

ANALISIS PENINGKATAN DERMAGA PADA PT BERLIAN MANYAR SEJAHTERA SURABAYA

Ahmad Supriyatna*, Sahat Martua Sihombing, Achmad Pahrul Rodji,
Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia
Supriyatnaahmad78@gmail.com

Abstrak

Fender berfungsi sebagai bantalan yang ditempatkan didepan dermaga, sehingga *fender* tersebut dapat menahan struktur dermaga dari benturan pada saat kapal melakukan olah gerak untuk bersandar pada dermaga. Kapal yang merapat pada dermaga masih mempunyai kecepatan baik yang digerakkan oleh mesinnya sendiri maupun ditarik oleh kapal tunda (*Tugboat*). Untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga karena benturan maka didepan dermaga dipasang bantalan atau *fender* yang berfungsi untuk menyerap energi benturan tersebut. Besarnya energi benturan yang disebabkan oleh kapal yang merapat ke dermaga dapat diperoleh dengan menentukan koefisien blok pada kapal, koefisien massa kapal, koefisien eksentrisitas kapal terhadap dermaga, kecepatan merapat kapal dalam arah tegak lurus. Gaya yang diteruskan ke dermaga tergantung pada tipe *fender* dan defleksi *fender* yang diijinkan. Ketika kapal membentur *fender* maka *fender* tersebut akan mengalami defleksi dan meneruskan gaya benturan ke struktur dermaga. Perencanaan *fender* ditentukan berdasarkan energi yang diserap akibat benturan kapal. Tujuan penelitian untuk mengetahui bagaimana analisa perhitungan ukuran dermaga yang diperlukan untuk satu kapal bongkar muat di Pelabuhan PT. Berlian Manyar Sejahtera; mengetahui ukuran dan kekuatan *fender* dari jumlah yang diperlukan pada dermaga Pelabuhan PT. Berlian Manyar Sejahtera; mengetahui jumlah *fender* yang akan dipakai pada peningkatan dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera. Tahapan atau langkah penelitian dari metodologi penelitian dimulai dengan melakukan studi atau literature pendahuluan yang diantaranya meliputi studi pustaka dan identifikasi data. Panjang eksiting dermaga adalah 200 meter, akan ditingkatkan 50 meter sehingga total panjang dermaga adalah 250 meter. Hasil analisis dengan menggunakan 2 contoh kapal - kapal yang sandar pada dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera panjang dermaga yang dibutuhkan untuk melayani kapal- kapal yang sandar adalah 226,8 meter. Dalam perencanaan PT. Berlian Manyar Sejahtera menggunakan *fender* tipe *cone* 1200 SCH atau 1200 SPC dengan energi benturan 0,62 tm. Hasil analisis menggunakan *fender* tipe *cone* 1300 SPC dengan energi benturan 0,68 tm. *Fender* tipe *cone* mempunyai "Pad" yaitu pelindung terhadap karet *fender* itu sendiri, jadi apabila terjadi benturan kapal yang lebih kuat dari rencana maka pelindung itu yang akan melindungi karet *fender* dan struktur dermaga. Hasil analisis menggunakan kapal berbobot 56,545 ton dapat digunakan tipe *fender* sel dengan dimensi OD x ID = 380 x 190 yang mempunyai energi serap 1,20 tm. Gaya yang diserap oleh *fender* sebesar 16,72 ton. Untuk *fender* tipe V maka digunakan tipe KVF 200 HCA yang mempunyai nilai energi diserap sebesar 1,0 tm dan gaya diteruskan sebesar 15,35 tm dengan defleksi sebesar 45%. Jumlah *fender* yang digunakan untuk kapal dengan bobot 33,193 ton adalah 19,3 unit dan untuk kapal dengan bobot 56,545 ton adalah 20,6 unit maka untuk total panjang dermaga 250 meter maka jumlah *fender* yang digunakan sebanyak 22,7 unit dibulatkan menjadi 23 unit.

