

**TUGAS AKHIR**  
**EVALUASI PERENCANAAN FENDER FASILITAS DERMAGA**  
**TERMINAL PETI KEMAS BELAWAN**  
*(Studi Kasus)*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun oleh:**

**Brilian Sukarsyah**  
**1707210200**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Brilian Sukarsyah  
NPM : 1707210200  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan fender Fasilitas Dermaga Terminal  
Peti Kemas Belawan (Studi Kasus).

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 23 Desember 2021

Dosen Pembimbing

Dr. Rumilla Harahap

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Brilian Sukarsyah  
NPM : 1707210200  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi perencanaan fender fasilitas dermaga terminal peti kemas belawan  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 23 Desember 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

Dr. Rumilla Harahap

Dosen Pembimbing I

Dosen Penguji II

Wiwin Nurzanah S.T, M.T

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Tugas akhir ini di ajukan oleh :

Nama : Brilian Sukarsyah  
Tempat , Tanggal Lahir : Medan, 21 Agustus 1999  
NPM : 1707210183  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Evaluasi perencanaan fender fasilitas dermaga terminal peti kemas belawan”

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari di duga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat dengan pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 20 Januari 2022

Saya yang menyatakan

Brilian Sukarsyah

## ABSTRAK

### EVALUASI PERENCANAAN FENDER FASILITAS DERMAGA TERMINAL PETI KEMAS BELAWAN

Brilian Sukarsyah

1707210200

Dr.Rumilla Harahap

Perencanaan dermaga dipengaruhi oleh jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Untuk mengetahui seberapa besar energi yang ditimbulkan oleh kapal ketika bersandar dan untuk menentukan tipe fender dan jarak yang dibutuhkan dalam perencanaan fender. Pada waktu kapal merapat akan terjadi benturan antara kapal dengan dermaga, untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga karena benturan maka di depan dermaga diberi bantalan yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan. Hasil analisa data pasang surut mendapatkan besar pasang surut Konstanta pasang surut ini umumnya menentukan gerakan air dalam periode tengah harian, tergantung tipe pasang surut yang terjadi ini karena relatif lebih mudah dengan menggunakan tabel-tabel yang sudah ada. Tipe dermaga yang dipilih yaitu bentuk pier dermaga ini dibangun bila garis kedalaman jauh dari pantai dan perencana tidak menginginkan adanya pengerukan kolam pelabuhan yang besar. Beban reaksi fender diperhitungkan berdasarkan *berthing* energi fender yang direncanakan yang kemudian dihubungkan dengan *performance curve*. Umumnya fender tipe cone maupun cell akan memberikan reaksi yang cukup baik terhadap struktur. Beban reaksi fender akibat pengaruh angin dan arus tidak diperhitungkan mengingat beban reaksi fender akibat *berthing* energi lebih dominan. Beban friksi fender juga diperhitungkan dalam perencanaan struktur dengan koefisien friksi diambil 0.2. Hasil perhitungan energi *berthing* yang menggunakan rumus dari *Fentek Marine Fendering System*, dan asumsi kontak 2 fender menggunakan jenis fender super cone yang mampu menyerap energi *berthing* sebesar  $44,08/2 = 22,04$  ton.m maka jenis fender yang digunakan adalah tipe cone fender 900 H.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF FENDER PLANNING FOR BELAWAN CONTAINER TERMINAL PIER FACILITIES**

Brilliant Sukarsyah  
1707210200  
Dr. Rumilla Harahap

*The design of the pier is influenced by the type and size of the ship docked and moored at the pier. To find out how much energy is generated by the ship when leaning and to determine the type of fender and the required distance in fender planning. When the ship docks there will be a collision between the ship and the pier, to avoid damage to the ship and the dock due to collision, in front of the pier there is a bearing that functions as an absorber of impact energy. The results of the analysis of tidal data get the magnitude of the tides. These tidal constants generally determine the movement of water in the mid-day period, depending on the type of tide that occurs because it is relatively easy to use the existing tables. The type of pier chosen is the shape of the pier pier. This pier is built when the depth line is far from the beach and the planner does not want a large harbor pool dredging. The fender reaction load is calculated based on the planned fender energy berthing which is then connected to the performance curve. Generally, cone and cell type fenders will give a fairly good reaction to the structure. The fender reaction load due to the influence of wind and current is not taken into account considering that the fender reaction load due to energy berthing is more dominant. The fender friction load is also taken into account in the structural design with the friction coefficient taken as 0.2. The results of the calculation of berthing energy using the formula from the Fentek Marine Fendering System, and the assumption of 2 fender contacts using a super cone type fender that is able to absorb berthing energy of  $44.08/2 = 22.04$  ton.m, the type of fender used is the cone fender type. 900 H.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji rasa syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderan gini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tida dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada :

1. Ibu Dr. Rumilla Harahap selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan pengarahan-pengarahan serta bimbingan dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Wiwin Nurzanah S.T., M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi serta masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Sekaligus Pembanding II yang telah memberikan arahan dan motivasi.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D selaku wakil dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rizki Efrida S.T., M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/ibu Dosen Fakultas Teknik Sipil yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat.

8. Staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kedua orang tua, ayahanda tercinta Syahril dan ibunda Alm. Sukarni Singarimbun yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
10. Saudara-saudari Shadri Sukarsyah, hurairy Sukarsyah, A. Ian Sukarsyah, Sarrah Sukarsyah, Zulinastri Nasution dan Rizka Rahmi yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta arahan-arahan, terkhusus kakak sepupu Suvrina Senina Singarimbun yang banyak membantu menyelesaikan skripsi penulis.
11. Para sahabat-sahabat Adhittiya AdiNugraha, Mega Eka Pratiwi Butar-Butar, Gewa, Lahidan Dwi Putra, M. Bagus Pratama, yang telah memberikan bantuan dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi penulis.
12. Terlebih buat teman-teman kelas D1 terima kasih banyak atas pengalamannya mulai dari awal masuk sampai sekarang, semoga apa yang di cita-citakan semuanya dapat terlaksana dan bermanfaat bagi lingkungan sekitar.

Menyadari skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan penulis sendiri khususnya.

Medan, 23 Desember 2021

Penulis,

Brilian Sukarsyah

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.1.1 Klasifikasi Pelabuhan	6
2.2 Dermaga	11
2.3 Moda Angkutan Air	13
2.3.1 Kapal	14
2.3.2 Jenis Kapal	14
2.3.3 Karakteristik Kapal	16
2.4 Fender	20
2.4.1 Sistem Fender	20
2.5 Tipe Fender	24
2.6 Energi dan gaya bentur	34
2.6.1 Kapal menumbuk dermaga	37
2.6.2 Kecepatan kapal ( $V$ )	37
2.6.3 Koefisien massa ( $C_m$ )	37
2.6.4 Koefisien eksentrisitas ( $C_e$ )	38

2.6.5	Koefisien Kekerasan (Cs)	39
2.6.6	Berth Configuration Coefficient (Cc)	39
2.6.7	Block Koefisien (Cb)	39
2.7	Energi Berthing Kapal (E)	40
2.8	Energi at Abnormal (Ean)	40
2.9	Bow Radius	41
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>		42
3.1	Bagan Alir	42
3.2	Lokasi Penelitian	43
3.3	Tata Letak Fasilitas Pelabuhan Belawan	43
3.4	Teknik Pengumpulan Data	44
3.4.1	Data Sekunder	44
7.	Data Primer	44
3.5	Metode Analisa dan Pembahasan Data	44
<b>BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN DATA</b>		46
4.1	Analisa Pasang Surut	46
4.1.1	Konstanta Pasang Surut	46
4.1.2	Elevasi Pasang Surut	46
4.2	Angin	47
4.3	Arus	47
4.4	Perencanaan Kapal Desain	47
4.5	Beban Berthing dan Pemilihan Fender	48
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Dimensi Panjang Dermaga (Soedjono,1985)	13
Gambar 2.2: Dimensi Kapal (Triatmodjo,1996)	18
Gambar 2.3: Fender Kayu (Triatmodjo,1996)	21
Gambar 2.4: Fender Camel dengan beban penyeimbang ( <i>Counter Weight</i> ) (Triatmodjo,1996)	21
Gambar 2.5: Fender Camel tanda beban penyeimbang (Triatmodjo,1996)	21
Gambar 2.6: Fender kontruksi kayu (Triatmodjo,1996)	22
Gambar 2.7: Fender karet dengan rantai (Triatmodjo,1996)	22
Gambar 2.8: Fender ban karet berisi rotan (Triatmodjo,1996)	22
Gambar 2.9: Fender blok pemberat (Triatmodjo,1996)	23
Gambar 2.10: Perbandingan daya serap energi kinetis pada 3 jenis fender (Triatmodjo,1996)	24
<i>Gambar 2.11: Fender kayu gantung (Triatmodjo, 1996)</i>	25
<i>Gambar 2.12: Fender kayu tiang pancang (Triatmodjo, 1996)</i>	25
<i>Gambar 2.13: Fender tipe A (Triatmodjo, 1996)</i>	26
<i>Gambar 2.14: Grafik hubungan defleksi-reaksi (Triatmodjo, 1996)</i>	26
<i>Gambar 2.15: Fender tipe V (Triatmodjo, 1996)</i>	27
<i>Gambar 2.16: Fender tipe V dipasang horizontal (Triatmodjo, 1996)</i>	28
<i>Gambar 2.17: Fender tipe V dipasang panel kontak (Triatmodjo, 1996)</i>	28
<i>Gambar 2.18: Grafik defleksi-reaksi fender V (Triatmodjo, 1996)</i>	28
<i>Gambar 2.19: Fender silinder (Triatmodjo, 1996)</i>	29
<i>Gambar 2.20: Fender tipe sell (Triatmodjo, 1996)</i>	31
<i>Gambar 2.21: Karakteristik fender tipe sell (Triatmodjo, 1996)</i>	31
<i>Gambar 2.22: Fender pneumatic (Triatmodjo, 1996)</i>	32
<i>Gambar 2.23: fender super cone (Fentek marine fendering system)</i>	33
<i>Gambar 2.24: Besaran dan arah energi kinetis akibat kapal berbenturan dengan system fender (Triatmodjo,1996).</i>	35

Gambar 2.25: Besaran dan arah energi kinetis akibat kapal berbenturan dengan sistem fender (Triatmodjo,1996).	36
Gambar 3.1: Bagan alir	42
Gambar 3.2: Peta dan Lokasi Pelabuhan peti kemas Belawan.	43
Gambar 4.1: Dimensi fender (Fentek Marine Catalog)	51
Gambar 4.2: Ilustrasi jarak antar fender	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Karakteristik Kapal (Triatmodjo,1996)	18
Tabel 2.2: Gaya reaksi dan energy fender tipe A per panjang satu meter dan pada defleksi 45% (Triatmodjo, 1996)	27
Tabel 2.3: Gaya reaksi dan energi diserap per meter panjang dan defleksi 45% dari fender V (Triatmodjo, 1996)	29
Tabel 2.4: Dimensi dan kapasitas fender silinder (Triatmodjo, 1996)	30
Tabel 2.5: Kapasitas fender sell (Triatmodjo, 1996)	31
Tabel 2.6: Fender super cone (Fentek marine fendering system)	33
Tabel 2.7: Block koefisien ( $C_b$ ) pada umumnya	40
Tabel 4.1: Elevasi dermaga (OCDI)	47
Tabel 4.2: Tabel data kapal rencana terbesar yang bersandar di dermaga peti kemas Belawan (RKS Pelabuhan Indonesia)	48
Tabel 4.3: Dimensi Fender SCN 900 (Fentek Marine Fendering System)	51

## DAFTAR NOTASI

Lp	= panjang dermaga
n	= jumlah kapal yang ditambat
Loa	= panjang kapal yang ditambat
E	= energi kinetis
m	= massa benda
W	= berat benda ( kapal), maka berat seluruh kapal dengan muatannya.
G	= akselerasi bumi
V	= kecepatan benda
F	= gaya bentur yang diserap sistem fender
d	= pergeseran fender
v	= kecepatan kapal pada saat menambat
Ws	= massa kapal (kapal yang bermuatan penuh)
$\alpha$	= sudut pendekatan ( <i>approaching angle</i> )
Fk	= energi kinetik (tf.m)
V	= Komponen kecepatan kapal pada saat menumbuk dermaga yang arahnya tegak lurus dermaga ( $m^3/detik$ )
WD	= Displacement load (DL)
g	= percepatan gravitasi ( $m / detik^2$ )
Cm	= Koefisien massa
Ce	= koefisien eksentrisitas
Cs	= koefisien kekerasan
Cc	= Faktor bentuk / ukuran tambatan
W	= Bobot kapal muatan penuh
Lpp	= Panjang garis air (m)
B	= Beam (m)
D	= Draft (m)
$\rho_{sw}$	= <i>Seawater density</i> $\approx 1.025 t/m^3$
l	= Jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal
R	= <i>Distance of the point of the contact from the centre the mass (m)</i>
RB	= <i>Bow Radius</i>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pelabuhan adalah salah satu elemen penting dalam sistem transportasi laut pada negara kepulauan seperti Indonesia. Pelabuhan berperan dalam menunjang, menggerakkan dan mendorong pertumbuhan ekonomi daerah karena fungsi utamanya sebagai pintu gerbang ekonomi daerah. Dalam kaitan dengan perdagangan internasional, mengingat posisi strategis Indonesia di persimpangan jalur pelayaran internasional, pelabuhan juga berfungsi sebagai terminal point distribusi barang dan alih muat kapal.

Pelabuhan, kata aslinya adalah labuh yang berarti Pelabuhan laut, itu adalah tempat berlabuhnya kapal-kapal laut. Dahulu kala sungai-sungai merupakan alur pelayaran bagi perahu-perahu dan kapa-kapal, kapal-kapal tersebut biasanya sampai dimuara sungai berhenti berlabuh sambil menunggu cuaca baik agar dapat melanjutkan pelayarannya menuju antar pulau dan melaut ke negara lain.

Dermaga adalah suatu bangunan struktur di air yang digunakan untuk bertambatnya kapal-kapal agar dapat melakukan pembongkaran muatan barang atau menaikkan dan menurunkan penumpang.

Perencanaan dermaga dipengaruhi oleh jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut. Perencanaan dermaga juga disesuaikan dengan kebutuhan yang akan dilayani, ukuran kapal, arah gelombang dan angin, kondisi topografi dan tanah dasar laut, dan tinjauan ekonomis dari konstruksi, sehingga perencanaan dapat dibuat secara tepat guna.

