

PERENCANAAN STRUKTUR DERMAGA PELABUHAN TANJUNG GUDANG BELINYU KABUPATEN BANGKA

Dessy Yanti

Email : nengdessyyanti@gmail.com

Indra Gunawan

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

Endang Setyawati Hisyam

Email : hisyam.endang@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Gudang terletak di Teluk Kelabat, Kecamatan Belinyu, sisi utara Pulau Bangka. Pelabuhan Tanjung Gudang merupakan salah satu prasarana selain Pelabuhan Pangkalbalam yang menjadi persinggahan kapal-kapal besar di Pulau Bangka. Pelabuhan Tanjung Gudang memiliki prasarana berupa dermaga sepanjang 102 m dengan lebar 20 m pada sisi kiri serta trestle sepanjang 100 m yang menjorok ke laut. Sedangkan data karakteristik kapal terbesar yang pernah memasuki perairan merupakan kapal penumpang GT 6022 dan kapal barang lokal/ asing GT 5138 yang membawa barang curah aspal, minyak, dan pasir kaolin. Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu direncanakan mampu melayani kapal penumpang/ barang curah dan padat 30.000 DWT. Dalam analisis perencanaannya digunakan data pasang surut, angin, bathimetri, kapal, dan tanah (N-SPT). Selain itu, sistem struktur dianalisis dengan program SAP2000 dengan model 3D. Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang dibangun dengan panjang 214 m dan lebar 20 m dengan jenis dermaga jetty yang menjorok ke laut dan dibangun menggunakan alternatif jenis struktur deck on pile. Digunakan dimensi pelat dengan $h = 300$ mm, balok utama 450 mm x 700 mm, balok listplank 400 mm x 2000 mm, pile cap tiang tunggal 1200 mm x 1200 mm, pile cap tiang kelompok 1200 mm x 2100 mm, serta diameter tiang pancang 600 mm dengan tebal 100 mm. Pada struktur sandar yang dipakai adalah SVF 1000H dan struktur tambat yang dipakai adalah Tee Head Bollard kapasitas 80 ton. Struktur dermaga dipancang pada kedalaman $23,22$ m dari elevasi dasar permukaan air dengan perbandingan kemiringan $1H:6,4V$ pada tiang kelompok.

Kata kunci : Tanjung Gudang, dermaga, kapal, struktur.

PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Gudang terletak di Teluk Kelabat, Kecamatan Belinyu, sisi utara Pulau Bangka. Pelabuhan Tanjung Gudang merupakan salah satu prasarana selain Pelabuhan Pangkalbalam yang menjadi persinggahan kapal-kapal besar di Pulau Bangka. Dalam mendukung prasarananya, pelabuhan ini dilengkapi dengan dermaga, yang merupakan suatu bangunan pelabuhan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang (Bambang, 2010).

Pelabuhan Tanjung Gudang dinaungi oleh PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo) II Persero. Hal ini berarti Pelabuhan Tanjung Gudang menjadi pelabuhan laut yang bebas dimasuki oleh kapal-kapal berbendera asing. Pelabuhan ini biasanya merupakan pelabuhan utama di suatu daerah yang dilabuhi kapal-kapal yang membawa barang untuk ekspor/ impor secara langsung ke dan dari luar negeri (Bambang, 2010).

Saat ini Pelabuhan Tanjung Gudang telah memiliki prasarana berupa dermaga sepanjang 102 m dengan lebar 20 m pada sisi kiri serta *trestle* sepanjang 100 m yang menjorok ke laut. Data karakteristik kapal terbesar yang pernah memasuki perairan ini adalah kapal penumpang GT 6022 dan kapal barang lokal/ asing terbesar dengan kapasitas GT 5138 sambil membawa barang curah aspal, minyak, dan pasir kaolin.

Berdasarkan potensi Tanjung Gudang diberbagai sektor dan pergerakan arus pergerakan yang tinggi, dalam pengembangan selanjutnya, Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu direncanakan

mampu melayani kapal penumpang/ barang curah dan padat 30.000 DWT. Perencanaan dermaga ini bertujuan untuk melayani kapal penumpang dan barang guna memaksimalkan distribusi barang komoditas di daerah Belinyu dan sekitar Bangka.

TINJAUAN PUSTAKA

Nadira dan Kamaludin, (2016) dalam judul “Evaluasi Struktur Atas Dermaga 1.000 DWT terhadap Berbagai Zona Gempa Berdasarkan Pedoman Tata Cara Perencanaan Pelabuhan Tahun 2015” menganalisis dermaga kapasitas 1000 DWT untuk jenis kapal penumpang maupun *cargo*.

Rizqi Maulana Wijaya, dkk (2014) dalam judul “Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang” merencanakan dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang yang terletak di pantai Desa Sendangmulyo, Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah.

