

DESAIN STRUKTUR DERMAGA PENUMPANG DI KELURAHAN BOEPINANG SULAWESI TENGGARA

Nadhira Fakhriani Boelhasrin

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jalan Ganesha 10 Bandung 40123

nadhirafb@gmail.com

Kata kunci: Dermaga, *Deck on Pile*, Analisis Struktur, SAP2000, Penulangan

PENDAHULUAN

Boepinang merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Poleang, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara yang terletak di daerah pesisir. Boepinang memiliki banyak potensi daerah yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan perekonomian daerah. Namun, posisi wilayah Boepinang relatif terisolasi dari jalur darat yang menuju ke pusat kegiatan masyarakat menjadi kendala dalam memaksimalkan pengembangan potensi daerah. Maka, transportasi laut merupakan salah satu solusi untuk membantu pengembangan potensi daerah.

Untuk meningkatkan transportasi laut diperlukan suatu fasilitas penunjang berupa pelabuhan. Pelabuhan harus mampu memenuhi serta melayani segala aktivitas di dalam pelabuhan tersebut sesuai fungsi dan kapasitasnya. Boepinang dirasa membutuhkan pelabuhan yang diperuntukan untuk masyarakat dalam membawa potensi daerahnya ke daerah lain.

Salah satu komponen penting dari pelabuhan adalah dermaga. Perancangan komponen dermaga dilakukan agar dermaga dapat melayani komoditas dan kapal yang direncanakan menurut kriteria desain dan kode standar. Dermaga tersebut harus dapat menahan segala macam beban yang bekerja yang diakibatkan oleh lingkungan dan operasional dermaga, serta memiliki dimensi yang cukup untuk satu unit kapal.

TEORI DAN METODOLOGI

Dermaga yang akan dibangun dirancang untuk mengakomodasi jenis muatan/barang tertentu dan jenis kapal tertentu sesuai dengan kebutuhannya, sehingga ukuran dan segala fasilitas yang

direncanakan di atas dermaga tergantung dari batasan rancangan tersebut. Sedangkan penentuan jenis struktur dermaga bergantung pada kondisi lingkungan di lokasi dermaga akan dibangun. Walaupun umumnya dermaga dibangun dalam kondisi perairan yang relatif tenang, tetapi faktor-faktor lingkungan tetap mempengaruhi rancangan struktur dermaga. Faktor lingkungan yang mempengaruhi ini meliputi kedalaman perairan, karakteristik arus dan gelombang, kecepatan angin, dan karakter gempa.

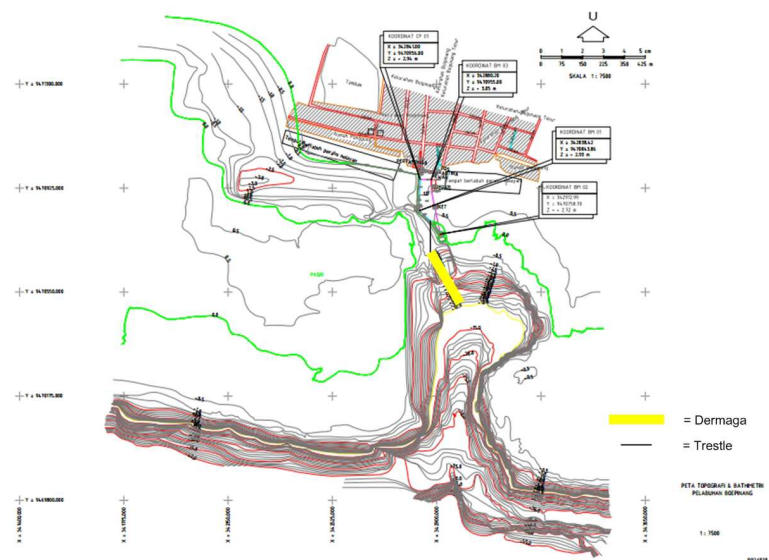
Dermaga direncanakan dapat melayani kapal penumpang dengan ukuran 10,000 GT, menggunakan tipe *deck on pile*, memiliki total panjang 180 m, lebar 20 m, dan elevasi 5.8 m dari LLWL. Berdasarkan kriteria dari OCDI, kedalaman minimum perairan adalah 1.1 dari *draft* kapal sehingga dengan *draft* kapal terbesar adalah 6.6 m, maka dibutuhkan kedalaman perairan 7.5 m. Gelombang yang dipakai dalam desain adalah 1 m berdasarkan ketentuan dari OCDI dengan periode 5 s yang merupakan gelombang untuk periode ulang 50 tahun. Kecepatan arus terbesar pada perairan sekitar dermaga adalah 0.23 m/s. Kecepatan arus ini digunakan perhitungan gaya *mooring*. Tunggang pasang surut pada daerah Boepinang adalah 4.23 m. Kriteria desain yang digunakan dalam desain dermaga penumpang Boepinang dapat dilihat pada **Tabel 1**, sedangkan Peta lokasi dermaga dan denah orientasi dermaga berturut-turut dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.

