

Capt. Dedy Kurniawan, MM.
Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd.

BUKU AJAR

KONSTRUKSI DAN

STABILITAS

KAPAL



Buku Ajar

Konstruksi dan Stabilitas Kapal

Capt. Dedy Kurniawan, MM.
Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd.

Editor: Dr. Muhammad Rizal, M.Si., Ak., CMA

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam dan dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penulis

Buku Ajar

Konstruksi dan Stabilitas Kapal

Capt. Dedy Kurniawan, MM.
Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd.

Editor: Dr. Muhammad Rizal, M.Si., Ak., CMA

Penerbit



Judul

Buku Ajar Konstruksi dan Stabilitas Kapal

Tim Penulis

Capt. Dedy Kurniawan, MM.

Rispa Saeful Mu'tamar, M.Pd.

Editor

Dr. Muhammad Rizal.,M.Si.,Ak.,CMA.

Desain Sampul & Layout

Siti Nur Fatimah, S.Pd.

Hak Cipta 2024, pada penulis

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan pertama kali oleh:

**UNIMED PUBLISHER**

Anggota IKAPI No. 052/Anggota Luar Biasa/SUT/2021

Universitas Negeri Medan

Jl. Willem Iskandar / Pasar V, Medan, Sumatera Utara,

Indonesia, Kode Pos 20221

Surel: publisher@unimed.ac.id

Hp: +62822-6760-0400

Website: <https://publisher.unimed.ac.id>

ISBN: 978-623-5951-52-2

E-ISBN: 978-623-5951-51-5

Xii + 121 hlm; 15,5x 23 cm

PRAKATA

Alhamdulillah, rasa syukur kepada Allah Swt., berkat curahan hidayah, taufik, dan ilmunya “Buku Ajar Konstruksi dan Stabilitas Kapal” dapat terselesaikan dengan baik.

Buku ini merupakan tuntunan agar penyampaian sebuah materi bisa dilaksanakan secara sistematis.

Penekanan utama dari buku ini tidak semata pada kajian teori, tetapi dilengkapi praktik dan contoh-contoh yang disertai foto tabel baik khususnya terkait implementasi Konstruksi dan Stabilitas Kapal di pelayaran.

Isi buku ini mengajak pembaca untuk melakukan observasi nantinya di laut pelayaran. Pelaksanaan tugas disajikan lengkap dalam buku ini. Sehingga nantinya menjadi poin penting buku dibandingkan buku-buku Konstruksi dan Stabilitas Kapal yang pernah ada.

Buku Ajar Konstruksi dan Stabilitas Kapal tentunya masih jauh dari kata sempurna. Maka, penulis membutuhkan kritik konstruktif, serta saran untuk penyempurnaan buku ini selanjutnya.

Medan, Agustus 2024

Tim Penulis

PENGANTAR EDITOR

Puji syukur ke hadirat Allah swt yang senantiasa memberikan nikmat dan hidayah-Nya. Berkat izin dan ridho-Nya maka terselesailah “Buku Ajar Konstruksi Dan Stabilitas Kapal” ini di hadapan para pembaca sekalian. Selanjutnya salawat dan salam kepada junjungan nabi besar Muhammad saw, yang dengan pengorbanan dan keteladanan beliaulah kita menjadi makhluk yang berbudi pekerti luhur.

Dalam dunia pelayaran penting untuk mengetahui Konstruksi Dan Stabilitas kapal dimana didalamnya membahas lebih rinci mengenai perhitungan, statistic dalam perkapalan dan laut. Sebagai mahasiswa pelayaran sangat penting untuk mengetahui dan mempelajari segala yang terkait tentang hal ini sejak dini sebagai bekal dalam pelayaran nantinya.

Lebih lanjut, di dalam buku ini nantinya akan membekali mahasiswa tentang pentingnya mengetahui displacement, buoyancy, static stability, initial stability, angle of loll, static stability curve, list and correction, free surface, ukuran-ukuran pokok kapal, ship stress, hull structure, bow and stern, fittings, plimsoll mark, rudder, dan biro klasifikasi Indonesia.

Akhirnya, kami mengakui penting untuk memiliki buku ini sebagai bekal dan modal yang baik untuk belajar bersama. Tentu tidak hanya terbatas kepada kalangan dosen dan mahasiswa saja, tetapi teman-teman sejawat para pendidik yang mencintai pendidikan di luaran sana yang sama-sama tergerak hatinya untuk kemajuan pendidikan pelayaran di negeri ini. Bagi para guru, calon guru dan masyarakat umum secara luas.

Akhir kata, kami ucapkan selamat kepada penulis terhadap terbitnya buku ini. Semoga diterima secara luas dan terbuka. Dengan niat yang tulus semoga buku ini dapat menjadi beal jariah bagi diri pribadi penulis kelak. Amin.

Medan, Agustus 2024

Editor

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
PENGANTAR EDITOR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
INTRODUKSI	x
A. Diskripsi Mata Kuliah	x
B. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	xi
C. Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah	xi
D. Materi Mata Kuliah	xi
E. Prasyarat Pembelajaran	xii
F. Penggunaan Buku Ajar	xii
BAB I DISPLACEMENT	2
A. Tujuan Pembelajaran	2
B. Materi Pembelajaran	2
C. Rangkuman	7
D. Evaluasi	8
BAB II BUOYANCY	10
A. Tujuan Pembelajaran	10
B. Materi Pembelajaran	10
C. Rangkuman	13
D. Evaluasi	14
BAB III STATIC STABILITY	16
A. Tujuan Pembelajaran	16
B. Materi Pembelajaran	16
C. Rangkuman	22
D. Evaluasi	24
BAB IV INTIAL STABILITY	26

A. Tujuan Pembelajaran.....	26
B. Materi Pembelajaran.....	26
C. Rangkuman	31
D. Evaluasi.....	32
BAB V ANGEL OF LOLL.....	34
A. Tujuan Pembelajaran.....	34
B. Materi Pembelajaran.....	34
C. Rangkuman	35
D. Evaluasi.....	36
BAB VI STATIC STABILITY CURVE.....	38
A. Tujuan Pembelajaran.....	38
B. Materi Pembelajaran.....	38
C. Rangkuman	40
D. Evaluasi.....	40
BAB VII PERGESERAN TITIK BERAT KAPAL.....	42
A. Tujuan Pembelajaran.....	42
B. Materi Pembelajaran.....	42
C. Rangkuman	46
D. Evaluasi.....	46
BAB VIII LIST AND CORRECTION	48
A. Tujuan Pembelajaran.....	48
B. Materi Pembelajaran.....	48
C. Rangkuman	51
D. Evaluasi.....	52
BAB IX FREE SURFACE	54
A. Tujuan Pembelajaran.....	54
B. Materi Pembelajaran.....	54

C. Rangkuman.....	55
D. Evaluasi.....	56
BAB X UKURAN-UKURAN POKOK DAN	58
BENTUK - BENTUK KAPAL	58
A. Tujuan Pembelajaran	58
B. Materi Pembelajaran.....	58
C. Rangkuman.....	71
D. Evaluasi	72
BAB XI SHIP STRESS	74
A. Tujuan Pembelajaran	74
B. Materi Pembelajaran.....	74
C. Rangkuman.....	77
D. Evaluasi	78
BAB XII HULL STRUCTURE.....	80
A. Tujuan Pembelajaran	80
B. Materi Pembelajaran.....	80
C. Rangkuman.....	85
D. Evaluasi	86
BAB XIII BOW AND STERN	88
A. Tujuan Pembelajaran	88
B. Materi Pembelajaran.....	88
C. Rangkuman.....	90
D. Evaluasi	90
BAB XIV FITTING	92
A. Tujuan Pembelajaran	92
B. Materi Pembelajaran.....	92
C. Rangkuman.....	101

E. Evaluasi.....	102
BAB XV PLIMSOLL MARK	104
A. Tujuan Pembelajaran.....	104
B. Materi Pembelajaran.....	104
C. Rangkuman	107
D. Evaluasi.....	108
BAB XVI RUDDER.....	110
A. Tujuan Pembelajaran.....	110
B. Materi Pembelajaran.....	110
C. Rangkuman	113
D. Evaluasi.....	114
BAB XVII BIRO KLASIFIKASI	116
A. Tujuan Pembelajaran.....	116
B. Materi Pembelajaran.....	116
C. Rangkuman	117
D. Evaluasi.....	118
GLOSARIUM.....	119
DAFTAR PUSTAKA	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Displacement	4
Gambar 1.2 Hydrometer	5
Gambar 2.1 Center of Buoyancy	11
Gambar 2.2 Plimsoll Mark	13
Gambar 3.1 Titik G	17
Gambar 3.2 Titik B	18
Gambar 3.3 Titik M Kapal	19
Gambar 3.4 Titik Penting Pada Stabilitas	19
Gambar 3.5 Kemiringan Kapal	20
Gambar 3.6 Diagram Righting Arm Curve	22
Gambar 4.1 Titik Intial Stability	27
Gambar 4.2 Titik Intial Stability	28
Gambar 4.3 Titik Intial Stability	28
Gambar 4.4 Stabilitas Negatif	30
Gambar 4.5 Momen Penerus	31
Gambar 5.1 Angel of Loll	35
Gambar 6.1 Cross Curve of Stability	40
Gambar 6.2 Gz Cross Curve	40
Gambar 7.1 Jarak Pergeseran Gg1	44
Gambar 7.2 Jarak Pergeseran G Ke G1	45
Gambar 7.3 Displacement	45
Gambar 7.4 Jarak Pergeseran G Ke G1	46
Gambar 7.5 Pengaruh Bobot Gantung	46
Gambar 8.1 Jarak Pergeseran Titik Berat Kapal	49
Gambar 8.2 Jarak Penyimpangan Tali Bandul	50
Gambar 8.3 Jarak Penyimpangan Tali Bandul	51
Gambar 9.1 Tangki Cairan	55
Gambar 9.2 Free Surface	55
Gambar 10.1 Kapal General Cargo	60
Gambar 10.2 Kapal Oil Tanker	61
Gambar 10.3 Chemical Tanker	62
Gambar 10.4 Kapal Lpg	63
Gambar 10.5 Kapal Bulk Carrier	64
Gambar 10.6 Kapal Konteiner	65
Gambar 10.7 Kapal Ro-Ro	66
Gambar 10.8 Kapal Penumpang	66
Gambar 10.9 Bentuk Kapal	67

Gambar 10.10 Bagian-Bagian Kapal	71
Gambar 11.1 Longitudinal Stresses	76
Gambar 11.2 Dynamic Loading of Ship's Structure	76
Gambar 11.3 Racking.....	78
Gambar 12.1 Struktur Badan Kapal.....	82
Gambar 12.2 Bentuk Gading-Gading	83
Gambar 12.3 Jenis-Jenis Gading - Gading	84
Gambar 12.4 Penomoran Kulit Kapal.....	86
Gambar 14.1 Weater Deck.....	94
Gambar 14.2 Cargo Hold.....	94
Gambar 14.3 Ventilator	95
Gambar 14.4 Hatch	96
Gambar 14.5 Fairlead Dan Bollard	97
Gambar 14.6 Deck Fitting.....	98
Gambar 14.7 Diagram Piping.....	100
Gambar 14.8 Bilge Strainer.....	101
Gambar 15.1 Plimsoll Mark.....	105
Gambar 15.2 Kapal General Cargo	105
Gambar 15.3 Kapal Pengangkut Barang.....	106
Gambar 15.4 Contoh Plimsoll Mark pada Sebuah Kapal	106
Gambar 15.5 Pembacaan Draft.....	107
Gambar 15.6 Load Line Chart.....	108
Gambar 16.1 Kerangka Plat Ganda.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 14.1 Simbol Kapal.....	101
------------------------------	-----

INTRODUKSI

A. Diskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah ini membahas penjelasan, pengelompokan dan prinsip dasar kode isyarat internasional, dilanjutkan dengan kajian yang mendalam tentang definisi-definisi istilah pengisyratan, metode pengisyratan dll.

Sasaran pembelajaran ini agar mahasiswa mampu memahami, menguasai, dan terampil dalam mengimplementasikan maksud dan tujuan diadakan kode isyarat internasional, pengelompokan dan prinsip dasar kode isyarat internasional.

Materi yang dibahas konsep dasar displacement, buoyancy, static stability, initial stability, angle of loll, static stability curve, list and correction, free surface, ukuran-ukuran pokok kapal, *ship stress, hull structure, bow and stern, fittings, plimsoll mark, rudder*, dan biro klasifikasi Indonesia

Perkuliahan dilaksanakan 16 kali pertemuan, tentunya di awal semester dilaksanakan 7 (tujuh) kali pertemuan plus Ujian Tengah Semester (UTS) sedangkan pascaUTS dilaksanakan 7 kali pertemuan ditambah Ujian Akhir Semester (UAS).

Untuk mencapai tujuan dan isi materi digunakan beberapa metode pembelajaran, seperti ceramah, dan diskusi, *think pair share (TPS), Reading Log and DEAR (Drop Everything and Read), Snowball Throwing* dan pembelajaran berbasis proyek dan memanfaatkan pembelajaran berbasis ICT

Penilaian (evaluasi) meliputi *TR = Tugas Report, MR = Materi Report, JR = Jurnal Report, MnR = Mini Reasearch. Dengan Tatap Muka (TTM), Tugas Terstruktur (TT) dan Tugas Mandiri (TM).*

B. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

Mahasiswa mampu membahas tentang konsep displacement, buoyancy, static stability, initial stability, angle of loll, static stability curve, list and correction, free surface, ukuran-ukuran pokok kapal, ship stress, hull structure, bow and stern, fittings, plimsoll mark, rudder, dan biro klasifikasi Indonesia

C. Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Memahami dan memiliki wawasan tentang kontruksi dan stabilitas kapal.
2. Mahasiswa dapat memahami buoyancy.
3. Mahasiswa dapat memahami static stability.
4. Mahasiswa dapat memahami initial stability.
5. Mahasiswa dapat memahami angle of loll.
6. Mahasiswa dapat memahami static stability curve.
7. Mahasiswa dapat memahami ship stress.
8. Mahasiswa dapat memahami hull structure.
9. Mahasiswa dapat memahami bow and stern.
10. Mahasiswa dapat memahami fittings.
11. Mahasiswa dapat memahami plimsoll mark.
12. Mahasiswa dapat memahami rudder.
13. Mahasiswa dapat memahami biro klasifikasi.

D. Materi Mata Kuliah

Adapun materi kuliah yang diajarkan pada semester yang tertuang dalam “Buku Ajar Konstruksi Dan Stabilitas Kapal” sbagai berikut:

1. Kontruksi dan Stabilitas Kapal
2. Buoyancy
3. Static Stability
4. Initial Stability
5. Angle of Loll

6. Static Stability Curve
7. Ship Stress
8. Hull Structure
9. Bow and Stern
10. Fittings
11. Plimsoll Mark
12. Rudder
13. Klasifikasi

E. Prasyarat Pembelajaran

Mahasiswa yang mengikuti perkuliahan dalam kelas harus memiliki pengetahuan dasar tentang Kontruksi dan Stabilitas Kapal.

F. Penggunaan Buku Ajar

Buku ini merupakan bahan ajar primer untuk mata kuliah Konstruksi dan Stabilitas Kapal. Dalam buku ini terdapat teori dan praktik serta materi yang diajarkan dilengkapi foto-foto serta barcode observasi mahasiswa. Mahasiswa diminta runtut dalam memanfaatkan buku ajar ini.

BAGIAN

1

DISPLACEMENT

BAB I DISPLACEMENT

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah memahami uraian dalam bab ini, diharapkan mahasiswa memahami maksud dan tujuan pembelajaran displacement adalah untuk memahami dan menghitung perpindahan suatu objek, serta menghubungkannya dengan konsep fisika lainnya seperti kecepatan, percepatan, dan waktu, dengan tujuan menerapkan dalam situasi nyata dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Materi pada bab ini untuk mempersiapkan mahasiswa dalam mempelajari bab selanjutnya yaitu buoyancy, diharapkan sebelum mempelajari bab selanjutnya mahasiswa menguasai kompetensi yang diharapkan dalam bab ini.

B. Materi Pembelajaran

1. Displacement

Displacement merupakan istilah yang lazim digunakan diatas kapal untuk menyatakan berat kapal dalam satuan Ton. Beberapa istilah yang sering digunakan diatas kapal antara lain:

a. Displacement:

Berat kapal beserta seluruh isinya.

b. Light Displacement:

Berat kapal kosong, yaitu berat kapal yang terdiri dari badan kapal, mesin- mesin kapal, peralatan tetap kapal.

c. Loaded Displacement:

Berat kapal secara keseluruhan pada saat kapal terbenam pada draft maksimum yang diperbolehkan. Load displacement = Light Displacement + DWT

Dead Weight Tonnage (DWT):

Kemampuan kapal untuk dapat dimuati beban seperti: muatan, air tawar, bahan bakar, perbekalan, minyak lumas, penumpang, begasi, awak kapal dan lainnya, sampai pada draft tertentu dan pada cairan dengan density tertentu pula. $DWT = Operating Load + Cargo$
Operating load yaitu berat dari sarana dan alat-alat untuk mengoperasikan kapal dimana tanpa alat ini kapal tidak dapat berlayar.

d. Cargo DWT

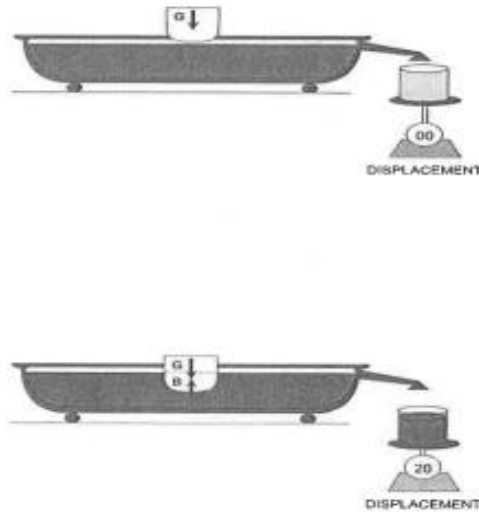
Kemampuan kapal untuk memuat sejumlah muatan sampai dengan draft maksimum yang diperbolehkan.

e. Draft

Jarak tegak yang diukur dari lunas kapal sampai dengan bidang permukaan air Draft kapal pada saat kapal kosong disebut light draft. Draft kapal pada saat kapal mencapai draft maksimal disebut load draft.

f. TPC

adalah sejumlah bobot/berat dalam ton yang digunakan untuk merubah draft rata-rata kapal sebesar 1 cm. Displacement dinyatakan dengan symbol (Δ) dengan satuan (Ton) Volume displacement dengan symbol (∇) dengan satuan (M³) Displacement juga dapat didefinisikan merupakan berat cairan yang dipindahkan oleh bagian kapal yang terbenam didalam air. Untuk memudahkan memahami displacement perhatikan ilustrasi gambar dibawah ini!