Habiby, dkk (2014) dalam judul “Perencanaan Detail Pembangunan Dermaga Pelabuhan Petikemas Tanjungwangi Kabupaten Bayuwangi” merencanakan Pelabuhan Tanjungwangi yang berada di wilayah timur Provinsi Jawa Timur menjadi pelabuhan Utama.

Enggar Rindu Primandani (2008), dalam judul “Perancangan Dermaga dan *Trestle Tipe Deck On Pile* di Pelabuhan Garongkong, Propinsi Sulawesi Selatan” mengulas struktur dermaga dan *trestle* tipe *deck on pile* yang didesain kuat terhadap beban-beban yang bekerja padanya baik berat sendiri maupun yang berasal dari

lingkungan yang meliputi gelombang, arus dan gempa serta beban akibat aktivitas di dermaga meliputi beban tumbukan kapal (*berthing*), *mooring*, dan beban kendaraan.

Yualita Kartikasari (2008), dalam judul “Desain Dermaga dan *Trestle Tipe Deck On Pile* di Pulau Kalukalukuang Provinsi Sulawesi Selatan” mendesain struktur dermaga dan *trestle tipe deck on pile* yang menggunakan tiang pancang sebagai pondasi bagi lantai dermaga dan *trestle*.

Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu menggunakan standar dan ketentuan sebagai berikut :

1. Standar perencanaan pelabuhan mengacu pada *Technic Standard and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, Tokyo, OCDI 2009*.

2. Perencanaan struktur pelat dan balok berdasarkan SNI-2847-2013.

3. Perhitungan gempa menggunakan SNI 03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung.

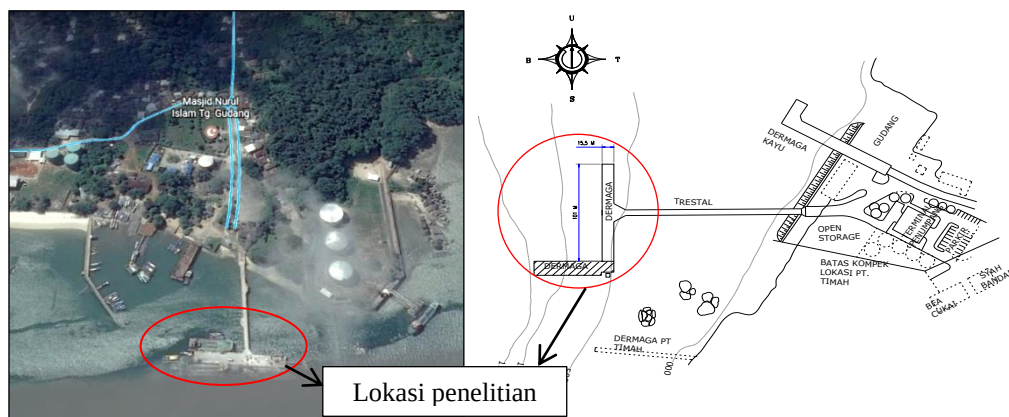
4. Perencanaan *fender* berdasarkan *Fender Application Design Manual*

5. Daya dukung pondasi mengacu pada Fondasi II, Hary Christady 2010.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi

Perencanaan dermaga terletak di Pelabuhan Tanjung Gudang Cabang Pelindo II Pangkalbalam, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Seperti pada Gambar 1.



Sumber : Pelindo II Pangkalbalam

Gambar 1. Lokasi perencanaan dermaga

2. Pengumpulan data

Data pendukung yang digunakan dalam Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka adalah sebagai berikut :

1) Data pasang surut 1 tahun terakhir terhitung pada tahun 2016 dari Pelabuhan Indonesia (Pelindo) II Pangkalbalam.