Tabel 1 Kriteria desain dermaga

Kriteria Desain	Nilai	Satuan
Kapasitas Kapal	10,000	GT
Tinggi Gelombang	1	m
Periode Gelombang	5	s
Kedalaman Perairan (dari LLWL)	7.5	m
Tunggang Pasang (dari LLWL)	4.23	m
Kecepatan Arus	0.23	m/s
Panjang Dermaga	180	m
Lebar Dermaga	20	m
Elevasi Dermaga (dari LLWL)	5.73	m
<i>Fixity Point</i>	3.39	m



Gambar 1 Peta lokasi dermaga



Gambar 2 Denah orientasi dermaga

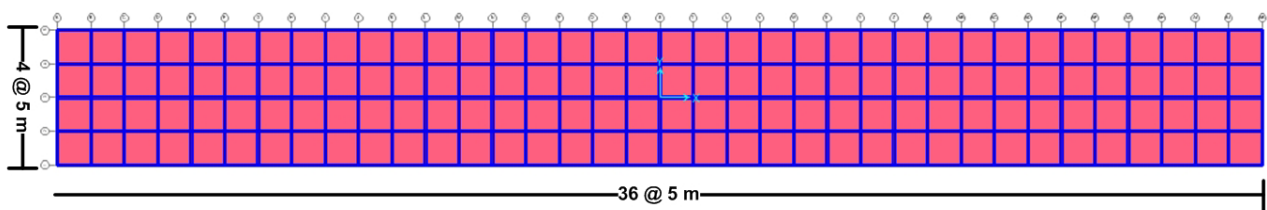
Dimensi tiang pancang yang digunakan dalam desain dermaga berdiameter 0.762 mm dengan tebal sebesar 0.0175 dan panjang 16.5 m. Dimensi balok adalah 5 m x 0.7 m x 0.4 m. Dimensi pelat adalah 5 m x 5 m x 0.25 m. Dimensi *pile cap* adalah 1.5 m x 1.5 m x 1.5 m.

Beban pada dermaga terbagi menjadi enam jenis yaitu beban mati, beban hidup, beban lingkungan, beban *berthing*, beban *mooring*, dan beban gempa. Beban mati pada dermaga merupakan beban akibat berat dermaga sendiri yang terdiri dari pelat, balok, *pile cap*, *bollard*, *fender*, dan tiang. Beban *fender* pada dermaga berasal dari *fender* SCN1100 (*Fentek Catalogue: Marine Fendering Systems*) dan beban *bollard* berasal dari Kemsas *bollard* 5 ton dengan beban

sebesar 49.05 kN. Beban hidup yang dipakai adalah beban merata akibat kendaraan dan manusia dengan total beban sebesar 10 kN/m^2 (*Port Designer's Handbook Carl A. Thoresen*).

