

PERANCANGAN STRUKTUR DERMAGA CURAH CAIR JENIS *DOLPHIN* DI TELUK BUO, SUMATERA BARAT

Dzaki Aulia¹ dan Rildova, Ph. D²

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

[¹dzaki256@gmail.com](mailto:dzaki256@gmail.com) dan [²rildova@ocean.itb.ac.id](mailto:rildova@ocean.itb.ac.id)

Kata Kunci: Dermaga, Struktur, Desain, Curah Cair, Dolphin

ABSTRAK

Pertumbuhan industri minyak kelapa sawit memerlukan pembangunan dermaga curah cair di kawasan Teluk Buo, Sumatera Barat. Dermaga jenis dolphin ini perlu dianalisis kekuatan strukturnya agar dapat melayani kapal dengan kapasitas 50.000 DWT. Dermaga CPO ini dimodelkan agar dapat menahan gaya lingkugan (gelombang, arus, angin, gempa), *berthing*, *mooring*, dan lainnya dengan bantuan perangkat lunak SAP2000. Struktur dermaga dikatakan kuat dan layak melayani kapal karena sudah memenuhi syarat *allowable compression*, *unity check ratio*, defleksi, dan kelangsingan tiang sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia). Selain desain kekuatan strukturnya, pada tugas akhir ini juga didesain penulangan pada komponen beton bertulang struktur dolphin. Faktor lain yang dianalisa yaitu daya dukung tanah terhadap pondasi struktur dermaga. Setelah melakukan analisis desain kekuatan struktur dan penulangannya, struktur dolphin yang didesain telah memenuhi kriteria kekuatan struktur dan mampu melayani kapal dengan kapasitas 50.000 DWT.

PENDAHULUAN

Crude Palm Oil (CPO) atau minyak kelapa sawit mentah adalah komoditas ekspor utama non migas Indonesia. Perkebunan kelapa sawit tersebar di seluruh wilayah Indonesia, dengan mayoritas berada di pulau Sumatera. Penggunaan minyak kelapa sawit yang beragam baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri menjadikan minyak kelapa sawit sebagai bisnis yang menjanjikan.

Seiring berkembangnya waktu terjadi peningkatan permintaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku industri baik dalam negeri maupun mancanegara. Kebutuhan minyak goreng untuk konsumsi dalam negeri yang tinggi juga meningkatkan pertumbuhan industri kelapa sawit di Indonesia, salah

satunya di Sumatera Barat sebagai salah satu penghasil minyak kelapa sawit di Indonesia. Salah satu transportasi yang sangat dibutuhkan yaitu transportasi laut.