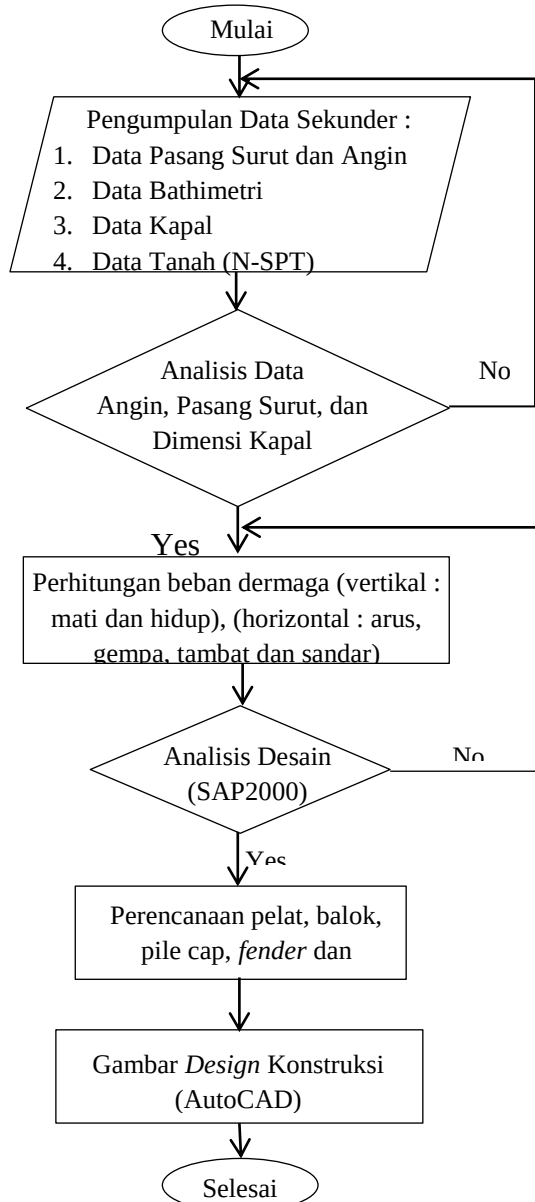
2) Data angin 5 tahun terakhir terhitung pada tahun 2012-2016 dari BMKG Depati Amir Pangkalpinang.

3) Data bathimetri dan layout Pelabuhan Tanjung Gudang dari Pelindo II Cabang Belinyu.

4) Data jumlah dan jenis kapal yang berlabuh di Pelabuhan Tanjung Gudang dari Pelindo II Pangkalbalam.

- 5) Data tanah pengujian daya dukung tanah N-SPT dari Pelindo II Pangkalbalam.

3. Diagram alir perencanaan



Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 2. Diagram alir perencanaan

4. Alat

Perhitungan perencanaan digunakan program sebagai berikut :

- 1) SAP2000 versi 19, (*Structure Analysis Program*) sebagai alat bantu menganalisis beban struktur dermaga.

- 2) AutoCAD sebagai alat bantu mendesain detail ukuran dan bentuk dermaga.
- 3) *Microsoft office* 2010, dalam analisis data dan perhitungan dibantu dengan program *microsoft excel* 2010 dan *microsoft word* 2010 dalam menulis laporan.
- 4) *WRPLOT view-freeware* sebagai alat bantu dalam menganalisis *windrose*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengembangan pelabuhan dengan umur rencana 50 tahun oleh PT Pelabuhan Indonesia (PELINDO) II Pangkal Balam, Dermaga Tanjung Gudang Belinyu difungsikan sebagai tempat bongkar Muat CPO (*Crude Palm Oil*) yang memuat barang curah cair atau sebagai Dermaga *Multipurpose* yaitu bisa dipakai untuk dermaga barang curah kering dan juga untuk dermaga peti kemas. Yang mana direncanakan tegak lurus terhadap garis pantai, dibangun tegak lurus terhadap dermaga eksisting yang telah ada sesuai gambar rencana.

Spesifikasi kapal yang digunakan dalam perencanaan :

Jenis kapal : *Oil tanker*

DWT (*Dead Weight Ton*) : 30.000 ton

Draft kapal (*full*) : 10,8 m

Lebar kapal : 29,1 m

LOA (*Length Over All*) : 179,1 m

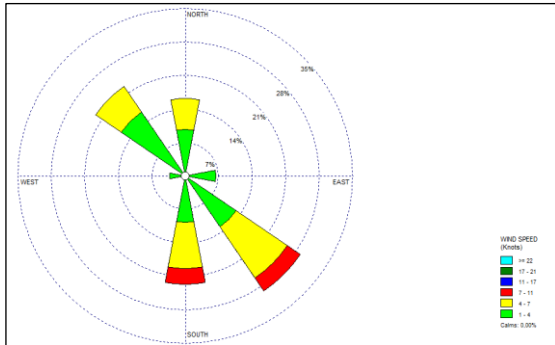
Depht/ kedalaman kapal : 14,8 m

1. Prosedur *Hindcasting* (Peramalan)

Angin

Berdasarkan data yang diolah (Kecepatan rata-rata angin dan arah angin terbanyak pada tahun 2012-2016) diketahui bahwa angin dominan bertiup dari arah timur-

selatan dengan kecepatan 7-11 knot. Kecepatan tersebut dihitung berdasarkan kecepatan rata-rata angin dan arah angin dominan tiap bulan selama 5 tahun oleh stasiun BMKG yang berada di wilayah Pangkalpinang.



Sumber : Data diolah WRPLOT

Gambar 3. windrose (mawar angin)

Pasang surut

Acuan elevasi dermaga mengikuti eksisting dermaga sebelumnya, yaitu +3,0 m LWS dengan kedalaman rencana -13,0 m LWS. Dengan acuan surut terendah pada -1,2 m LWS dan pasang tertinggi pada +2,15 m LWS.