Beban lingkungan berupa gelombang terdiri dari beberapa jenis yaitu beban gelombang, arus dan angin. Beban gelombang dihitung dengan pendekatan Morison seperti yang terdapat pada OCDI dimana beban gelombang merupakan penjumlahan dari dua komponen yaitu gaya seret (*drag*) dan gaya inersia. Beban arus dan gelombang dihitung secara otomatis oleh SAP2000 dengan jenis gelombang Airy. Perhitungan beban *mooring* dan *berthing* mengacu pada OCDI dimana beban *mooring* terdiri dari beban *mooring* akibat arus dan beban *mooring* akibat angin yang masing-masing ditinjau untuk arah vertikal dan horizontal. Perhitungan untuk beban gempa mengacu pada SNI Peta *Hazard* Gempa Indonesia (Kementrian Pekerjaan Umum) sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Infrastruktur Tahan Gempa (2010). Kemudian beban dikelompokkan menjadi kombinasi pembebanan dengan mengacu pada SNI-03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.

Sketsa tampak atas dermaga dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut ini:



Gambar 3 Sketsa tampak atas dermaga

HASIL DAN ANALISIS

Analisis struktur dilakukan dengan perangkat lunak SAP2000 dengan menggunakan kombinasi pembebanan yang telah ditentukan dan menghasilkan *output* berupa *unity check ratio*, defleksi, gaya dalam pelat dan balok, serta reaksi perletakan. Kombinasi pembebanan dari *service load state* (**Tabel 2**) mengacu pada SNI-03-1729-2002 digunakan untuk analisa UCR (*unity check ratio*) tiang fondasi dan reaksi perletakan. Sedangkan kombinasi pembebanan dari *ultimate load state* (**Tabel 3**) mengacu pada SNI-03-2847-2002 digunakan untuk analisa gaya dalam pada elemen balok.

Tabel 2 Kombinasi pembebanan *service load state*

Kombinasi	Faktor Skala												
	Dead	Live	Lingkungan			Berthing			Mooring			Quake	
			0	180	90	1	2	3	x+	x-	y	1	2
COMB1	1.4												
COMB2	1.2	1.6											
COMB3A	1.2	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2					
COMB3B			1.2										
COMB3C			1.2										
COMB3D			1.2										
COMB3E			1.2										
COMB3F			1.2										
COMB3G			1.2										
COMB3H			1.2										
COMB3I			1.2										
COMB4A	1.2	1	1.2	1.2	1.2				1.2	1.2			
COMB4B													
COMB4C			1.2										
COMB5A	1.2	1										1	0.3
COMB5B												0.3	1

Tabel 3 Kombinasi pembebanan *ultimate load state*

Kombinasi	Faktor Skala												
	Dead	Live	Lingkungan			Berthing			Mooring			Quake	
			0	180	90	1	2	3	x+	x-	y	1	2
COMB6	1.2	1.6											
COMB7A	1.4		1.4										
COMB7B				1.4									
COMB7C					1.4								
COMB8A	1.2	1										1	
COMB8B													1
COMB9A	1.2	1.6	1.2			1.2							
COMB9B			1.2				1.2						
COMB9C			1.2					1.2					
COMB9D				1.2		1.2							
COMB9E				1.2			1.2						
COMB9F				1.2				1.2					
COMB9G					1.2	1.2							
COMB9H					1.2		1.2						
COMB9I					1.2			1.2					
COMB10A	1.2	1.6	1.2						1.2				
COMB10B				1.2						1.2			
COMB10C					1.2						1.2		

UCR (*unity check ratio*) terbesar hasil analisis struktur adalah 0.67 sehingga memenuhi syarat yaitu dibawah 1.00, sedangkan defleksi terbesar adalah 0.0804 m dimana defleksi terbesar yang diizinkan menurut SNI-1729-2002 adalah panjang tiang / 200 yaitu sebesar 0.0825 m sehingga memenuhi syarat. *Output* berupa gaya dalam digunakan untuk perhitungan penulangan elemen struktur beton yaitu balok, pelat, dan *pile cap*.

Penulangan elemen struktur beton mengacu pada SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan. Perhitungan yang dilakukan pada tahap penulangan elemen struktur beton antara lain adalah penulangan lentur, penulangan geser, serta *punching shear*.