Salah satu komponen yang kegunaannya berperan penting terhadap dermaga dan kapal yang akan merapat dan bertambat pada dermaga adalah *fender*, yang merupakan komponen atau bagian dari tubuh dermaga yang berfungsi untuk meredam gaya-gaya yang bekerja pada dermaga saat kapal sedang merapat berupa gaya pukul kapal pada *fender* akibat kecepatan pada saat merapat, serta akibat pergoyangan kapal oleh gelombang dan angin.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam proses bersandarnya kapal pada dermaga, akan terjadi benturan antar kapal dan dermaga. Walaupun kecepatan kapal cukup kecil, tetapi karena massanya sangat besar, maka energi yang terjadi karena benturan akan sangat besar.

Untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga diberi fender yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan sehingga permasalahan utamanya adalah:

1. Berapakah besarnya energi tumbukan yang ditimbulkan oleh kapal ketika bersandar ke dermaga?
2. Apa tipe dan jarak fender yang dibutuhkan terminal peti kemas belawan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar analisis dalam permasalahan untuk menentukan tipe serta jarak fender dan bollard dalam perencanaan dermaga pelabuhan Belawan, maka diperlukan batasan masalah, sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses bersandarnya kapal pada dermaga.
2. Karakteristik kapal yang bersandar (berlabuh).
3. Karakteristik fender.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian di atas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai, sehingga akan mendapatkan hasil atau jawaban untuk keberhasilan. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar energi yang ditimbulkan oleh kapal ketika bersandar.
2. Untuk menentukan tipe fender dan jarak yang dibutuhkan dalam perencanaan fender.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang analisa penentuan fender dalam perencanaan dermaga.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data untuk mengetahui perbedaan dan perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah yang terjadi pada proses penentuan fender dan dalam perencanaan dermaga Pelabuhan Belawan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, maksud dan tujuan penelitian, permasalahan, batasan masalah, analisis dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan dan sumber lainnya seperti internet yang digunakan untuk mendukung penyelesaian masalah yang ada.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini akan membahas langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga diterangkan secara jelas proses pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dari penelitian analisa data yang sesuai dengan objek studi, kemudian data-data tersebut dibahas dan dianalisa guna mencapai tujuan dan sasaran studi yang dimaksud.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Pelabuhan (*port*) adalah daerah perairan yang terlindung terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana untuk menerima kapal dapat bertambat untuk bongkar muat barang, kran-kran (*crane*) untuk bongkar muat barang, gudang laut (*transito*) dan tempat-tempat penyimpanan dimana kapal membongkar muatnya, pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh dan gudang-gudang dimana barang-barang dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama selama menunggu pengiriman ke daerah tujuan dan pengapalan.

Dilihat dari pengertian diatas maka dapat disimpulkan bahwa pelabuhan merupakan Bandar yang dilengkapi dengan bangunan-bangunan untuk pelayanan penumpang dan muatan seperti dermaga, tambatan, dengan segala perlengkapannya. Jadi suatu pelabuhan juga merupakan Bandar, tetapi suatu Bandar belum tentu suatu pelabuhan. Karena dalam kenyataannya sebuah kapal yang berlabuh juga berkepentingan melakukan bongkar muat barang dan menaikkan-turunkan penumpang, maka nama pelabuhan lebih tepat dari pada Bandar.

Pelabuhan merupakan suatu pintu gerbang dan pemelancar hubungan antar daerah, pulau atau bahkan antar benua dan bangsa yang dapat memajukan daerah belakangnya (daerah pengaruh). Dengan fungsinya tersebut maka pembangunan pelabuhan harus bertanggung jawabkan baik secara social ekonomi maupun teknis.

Pelabuhan mempunyai daerah pengaruh (*hinterland*) yaitu daerah yang mempunyai kepentingan ekonomi, social dan lain-lain dengan pelabuhan tersebut, ada juga pelabuhan yang digunakan untuk kepentingan pertahanan militer yang biasa disebut pelabuhan militer. (Tratmodjo, 1996).

Dermaga adalah suatu bangunan struktur di air yang digunakan untuk bertambatnya kapal-kapal agar dapat melakukan pembongkaran muatan barang atau menaikkan dan menurunkan penumpang.

Dermaga memiliki beberapa jenis dan dapat dibedakan menurut orientasinya terhadap garis pantai dan menurut jenis strukturnya. Menurut orientasinya, dermaga dibedakan menjadi tipe wharf, pier dan jetty. Menurut strukturnya, dermaga dibedakan menjadi dermaga dengan struktur terbuka dan tertutup.

Fender merupakan komponen atau bagian dari tubuh dermaga yang berfungsi untuk meredam gaya-gaya yang bekerja pada dermaga saat kapal sedang merapat berupa gaya pukul kapal pada *fender* akibat kecepatan pada saat merapat, serta akibat pergoyangan kapal oleh gelombang dan angin.

### 2.1.1 Klasifikasi Pelabuhan

Klasifikasi pelabuhan ditinjau dari beberapa sudut antara lain:

1. Dari sudut teknis:

- Pelabuhan alam (*Natural and Protected Harbour*)

Pelabuhan ini merupakan suatu daerah yang menjerumus kedalam (*inlet*), terlindung oleh suatu pulau, jazirah atau terletak sedemikian rupa sehingga navigasi dan berlabuhnya kapal dapat dilakukan.

- Pelabuhan buatan (*Artivical Harbour*)

Pelabuhan buatan merupakan suatu daerah yang dibuat manusia sedemikian rupa, sehingga terlindung terhadap ombak, badai ataupun arus sehingga memungkinkan kapal dapat merapat.

- Pelabuhan semi alam (*semi Natural Harbour*)

Pelabuhan ini merupakan kombinasi dari pelabuhan alam dan pelabuhan buatan.

2. Dari sudut pemungutan jasa:

- Pelabuhan yang diusahakan

Yaitu pelabuahn dalam pembinaan pemerintah yang sesuai kondisi kemampuan dan pengembangan menurut hukum perusahaan.

- Pelabuhan yang tidak diusahakan

Yaitu pelabuhan yang dalam pembinaan pemerintah yang sesuai dengan kondisi, kemampuan dan pembangunan potensinya masih menonjol sifat *overhald zorg* dan atau yang belum ditetapkan sebagai pelabuhan yang diusahakan.

- Pelabuhan otonom

Yaitu pelabuhan yang diberi wewenang untuk mengatur diri sendiri.

3. Dari sudut jenis perdagangan:

- Pelabuhan laut

Pelabuhan yang terbuka untuk jenis perdagangan dalam dan luar negeri yang menganut undang-undang pelayaran Indonesia.

- Pelabuhan Pantai

Pelabuhan yang terbuka bagi jenis perdagangan dalam negeri.

4. Dari sudut jenis pelayaran kepada kapal dan muatannya

- Pelabuhan utama (*Major Port*)

Pelabuhan yang melayani kapal-kapal besar dan merupakan pelabuhan dan pembagi muatan.

- Pelabuhan cabang (*Feeder Port*)

Pelabuhan yang melayani kapal-kapal kecil yang mendukung pelabuhan utama (Soedjono,1985).

Berdasarkan Peraturan Pemerintahan RI no 11 tahun 1983 tentang pembinaan kepelabuhanan, pengelolaan pelabuhan dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada sudut tinjauannya, yaitu dari segi penyelenggaraannya, pengusahaannya, fungsi dalam perdagangan nasional dan Internasional, segi kegunaannya dan letak geografisnya.

1. Ditinjau dari segi penyelenggaraannya:

- Pelabuhan Umum

Pelabuhan umum diselenggarakan untuk kepentingan pelayanan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh Pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara yang didirikan untuk maksud tersebut. Di Indonesia dibentuk empat badan usaha milik Negara yang diberi wewenang mengelola pelabuhan umum diusahakan. Keempat badan usaha tersebut adalah PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I berkedudukan di Medan, Pelabuhan Indonesia II berkedudukan di Jakarta, Pelabuhan Indonesia III

berkedudukan di Surabaya dan Pelabuhan Indonesia IV berkedudukan di Ujung Pandang.

- Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus diselenggarakan untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu. Pelabuhan ini tidak boleh digunakan untuk kepentingan umum, kecuali dalam keadaan tertentu dengan izin Pemerintah. Pelabuhan khusus pemerintah maupun swasta, yang berfungsi untuk prasarana pengiriman hasil produksi perusahaan tersebut. Sebagai contoh adalah LNG Arun di Aceh yang digunakan untuk mengirimkan hasil produksi gas alam cair ke daerah atau negara lain.

2. Ditinjau dari fungsinya dalam perdagangan nasional dan internasional:

- Pelabuhan Laut

Pelabuhan laut adalah pelabuhan yang bebas dimasuki oleh kapal-kapal berbendera asing. Pelabuhan ini biasanya merupakan pelabuhan besar dan ramai dikunjungi oleh kapal-kapal samudera.

- Pelabuhan Pantai

Pelabuhan pantai adalah pelabuhan yang disediakan untuk perdagangan dalam negeri dan oleh karena itu tidak bebas disinggahi oleh kapal berbendera asing. Kapal asing dapat masuk ke pelabuhan ini dengan meminta ijin terlebih dahulu.

3. Ditinjau dari segi pengusahaannya:

- Pelabuhan yang diusahakan

Pelabuhan ini sengaja diusahakan untuk memberikan fasilitas-fasilitas yang diperlukan oleh kapal yang memasuki pelabuhan untuk melakukan kegiatan bongkar muat barang, menaikkan-turunkan penumpang serta kegiatan lainnya. Pemakaian pelabuhan ini dikenakan biaya-biaya, seperti biaya jasa labuh, jasa dermaga, jasa penumpukan, bongkar-muat, dan sebagainya.

- Pelabuhan yang tidak diusahakan

Pelabuhan ini hanya merupakan tempat singgahan kapal/perahu tanpa fasilitas bongkar-muat, bea cukai, dan sebagainya. Pelabuhan ini umumnya pelabuhan kecil yang disubsidi oleh Pemerintah, dan dikelola oleh Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jendral Perhubungan Laut.

4. Ditinjau dari segi penggunaannya:

- Pelabuhan Ikan

Pada umumnya pelabuhan ikan tidak memerlukan kedalaman yang besar, karena kapal-kapal motor yang digunakan untuk menangkap ikan tidak besar, di Indonesia perusahaan ikan relatif masih sederhana yang dilakukan oleh nelayan-nelayan menggunakan perahu kecil. Jenis kapal ikan bervariasi, dari yang sederhana berupa jukung sampai kapal motor.

Jukung adalah perahu yang dibuat dari kayu dengan lebar sekitar satu meter dan panjang 6-7 meter. Perahu ini dapat menggunakan layar atau motor temple, dan bisa langsung mendarat di pantai. Kapal yang lebih besar terbuat dari papan atau fiberglass dengan lebar 2,0-2,5 meter dan panjang 8-12 meter, digerakkan oleh motor. Pelabuhan ini harus lengkap dengan pasar lelang, pabrik/gudang es, persediaan bahan bakar, dan juga tempat cukup luas untuk perawatan alat-alat penangkap ikan.

- Pelabuhan Barang

Pelabuhan ini mempunyai dermaga yang dilengkapi dengan fasilitas untuk bongkar muat barang. Pelabuhan dapat berada dipantai atau estuary dari sungai. Daerah perairan pelabuhan harus cukup tenang dioperasikan sehingga memudahkan bongkar muat. Pelabuhan barang ini bisa oleh Pemerintah sebagai pelabuhan niaga atau perusahaan swasta untuk keperluan transport hasil produksinya seperti baja, aluminium, pupuk, batu bara, minyak, dan sebagainya. Sebagai contoh Pelabuhan Kuala Tanjung di Sumatera Utara adalah pelabuhan milik pabrik Aluminium Asahan. Pabrik pupuk ASEAN dan Iskandar Muda juga mempunyai pelabuhan sendiri.

- Pelabuhan Minyak

Untuk keamanan, pelabuhan minyak harus diletakkan agak jauh dari keperluan umum. Pelabuhan minyak biasanya tidak memerlukan dermaga atau pangkalan yang harus menahan muatan vertikal yang besar, melainkan cukup membuat jembatan perancah atau tambahan yang dibuat menjorok ke laut untuk mendapatkan kedalaman air yang cukup besar. Bongkar muat dilakukan dengan pipa-pipa dan pompa-pompa.

- Pelabuhan Penumpang

Pelabuhan penumpang tidak banyak berbeda dengan pelabuhan barang. Pada pelabuhan barang di belakang dermaga terdapat gudang-gudang, sedang untuk pelabuhan penumpang dibangun stasiun penumpang yang melayani segala kegiatan yang berhubungan dengan kebutuhan orang yang berpergian, seperti kantor imigrasi, keamanan, direksi pelabuhan, maskapai pelayaran, dan sebagainya. Barang-barang yang perlu dibongkar muat tidak begitu banyak, sehingga gudang barang tidak besar. Untuk kelancaran masuk keluarnya penumpang dan barang, sebaiknya jalan masuk/keluar dipisahkan. Penumpang melalui lantai atas dengan menggunakan jembatan langsung ke kapal, sedangkan barang-barang melalui dermaga.

- Pelabuhan Campuran

Pada umumnya pencampuran pemakaian ini terbatas untuk penumpang dan barang, sedang untuk keperluan minyak dan ikan biasanya tetap terpisah. Tetapi bagi pelabuhan kecil atau masih dalam taraf perkembangan, keperluan untuk bongkar muat minyak juga menggunakan dermaga atau jembatan juga diletakkan pipa-pipa untuk mengalirkan minyak.

- Pelabuhan Militer

Pelabuhan ini mempunyai daerah perairan yang cukup luas untuk memungkinkan gerakan cepat kapal-kapal perang dan agar latak bangunan cukup terpisah. Kontruksi tambatan maupun dermaga hampir sama dengan pelabuhan barang, hanya saja situasi dan perlengkapannya agak lain. Pada pelabuhan barang letak/kegunan bangunan harus seefisien mungkin, sedangkan pada pelabuhan militer bangunan-bangunan pelabuhan harus dipisah-pisah yang letaknya agak berjauhan.

5. Ditinjau dari letak geografis:

- Pelabuhan Alam

Pelabuhan alam merupakan daerah perairan yang terlindungi dari badai dan gelombang secara alam, misalnya oleh suatu pulu, jazirah atau terletak di teluk, estuary dan muara sungai. Didaerah ini pengaruh gelombang sangat kecil. Pelabuhan Cilacap yang terletak di selat antara daratan Cilacap dan

Pulau Nusakambangan merupakan contoh pelabuhan alam yang daerah perairannya terlindung dari pengaruh gelombang. Contoh dari pelabuhan alam lainnya adalah pelabuhan Palembang, Belawan, Pontianak, New York, San Fransisco, London dan sebagainya.

Estuari adalah bagian dari sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pada waktu pasang air laut masuk ke hulu sungai. Saat pasang tersebut air sungai dari hulu terhalang dan tidak bisa langsung dibuang ke laut. Dengan demikian di estuary terjadi penampungan air dalam jumlah sangat besar. Pada waktu surut, air tersebut keluar ke laut. Karena volume air yang dikeluarkan sangat besar maka kecepatan aliran cukup besar yang dapat mengerosi endapan di dasar sungai. Lama periode air pasang dan surut tergantung pada tipe pasang surut.