Gambar 1.1 Displacement

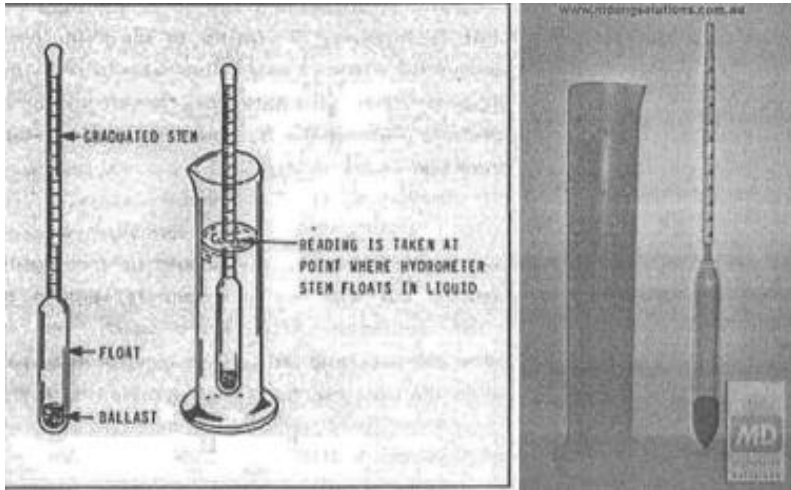
Apabila kapal mengapung pada cairan yang mempunyai perbedaan *density* maka akan mengalami perubahan :

1. Apabila *displacement* kapal tetap maka Volume displacement kapal akan berubah sehingga draft kapal pun akan berubah.
2. Apabila volume *displacement* kapal tetap maka displacement kapal akan berubah.

Density air laut (seawater) yaitu 1.025 ton / M³

Density air tawar (freshwater) yaitu 1.000 ton / M³

Density air payau (dockwater) yaitu diantara density air laut dan air tawar. Alat yang digunakan untuk mengetahui density suatu cairan disebut dengan hydrometer seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1.2 Hydrometer

Dalam bernavigasi kapal berlayar tidak hanya di air laut saja tetapi juga menyusuri perairan yang mempunyai density yang berbeda - beda seperti sungai, terusan maka kapal akan mengalami perubahan draft kapal. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan draft rata - rata kapal apabila melewati perairan yang berbeda densitynya maka dihitung dengan mengetahui nilai FWA (fresh water allowance) dan DWA (dock water allowance).

FWA : Besarnya perubahan draft rata-rata kapal yang terjadi jika kapal berlayar dari air laut (density 1.025 Ton/M³) ke air tawar (density 1.000 Ton/M³) atau sebaliknya.

Nilai FWA ini sama dengan jarak tegak antara summer draft dan freshwater draft dan jarak tegak Tropic draft dan Tropic Freshwater draft pada Plimsoll mark kapal Nilai FWA juga dirumuskan :

$$FWA = \frac{\Delta}{40 \times TPC}$$

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Δ = summer displacement (Ton)

TPC = Ton percentimeter immersion (Ton / Cm)

DWA: Perubahan draft kapal yang terjadi karena perbedaan density air, misalnya kapal berlayar dari air laut dengan density 1,025 Ton/M³ ke air payau dengan density tertentu (density > 1,000 Ton/M³ dan < 1,025 Ton/M³), atau sebaliknya.

$$DWA = FWA \times \frac{\text{Density air laut} - \text{Density air payau}}{\text{Density air laut} - \text{Density air tawar}}$$

Untuk mengetahui displacement sebuah kapal dapat dilakukan dengan :

1. Menjumlahkan *lightship* kapal dengan seluruh isi kapal pada saat itu.
2. Membaca *Hydrostatic* particular table dengan argument draft rata - rata.
- 3.

Nilai *light displacement* kapal dapat dicari berdasarkan *lightdraft* kapal sedangkan nilai *load displacement* kapal dapat dicari berdasarkan *loaddraft* kapal.

$$\text{Mean Draft} = (\text{mean foward draft} + \text{mean Aft Draft}) / 2$$

2. Displacement Curve (Kurva Displacement)

Kurva *displacement* dapat digunakan untuk mencari nilai masing - masing displacement pada draft yang bersangkutan atau sebaliknya.

Kurva *displacement* ini dapat dibuat dengan data - data Displacement kapal dan mean draft *Displacement* kapal digunakan pada sumbu mendatar dan draft rata - rata kapal pada sumbu vertical.

TPC (Tonnes per centimeter immersion)

TPC adalah sejumlah bobot/berat dalam ton yang harus dimuat/dibongkar untuk merubah draft rata - rata kapal sebesar 1 cm

$$TPC_{sw} = \frac{WPA}{97.56}$$

WPA adalah luas bidang air dalam M²

Untuk kapal kotak nilai TPCnya akan sama tetapi untuk kapal yang bukan kotak pada setiap perubahan draft nilai TPC nya akan berubah.

$$\Delta \text{Draft} = \frac{w}{TPC}$$

ΔDRAFT : Perubahan Draft (Cm)

w : Berat (Ton)

TPC : Ton percentimeter (Ton / Cm)

TPC Curves (Kurva TPC)

Kurva TPC dapat dibuat dengan data-data TPC dan mean draft yang bersangkutan. Nilai TPC digunakan pada sumbu menclatar dan draft rata-rata kapal pada sumbu vertical.

C. Rangkuman

Displacement adalah konsep dalam fisika yang menggambarkan perpindahan atau pergeseran suatu objek dari satu posisi ke posisi lainnya. Ini diukur sebagai vektor, yang artinya memiliki besar (magnitude) dan arah. Displacement tidak hanya mengacu pada jarak antara posisi awal dan posisi akhir, tetapi juga menggambarkan arah pergerakan objek tersebut. Misalnya, jika sebuah benda bergerak dari titik A ke titik B, displacement adalah vektor yang menghubungkan titik A ke titik B, dengan menunjukkan jarak serta arah perpindahan objek tersebut. Displacement merupakan konsep dasar yang penting dalam memahami berbagai aspek gerakan dan posisi objek dalam ilmu fisika.

D. Evaluasi

1. Bagaimana displacement didefinisikan dalam konteks fisika?
2. Apa perbedaan antara displacement dan jarak tempuh suatu objek?
3. Bagaimana cara menghitung besar displacement suatu objek jika diketahui posisi awal dan posisi akhirnya?
4. Mengapa displacement dianggap sebagai vektor? Apa arti dari memiliki arah dalam konteks ini?
5. Bagaimana pengukuran displacement berbeda dalam sistem metrik (meter, kilometer) dan sistem imperial (kaki, mil)?

BAGIAN

2

BUOYANCY

BAB II

BUOYANCY

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah memahami materi pada bab ini, mahasiswa lebih mudah mempelajari *buoyancy*. Secara ringkas, tujuan pembelajaran *buoyancy* adalah untuk memahami prinsip-prinsip dasar tentang gaya apung yang dihasilkan oleh fluida terhadap benda yang tenggelam. Siswa belajar untuk menghitung gaya apung, mengaitkannya dengan prinsip Archimedes, dan menerapkan konsep ini dalam konteks teknologi dan aplikasi praktis. Tujuan lainnya termasuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam menganalisis fenomena *buoyancy* dan aplikasinya dalam desain objek yang berinteraksi dengan fluida.

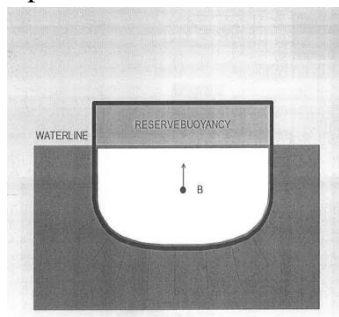
B. Materi Pembelajaran

1. Buoyancy

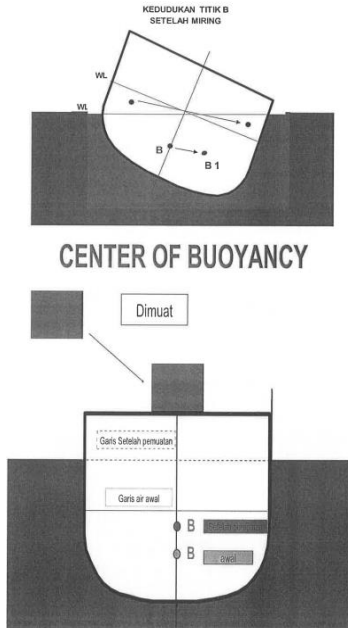
Gaya apung adalah semua gaya - gaya yang bekerja keatas pada sebuah benda yang terapung yang dihasilkan oleh tekanan dari cairan akibat gaya berat benda tersebut.

Titik pusat gaya apung pada kapal disebut titik B (Center of buoyancy) Titik B pada kapal juga merupakan titik berat dari bagian / badan kapal yang terbenam di dalam air.

Letak titik B akan berubah ketika draft kapal berubah ataupun kapal mengalami kemiringan akibat pengaruh gaya dari luar. Besarnya gaya apung kapal adalah sama dengan displacement kapal Gambar terlampir :



Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

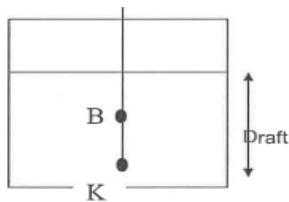


Gambar 2.1 Center Of Buoyancy

Letak titik B dari lunas kapal :

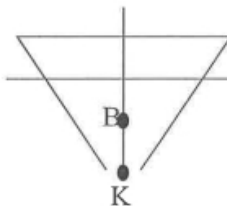
a. Untuk kapal yang berbentuk kotak :

$$KB = 0,5 \times \text{draft kapal}$$



b. Untuk kapal yang berbentuk segi tiga :

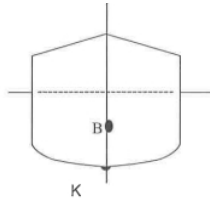
$$KB = 0,67 \times \text{draft kapal}$$



Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

c. Untuk kapal yang berbentuk biasa :

$KB = 0,53 \times \text{draft kapal}$



Daya apung cadangan adalah volume ruangan yang kedap air yang berada diatas garis air. Daya apung cadangan bisa diartikan sebagai prosentase dari total seluruh volume kapal.

Contoh : Sebuah kapal kotak mempunyai panjang 105 m lebar 30 m dan tinggi 20 m mengapung tagak lurus di air tawar. Jika displacement kapal tersebut 19500 Ton tentukan volume daya apung cadangan ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Volume displacement} &= \text{displacement} : \text{density} \\ &= 19500 \text{ t} : 1 = 19500 \text{ M}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Total volume kapal} = L \times B \times T = 105 \times 30 \times 20 = 63000 \text{ M}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Daya apung cadangan} &= \text{total volume kapal} - \text{volume displacement} \\ &= 63000 - 19500 \\ &= 43500 \text{ M}^3 \end{aligned}$$

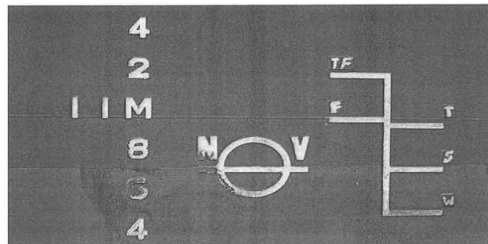
Daya apung cadangan sangat erat hubungannya dengan freeboard kapal sehingga makin besar freeboard sebuah kapal maka daya apung cadangan akan semakin besar sehingga bisa disimpulkan sebagai berikut :

- GM dan GZ akan semakin besar.
- Jangkauan stabilitas kapal (*range of stability*) makin besar.
- KB akan mengecil .
- Lebar kapal pada garis deck akan menyentuh air pada sudut kemiringan yang lebih besar

2. PLIMSOLL MARK

Plimsoll Mark adalah sebuah tanda pada lambung kapal untuk membatasi draft maksimum sebuah kapal demi

keamanan dan keselamatan kapal sesuai dengan daerah / musim dimana kapal tersebut berlayar. Dengan demikian dapat menjamin kapal masih mempunyai daya apung cadangan yang cukup. Untuk keselamatan kapal maka setiap kapal tidak diijinkan memuat melebihi kapasitasnya sehingga harus memuat sesuai garis muat pada *Plimsoll Mark*.



Gambar 2.2 Plimsoll Mark

C. Rangkuman

Buoyancy adalah fenomena fisik yang menjelaskan kemampuan suatu objek untuk mengapung di dalam fluida (cairan atau gas). Prinsip ini pertama kali dijelaskan oleh Archimedes, seorang ilmuwan Yunani kuno, melalui "Prinsip Archimedes." **Prinsip Archimedes** merupakan Prinsip yang menyatakan bahwa "sebuah objek yang sebagian atau seluruhnya terendam dalam fluida akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh objek tersebut." Selanjutnya faktor-faktor yang mempengaruhi buoyancy diantaranya sebagai berikut:

1. Densitas Objek vs. Densitas Fluida:

Jika densitas objek lebih kecil daripada densitas fluida, objek akan mengapung, Jika densitas objek lebih besar daripada densitas fluida, objek akan tenggelam, Jika densitas objek sama dengan densitas fluida, objek akan berada dalam kondisi setimbang di dalam fluida.

2. Volume Fluida yang Dipindahkan:

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Volume fluida yang dipindahkan oleh objek menentukan besar gaya ke atas (gaya apung) yang dialami oleh objek.

3. **Konsep Penting:**

Gaya Ke Atas (Gaya Apung): Gaya yang bekerja ke atas pada objek dalam fluida yang menyebabkan objek tersebut bisa mengapung atau mengurangi berat efektifnya.

Tekanan Fluida: Tekanan fluida yang lebih besar di bagian bawah objek daripada di bagian atas objek menghasilkan gaya ke atas.

Dengan memahami prinsip buoyancy, kita dapat merancang berbagai benda yang bisa mengapung di air atau bahkan di udara, serta memanfaatkan fenomena ini dalam berbagai aplikasi teknis dan industri.

D. **Evaluasi**

1. Bagaimana prinsip Archimedes menjelaskan fenomena buoyancy dan bagaimana prinsip ini dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari?
2. Apa yang terjadi pada gaya apung yang dialami oleh sebuah objek ketika densitas fluida meningkat? Berikan contoh praktisnya.
3. Mengapa sebuah kapal besar yang terbuat dari logam berat bisa mengapung di air, sedangkan benda kecil dari logam yang sama akan tenggelam?
4. Bagaimana pengisian dan pengosongan tangki ballast pada submarin memengaruhi kemampuan submarin untuk menyelam dan mengapung?
5. Bagaimana konsep buoyancy diterapkan dalam desain balon udara panas, dan mengapa udara panas digunakan untuk membuat balon tersebut mengapung?

BAGIAN

3

STATIC STABILITY

BAB III

STATIC STABILITY

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah memahami bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami konstruksi dan stabilitas kapal. Berikut adalah tujuan pembelajaran tentang **Stabilitas Statis (Static Stability)** secara ringkas:

a. Memahami Konsep Dasar:

1. Menjelaskan definisi dan prinsip stabilitas statis.
2. Mengidentifikasi kondisi stabil, netral, dan tidak stabil.

b. Menganalisis Gaya dan Keseimbangan:

Menghitung gaya dan momen yang mempengaruhi stabilitas benda dalam keadaan diam.

c. Menerapkan Prinsip dalam Desain:

Menerapkan prinsip stabilitas statis pada desain struktur seperti bangunan dan kendaraan.

d. Melakukan Eksperimen dan Simulasi:

Melakukan eksperimen dan menggunakan simulasi untuk mengamati dan menganalisis stabilitas.

e. Menyelesaikan Masalah Praktis:

Memecahkan masalah praktis yang berkaitan dengan stabilitas statis dalam berbagai konteks.

Dengan tujuan ini, peserta diharapkan mampu memahami dan menerapkan prinsip stabilitas statis dalam situasi nyata.

B. Materi Pembelajaran

1. *Static Stability*

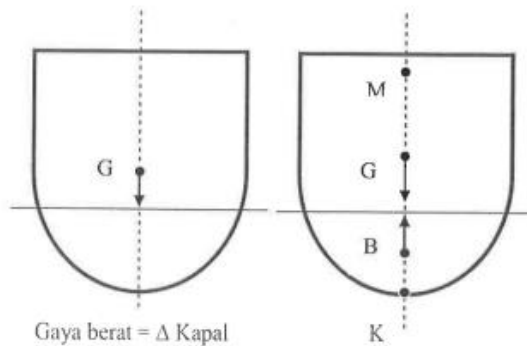
Stabilitas adalah keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat

senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya - gaya dari luar (Rubianto, 1996).

Stabilitas statis adalah stabilitas kapal pada saat diam yang terdiri dari stabilitas melintang, tegak, membujur. Untuk mempelajari stabilitas maka harus memahami titik - titik penting pada stabilitas.

2. Titik "G"

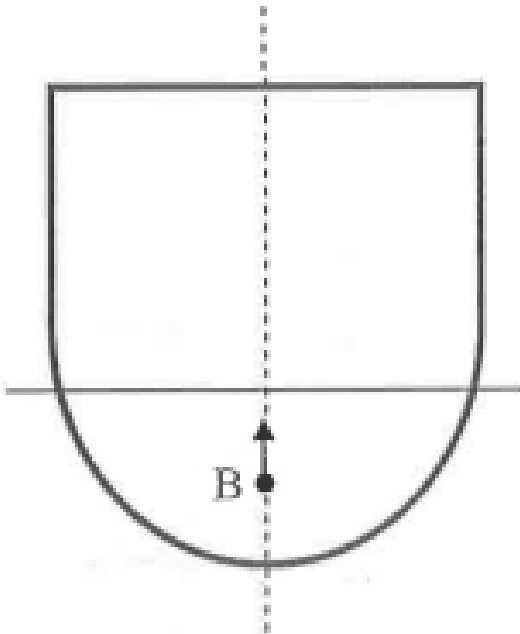
Titik berat (*center of gravity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya - gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G nya. Secara definisi titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya - gaya yang bekerja kebawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak titik G tergantung dari pada pembagian berat di kapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk. Gambar terlampir :



Gambar 3.1 Titik G

3. Titik " B" kapal

Titik apung (*center of buoyance*) diikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya - gaya yang menekan tegak keatas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah - pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah.

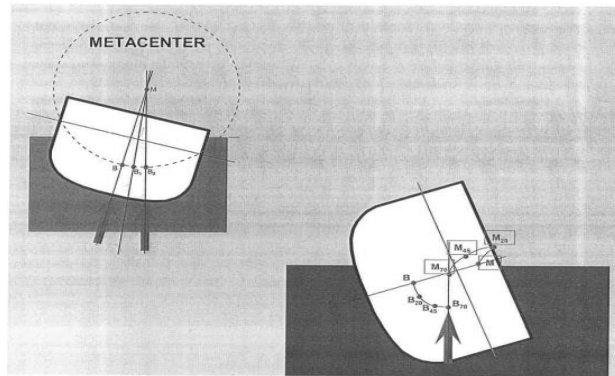


Gambar 3.2 Titik B

Gaya yang bekerja pada titik B selalu tegak lurus keatas
Besarnya gaya apung adalah sama dengan displacement kapal.