2. Dimensi Dermaga

Panjang dermaga

Panjang dermaga dihitung berdasarkan panjang kapal terbesar yang ditambat dalam arah memanjang sehingga dibutuhkan reduksi 10%Loa jarak antar kapal dan dermaga eksisting.

$$L_p = nL_{oa} + (n+1) \times 10\% \times L_{oa}$$

maka,

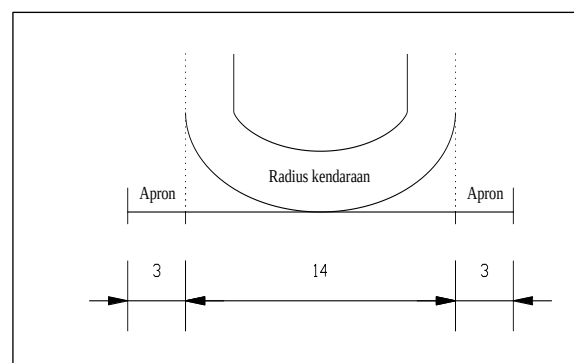
$$L_p = 1.179,1 + (1+1) \times 10\% \times 179,1$$

$$L_p = 214,92m$$

Maka dibutuhkan panjang dermaga sepanjang 214 m dengan asumsi banyak tambatan kapal (n) = 1.

Lebar dermaga

Kebutuhan lebar dermaga terdiri dari *apron* dan jalur kendaraan. Menurut Bambang T., 2010, *apron* minimum dapat diambil 3 m. Sedangkan dalam Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK), radius putar untuk kendaraan besar adalah minimum 7,4 m dan maksimum 14 m.



Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 4. Detail lebar dermaga

3. Perencanaan fender

Besar energi dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_f = \frac{M_s \cdot V^2}{2} \cdot C_e \cdot C_m \cdot C_s \cdot C_c$$

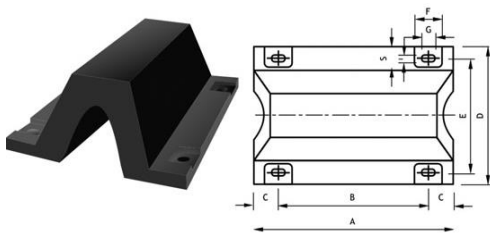
Energi *berthing* kapal 30.000 DWT dengan kecepatan sebesar 0,10 m/s adalah 24,941 ton-m. Dimensi yang digunakan dan reaksi *fender* akibat beban *berthing* yang bekerja dihubungkan dengan Tabel 1 berikut :

Tabel 1. SVF performance

Compound Grade	V1		V2	
	R.F (ton)	E.A (ton-m)	R.F (ton)	E.A (ton-m)
SVF 150 H	12,8	0,84	8,44	0,422
SVF 200 H	17,10	1,14	11,30	0,75
SVF 250 H	21,40	1,78	14,10	1,78
SVF 300 H	25,70	2,57	16,90	1,60
SVF 400 H	34,20	4,56	22,50	3,00
SVF 500 H	40,00	7,13	25,50	4,74
SVF 600 H	51,30	10,30	33,80	4,75
SVF 800 H	67,40	18,20	45,00	12,00
SVF 1000 H	85,50	28,50	56,30	18,80

Sumber : PT. Pelindo II

Berdasarkan hitungan gaya *berthing* yang bekerja, 24,941 terletak diantara 18,80 dan 28,50 maka diambil jenis V-Fender 1000 H, EA = 28,50 ton-m (per meter panjang) dan akan menghasilkan gaya reaksi RF = 85,50 ton (per meter panjang). Maka untuk *reaction fender* sebagai gaya dalam *berthing* yang bekerja diambil sebesar 85,50 ton. OCDI (2009) menjelaskan bahwa kedalaman air 8-10 m diperlukan jarak *fender* sebesar 10-15 m. Maka digunakan jarak *fender* 12 m.



Sumber : fender-indonesia.com

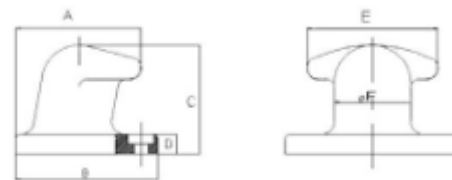
Gambar 5. Fender SVF1000H

4. Perencanaan Bollard

OCDI (2009), memberikan penggunaan *bollard* sesuai dengan bobot kapal. Pada perencanaan digunakan GT oil tankers 0,553DWT. Maka didapatkan 16590 ton dengan gaya tarik pada *bollard* diambil 700

kN atau 70 ton. Jarak maksimum *bollard* yang dibolehkan adalah 25 m dengan jumlah minimum tambatan sebanyak 6 *bollard*. Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang akan diletakkan *bollard* dengan jarak 24 m sepanjang 214 m dengan jumlah tambatan sebanyak 9 *bollard*.