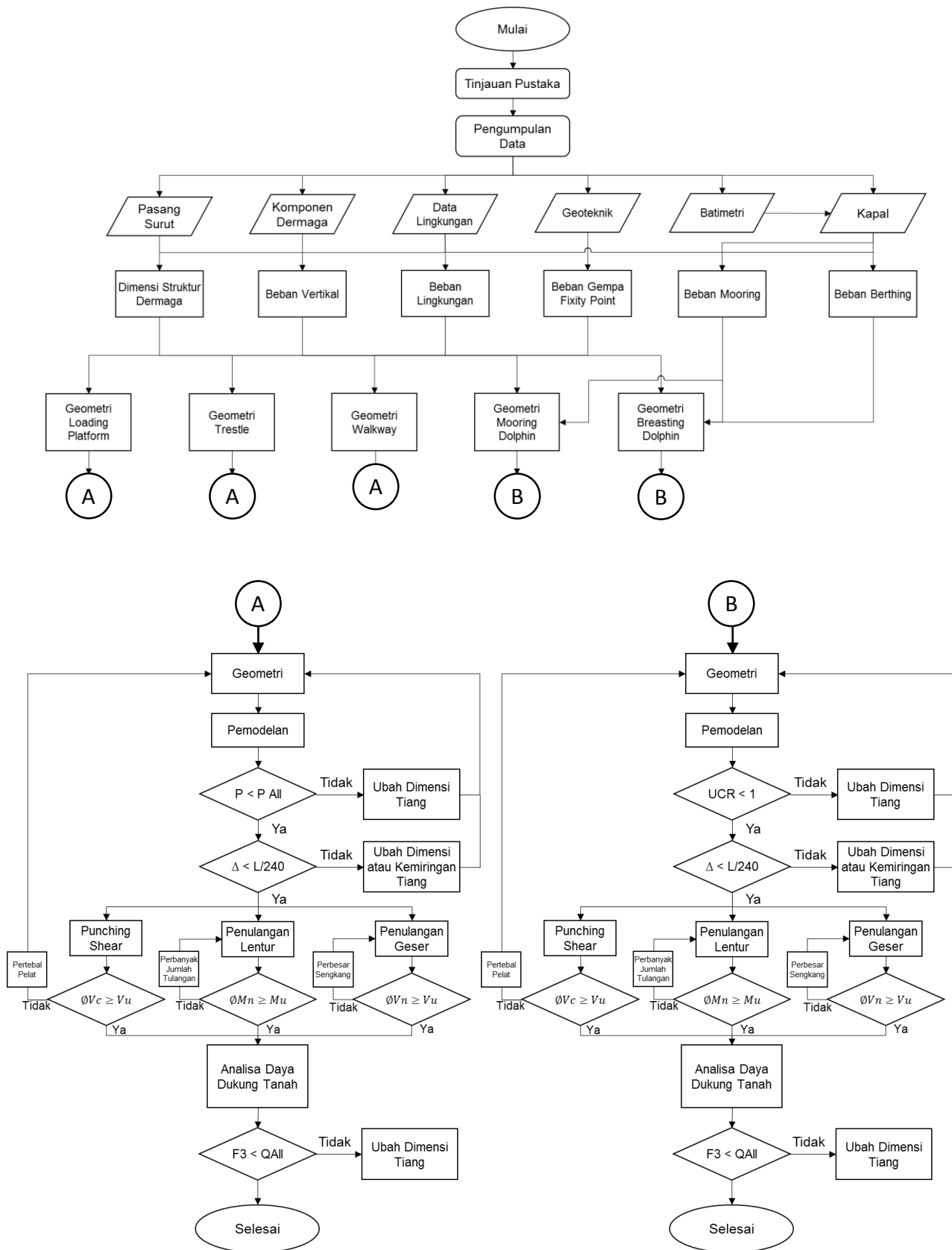
Untuk mendukung perkembangan positif tersebut maka perlu disediakan sarana dan prasarana pendukung, salah satunya adalah pelabuhan sebagai pendukung transportasi laut. Dermaga curah cair ini didesain untuk fasilitas muat minyak kelapa sawit. Kapal yang akan dilayani oleh dermaga ini adalah oil tanker dengan ukuran 50,000 DWT. Berdasarkan jenis kapal yang akan dilayani dan jenis muatan nya, ditentukan perancangan dermaga curah cair memiliki jenis pelabuhan dolphin dengan meminimalisir penggunaan struktur yang masif.

Kegiatan operasional dermaga curah cair terdiri atas lima komponen struktur yaitu loading platform yang berguna untuk kegiatan muat ke kapal, breasting dolphin yang berguna untuk menahan beban berthing dan mooring kapal, mooring dolphin yang berguna untuk menahan pergerakan kapal, trestle yang berguna untuk menghubungkan dermaga ke daratan serta walkway yang menjadi penghubung antar komponen struktur dermaga tersebut. Dengan dibangunnya dermaga untuk keperluan distribusi komoditas curah cair dalam jumlah besar melalui jalur laut diharapkan dapat mendorong perkembangan industri minyak kelapa sawit dan juga menjadi penggerak roda ekonomi Indonesia khususnya di daerah Teluk Buo, Sumatera Barat.

TEORI DAN METODOLOGI

Dermaga Curah Cair CPO ini terdiri dari empat jenis struktur yaitu loading platform, breasting dolphin, mooring dolphin, trestle dan walkway. Dimensi dari seluruh jenis struktur dermaga yang telah disebutkan di atas didesain untuk melayani kapal dengan kapasitas tertentu dengan memperhitungkan kondisi lingkungan seperti gelombang, arus, pasang surut, angin, batimetri laut dan tanah.

Loading platform ditentukan luasnya dari radius putar mobil inspeksi, sedangkan lebar trestle ditentukan dari panjang crawler crane ditambah dengan pondasi loading arm. Luas breasting dan mooring dolphin ditentukan dari jumlah tiang pancang yang digunakan. Ketinggian seluruh jenis struktur ditentukan dari kedalaman perairan, tinggi gelombang signifikan, tinggi muka air laut saat kondisi pasang dan fixity point. Setelah ditentukan dimensi luasanya, maka dapat ditentukan komponen-komponen struktur beton dermaga dolphin seperti balok dan pelat berdasarkan referensi SNI (Standar Nasional Indonesia) tahun 2013. Struktur pelengkap dermaga seperti fender dan bollard ditentukan dari perhitungan gaya mooring dan breasting berdasarkan BS (British Standard).