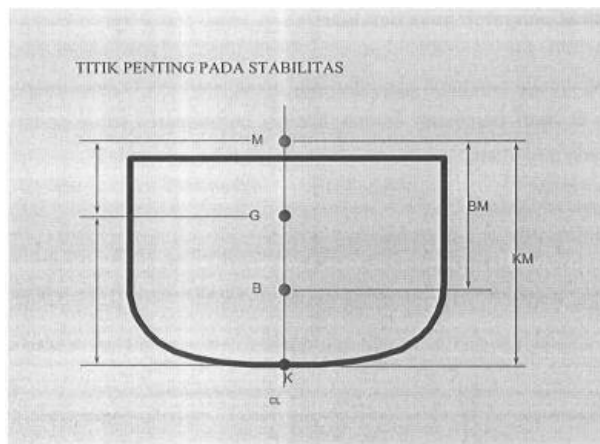
4. Titik "M" Kapal

Titik Metacenter (M) adalah sebuah titik yang tidak boleh dilampaui oleh titik "G" agar stabilitas kapal positif. Titik M juga merupakan titik pusat olengan kapal. Pada sudut miring kecil (kurang dari 15°) letak titik M dianggap sebuah titik tetap, namun pada sudut miring besar titik M tadi berubah - ubah kedudukannya.



Gambar 3.3 Titik M Kapal

Menurut Hind (1967), titik - titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B) dan titik M.



Gambar 3.4 Titik Penting pada Stabilitas

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

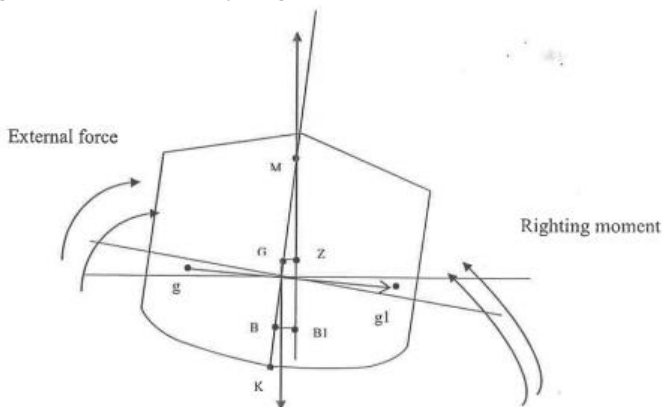
Jarak antara lunas kapal dengan titik "G" dinyatakan dalam KG (VCG), Jarak antara lunas kapal dengan titik "B" dinyatakan dalam KB (VCB), Jarak antara lunas kapal dengan titik "M" dinyatakan dalam KM

$$KM = KB + BM$$

$$KM = KG + GM$$

Definisi dari :

- a. Heel adalah kemiringan kapal yang disebabkan karena pengaruh gaya dari luar. contoh : ombak, angin.
 - b. List adalah kemiringan kapal yang disebabkan karena gaya dari dalam kapal. contoh : pergeseran muatan, pemuatan dan pembongkaran yang tidak seimbang antara sisi kiri dan sisi kanan, pemakaian bahan bakar, air tawar, *ballast* pada salah satu sisi kapal.
- Kemiringan kapal akibat pengaruh gaya dari luar. Pada saat kapal miring karena pengaruh gaya dari luar maka letak titik G akan tetap sedangkan letak titik B akan berpindah karena adanya perubahan bentuk pada bagian badan kapal yang terbenam. Gambar terlampir :



Gambar 3.5 Kemiringan Kapal

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Pergeseran titik B ke B1 akan searah dan sejajar dengan perpindahan dari berat cairan (g) ke (g1)

$$BB1 = \frac{v \times gg1}{V}$$

v = volume dari perpindahan air

V = Volume displacement kapal

Dari gambar dapat dilihat adanya gaya sepasang sejajar yang besarnya sama dan arahnya berlawanan yaitu gaya "G" yang bekerja tegak lurus kebawah dan gaya "B" yang bekerja tegak lurus keatas. Pasangan dua buah gaya tersebut merupakan sebuah KOPEL dengan lengan GZ yang akan menegakkan kapal kembali keposisi semula setelah pengaruh gaya yang memiringkan kapal tidak bekerja lagi.

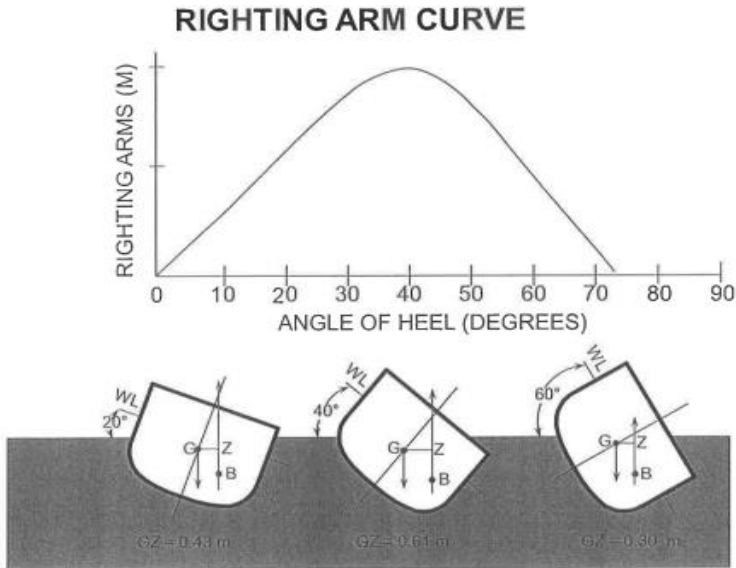
KOPEL tersebut disebut moment penegak (*righting moment*) dengan lengan GZ (*righting arm*). GZ merupakan jarak horizontal antara gaya yang melalui titik "G" dan titik "B". Besarnya moment penegak (*righting moment*) dirumuskan sbb;

$$\text{Moment Penegak} = \Delta \times GZ$$

Δ = Displacement kapal

GZ = lengan penegak

Jadi stabilitas kapal dipengaruhi oleh Displacement dan GZ nya. Nilai GZ ini akan berubah ubah seiring dengan sudut senget sebuah kapal disebabkan titik B kapal semakin bergerak menjauh dari center line sehingga pada sudut kemiringan yang berbeda nilai GZ akan berubah. Berikut ini Gambar Diagram.



Gambar 3.6 Diagram Righting Arm Curve

C. Rangkuman

Stabilitas statis adalah konsep dalam fisika dan rekayasa yang berkaitan dengan kemampuan suatu benda atau sistem untuk mempertahankan posisi keseimbangan ketika terkena gangguan kecil. Berikut adalah poin-poin utama tentang stabilitas statis:

1. Definisi:

Stabilitas statis mengacu pada kecenderungan suatu benda atau sistem untuk kembali ke posisi keseimbangan setelah terganggu sedikit.

2. Kondisi Stabilitas:

- a. Stabil: Sistem kembali ke posisi keseimbangan setelah terganggu.
- b. Netral: Sistem tetap dalam posisi baru setelah terganggu tanpa kembali atau menjauh lebih jauh.
- c. Tidak Stabil: Sistem menjauh lebih jauh dari posisi keseimbangan setelah terganggu.

3. Prinsip Dasar:

- a. Gaya dan Momen: Keseimbangan terjadi ketika jumlah semua gaya dan momen yang bekerja pada suatu benda adalah nol.
- b. Pusat Massa dan Pusat Gravitasi: Posisi pusat massa relatif terhadap titik tumpu atau area dasar mempengaruhi stabilitas.

4. Analisis Stabilitas:

- a. Momen Gaya: Menghitung momen gaya yang bekerja pada objek untuk menentukan stabilitas.
- b. Distribusi Beban: Analisis bagaimana distribusi beban mempengaruhi titik pusat gravitasi dan stabilitas keseluruhan.

5. Aplikasi:

- a. Desain Struktur: Menilai dan merancang bangunan, jembatan, dan kendaraan agar stabil di bawah berbagai kondisi.
- b. Penggunaan Dalam Transportasi: Stabilitas kapal, pesawat, dan kendaraan untuk memastikan keamanan dan efisiensi.

6. Eksperimen dan Simulasi:

Melakukan eksperimen fisik dan menggunakan perangkat lunak simulasi untuk memodelkan dan menganalisis kondisi stabilitas dalam berbagai situasi.

Dengan memahami konsep dan aplikasi stabilitas statis, kita dapat merancang dan membangun struktur serta sistem yang lebih aman dan efisien.

D. Evaluasi

1. Apa perbedaan antara stabilitas statis dan stabilitas dinamis dalam konteks desain struktur?
2. Bagaimana posisi pusat massa mempengaruhi stabilitas statis sebuah objek? Berikan contoh praktis.
3. Mengapa sebuah struktur yang tinggi dan sempit lebih rentan terhadap ketidakstabilan statis dibandingkan dengan struktur yang rendah dan lebar?
4. Bagaimana pengaruh distribusi beban pada stabilitas statis sebuah jembatan? Jelaskan dengan contoh nyata.
5. Apa peran momen gaya dalam menentukan stabilitas statis suatu benda, dan bagaimana momen gaya ini dihitung?

BAGIAN

4

INITIAL STABILITY

BAB IV

INTIAL STABILITY

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini mahasiswa dapat memahami Tujuan pembelajaran *Initial Stability* secara sangat ringkas:

1. Memahami konsep dasar *initial stability*.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas awal.
3. Menganalisis gaya dan momen yang terlibat.
4. Menerapkan prinsip ini dalam desain.
5. Melakukan eksperimen untuk memahami perilaku stabilitas awal.

Dengan tujuan ini, peserta dapat menguasai prinsip-prinsip dasar *initial stability* dan menerapkannya dalam praktik desain dan eksperimen.

B. Materi Pembelajaran

Intial Stability dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

a. Stabilitas statis

Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami senget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar, stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami senget dalam arah yang membujur. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut senget kecil (0-15 derajat) dan sudut senget besar (>15 derajat). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga

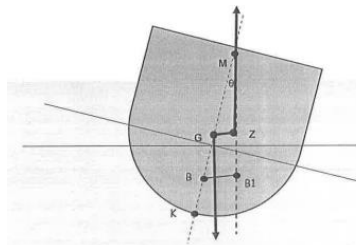
15 derajat dan pada pembahasan stabilitas melintang saja. Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal - kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat menyenget besar. Pada umumnya kapal hanya menyenget kecil saja. Jadi senget yang besar, misalnya melebihi 20 derajat bukanlah hal yang biasa dialami. Senget - senget besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang negative.

Initial stability sangat dipengaruhi oleh titik sbb;

1. Titik "B" atau titik apung kapal (*center of buoyancy*)
2. Titik "G" atau titik berat kapal (*center of gravity*)
3. Titik "M" atau titik Metacenter

Pada sudut kemiringan kurang dari 15° maka perpotongan antara gaya *buoyancy* dan *center line* adalah titik "M" yang dianggap sebagai titik tetap dan merupakan titik pusat yang dibentuk dari sudut kemiringan kapal. Jarak antara G dan M disebut GM (*Height of metacentric*). Seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya maka titik - titik terpenting diatas dapat digambarkan sbb ;

Gambar I:



Gambar 4.1 Titik Intial Stability

dari gambar dapat dilihat segitiga siku siku GMZ dengan sudut 0 , bahwa:

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

$$GZ = GM \times \sin \varnothing$$

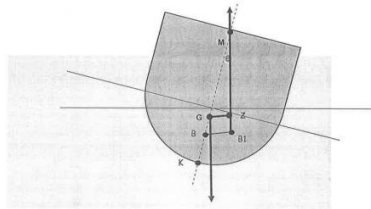
sehingga :

$$\text{Moment Penegak} = \Delta \times GM \times \sin \varnothing$$

Kapal mempunyai stabilitas positif (*stable equilibrium*) apabila letak titik G berada di bawah titik M, sehingga apabila senget karena pengaruh dari luar maka timbullah moment penegak yang akan mengembalikan kedudukan kapal ketempat semula setelah pengaruh gaya dari luar tersebut tidak bekerja. Karena GZ merupakan fungsi dari GM maka GM pun dapat dijadikan ukuran stabilitas awal.

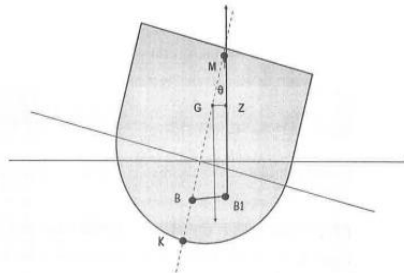
Apabila GM kapal besar maka nilai GZ akan besar pula sehingga moment penegaknya juga akan besar dan apabila GM kapal kecil nilai GZ nya akan kecil pula sehingga moment penegaknya akan kecil.

Gambar II : Kapal Stabilitas positif dengan GM besar maka nilai GZ juga besar



Gambar 4.2 Titik Intial Stability

Gambar III : Kapal Stabilitas positif dengan GM kecil maka nilai GZ juga kecil



Gambar 4.3 Titik Intial Stability

Sehingga pengaruh dari GM kapal akan menyebabkan sifat olengan kapal. Sifat kapal ada 2 yaitu :

1. Kapal *Stiff* (kaku)
2. Kapal *Tender* (lembut)

Kapal *Stiff* adalah : kapal yang mempunyai stabilitas positif hanya saja GM kapal tersebut terlalu besar sehingga moment penegaknya pun terlalu besar. Apabila kapal tersebut senget karena pengaruh gaya dari luar maka kembalinya ke kedudukan tegaknya sangat cepat sekali.

Sifatnya : Olengan kapal cepat dan menyentak -
nyentak

Penyebabnya : Terlalu banyak konsentrasi muatan berat
pada bagian bawah kapal

Kerugiannya :

1. Tidak nyaman bagi crew kapal
2. Dapat merusak konstruksi kapal terutama pada bagian sambungan
3. Pergeseran muatan

Mengatasinya :

1. Mengosongkan tangki double bottom
2. Memindahkan bobot dari bawah ke atas.

Kapal *Tender* adalah : kapal yang mempunyai stabilitas positif hanya saja GM nya terlalu kecil, dengan demikian moment penegaknya terlalu kecil sehingga apabila senget akibat gaya dari luar maka akan kembali ke kedudukan tegaknya lambat sekali.

Sifatnya : Olengan kapal lambat sekali

Penyebabnya : Terlalu banyak konsentrasi muatan berat
pada bagian atas kapal

Kerugian : Dalam cuaca buruk maka kapal bisa terbalik.

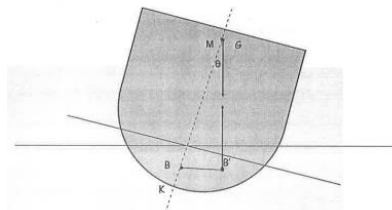
Mengatasinya :

1. Mengisi penuh tangki Double bottom
2. Memindahkan bobot dari atas ke bawah

b. Stabilitas Netral (Neutral Equilibrium)

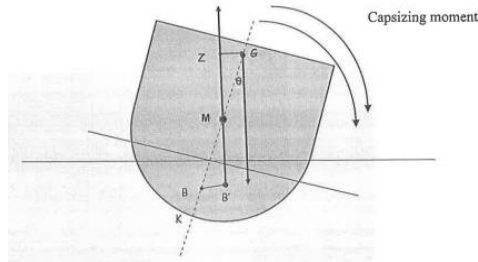
Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*) adalah suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka, momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada momen penegak maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berhimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

Gambar:



Gambar 4.4 Stabilitas Negatif (Unstable Equilibrium)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbulah sebuah momen yang dinamakan MOMEN PENERUS / Heiling moment sehingga kapal akan bertambah miring. Gambar terlampir :



Gambar 4.5 Momen Penerus

$$GM = KM - KG$$

Nilai KM sebuah kapal dapat dilihat pada hydrostatic table ataupun Hydrostatic Curve. Pada draft yang berbeda nilai KM akan berbeda pula.

C. Rangkuman

Initial stability merujuk pada kemampuan suatu objek, seperti kapal atau pesawat, untuk tetap stabil dalam posisi awal atau pada saat pertama kali terkena gangguan. Berikut adalah poin-poin utama tentang initial stability:

1. Definisi Dasar:

Initial stability adalah kemampuan suatu objek untuk tetap stabil dalam posisi awal atau saat terkena gangguan kecil.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi:

- Pusat Gravitasi: Posisi pusat gravitasi relatif terhadap titik tumpu objek sangat mempengaruhi initial stability.
- Bentuk dan Distribusi Massa: Bentuk dan distribusi massa objek memainkan peran penting dalam menentukan stabilitas awalnya.

3. Analisis Gaya dan Momen:

Initial stability dianalisis dengan mempertimbangkan gaya-gaya yang bekerja pada objek dan momen-momen yang dihasilkan.

4. Aplikasi dalam Desain:

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Konsep ini diterapkan dalam desain kapal, pesawat, dan struktur lainnya untuk memastikan stabilitas yang memadai di awal operasi atau penggunaan.

5. Eksperimen dan Pengamatan:

Melalui eksperimen dan pengamatan, stabilitas awal suatu objek dapat dipelajari untuk meningkatkan performa dan keamanannya.

6. Penerapan Praktis:

Memahami initial stability penting dalam industri maritim, penerbangan, dan rekayasa umum untuk memastikan keberhasilan operasional dan keselamatan.

Dengan memahami dan menguasai konsep initial stability, insinyur dan desainer dapat mengembangkan solusi yang lebih stabil dan efisien dalam berbagai aplikasi teknik dan industri.

D. Evaluasi

1. Bagaimana posisi pusat gravitasi mempengaruhi initial stability suatu kapal atau pesawat?
2. Apa perbedaan antara initial stability dan metacentric height dalam konteks stabilitas kapal?
3. Mengapa distribusi massa dan bentuk objek penting dalam menentukan stabilitas awalnya?
4. Bagaimana cara menghitung momen stabilitas awal suatu objek dan bagaimana pengaruhnya terhadap keseimbangan?
5. Bagaimana eksperimen fisik dapat digunakan untuk mengukur dan memahami stabilitas awal suatu struktur atau kendaraan?

BAGIAN

5

ANGEL OF LOLL

BAB V ANGEL OF LOLL

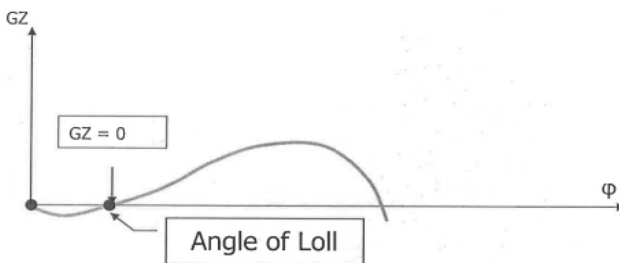
A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran tentang *angle of loll* secara singkat, jelas, dan tepat adalah untuk:

1. Memahami konsep dasar dari *angle of loll* pada kapal.
2. Mengidentifikasi pengaruh posisi pusat gravitasi terhadap *angle of loll*.
3. Menjelaskan dampak *angle of loll* terhadap stabilitas kapal.
4. Menerapkan pengetahuan ini dalam upaya meningkatkan keselamatan operasional kapal.
5. Mampu melakukan analisis dan pengambilan keputusan yang tepat terkait situasi *angle of loll* pada kapal.

