan Angin	Dari Utara dan Barat Laut	
Arus		
Kecepatan Arus Max	0.5	m/s
Arah Dominan Arus	Dari Barat Laut	
Pasang Surut		
Tunggang pasut	3.53	m
Batimetri	5 hingga -13	m

Sedangkan Tabel 2 menunjukkan data beban yang bekerja pada masing-masing dermaga. Berdasarkan data batimetri, kapal serta kedalaman yang diperlukan maka dipilih dermaga tipe *dolphin*. Setelah semua beban dihitung kemudian dilakukan perhitungan dimensi dermaga dan elemen strukturnya dengan memperhitungkan beban yang akan bekerja pada dermaga tersebut.

Tabel 2 Beban yang Bekerja pada Dermaga

Beban	Jenis Pelat				
	LP	BD	MD	T	CW
	Rak Pipa	Berthing	Bollard	Rak Pipa	Hand Rail
	Pipa	Sistem Fender	Pile Cap	Pipa	Pelat
	Bollard	Pile Cap	Manusia	Pelat	Pile Cap
	Pelat	Manusia	Gempa	Pile Cap	Manusia
	Pile Cap	Gempa	Mooring	Tipikal	Gelombang
	Tipikal	Gelombang	Gelombang	Gempa	Arus
	Gempa	Arus	Arus	Gelombang	
	Mooring			Arus	
	Loading Arm				
	Gelombang				
	Arus				

Dermaga terdiri dari lima struktur utama yaitu, *loading platform*, *breasting dolphin*, *mooring dolphin* dan *trestle* serta *catwalk* yang memiliki fungsi sebagai penghubung antar satu struktur dan lainnya. Jarak antar tiang pancang yang dipilih untuk penentuan dimensi struktur dermaga dihitung berdasarkan daya dukung tanah yang dihitung dan beban yang bekerja pada dermaga. Gambar 3 menunjukkan layout dermaga rencana. Titik *fixity point* pada dermaga *loading platform*, *mooring dolphin*, *trestle* serta *catwalk* adalah 8 m sedangkan untuk *breasting dolphin* sebesar 8.5 m.



5

nilai UCR max telah memenuhi dan berada pada rentang 0.52 – 0.95. Dan rentang defleksi max pada tiang pancang berada pada 0.0288 – 0.1141, sedangkan pada balok nilai defleksi memiliki nilai antara 0.00196 – 0.003. Apabila belum memenuhi maka dilakukan iterasi dengan cara menambah dimensi penampang pile dan/atau memberikan kemiringan pada pile. Dimensi struktur dermaga yang telah memenuhi syarat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Dimensi Struktur Dermaga

Elemen	Properti	Nilai	Satuan
Elevasi	-	4.6	m
Kedalaman	-	11.5	m
Loading Platform			
Tiang pancang	Penampang	OD 559 ; WT 15.9; Jarak 4 m	mm
	Panjang	24.1	m
Balok	Penampang	0.65 x 0.3	m ²
Pelat	Tebal	0.2	m
Pile Cap	Dimensi	1.2 x 1.2 x 1.5	m ³
Breasting Dolphin			
Tiang pancang	Penampang	OD 711 ; WT 15.9; Jarak 2 m	mm
	Panjang	24.6	m
Pile Cap	Dimensi	6 x 6 x 1.8	m ³
Mooring Dolphin			
Tiang pancang	Penampang	OD 610 ; WT 15.9; Jarak 3 m	mm
	Panjang	24.1	m
Pile Cap	Dimensi	5 x 5 x 1.5	m ³
Trestle			
Tiang pancang	Penampang	OD 559 ; WT 14.3; Jarak 4 m	mm
	Panjang	24.1	m
Balok	Penampang	0.65 x 0.3	m ²
Pelat	Tebal	0.2	m
Pile Cap	Dimensi	1.2 x 1.2 x 1.5	m ³
Catwalk			
Tiang pancang	Penampang	OD 559 ; WT 19.1; Jarak 18.75 m	mm
	Panjang	24.1	m
Balok	Penampang	0.6 x 0.3	m ²
Pelat	Tebal	0.2	m
Pile Cap	Dimensi	1.0 x 1.0 x 1.2	m ³