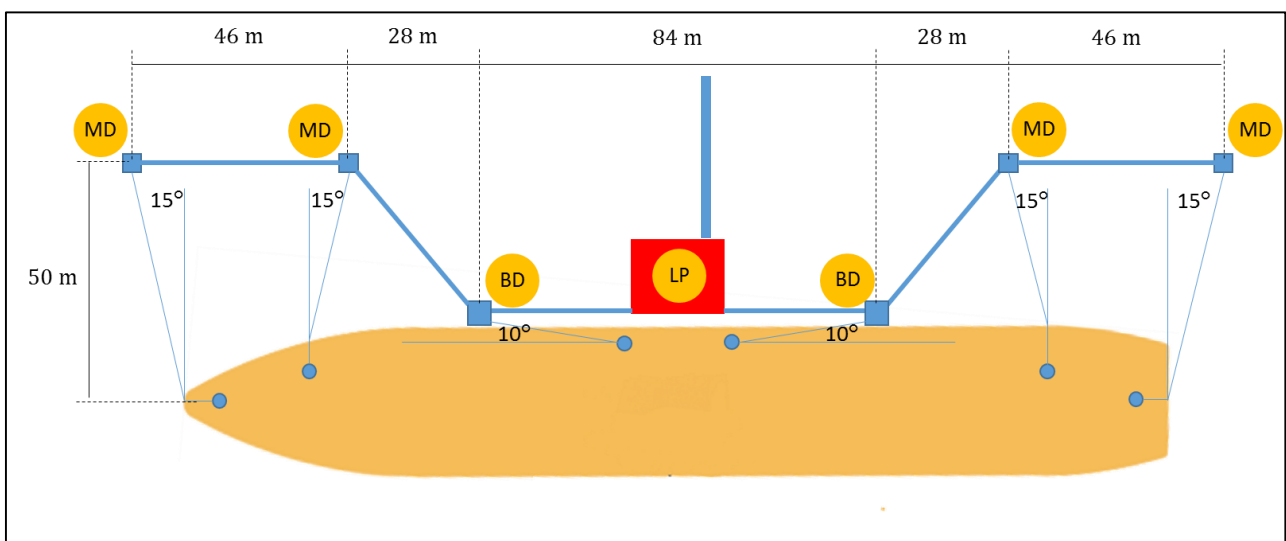
Gambar 1 Metodologi Pengerjaan

Setelah ditentukan kriteria desain dan dihitung seluruh gaya-gaya yang mengenai struktur, struktur dimodelkan dengan software SAP2000. Pengecekan kelayakan struktur ditentukan dari keluaran SAP2000 seperti unity check ratio, defleksi dan kelangsingan tiang. Untuk penulangan struktur ditentukan dari gaya dalam hasil keluaran SAP2000. Tulangan yang dipakai pada balok adalah tulangan lentur dan tulangan geser. Pada pelat dipasang tulangan lentur dan pada pilecap dipasang tulangan terusan dari balok. Selain dipasang tulangan, pada pelat dan pilecap diperiksa dengan perhitungan punching shear. Seluruh ketentuan tulangan mengikuti referensi SNI 03-2847-2013.

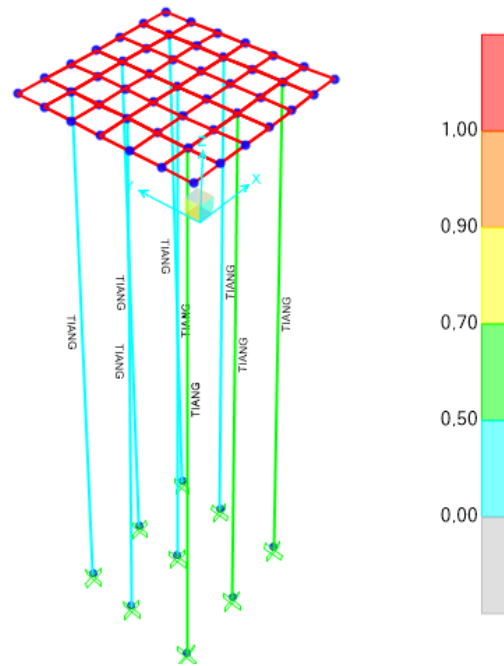
HASIL DAN ANALISA/DISKUSI

Dari hasil desain, didapatkan dimensi loading platform adalah 16 m x 12 m dengan 2 buah loading arm, 2 jalur pipa dan 12 buah tiang beton ($\varnothing 350$ mm – 65mm). Lebar trestle adalah 4 meter (3 meter akses jalan dan 1 meter piperack) dengan panjang trestle 270 m. Trestle dibagun setiap section dengan bentang balok 6 m. Tiang pancang trestle yang digunakan adalah tiang beton ($\varnothing 300$ mm – 60mm) .