Kata kunci: Energi benturan, *Fender*, Kapal, Defleksi, Koefisien, Dermaga

Abstract

The fender functions as a cushion that is placed in front of the pier, so that the fender can withstand the pier structure from impact when the ship is maneuvering to lean on the pier. Ships docked at the pier still have speed either driven by their own engines or pulled by tugboats. To avoid damage to ships and docks due to collisions, a bearing or fender is installed in front of the dock which functions to absorb the impact energy. The amount of impact energy caused by the ship docking to the dock can be obtained by determining the block coefficient on the ship, the ship mass coefficient, the ship's eccentricity coefficient to the dock, and the ship's docking speed in a perpendicular direction. The force transmitted to the pier depends on the type of fender and the allowable deflection of the fender. When the ship hits the fender, the fender will deflect and transmit the impact force to the pier structure. Fender planning is determined based on the energy absorbed due to ship collision. The purpose of this study is to find out how to calculate the size of the pier required for one ship loading and unloading at the Port of PT. Berlian Manyar Sejahtera; knowing the size and strength of the required number of fenders at the Port of PT. Berlian Manyar Sejahtera; find out the number of fenders that will be used in upgrading the PT. Berlian Manyar Sejahtera. The research stages or steps of the research methodology begin with conducting a

preliminary study or literature which includes literature study and data identification. The existing length of the pier is 200 meters, it will be increased by 50 meters so that the total length of the pier is 250 meters. The results of the analysis using 2 examples of ships docked at the PT. Berlian Manyar Sejahtera The length of the pier needed to serve the ships that dock is 226.8 meters. In the planning of PT. Berlian Manyar Sejahtera uses 1200 SCH or 1200 SPC cone type fenders with an impact energy of 0.62 tm. The results of the analysis used a 1300 SPC cone type fender with an impact energy of 0.68 tm. Cone type fenders have a "Pad" which is a protector against the fender rubber itself, so in the event of a ship collision that is stronger than planned, the protector will protect the fender rubber and the dock structure. The results of the analysis using a ship weighing 56.545 tons can be used with a cell fender type with dimensions $OD \times ID = 380 \times 190$ which has an absorption energy of 1.20 tm. The force absorbed by the fender is 16.72 tons. For type V fenders, the KVF 200 HCA type is used which has an absorbed energy value of 1.0 tm and a forward force of 15.35 tm with a deflection of 45%. The number of fenders used for ships weighing 33,193 tons is 19.3 units and for ships weighing 56,545 tons is 20.6 units, so for a total pier length of 250 meters, the number of fenders used is 22.7 units rounded up to 23 units.

.Keywords: Impact energy, Fender, Ship, Deflection, Coefficient, Pier

1. PENDAHULUAN

Untuk mendukung sarana angkutan laut tersebut diperlukan prasarana yang berupa Pelabuhan. Pelabuhan merupakan tempat pemberhentian (terminal) kapal setelah melakukan pelayaran. Di Pelabuhan ini kapal melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, pengisian bahan bakar dan air tawar, melakukan reparasi, mengadakan perbekalan dan sebagainya. Untuk melaksanakan berbagai kegiatan tersebut Pelabuhan harus dilengkapi dengan pemecah gelombang, dermaga, peralatan tambatan, peralatan bongkar muat barang, gudang gudang, lapangan penimbunan barang, perkantoran baik pengelola pelabuhan maupun untuk maskapai pelayaran, ruang tunggu bagi penumpang, perlengkapan pengisian air tawar, bahan bakar dan lain sebagainya.

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan dipelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan. Apron adalah daerah yang terletak antara sisi dermaga dan sisi depan gudang (pada terminal barang umum) atau *container yard* (pada terminal peti kemas), dimana terdapat pengalihan kegiatan angkutan laut (kapal) ke kegiatan angkutan darat (keretaapi, truck, dsb). Gudang transit atau *countainer yard* digunakan untuk menyimpan barang atau peti kemas sebelum diangkut oleh kapal, atau setelah dibongkar dari kapal dan menunggu pengangkutan barang ke daerah yang dituju.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan atau langkah penelitian dari metodologi penelitian Tugas Akhir ini dimulai dengan melakukan studi/literature pendahuluan yang diantaranya meliputi studi pustaka dan identifikasi data. Berikutnya dilanjutkan menyusun latar belakang masalah dan juga rumusan masalah serta penetapan tujuan dalam penelitian ini.

2.2 Studi Pustaka

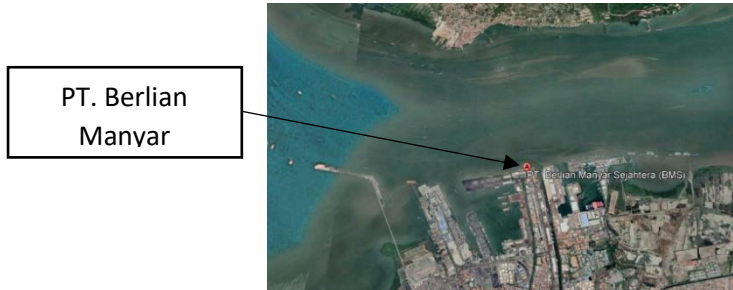
Dalam studi pustaka yang harus dilakukan adalah mencari referensi yang relevan dengan permasalahan atau judul Tugas Akhir ini yang akan diteliti atau dibahas. Referensi diperoleh dari peraturan yang telah ada atau telah dipergunakan sebagai pedoman dalam prosedur perencanaan sistem *fender* dermaga diantaranya memilih jenis *fender*, penentuan dimensi *fender*, penentuan jarak *fender* serta jumlah tambatan pada dermaga.

