

ANALISIS KAPASITAS FENDER TIPE V PADA DERMAGA CURAH PELABUHAN GARONGKONG KABUPATEN BARRU

Ashury, Chairul Paotonan dan Fitriyanti

Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

Email: Fitriyantiria5@gmail.com

Abstrak

Sesuai dengan fungsi dan perannya, pelabuhan merupakan institusi yang dinamik keberadaannya terhadap perkembangan yang ada. Pada tahun 2019 Kantor UPP Kelas II Garongkong telah melakukan rehabilitasi dengan mengganti 23 buah fender *type super cone* dan 1 buah fender tipe V di dermaga pelabuhan Garongkong karena mengalami kerusakan yang dapat mengganggu aktivitas bongkar muat di Kantor UPP Kelas II Garongkong. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis kapasitas fender tipe V 500H x 2000L untuk mengetahui besar energi benturan kapal yang mampu diserap oleh fender dan yang diteruskan ke struktur dermaga. Pengambilan data dilakukan di Pelabuhan Garongkong, adapun sumber data yang digunakan adalah data primer diambil dengan cara mewawancarai, mengamati, dan mengukur langsung arus pada dermaga pelabuhan Garongkong. Data sekunder di peroleh dengan mengutip dokumen pada instansi yang bersangkutan seperti data ukuran kapal, spesifikasi fender, dan layout pelabuhan Garongkong. Hasil analisis diketahui bahwa energi terabsorpsi fender lebih besar dari energi tambat kapal dan gaya bentur yang diserap fender lebih kecil dari gaya reaksi fender, diperoleh nilai terabsorpsi sebesar 5,57 tm dan nilai energi tambat kapal 4,54 tm ($5,57 > 4,20$). Diperoleh nilai gaya bentur yang bentur yang diserap fender sebesar 12,79 ton dan gaya reaksi fender 26,31 ton ($12,79 \text{ ton} < 26,31$). Energi yang diteruskan fender ke struktur dermaga adalah 3,36 tm.

Kata kunci: Energi, dermaga, fender, beban

PENDAHULUAN

Pada umumnya konstruksi dermaga terdiri dari beberapa bagian bangunan yaitu dolphin, fender, jembatan (*bridge*) dan *landing deck*. Tubrukan kapal memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kekuatan struktur kapal yang erat hubungannya dengan keamanan kapal. Menurut data statistik yang ada pada Lloyd Register (1995), hampir setengah data tenggelamnya kapal dikarekna tubrukan dan kandasnya kapal. Kapal yang akan merapat ke dermaga masih mempunyai kecepatan, pada waktu merapat kapal akan mengalami benturan pada dermaga walaupun kecepatan kapal kecil tapi karena massanya besar maka energi yang terjadi akibat benturan sangat besar. Untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga karena benturan, maka didepan dermaga diberi bantalan yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan. Bantalan yang ditempatkan didepan dermaga disebut dengan fender. Fender berfungsi sebagai bantalan yang ditempatkan didepan dermaga. Fender akan menyerap benturan antara kapal dan dermaga dan meneruskan gaya ke struktur dermaga. Fender juga dapat melindungi rusaknya cat badan kapal karena gesekan antara kapal dan dermaga yang disebabkan oleh gerak karena gelombang, arus dan angin. Fender juga harus dipasang disepanjang dermaga dan letaknya harus sedemikian rupa sehingga dapat mengenai kapal. Pada tahun 2019 Kantor UPP Kelas III Garongkong memperbaiki dan mengganti fender yang mengalami kerusakan dermaga Pelabuhan Garongkong, Dalam jangka tujuh tahun dari waktu operasionalnya, Kantor UPP Kelas III Garongkong telah melakukan rehabilitasi dengan mengganti 23 buah fender tipe super cone dan 1 buah fender tipe V di dermaga pelabuhan Garongkong karena mengalami kerusakan yang dapat mengganggu aktivitas bongkar muat di Kantor UPP Kelas III Garongkong.