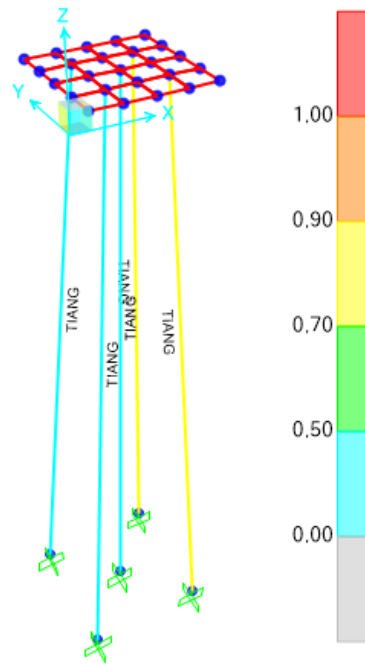
Terdapat 1 pasang breasting dolphin berjarak 84 meter dengan ukuran 6 m x 6 m dan 9 buah tiang mutu A252 ($\varnothing 910$ mm – 22.2mm). Selain itu terdapat 2 pasang mooring dolphin dengan ukuran 4m x 4m dengan 5 buah tiang mutu A252 ($\varnothing 711$ mm – 22mm). Bollard yang digunakan pada breasting dan mooring dolphin adalah bollard 100 ton dan fender yang digunakan adalah fender dengan jenis Super Cone SCN 1600 E0.9 dari katalog fender Fentek. Layout dermaga ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil pemodelan output breasting dolphin dan mooring dolphin ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 2 Layout Dermaga



Gambar 3 Hasil output UCR Breasting Dolphin



Gambar 4 Hasil Output UCR Mooring Dolphin

Seluruh bagian struktur dolphin adalah deck on pile dengan elevasi struktur adalah 3 meter diatas LWS dengan kedalaman dermaga 20 meter. Pada Tabel 1 dirangkum seluruh hasil pengecekan kelayakan kekuatan struktur yaitu unity check ratio, defleksi, dan kelangsingan tiang. Material beton yang digunakan adalah K-450 dengan tulangan BJTD 30 untuk loading platform dan trestle, dan BJTD 40 untuk mooring dan breasting dolphin. Pada Tabel 2 dirangkum seluruh hasil penulangan struktur dolphin.

Tabel 1. Pengecekan Unity Check Ratio, Defleksi, dan Kelangsingan Tiang

No	Nama Struktur	Panjang Tiang	Defleksi Izin	Nilai Maksimum		Allowable Compression		UCR < 1
			L/240	Defleksi (m)		Nilai		Nilai
				U1	U2	Nilai	Izin	
1	Loading Platform	27.55	0.1148	0.0612	0.0589	865.978	913.311	
2	Breasting Dolphin	28.42	0.1184	0.0517	0.1052			0.5934
3	Mooring Dolphin	27.80	0.1158	0.1074	0.0296			0.8613
4	Trestle	27.34	0.1139	0.0454	0.0331	247.716	712.206	
5	Walkway	27.34	0.1139	0.0102	0.0001	190.636	712.206	