2.3 Studi Lapangan

Dalam studi lapangan yang dilakukan adalah mengumpulkan data dari lapangan yang berupa data kapal, data angin, data *bathimetri*, data gelombang, data arus dan data perencanaan peningkatan dermaga.

2.4 Lokasi Penelitian

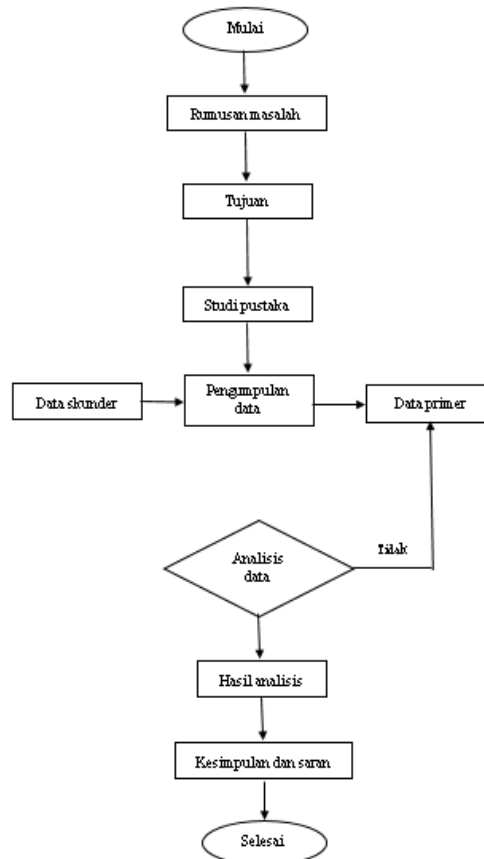
Lokasi studi penelitian berada Gapura Surya Nusantara Jl. Perak Timur No.620, Perak Utara, Kecamatan Pabean Cantian, Kota Surabaya Jawa Timur, Daerah tersebut berada di wilayah perbatasan antara lautan dan daratan yang menjadi penghubung perekonomian antara wilayah.



Sumber : Google Maps

Gambar 2.1. Peta Lokasi Penelitian

2.5 Flow Chart Penelitian Peningkatan Dermaga Pada Pelabuhan PT. Berlian Manyar Sejahtera



Sumber : Penulis

Gambar 2.2. Alur Penelitian

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Dermaga Eksisting PT. Berlian Mayer Sejahtera.

PT. Berlian Manyar Sejahtera sendiri saat ini dioperasikan dua sisi dermaga yaitu dermaga luar dengan panjang 200 meter dan dermaga sisi dalam dengan panjang 178 meter dengan lebar masing- masing 30 meter.

3.2 Jenis Kapal Rencana.

Kapal - kapal yang bersandar pada dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera, memiliki bobot yang cukup besar, adapun salah satu contoh kapal yang bersandar di dermaga mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Kapal I

a. Nama Kapal	= MV Crokscrew
b. Bobot Mati (DWT)	= 33.193 ton
c. Displacement	= 49.790 ton
d. Panjang (Loa)	= 177 m
e. Panjang garis air (Lpp)	= 165 m
f. Lebar kapal	= 27 m
g. Draft kapal	= 9.9 m
h. Cc	= 1.0
i. Cs	= 1.0

Kapal II

a. Nama Kapal	= MV Hercules
b. Bobot Mati (DWT)	= 56.545 ton
c. Displacement	= 84.818 ton
d. Panjang (Loa)	= 189 m
e. Panjang garis air (Lpp)	= 176 m
f. Lebar kapal	= 30 m
g. Draft kapal	= 12 m
h. Cc	= 1.0
i. Cs	= 1.0

3.3 Design Dermaga.

Untuk mengetahui panjang dermaga yang dibutuhkan pada dermaga dengan menggunakan salah satu contoh spesifikasi kapal adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Kapal I :

$$L_p = 1 \times 177 + (1+1) \times 10\% \times 177$$

$$L_p = 212.4 \text{ m.}$$

Kapal II :

$$L_p = 1 \times 189 + (1+1) \times 10\% \times 189$$

$$L_p = 226,8 \text{ m}$$

Keterangan:

Lpp = Panjang dermaga (m)

Loa = Panjang kapal (m)

n = Jumlah kapal

Maka panjang dermaga yang dibutuhkan untuk sandar kapal pada dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera adalah :

Panjang dermaga untuk kapal I = 212,4 meter.