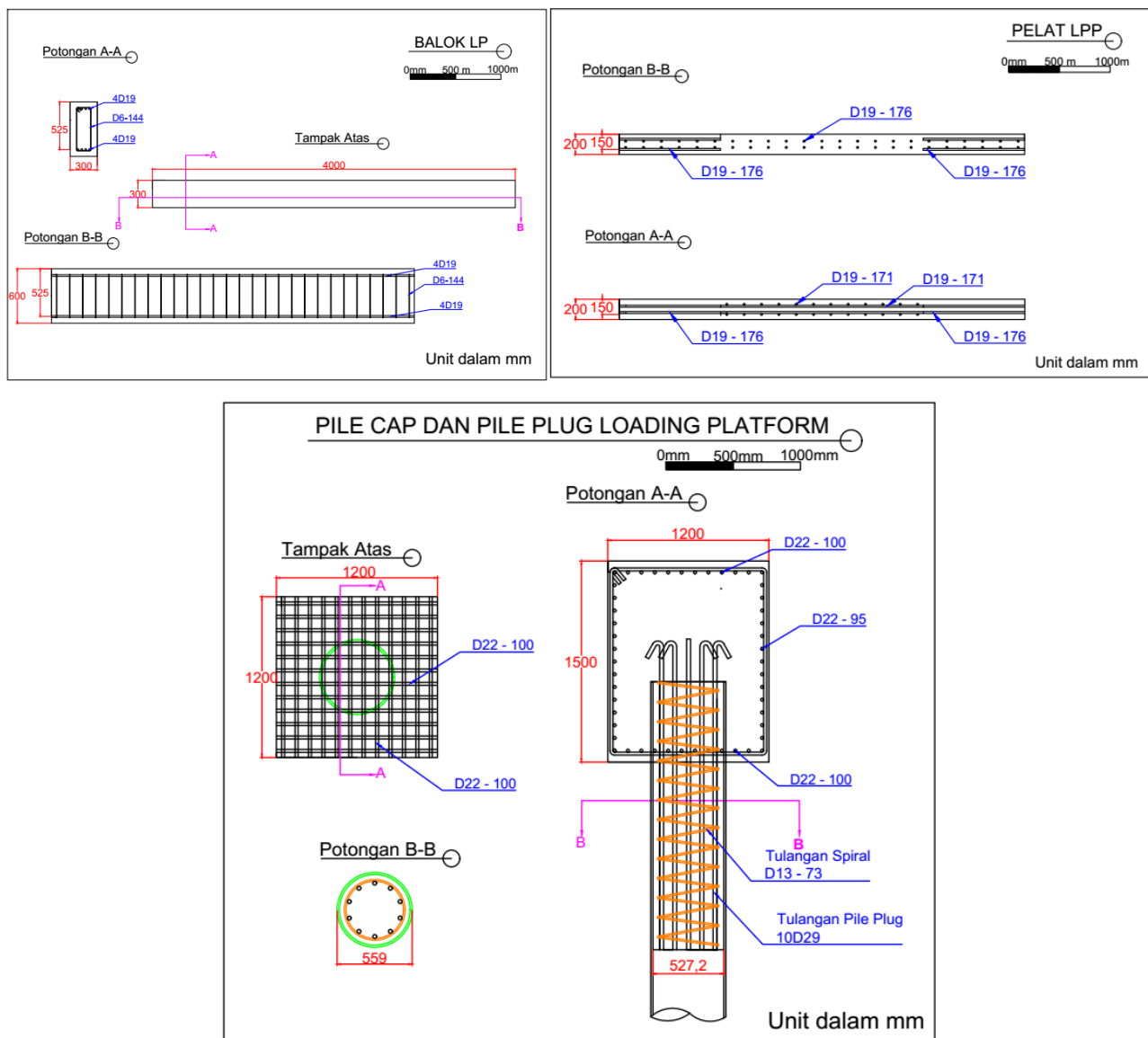
Output dari pemodelan berupa gaya dalam, digunakan untuk menghitung tulangan pada balok, pelat, *pile cap* dan *pile plug*. Tabel 4 menunjukkan hasil gaya dalam yang didapatkan dari pemodelan. Tabel 5 menunjukkan data penulangan yang telah diperhitungkan. Semua data penulangan kemudian divisualisasikan pada Gambar 4 hingga Gambar 8.