- Pelabuhan Semi Alam

Pelabuhan ini merupakan campuran dari kedua tipe di atas, misalnya suatu pelabuhan yang terlindung oleh lidah pantai dan perlindungan buatan hanya pada alur masuk. Pelabuhan Bengkulu adalah contoh dari pelabuhan ini. Pelabuhan Bengkulu memanfaatkan teluk yang terlindung oleh lidah pasir untuk kolam pelabuhan. Pengerukan dilakukan pada pasir untuk membentuk saluran sebagai jalan masuk/keluar kapal.

- Pelabuhan Buatan

Pelabuhan buatan adalah suatu daerah perairan yang dilindungi dari pengaruh gelombang dengan membuat bangunan pemecah gelombang. Pemecah gelombang ini membuat daerah perairan tertutup dari air laut dan hanya dihubungkan oleh suatu celah (mulut pelabuhan) untuk keluar masuknya kapal. Di dalam daerah tersebut dilengkapi alat penambat. Bangunan ini dibuat mulai dari pantai dan menjorok ke laut sehingga gelombang yang menjalar ke pantai terhalang oleh bangunan tersebut. Contoh dari pelabuhan ini adalah pelabuhan Tanjung Priok.

## **2.2 Dermaga**

Dermaga adalah suatu bangunan struktur di air yang digunakan untuk bertambatnya kapal-kapal agar dapat melakukan pembongkaran muatan barang

atau menaikkan dan menurunkan penumpang. Dimensi dermaga didasarkan pada jenis dan ukuran kapal yang merapat dan bertambat pada dermaga tersebut.

Dermaga dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu *wharf* atau *quai* dan *jetty* atau *pier* atau jembatan. *Wharf* adalah dermaga yang paralel dengan pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Jetty* adalah dermaga yang menjorok ke laut.

Dermaga dibangun untuk kebutuhan tertentu. Pemilihan tipe dermaga sangat dipengaruhi oleh kebutuhan yang akan dilayani, ukuran kapal, arah gelombang, dan angin, kondisi topografi dan tanah dasar laut, dan yang paling penting adalah tinjauan ekonomi untuk mendapatkan bangunan yang paling ekonomis.

Terdapat juga beberapa tipe dermaga, yaitu:

1. Tinjauan topografi daerah pantai

Di perairan yang dangkal sehingga kedalaman yang cukup agak jauh dari darat, penggunaan *jetty* akan lebih ekonomis karena tidak diperlukan pengerukan yang besar. Sedang di lokasi dimana kemiringan dasar cukup curam, pembuatan *pier* dengan melakukan pemancangan tiang perairan yang dalam menjadi tidak praktis dan sangat mahal. Dalam hal ini membuat *wharf* adalah lebih tepat.

2. Jenis kapal yang dilayani

Dermaga yang melayani kapal minyak (*tanker*) dan kapal barang curah mempunyai konstruksi yang ringan dibanding dengan dermaga barang potongan (*general cargo*), karena dermaga tersebut tidak memerlukan peralatan bingkai muat barang yang besar (*kran*), jalan kereta api, gudang-gudang, dan sebagainya. Untuk melayani kapal tersebut penggunaan *pier* akan lebih ekonomis. Dermaga yang melayani barang potongan dan peti kemas menerima beban yang besar di atasnya, seperti *kran* barang yang dibongkar muat peralatan transportasi (*kereta api* dan *truk*). Untuk keperluan tersebut dermaga tipe *wharf* akan lebih cocok.

3. Daya dukung tanah

Kondisi tanah sangat menentukan dalam pemilihan tipe dermaga. Pada umumnya tanah di dekat daratan mempunyai daya yang lebih besar dari pada tanah di dasar laut. Dasar laut umumnya terdiri dari endapan yang belum padat. Ditinjau dari daya dukung tanah, pembuatan *wharf* atau dinding penahan tanah lebih menguntungkan. Tetapi apabila tanah dasar berupa karang pembuatan *wharf* akan mahal karena untuk memperoleh kedalaman yang cukup di depan *wharf* diperlukan

pengerukan. Dalam hal ini pembuatan pier akan lebih murah karena tidak diperlukan pengerukan dasar karang (Triatmodjo, 1996).

#### 4. Ukuran dermaga

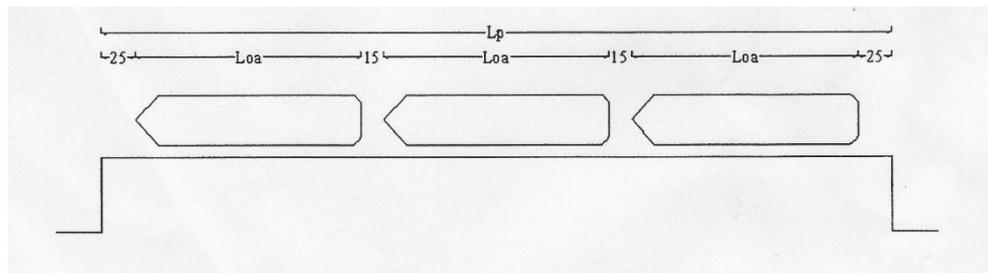
Terminal curah cair dermaga Ujung Baru pelabuhan Belawan merupakan tipe dermaga dimensi *wharf*. Untuk menghitung berapa kapasitas kapal yang dapat bersandar pada terminal curah cair dermaga Terminal Peti Kemas pelabuhan Belawan dengan waktu yang bersamaan dapat kita hitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

Panjang Dermaga:

$$L_p = nL_{oa} + (n-1)15 + 50 \quad (1)$$

Dimana:

- $L_p$  = panjang dermaga
- $n$  = jumlah kapal yang ditambat
- $L_{oa}$  = panjang kapal yang ditambat
- 15 = ketetapan (jarak antara buritan ke haluan dari satu kapal ke kapal lain)
- 50 = ketetapan (jarak dari kedua ujung dermaga ke buritan dan haluan kapal)



Gambar 2.1: Dimensi Panjang Dermaga (Soedjono,1985)

### 2.3 Moda Angkutan Air

Moda angkutan air merupakan moda angkutan yang berperan sebagai alat angkut penumpang maupun barang untuk melintasi sungai, danau, ataupun laut. Moda angkutan air ini dapat berupa rakit, sampan sederhana yang menggunakan tenaga manusia sampai dengan kapal besar yang berteknologi tinggi.

### 2.3.1 Kapal

Beberapa defenisi atau istilah-istilah yang ditemukan:

Panjang, lebar dan sarat (*draft*) kapal ang akan menggunakan pelabuhan berhubungan langsung pada perencanaan pelabuhan dan fasilitas-fasilitas yang harus tersedia di pelabuhan.

*Displacement Tonnage*, DPL (Ukuran Isi Tolak) adalah volume air yang dipindahkan oleh kapal, dan sama dengan berat kapal. Ukuran isi tolak kapal bermuatan penuh disebut dengan *displacement tonnage loaded*, yaitu berat kapal maksimum. Apabila kapal sudah mencapai displacement tonnage loaded masih dimuati lagi, kapal akan terganggu stabilitasnya sehingga kemungkinan kapal tenggelam menjadi besar. Ukuran isi tolak dalam keadaan kosong tersebut *displacement tonnage light*, yaitu berat kapal tanpa muatan. Dalam hal ini berat kapala adalah termasuk perlengkapan berlayar, bahan baker, anak buah kapal, dan sebagainya.

*Dead weight tonnage*, DWT (Bobot Mati), yaitu berat total muatan dimana kapal dapat mengangkut dalam keadaan pelayaran optimal (*draft* maksimum). Jadi DWT adalah selisih antara *displacement tonnage loaded* dan *displacement tonnage light* (1 DWT = 1016 kg).

*Gross register tons*, GRT (Ukuan Isi Kotor) adalah volume keseluruhan ruangan kapal (1 GRT =  $2,83 \text{ m}^3 = 100 \text{ ft}^3$ ).

*Netto register tons*, NRT (Ukuran Isi Bersih) adalah ruangan yang sediakan untuk muatan dan penumpang, besarnya sama dengan GRT dikurangi dengan ruangan-ruangan yang disediakan untuk nahkoda dan anak buah kapal, ruang mesin, gang, kamar mandi, dapur, ruang peta. Jadi NRT adalah ruangan-ruangan yang dapat didayagunakan, dapat diisi dengan muatan yang membayar uang tambah.

### 2.3.2 Jenis Kapal

Selain dimensi kapal, karakteristik kapal seperti tipe dan fungsinya juga berpengaruh terhadap perencanaan pelabuhan. Tipe kapal berpengaruh pada tipe pelabuhan yang akan direncanakan sesuai dengan fungsinya kapal dapat dibedakan menjadi beberapa tipe seperti berikut ini:

a. Kapal Penumpang

Di Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan taraf hidup sebagian penduduknya relatif masih rendah, kapal penumpang masih mempunyai peranan yang cukup besar. Jarak pulau yang relative dekat masih bisa dilayani oleh kapal-kapal penumpang. Pada umumnya kapal penumpang mempunyai ukuran yang relatif kecil.

b. Kapal barang

Kapal barang khususnya dibuat untuk mengangkut barang. Pada umumnya kapal barang mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada kapal penumpang.

Kapal ini juga dapat dibedakan menjadi beberapa macam sesuai dengan barang yang diangkut seperti biji-bijian, barang-barang dimasukkan dalam peti kemas, benda cair (minyak, bahan kimia, gas alam, gas alam cair).

Macam jenis kapal yang dibedakan yaitu:

1. Kapal barang umum (*general cargo ship*)

Kapal ini digunakan untuk mengangkut muatan umum. Muatan tersebut bisa terdiri dari macam-macam barang yang dibungkus dalam peti, karung dan sebagainya yang dikapalkan oleh banyak pengirim untuk banyak penerima di beberapa pelabuhan tujuan.

Kapal jenis ini antara lain:

- a) Kapal yang membawa peti kemas yang mempunyai ukuran yang telah distandarisasi. Berat masing-masing peti kemas antara 5 ton – 4 ton. Kapal peti kemas yang paling besar mempunyai panjang 300 meter unuk 3.600 peti kemas berukuran 20 fit (6 meter).
- b) Kapal dengan bongkar muat secara horizontal untuk transport truk, mobil dan sebagainya.

2. Kapal barang curah (*bulk cargo ship*)

Kapal ini di gunakan untuk mengangkut muatan curah yang di kapalkan dalam jumlah banyak sekaligus. Muatan curah ini bisa berupa beras, gandum, batu bara, biji besi dan sebagainya. Kapal jenis ini yang terbesar mempunyai kapasitas 175.000 DWT dengan panjang 330 m, lebar 48,5 m dan sarat 18,5 m.

Sejak beberapa tahun ini telah muncul kapal campuran OBO (*Ore-Bulk-Oil*) yang dapat memuat barang curah dan barang cair secara bersama-sama. Kapal jenis ini berkembang dengan pesat, dan yang terbesar mempunyai kapasitas 260.000 DWT.

### 3. Kapal Tanker

Kapal ini digunakan untuk mengangkut minyak, yang umumnya mempunyai ukuran yang sangat besar. Berat yang bisa di angkut bervariasi antara beberapa ribu ton. Kapal terbesar bisa mencapai 555.000 DWT yang mempunyai memanjang 414 m, lebar 63 m, sarat 28,5 m.

Karena barang cair yang berada di dalam ruangan kapal dapat bergerak secara horizontal (memanjang dan melintang), sehingga dapat membahayakan stabilitas kapal, maka ruangan kapal dibagi menjadi beberapa kompartemen (bagian ruangan) yang berupa tangki-tangki. Dengan pembagian ini maka tekanan zat cair dapat di pecah sehingga tidak membahayakan stabilitas kapal. Tetapi dengan demikian diperlukan lebih banyak pompa dan pipa-pipa untuk menyalurkan minyak masuk dan keluar kapal (Triatmodjo, 1996).

### 4. Kapal khusus (*special designed ship*)

Kapal ini dibuat untuk mengangkut barang tertentu seperti daging yang harus diangkut dalam keadaan beku, kapal pengangkut gas alam cair, dan sebagainya.

## 2.3.3 Karakteristik Kapal

Daerah yang diperlukan untuk pelabuhan tergantung pada karakteristik kapal yang akan berlabuh. Pengembangan pelabuhan dimasa mendatang harus meninjau daerah perairan untuk alur, kolam putar, penambatan (*fender*), dermaga, tempat pembuangan bahan pengerukan, daerah daratan yang diperlukan untuk penempatan, penyimpanan dan pengangkutan barang-barang.

Kedalaman dan lebar alur pelayaran tergantung pada kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan. Kuantitas angkutan (*trafik*) yang diharapkan menggunakan pelabuhan juga menentukan apakah alur untuk satu jalur atau dua

jalur. Luas kolam pelabuhan dan panjang dermaga sangat dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran kapal yang akan berlabuh.

Guna mendalami karakteristik kapal maka terdapat beberapa ragam faktor penentu baik dilihat dari segi material, fungsi dan operasi dari kapal, yaitu antara lain:

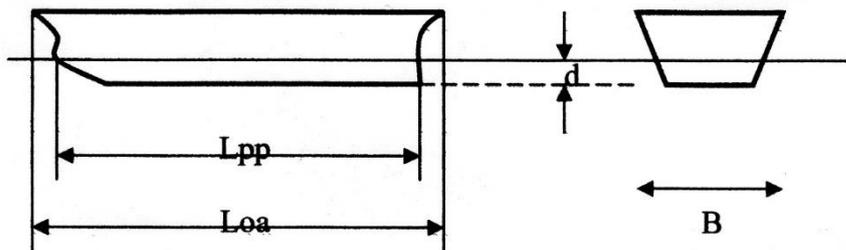
- a. Bahan material kapal yang dipakai: baja, kayu, *ferrosemen*, *fiberglass*, dan lain sebagainya.
- b. Fungsi kapal sebagai: kapal penumpang, kapal barang umum, kapal curah, kapal peti kemas, kapal tangki, kapal tunda, kapal ikan dan lain sebagainya.
- c. Sistem pengendalian dan penggerak: mekanik, semi otomatis, otomatis, diesel sebagai kekuatan penggerak utama dan lain sebagainya.
- d. Daerah operasi dari kapal: jarak dekat/sedang disesuaikan pula dengan keadaan perairan laut.

Secara umum bentuk-bentuk badan kapal dapat dibagi sebagai berikut:

- a. Dasar rata (*flat room*), bisa terdapat pada kapal-kapal dengan ukuran besar.
- b. Dasar semi rata (*semi flat bottom*), biasa terdapat pada kapal dengan ukuran sedang/kecil.
- c. Dasar landai (*deep bottom*), kapal dengan kecepatan tinggi.