TEORI DASAR

Dermaga

Dermaga adalah bangunan di tepi laut (sungai, danau) yang berfungsi untuk melayani kapal, dalam bongkar/muat barang dan atau menaikkan/menurunkan penumpang (Asiyanto, 2008). Dermaga dapat dibedakan menjadi dua type yaitu wharf atau quai dan jetty atau pier atau jembatan. Wharf adalah dermaga paralel dengan pantai dan biasanya



berimpit dengan garis pantai. Jetty atau pier adalah dermaga yang menjorok ke laut (Bambang Triatmodjo, 2009) Dalam perencanaan suatu sistem fender untuk Pelabuhan atau dermaga khususnya dermaga ferry, maka sangat diperlukan sekali data-data yang cukup mengenai dermaga tersebut karena hal tersebut akan berpengaruh langsung terhadap sistem fender yang akan digunakan. Peranan Dermaga sangat penting, karena harus dapat memenuhi semua aktifitas-aktifitas distribusi fisik di Pelabuhan, antara lain :menaik turunkan penumpang dengan lancar,mengangkut dan membongkar kargo yang terjamin aman dan lancar,menghubungkan angkutan dari-ke darat atau dari-ke laut, merapat, menambatkan dan melepaskan kapal,tempat penyimpanan yang efektif, Gudang fasilitas yang berhubungan dengan lalu-lintas darat.

Pembebanan Pada Dermaga

Gaya yang bekerja pada dermaga dibedakan menjadi 2 yaitu beban vertikal dan beban horizontal. Adapun beban Vertikal dermaga dapat dikategorikan dalam beban mati dan beban hidup.

- a. Beban Mati merupakan berat sendiri dari bangunan harus dimasukkan di dalam perhitungan konstruksi. Adapun untuk menghitung beban mati pada struktur dermaga dari beban tiang menggunakan persamaan berikut:

$$A_{tiang} = \frac{1}{4} \times \pi \times ((d^2) - (d - t)^2)$$

$$L = h + LD + Z_r$$

$$q_{tiang} = \rho_{baja} \times L \times n \times A$$

Dimana :

t	= tebal (m)
A_{tiang}	= luas tiang pancang (m^2)
L	= panjang tiang pancang (m)
h	= kedalaman (m)
Z_r	= fixity point (m)
LD	= elevasi dermaga
q_{tiang}	= berat tiang pancang (ton)

- b. Beban luar adalah muatan hidup (gerak, live load). Biasanya terdiri atas muatan merata, muatan terpusat akibat roda-roda truck, mobil, crane, mobil crane, forklift, transtainer dan peralatan yang bekerja untuk melakukan bongkar muat dalam pelabuhan. Muatan hidup merata biasanya untuk menampung muatan-muatan minyak/air/barang barang curah. dimana beban hidup yang diambil berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984*.

$$W_{LL} = UDL \times b \times l$$

Dimana:

UDL	= <i>uniformly distributed load</i>
b	= lebar dermaga
l	= panjang dermaga

- c. Energi Yang Diteruskan Fender Terhadap Struktur Dermaga, Ketika kapal membentur fender, fender mengalami defleksi, dari nilai nol sampai nilai maksimum yang diijinkan. Gaya reaksi fender meningkat dengan pertambahan nilai defleksi. Kerja yang dilakukan oleh dermaga adalah:

$$E = \frac{1}{2} Fd$$

- d. Gaya Angin, Kecepatan angin akan berpengaruh khususnya pada saat kapal dalam keadaan kosong atau saat pengisian ballast (Bindra, 1978). Sangat perlu untuk merencanakan sistem fender yang tidak akan rusak karena mendapat tekanan yang berlebihan dari kapal karena menerima beban angin yang kuat.

- e. Gaya akibat arus, Besar gaya yang ditimbulkan oleh arus diberikan oleh persamaan berikut ini :

$$R_a = C_c \gamma_0 A_c \frac{V_c^2}{2g}$$

$$A_c = B \times d$$

Dimana :

R_a	= gaya akibat arus (kg)
γ_0	= massa jenis air laut (1025kg/m)
A_c	= luas tampang kapal yang terendam air (m^2)
V_c	= kecepatan arus (m/s).