Tabel 4 Data Gaya Dalam pada Dermaga

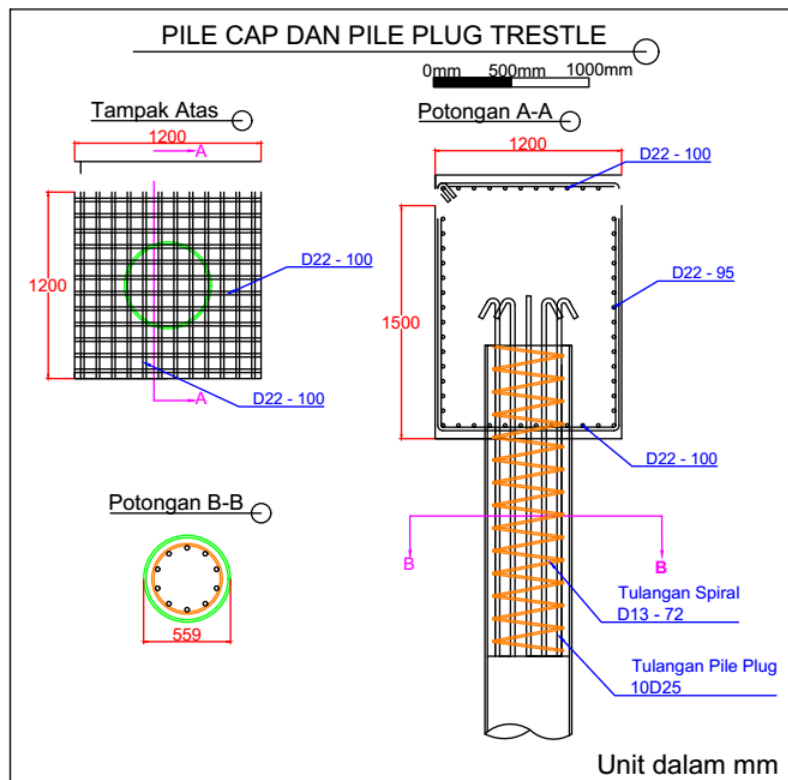
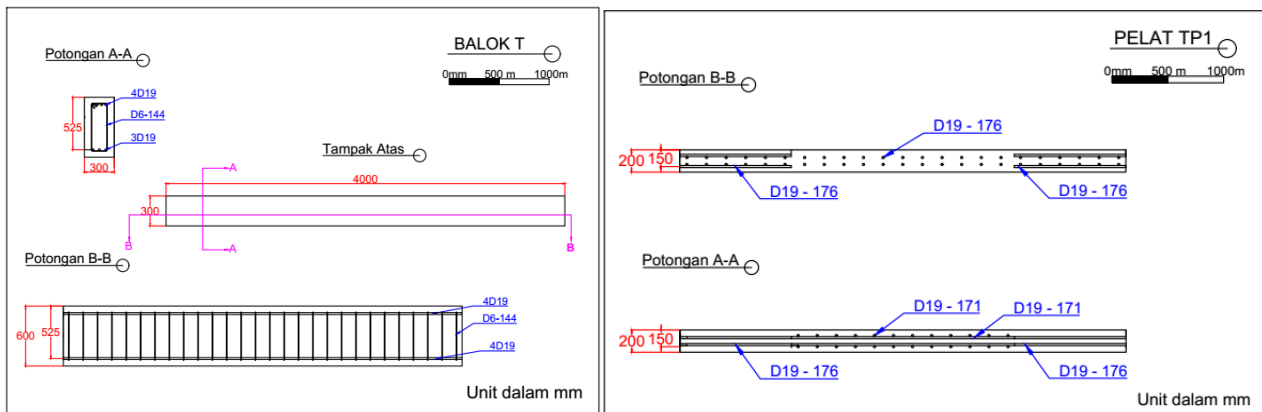
Jenis Pileplug	Gaya	Kom1	Kom2	Kom3	Kom4	Kom5	Kom6
LP	P (kN)	-417.66	-128.91	-325.49	-325.49	-128.91	-325.49
	M2 (kN.m)	-1.71	-1.30	-313.85	305.42	1.47	2.70
	M3 (kN.m)	1.64	6.09	3.25	3.71	-288.25	293.53
BD	P (kN)	-1882.42	1669.79	996.56	1669.79	-855.78	218.13
	M2 (kN.m)	-482.76	569.65	-566.60	569.65	-25.83	34.79
	M3 (kN.m)	5.69	-30.65	-85.41	-30.65	-674.88	367.08
MD	P (kN)	-1473.56	1030.78	-165.38	-183.90	-1192.86	770.41
	M2 (kN.m)	447.78	-447.63	-506.92	505.61	-162.76	169.91
	M3 (kN.m)	-426.76	193.23	70.02	-265.99	-640.28	407.87
T	P (kN)	-342.34	-164.76	-296.34	-164.76	-296.34	-296.34
	M2 (kN.m)	-3.47	4.27	-256.92	253.22	-3.70	-3.70
	M3 (kN.m)	-0.01	-0.01	8.10	3.53	-248.21	248.34
CW	P (kN)	-710.68	-39.73	-456.87	-456.87	-632.59	-632.59
	M2 (kN.m)	2.8E-14	9.8E-15	-99.62	99.62	-5.1E-13	5.7E-13
	M3 (kN.m)	0	0	-2.9E-13	2.9E-13	-194.73	194.73