B. Materi Pembelajaran

Angle of loll adalah sudut senget kapal karena kapal mempunyai stabilitas awal yang negatif. Pada *angle of loll* kapal mulai stabil ($GZ = 0$)



Gambar 5.1 Angel Of loll

Apabila sebuah kapal mempunyai stabilitas negatif maka akan cenderung miring. Dengan miringnya kapal maka terjadi pergerakan titik G dan B. Titik G akan keluar dari C/L dan titik B akan bergerak pula ke arah

kemiringan, sehingga kapal akan berhenti miring setelah titik G dan titik B berada pada satu garis vertikal sehingga kapal mulai stabil. Sudut kemiringan ini disebut angle of loll. Apabila kondisi ini tidak diketahui dan tidak segera diatasi maka akan sangat berbahaya terhadap keselamatan kapal karena kemungkinan kapal terbalik sangat besar.

Cara memperbaiki: yaitu menurunkan titik G kapal sampai GM kapal menjadi Positif.

Pelaksanaan :

1. Memindahkan muatan dari atas ke bawah.
2. Mengisi tangki double bottom center
3. Jika tidak ada tangki double bottom center maka yang diisi adalah tangki pada sisi yang rendah, memang kapal akan bertambah miring tetapi apabila GM kapal positif maka sudut kemiringan akan berkurang.

Hal yang tidak boleh dilakukan : adalah mengisi tangki pada sisi yang tinggi atau memindahkan bobot dari sisi yang rendah ke sisi yang tinggi. Karena kapal akan mengayun ke sisi lainnya dengan senget yang lebih besar, sehingga mungkin kapal akan terbalik.

C. Rangkuman

Angle of loll adalah fenomena di mana kapal atau kapal selam miring secara tidak sengaja ke satu sisi karena distribusi beban yang tidak seimbang atau posisi pusat gravitasi yang tidak tepat. Berikut adalah poin-poin utama tentang angle of loll:

1. Definisi Dasar:

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Angle of loll adalah sudut miring kapal atau kapal selam ke satu sisi karena keadaan tidak seimbang.

2. Penyebab Umum:

Biasanya disebabkan oleh distribusi beban tidak merata di kapal atau perubahan posisi beban saat di dalam air.

3. Dampak Terhadap Stabilitas:

Angle of loll dapat mengancam stabilitas kapal dengan memperbesar kemungkinan kecelakaan atau kegagalan struktural.

4. Tindakan Korektif:

Untuk mengatasi angle of loll, perlu dilakukan redistribusi beban atau pengaturan ulang posisi beban agar kapal kembali ke posisi keseimbangan.

5. Penerapan Praktis:

Penting untuk memahami dan mengawasi angle of loll dalam operasi kapal untuk mencegah potensi risiko keamanan dan kerusakan.

Angle of loll adalah fenomena yang penting dipahami dalam industri maritim karena berpotensi mempengaruhi stabilitas dan keamanan kapal, serta memerlukan tindakan korektif yang cepat dan tepat saat terjadi.

D. Evaluasi

1. Apa yang menyebabkan terjadinya angle of loll pada kapal atau kapal selam?
2. Bagaimana angle of loll mempengaruhi stabilitas kapal dan keselamatan operasionalnya?
3. Apa perbedaan antara angle of loll dengan kemiringan lainnya, seperti kemiringan longitudinal atau lateral?
4. Bagaimana cara mendeteksi keberadaan angle of loll pada kapal selama operasi laut?
5. Apa tindakan yang biasanya diambil untuk mengatasi atau mencegah terjadinya angle of loll?

BAGIAN

6

**STATIC STABILITY
CURVE**

BAB VI

STATIC STABILITY CURVE

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana menggunakan *GZ cross curve of stability*, dan Menggunakan *KN cross curve of stability*. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami konstruksi dan stabilitas kapal.

B. Materi Pembelajaran

Kurva stabilitas statis dapat dibuat berdasarkan

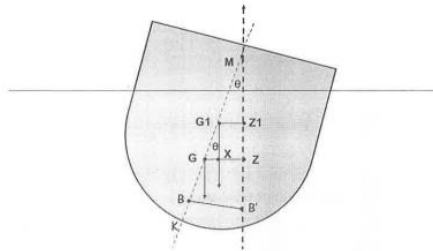
1. *GZ cross curve of stability*
2. *KN cross curve of stability*

Gambar *GZ cross curve of stability* dan *KN cross curve of stability* terlampir. Dari *GZ cross curve of stability* dan *KN cross curve of stability* dengan masing - masing displacement dan sudut kemiringan kapal maka nilai *GZ* atau *KN* dapat diketahui. Sehingga dengan Displacement berbeda maka nilai *GZ* akan berbeda pula. Pada setiap displacement kapal mempunyai draft rata tertentu. Sehingga dengan draft yang berbeda dan sudut kemiringan maka nilai *GZ* akan berbeda pula. Berikut ini penjelasannya.

1. Menggunakan *GZ cross curve of stability*

Pada *GZ cross curve of stability* nilai *KG* kapal sudah ditetapkan sehingga nilai *KG* kapal yang ada kadang - kadang tidak sama sehingga perlu ada koreksi.

1. Bila *KG* kapal lebih besar dari *KG* yang ditetapkan pada *GZ cross curve*. Berikut ini gambar *GZ cross curve*.



Gambar 6.1 GZ cross curve of stability

$$G1Z1 = XZ$$

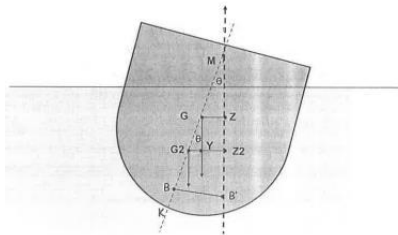
$$= GZ - GX$$

Lihat segitiga GXG1 :

$$GX = GG1 \sin \theta^\circ$$

$$G1Z1 \text{ (Corrected GZ)} = GZ - GG1 \sin \theta^\circ$$

2. Bila $K < 3$ kapal lebih kecil dari KG yang ditetapkan pada GZ cross curve



Gambar 6.2 GZ cross curve

$$GZ = YZ2$$

$$G2Z2 = G2Y + YZ2$$

$$= GZ + G2Y$$

Lihat segitiga GG2Y bahwa $G2Y = GG2 \sin \theta^\circ$

$$G2Z2 \text{ (Corrected GZ)} = GZ + GG2 \sin \theta^\circ$$

Penjelasan KN Cross Curve of Stability Belum ada.

C. Rangkuman

Kurva stabilitas statis dapat dibuat menggunakan:

1. GZ Cross Curve of Stability
2. KN Cross Curve of Stability

Dengan menggunakan GZ atau *KN cross curves*, nilai GZ atau KN dapat diketahui berdasarkan displacement dan sudut kemiringan kapal. Setiap displacement memiliki draft tertentu yang mempengaruhi nilai GZ. Menggunakan GZ *Cross Curve of Stability*:

Pada kurva ini, nilai KG kapal sudah ditetapkan, namun sering kali perlu dikoreksi sesuai dengan nilai KG aktual kapal.

1. **Jika KG kapal lebih besar dari KG yang ditetapkan:**

$$G1Z1 \text{ (Corrected GZ)} = GZ - GG1 \sin \theta$$

2. **Jika KG kapal lebih kecil dari KG yang ditetapkan:**

$$G2Z2 \text{ (Corrected GZ)} = GZ + GG2 \sin \theta$$

D. Evaluasi

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *GZ cross curve of stability* dan *KN cross curve of stability*.
2. Mengapa perlu dilakukan koreksi pada nilai GZ berdasarkan KG kapal yang ada?
3. Sebuah kapal memiliki nilai KG yang lebih besar dari yang ditetapkan pada *GZ cross curve*. Jika $GZ = 2.5$ meter dan $GG1 = 0.3$ meter pada sudut kemiringan 10° , hitung nilai GZ yang telah dikoreksi ($G1Z1$).
4. Sebuah kapal memiliki nilai KG yang lebih kecil dari yang ditetapkan pada *GZ cross curve*. Jika $GZ = 1.8$ meter dan $GG2 = 0.4$ meter pada sudut kemiringan 15° , hitung nilai GZ yang telah dikoreksi ($G2Z2$).

BAGIAN

7

**PERGESERAN TITIK
BERAT KAPAL**

BAB VII

PERGESERAN TITIK BERAT KAPAL

A. Tujuan Pembelajaran

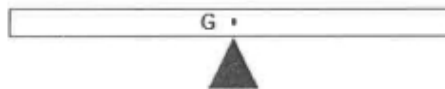
Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana pergeseran titik berat kapal dari Pengaruh pengambilan bobot / pembongkaran, Pengaruh Pergeseran bobot, dan Pengaruh bobot yang menggantung. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Seperti dijelaskan pada Bab sebelumnya bahwa letak titik G kapal sangat tergantung pada penempatan bobot - bobot diatas kapal.

Pada kapal kosong letak titik G sudah dapat diketahui dari percobaan stabilitas namun dengan adanya pemuatan, pembongkaran, pergeseran muatan, pemakaian bahan bakar, pemakaian air tawar dan kegiatan lain diatas kapal maka letak titik G kapal akan berubah kedudukannya sehingga kita perlu mengetahui dengan pasti letak titik G kapal selesai kegiatan. Kapal juga dapat diibaratkan sebagai timbangan secara tegak dengan titik tumpunya adalah titik G kapal. Perhatikan percobaan dibawah ini :

Apabila sebuah balok yang homogen dengan berat W maka letak titik beratnya (G) adalah pada setengah panjangnya, sehingga apabila diberi tuas pada titik beratnya maka akan dalam keadaan seimbang. Gambar terlampir :



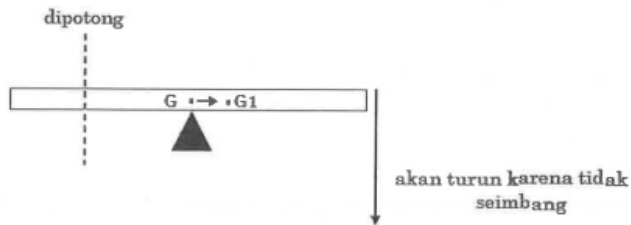
1. Pengaruh pengambilan bobot/ pembongkaran

Apabila balok tadi dipotong seberat "w" dengan jarak "d" pada salah satu sisi maka kedudukan balok tadi tidak seimbang sehingga pada sisi yang dipotong akan naik dan sisi lainnya turun. Hal ini terjadi karena titik berat balok (G) bergeser ke (G1) menjauhi sisi yang dipotong akibat moment dari bagian yang dipotong tadi.

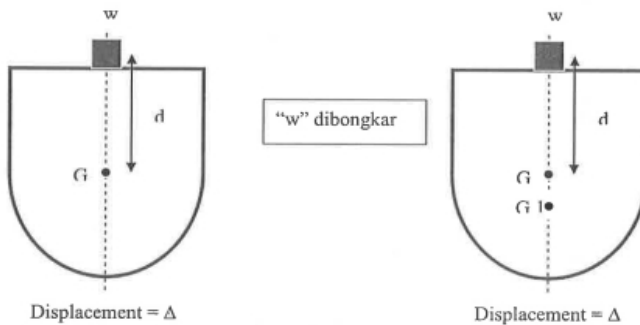
Jarak pergeseran GG1 dapat dirumuskan sbb :

$$GG1 = \frac{w \times d}{W - w}$$

Gambar terlampir :



Hal ini juga berlaku pada kapal



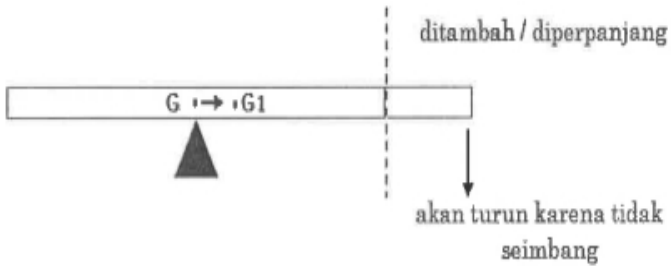
Gambar 7.1 Jarak pergeseran GG1

Sehingga letak titik G kapal akan bergerak ke G1 menjauhi titik berat bobot yang dibongkar.

Jarak pergeseran G ke G1 dapat dirumuskan:

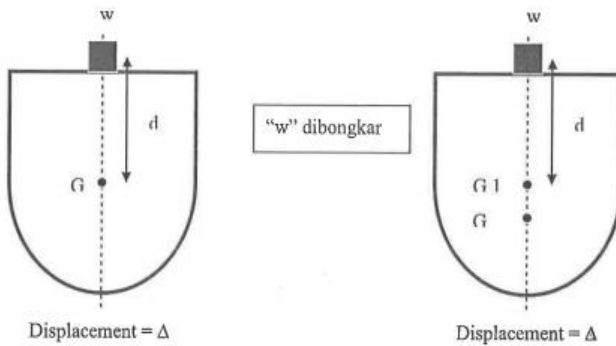
$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta - w}$$

Gambar terlampir :



Gambar 7.2 Jarak pergeseran G ke G1

Hal ini juga berlaku pada kapal



Gambar 7.3 Displacement

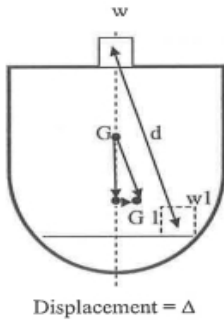
Sehingga letak titik G kapal akan bergerak ke G1 mendekati titik berat bobot yang dimuat.

Jarak pergeseran G ke G1 dapat dirumuskan :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta + w}$$

2. Pengaruh Pergeseran bobot

Akibat pergeseran bobot maka letak titik G kapal akan bergerak ke G1 searah dan sejajar dengan arah pergeseran. Pergeseran sama halnya dibongkar dan dimuat kembali.

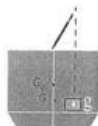
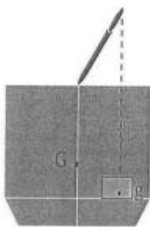


Jarak pergeseran G ke G1 dapat dirumuskan :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$

Gambar 7.4 Jarak pergeseran G ke G1

3. Pengaruh bobot yang menggantung



- Apabila muatan diangkat dengan alat bongkar muat di kapal (boom atau ship's crane), maka titik berat muatan tersebut (g) akan pindah ke ujung batang pemuat.
- Akibatnya titik berat kapal (G) naik sehingga GM mengecil.
- Oleh karenanya, pada saat memuat, kenaikan titik G harus sedemikian rupa sehingga tidak membuat GM negatif (minimum permissible GM)

Gambar 7.5 Pengaruh Bobot Gantung

C. Rangkuman

1. Titik berat kapal akan bergeser ke arah titik berat bobot yang dimuat. Titik berat kapal akan bergeser menjauhi titik berat bobot yang dibongkar.
2. Titik berat kapal akan bergeser searah dan sejajar dengan titik berat bobot yang digeser.
3. Apabila muatan diangkat dengan alat bongkar muat di kapal (boom atau ship's crane), maka titik berat muatan tersebut (G) akan pindah ke ujung batang pemuat.

D. Evaluasi

1. Jelaskan bagaimana pemuatan dan pembongkaran bobot di atas kapal mempengaruhi letak titik berat (G) kapal.
2. Mengapa penting untuk mengetahui letak titik berat (G) kapal setelah kegiatan pemuatan atau pembongkaran selesai?
3. Sebuah kapal kosong memiliki titik berat (G) yang berada di tengah kapal. Jika 200 kg muatan ditambahkan pada jarak 10 meter dari titik G , ke arah depan kapal, bagaimana pengaruhnya terhadap letak titik berat (G)?
4. Sebuah kapal homogen dengan berat 5000 kg memiliki titik berat (G) di tengah kapal. Jika 500 kg muatan dibongkar dari jarak 15 meter di depan titik G , hitung pergeseran titik berat kapal (G ke G_1).

BAGIAN

8

**LIST AND
CORRECTION**

BAB VIII LIST AND CORRECTION

A. Tujuan Pembelajaran

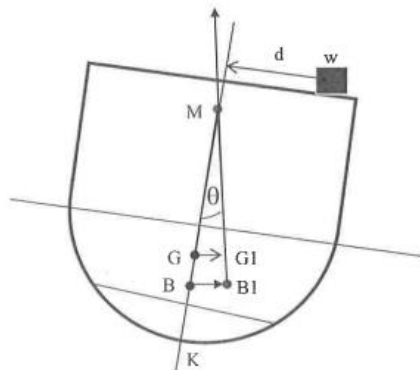
Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana list and correction pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Penyebab kemiringan kapal adalah keluarnya titik G kapal dari *centerline* disebabkan adanya moment yang bekerja pada sisi - sisi kapal tidak seimbang. Hal ini dapat dijelaskan dengan gambar berikut :

Bilamana sebuah kapal tegak kemudian ditempatkan sebuah bobot (w Ton) disebelah kanan pada jarak (d Meter) dari center line maka kapal akan menjadi miring kekanan. Kemiringan kapal tadi disebabkan karena adanya momen yang bekerja searah jarum jam sebesar ($w \times d$) sehingga titik berat kapal keluar dari center line yaitu dari G ke $G1$. Jarak pergeseran titik berat kapal adalah :

$$GG1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$



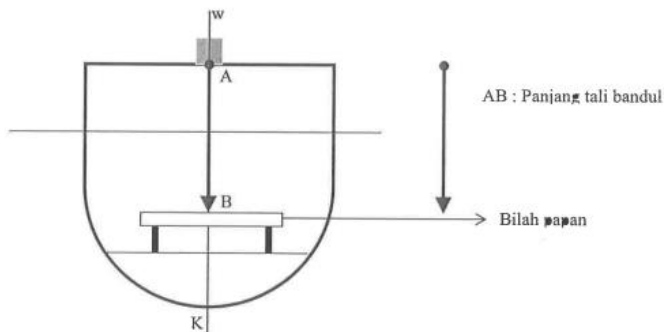
Gambar 8.1 Jarak pergeseran titik berat kapal

Hal ini juga dapat diterapkan pada percobaan stabilitas kapal.