Untuk keperluan perencanaan pelabuhan maka diperlukan dimensi dan ukuran kapal secara umum, yaitu:

1. Sarat (*draft, drauth*) adalah bagian kapal yang terendam air pada keadaan muatan maksimum, atau jarak antara garis air pada beban yang direncanakan (*designed load water line*) dengan titik terendah kapal.
2. Panjang total (*length overal / L (a)*) adalah panjang kapal dihitung dari ujung depan (haluan) sampai ujung belakang (buritan).
3. Panjang garis air (*length between perpendicular / L (pp)*) adalah panjang antara kedua ujung *designed load water line*.
4. Lebar kapal (*beam / B*) adalah jarak maksimum antara dua sisi kapal (Soedjono, 1985).



Gambar 2.2: Dimensi Kapal (Triatmodjo,1996)

Tabel 2.1: Karakteristik Kapal (Triatmodjo,1996)

BOBOT	PANJANG		LEBAR	DRAFT
	LOA (m)		(m)	(m)
Kapal Penumpang (GRT)				
500	51		10.2	2.9
1,000	68		11.9	3.6
2,000	88		13.2	4.0
3,000	99		14.7	4.5
5,000	120		16.9	5.2
8,000	142		19.2	5.8
10,000	154		20.9	6.2
15,000	179		22.8	6.8
20,000	198		24.7	7.5
30,000	230		27.5	8.5
Kapal Barang (DWT)				
700	58		9.7	3.7
1,000	64		10.4	4.2
2,000	91		12.7	4.9
3,000	92		14.2	5.7
5,000	109		16.4	6.8
8,000	126		18.7	8.0
10,000	137		19.9	8.5
15,000	153		22.3	9.3
20,000	177		23.4	10.0
30,000	186		27.1	10.9
40,000	201		29.4	11.7
50,000	216		31.5	12.4
Kapal Minyak (DWT)				
700	50		8.5	3.7

Tabel 2.1: *Lanjutan*

BOBOT	PANJANG	LEBAR	DRAFT
	LOA (m)	(m)	(m)
1,000	60	9.8	4.0
2,000	77	12.2	5.0
3,000	88	13.8	5.6
5,000	104	16.2	6.5
10,000	130	20.1	8.0
15,000	148	22.8	9.0
20,000	162	24.9	9.8
30,000	185	28.3	10.9
40,000	204	30.9	11.8
50,000	219	33.1	12.7
60,000	232	35.0	13.6
70,000	244	36.7	14.3
80,000	255	38.3	14.9
<b>Kapal Barang Curah (DWT)</b>			
10,000	140	18.7	8.1
15,000	157	21.5	9.0
20,000	170	23.7	9.8
30,000	192	27.3	10.6
40,000	208	30.2	11.4
50,000	222	32.6	11.9
70,000	244	37.8	13.3
90,000	250	38.5	14.5
100,000	275	42.0	16.1
150,000	313	44.5	18.0
<b>Kapal Ferry (GRT)</b>			
1,000	73	14.3	3.7
2,000	90	16.2	4.3
3,000	113	18.9	4.9
4,000	127	20.2	5.3
6,000	138	22.4	5.9
8,000	155	21.8	6.1
10,000	170	25.8	6.5
13,000	188	27.1	6.7
<b>Kapal Peti Kemas (DWT)</b>			
20,000	201	27.1	10.6
30,000	237	30.7	11.6
40,000	263	33.5	12.4
50,000	280	35.8	13.0

## 2.4 Fender

Kapal yang merapat ke dermaga masih mempunyai kecepatan baik yang digerakkan oleh mesinnya sendiri atau ditarik oleh kapal tunda. Pada waktu kapal merapat akan terjadi benturan antara kapal dengan dermaga, untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga karena benturan maka di depan dermaga diberi bantalan yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan. Bantalan yang diletakkan di depan dermaga tersebut dinamakan *fender*.

### 2.4.1 Sistem Fender

Pada waktu kapal merapat ke dermaga, akan terjadi benturan antara kapal dan dermaga. Walaupun kecepatan kapal cukup kecil, tetapi karena massanya sangat besar, maka energi yang terjadi karena benturan akan sangat besar. Untuk menghindari kerusakan pada kapal dan dermaga, maka di muka dermaga diberi bantalan/penahan benturan yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan.

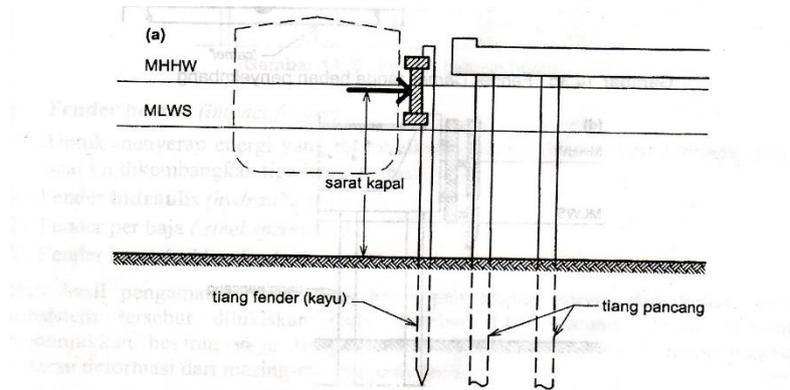
Dari segi konstruksi, sistem fender terbagi beberapa jenis, yaitu:

1. Fender pelindung kayu

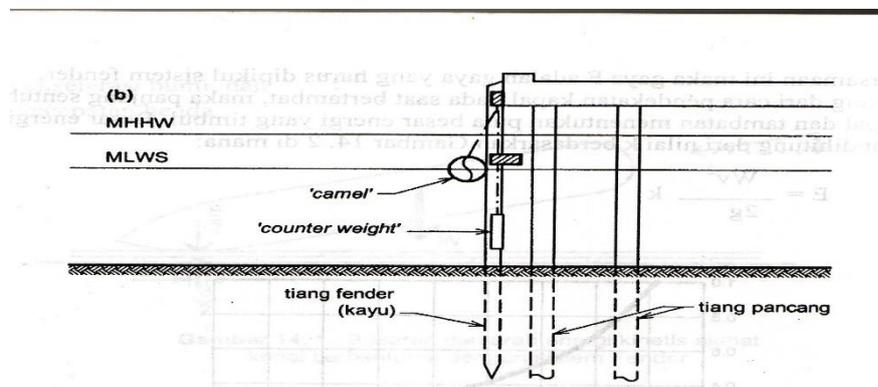
Fender kayu bisa berupa batang-batang kayu yang dipasang horisontal atau vertikal. Fender kayu ini mempunyai sifat untuk menyerap energi. Fender tiang pancang kayu yang ditempatkan di depan dermaga dengan kemiringan 1 H : 24 V akan menyerap energi karena defleksi yang terjadi pada waktu dibentur kapal.

Penyerapan energi tidak hanya diperoleh dari defleksi tiang kayu, tetapi juga dari balok kayu memanjang. Tiang kayu dipasang pada setiap seperempat bentang. Panjang fender sama dengan sisi atas dermaga sampai muka air. Fender kayu mulai jarang digunakan karena langkahnya mendapatkan kayu yang panjang.

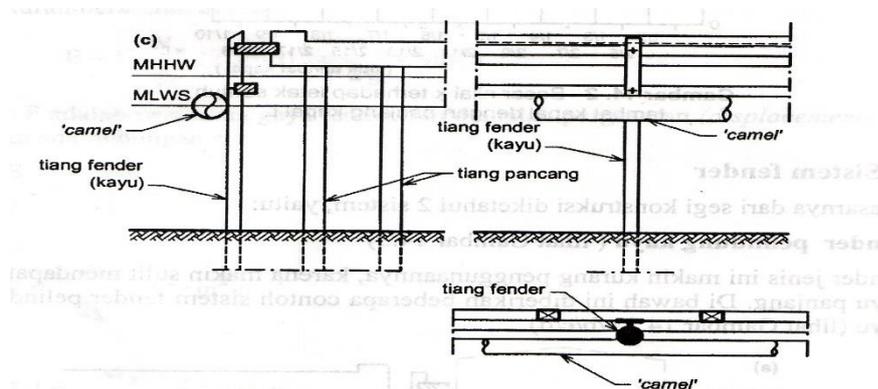
Beberapa contoh dari fender pelindung kayu, yaitu:



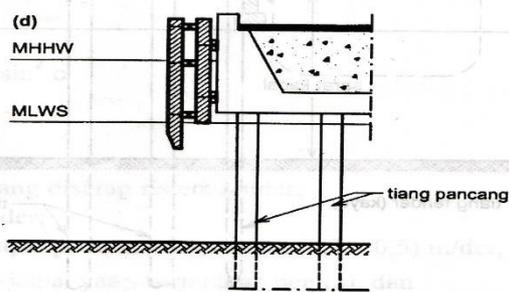
Gambar 2.3: Fender Kayu (Triatmodjo,1996)



Gambar 2.4: Fender Camel dengan beban penyeimbang (*Counter Weight*) (Triatmodjo,1996)



Gambar 2.5: Fender Camel tanda beban penyeimbang (Triatmodjo,1996)



Gambar 2.6: Fender konstruksi kayu (Triatmodjo,1996)

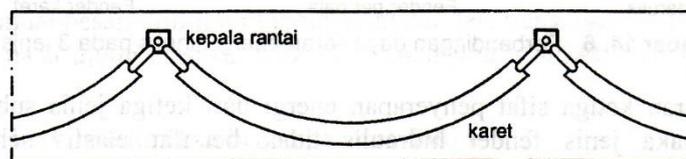
2. Fender gantung

Fender gantung meliputi bentuk yang sederhana sampai yang sulit dalam pelaksanaannya. Bentuk yang paling sederhana dari fender ini adalah berupa ban-ban luar mobil yang di pasang pada sisi muka di sepanjang dermaga. Biasanya digunakan untuk konstruksi dermaga yang menampung kapal-kapal jenis kecil.

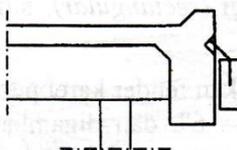
*Draped fender*, yaitu fender tabung silinder dari karet yang di gantung secara melengkung pada dermaga dengan menggunakan rantai. Fender ini cocok digunakan pada dermaga tipe tertutup (solid) seperti sel turap baja dengan dinding beton di atasnya.

Beberapa contoh dari fender gantung:

a. Rantai dilindungi karet



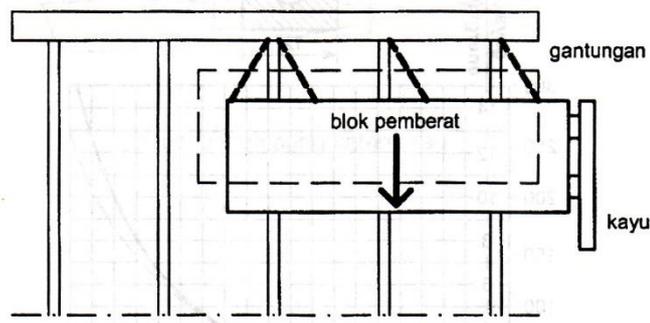
Gambar 2.7: Fender karet dengan rantai (Triatmodjo,1996)



Gambar 2.8: Fender ban karet berisi rotan (Triatmodjo,1996)

b. Fender berbobot (*suspendel gravity fender*)

Fender gravitasi, missal fender gravitasi gantung (*suspended graviy fender*) yang terbuat dari tabung baja diisi dengan beton dan sisi depannya diberi pelindung kayu dengan berat sampai 15 ton. Apabila terbentur kapal, fender tersebut akan bergerak ke belakang dan ke atas, sedemikian hingga kapal dapat dikurangi kecepatannya.



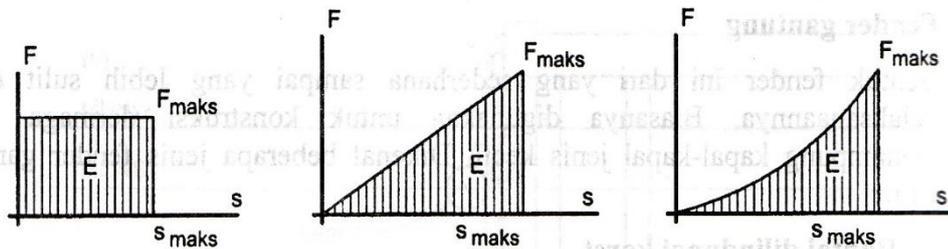
Gambar 2.9: Fender blok pemberat (Triatmodjo,1996)

3. Fender bentur (*impact fander*)

Untuk menyerap energi yang ditimbulkan benturan kapal dan dermaga, pada saat ini dikembangkan tiga jenis, yaitu:

- a. Fender hidrolik (*hydraulic fender*)
- b. Fender per baja (*steel springs*)
- c. Fender karet (*rubber fender*)

Dari hasil pengamatan, didapatkan besar penyerapan energi dari ketiga jenis subsistem tersebut dilukiskan dengan sumbu vertikal menunjukkan besaran gaya serap, sedangkan sumbu horisontal menunjukkan besaran deformasi dari masing-masing jenis fender.



Gambar 2.10: Perbandingan daya serap energi kinetis pada 3 jenis fender (Triatmodjo,1996)

Dari gambaran ketiga jenis subsistem fender tersebut, maka jenis fender hidraulis tidak bersifat elastis sehingga jarang digunakan. Pada saat ini jenis fender karet lebih banyak dipakai, karena relatif lebih ringan dan mudah pemasangannya. Bentuk fender karet ini bermacam-macam antara lain berbentuk persegi (*rectangular*), silindris, tipe V atau tipe H dan lain sebagainya.

## 2.5 Tipe Fender

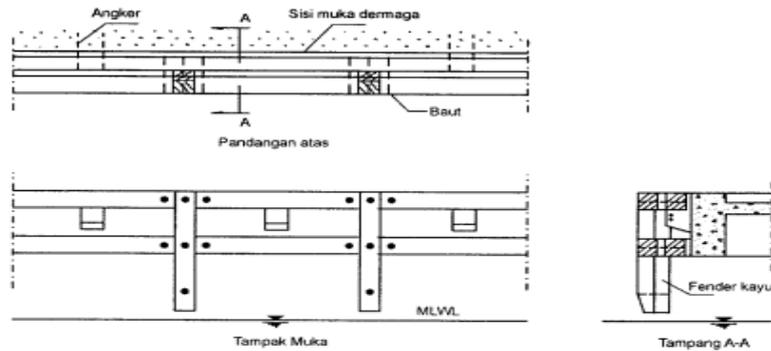
Fender dibuat dari bahan elastis, seperti kayu atau karet. Fender kayu biasa berupa batang kayu yang dipasang di depan muka dermaga atau tiang kayu yang dipancang. Saat ini fender kayu sudah tidak banyak digunakan, mengingat harga kayu tidak lagi murah dan masalah lingkungan yang muncul dengan penebangan pohon. Kecuali untuk pelabuhan kecil di daerah Sumatra, Kalimantan dan Papua di mana masih tersedia cukup banyak kayu.