Tabel 5 Tulangan pada Elemen Struktur Dermaga

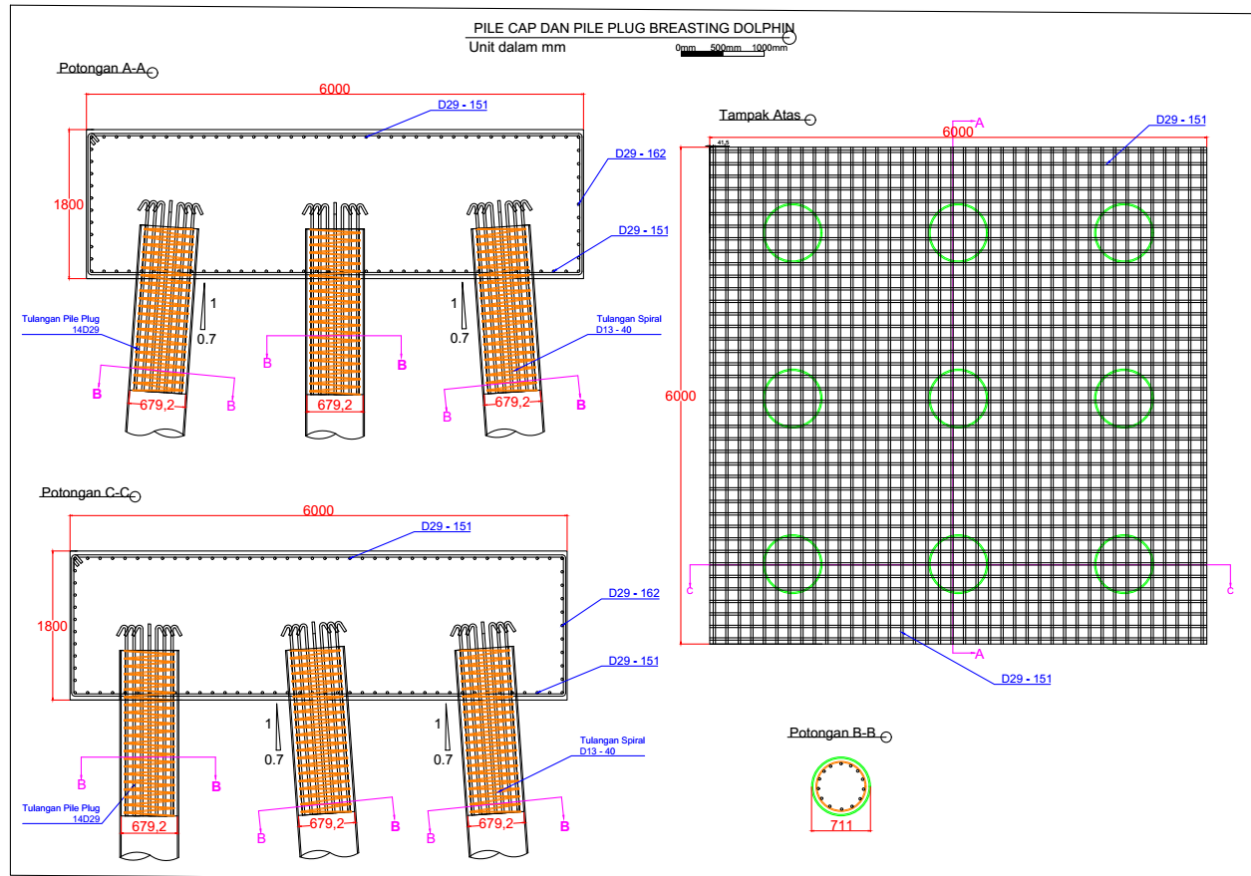
Struktur	Elemen	Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Samping/ Sengkan g
		X	Y	X	Y	
LP	Balok	4D19		4D19		D6-144
	Pelat	D19-171	D19-176	D19-171	D19-176	
	Pile Cap	D22-100	D22-100	D22-100	D22-100	
	Pile Plug	10D29				
BD	Pile Cap	D29-151	D29-151	D29-151	D29-151	
	Pile Plug	14D29				
MD	Pile Cap	D29-168	D29-168	D29-168	D29-168	
	Pile Plug	12D32				
T	Balok	4D19		3D19		D6-144
	Pelat	D19-171	D19-176	D19-171	D19-176	
	Pile Cap	D22-100	D22-100	D22-100	D22-100	
	Pile Plug	10D25				
CW	Balok	3D19		3D19		D6-144
	Pelat	D13-327	D13-327	D13-327	D13-327	
	Pile Cap	D22-129	D22-129	D22-129	D22-129	
	Pile Plug	10D29				