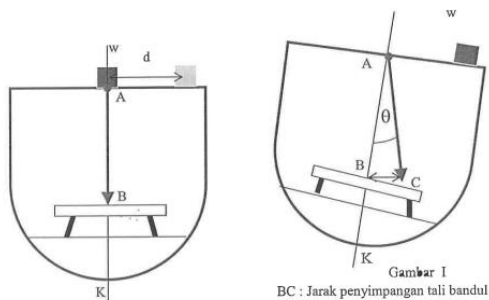
Percobaan stabilitas : Maksud dan tujuan dari Percobaan stabilitas yaitu untuk memperoleh nilai KG kapal kosong

Persiapan :

1. Tidak ada angin (lemah)
2. Kapal terapung bebas
3. Semua beban dlatas kapal tidak,bergeser
4. Tidak ada *free surface*
5. Personil di at sj<apa,I sa minlrrn.Jm mungldn (hanya yang berkepentingan saja)
6. Kapal harus duduk tegak dan draft rata (*Upright & even keel*)



Pelaksanaan

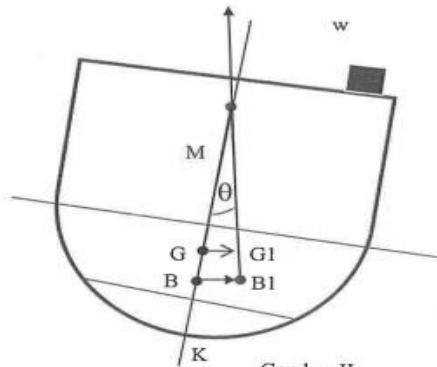


Gambar 8.2 Jarak Penyimpangan Tali Bandul

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Akibat pergeseran "w" (Ton) sejauh "d" (M) maka akan menimbulkan moment yang menyebabkan titik berat kapal bergeser dari G ke G1 sejajar arah pergeseran bobot (w) sehingga kapal menjadi miring. Jarak pergeseran titik berat kapal.

$$GG_1 = \frac{w \times d}{\Delta}$$



BC : Jarak penyimpangan tali bandul

Gambar 8.3 Jarak Penyimpangan Tali Bandul

Gantungkan pada titik tetap sebuah tali unting sampai hampir menyentuh geladak (AB = panjang diukur). Sebuah beban yang sudah diketahui beratnya diletakkan pada salah satu sisi kapal kemudian digeser kesisi yang lain. Kapal akan miring. Tali unting akan bergeser (tetap tegak lurus) menyentuh bilah papan (BC = panjang diukur). Pada Gambar I dan Gambar II antara segitiga siku - siku ACS dan MG1G adalah sebangun dengan sudut kemiringan θ .

Pada gambar I (segitiga ACS):

$$\text{Tg } \theta = BC / AB$$

$$= \text{jarak penyimpangan tali bandul} / \text{panjang tali bandul}$$

Pada gambar II (segitiga MG1G):

$$\begin{aligned} Tg \theta &= GG1 / GM \\ &= \{ (w \times d) : \Delta \} / GM \end{aligned}$$

$$GM = \frac{w \times d}{\Delta \times Tg \theta}$$

Nilai KM dapat diperoleh dari *Hydrostatic curve/table*

Dengan demikian nilai KG kapal kosong dapat ditentukan dengan rumus;

$$KG \text{ (kapal kosong)} = KM - GM$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa momen yang menyebabkan kapal miring adalah :

1. $w \times d$
2. $GM \times \Delta \times Tg \theta$

Sehingga rumusan diatas dapat digunakan untuk menghitung bobot (w Ton) yang harus digeser sejauh (d M) untuk menegakkan kapal / mengoreksi kemiringan kapal akibat pembagian bobot yang tidak seimbang antara sisi kiri dan sisi kanan.

C. Rangkuman

Kemiringan kapal disebabkan oleh keluarnya titik G kapal dari centerline akibat momen tidak seimbang di sisi-sisi kapal. Percobaan stabilitas bertujuan untuk menentukan nilai KG kapal kosong dengan kondisi tertentu seperti kapal terapung bebas dan beban yang tidak bergeser. Pada percobaan ini, tali unting digunakan untuk mengukur penyimpangan saat beban diletakkan dan digeser di kapal. KG kapal kosong dapat dihitung dengan rumus KM minus GM, yang juga digunakan untuk mengkoreksi kemiringan kapal dengan memindahkan bobot yang tidak seimbang di sisi kapal.

D. Evaluasi

1. Jelaskan penyebab kemiringan kapal berdasarkan prinsip momen. Sebuah kapal memiliki bobot (w) Ton ditempatkan di sebelah kanan pada jarak (d) meter dari centerline. Mengapa kapal cenderung miring ke kanan akibat momen yang dihasilkan?
2. Apa tujuan utama dari percobaan stabilitas kapal?

BAGIAN

9

FREE SURFACE

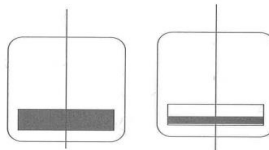
BAB IX FREE SURFACE

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *free surface* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Kapal mempunyai tanki - tanki yang berisi bermacam - macam cairan. Tanki - tanki tersebut sebagian ada yang penuh dan ada pula yang terisi sebagian.

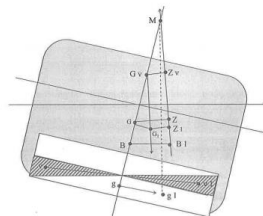


Gambar I

Gambar II

Gambar 9.1 Tangki Cairan

Pada Gambar I walaupun kapal mengoleng maka cairan dalam tangki tetap pada kedudukannya, tetapi untuk Gambar II tangki yang terisi sebagian maka bilamana kapal mengoleng maka cairan tersebut akan bebas bergerak sehingga titik berat cairan akan bergeser pula. Pergerakan cairan tersebut mempengaruhi letak titik (G) kapal yang dapat dijelaskan dengan gambar dibawah berikut:



Gambar 9.2 *Free Surface*

FREE-SURFACE:

1. Terjadi bilamana cairan dan tidak penuh, maka cairan tersebut akan bergerak pada waktu kapal oleng.
2. Akibatnya: GM kapal mengecit secara semu (*Virtual lost of GM*) dari GM menjadi GvM
3. *Free Surface Effect* tergantung dari lebar tangki, bukan berat cairan
4. Untuk mengurangi free surface effect: tangki harus diberi sekat membujur
5. Di kapal, nilai *Free Surface Moment* tiap - tiap tangki sudah diberikan (apabila terdapat cairan, dan slack)

Besarnya kenaikan semu titik berat kapal adalah :

$$GGv = \frac{L \times B^3}{12 \nabla}$$

GGv : Kenaikan semu titik
 L : Panjang Tangki
 B : Lebar tangki
 ∇ : Volume displacement kapal

Untuk density cairan dalam tangki berbeda dengan density cairan kapal mengapung

$$GGv = r \times \frac{L \times B^3}{12 \nabla}$$

r = density cairan dim tangki
 density cairan kapal mengapung

Untuk mengurangi free surface effect maka tangki-tangki kapal diberi sekat membujur sehingga sebuah tangki yang dibagi menjadi n bagian tangki maka besarnya kenaikan semu titik berat kapal adalah :

$$GGv = \frac{1}{n^2} \frac{L \times B^3}{12 \nabla}$$

n adalah banyaknya bagian tangki

Apabila kapal mempunyai GM yang terlalu kecil maka bilamana terdapat *free surface* maka dapat membuat stabilitas kapal menjadi negative.

C. Rangkuman

Kapal memiliki tangki-tangki berisi berbagai jenis cairan, yang ada yang penuh dan ada yang terisi sebagian.

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Gambar 9.1 menunjukkan tangki-tangki cairan pada kapal. Pada Gambar I, meskipun kapal mengoleng, cairan dalam tangki tetap pada posisinya. Namun, pada Gambar II, tangki yang terisi sebagian menyebabkan cairan dapat bergerak bebas saat kapal mengoleng, mengakibatkan pergeseran titik berat cairan dan mempengaruhi posisi titik berat (G) kapal.

Free surface effect terjadi saat tangki berisi cairan tidak penuh, yang mengakibatkan cairan bergerak saat kapal mengalami oleng. Ini mengurangi GM kapal secara semu (Virtual loss of GM) dari GM menjadi GvM. Untuk mengurangi efek ini, tangki-tangki harus diberi sekat membujur. Besarnya kenaikan semu titik berat kapal tergantung pada lebar tangki, bukan berat cairan. Jika kapal memiliki GM yang terlalu kecil, keberadaan *free surface* dapat membuat stabilitas kapal menjadi negatif.

D. Evaluasi

1. Apa yang dimaksud dengan free surface effect pada kapal?
2. Mengapa free surface effect di dalam tangki-tangki kapal dapat mempengaruhi Virtual Loss of GM (GvM)?
3. Bagaimana sekat-sekat membujur di dalam tangki-tangki kapal dapat membantu mengurangi dampak dari free surface effect?
4. Mengapa penting untuk mengisi tangki-tangki kapal secara penuh atau mendekati penuh?
5. Apa langkah-langkah persiapan yang dapat dilakukan sebelum melakukan percobaan stabilitas kapal untuk meminimalkan pengaruh dari free surface effect?

BAGIAN

10

**UKURAN-UKURAN
POKOK DAN BENTUK -
BENTUK KAPAL**

BAB X
UKURAN-UKURAN POKOK DAN
BENTUK - BENTUK KAPAL

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana ukuran-ukuran pokok dan bentuk-bentuk kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Kapal adalah sarana transportasi air yang digunakan untuk mengangkut barang, hewan, manusia dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Selain itu kapal juga dapat digunakan sebagai alat pertahanan, rekreasi, laboratorium maupun kapal kerja. Sehingga dilihat dari muatan yang diangkut maka kita kenal berbagai tipe kapal seperti : *general cargo ship, tanker ship, bulk carrier ship, container ship, ro-ro ship, passanger ship*.

Dibawah ini terdapat beberapa contoh gambar General arrangement dari tipe-tipe kapal diatas.

1. *General Cargo ship* adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut barang berbagai macam - macam cargo dalam bentuk karungan, peti-petian, palet atau jenis lain. Kapal *general cargo* dilengkapi dengan sarana dan prasarana pemuatan dan pembongkaran. Akses ke dalam ruang muat dilengkapi dengan sistem buka tutup yang berada di *deck* yang disebut dengan *hatches* (lubang palka) yang dilengkapi dengan *hatches cover*.

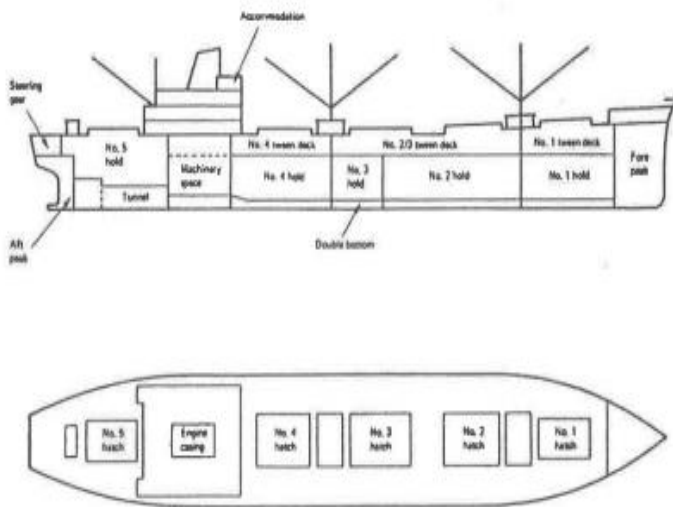
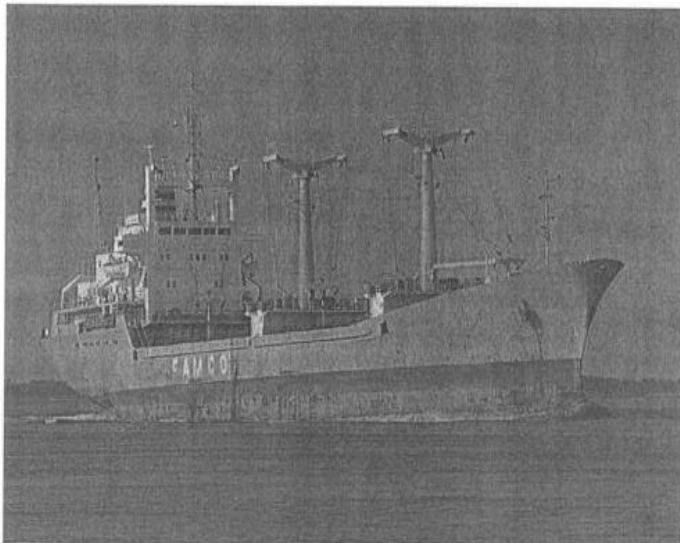


Figure 1.1 General Cargo Ship

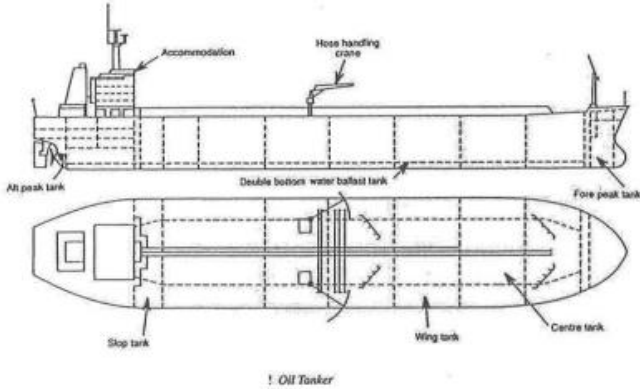


Gambar 10.1 kapal general cargo

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

2. *Tanker ship* adalah kapal yang mengangkut muatan dalam bentuk cairan dalam jumlah yang besar. Jenis dari kapal tanker ini antara lain *oil tanker*, *chemical tanker*, *liquid gas tanker*. Berikut ini beberapa gambar dari Tanker.

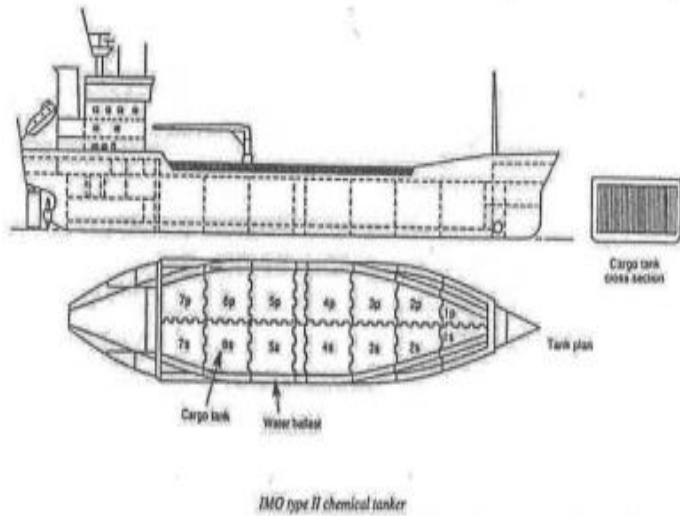
a. **Gambar Oil Tanker**



Gambar 10.2 Kapal *oil tanker*

b. **Gambar *chemical tanker***

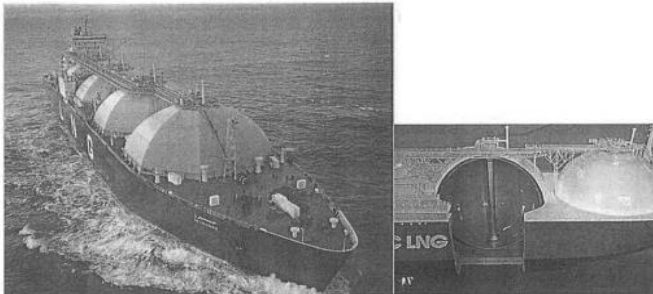
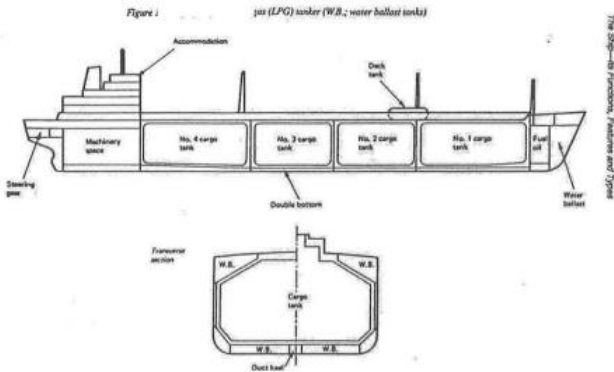
Gambar *chemical tanker* Adalah sebuah kapal tanker yang didesain untuk memuat jenis muatan chemical



Gambar 10.3 chemical tanker

c. **LPG / LNG tanker**

Liquid Petroleum Gas / Liquid Natural Gas



Gambar 10.4 Kapal Lpg

3. *Bulk Carrier* adalah kapal yang mengangkut muatan dalam bentuk curah atau biji-bijian. Muatan yang diangkut seperti ; batubara, biji besi, semen bentuk curah, gandum, kedelai, gula dan lain-lain. Pada umumnya sekali memuat satu jenis komoditi cargo. Kapal Bulk carrier hanya memiliki single deck saja.

Dibawah ini terdapat gambar General arrangement dan penampang melintang dari ruang muat kapal bulk carrier;

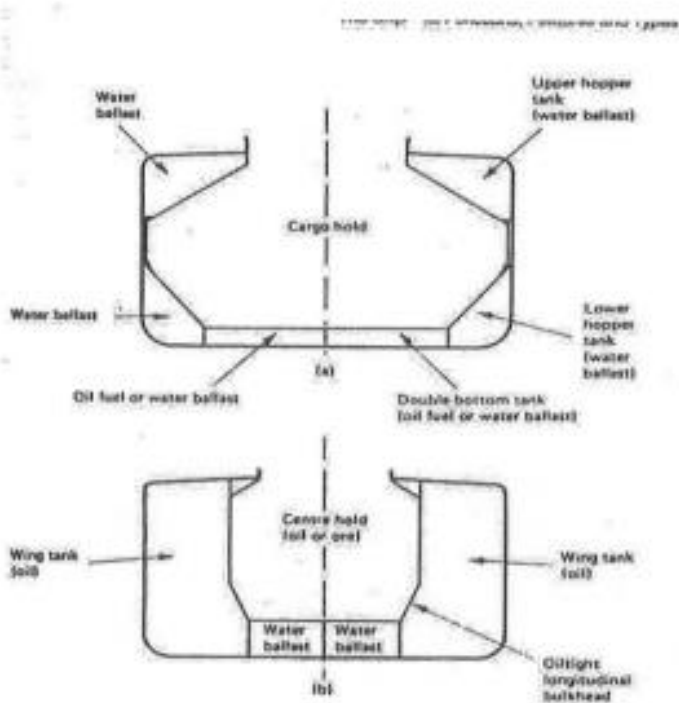
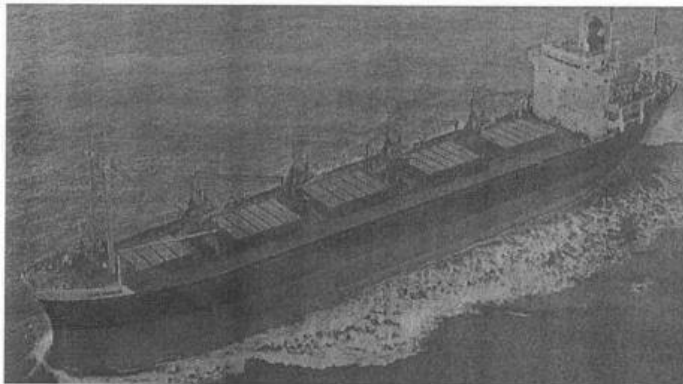


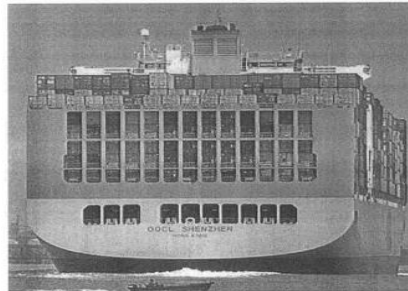
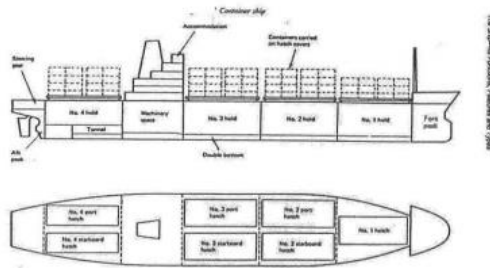
Figure 1.5 Transverse sections: (a) bulk carrier (b) ore/oil carrier



Gambar 10.5 kapal Bulk Carrier

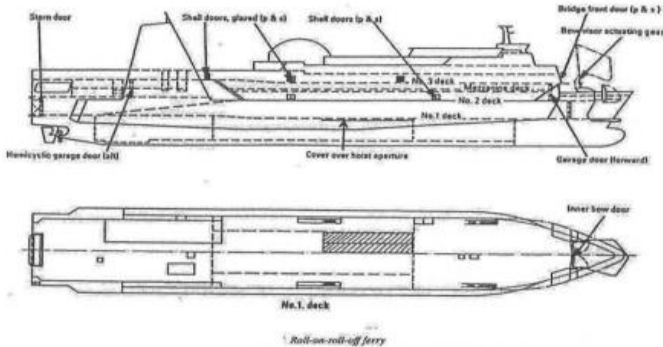
Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

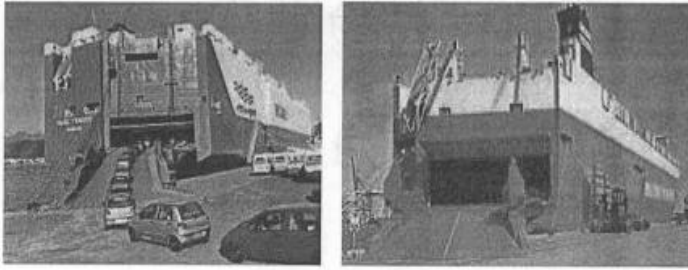
4. Kapal *Container* adalah kapal yang memuat muatan yang sudah dimasukkan kedalam Container. Kapal container merupakan tipe kapal liner.