- B = lebar kapal (m)
 d = draft kapal (m)

Fender

Fender berfungsi sebagai bantalan yang di tempatkan di depan dermaga. Fender akan menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga dan meneruskan gaya ke struktur dermaga. Gaya yang diteruskan ke dermaga tergantung pada type fender dan defleksi fender yang diijinkan. Fender juga dapat melindungi rusaknya cat badan kapal karena gesekan antara kapal dan dermaga yang disebabkan oleh gerak karena gelombang, arus dan angin. Fender harus dipasang sepanjang dermaga dan letaknya harus sedemikian rupa sehingga dapat mengenai kapal. Oleh karena itu kapal mempunyai ukuran yang berlainan maka fender harus dibuat agak tinggi pada sisi dermaga. Ketika kapal membentur fender, fender tersebut akan mengalami defleksi (pemampatan). Karena defleksi tersebut maka fender dapat menyerap energi benturan kapal, dan meneruskan gaya benturan ke struktur dermaga.

Cuaca Alam

Dalam merencanakan suatu sistem fender, maka faktor-faktor kondisi alam perlu dipertimbangkan dalam penentuan desain dan pemasangan sistem fender pada dermaga dan terminal *ferry*.

Daya Dukung Tanah

Berdasarkan hasil survey geoteknik didapatkan profil tanah beserta parameter- parameter tanah desain yang diperlukan dalam menganalisa pondasi. Analisa pondasi dilakukan untuk menentukan jenis pondasi dalam yang akan digunakan pada perencanaan dermaga. Salah satu jenis pondasi dalam yang digunakan adalah pondasi tiang pancang. Sistem tiang diasumsikan sebagai *pile group* untuk mentransfer beban-beban horizontal dan vertikal pada dermaga ke lapisan tanah keras yang lebih dalam agar dapat dicapai daya dukung tanah yang lebih baik. Untuk menahan gaya lateral akibat beban *berthing* dan *mooring* kapal juga gaya gempa diasumsikan ditahan oleh tiang miring dan tiang tegak untuk menahannya.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini bertempat di Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Garongkong yang berlokasi di Garongkong Kel. Mangempang Kecamatan Barru Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas II Garongkong merupakan salah satu Unit Pelaksana Teknis (UPT) Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kementerian yang bertugas menjalankan peran pemerintah untuk menjamin keselamatan pelayaran, kelancaran arus lalu lintas kapal, barang, hewan dan penumpang serta kelestarian alam dan perlindungan maritim dalam menunjang perdagangan nasional dan internasional.

Pengolahan data dilakukan pada saat data yang diperlukan dalam pengolahan telah terkumpul. Langkah langkah yang dilakukan dalam pengolahan data meliputi:

1. Mulai
2. Mengidentifikasi permasalahan. Maksud dari identifikasi permasalahan kemampuan perubahan bentuk pada fender tipe V terhadap energi benturan kapal di Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan Kelas III Garongkong.
3. Tinjauan Pustaka untuk mengumpulkan berbagai rumus-rumus dan dasar-dasar teori yang menunjang tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian.
4. Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah menghitung energy yang dapat diserap oleh fender tipe V pada saat kapal merapat didermaga pelabuhan garongkong.
5. Data yang sudah diolah kemudian dianalisis menggunakan metode-metode yang telah dipilih dari berbagai pustaka yang diambil sebagai bahan acuan penelitian.
6. Adapun parameter data yang dibutuhkan pada kinerja fender yaitu :
 - a. Data angin, arus, dan pasang surut yang dimana data tersebut digunakan untuk mengetahui berapa data gelombang.
 - b. Ukuran kapal dibutuhkan karena berkaitan dengan keamanan fender dan dermaga di pelabuhan garongkong.
 - c. Layout dermaga
 - d. Data kapasitas dan performance fender
7. Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengolah data angin dan data pasang surut.
8. Hasil-hasil analisis disimpulkan dan diberikan rekomendasi seperlunya untuk dua tujuan yaitu ditujukan untuk peneliti selanjutnya dan ditujukan untuk praktisi.