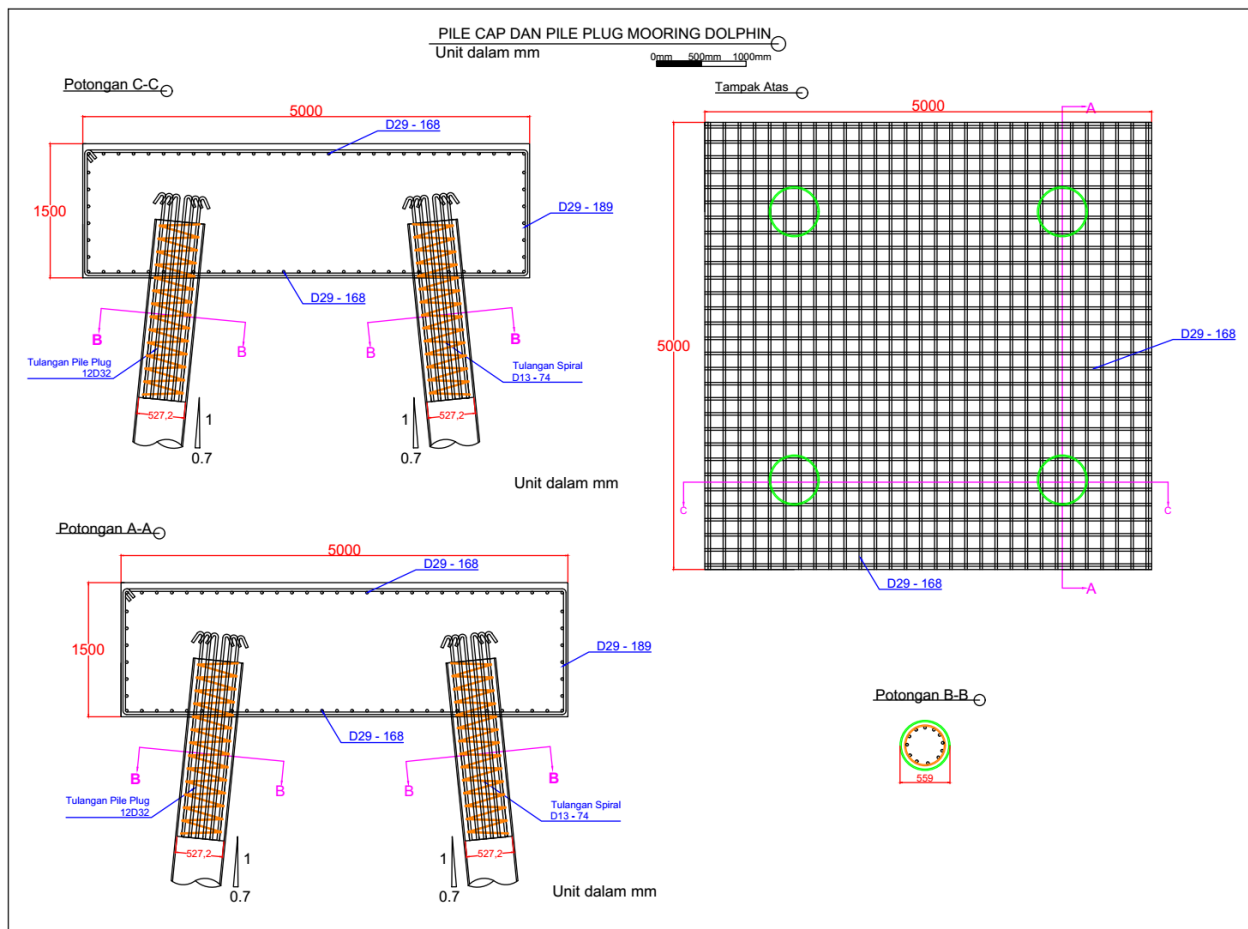
Gambar 4 Penulangan pada loading platform.