Gambar 10.6 kapal *konteiner*

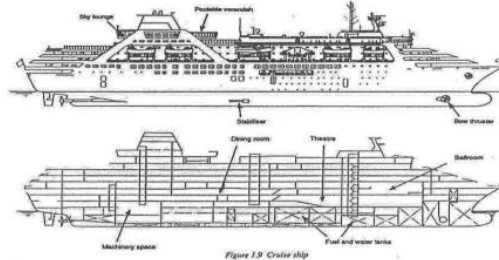
5. Kapal *Ro-ro* (*Roll on - Roll off*) adalah kapal yang di design sedemikian rupa sehingga proses pemuatan dan pembongkaran muatan melalui *Ramps Door* (*stern ramps* atau *bow ramps*)





Gambar 10.7 kapal Ro-ro

6. Kapal *Passanger* adalah kapal yang didesign untuk mengangkut penumpang. Namun juga dapat memuat *cargo* dalam jumlah yang sedikit.



Gambar 10.8 Kapal Penumpang

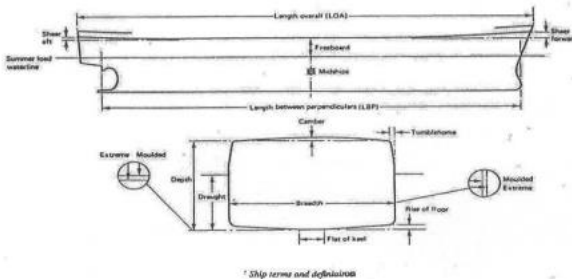
Untuk mengenali ukuran dan ragam bentuk bentuk yang ada dikapal maka kita perlu mengetahui l istilah-istilah dan definisinya. Ukuran kapal kita dapat bedakan menjadi:

- a. Ukuran secara memanjang kapal
Contoh: LOA, LBP
- b. Ukuran secara melintang/melebar kapal
Contoh : *Moulded Breadth, extreme breadth*

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

- c. Ukuran secara vertical kapal
Contoh : *Draft, freeboard, depth, air draft*
- d. Ukuran berat kapal
Contoh : *lightship, Displacement, load displacement, Deadweight*
- e. Ukuran isi kapal
Contoh : *GRT (Gross Tonnage), NRT*

Gambar dibawah menunjukkan ukuran secara memanjang, melintang dan vertical kapal serta ragam bentuk kapal.



Gambar 10.9 Bentuk Kapal

Untuk itu sangat penting sekali memahami istilah-istilah baku yang lazim digunakan diatas kapal seperti :

- a. *LOA (Length Over All)*
LOA (Length Over All) adalah panjang keseluruhan kapal secara membujur diukur dari titik paling depan pada linggi haluan (stern) sampai titik paling belakang pada buritan kappa(stern) sejajar lunas kapal.
- b. *LBP (Length Between Perpendiculars)*
LBP (Length Between Perpendiculars) adalah panjang membujur kapal yang diukur dari *forward perpendiculars* sampai dengan *aft perpendicular* diukur sepanjang garis muat pada musim Summer.
Aft perpendicular adalah garis kayalan tegak yang terletak pada *rudder stock* atau poros daun kemudi. *Forward perpendicular* adalah garis kayalan tegak perpotongan

antara linggi haluan kapal dengan garis muat musim Summer.

- c. *LOWL (Length on the load water line)*
LOWL (Length on the load water line) adalah Panjang sepanjang garis air yang diukur dari perpotongan antara linggi haluan dengan garis air sampai dengan ke titik potong antara garis air dengan linggi buritan.
- d. *Moulded Breadth*
Moulded Breadth adalah lebar terbesar kapal diukur dari plat kulit kapal bagian dalam sebelah kiri sampai dengan plat kulit kapal bagian dalam sebelah kanan sejajar lunas kapal.
- e. *Extreme Breadth (Beam)*
Extreme Breadth (Beam) adalah lebar terbesar kapal diukur pada titik paling kiri pada bagian luar kulit kapal sebelah kiri sampai titik paling kanan pada bagian luar kulit kapal sebelah kanan sejajar lunas kapal.
- f. *Moulded depth*
Moulded depth adalah jarak tegak yang diukur dari lunas kapal (keel) sampai dengan geladak atas (*Upper deck/main deck*) pada bagian tengah tengah kapal.
- g. *Extreme depth*
Extreme depth adalah jarak tegak yang diukur dari titik paling bawah pada lunas kapal (*keel*) sampai dengan titik paling atas pada geladak atas (*Upper deck/main deck*).
- h. *Draught/Draft*
Draught/Draft adalah jarak tegak yang diukur dari titik paling bawah pada lunas kapal (*keel*) sampai garis air (*water line*). *Draft* kapal pada bagian depan disebut dengan *forward draft*, *draft* kapal pada bagian belakang disebut dengan *aft draft* dan *draft* kapal pada bagian midship disebut dengan *middle/midship draft*. *Draft* kapal pada saat kapalnya kosong disebut dengan *light draft*.

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Draft kapal pada saat kapal memuat maksimal yang diijinkan disebut dengan load draft.

i. *Freeboard*

Freeboard adalah jarak tegak yang diukur dari garis air (water line) sampai dengan garis deck (*deck line*).

j. *Air draft*

Air draft adalah jarak tegak yang diukur dari garis air sampai dengan titik yang tertinggi pada bagian kapal.

k. UKC (*Under Keel Clearance*)

UKC (*Under Keel Clearance*) adalah jarak tegak yang diukur dari lunas kapal sampai dengan dasar laut/dasar sungai

l. *Trim*

Trim adalah perbedaan antara draft depan dengan *draft* belakang. Bilamana *draft* depan lebih besar dari *draft* belakang maka kapal *by head*. Bilamana *draft* belakang lebih besar dari *draft* depan maka kapal *by stern*. Bilamana *draft* depan sama dengan *draft* belakang maka kapal *even keel*.

m. *Sheer*

Sheer adalah lengkungan *deck* secara membujur. Yang diukur dari tinggi main *deck* pada bagian tengah kapal dengan tinggi sebuah titik kusus pada main *deck* dibagian depan atau belakang kapal

n. *Camber*

Camber adalah lengkungan *deck* secara melintang, yang diukur dari perbedaan tinggi *deck* pada tengah-tengah kapal dengan bagian *deck* sisi paling luar.

o. *Rise of floor*

Rise of floor adalah kenaikan plat kulit kapal bagian dasar pada bagian terluar dengan garis dasar pada lunas kapal diukur pada bagian terluar.

p. *Tumblehome*

Tumblehome Adalah lengkungan yang terbentuk oleh bagian kulit kapal yang terluar pada area *upperdeck/maindeck*

q. *Rake*

Garis kemiringan yang terbentuk secara *vertical* maupun *horizontal*

r. *Center line*

Center line adalah garis simetris kapal secara melintang atau garis tengah kapal secara melintang

s. *Base line*

Center line adalah garis mendatar pada plat lunas kapal bagian luar pada bagian midship kapal

t. *Displacement*

Displacement adalah berat keseluruhan kapal yaitu berat kapal kosong ditambah dengan seluruh isinya atau berat keseluruhan kapal yang setara dengan berat cairan yang dipindahkan oleh bagaian kapal yang terbenam didalam air.

u. *Light Displacement/lightship*

Light Displacement/lightship adalah Berat kapal kosong, yaitu berat kapal yang terdiri dari badan kapal, mesin-mesin kapal, peralatan tetap kapal (tanpa muatan, tanpa bahan bakar ,tanpa air tawar, tanpa *ballast* dan lain-lain).

v. *Load displacement*

Load displacement adalah Berat kapal secara keseluruhan pada saat kapal terbenam pada draft maksimum yang diijinkan, yaitu merupakan *Light displacement* + muatan + air tawar + bahan bakar + perbekalan + awak kapal dan lain-lain. $Load\ displacement = Light\ Displacement + DWT$.

w. *Deadweight (DWT)*

Deadweight (DWT) adalah Kemampuan kapal untuk dapat dimuati beban sampai draft maksimal yang diijinkan seperti: muatan, air tawar, bahan bakar, perbekalan, minyak lumas, penumpang, bagasi, awak

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

kapal dan lainnya. Kemampuan kapal untuk memuat muatan saja sampai dengan draft maksimal yang diijinkan disebut Cargo DWT.

x. *Gross Tonnage* (GRT)

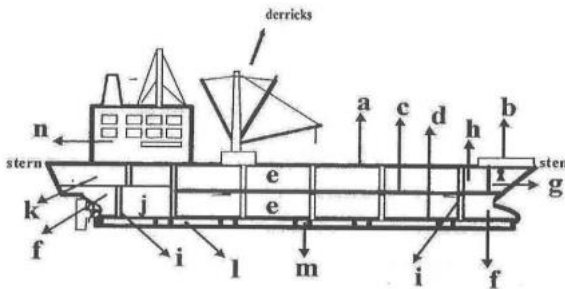
Gross Tonnage (GRT) adalah isi dari sebuah kapal dikurangi dengan isi sejumlah ruangan tertentu yang berfungsi sebagai ruangan untuk keselamatan kapal antara lain : *double bottom, forepeak dan afterpeak tanks, galley, bridge, master's office,* dan lain- lain.

y. *Net Tonnage* (NRT)

Net Tonnage (NRT) adalah isi kotor dikurangi dengan sejumlah ruangan yang tidak dapat dipakai untuk mengangkat muatan seperti : *master and crew accommodation, chain locker, WC, chart room, engine room, radio station boatswain locker.*

Tonnage adalah kemampuan sebuah kapal mengangkat muatan. Kegunaan *tonnage* untuk mengetahui besar kecilnya kapal, besar kecilnya daya angkut kapal dan juga untuk mengetahui biaya-biaya yang harus ditanggung oleh kapal.

Selain istilah yang lazim digunakan diatas kapal seperti diatas maka sangat penting memahami bagian-bagian kapal seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini:



Gambar 10.10 bagian-bagian kapal

- a. *Main deck/upper deck*
- b. *Forecastle*
- c. *Tween deck*
- d. *Lower deck/ tank top*
- e. *Cargo hold* (bagian bawah adalah lower hold dan bagian atas adalah upper hold)
- f. *Peak tanks* (depan adalah fore peak tanks belakang after peak tanks)
- g. *Chain locke*
- h. *Boatswain locker*
- i. *Bulkhead* (paling depan fore peak collision bulkhead dan paling belakang after peak collision bulkhead)
- j. *Engine room*
- k. *Steering engine room (steering gear room)*
- l. *Double bottom*
- m. *Cofferdam*
- n. *Super structure*

C. Rangkuman

Kapal sebagai sarana transportasi yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan seperti pengangkutan barang, hiburan, dan lainnya. Kapal-kapal dibagi menjadi berbagai tipe seperti *general cargo ship, tanker ship, bulk carrier ship, container ship, ro-ro ship, dan passenger ship*. Setiap tipe kapal memiliki fungsi dan struktur yang berbeda, dengan contoh gambaran umum dari masing-masing. Istilah-istilah terkait ukuran dan dimensi kapal seperti LOA, LBP, draft, *freeboard, displacement*, dan lain-lain. Istilah-istilah ini penting untuk memahami karakteristik dan kemampuan kapal dalam mengangkut muatan serta navigasi.

Gambaran umum ini memberikan pemahaman yang luas tentang berbagai aspek yang terkait dengan kapal, mulai dari jenis-jenisnya, struktur, hingga ukuran dan istilah teknis yang digunakan dalam industri pelayaran.

D. Evaluasi

1. Jelaskan perbedaan antara kapal *tanker* dan kapal *bulk carrier* berdasarkan muatan yang mereka angkut.
2. Apa yang dimaksud dengan *free surface effect* pada kapal? Bagaimana dampaknya terhadap stabilitas kapal?
3. Gambar-gambar seperti Gambar 9.1 hingga Gambar 9.8 menunjukkan berbagai tipe kapal dan strukturnya. Pilih salah satu tipe kapal yang menurut Anda memiliki desain yang paling unik dan jelaskan keunikan desain tersebut.
4. Ukuran-ukuran kapal seperti LOA, LBP, dan Draft memiliki peranan penting dalam pengoperasian kapal. Jelaskan masing-masing dari ukuran tersebut dan mengapa mereka penting bagi kapal.
5. Apa peran dari berbagai bagian kapal seperti main *deck*, *engine room*, dan *cargo hold* dalam operasional kapal? Berikan penjelasan singkat tentang fungsi masing-masing bagian tersebut.

BAGIAN

11

SHIP STRESS

BAB XI SHIP STRESS

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *Ship Stress* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Karena kapal mengapung di air maka kapal selalu mengalami tekanan dan tegangan pada badan kapal yang diakibatkan baik pengaruh gaya dari luar maupun dari dalam kapal itu sendiri. Pengaruh dari dalam antara lain berat kapal itu sendiri, muatan, mesin kapal dan pengaruh dari operasional mesin-mesin kapal. Pengaruh dari luar seperti : tekanan *hydrostatis* dari air pada badan kapal, angin dan ombak. Untuk itu kapal harus dirancang dengan tepat dan harus digunakan seefisien mungkin dalam membawa muatan sehingga mempunyai kekuatan yang cukup terhadap pengaruh tekanan dan tegangan dari gaya-gaya tersebut diatas. Tekanan dan tegangan terjadi secara local, transversal dan longitudinal pada badan kapal namun yang paling besar yang pengaruhnya pada badan kapal adalah secara membujur yang menyebabkan terjadinya pembekakan (*bending*) sepanjang badan kapal. Gaya yang bekerja pada badan kapal yang menyebabkan terjadinya tekanan dan tegangan dibedakan menjadi 2 yaitu:

- a. Gaya statis yang disebabkan oleh Gaya *gravity* (berat) dan gaya apung (*buoyancy*) yang bekerja pada titik-titik sepanjang badan kapal.
- b. Gaya dinamis disebabkan oleh angin, ombak dan pergerakan kapal diatas air.

Pergerakan kapal dapat digambarkan menjadi 6 gerakan seperti gambar dibawah ini :

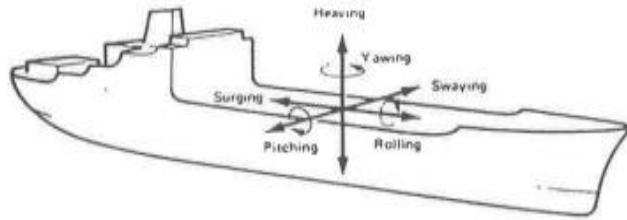


Figure 2.1 Ship movement – the six degrees of freedom

Longitudinal Stresses

Gambar 11.1 Longitudinal Stresses

Bilamana kapal mengapung di air maka terdapat 2 buah gaya yang bekerja yaitu:

1. Gaya *gravity* yang bekerja tegak lurus kebawah yang disebabkan oleh berat kapal dan isinya
2. Gaya *buoyancy* yang bekerja tegak lurus keatas akibat tekanan hidrostatis.

Selanjutnya *Dynamic Loading of Ship's Structure*, berikut dibawah ini gambar detailnya.

Ship Stresses and Shipbuilding Materials

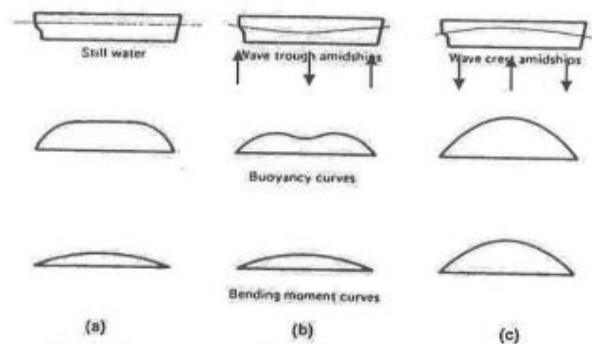


Figure 2.5 Dynamic loading of a ship's structure: (a) still water condition; (b) sagging condition; (c) hogging condition

Gambar 11.2 Dynamic Loading of Ship's Structure

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Hogging dan *Sagging* juga dapat disebabkan oleh pengaruh ombak pada waktu kapal berlayar. Pada gambar (a) kapal berada pada air yang tenang sehingga tidak ada pengaruh gaya dari luar yang menyebabkan adanya *hogging* dan *sagging*. Namun pada gambar (b) lembah gelombang berada pada midship kapal sehingga pada bagian midship akan mengalami gaya kebawah lebih besar dan pada bagian ujung-ujung kapal gaya keatas lebih besar sehingga akan terjadi *sagging*. Pada gambar(c) puncak gelombang terjadi pada bagian midship kapal sehingga mengalami gaya keatas yang lebih besar dan pada bagian ujung-ujung kapal mengalami gaya kebawah lebih besar sehingga akan menimbulkan *hogging*. Apabila kondisi *hogging* dan *sagging* yang disebabkan oleh pengaruh gaya statis dan dinamis ini muncul secara bersamaan sehingga terjadi bending moment melebihi batas keselamatan akan menyebabkan perubahan struktur pada badan kapal dan bahkan menimbulkan terjadi patah pada badan kapal.