Panjang dermaga untuk kapal II = 226,8 meter

3.3.1 Kedalaman Kolam Pelabuhan.

Untuk menghitung kedalaman kolam yang layak pada dermaga Pelabuhan PT. Berlian Manyar Sejahtera adalah menggunakan rumus:

$$\text{Kedalaman kolam} = 1,1 \times d$$

Kapal I :

Kedalaman Kolam = $1,1 \times 9,9 = 10,9 \text{ m}$

Kapal II :

Kedalaman Kolam = $1,1 \times 12 = 13,2 \text{ m}$

Keterangan:

d = Draft kapal

Maka kedalaman kolam yang layak untuk factor keselamatan di dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera adalah

Kedalaman kolam untuk kapal I = 10,9 m.

Kedalaman kolam untuk kapal II = 13,2 m

3.3.2 Menghitung Kecepatan Kapal Yang Sandar.

Kecepatan merapat kapal dapat dilihat pada table 4.1 dari tabel tersebut didapat bahwa kecepatan merapat kapal pada pelabuhan dengan ukuran kapal I adalah 49.790 ton adalah 0,12 m/d, dan untuk kapal II sebesar 84,818 ton kecepatannya adalah 0,12 m/d. Komponen kecepatan merapat dalam tegak lurus kapal adalah :

$$V = v \times \sin 10^\circ$$

Kapal I :

$$V = 0,12 \times \sin 10^\circ$$

$$V = 0,021 \text{ m/dtk}$$

Kapal II :

$$V = 0,12 \times \sin 10^\circ$$

$$V = 0,021 \text{ m/dtk}$$

Keterangan :

V = Komponen kecepatan dalam arah tegak lurus sisi dermaga (m/dtk)

v = Kecepatan merapat kapal (m/dtk)

Tabel 3.1. Kecepatan kapal merapat pada dermaga

Ukuran Kapal (DWT)	Kecepatan Merapat	
	Pelabuhan (m/d)	Laut Terbuka (m/d)
Sampai 500	0,25	0,30
500 - 10.000	0,15	0,20
10.000 - 30.000	0,15	0,15
di atas 30.000	0,12	0,15

Sumber: *Triatmojo B, 2009*

3.3.3 Menghitung Nilai Koefisien Massa Balok.

Nilai C_b dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} \times B \times d \times \gamma}$$

Kapal I :

$$C_b = \frac{49,790}{165 \times 27 \times 9,9 \times 1,025}$$

$$C_b = 1,10$$

Kapal II :

$$C_b = \frac{84,818}{176 \times 30 \times 12 \times 1,025}$$

$$C_b = 1,31$$

3.3.4 Menghitung Nilai Koefisien C_m , Jarak antara Kapal dan Nilai C_e .

Nilai C_m dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2 \cdot C_b} \times \frac{d}{B}$$

Kapal I :

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2 \times 1,10} \times \frac{9,9}{27}$$

$$C_m = 1,52$$

Dengan menggunakan Gambar 4.2 untuk $C_b = 1,10$ maka

$$\frac{r}{Loa} = 0,289$$

sehingga di dapat $r = 0,289 \times 177$

$$r = 51,15 \text{ m}$$

Untuk kapal yang bersandar di dermaga antara kapal satu dengan kapal yang lain menggunakan rumus sebagai berikut:

$$l = \frac{1}{4} \times Loa$$

$$l = \frac{1}{4} \times 177$$

$$l = 44,25 \text{ m}$$

Maka nilai koefisien C_e dapat dihitung dengan persamaan sabagai berkut:

$$C_e = \frac{1}{1+(\frac{l}{r})^2}$$

$$C_e = \frac{1}{1+(\frac{44,25}{51,15})^2}$$

$$C_e = 0,57$$

Kapal II :