### 1. Fender kayu

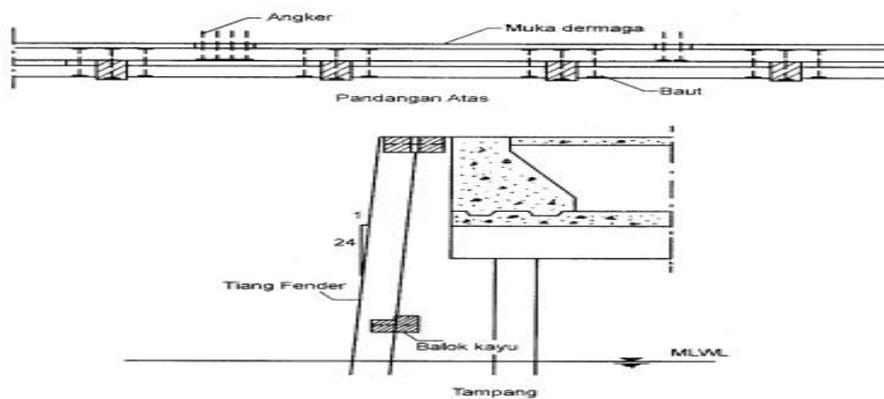
Fender kayu bias berupa batang-batang kayu yang dipasang horizontal atau vertikal di sisi depan dermaga. Gambar 2.11 adalah contoh fender dari kayu yang digantung pada sisi dermaga. Panjang fender sama dengan sisi atas dermaga sampai muka air. Fender kayu ini mempunyai sifat untuk menyerap energy.

Gambar 2.12 adalah fender kayu yang berupa tiang pancang yang dilengkapi dengan balok memanjang (horisontal). Fender tersebut ditempatkan didepan dermaga dengan kemiringan 1 (horisontal) : 24 (vertikal) dan akan

menyerap energy karena defleksi yang terjadi yang terjadi pada waktu dibentur kapal. Penyerapan energy tdak hanya diperoleh dari defleksi tiang kayu, tetapi juga dari balok kayu memanjang. Tiang kayu dipasang pada setiap seperempat bentang.



Gambar 2.11: Fender kayu gantung (Triatmodjo, 1996)



Gambar 2.12: Fender kayu tiang pancang (Triatmodjo, 1996)

## 2. Fender karet

Saat ini fender karet banyak digunakan pada pelabuhan. Fender karet diproduksi oleh pabrik dengan bentuk dan ukuran berbeda yang tergantung pada fungsinya. Pabrik pembuat fender memberikan karakteristik fender yang diproduksinya. Fender dengan tipe yang sama tetapi diproduksi oleh pabrik yang berbeda biasa mempunyai karakteristik yang berbeda.

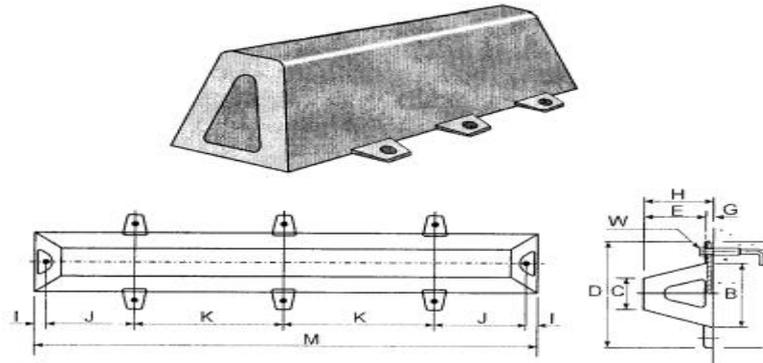
Fender karet dapat dibedakan menjadi dua tipe:

- a. (non-buckling fender) seperti fender dari ban mobil bekas dan fender silinder
- b. Fender terapung yang ditempatkan antara kapal dan struktur dermaga, seperti fender Pneumatic.

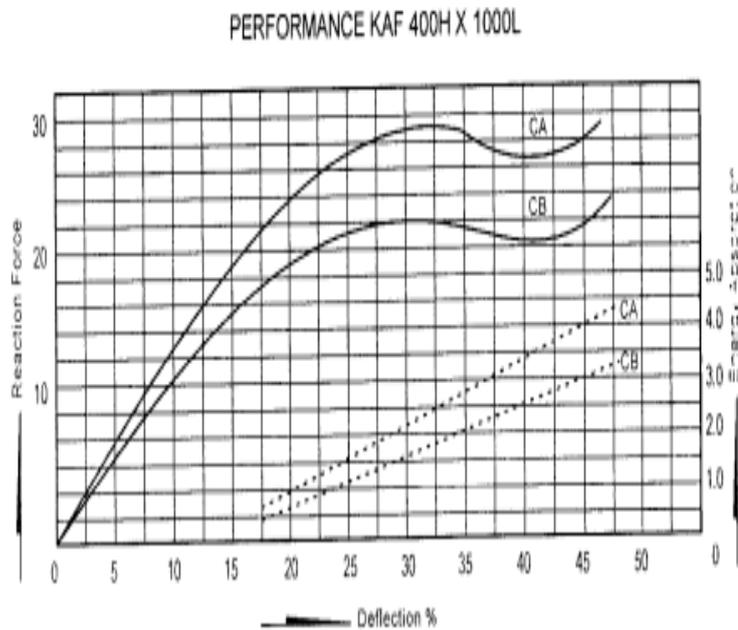
### 3. Jenis-jenis fender

#### a. Fender ban bekas mobil

Bentuk paling sederhana dari fender karet adalah ban-ban bekas mobil yang dipasang pada sisi depan di sepanjang dermaga. Fender ban mobil



Gambar 2.13: Fender tipe A (Triatmodjo, 1996)



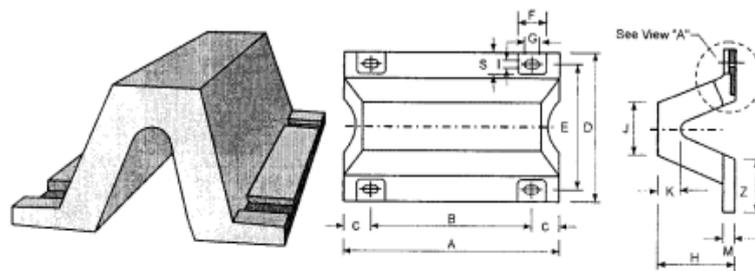
Gambar 2.14: Grafik hubungan defleksi-reaksi (Triatmodjo, 1996)

Tabel 2.2: Gaya reaksi dan energy fender tipe A per panjang satu meter dan pada defleksi 45% (Triatmodjo, 1996)

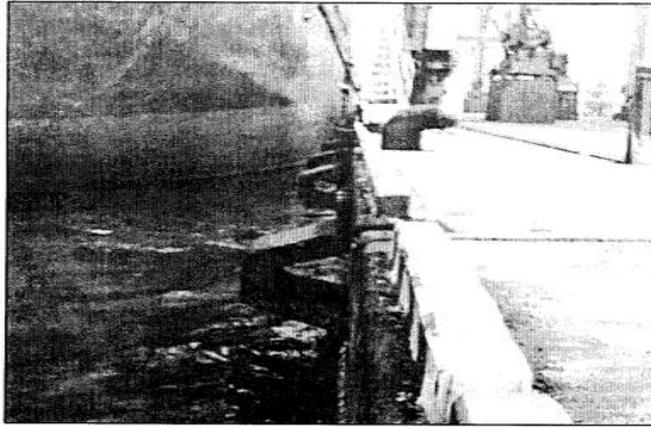
Tipe Fender	CA		CB	
	R.F (ton)	E.A (ton-m)	R.F (ton)	E.A (ton-m)
KAF 200	15.28	1.00	12.30	0.75
KAF 300	23.60	2.20	17.34	1.60
KAF 400	30.92	4.00	24.25	3.00
KAF 500	38.56	6.20	30.10	4.60
KAF 600	45.08	9.00	34.15	6.50
KAF 800	60.50	16.00	48.33	12.00
KAF 1000	75.31	25.00	60.10	18.00

b. Fender tipe V

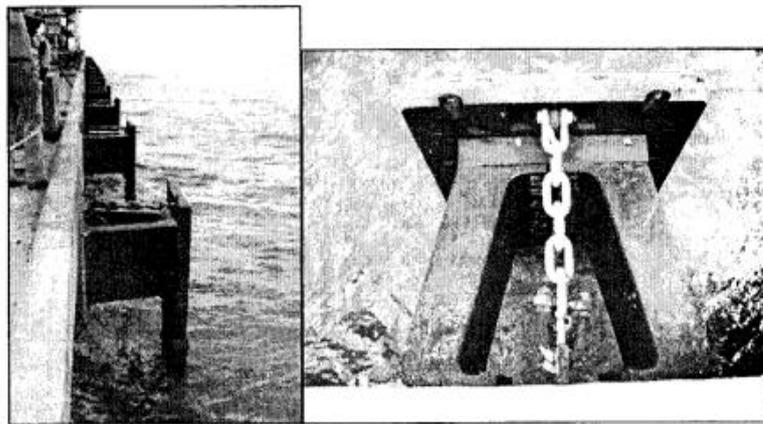
Fender V mempunyai bentuk serupa dengan fender A, seperti terlihat dalam Gambar 2.15 gambar 2.16 adalah fender V yang dipasang secara horizontal pada sisi depan dermaga, sedang pada gambar 2.17 fender dipasang secara vertical dan di depannya dipasang panel contact. Karakteristik fender tersebut diberikan oleh pabrik pembuatnya seperti ditunjukkan dalam gambar 2.18 dan table 7.2.



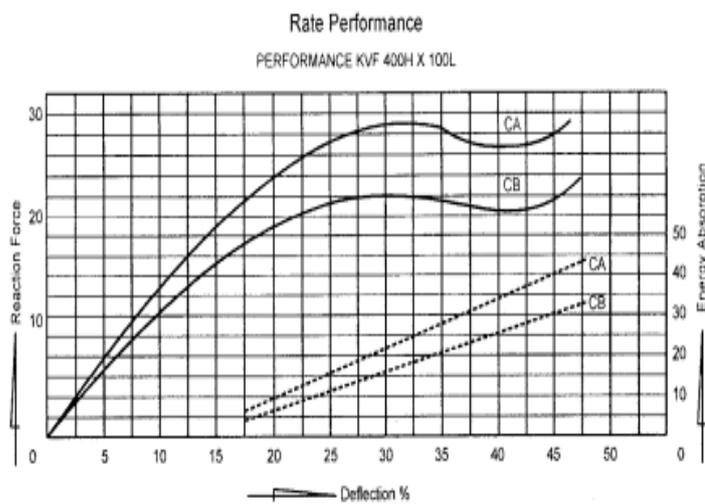
Gambar 2.15: Fender tipe V (Triatmodjo, 1996)



Gambar 2.16: Fender tipe V dipasang horizontal (Triatmodjo, 1996)



Gambar 2.17: Fender tipe V dipasang panel kontak (Triatmodjo, 1996)



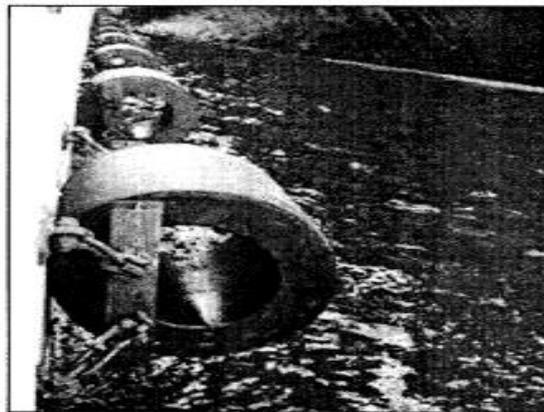
Gambar 2.18: Grafik defleksi-reaksi fender V (Triatmodjo, 1996)

Tabel 2.3: Gaya reaksi dan energi diserap per meter panjang dan defleksi 45% dari fender V (Triatmodjo, 1996)

Tipe Fender	CA		CB	
	R.F (ton)	E.A (ton-m)	R.F (ton)	E.A (ton-m)
KVF 200	15.35	1.00	12.60	0.75
KVF 250	19.52	1.60	15.30	1.18
KVF 300	23.07	2.20	17.48	1.60
KVF 400	30.37	4.00	24.12	3.00
KVF 500	38.4	6.20	30.01	4.60
KVF 600	45.59	9.00	34.30	6.50
KVF 800	60.74	16.00	48.17	12.00
KVF 1000	75.96	25.00	60.29	18.00

c. Fender tipe silinder

Gambar 2.19 adalah fender karet tipe silinder yang digantung pada sisi depan dermaga dengan menggunakan rantai. Ukuran fender ditunjukkan dengan diameter luar (OD) dan diameter dalam (ID). Kapasitas fender diberikan dalam table 2.4.