Bilamana kapal mengalami olengan maka akan terjadi pengaruh gaya dari luar secara melintang terhadap badan kapal yang bisa menyebabkan perubahan struktur kapal secara melintang. Hal ini disebut dengan *Racking* (lihat gambar) dan pengaruh ini sangat besar dampaknya apabila kapal dalam kondisi kosong (*light condition*). Oleh sebab itu untuk mengurangi adanya *racking* pada kapal dipasang *brackets* dan *beam knees* pada sambungan *frame* dan *deck* untuk menahan terjadinya *racking*. Berikut ini gambar *racking*.

Ship Stresses and Shipbuilding Materials

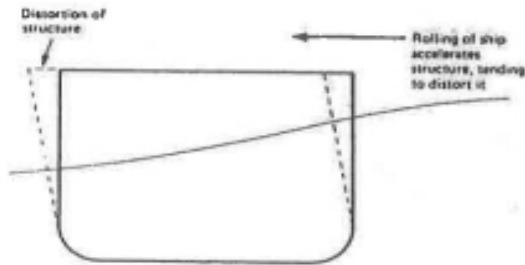


Figure 2.7 Racking

Gambar 11.3 *Racking*

C. Rangkuman

Kapal mengalami tekanan dan tegangan dari berbagai gaya, baik dari dalam (seperti berat kapal, muatan, dan mesin) maupun dari luar (seperti tekanan hidrostatis air, angin, dan ombak). Tekanan dan tegangan terutama terjadi secara membujur pada badan kapal yang menyebabkan pembengkokan (*bending*) sepanjang badan kapal.

Ada dua jenis gaya utama yang bekerja pada badan kapal: gaya statis (berasal dari gravitasi dan gaya apung) dan gaya dinamis (disebabkan oleh angin, ombak, dan gerakan kapal). Ombak dapat menyebabkan *hogging* (bagian tengah kapal mengalami gaya ke atas lebih besar daripada ujungnya) dan *sagging* (ujung-ujung kapal mengalami gaya ke bawah lebih besar). Kondisi ini bisa menyebabkan pembengkokan yang berlebihan dan merusak struktur kapal.

Selain itu, olengan kapal dapat menyebabkan *racking* (perubahan struktur secara melintang), terutama saat kapal kosong. Untuk mengatasi ini, kapal dilengkapi dengan *brackets* dan *beam knees* pada sambungan *frame* dan *deck*. Pemahaman ini penting dalam merancang kapal agar dapat menghadapi semua tekanan dan tegangan saat berlayar.

D. Evaluasi

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan tekanan dan tegangan pada badan kapal. Berikan contoh dari gaya internal dan gaya eksternal yang menyebabkan tekanan dan tegangan pada kapal.
2. Bagaimana pengaruh *hogging* dan *sagging* terjadi pada kapal? Jelaskan prosesnya dan apa yang menjadi penyebab utama munculnya fenomena ini.
3. Apa yang dimaksud dengan racking pada kapal? Jelaskan mengapa racking dapat menjadi masalah serius terutama dalam kondisi oleng atau saat kapal berada dalam kondisi kosong.
4. Mengapa penting bagi kapal untuk dirancang dengan mempertimbangkan tekanan dan tegangan yang terjadi pada badan kapal? Jelaskan beberapa strategi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak dari tekanan dan tegangan ini.
5. Bagaimana gaya dinamis seperti angin dan ombak dapat mempengaruhi struktur kapal? Jelaskan bagaimana kondisi ini dapat mempengaruhi keamanan dan kinerja kapal secara keseluruhan.

BAGIAN

12

HULL STRUCTURE

BAB XII HULL STRUCTURE

A. Tujuan Pembelajaran

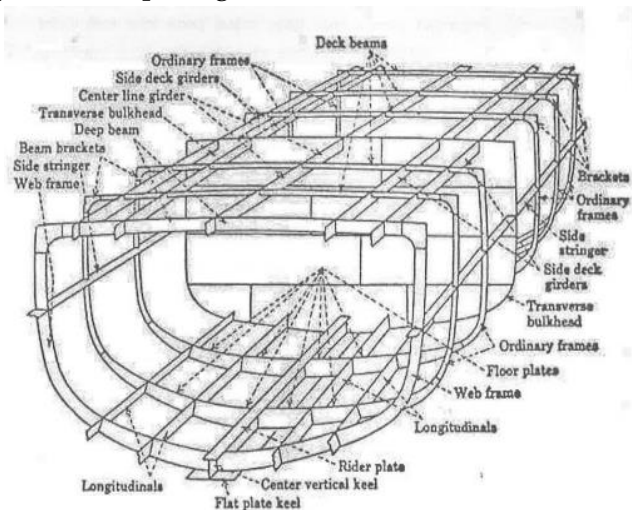
Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *Hull Structure* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Untuk mempelajari struktur badan kapal maka kita harus mengenali bagian-bagian yang membentuk badan kapal yang terdiri dari :

1. *frames, floors, transverse frames, deck beams, knees, brackets*
2. *shell plating, decks, tank top, stringers*
3. *bulkheads dan stiffeners, pillars*
4. *hatch ..girders dan beams, coamings, bulwarks*
5. *bow dan stern framing, cant beams, breasthooks*
6. dan lain-lain.

Untuk mengenali bagian struktur badan kapal dapat memperhatikan pada gambar berikut:



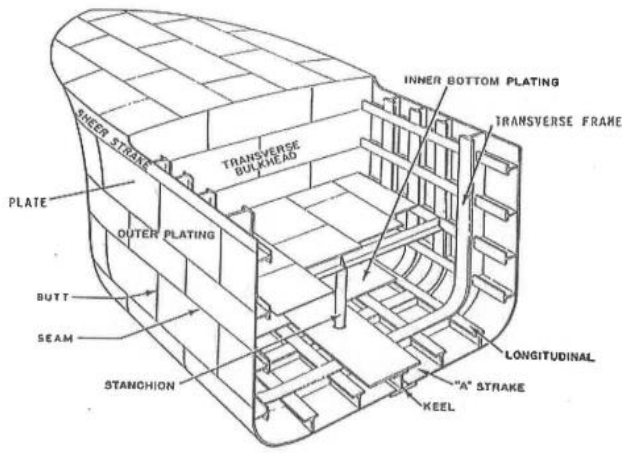
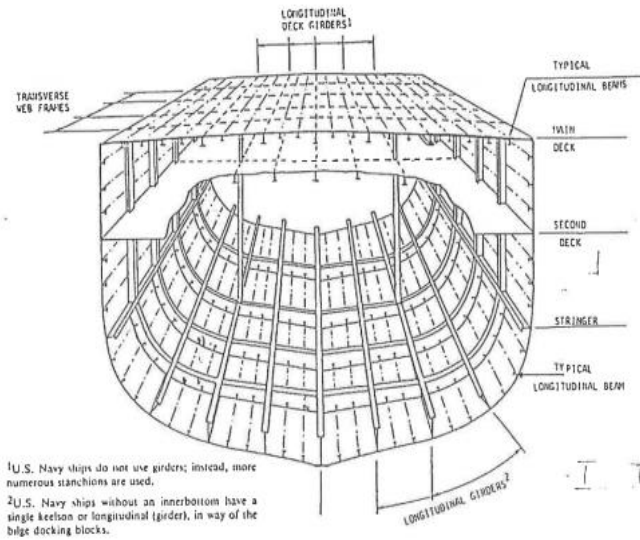


Figure 20-9. Shell section of a ship with cellular framing.

Gambar 12.1 Struktur Badan Kapal

1. *Frame* (Gading - Gading)

Frame merupakan bagian dari konstruksi sepanjang badan kapal mulai dari haluan sampai dengan buritan yang digunakan untuk menempelkan kulit kapal, memperkuat konstruksi kapal

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

serta mempertahankan bentuk kapal dari pengaruh gaya-gaya yang bekerja pada badan kapal.

Ada dua jenis yang terdapat pada konstruksi kapal yaitu :

- a. Transverse frame
- b. Longitudinal frame

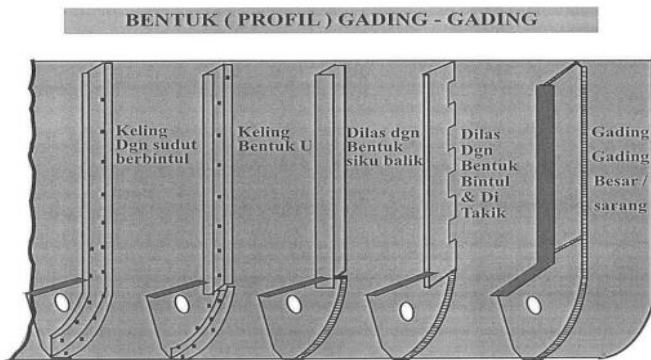
Gambar terlampir :

Bentuk (Profil) gading - gading yang dipasang dengan cara pengelingan ialah:

- a. Bentuk sudut Berbintul (*Bulb Angles*)
- b. Bentuk U (Channel)

Bentuk (Profil) gading - gading yang dipasang dengan cara dilas ialah:

- a. Bentuk Bilah (*Flat Bars*)
- b. Bentuk Berbintul (*Bulb Bars*)
- c. Bentuk Siku Balik (*Inverted Angles*)



Gambar 12.2 Bentuk Gading-Gading

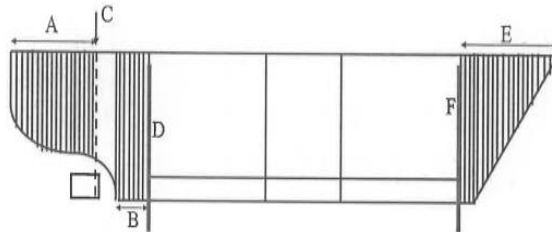
Konstruksi gading - gading :

1. Pada umumnya terbuat dari baja
2. Pada kapal yang mempunyai *tween deck* konstruksi gading - gading makin keatas makin kecil
3. Tiap-tiap gading - gading diberi tanda atau nomor
4. Jarak antara gading - gading
 - a. Di bagian *midship*
 1. Kapal kecil 21 inchi
 2. Kapal besar 38 inchi
 3. Rata-rata 30 inchi.

- b. Di bagian *Forward* and *Aft* maksimal 24 inchi
- c. Di bagian depan antara *watertight Collision bulkhead* dan 1/2 panjang kapal maksimum jaraknya 27 inchi

Pemberian nomor atau tanda pada gading - gading :
gading - gading biasanya diberi nomor dari belakang ke depan yang dimulai dari gading - gading nol atau gading - gading buritan

- 1. Gading - gading sebelah depan gading - gading Nol diberi nomor urut : 1,2,3,4 dst dengan tanda (+) sedang.
- 2. Gading - gading di belakang gading gading Nol diberi nomor urut : 1,2,3,4 dst dengan tanda negatif (-) atau dgn huruf abjad kecil : a,b,c,d dst



Gambar 12.3 Jenis-jenis gading - gading:

- 1. A : Gading-gading cermin
- 2. B : Gading-gading simpul
- 3. C : Gading-gading nol = Gading Nol
- 4. D : *Afterpeak collision bulkhead*
- 5. E : Gading-Gading Haluan
- 6. F : *fore peak collision bulkhead*

Keterangan :

- 1. Gading-gading haluan adalah gading-gading yang terdapat dibelakang gading-gading nol.
- 2. Gading-gading Simpul adalah gading-gading yang terletak sepanjang poros baling-baling.
- 3. Gading-gading nol adalah gading-gading yang terletak sebidang dengan rudder stock.

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

4. Gading-gading cermin adalah gading-gading yang terletak dibelakang gading- gading nol. Gading-gading agung adalah gading-gading yang terletak pada midship.

Sheel Plating (Kulit kapal) Kegunaan kulit kapal adalah :

1. Untuk membuat kapal kedap air dari samping dan dari bawah.
2. Untuk memperkuat konstruksi kapal agar sanggup menahan tekanan-tekanan tengangan-tengangan membujur kapal baik yang berasal dari luar seperti angin, ombak, arus dll, maupun dari dalam seperti muatan-muatan.

Susunan pelat-pelat kulit kapal yang dipasang secara membujur dari muka ke belakang dan mengelilingi lambung disebut lajur (*strake*) lajur-lajur kulit kapal biasanya diberi nama sesuai dengan tempat dan fungsinya yang dihubungkan satu sama lain dengan cara keling maupun cara las.

Pemberian Tanda dan Nomor pada Kulit Kapal

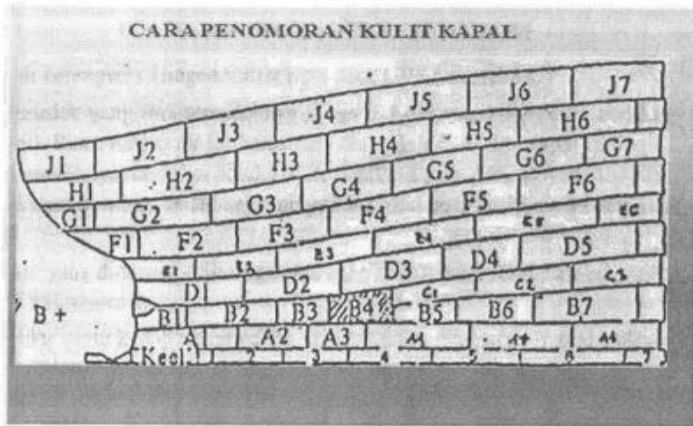
Pemberian tanda pada kulit kapal dimulai dari pelat pengapit lunas (*garboard strake*) yaitu pelat lajur sepanjang kiri kanan lunas datar sebagai lajur A. Lajur-lajur lainnya ditandai dari bawah keatas dari tiap sisi secara alphabet A,B,C,... dst kecuali I. dan pemberian nomor pada lajur diberi secara berurutan dari belakang kedepan atau dari depan ke belakang.

Pemberian Tanda dan Nomor Pada Lajur Kulit Kapal Gunanya

"Agar dapat diketahui lokasi dari pelat dalam kaitannya dengan pemeriksaan atau perbaikan karena kerusakan, sobek, maupun survey sehubungan dengan penggantian pelat tersebut". Pemberian nomor dan tanda lajur selalu dikaitkan dengan gading-gading ditempat tersebut untuk memberi kepastian pada bagian mana pelat tersebut berada.

Conteh : Pelat E kiri 3 - 110 - 120 artinya :

Pelat E dilambung kiri, no 3 diantara gading-gading no.110 s/d 120



Gambar 12.4 Penomoran Kulit Kapal

C. Rangkuman

Badan kapal terdiri dari berbagai bagian yang penting untuk memperkuat konstruksi dan menjaga bentuk kapal dari pengaruh gaya luar dan dalam. Komponen utama termasuk *frame*, *shell plating*, *decks*, *bulkheads*, dan berbagai elemen penyangga seperti *knees* dan *brackets*.

Frame (Gading-Gading): *Frame* adalah bagian struktural sepanjang badan kapal yang memperkuat dan menjaga bentuknya. Ada dua jenis utama: *transverse frame* dan *longitudinal frame*, yang terpasang menggunakan berbagai profil seperti *bulb angles* dan *flat bars*.

Shell Plating (Kulit Kapal): Berfungsi untuk membuat kapal kedap air dan memperkuat struktur, *shell plating* terdiri dari pelat-pelat yang dipasang secara membujur dan mengelilingi lambung. Setiap *strake* (lajur) kulit kapal diberi nomor dan tanda untuk memudahkan identifikasi dan pemeliharaan.

Pemberian Tanda dan Nomor: Tanda dan nomor pada gading-gading dan kulit kapal digunakan untuk

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

menunjukkan lokasi spesifik dari komponen struktural kapal, penting untuk perawatan, perbaikan, dan pemeriksaan rutin.

Kesimpulan: Memahami struktur badan kapal dan komponen-komponennya penting untuk memastikan kekuatan dan keamanan kapal terhadap tekanan dan tegangan yang terjadi baik dari luar maupun dari dalam. Pemilihan material dan desain yang tepat sangat diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja struktural kapal dalam berbagai kondisi operasional.

D. Evaluasi

1. Jelaskan perbedaan antara frame transverse dan frame longitudinal dalam konstruksi badan kapal!
2. Apa fungsi utama dari *shell plating* (kulit kapal) dalam konstruksi kapal?
3. Jelaskan mengapa pemberian tanda dan nomor pada gading-gading dan lajur kulit kapal sangat penting untuk operasi kapal!
4. Sebutkan dan jelaskan dua jenis profil yang umum digunakan untuk memasang gading-gading pada badan kapal!
5. Bagaimana pengelompokan dan penamaan lajur kulit kapal dilakukan untuk memudahkan identifikasi?

BAGIAN

13

BOW AND STERN

BAB XIII

BOW AND STERN

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *bow and stern* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

1. Konstruksi Haluan

Haluan sebuah kapal merupakan bagian yang paling besar mendapat tekanan dan tegangan-tegangan sebagai akibat terjangan kapal terhadap air dan pukulan-pukulan ombak. Untuk mengatasi tegangan-tegangan tersebut maka konstruksi haluan harus dibangun cukup kuat dengan jalan:

- a. Di depan sekat pelanggaran bagian bawah dipasang wrang-wrang terbukayang cukup tinggi yang diperkuat dengan perkuatan-perkuatan melintang dan balok-balok geladak.
- b. Disamping wrang-wrang terbuka tersebut diatas pada bagian di depan sekat pelanggaran juga dipasang penguat-penguat tegak dan mendatar, dapat berupa tiang/topang atau dapat juga berupa dinding membujur yang berlubang. Susunan balok-balok geladak biasanya dipasang didalam tangki ceruk depan atau sebelah bawah geladak terendah, jarak antara balok ini 2 meter.
- c. Pada setiap susunan balok-balok geladak tambahan dipasang senta samping (*side stringer*) biasa pertemuan antara senta samping dengan kulit kapal dibagian linggi biasanya membentuk macam segitiga yang saling mengikat secara terpadu. Gading - gading pada bagian haluan biasanya jarak lebih rapat satu sama lain pada jarak kurang lebih 15% panjang kapal dihitung dari linggi depan gading - gading pada bagian bawahnya diperkuat (20% lebih kuat)

kelingannya/las lebih rapat, juga plat lutut antara gading - gading dengan kulit kapal dipertebal.

d. Lajur-lajur di dekat lunas di pertebal.

Berikut ini gambar bentuk - bentuk dan konstruksi haluan kapal serta nama-nama bagian dari konstruksi haluan.

2. Konstruksi Buritan

Bingkai baling-baling kapal modern terbuat dari baja-baja tuang atau plat baja berat yang dilas secara terpadu. Bentuk dan tipe baling-baling sangat bergantung sebagian besar dari jenis kemudi yang dipasang, bagian buritan sebuah kapal konstruksinya hampir sama dengan konstruksi di bagian haluan dengan perbedaan bahwa tinggi susunan balok-balok geladak tambahan 2,5 meter.