Sesuai OCDI untuk kasus sebuah *bollard* dapat diasumsikan bahwa gaya tarik sama ke semua arah.



Sumber : Gleen Flange Limited

Gambar 6. Bollard tipe Tee Head

5. Perencanaan Pelat Dermaga

Perencanaan pelat lantai dianalisis sebagai pelat dua arah karena perbandingan antara sisi panjang (L_y) terhadap sisi pendek (L_x) kurang dari sama dengan dua. Perhitungan momen didasarkan pada kombinasi momen akibat beban mati dan momen akibat beban

hidup. Perhitungan momen dilakukan dengan cara metode koefisien momen :

Berdasarkan tabel untuk penentuan momen pelat (PBI-1971) maka didapatkan $x_{lx} = 25$, $x_{ly} = 21$, $x_{tx} = 59$, $x_{ty} = 54$. Selanjutnya dihitung momen sebagai berikut :

$$M_{lx} = +0,001 \cdot WU \cdot l_x^2 \cdot x_{lx} = 0,001 \cdot 48,64 \cdot 42 \cdot 25 = 19,456 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \cdot WU \cdot l_x^2 \cdot x_{ly} = 0,001 \cdot 48,64 \cdot 42 \cdot 21 = 16,343 \text{ kNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot WU \cdot l_x^2 \cdot x_{tx} = 0,001 \cdot 48,64 \cdot 42 \cdot 59 = 45,916 \text{ kNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot WU \cdot l_x^2 \cdot x_{ty} = 0,001 \cdot 48,64 \cdot 42 \cdot 54 = 42,025 \text{ kNm}$$

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan kebutuhan tulangan pelat lantai

Simbol	Satuan	Lapangan-x	Tumpuan-x	Lapangan-y	Tumpuan-y
M_u	kNm	19,456	45,916	16,343	42,025
M_n	kNm	21,618	51,018	18,159	46,694
D	mm	242	242	226	226
K	MPa	0,369	0,871	0,356	0,914
H	mm	300	300	300	300
ρ_{min}		0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
ρ_{max}		0,0200	0,0200	0,0200	0,0200
ρ		0,0042	0,0042	0,0045	0,0045
A_s	mm ²	1005,714	1006	1005,714	1005,714
S	mm	200	200	200	200
Tulangan		Ø16-200	Ø16-200	Ø16-200	Ø16-200
ϵ_t		0,035	0,035	0,033	0,033
ϵ_y		0,002	0,002	0,002	0,002
Penampang terkendali		Tarik	Tarik	Tarik	Tarik

Sumber : Data diolah, 2017

6. Analisis Struktur Portal

Analisis struktur portal dermaga dipengaruhi oleh beban vertikal dan beban horizontal dan dianalisis menggunakan software SAP2000. Struktur portal dermaga yang direncanakan terdiri dari 54 portal arah X-Z dan 5 portal arah Y-Z. Beban vertikal terdiri dari beban mati (berat sendiri pelat dermaga) dan beban hidup

(sebaran beban merata dari roda kendaraan). Sedangkan beban horizontal terdiri dari beban gempa, gelombang, arus, energi berthing dari fender, dan mooring dari bollard. Beban-beban yang bekerja dimasukkan dengan kombinasi beban keseluruhan. Besar beban-beban yang bekerja pada dermaga disimpulkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Beban-beban yang bekerja pada portal dermaga

No.	Arah Beban	Tipe Beban	Nilai	Satuan
1	Vertikal	Berat sendiri pelat	48,64	kN/m ²
2		Berat sendiri <i>Bollard</i>	50,7	kN/m ²
3	Horizontal	Arus (<i>Drag</i>)	10,9	kN
4	Horizontal	Gempa arah x	74,7	kN
		Gempa arah y	791,73	kN
5	Horizontal	<i>Berthing (fender)</i>	855	kN
6		<i>Mooring (Bollard)</i>	700	kN

Sumber : Data diolah, 2017

Kombinasi pembebanan bertujuan untuk mengetahui beban maksimum yang ditanggung oleh struktur bawah atau tiang pancang, agar tiang pancang dapat memberi daya dukung untuk beban terfaktor diatas. Kombinasi pembebanan dijabarkan sebagai berikut :

- 1) 1,4DL
- 2) 1,4 DL + 1,4 CR
- 3) 1,2 DL + 1,6 LL
- 4) 1,2 DL + 1 LL + 1 EQX + 0,3EQY
- 5) 1,2 DL + 1 LL – 1 EQX + 0,3 EQY
- 6) 1,2 DL + 1 LL + 1 EQX – 0,3 EQY
- 7) 1,2 DL + 1 LL + 0,3 EQX + 1 EQY
- 8) 1,2 DL + 1 LL – 0,3 EQX + 1 EQY
- 9) 1,2 DL + 1 LL + 0,3 EQX – 1 EQY
- 10) 1,2 DL + 1,6 LL + 1,2 CR + 1,2 BRT + 1,2 MRNG

dengan :