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2 \times 1,31} \times \frac{12}{30}$$

$$C_m = 1,48$$

Dengan menggunakan Gambar 4.2 untuk $C_b = 1,31$ maka,

$$\frac{r}{Loa} = 0,289$$

sehingga didapat :

$$r = 0,289 \times 189$$

$$r = 54,6 \text{ m}$$

Untuk kapal yang bersandar di dermaga antara kapal satu dengan kapal yang lain menggunakan rumus sebagai berikut:

$$l = \frac{1}{4} \times Loa$$

$$l = \frac{1}{4} \times 189$$

$$l = 47,3 \text{ m}$$

Maka nilai koefisien C_e dapat dihitung dengan persamaan sabagai berkut:

$$C_e = \frac{1}{1+(\frac{l}{r})^2}$$

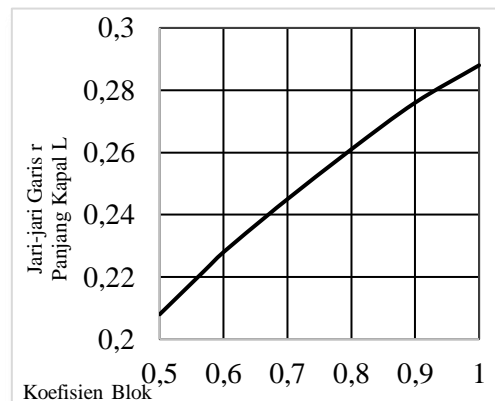
$$C_e = \frac{1}{1+(\frac{47,3}{54,6})^2}$$

Keterangan:

r = Jari-jari kelengkungan sisi haluan kapal (m)

l = Jarak permukaan airdari pusat berat kapal pada permukaan air (m)

Loa = Panjang kapal (m)



Sumber: *Triatmojo B, 2009*

Gambar 3.1. Jari jari putaran di sekeliling pusat berat kapal

3.4 Fender Rencana.

Dalam perencanaan perpanjangan dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera menggunakan *fender cone* 1200 SCH dengan energi benturan sebesar 0.62 tm, berikut spesifikasi pabrikan *fender cone*:

Tabel 3.2. Spesifikasi Pabrikan Fender Tipe Cone SPC

Fender Size	E/R	Rubber Grades											
		G 0.9	G 1.0	G 1.1	G 1.2	G 1.3	G 1.4	G 1.5	G 1.6	G 1.7	G 1.8		
SPC 300	E _A	9	9	10	10	10	11	11	12	12	12		
	R _r	95	57	60	62	65	68	70	73	76	78		
SPC 350	E _A	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18		
	R _r	76	78	91	93	96	98	100	102	104	107		
SPC 400	E _A	21	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
	R _r	98	102	106	111	115	120	125	129	134	138		
SPC 500	E _A	40	42	44	46	47	49	51	53	55	57		
	R _r	153	159	166	173	180	188	195	202	109	217		
SPC 600	E _A	69	72	75	79	82	85	88	92	95	98		
	R _r	220	229	239	249	260	270	281	291	302	312		
SPC 700	E _A	111	114	120	125	130	136	141	146	151	156		
	R _r	300	312	325	340	354	368	382	397	411	425		
SPC 800	E _A	165	170	179	187	194	202	210	218	226	233		
	R _r	392	407	425	444	462	481	500	518	537	555		
SPC 900	E _A	234	243	254	265	277	288	299	310	321	332		
	R _r	496	515	538	562	585	609	632	656	680	703		
SPC 1000	E _A	321	333	349	364	379	394	410	425	440	455		
	R _r	612	636	665	694	723	752	781	810	839	868		
SPC 1100	E _A	427	443	465	484	504	524	546	566	586	606		
	R _r	741	767	805	840	875	910	945	980	1,015	1,050		
SPC 1150	E _A	487	506	529	552	575	599	622	645	668	691		
	R _r	810	841	879	918	956	995	1,033	1,072	1,110	1,149		
SPC 1200	E _A	554	575	601	628	654	680	706	733	759	785		
	R _r	882	916	958	1,000	1,042	1,083	1,125	1,167	1,209	1,251		
SPC 1300	E _A	706	732	766	799	833	866	900	933	967	1,000		
	R _r	1,030	1,070	1,118	1,167	1,216	1,265	1,314	1,363	1,412	1,461		
SPC 1400	E _A	881	914	956	998	1,040	1,082	1,123	1,165	1,207	1,249		
	R _r	1,201	1,247	1,304	1,361	1,418	1,475	1,532	1,589	1,646	1,703		
SPC 1600	E _A	1,316	1,364	1,426	1,489	1,551	1,616	1,682	1,744	1,807	1,869		
	R _r	1,567	1,628	1,702	1,780	1,855	1,929	2,004	2,078	2,152	2,227		
SPC 1800	E _A	1,874	1,942	2,031	2,120	2,208	2,301	2,395	2,483	2,572	2,661		
	R _r	1,984	2,061	2,156	2,255	2,350	2,445	2,539	2,633	2,729	2,823		