9. Kesimpulan dan saran.

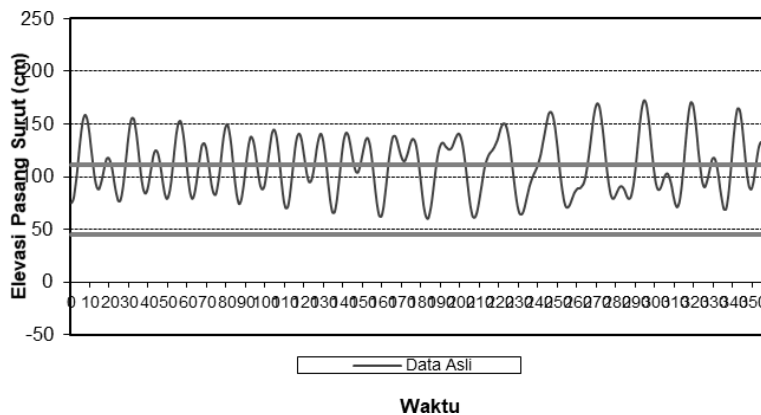
HASIL DAN PEMBAHASAAN

Data Pasang Surut dan Kecepatan Angin (*wind speed*)

Data pasang surut diperoleh dari Kantor UPP Kelas II Garongkong. Lokasi pengambilan data berada pada titik koordinat 04°15'00" LS dan 118°10'00" BT. Dimana pengamatannya dilakukan pada tanggal 18 agustus 2019 – 1 september 2019 dengan interval pembacaan selama 1 jam. Dari hasil pengamatan pasang surut di Pelabuhan Garongkong selama 15 hari x 24 jam (18 Agustus 2019 – 01 September 2019) didapatkan nilai pasang surut selama survei sebagai berikut :

- a. Pasang Maksimum : 173 cm
- b. Surut Minimum : 60 cm
- c. Tunggang Pasang Surut Pengamatan : 111 cm

Grafik hasil pengamatan pasang surut di Pelabuhan Garongkong yang terjadi selama survei adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik pasang surut pada perairan Kab. Barru (*sumber: Hasil Analisis 2020*)

Data Arus Pada Pelabuhan Garongkong

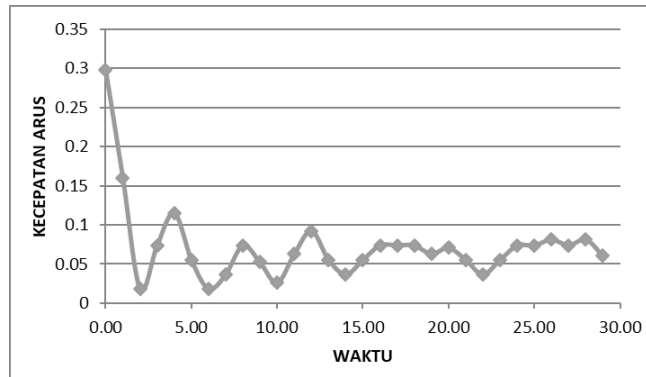
Dari hasil pengukuran arus di lapangan diperoleh kecepatan arus maksimum dan kecepatan minimum. Hasil pengukuran arus dilakukan pada satu titik pengukuran yaitu di muka dermaga, diukur pada saat kondisi *spring tide* dan *neap tide* yang dimana masing-masing pengambilan datanya selama 30 menit.