DL = beban mati

LL = beban hidup

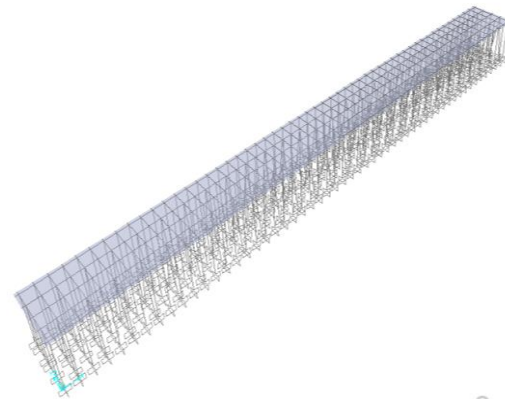
CR = beban arus

MRNG = beban mooring dari *bollard*

EQX =beban gempa tegak lurus alinyemen dermaga

EQY = beban gempa sejajar alinyemen dermaga

BRT = beban *fender (berthing)*



Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 7. Tiga dimensi portal dermaga

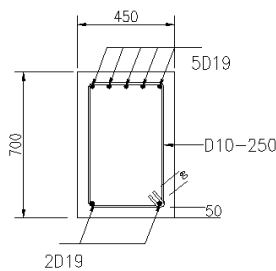
7. Perencanaan Balok

Terdapat dua tipe balok pada struktur dermaga, masing-masing tipe disimbolkan dengan Balok 1 (B-1) dan Balok 2 (B-2). Balok 1 difungsikan sebagai balok utama dermaga dan Balok 2 difungsikan dalam menahan beban akibat *berthing* kapal.

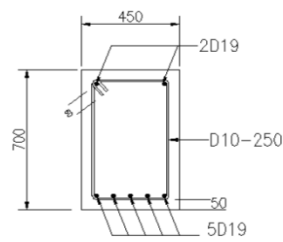
Pada perhitungan digunakan momen terbesar pada tumpuan ($M_u = 284,833$ kNm yang teletak pada batang 63) dengan asumsi momen di lapangan sama dengan momen di tumpuan. Demikian pula dengan gaya geser yang digunakan adalah gaya geser terbesar di tumpuan ($V_u = 254,827$ kN) dengan asumsi gaya geser di lapangan sama dengan gaya geser di tumpuan.

Tabel 4. Perhitungan kebutuhan tulangan balok dermaga

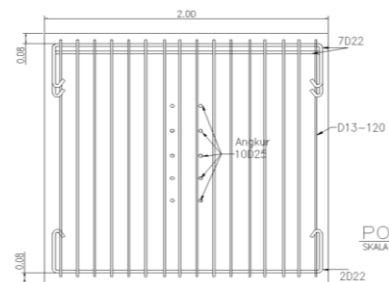
Simbol	Satuan	B-1	B-2
M_u	kNm	284,83	1713,07
M_n	kNm	316,48	1903,41
d	mm	69,5	104
K	MPa	1,769	1,3237
bb	mm	450	400
hb	mm	700	2000
ρ_{min}		0,0035	0,0035
ρ_{max}		0,0200	0,0200
ρ		0,0103	0,0036
A_s	mm ²	1418,2	2662,00
m	/baris	6	4
n		5	7



(a)



(b)



(c)

Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 8. Penulangan balok (a) tumpuan, (b) lapangan, (c) balok listplank

8. Perencanaan Pilecap

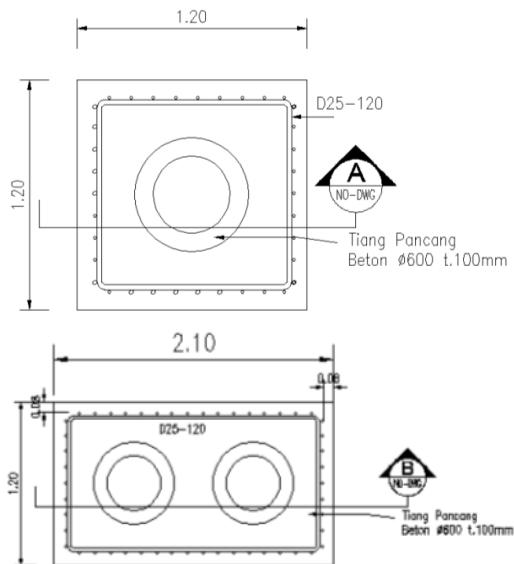
Dalam desain dermaga, terdapat dua tipe penutup tiang (pile cap). Tipe 1 adalah penutup tiang tunggal dan tipe 2 adalah penutup tiang kelompok yang terdiri dari 2 tiang pancang miring. Tiang miring tersebut digunakan untuk menahan beban lateral pada struktur dermaga. Hasil output SAP2000 yang digunakan pada perencanaan pile cap adalah reaksi maksimum pada portal dermaga.