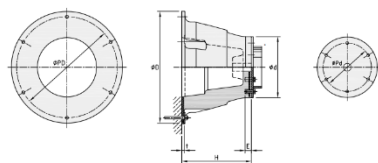
Sumber: <https://www.shibata-fender.team/en/>

Tabel 3.3. Dimensi Fender SPC

SPC FENDER DIMENSIONS									
Fender Size	H (mm)	ø D (mm)	ø d (mm)	t (mm)	E (mm)	ø PD (mm)	ø Pd (mm)	Anchor/Bolts	Weight (kg)
SPC 300	300	500	262	18	38	440	210	4 x M20	35
SPC 350	350	575	306	20	38	510	245	4 x M20	53
SPC 400	400	650	350	20	38	585	280	4 x M20	75
SPC 500	500	820	435	22	45	730	350	4 x M24	149
SPC 600	600	900	525	23	45	810	420	4 x M24	251
SPC 700	700	1120	615	26	72	1020	490	4 x M30	395
SPC 800	800	1280	700	31	72	1165	560	6 x M30	592
SPC 900	900	1450	785	36	72	1313	630	6 x M30	850
SPC 1000	1000	1600	875	38	82	1460	700	6 x M36	1128
SPC 1100	1100	1760	963	40	92	1605	770	6 x M42	1484
SPC 1150	1150	1850	1010	41	92	1550	805	6 x M42	1714
SPC 1200	1200	1920	1050	46	92	1750	840	8 x M42	1938
SPC 1300	1300	2080	1140	50	105	1900	910	8 x M48	2413
SPC 1400	1400	2240	1230	53	105	2040	980	8 x M48	2915
SPC 1600	1600	2560	1400	64	105	2330	1120	8 x M48	4357
SPC 1800	1800	2880	1575	74	120	2620	1260	10 x M56	6203
SPC 2000	2000	3090	1750	80	120	2920	1400	10 x M56	8074

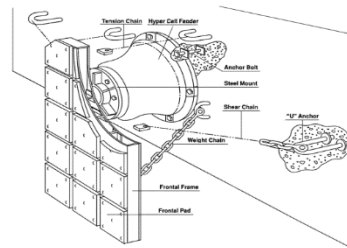
Sumber: <https://www.shibata-fender.team/en/>

SPC FENDER DRAWING



Sumber: <https://www.shibata-fender.team/en/>

Gambar 3.2. Layout Fender Cone



Sumber: <https://www.shibata-fender.team/en/>

Gambar 3.3. Layout Pemasangan Fender tipe Cone

3.5 Menghitung Nilai Energi Benturan (E) dan Menentukan Gaya Benturan yang di Serap Fender .

Kapal I:

Untuk menghitung energi benturan kapal nilai koefisien dianggap $C_s = 1$ dan nilai $C_c = 1$.

$$E = \frac{W \times V^2}{2 \times g} \times C_m \times C_e \times C_s \times C_c$$

$$E = \frac{33,193 \times 0,021^2}{2 \times 9,18} \times 1,52 \times 0,57 \times 1 \times 1$$

E = 0,68 tm

Jadi energi benturan yang disebabkan oleh kapal merapat ke dermaga adalah $E = 0,68$ tm. Jika menggunakan tipe *fender* silinder maka dapat dilihat pada tabel 2.9 Di pilih *fender* silinder dengan dimensi **OD x ID = 300 x 150** yang mempunyai energi serap 0,75 tm. Gaya yang diserap oleh *fender* sebesar 13,15 ton.. Untuk *fender* tipe V maka digunakan tipe **KVF 200 HCA** dapat dilihat pada tabel 2.8 yang mempunyai nilai energi diserap sebesar 1,0 tm dan gaya diteruskan sebesar 15,35 tm dengan defleksi sebesar 45%.

Kapal II:

Untuk menghitung energi benturan kapal nilai koefisien dianggap $C_s = 1$ dan nilai $C_c = 1$.

$$E = \frac{W \times V^2}{2 \times g} \times C_m \times C_e \times C_s \times C_c$$

$$E = \frac{56,545 \times 0,021^2}{2 \times 9,18} \times 1,48 \times 0,57 \times 1 \times 1$$

E = 1,13 tm

Jadi energi benturan yang disebabkan oleh kapal merapat ke dermaga adalah $E = 1,13$ tm. Jika menggunakan tipe *fender* silinder maka dapat dilihat pada tabel 2.9 Di pilih *fender* silinder dengan dimensi **OD x ID = 380 x 190** yang mempunyai energi serap 1,20 tm. Gaya yang diserap oleh *fender* sebesar 16,72 ton. Untuk *fender* tipe V maka digunakan tipe **KVF 200 HCA** dapat dilihat pada tabel 2.8 yang mempunyai nilai energi diserap sebesar 1,0 tm dan gaya diteruskan sebesar 15,35 tm dengan defleksi sebesar 45%.