Tabel 1. Statistik Arus Pada Depan Dermaga Pelabuhan Garongkong

No.	<i>Spring Tide</i>			<i>Neap Tide</i>		
	Kec. Arus (m/s)			Kec. Arus (m/s)		
	Min	max	rata ²	Min	Max	rata ²
1.						
2.	0,00	0,63	0,07	0,00	0,99	0,05

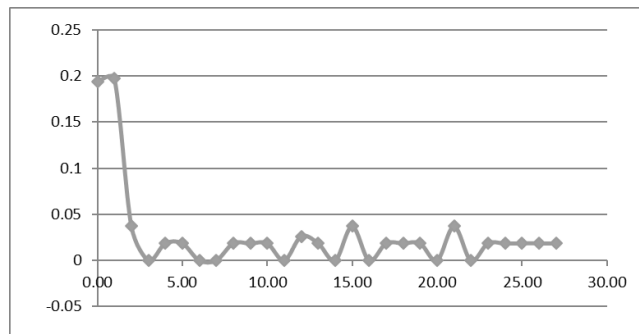
Sumber : Survei Lapangan 2020

Pada tabel diatas kecepatan arus baik secara saat pasang maupun surut umumnya berkecepatan dibawah 1 m/s dan dapat dilihat grafik *spring tide* dan *neap tide* hasil analisis dari arus pada depan dermaga pelabuhan Garongkong pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Grafik pengukuran arus pada depan dermaga saat *Spring Tide* (sumber: *Survei Lapangan 2020*)

Dari pengukuran arus laut depan dermaga didapatkan bahwa hasil rata-rata kecepatan arus saat kondisi *spring tide* sebesar 0,05 m/s dengan kecepatan maksimum sebesar 0,99 m/s.

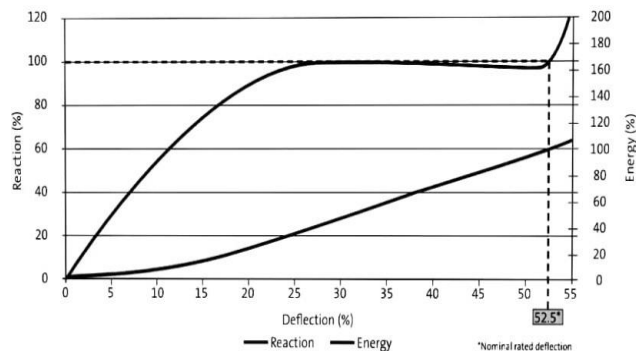


Gambar 3. Grafik pengukuran arus pada depan dermaga saat *Neap Tide* (sumber: *Survei Lapangan 2020*)

Sedangkan saat kondisi *neap tide*, rata-rata kecepatan arus sebesar 0,07 m/s, dengan kecepatan arus maksimal sebesar 0,63 m/s.

Defleksi Pada Fender Tipe V

Gambar 4.13 menunjukkan hubungan antara defleksi dan gaya reaksi dan energi yang diserap fender tipe V. Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin besar defleksi, semakin besar gaya yang diteruskan ke struktur. Fender yang baik adalah fender yang bisa menyerap sejumlah besar energi benturan (kinetik) dan akan meneruskan gaya reaksi yang rendah ke struktur tambatan dan dinding kapal.



Gambar 4. Grafik performa fender (sumber: *Sekar Wangi 2019*)

Dari spesifikasi fender yang terpasang pada sisi dalam dermaga pelabuhan Garongkong, Didapatkan besarnya defleksi maksimum dari fender tipe V tersebut adalah 52,5%, besar gaya reaksi adalah 100% dan besar energi serap adalah 100% dari kondisi normal defleksi terpasang pada dermaga.

Penentuan Berat Kapal

Pada penentuan berat kapal kita harus mengetahui data lalu lintas kapal, diperoleh data dan spesifikasi armada kapal yang beroperasi di Dermaga Pelabuhan Garongkong selama tahun 2020 seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2. Data Kapal Yang Sandar Pada Pelabuhan Garongkong Khusus Fender Tipe V