Tabel 5. Rekapitulasi penulangan pile cap

Simbol	Satuan	Dipakai
M_u	kNm	1357,649
M_n	kNm	1508,499
ds	mm	92,500
d	mm	1108
K	Mpa	1,230
h	mm	1200
ρ_{min}		0,0035
ρ_{max}		0,0200
ρ		0,0037

Simbol	Satuan	Dipakai
A_s	mm ²	4092,262
s	mm	120
Tulangan		Ø25-120

Sumber : Data diolah, 2017



Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 9. Penulangan *pile cap* tunggal dan kelompok

9. Daya Dukung Fondasi

Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil Uji SPT, Mayerhoff (1956) dalam menganjurkan persamaan daya dukung untuk tiang pancang sebagai berikut :

Harga N-SPT pada elevasi dasar tiang (BH-1 dan BH-2) :

$N_b = 60$ (berdasarkan kedalaman tanah keras)

Tiang tegak

$$Q_{u1} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0,2 N \cdot A_s$$

$$= 40 \cdot 60 \cdot 0,283 + 0,2 \cdot 56,33 \cdot 39,73 = 1124,176 \text{ kN}$$

$$Q_{u2} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0,2 N \cdot A_s$$

$$= 40 \cdot 60 \cdot 0,283 + 0,2 \cdot 49,43 \cdot 77 = 1108,146 \text{ kN}$$

$$F = \frac{Q_g}{Q} = \frac{1888,281}{952,29} = 1,98$$

$F \approx 2$, tiang dikategorikan aman $F > F = 1,5$ (digunakan untuk tahanan gesek tiang). Selain itu pula, $F = 2$ sudah memenuhi faktor aman yang disarankan oleh Reese dan O'Neil (1989) dalam klasifikasi struktur permanen yang bernilai 2.

Tiang miring

Kemiringan tiang yang sering dipakai ; 1H:12V sampai 5H:12V (H=horizontal, V=vertikal). Dalam perencanaan kemiringan tiang digunakan 1:6,4. Hary Christady menjelaskan perhitungan gaya lateral ultimit (H_u) dengan menggunakan hitungan cara konvensional. Besarnya H_u yang bekerja pada tiang panjang adalah sebagai berikut :

Gaya lateral untuk *fixed headed pile* (tiang ujung jepit)

$$H_u = \frac{2 \cdot M_u}{(e + Z_f)}$$

$$Z = \frac{\pi}{32 \cdot D} (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{32 \cdot 600} (600^4 - 500^4)$$

$$Z = 10,98 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$M_u = f_y \cdot Z = 400 \cdot 10^3 \cdot 10,98 \cdot 10^{-3}$$

$$= 4392 \text{ kNm}$$

$$e = 13 \text{ m (seabed)}$$

$$Z_f = 1.5 \text{ m (virtual fixity point)}$$

$$H_u = \frac{2 \cdot 4392}{(13 + 1,5)} = 605,793 \text{ kN}$$

Gaya lateral ijin untuk tiang :

$$H_{all} = \frac{605,793}{2} = 302,9 \text{ kN}$$

$$H_{all} = \frac{605,793}{1,5} = 403,862 \text{ kN}$$

$$H_x = 15,82 \text{ kN} < H_{all} = 403,862 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$H_y = 368,113 \text{ kN} < H_{all} = 403,862 \text{ kN}$$

→ OK

Defleksi lateral ultimit (y) fixed headed pile (tiang ujung jepit)