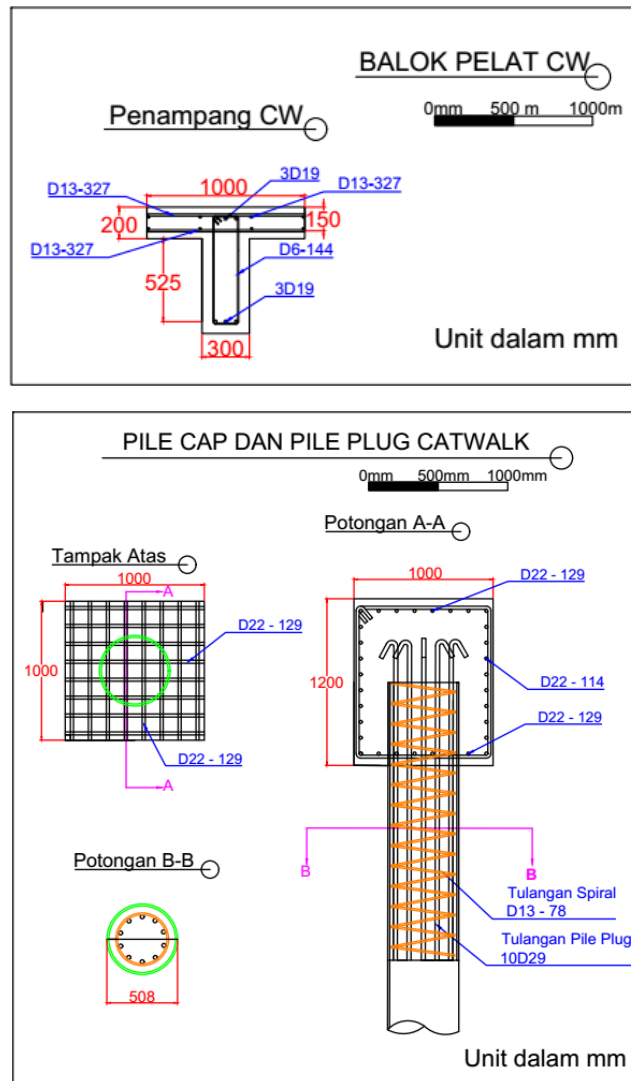
Gambar 5 Penulangan pada *trestle*.



Gambar 6 Penulangan pada *breasting dolphin*.



Gambar 7 Penulangan pada *mooring dolphin*.



Gambar 8 Penulangan pada catwalk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dermaga rencana yang akan didesain berlokasi di Dumai, Riau dengan tipe struktur dermaga dolphin yang terdiri dari *loading platform*, *breasting dolphin*, *mooring dolphin* dan *trestle* serta *catwalk*. Kapal maksimum rencana yang dapat dilayani ialah sebesar 25000DWT. Dibangun pada perairan dengan kedalaman 11.5 m dan elevasi puncak 4.5 m. Berdasarkan hasil analisis, struktur dermaga telah memenuhi syarat berdasarkan kriteria *UCR* dan defleksi dengan kombinasi beban yang digunakan menurut ASCE Standard 7-10 dan jenis beban yang ditunjukkan pada Tabel 2. Output dari analisis pemodelan yaitu gaya dalam dan reaksi perletakan digunakan untuk perhitungan penulangan lentur, geser, dowel dan spiral pada elemen struktur dermaga yaitu balok, pelat, *pile cap* dan *pile plug*. Dan didapatkan nilai penulangan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineers (ASCE). Minimum Design Load of Building and Other Structure. Virginia: American Society of Civil Engineers, 2010.
- American Concrete Institute Comitee. 2005. ACI 318-05 : *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Farmington Hills: ACI.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: BSN, 2016.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 1726:2012 Perancangan Bangunan Tahan Gempa. Jakarta: BSN, 2012.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 1729:2015 Spesifikasi Bangunan Baja Struktural. Jakarta: BSN, 2015.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 2847:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN, 2013.
- Computers and Structures, Inc. "SAP2000 Help Files." docs.csiamerica.com. 2017.
- Das, Braja M. Principles of Foundation Engineering. Stamford: CENGAGE Learning, 2011.
- Fentek Marine System GmbH. "Fentek Marine Fendering System." Rigmarine. 2010.
- Panitia Pembaharuan Peraturan Beton Bertulang 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1971.
- The Overseas Coastal Area Development Institute. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan. Tokyo: OCDEI, 2002.
- Thoresen, Carl A. Port Designers Handbook. London: ICE Publishing, 2014.
- Triatmodjo, Bambang. Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset, 2010.