No.	Nama Kapal	DWT (ton)	GRT(ton)	LOA (m)	B(m)	d(m)
1.	Bg.Kaiju Category I	15.221	4.278	95,58	34,21	6,25
2.	Bg.Highline 65	13.178	3.980	95,38	32,5	6,1
3.	Bg. Terang 301	9.012	3.259	87,94	28,6	4,9
4.	Bg.Robby 311	8.120	3.031	87,74	25,87	4,6
5.	Bg.Prima Sakti 30	7.800	3.103	88,78	25,47	4,1
6.	Bg.Tbg 309	6.921	3.100	87,82	24,22	3,96
7.	Bg.Manna Lines 9002	6.284	3.033	87,78	22,1	2,7

Sumber : Kantor Pelabuhan Garongkong 2019

Data berat kapal yang diperoleh seperti pada tabel 4.8 diatas adalah dalam *Gross Tonnage* (GT), sedangkan dalam perhitungan berat kapal (W) digunakan *Displacement Tonnage* (DT). Sehingga dalam menghitung *actual ship weight* (W1) perlu dikonversikan dari GT ke DT untuk beberapa kondisi karena nilai *Displacement* dari kapal belum diketahui besarnya.

Tabel 4.3. Konversi Berat Kapal Gross Tonnage ke Displacement tonnage

No.	Nama Kapal	GRT(ton)	DT(ton)
1.	Bg.Kaiju Category I	4.278	20.947,10
2.	Bg.Highline 65	3.980	19.381,81
3.	Bg. Terang 301	3.259	12.623,01
4.	Bg.Robby 311	3.031	10.702,27
5.	Bg.Prima Sakti 30	3.103	9.502,80
6.	Bg.Tbg 309	3.100	8.633,49
7.	Bg.Manna Lines 9002	3.033	5.368,78

Sumber : Hasil Analisis 2020

Berat kapal (W) tersebut akan digunakan untuk menghitung besarnya energi tambat efektif masing-masing kapal, sehingga akan diketahui energi impact yang maksimum.

Tabel 4.4. Perhitungan Berat Aktual dan Tambat Kapal

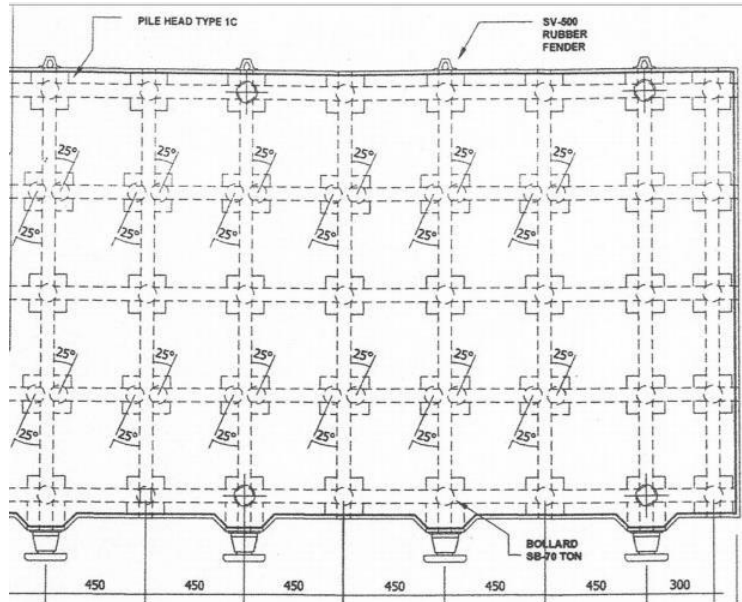
No.	Nama Kapal	W1(ton)	W2(ton)	W1 + W2(ton)
1.	Bg.Kaiju Category I	20.947,1	6.008,29	26.955,39
2.	Bg.Highline 65	19.381,81	5.711,38	25.093,18
3.	Bg. Terang 301	12.617,65	3.393,97	16.029,84
4.	Bg.Robby 311	10.714,46	2.991,10	13.689,97
5.	Bg.Prima Sakti 30	9.395,77	2.374,58	11.904,44
6.	Bg.Tbg 309	8.629,57	2.215,18	10.849,69
7.	Bg.Manna Lines 9002	5.368,78	1.029,79	6.398,56

Sumber : Hasil Analisis 2020

Jarak Antar Fender

Dalam arah horisontal jarak antar fender tipe V yang terpasang di dermaga pelabuhan Garongkong adalah 9 m yang digunakan untuk menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga dan meneruskan gaya ke struktur dermaga Pelabuhan Garongkong.