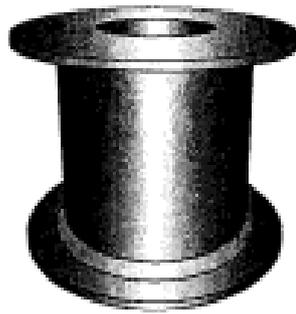
Gambar 2.19: Fender silinder (Triatmodjo, 1996)

Tabel 2.4: Dimensi dan kapasitas fender silinder (Triatmodjo, 1996)

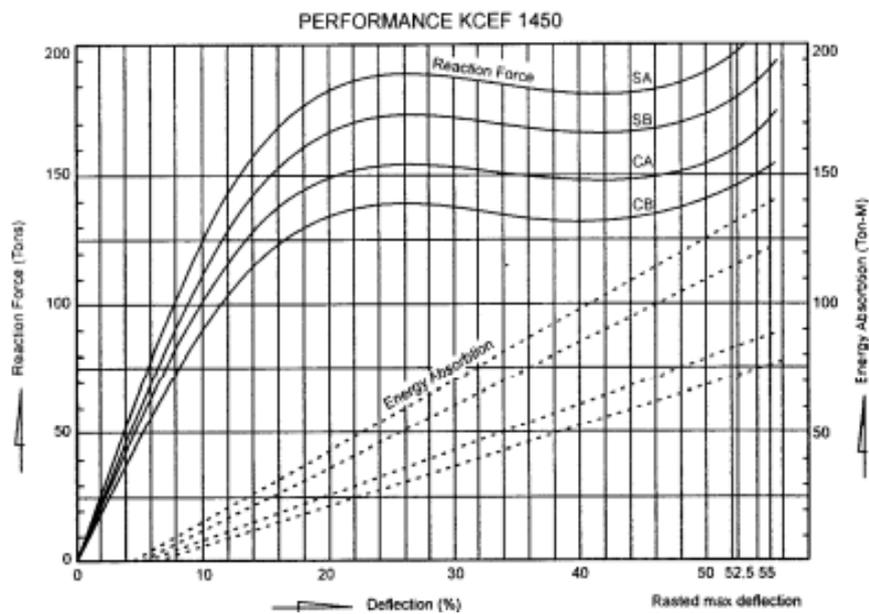
Dimensi OD x HD (mm)	Gaya R (ton)	Energi diserap E (ton-m)	Dimensi OD x ID (mm)	Gaya R (ton)	Energi diserap E (ton-m)
100 x 50	4.38	0.08	1200 x 600	67.28	16.51
125 x 65	5.20	0.13	1200 x 700	55.25	15.39
150 x 75	6.63	0.18	1300 x 700	66.26	18.76
175 x 75	9.38	0.28	1300 x 750	60.65	18.14
200 x 90	9.99	0.36	1400 x 700	78.49	22.43
200 x 100	8.77	0.34	1400 x 750	71.78	21.81
250 x 125	11.01	0.52	1400 x 800	66.16	21.20
300 x 150	13.15	0.75	1500 x 750	84.10	25.79
380 x 190	16.72	1.20	1500 x 800	77.47	25.08
400 x 200	17.53	1.34	1600 x 800	89.70	29.36
450 x 225	19.78	1.69	1600 x 900	77.17	27.83
500 x 250	28.03	2.85	1650 x 900	72.58	30.07
600 x 300	33.64	4.08	1750 x 900	94.70	34.66
700 x 400	33.13	5.30	1750 x 1000	82.67	33.13
750 x 400	38.74	6.22	1800 x 900	100.92	37.10
800 x 400	44.85	7.34	1850 x 1000	93.88	37.92
875 x 500	41.39	8.26	2000 x 1000	112.23	45.87
925 x 500	47.07	9.48	2000 x 1200	88.78	42.30
1000 x 500	46.99	11.42	2100 x 1200	99.29	47.60
1050 x 600	56.07	11.93	2200 x 1200	110.40	53.41
1100 x 600	49.64	13.35	2400 x 1200	134.66	65.95

d. Fender tipe sel (cell fender)

Bentuk lain dari fender karet adalah fender sel seperti ditunjukkan pada Gambar 2.20 yang dipasang pada sisi depan dermaga dengan menggunakan baut. Sisi depan fender dipasang panel contact. Karakteristik fender tersebut diberikan oleh pabrik pembuatnya seperti ditunjukkan dalam gambar 2.21 dan Tabel 2.5.



Gambar 2.20: Fender tipe sell (Triatmodjo, 1996)



Gambar 2.21: Karakteristik fender tipe sell (Triatmodjo, 1996)

Tabel 2.5: Kapasitas fender sell (Triatmodjo, 1996)

Compu nd Grade Size	CA		CB		SA		SB	
	R.F. (ton)	E.A. (ton-m)	R.F. (ton)	E.A. (ton-m)	R.F. (ton)	E.A. (ton-m)	R.F. (ton)	E.A. (ton-m)
KCEF 400 H	11	1.7	9.8	1.5	14.99	2.42	13.37	2.18
KCEF 500 H	31.8	4.2	16.5	3.2	23.41	4.73	20.9	4.26
KCEF 630 H	34.4	7.1	26.3	6.3	36.53	10.18	32.69	9.03

Tabel 2.5: *Lanjutan*

KCEF 800 H	47.3	14.4	42	12.8	60.35	21.7	54.11	19.46
KCEF 1000 H	75.2	33.5	66.8	28.3	94.37	42.35	84.48	37.8
KCEF 1150 H	99.5	50.2	88.3	44.6	125.1 4	64.75	112.0 2	57.93
KCEF 1250 H	117. 6	64.5	104. 3	57.3	147.8 2	83.12	132.2 7	74.31
KCEF 1450 H	158. 2	108.5 6	140. 4	89.4	199.1 5	130.5 5	178.2 6	116.6 2
KCEF 1600 H	192. 6	135.3	171	120. 1	241.3 8	173.6	216.1 1	155.0 5
KCEF 1700 H	217. 4	162.3	193	144. 1	273.6	210.3 5	244.8 6	187.8 8
KCEF 2000 H	300	264.3	267. 1	234. 6	377.4 6	338.8	337.7 7	302.4
KCEF 2250 H	422. 8	417.7	375. 2	370	449.1 5	430.5	401.9 2	384.0 9
KCEF 2500 H	522	573	463. 3	508. 6	522.2 2	520.8 4	466.0 7	465.7 8

e. Fender tipe pneumatic

Fender pneumatic adalah fender tipe terapung yang ditempatkan antara kapal dan struktur dermaga, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.22.



Gambar 2.22: Fender pneumatic (Triatmodjo, 1996)

f. Fender super cone

Super Cones adalah generasi terbaru dari "sel" fender yang menggabungkan kapasitas energi yang sangat baik dengan gaya reaksi rendah untuk

memberikan kinerja yang paling efisien dari semua jenis fender. Bentuk kerucut menjaga bodi tetap stabil di bawah semua kombinasi beban aksial, geser, dan sudut, membuatnya ideal untuk tempat berlabuh di mana sudut berlabuh besar dan benturan berat perlu diakomodasi. Semua Super Cones adalah cetakan satu bagian – tidak seperti jenis "sel" tradisional - sehingga kokoh, tahan lama, dan mudah dipasang. Penghenti beban berlebih opsional dapat dicetak di dalam kerucut untuk mencegah kompresi berlebih, menjadikan Super Cone sangat andal dan tahan terhadap kerusakan akibat kecelakaan.



Gambar 2.23: fender super cone (Fentek marine fendering system)

Tabel 2.6: Fender super cone (Fentek marine fendering system)

Fender	H	0 W	0 U	C	D	0B	Ancho rs	0S	Head Bolts	Z	Weight (kg)
SCN 300	30 0	50 0	29 5	27- 37	1 5	44 0	4- M20	25 5	4-M20	4 5	31
SCN 350	35 0	57 0	33 0	27- 37	1 5	51 0	4- M20	27 5	4-M20	5 2	40
SCN 400	40 0	65 0	39 0	30- 40	2 0	58 5	4- M24	34 0	4-M24	6 0	74
SCN 500	50 0	80 0	49 0	32- 42	2 5	73 0	4- M24	42 5	4-M24	7 5	144

Tabel 2.6: *Lanjutan*

SCN 550	550	880	525	32- 42	2 5	790	4- M24	470	4- M24	82	195
SCN 600	600	960	590	40- 52	3 0	875	4- M30	515	4- M30	90	240
SCN 700	700	112 0	685	40- 52	3 5	102 0	4- M30	600	4- M30	10 5	395
SCN 800	800	128 0	785	40- 52	3 5	116 5	6- M30	685	6- M30	12 0	606
SCN 900	900	144 0	885	40- 52	3 5	131 3	6- M30	770	6- M30	13 5	841
SCN 1000	100 0	160 0	980	50- 65	3 5	146 0	6- M36	855	6- M36	15 0	112 0
SCN 1050	105 0	168 0	103 0	50- 65	4 0	153 0	6- M36	900	6- M36	15 7	136 0
SCN 1100	110 0	176 0	108 0	50- 65	4 0	160 5	8- M36	940	8- M36	16 5	154 5
SCN 1200	120 0	192 0	117 5	57- 80	4 0	175 0	8- M42	102 5	8- M42	18 0	197 0
SCN 1300	130 0	208 0	127 5	65- 90	4 0	190 0	8- M48	110 0	8- M48	19 5	245 5
SCN 1400	140 0	224 0	137 0	65- 90	5 0	204 0	8- M48	119 5	8- M48	21 0	310 5
SCN 1600	160 0	256 0	157 0	65- 90	6 0	233 5	8- M48	136 5	8- M48	24 0	464 5
SCN 1800	180 0	288 0	176 5	75- 100	6 0	262 5	10- M56	154 0	10- M56	27 0	661 8
SCN 2000	200 0	320 0	195 5	80- 105	9 0	292 0	10- M56	171 0	10- M56	30 0	956 0

## 2.6 Energi dan gaya bentur

Fender berguna untuk menyerap sebagian tenaga ( energi ) sebagai akibat benturan kapal pada dermaga, sedangkan sisanya dipikul oleh konstruksi dermaga sehingga kapal dan dermaga bebas dari kerusakan–kerusakan yang mungkin terjadi.

Bila suatu benda dengan suatu massa m:

$$m = \frac{W}{g} \quad (2)$$

Bergerak dengan kecepatan v ; untuk menghitung kerja sampai benda tersebut berhenti atau  $v_1 = 0$ .

Bila P adalah gaya dinamis yang mengubah kecepatan v menjadi  $v_1 = 0$  dan a adalah akselerasi, sedangkan s adalah jarak yang ditempuh, didapatkan persamaan – persamaan sebagai berikut:

$$v_f^2 - v^2 = 2 \cdot a \cdot s \quad (3)$$

$$0 - v^2 = 2as \rightarrow s = -\frac{v^2}{2a} \quad (4)$$

Kerja yang dilakukan gaya P adalah P.s atau:

$$m \cdot a \cdot X - \frac{v^2}{2a} = -\frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

Jadi besar energi kinetis E adalah:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{W}{g} v^2 \quad (6)$$

Dimana:

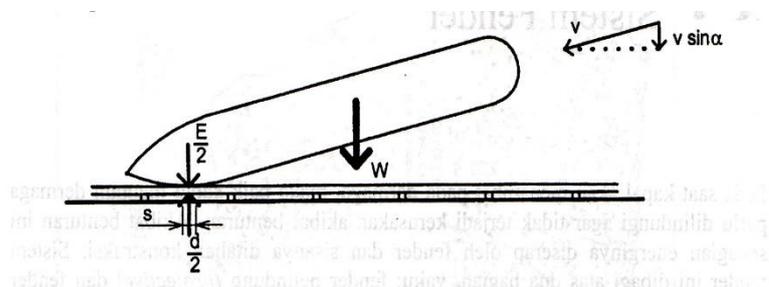
E = energi kinetis

m = massa benda

W = berat benda (dalam hal ini kapal), maka berat seluruh kapal dengan Muatannya

G = akselerasi bumi

V = kecepatan benda



Gambar 2.24: Besaran dan arah energi kinetis akibat kapal berbenturan dengan system fender (Triatmodjo,1996).

Dari Gambar 2.11 dilukiskan suatu kapal yang hendak merapat dengan suatu kecepatan  $v$ . Pada arah tegak lurus terhadap garis dermaga, energi yang ditimbulkan benturan beraturan adalah:

$$E = \frac{1}{2} \frac{W_s}{g} (v \sin \alpha)^2 = \frac{W_s}{2g} v^2 \sin^2 \alpha \quad (7)$$

Bila  $F$  adalah resultan gaya fender dan  $d$  adalah pergeseran (*displacement*) fender, maka ada hubungan:

$$\frac{E}{2} = \frac{F \cdot d}{2} \quad (8)$$

$$E = \frac{W_s}{2g} v^2 \sin^2 \alpha \quad (9)$$

$$F = \frac{W_s}{2gd} v^2 \sin^2 \alpha \quad (10)$$

Dimana:

F = gaya bentur yang diserap sistem fender

d = pergeseran fender

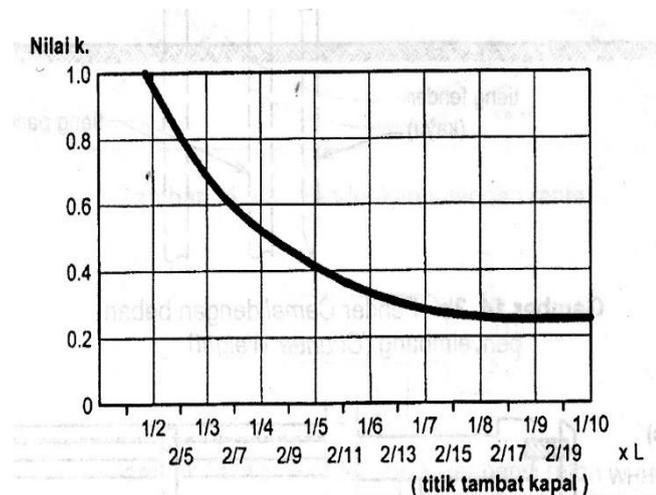
v = kecepatan kapal pada saat menambat (0,3 – 0,5) m/det

Ws = massa kapal (kapal yang bermuatan penuh)

$\alpha$  = sudut pendekatan (*approaching angle*)

Dari persamaan ini maka F adalah gaya yang harus dipikul system fender. Tergantung dari cara pendekatan kapal pada saat bertambat, maka panjang sentuh antar kapal dan tambatan menentukan pula besar energi yang timbul. Besar energi ini dapat dihitung dari nilai k berdasarkan Gambar 2.3 dimana:

$$F = \frac{Wv^2}{2g} \quad (11)$$



Gambar 2.25: Besar dan arah energi kinetis akibat kapal berbenturan dengan sistem fender (Triatmodjo,1996).

### 2.6.1 Kapal menumbuk dermaga

Pada saat kapal menumbuk dermaga akan timbul gaya horizontal. Gaya horizontal tersebut tergantung kepada besarnya energi kinetik yang diserap oleh sistem fender pada dermaga tersebut.

Besarnya gaya horizontal tersebut dapat dihitung dari diagram hubungan antara besarnya tumbukan pada fender dan gaya reaksi yang timbul (diagram tersebut biasanya terdapat pada brosur-brosur yang dikeluarkan oleh pabrik-pabrik fender).

Besarnya energi kinetik tersebut adalah:

$$F_k = \frac{WD \times V^2}{2g} \times C_m \times C_e \times C_s \quad (12)$$

Dimana:

$F_k$  = energi kinetik (tf.m)

$V$  = Komponen kecepatan kapal pada saat menumbuk dermaga yang arahnya tegak lurus dermaga ( $m^3/detik$ )

$WD$  = Displacement load (DL)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m / detik^2$ )

$C_m$  = Koefisien massa

$C_e$  = koefisien eksentrisitas

$C_s$  = koefisien kekerasan

$C_c$  = Faktor bentuk / ukuran tambatan

### 2.6.2 Kecepatan kapal ( $V$ )

Kecepatan kapal disini adalah komponen kecepatan yang arahnya tegak lurus dermaga pada saat kapal menumbuk dermaga.