Hasil perhitungan tulangan pada elemen balok, pelat dan *pile cap* berturut-turut dapat dilihat pada **Tabel 4**, **Tabel 5** dan **Tabel 6** berikut ini:

Tabel 4 Tulangan balok

Elemen	Dimensi (m)	Vu (kN)	M3+ (kN.m)	M3- (kN.m)	M2 (kN.m)	Tulangan Geser (mm)	Tulangan Lentur		
							Bawah (mm)	Atas (mm)	Samping (mm)
Balok	5x0.7x0.4	128.73	436.85	222.81	128.73	ø29-150	3ø36-70	3ø29-90	2ø29-90

Tabel 5 Tulangan pelat

Elemen	Dimensi (m)	Mu (kN.m)	Tulangan (mm)
Pelat	5x5x0.25	22.118	11ø13-430

Tabel 6 Tulangan *pile cap*

Elemen	Dimensi (m)	Tulangan (mm)	
		Arah X	Arah Y
<i>Pile Cap</i>	1.5x1.5x1.5	4ø29-250	4ø29-250

KESIMPULAN

- Perhitungan *hindcasting* dan analisis ekstrim menghasilkan:
 - Tinggi gelombang di titik *fetch* : 4.18 meter (periode ulang 50 tahun)
 - Tinggi gelombang desain (OCDI) : 1 meter
 - Periode gelombang : 5 detik
- Desain dermaga melayani kapal penumpang berukuran 10,000 GT mempunyai geometri umum:
 - Elevasi lantai dermaga : 5.73 m dari LLWL
 - Total lebar dermaga : 20 m
 - Total panjang dermaga : 180 m
- Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan dimensi elemen struktur dermaga beserta tulangannya adalah:
 - Tiang Pancang (*pile*)**
 Panjang tiang sampai *fixity point* : 16.5 meter

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| Diameter tiang pancang | : 0.762 meter |
| Tebal dinding tiang pancang | : 0.0175 meter |
| - <i>Pile cap</i> | |
| Dimensi <i>pile cap</i> | : 1.5 x 1.5 x 1.5 meter |
| Tulangan | : 4Ø29 – 250 mm |
| - <i>Balok</i> | |
| Dimensi balok | : 5 x 0.7 x 0.4 meter |
| Tulangan lentur sisi bawah | : 3Ø36 – 70 mm |
| Tulangan lentur sisi atas | : 3Ø29 – 90 mm |
| Tulangan lentur sisi samping | : 2Ø29 – 90 mm |
| Tulangan geser | : Ø29 – 150 mm |
| - <i>Pelat</i> | |
| Dimensi pelat | : 5 x 5 x 0.25 m |
| Tulangan | : 11Ø13 – 430 mm |

4. Dari hasil pengecekan kekuatan tiang pancang pondasi dermaga dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi pada struktur pondasi masih dalam rentang di bawah tegangan batas yang diijinkan. Hal ini dapat dilihat dari nilai *unity check ratio* yang lebih kecil dari 1 yaitu sebesar 0.677 (kombinasi beban mati, beban hidup, beban lingkungan dan beban *berthing*) yang diperoleh dari hasil pemodelan dengan SAP2000.

SARAN

1. Perlu adanya pertimbangan dalam perancangan dengan kondisi nyata. Pada laporan ini banyak perhitungan yang dihitung secara teoritis tanpa mempertimbangkan proses pemasangannya serta kondisi-kondisi nyata lainnya.
2. Jika defleksi terlampau besar pada beberapa titik, pemasangan tiang pancang miring dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi defleksi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, Jakarta.

J.H. Menge & Company. 2002. *Fentek Catalogue: Marine Fendering Systems*, Hamburg.

Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. SNI Peta Gempa Indonesia, Jakarta.

The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI). 2002. *Technical Standar and Commentaries For Post and Harbour Facilities in Japan*,Tokyo : Daikosha Co.,Ltd.

Thoresen, Carl A. 2003. *Port Designer's Handbook*. British : Thomas Telford