Gambar 4.5. Jarak antar fender (sumber: Kantor UPP II pelabuhan Garongkong 2019)

Tegangan yang bekerja pada fender

Setelah didapatkan besarnya energy tambat efektif dari kapal yang bersandar di dermaga pelabuhan Garongkong sebesar 4,20 Tm atau sebesar 41,19 kN, energi yang membentur dermaga adalah : $\frac{1}{2}E$ maka energi benturan yang disebabkan akibat kapal yang diserap fender adalah $E = 2,1$ Tm. Perhitungan besarnya energi yang diserap oleh fender dapat dilakukan dengan mengetahui besarnya E (Energi tambat efektif) dilihat energi serap dari fender dan gaya reaksi dari katalog Shibata fender team untuk fender tipe V G09 dengan energi terabsorpsi sebesar 54 kN.m atau 5,57 Tm dan reaksi 258 kN.m atau 26,31 T.m.

Dengan: $E = 5,57$ Tm $>$ 4,20 Tm

$R = 26,31$ Ton

$d_{fender} = 52,5\% \times 100$ cm

$d_{fender} = 0,525$ m

maka:

$$F = \frac{107557,5}{2 \times 9,81 \times 0,525} \times 0,035^2$$

$F = 12,79$ Ton

Cek Gaya bentur yang diserap sistem fender (F) terhadap gaya reaksi fender (R): $F < R$

12,79 Ton $<$ 26,31 Ton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pengamatan analisis kapasitas Fender Tipe V 500Hx2000L pada dermaga pelabuhan Garongkong yang telah dilakukan dengan uraian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Energy yang dapat diserap fender dapat diketahui dengan hasil analisis beban yang bekerja pada fender yaitu energy benturan kapal sebesar 4,20 tm dan gaya bentur yang diserap fender sebesar 5,57 tm. Sehingga energy yang diserap oleh fender lebih besar dari energy tambat kapal.
2. Energy yang dapat diserap oleh dermaga dapat diketahui dengan didaptkannya besar energy tambat efektif kapal. Hasil dari setengah reaksi fender adalah hasil energy yang dapat diserap dermaga yaitu $E = 3.3573$ tm,
3. Besarnya defleksi Fender Tipe V memperlihatkan bahwa energi terabsorpsi fender lebih besar dari energi tambat kapal dan gaya bentur yang di serap fender lebih kecil dari gaya reaksi fender, diperoleh nilai terabsorpsi sebesar 5,57 tm dan nilai energi tambat kapal 4,20 tm (5,57 tm $>$ 4,20 tm). Diperoleh nilai gaya bentur yang di serap fender sebesar 12,79 ton dan gaya reaksi fender 26,3087 ton (12,79 ton $<$ 26,3087 ton).
4. Daya dukung tanah dapat diketahui dengan menganalisa daya dukung tekan tiang pancang tegak yang di mana $Q = 355,31$ ton, daya dukung tekan tarik tiang tegak dimana $T_{ug} = 4,591$ Kn, daya dukung tarik ijin tiang tegak