### 2.6.3 Koefisien massa ( $C_m$ )

Pada saat kapal menumbuk dermaga, terjadi pergerakan air sepanjang kapal. Efek dari ini menimbulkan tambahan buai yang menumbuk dermaga. memungkinkan air laut terbawa bersamaan dengan kapal ketika bergerak

kesamping untuk bersandar pada *berth*. Ketika kapal berhenti setelah ditahan fender, air laut tetap terus mendorong badan kapal yang secara efektif meningkatkan massa keseluruhan.

Koefisien massa tersebut adalah:

$$C_m = 1 + \frac{2D}{B} \quad (13)$$

Dimana:

D = Draft dari kapal ( m )

B = Lebar kapal ( m )

Untuk kapal–kapal yang mempunyai panjang (LOA) jauh lebih besar dari lebar (B) atau draft (D) dan mempunyai *Displacement Load* lebih besar dari 20.000, maka tambahan berat akibat pergerakan air sepanjang kapal tersebut disamakan dengan cylinder air yang mempunyai tinggi sama dengan panjang kapal (LOA) dan diameter sama dengan Draft kapal (D), maka koefisien massanya adalah:

$$C_m = 1 + \frac{\pi/4 \times D^2 \times LOA \times \gamma}{DL} \quad (14)$$

Dimana:

D = Draft dari kapal ( m )

LOA = Panjang kapal

$\gamma$  = Berat jenis air (1,03 ton / m<sup>3</sup> untuk air laut)

DL = Displacement Load

#### 2.6.4 Koefisien eksentrisitas (Ce)

Pada umumnya kapal pada saat mendekati dermaga membentuk sudut yang besarnya dengan dermaga dan titik sentuhan tersebut dapat terletak pada haluan atau buritan kapal. Akibat adanya eksentrisitas tersebut timbul gaya rotasi pada saat tumbukan terjadi koefisien eksentrisitas tersebut dinyatakan dengan:

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2} \quad (15)$$

Dimana:

- $l$  = Jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal
- $r$  = Jari-jari girasi, jari-jari putaran di sekeliling pusat berat kapal pada permukaan air

Titik kontak pertama antara kapal dan dermaga adalah suatu titik dari  $\frac{1}{4}$  panjang kapal pada dermaga dan  $\frac{1}{3}$  panjang kapal pada dolphin, dan nilai  $l$  adalah:

- Dermaga :  $l = \frac{1}{4} \text{Loa}$
- Dolphin :  $l = \frac{1}{6} \text{Loa}$

### 2.6.5 Koefisien Kekerasan (Cs)

Koefisien kekerasan disini merupakan hubungan antara kekakuan dari kapal terhadap fender atau dengan kata lain merupakan hubungan antara energi yang diserap oleh kapal dan fender.

Fender bersifat relatif keras untuk meredam *berthing energy* dari lambung kapal, oleh karena itu sebagian *berthing energy* diserap oleh elastisitas deformasi lambung kapal

Kapal biasanya lebih kaku dibandingkan fender, oleh karena itu biasanya diambil  $C_s = 0,9$  atau diambil  $C_s = 0,95$ , jika diinginkan faktir keamanan lebih.

### 2.6.6 Berth Configuration Coefficient (Cc)

Ketika kapal bersandar dengan sudut yang yang kecil pada struktur dermaga tertutup, air diantara hull dan dermaga menjadi redaman dan menghilangkan sebagian kecil *berthing energy*.

### 2.6.7 Block Koefisien (Cb)

Block koefisien adalah fungsi dari bentuk lambung kapal dan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} \times B \times D \times \rho_{sw}} \quad (16)$$

Dimana:

W = Bobot kapal muatan penuh

L<sub>pp</sub> = Panjang garis air (m)

B = Beam (m)

D = Draft (m)

$\rho_{sw}$  = Seawater density  $\approx 1.025 \text{ t/m}^3$

Tabel 2.7: Block koefisien (C<sub>b</sub>) pada umumnya

<i>Container vessels</i>	0,6 - 0,8
<i>General Cargo dan Bulk Carriers</i>	0,72 - 0,85
<i>Tanker</i>	0,85
<i>Ferrie</i>	0,55 - 0,65
<i>RoRo vessel</i>	0,7 - 0,8

## 2.7 Energi Berthing Kapal (E)

Energi berthing kapal adalah energi yang akan bekerja pada dermaga yang akan diserap oleh fender. Akibat adanya energi yang ditimbulkan oleh benturan kapal, maka energi berthing kapal adalah:

$$E = \frac{1}{2} \times M_D \times V_B^2 \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c \quad (17)$$

Dimana:

E = *berthing* energi kapal (kN.m)

M<sub>D</sub> = *displacement the ship* (ton)

V<sub>B</sub> = kecepatan merapat kapal (m/s)

## 2.8 Energi at Abnormal (E<sub>an</sub>)

Energi at abnormal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{an} = SF \times E \quad (18)$$

Dimana:

SF = *safety factor*

$$= 1,5$$

E = *berthing* energi kapal (kN.m)

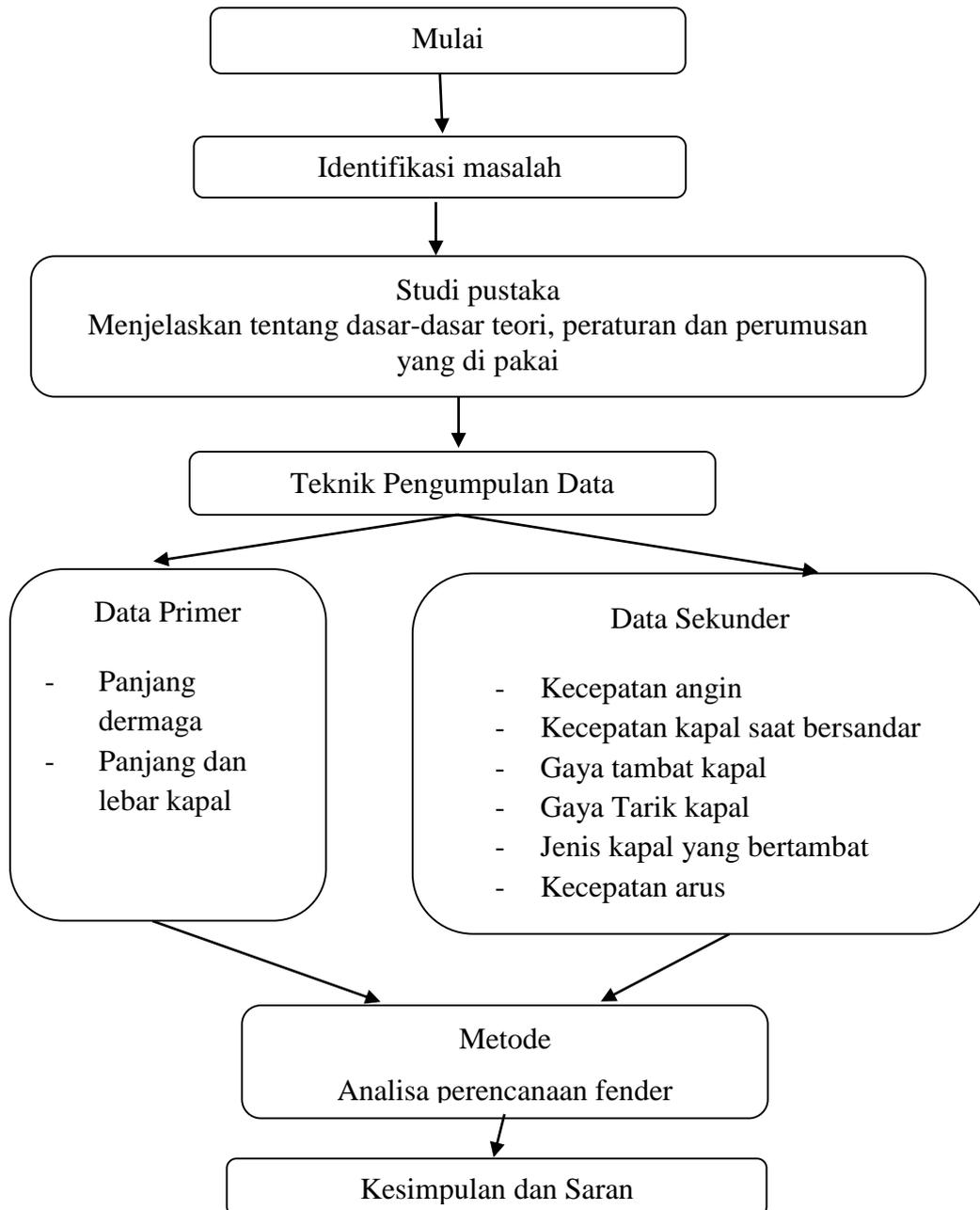
## **2.9 Bow Radius**

Kapal sering diasumsikan memiliki radius kelengkungan lambung konstan dari bow ke hull. Kapal berbentuk ramping yang dirancang untuk kecepatan tinggi (container, cruise dan kapal RoRo) akan memiliki kelengkungan bow yang membentang jauh ke belakang hull. Sebuah kapal yang dirancang untuk membawa muatan maksimum (bulk carrier atau oil & gas tanker) akan memiliki kelengkungan bow yang pendek.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Bagan Alir

Penelitian ini diselesaikan dengan mengikuti bagan alir berikut ini:



Gambar 3.1: Bagan alir

### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada didalam wilayah Kota Medan yang terletak lebih kurang 27 Km dari pusat kota, dimana Pelabuhan Belawan yang ditinjau adalah pada dermaga peti kemas yang terletak di Jl. Sumatera No.1 Belawan. Pelabuhan ini dikelola oleh PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia I, berkantor pusat di Jl. Sumatera, Belawan, Medan.



Gambar 3.2: Peta dan Lokasi Pelabuhan peti kemas Belawan.

### 3.3 Tata Letak Fasilitas Pelabuhan Belawan

Pelabuhan Belawan memiliki area kerjasekitar 12.072,33 hektar yang terdiri dari pangkalan Belawan Lama, pangkalan Ujung Baru, pangkalan Citra, Terminal Peti Kemas, Konvesional Gabion, dan Terminal Penumpang. Pelabuhan ini memiliki empat dermaga dua diantaranya mampu menyandarkan kapal dengan bobot masing-masing sebesar 7000 ton. Dengan statistic tersebut, tak heran pelabuhan ini menjadi pelabuhan terpenting di Pulau Sumatera.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Sebagai bahan dasar evaluasi untuk mendapatkan data pada penelitian ini, berupa

#### **3.4.1 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dalam literatur penulisan tugas akhir, dan data instansi terkait untuk mengambil suatu informasi data yang dibutuhkan sebagai bahan penelitian.

1. Kecepatan angin
2. Kecepatan kapal saat bersandar
3. Gaya tambat kapal
4. Gaya Tarik kapal
5. Jenis kapal yang bertambat
6. Kecepatan arus

#### **3.4.2 Data Primer**

Data primer merupakan, data yang didapatkan langsung dari lapangan dengan cara mengadakan peninjauan atau *survey* lapangan untuk melakukan pengamatan dan penelitian secara cermat dan memperhatikan kondisi lapangan yang sesuai kejadiannya yang berpengaruh terhadap pokok pembahasan penelitian ini. Antara lain adalah:

1. Panjang dermaga.
2. Panjang dan lebar kapal

### **3.5 Metode Analisa dan Pembahasan Data**

Perlunya analisa data ini untuk menentukan hasil yang akurat untuk mendapatkan kesimpulan pada penelitian yang telah dilakukan dari sumber yang diperoleh, yaitu dari instansi terkait dan dari kondisi lapangan. Adapun yang perlu disajikan dalam analisa data ini adalah:

1. Menghitung beban *berthing*, yaitu:
  - Koefisien Eksentrisitas (Ce)
  - Koefisien Masa Semu (Cm)

- Koefisien softness (Cs)
  - Koefisien konfigurasi penambatan (Cc)
2. Pemilihan fender dengan menggunakan rumus dari *Fentek Marine Fendering System*.
  3. Perhitungan jarak antar fender.

## **BAB 4**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN DATA**

#### **4.1 Analisa Pasang Surut**

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi muka air rencana, kedalaman kolam pelabuhan dan dimensi bangunan-bangunan pelabuhan. Sehingga dapat ditentukan penempatan dermaga dan elevasi deck dermaga.

##### **4.1.1 Konstanta Pasang Surut**

Hasil analisa data pasang surut mendapatkan besar pasang surut. Konstanta pasang surut ini umumnya menentukan gerakan air dalam periode tengah harian, tergantung tipe pasang surut yang terjadi ini karena relatif lebih mudah dengan menggunakan tabel-tabel yang sudah ada. Sembilan komponen utama konstanta pasang surut yang diperoleh adalah M2,S2,N2,K1,O1,M4,MS4,K2, dan P1.

M2 : Komponen utama bulanan (semi diurnal)

S2 : Komponen utama matahari (semi diurnal)

N2 : Komponen eliptis bulan

K1 : Komponen bulan

O1 : Komponen utama bulan (diurnal)

M4 : Komponen utama bulan (kuarter diurnal)

MS4 : Komponen matahari bulan

K2 : Komponen bulan

P1 : Komponen utama matahari (diurnal)

##### **4.1.2 Elevasi Pasang Surut**

Elevasi pasang surut (sumber: hasil survey Hidro-oceanografi) yang digunakan dalam desain dermaga ini adalah:

- HWS : + 4,00 m LWS
- MSL : + 1,80 m LWS
- LWS : + 0,00 m LWS

Tabel 4.1: Elevasi dermaga (OCDI)

Kondisi pasut dan batimetri lokasi rencana dermaga	Tidal range > 3.0 m	Tidal range < 3.0 m
Kedalaman air > 4.5 m	+ 0.5 ~ 1.5 m	+ 1.0 ~ 2.0 m
Kedalaman air < 4.5 m	+ 0.3 ~ 1.0 m	+ 0.5 ~ 1.5 m

Elevasi lantai rencana adalah: + 1.8 m diatas HWS = + 5.8 m LWS

## 4.2 Angin

Berdasarkan data-data Dinas Meteorologi dan Geofisika, pengamatan dari stasiun terdekat, Mayoritas kecepatan angin adalah sebesar 0,44 m / detik. Angin yang dominan adalah Angin Musim dan Angin Pasat. Angin musim Timur Laut berlangsung dari November hingga Maret, dan biasanya berawan & hujan. Sedangkan angin musim Barat Daya berlangsung dari Juni sampai September dan merupakan musim hujan yang sangat rendah.

## 4.3 Arus

Arus yang terjadi di pelabuhan ini hampir sejajar dengan garis kontour dasar laut dan garis pantai. Arah arus menuju ke Timur pada saat air pasang dan menuju ke Barat pada saat air surut. Kecepatan arus maksimum yang terjadi pada saat pasang umumnya sebesar 0,85 m / detik pada permukaan air dan 0,75 m / detik pada dasar laut. Selama surut, kecepatan arus maksimum yang terjadi adalah 0,43 m / detik pada permukaan air dan 0,53 m / detik pada dasar laut.