Tabel 2. Rangkuman Penulangan Struktur

Struktur		Arah Penulangan	Jenis Tulangan	Diameter Tulangan (mm)	Jumlah Tulangan	Jarak Antar Tulangan (mm)	Punching Shear
Loading Platform	Balok 1 (5m)	Atas	Lentur	25	6	25	
		Bawah		25	4	54	
				Geser	19		112
	Balok 2 (4m)	Atas	Lentur	25	6	26	
		Bawah		25	3	102	
				Geser	10		225
	Balok 3 (2m)	Atas	Lentur	25	6	26	
		Bawah		25	3	102	
				Geser	10		225
	Balok 4 (1m)	Atas	Lentur	25	6	26	
		Bawah		25	4	60	
				Geser	10		225
	Pelat 1 (5m x 4m)	Arah X	Lentur	25	20	178	OK
		Arah Y		25	7	787	
	Pelat 2 (5m x 2m)	Arah X		25	13	131	
		Arah Y		25	7	787	
	Pelat 3 (1m x 4m)	Arah X		25	20	178	
		Arah Y		25	4	266	
	Pelat 4 (1m x 2m)	Arah X		25	13	131	
		Arah Y		25	4	266	
	Pile Cap	Atas		19	4	174	
		Bawah		19	4	174	
Breasting Dolphin		Atas	Lentur	29	25	215	OK
		Bawah		29	25	215	
		Plank		Geser	29	10	
Mooring Dolphin		Atas	Lentur	29	17	212	OK
		Bawah		29	17	212	
Trestle	Balok 1 (6m)	Atas	Lentur	19	2	42	
		Bawah		19	2	42	
				Geser	10	35	175
	Balok 2 (3m)	Atas	Lentur	19	2	42	
		Bawah		19	2	42	
				Geser	10	18	175
	Balok 3 (0.5m)	Atas	Lentur	19	2	42	
		Bawah		19	2	42	
				Geser	10	3	175
	Pelat 1 (6m x 3m)	Arah X	Lentur	19	4	941	OK
		Arah Y		19	8	821	
	Pelat 1 (6m x0.5m)	Arah X		19	3	171	
		Arah Y		19	8	821	
	Pile Cap	Atas		19	3	221	
		Bawah		19	3	221	

Struktur		Arah Penulangan	Jenis Tulangan	Diameter Tulangan (mm)	Jumlah Tulangan	Jarak Antar Tulangan (mm)	Punching Shear
Walkway	Balok 1 (10m)	Atas	Lentur	19	2	142	
		Bawah		19	2	142	
			Geser	10	45	225	
	Balok 2 (0.5m)	Atas	Lentur	19	2	142	
		Bawah		19	2	142	
			Geser	10	3	175	
	Pelat 1 (10m x 1m)	Arah X	Lentur	19	2	868	OK
		Arah Y		19	18	565	
		Atas		19	3	221	
	Pile Cap	Atas		19	3	221	
		Bawah		19	3	221	

Daya dukung tanah struktur ($Q_{All} > PU$) pada struktur terpenuhi pada kondisi sebagai berikut

- Loading Platform
Kedalaman -26 m (21.45 m di bawah fixity point)
- Breasting Dolphin
Kedalaman -16 m (10.582 m di bawah fixity point)
- Mooring Dolphin
Kedalaman -22 m (17.2 m di bawah fixity point)
- Trestle
Kedalaman -14 m (9.63 m di bawah fixity point)
- Walkway
Kedalaman -14 m (9.63 m di bawah fixity point)

Berdasarkan hasil analisis dermaga sudah kuat menahan beban yang bekerja, hal ini ditinjau dari hasil UCR, defleksi, pengecekan punching shear sesuai standar SNI dan analisi daya dukung tanah. Struktur dermaga Curah Cair CPO yang didesain telah memenuhi kriteria kekuatan struktur dan mampu melayani kapal dengan kapasitas 50.000 DWT.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dermaga curah cair di Teluk Buo, Sumatera Barat didesain dengan tipe layout dermaga dolphin menggunakan trestle sepanjang 270 m dengan lebar 4 m. Ukuran loading platform seluas 16 m x 12 m dimaksimalkan penggunaannya untuk kegiatan muat minyak kelapa sawit ke kapal. Dermaga curah cair ini didesain untuk melayani kapal tanker dengan kapasitas 50000 DWT. Dermaga memiliki kedalaman perairan 20 m di bawah LWS dan memiliki elevasi 3 m di atas LWS. Berdasarkan hasil analisis dermaga kuat menahan kombinasi beban yang diberikan dan telah memenuhi kriteria desain yang diperlukan baik itu dari *allowable compression*, *unity check ratio*, defleksi, penulangan struktur dan analisa daya dukung tanah.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2013). SNI 03-2847-2013. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-1729-2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 03-1726-2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Jakarta.

British Standard Institution (2010). British Standard (BS) 6349-4:1994. Maritime Structures – Part 4: Code of Practice for Design of Fendering and Mooring System. London

British Standard Institution (2010). British Standard (BS) 6349-1:2010 Maritime Structures – Part 1: Code of Practice for General Criteria. London.

British Standard Institution (2010). British Standard (BS) 6349-2:2010 Maritime Structures – Part 2: Code of Practice for Criteria For Design of Quay Walls, Jetties, and Dolphins. London.

Thoresen, Carl A., 2003. *Port Designer's Handbook*. Thomas Telford Publishing. London.