dermaga $T_{uall} = 1.530,33$, daya dukung lateral tiang tegak $H_u = 214,6$ ton, daya dukung ijin literal $H_u = 107,3$ ton, daya dukung tekan tiang miring $Q_{miring} = 350,4$ ton, dan gaya dukung tarik ijin tiang miring $T_{uall} = 1508,9$ kN.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Putra, H. Y. (2017). *Peranan Fender Dalam Studi Kasus Tubrukan Landing Ship Tank Dengan Haluan TugBout 2x800 HP Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Universitas Diponegoro.
- Fajri, K. (2016, 12 Kamis). *Data Arsitek*. Retrieved 12 Senin, 2019, from Definisi, jenis pelabuhan dan contohnya: <https://www.dataarsitek.com/2016/12/definisi-jenis-pelabuhan-dan-contohnya.html>
- Fauzan. (2018). *Perencanaan Fender Dermaga (JETTY) Kapal Dengan Bobot 10000 DWT*. Universitas Batam.
- Masagus Zainal Abidin, P. W. (2015). *PERENCANAAN FENDER DERMAGA (Studi Kasus Dermaga Pengangkut Minyak)*. Luwuk Banggai Provinsi Sulawesi Tengah: Universitas Pakuan.
- Muhammad, Z. (2017). Penilaian Pelabuhan. *Penilaian Pelabuhan Garongkong*, 1-130.
- Sudarjo, D. F. (n.d.). *PERENCANAAN SISTEM FENDER DERMAGA (Studi Kasus Dermaga Penyebrangan Mukomuko)*. Bengkulu: Universitas Pakuan.
- Triatmodjo, B. (2003). *PELABUHAN*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2010). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wijoyo, P. H. (2012). Pelabuhan Sebagai Prasarana Transportasi. *Tinjauan Umum*, 1-44.
- Muhammad. (2018, Juni 4). Dipetik Februari 7, 2020, dari Profil: <http://dephub.go.id/org/uppIIgarongkong/profil>
- Muhammad. (2018, Juni 4). Dipetik Februari 7, 2020, dari <http://dephub.go.id/org/uppIIgarongkong/sejarah>
- Agency, J. I. (1995). *Standart Teknis Sarana Pelabuhan di Indonesia*. JICA.
- Agerschou, Hans. (1983). *Planning And Design of Ports And marine Terminals*. John Wiley and Son, New York, AS.
- Asiyanto. (2008). *Metode Konstruksi Bangunan Pelabuhan*, Penerbit Universitas Indonesia (UI Press) Jakarta: Jakarta.
- Bindra, S.P. (1978). *Docks And Harbours Engineering*. Dhanpat Rai S Sons, Nai Sarak, New Delhi, India.
- Bridgestone Corporation. (1995). *Marine Fender Catalogue*. Tokyo- Japan.
- British Standard Institution. (1985). *Design of Fendering And Mooring Systems*. British Standard Code of Practice for Maritime Structures, part.4.
- Jahren, C.T, Jones, R. (1996). *Design Criteria For Fenders At Ferry Landings*. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, July/ August.
- Karmadibrata, Soedjono. (1985). *Perencanaan Pelabuhan*. Ganeca Exact, Bandung.
- Pratikto, W.A, Arrnono, H.D, Suntoyo. (1996). *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Lautan*. diktat kuliah, Kerjasama Segitiga Biru, FTK- ITS,.
- Quinn, A.D.F. (1972). *Design And Construction of Ports And Marine Structures*. Mc-Graw Hill, New York.
- scribd. (2017, Oktober 26). *Perencanaan pelabuhan*. Dipetik Juni 1, 2020, dari <https://www.scribd.com/doc/56697343/Perencanaan-pelabuhan/>
- Shibata. (1995). *Marine Fender Design Manual*. Shibata Industrial Company,.
- Sulardi. (2011). *Memperbaiki Mampu Layan Material Pelindung Struktur Face Fender Jetty Dengan Spesifikasi Material Solid Rubber Fender*, Universitas Borneo Tarakan.
- Tsinker, G.P. (1986). *Floating Ports, Design And Construction Practices*. Gulf Publishing Company, Houston-Texas, AS.
- Ueda, Shigeru. (1995). *General Aspect of Fender System*. Seminar On FenderSystem, The Overseas Coastal Area Development Institute In Japan (OCDI), January.
- FENTEK. (1996). *Marine Fendering Systems*. Fentek Corporation, Singapore.
- Gaythwaite, J.W, P.E. (1990). *Design of Marine Facilities for Berthing, Mooring, and Repair of Vessels*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gregory P. Tsinker. (1996). *Floating Port and Construction Practices*. Gulf, Publishing Company, Houston, Texas.