## 4.4 Perencanaan Kapal Desain

Dermaga Peti Kemas PT.Pelabuhan Indonesia cabang Belawan direncanakan akan melayani kapal 50000 DWT. Berikut adalah data kapal yang akan digunakan pada proses desain dermaga Peti kemas PT. Pelabuhan Indonesia cabang Belawan:

Tonnase : 50000 DWT  
 Panjang (LOA) : 267 m  
 Lebar (B) : 32.2 m

Draft (D) : 12.5 m

#### 4.5 Beban Berthing dan Pemilihan Fender

Keperluan fender bagi suatu dermaga sangat ditentukan dari ukuran kapal dan kecepatan merapat. Dalam pemilihan fender yang akan digunakan terlebih dahulu menentukan energi yang akan bejerja pada fender. Adapun data-data yang dipakai dalam perencanaan fender adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2: Tabel data kapal rencana terbesar yang bersandar di dermaga peti kemas Belawan (RKS Pelabuhan Indonesia)

Jenis Kapal		
DWT	Ton	50.000
LOA	M	267
Beam	M	32,2
Draft	M	12,5
Kecepatan Merapat	m/det	0,12
Sudut Merapat	Derajat	10

##### 1. Perhitungan beban berthing

- Koefisien Eksentrisitas (Ce)

$$Ce = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

Dimana :

$l$  = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar kapal

$R$  = *distance of the point of the contact from the centre the mass (m)*

Dimana :

$$l = \frac{1}{4} LOA$$

$$l = \frac{1}{4} \times 267$$

$$= 66,75$$

$R$  = *distance of the point of contact from the centre of the mass (m)*

$$.R = \left( \left( \frac{LOA}{4} \right) + \left( \frac{B}{2} \right) \right)$$

$$= \left( \left( \frac{267}{4} \right) + \left( \frac{32,2}{2} \right) \right)$$

$$= 68,66 \text{ m}$$

- Maka Faktor eksentrisitas ( $C_e$ ),

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

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{66,75}{68,66}\right)^2}$$

$$= 0,50$$

$$m = \left( K^2 + \left(\frac{B}{2}\right)^2 \right) 0,5$$

$$= \left( K^2 + \left(\frac{32,2}{2}\right)^2 \right) 0,5$$

$$= 62,17 \text{ m}$$

- Koefisien hydrodynamic mass ( $C_m$ )

$$C_m = 1 + \frac{2D}{B}$$

Dimana :

$D = draught$  (m)

$B = beam$  (m)

$$C_m = 1 + \frac{2 \times 12,5}{32,2}$$

$$= 1,78 \text{ m}$$

- Koefisien Block ( $C_b$ )

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} \times B \times D \times \rho_{sw}}$$

Dimana:

$W$  = Bobot kapal muatan penuh

$L_{pp}$  = Panjang garis air (m)

$B$  = Beam (m)

$D$  = Draft (m)

$\rho_{sw}$  = Seawater density  $\approx 1.025 \text{ t/m}^3$

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} \times B \times D \times \rho_{sw}}$$

$$C_b = \frac{50000}{267 \times 32,2 \times 12,5 \times 1,025}$$

$$C_b = \frac{50000}{110154,187}$$

$$C_b = 0,454$$

- Koefisien Softness (Cs)

Nilai koefisien softness diambil sebesar = 1,0 (OCDI) dengan asumsi tidak terjadi deformasi pada dinding kapal.

- Koefisien Konfigurasi Merapat (Cc)

Nilai koefisien konfigurasi rapat diambil sebesar = 1,0.

- Energi berthing kapal (E) dan Energi at Abnormal (Ean)

$$E = \frac{1}{2} \times M_D \times V_B^2 \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c$$

$$E_{an} = SF \times E$$

Dimana:

E = *berthing* energi kapal (kN.m)

M<sub>D</sub> = *displacement the ship* (ton)

V<sub>B</sub> = kecepatan merapat kapal (m/s)

$$= 0,12 \text{ m/s}$$

SF = *safety factor*

$$= 1,5$$

Maka *berthing* energi kapal,

$$E = \frac{1}{2} \times M_D \times V_B^2 \times C_e \times C_m \times C_s \times C_c$$

$$E = \frac{1}{2} \times 65000 \times 0,10^2 \times 0,50 \times 1,78 \times 1 \times 1$$

$$= 29,39 \text{ t.m}$$

Maka energi at abnormal,

$$E_{an} = SF \times E$$

$$E_{an} = 1,5 \times 29,39$$

$$= 44,08 \text{ t.m}$$

- Kecepatan merapat ( $v$ )

$v =$  Kecepatan merapat

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

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

$$v = 0,020 \text{ m/s}$$

## 2. Pemilihan Fender

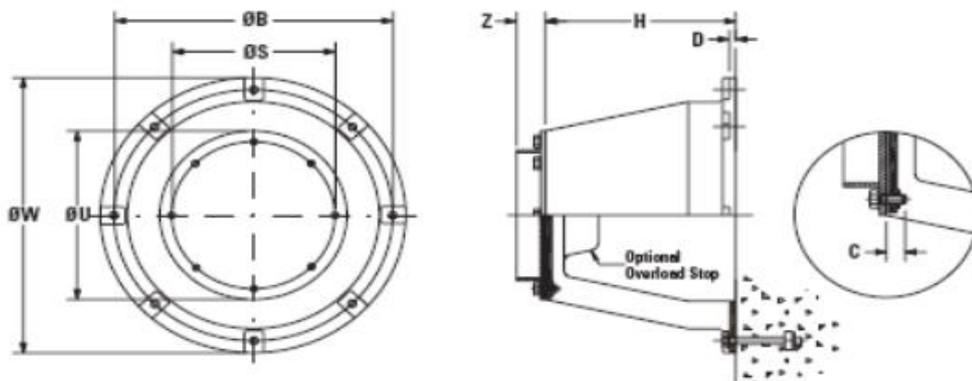
Hasil perhitungan energi berthing diatas akan menentukan jenis fender yang akan digunakan. Dalam pemilihan ini, akan menggunakan rumus dari *Fentek Marine Fendering System*.

Dari perhitungan asumsi kontak 2 fender, super cone fender mampu menyerap energy berthing sebesar  $44,08/2 = 22,04 \text{ ton.m}$  adalah tipe cone fender 900 H dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Energy Absorpsi (max) = 275 kN/m (27,5 ton.m)
- Reaksi Fender (max) = 585 kN (58,5 ton)

Tabel 4.3: Dimensi Fender SCN 900 (Fentek Marine Fendering System)

Fender	H	ØW	ØU	D	ØB	ØS	W	Bolts
SSCnF 900	900	1440	885	35	1313	770	841	6



Gambar 4.1: Dimensi fender (Fentek Marine Catalog)

Gaya impact kapal yang diterima oleh struktur dermaga adalah:

$$E_{an} = 44,08/2 = 22,04 \text{ ton}$$

3. Jarak antar fender



Gambar 4.2: Ilustrasi jarak antar fender

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

$$RB = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{B}{2} \right) + \left( \frac{LOA^2}{8B} \right) \right]$$

Dimana:

L = Jarak antar fender

r = Radius bow kapal

h = Tinggi fender

B = Beam

LOA = Vessel Length Overall

$$RB = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{32,2}{2} \right) + \left( \frac{267^2}{8 \times 32,2} \right) \right]$$

$$= 146,421$$

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

Dimana:

L = Jarak antar fender

r = Bow radius

h = Tinggi fender

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

$$L=2\sqrt{146,421^2-(146,421-0,9)^2}$$

$$L=2\sqrt{21439,109-21176,361}$$

$$L=2\sqrt{262,748}$$

$$L=\sqrt{32,419}$$

$$L=5,693 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka jarak antar fender yang diambil dan memenuhi kriteria adalah 5,693 m. dengan catatan bahwa jarak fender yang lebar mungkin sesuai dengan teori tapi pada kenyataannya jarak maksimal antar fender yang sesuai adalah 12-15 m.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil pembahasan, maka dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan energi berthing yang menggunakan rumus dari *Fentek Marine Fendering System*, dan asumsi kontak 2 fender menggunakan jenis fender super cone yang mampu menyerap energi berthing sebesar  $44,08/2 = 22,04$  ton.m.
2. Setelah didapat hasil perhitungan energi berthing, maka jenis fender yang digunakan adalah tipe cone fender 900 H dengan spesifikasi sebagai berikut:
  - Energy Absorpsi (max) = 275 kN.m
  - Reaksi Fender (max) = 585 kN

Dengan bobot kapal 50.000 DWT fender yang digunakan tipe cone fender 900 H mampu menahan energi tumbukan kapal ketika bertambat dibadan dermaga. Jarak fender yang diambil untuk dermaga sepanjang 32 m adalah 5,693 m.

#### 5.2 Saran

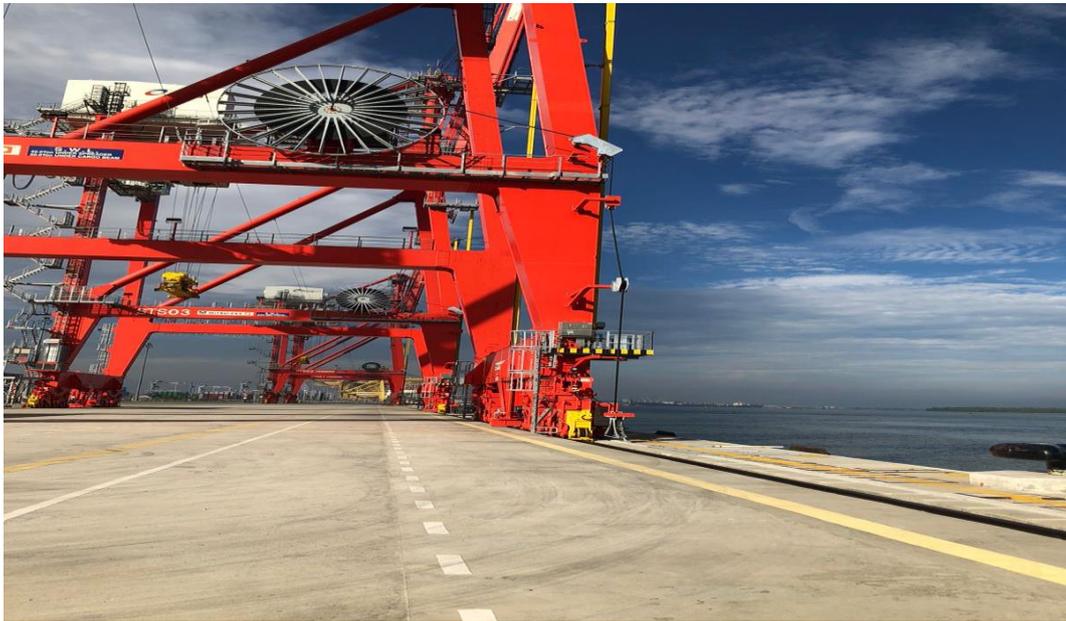
Berdasarkan hasil pembahasan dan kesimpulan diatas, maka saran sebagai masukan dari penulis yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Jika merencanakan suatu dermaga harus selalu dilakukan perawatan secara berkala agar konstruksi dermaga tetap memiliki bentuk dan kondisi seperti yang telah direncanakan dan tetap berfungsi dengan baik .
2. Dalam perencanaan fender harus memperhatikan banyaknya jumlah kapal dan bobot maksimum kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Triadmodjo, (1996). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta offset.
- Yanti, D., Gunawan, I., & Hisyam, E. S. (2018). *Perencanaan struktur dermaga pelabuhan tanjung gudang belinyu kabupaten bangka*, 6(1), 6.
- Kramadibatra, (1985) *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Design Kriteria Perencanaan Pelabuhan.
- Mandi, N. B. (2015). *Perencanaan dan Perancangan Kontruksi Bangunan Laut dan Pantai*. Denpasar: Arti Foundation.
- Masagus Zainal Abidin, P. W. (2018). (Studi kasus dermaga pengangkut minyak, Luwuk Banggai Provinsi Sulawesi Tengah). *PERENCANAAN FENDER DERMAGA*, 13.
- Syahputra, T. A. (2015). *DESAIN FENDER PADA CONDENSATE AND SULPHURIC ACID BERTH PT. PERTAMINA-MEDCO E&P (JOB PMTS) DI SENORO BLOCK PROJECT* . Surabaya.
- FENTEK Marine Fendering System*. (n.d.).
- RKS Civil Work Pelabuhan Indonesia I

## LAMPIRAN



Gambar 1: Dermaga pada pelabuhan peti kemas Belawan.



Gambar 2: kapal yang sedang bersandar pada dermaga pelabuhan peti kemas Belawan.



Gambar 3: jarak antar fender yang ada di pelabuhan peti kemas Belawan.



Gambar 4: fender yang ada di dermaga pelabuhan peti kemas Belawan.

## 1. Data Kapal

- Ukuran kapal (maksimum) : 50.000 DWT
- Panjang (LOA) : 267 m
- Lebar (B) : 32.2 m
- Draft (D) : 12.5 m

## 2. Data Dermaga

- Dimensi Dermaga : 32 m x 350 m

### 1.3.3 Angin

Berdasarkan data-data Dinas Meteorologi dan Geofisika, pengamatan dari stasiun terdekat, Mayoritas kecepatan angin adalah sebesar 0,44 m / detik. Angin yang dominan adalah Angin Musim dan Angin Pasat. Angin musim Timur Laut berlangsung dari November hingga Maret, dan biasanya berawan & hujan. Sedangkan angin musim Barat Daya berlangsung dari Juni sampai September dan merupakan musim hujan yang sangat rendah.

### 1.3.6 Arus

Arus yang terjadi di pelabuhan ini hampir sejajar dengan garis kontour dasar laut dan garis pantai. Arah arus menuju ke Timur pada saat air pasang dan menuju ke Barat pada saat air surut. Kecepatan arus maksimum yang terjadi pada saat pasang umumnya sebesar 0,85 m / detik pada permukaan air dan 0,75 m / detik pada dasar laut. Selama surut, kecepatan arus maksimum yang terjadi adalah 0,43 m / detik pada permukaan air dan 0,53 m / detik pada dasar laut.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Brilian Sukarsyah  
Panggilan : Brilian  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 21 Agustus 1999  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jl. KI Yos Sudarso Km. 15,5 No.118  
Agama : Islam

### Nama Orang Tua

Ayah : Syahril  
Ibu : Almh. Sukarni Singarimbun  
No. HP : 081397552616  
E-mail : [briliansukarsyah@gmail.com](mailto:briliansukarsyah@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210200  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD SWASTA DR WAHIDIN	2011
2	SMP	SMP SWASTA DR WAHIDIN	2014
3	SMA	SMA SWASTA DHARMAWANGSA	2017
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017 sampai selesai.		