Tabel 3.3. Kapasitas Fender Karet Seibu Tipe V

Tipe	Energi (ton-meter)	Reaksi (ton)	Defleksi (mm)
Sistem fender tunggal (standar per meter, defleksi 45%)			
300H	2,25	22,5	135,0
400H	4,00	30,0	180,0
500H	6,25	37,5	225,0
600H	9,00	45,0	270,0
800H	16,00	60,0	360,0
1000H	25,00	75,0	450,0
1300H	42,25	97,5	585,0
Sistem fender ganda (standar pada defleksi 45%)			
300H	4,5	19,5	270
400H	8,0	26,0	360
500H	12,5	32,5	450
600H	18,0	39,0	540
800H	32,0	52,0	720
1000H	50,0	65,0	900
1300H	84,5	84,5	1170

Sumber: Triatmojo B, 2009

3.6 Perhitungan Jarak Antar Fender dan Jumlah Fender yang Terpasang .

Untuk menentukan jarak *fender* maksimum yang akan dipasang pada dermaga maka dalam perhitungannya ditentukan oleh jenis kapal yang akan merapat pada dermaga, salah satunya adalah bobot mati dari kapal yang akan merapat.

Dalam arah *horizontal*, jarak antar *fender* harus ditentukan sedemikian rupa sehingga dapat menghindari kontak antar kapal dan dinding dermaga. Untuk menghitung jarak antar *fender* menggunakan persamaan buku Bambang Triatmojo sebagai berikut:

$$L = 2 \sqrt{r^2 - (r - h)^2}$$

Contoh *fender* yang akan dipakai adalah *fender* tipe V seibu dengan nilai $h = 1,235$ m dan $r = 26,378$ m

$$L = 2 \sqrt{26,378^2 - (26,378 - 1,235)^2}$$

$$L = 11,280 \text{ m} = 11 \text{ m}$$

Keterangan:

L = Jarak maksimum antar *fender* (m)

r = Jari jari kelengkungan sisi haluan kapal (m)

h = Tinggi *fender* (m)

Dermaga eksiting mempunyai panjang 200 meter PT. Berlian Manyar Sejahtera akan memperpanjang dermaga 50 meter sehingga panjang dermaga keseluruhan 250 meter. Berdasarkan perhitungan jarak maksimum *fender* adalah 11 meter, maka *fender* yang terpasang sebanyak 22,7 unit dibulatkan menjadi 23 unit.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan.

PT. Berlian Manyar Sejahtera melaksanakan perpanjangan dermaga sepanjang 50 meter dari eksiting 200 meter, maka total panjang dermaga keseluruhan 250 meter. Untuk melindungi dermaga dari benturan kapal kapal pada saat bersandar di dermaga maka struktur dermaga harus dilindungi oleh *fender*, adapun *fender* yang digunakan adalah tipe *cone* 1200 SCH dengan energi benturan sebesar 0,68 tm. Analisa Tugas Akhir ini membandingkan jika *fender* menggunakan tipe dan dimensi yang berbeda dengan tidak melupakan faktor *safety* berupa *safety* alat, struktur dan manusia. Adapun kesimpulan dari Analisis ini adalah sebagai berikut:

1. Panjang eksiting dermaga adalah 200 meter, akan ditingkatkan 50 meter sehingga total panjang dermaga adalah 250 meter. Hasil analisis dengan menggunakan 2 contoh kapal - kapal yang sandar pada dermaga PT. Berlian Manyar Sejahtera panjang dermaga yang dibutuhkan untuk melayani kapal- kapal yang sandar adalah **226,8 meter**.
2. Dalam perencanaan PT. Berlian Manyar Sejahtera menggunakan *fender* tipe *cone* 1200 SCH atau 1200 SPC dengan energi benturan **0,62 tm** dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil analisis menggunakan *fender* tipe *cone* 1300 SPC dengan energi benturan **0,68 tm** dapat dilihat pada tabel 4.2. *Fender* tipe *cone* mempunyai "Pad" yaitu pelindung terhadap karet *fender* itu sendiri, jadi apabila terjadi benturan kapal yang lebih kuat dari rencana maka pelindung itu yang akan melindungi karet *fender* dan struktur dermaga. Hasil analisis menggunakan kapal berbobot 56,545 ton dapat digunakan tipe *fender* sel dengan dimensi **OD x ID = 380 x 190** yang mempunyai energi serap **1,20 tm**. Gaya yang diserap oleh *fender* sebesar 16,72 ton. Untuk *fender* tipe V maka digunakakan tipe **KVF 200 HCA** yang mempunyai nilai energi diserap sebesar **1,0 tm** dan gaya diteruskan sebesar 15,35 tm dengan *defleksi* sebesar 45%.
3. Jumlah *fender* yang digunakan untuk kapal dengan bobot 33,193 ton adalah **19,3 unit** dan untuk kapal dengan bobot 56,545 ton adalah **20,6 unit** maka untuk total panjang dermaga 250 meter maka jumlah *fender* yang digunakan sebanyak **22,7 unit** dibulatkan menjadi **23 unit**.