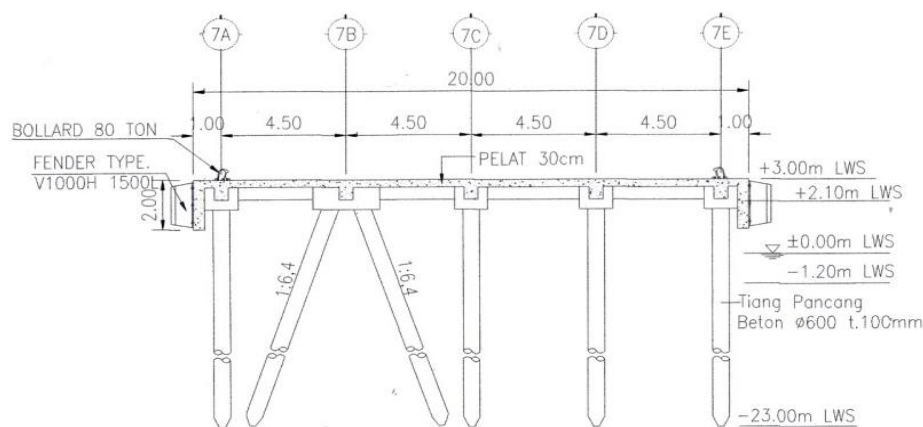
$$y = \frac{H(e + Z_f)^3}{12.E.I}$$

$$y_{izin} = \frac{403,862(13 + 1,5)^3}{12.2.0.10^8 3,295.10^{-3}}$$

$$= \frac{1238881,7}{7908000} = 0,157$$

$$m \approx 16 \text{ cm}$$

Defleksi izin pada tiang miring akibat beban lateral berdasarkan hasil perhitungan gaya lateral adalah 16 cm. Berdasarkan output SAP2000, defleksi terbesar pada tiang dermaga adalah 5 mm (joint 464). $\delta h = 0,5 \text{ cm} < \delta_{izin} = 16 \text{ cm} \rightarrow \text{OK}$, sangat aman terhadap defleksi. Dalam perencanaan ini ditetapkan 54 portal dengan tiang miring.



Sumber : Data diolah, 2017

Gambar 10. Tiang pancang portal dermaga

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis Perencanaan Struktur Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka, dapat disimpulkan antara lain :

- 1) Dermaga Pelabuhan Tanjung Gudang dibangun dengan jenis dermaga *jetty* yang menjorok ke laut dan dibangun dengan alternatif jenis struktur *deck on pile*.
- 2) Dermaga dibangun dengan panjang 214 m dan lebar 20 m berdasarkan pertimbangan kapal maksimal yang bertambat adalah 30.000 DWT dengan dimensi panjang kapal 179,1 m. Dari

hasil pengecekan terhadap kapasitas lentur, dan kekuatan geser akibat beban-beban yang bekerja di lantai dermaga. Digunakan dimensi pelat dengan $h = 300 \text{ mm}$, balok utama $450 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$, balok listplank $400 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}$, *pile cap* tiang tunggal $1200 \text{ mm} \times 1200 \text{ mm}$, *pile cap* tiang kelompok $1200 \text{ mm} \times 2100 \text{ mm}$, serta diameter tiang pancang 600 mm . Berdasarkan hasil analisis kekuatan tanah bahwa tiang pancang untuk struktur dermaga dipancang pada kedalaman $23,22 \text{ m}$ dari elevasi dasar permukaan air dengan *seabed* terendah $-18,0 \text{ m}$ dari LWS.

2. Saran

Dalam Perencanaan Struktur Dermaga Tanjung Gudang Belinyu Kabupaten Bangka ini terdapat beberapa saran, antara lain :

- 1) Perhitungan beban gelombang sebaiknya dilakukan dengan pendekatan karena ketersediaan data analisis yang belum mencukupi.
- 2) Data yang baik akan menghasilkan keluaran yang baik pula, oleh karena itu pada proses prosedur peramalan angin dan pasang surut sebaiknya digunakan data yang lebih banyak dengan jangka waktu yang cukup panjang.
- 3) Analisis tiang miring dapat dilakukan dengan banyak kombinasi agar didapatkan kemiringan tiang terbaik dengan gaya tahanan maksimum dan defleksi minimum.

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Fender Application Design Manual, Trelleborg Marien Systems.

Fender Design Manual, Fender Team : Rubber Style.

Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

M. J. Tomlinson, 2004. *Pile Design and Construction Practice fourth edition*. Taylor and Francis e-library.

Nota Desain Pembangunan Dermaga Pelabuhan Kawasan Belinyu Pangkalbalam, 2016, Direktorat Teknik, Subdit Perencanaan, PT Pelabuhan Indonesia II (Persero).

Peraturan Beton Bertulang Indonesia. 1971. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.

Primandani, E. R. 2008. *Perancangan Dermaga dan Trestle Tipe Deck On Pile di Pelabuhan Garongkong, Propinsi Sulawesi Selatan*. Skripsi, Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB, Bandung.

Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

SNI-1726-2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.

SNI 2847:2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.

- Siswanto, M. Fauzie. 1999. *Bahan Mata Kuliah Struktur Baja III*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Technical Standards and Commentaries For Port and Harbour Facilities in Japan*. 2009. *The Overseas Costal Area Development Institute of Japan*.
- Triatmodjo, B. 2010. *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 2010. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wijaya, R. M, dkk. 2014. *Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang*. Jurnal Karya Teknik Sipil Volume 3, Nomor 4, 1193-1206.
- Zainul, H. 2014. *Perencanaan Detail Pembangunan Dermaga Pelabuhan Petikemas Tanjungwangi Kabupaten Banyuwangi*. Jurnal Teknik POMITS Volume 1, Nomor 1, 1-6.