4.2 Saran.

Saran dari hasil analisis ini adalah sebagai berikut :

1. Selain jenis *fender* tipe *cone* 1200 SCH, dapat digunakan jenis *fender* lain seperti jenis *fender* silinder atau jenis *fender* V, yang terpenting harus diperhatikan spesifikasi dan harus sesuai dengan jenis kapal kapal yang sandar pada dermaga.
2. Pemilihan jenis *fender* yang dipasang pada dermaga harus memperhatikan faktor keselamatan alat, bahan dan manusia.
3. Tipe dan dimensi *fender* bisa berubah disesuaikan dengan karakteristik kapal agar kemampuan menyerap energi benturan yang terjadi pada saat kapal merapat ke dermaga mampu diserap dengan baik oleh *fender*.
4. Jenis *fender* cone adalah *fender* yang terbaik bila dibandingkan dengan jenis *fender* lain karena *fender* tipe cone mempunyai pelindung terhadap karet *fender* sehingga apabila terjadi kerusakan maka struktur dermaga aman dari benturan kapal yang akan sandar.
6. Membuat jadwal pemeliharaan *fender* dan tambatan agar dapat termonitor untuk perbaikannya.

7. Dengan perpanjangan dermaga baru dan agar perawatan *fender* dapat termonitor dengan baik, disarankan *fender* yang sudah terpasang pada dermaga lama sebaiknya diganti baru dan dipasang bersamaan dengan pemasangan *fender* yang baru.

DAFTAR PUSTAKA

Asiyanto 2008. *Metode Konstruksi Bangunan Pelabuhan*. Universitas Indonesia Jakarta

Abdulmuttalip Danuningrat, 1977,
Pelabuhan Bagian I dan II, Seksi Publikasi Departemen Teknik Sipil ITB, Bandung

Amir, MS, 1979, *Peti Kemas – Masalah dan Aplikasinya*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta

Bambang Triatmodjo 2009.
Perencanaan Pelabuhan. Beta Offset Yogyakarta

Bruun,P.,1981, *Port Engineering*, Gulf Publishing Company, London

Bowles, JE., 1997, *Foundation Analysis and Design*, Mc. Graw Hill Kogakusaha, Ltd., Tokyo

Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, 1984. *Design Kriteria Perencanaan Pelabuhan*. Jakarta

PT. Kemenangan Distributor *Fender Ruber`*

PT. Berlian Manyar Sejahtera Surabaya
<https://www.shibata-fender.team/en/>

Port and Harbour Research Institute, 1980, *Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan*, Ministry of Transport, Japan

Perencanaan Fender Dermaga (Studi Kasus Dermaga Pengangkut Minyak, Luwuk Banggai Provinsi Sulawesi Tengah) Masagus Zainal Abisin¹, Puji Wiranti², Hikmad Lukman³

Perencanaan Fender Dermaga (Jetty) Kapal Dengan Bobot 10.000 DWT. Fauzan Universitas Batam

Perencanaan Fender Dermaga (Studi Kasus Dermaga Penyebrangan Mukomuko, Provinsi Bengkulu) Derry Fatrah Sudarjo

Perencanaan Dermaga Pelabuhan Peti Kemas Maloy Di Kutai Timur Kalimantan Timur. Herman Parung¹, Aringsih Suprapti², Dian Pranata P.A³

Soedjono Kramadibrata 1995. *Perencanaan Pelabuhan*. Ganesa exact.Bandung

Studi Perencanaan Sistiem Fender Dermaga (Jetty) Di Pelabuhan Tanjung Tembaga KotaProbolonggi. Muh. Lathifu Umam Zen¹, Warsito², AzizahRachmawati³