Bagian buritan diatas linggi kemudi makin membesar yang mana perlu diberikan perkuatan khusus berupa sebuah tatanan yang disebut tromson yang terdiri dari wrang yang kuat dan berat yang mengikat kuat linggi kemudidan gading - gading melintang serta balok-balok geladak yang saling berhubungan satu sama lain. Buritan kapal masa lampau banyak menggunakan bentuk buritan Counter atau elliptik namun lama kelamaan bentuk buritan diganti dengan cruiser atau tramson khususnya pada kapal niaga besar.

Dari konstruksi dan tipe buritan kapal yang ada dapat ditarik kesimpulan bahwa adanya perbedaan disebabkan karena: Tipe buritan cruiser dapat dilihat bahwa selain tipe tersebut telah memberikan bentuk yang cukup manis untuk dipandang, juga memberikan daya guna hydrodinamis yang dapat memperkecil tahanan air pada bagian kapal dibawah garis air. Tipe buritan yang kecil pada bagian bawahnya namun besar dan melebar pada bagian atasnya, dan memberikan dampak pengemudian sehubungan dengan besarnya potongan *Deadwood* di daerah tersebut. Dampak ini memberikan pula efek secara langsung terhadap kemampuan olah gerak sebuah kapal.

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

C. Rangkuman

Konstruksi Haluan Kapal:

Haluan kapal dibangun kuat untuk menahan tekanan dan tegangan dari terjangan air dan ombak. Konstruksi haluan meliputi:

- a. Wrang-wrang terbuka di bagian bawah sekat pelanggaran yang diperkuat dengan balok-balok geladak dan perkuatan melintang.
- b. Penguat tegak dan mendatar di samping wrang-wrang, bisa berupa tiang atau dinding membujur berlubang.
- c. Balok-balok geladak tambahan dipasang dalam tangki ceruk depan atau sebelah bawah geladak terendah.
- d. Gading-gading pada haluan terletak lebih rapat, dengan kelingan/las lebih rapat dan plat lutut dipertebal.
- e. Lajur-lajur di dekat lunas diperkuat.

Konstruksi Buritan Kapal:

Buritan kapal menggunakan bingkai baling-baling dari baja atau plat baja berat, dilas secara terpadu. Konstruksi buritan mirip dengan haluan dengan perbedaan:

- a. Susunan balok-balok geladak tambahan lebih tinggi sekitar 2,5 meter di atas linggi kemudi.
- b. Perkuatan khusus seperti tromson, berupa wrang yang kuat mengikat linggi kemudi dan gading-gading melintang serta balok-balok geladak.

Perbedaan Tipe Buritan Kapal:

Ada variasi tipe buritan seperti cruiser atau tramson, yang mempengaruhi tahanan air dan kemampuan olah gerak kapal.

D. Evaluasi

1. Jelaskan tujuan utama dari konstruksi haluan kapal berdasarkan teks yang telah Anda pelajari!
2. Sebutkan minimal dua jenis perkuatan yang digunakan dalam konstruksi haluan kapal untuk mengatasi tegangan yang dihasilkan oleh terjangan air dan ombak!
3. Apa perbedaan utama antara konstruksi buritan kapal dengan konstruksi haluan kapal, berdasarkan informasi yang Anda pelajari.

BAGIAN

14

FITTING

BAB XIV

FITTING

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *fitting* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

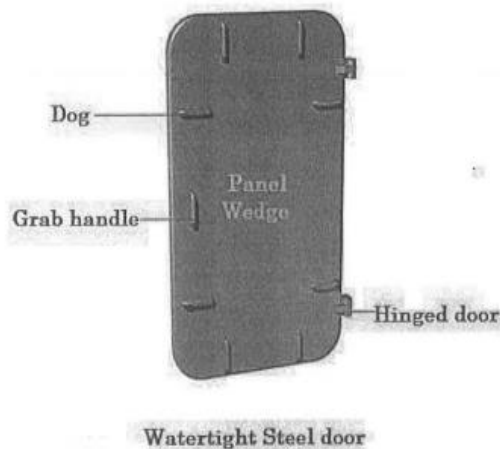
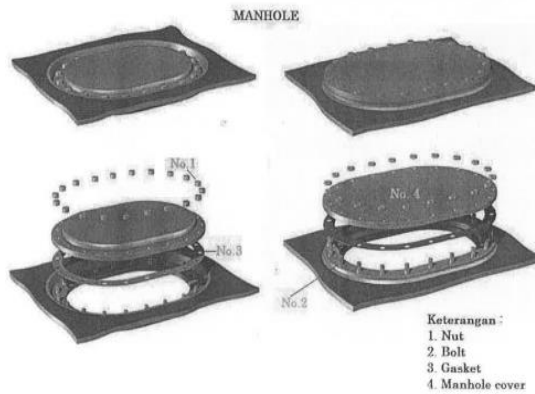
B. Materi Pembelajaran

1. Deck

Deck adalah horizontal platform yang menutup keseluruhan badan kapal yang mempunyai kekuatan untuk menahan beban dan juga merupakan penutup paling atas yang kedap air (*watertight*). Bilamana di *deck* terdapat lubang pintu seperti : *hatches*, *engine casing*, *pump room entrance*, *manhole* dan lain-lain, maka plat yang dipasang melintang lubang pintu tersebut diatas harus lebih tebal untuk menjamin kekuatan. Untuk memudahkan sistem *drainage* di *deck* maka bentuk *deck* dibuat melenkung kesamping dimana bagian samping lebih rendah daripada bagian tengah (*chamber*). Pada bagian tepi *deck* kanan dan kiri dipasang *deck scupper* yang digunakan untuk saluran pembuangan air kelaut. Dibagian bawah platform *deck* terpasang gading - gading system sebagai tempat melekatkan *deck platform* dan juga penguat.

Pada gambar dibawah ini terlihat gambar *weather deck*.





Gambar 14.1 Weater Deck

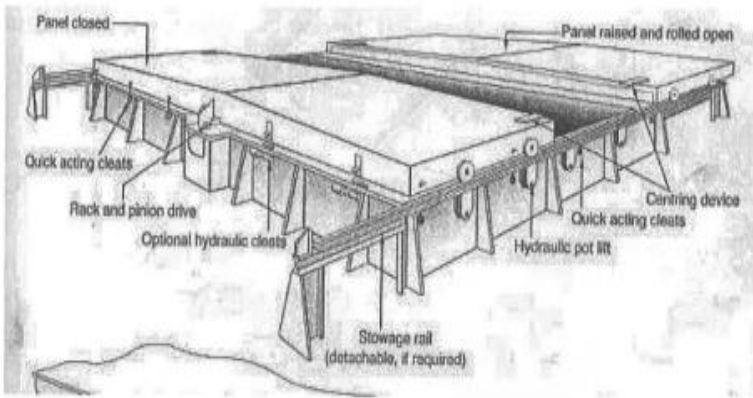
2. Hatches (Cargo hold)

Cargo hold adalah tempat untuk pemadatan muatan diatas kapal, untuk itu konstruksi *cargo hold* harus watertight dari air laut maupun air hujan. Untuk menjamin watertight maka setiap *cargo hold* dilengkapi dengan *hatch cover* dan peralatan lashing yang terpasang pada atas *hatch coaming* . Tinggi rendahnya *hatch coaming* ditentukan dengan *loadline*

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

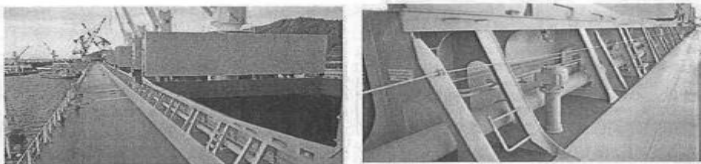
rule. Fungsi *hatch coaming* adalah untuk melindungi muatan dari pengaruh ombak air laut yang menerpa *cargo hold*.

Untuk membuka dan menutup hatch cover dapat digunakan tenaga *hydraulic*, *electric* ataupun *wire* yang dihubungkan dengan winch. Untuk kapal bulk pada umumnya menggunakan sistem *side rolling hatch cover*, untuk kapal *general cargo* menggunakan sistem *lift-off covers*. Pada gambar dibawah terlihat gambar *cargo hold* beserta nama bagian-bagiannya dari berbagai tipe kapal.



Gambar 14.2 *Cargo Hold*

WEATHER DECK, HATCH COAMING, CARGO HOLD, HATCH COVER
PADA BULK CARRIER SHIP



VENTILATOR



MUSHROOM VENTILATOR



GOOSE NECK VENTILATOR



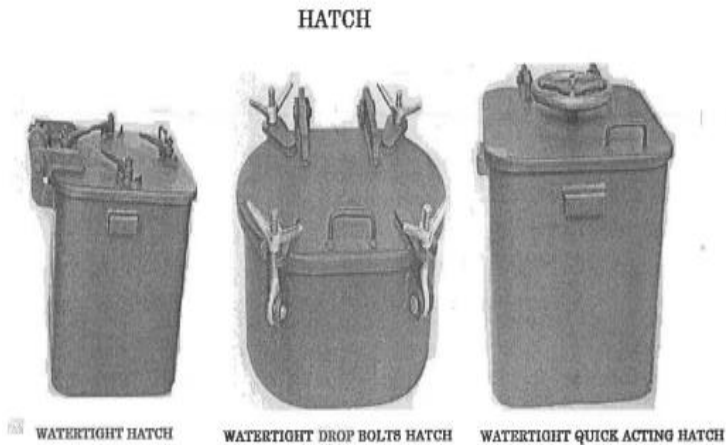
COWL HEAD VENTILATOR



AIR PIPE HEAD

Gambar 14.3 *Ventilator*

Pada gambar dibawah ini menjelaskan konstruksi cleats yang merupakan kelengkapan lashing hatch cover yang harus dipasang sebelum kapal berlayar dan harus dibuka pada saat akan membuka *hatch cover*.



Gambar 14.4 *Hatch*

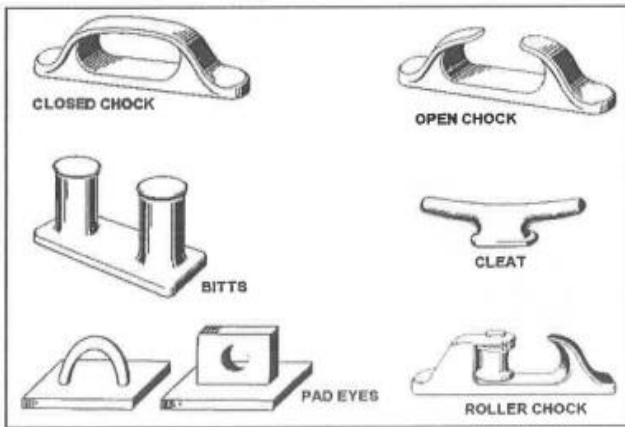
3. Mooring equipment and arrangements

Mooring equipment digunakan pada saat kapal sandar, lepas sandar, *shifting* serta *ship to ship*. *Mooring equipment* pada umumnya ditempatkan pada bagian depan (*forecastle*) dan bagian belakang kapal (*stern*) yaitu *poop deck*. Untuk kapal ukuran besar kadang kadang pada bagian *maindeck* juga ditempatkan *Mooring equipment* terdiri dari : *windlass*, *bollard* dan berbagai macam *fairlead*.

Windlass digunakan untuk mengencangkan (*heave up*) dan mengarea (*slack away*) daripada tali-tali tambat kapal, sedangkan *fairlead* digunakan untuk mengatur arah dan mengurangi gesekan tali-tali tambat. Sedangkan *bollard* digunakan untuk mengikatkan, mematikan, mengatur arah tali-tali tambat. Pada gambar dibawah ini dijelaskan

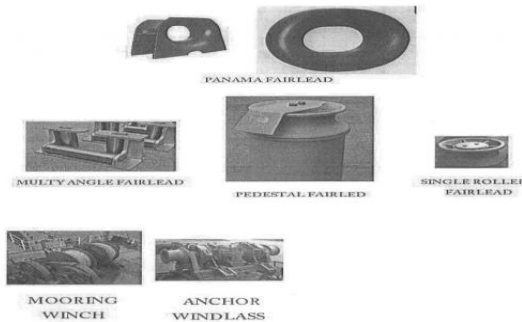
Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

berbagai macam *fairlead* dan *bollard* serta susunan *mooring arrangement* pada bagian *forecastle*.



Gambar 14.5 Fairlead dan bollard





Gambar 14.6 *Deck Fitting*

4. Mooring winch

Mooring winch digunakan untuk mengencangkan dan mengendorkan tali-tali tambat kapal pada saat kapal diikat didermaga atau *buoy*. Agar tali - tali tambat tidak mengalami kerusakan maka harus melalui fairlead sebelum diikatkan ke *single bit bollard* pada dermaga *Anchor windlass* digunakan untuk menaikkan dan menurunkan jangkar dan rantainya pada waktu berlabuh jangkar ataupun lepas berlabuh jangkar

Nama-nama tali tambat kapal :

- a. *Head line*
- b. *Forward breast line*
- c. *Forward spring*
- d. *Aft spring line*
- e. *Aft breast line*
- f. *Stern line*

5. Anchor arrangements









Anchor arrangement digunakan untuk berlabuh jangkar dan juga membantu pada saat kapal sandar dan lepas sandar. Pada kapal modern pada umumnya dilengkapi dengan dua jangkar yang berada di haluan . Susunannya anchor arrangement adalah sebagai berikut :

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

- a. *Anchor windlass* : untuk heave up dan slack away chain cable
- b. *Anchor cable (chain cable)*: menghubungkan jangkardan windlass serta cable clane
- c. *Bow Stopper* : menahan *anchor* dan *chain cable*
- d. *Hawsepipe* : tempat /jalur keluarnya *anchor* dan *chain cable*
- e. *Anchor* : menancapkan pada dasar laut
- f. *Chain locker* : tempat menyimpan chain cable
- g. *Cable clane* : tempat mengikat ujung chain cable didalam chain locker

6. Piping Diagram

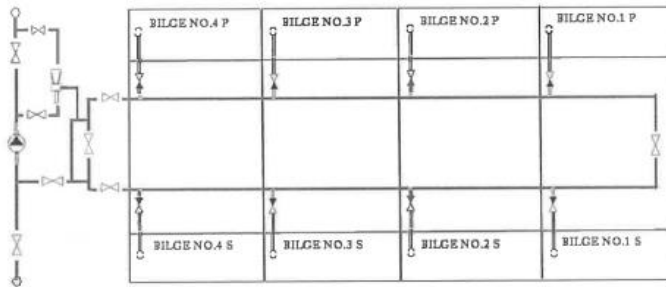
Piping diagram adalah sebuah diagram yang menggambarkan tentang penataan pipa-pipa, *valve*, *suction*, *overboard*, *educator* dan pompa yang ada diatas kapal. Piping diagram ini sangat membantu dalam melaksanakan ballasting dan unballasting maupun loading dan discharging muatan diatas kapal tanker. Dibawah ini terdapat symbol-symbol yang lazim digunakan diatas kapal.

Simbol	Keterangan
	pipe
	Connection pipe
	Unconnection pipe
	valve
	Non return valve
	Pump
	Eductor
	Suction atau Overboard

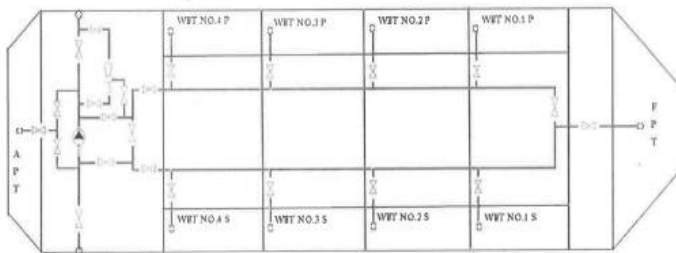
Tabel 14.1 Simbol dikapal

Berikut ini terdapat contoh *Bilges piping* diagram dan *ballast piping* diagram yang terdapat diatas kapal :

BILGES PIPING DIAGRAM



BALLAST PIPING DIAGRAM



Gambar 14.7 diagram piping

Dengan penjelasan gambar diatas diharapkan taruna dapat mengoperasikan *ballast* sistem dan *bilges* sistem dengan baik Pada kapal-kapal modern *ballast* sistem dan *bilges* sistem pengoperasiannya melalui *cargo control room*. Dari gambar diatas, terdapat perbedaan antara penataan *ballast* dan penataan *bilges* :

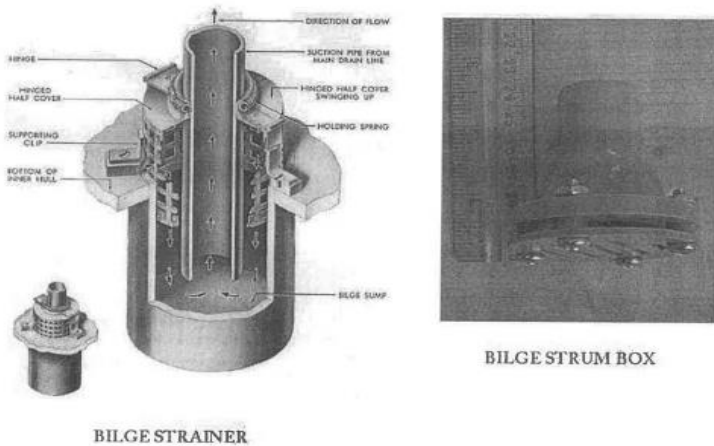
Penataan *ballast* :

1. Digunakan untuk mengatur stabilitas kapal
2. Dapat mengisi (*loading*) dan membuang (*discharging*)
3. Tidak terdapat *non return valve*
4. Tidak dilengkapi bilge strainer/ bilge strum box

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Penataan bilges :

1. Digunakan untuk menampung keringat yang dihasilkan muatan ataupun kondensasi pada *cargo hold* sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan muatan
2. Hanya dapat menghisap (*discharging*)
3. Mempunyai *non return valve*
4. Dilengkapi dengan *bilge strainer/ bilge strum box*



Gambar 14.8 *Bilge Strainer*

Bilge Strainer dan *bilge strum box* berfungsi untuk menyaring air got pada saat akan dibuang melalui pompa bilge. Pada sistem *ballast* dilengkapi dengan pompa *ballast* yang digunakan untuk mengisi atau membuang *ballast* yang berada pada tiap-tiap tangki *ballast*. Untuk bilge sistem juga dilengkapi dengan pompa khusus yaitu *bilges pump* yang digunakan untuk membuang air kotor didalam *bilge*. Namun sistem *Ballast* dan *bilge* juga dapat dioperasikan dengan menggunakan *G.S Pump (General service pump)*

C. Rangkuman

1. Deck adalah *platform horizontal* di kapal yang menutupi badan kapal dan tahan terhadap beban serta kedap air. Jika ada lubang seperti *hatches* atau *manholes*, plat di sekitar lubang harus lebih tebal untuk kekuatan tambahan. Untuk memudahkan drainase, deck dibuat melengkung ke samping dan dilengkapi *deck scupper* untuk saluran pembuangan air. Gading-gading system dipasang di bawah *platform deck* sebagai penguat.
2. *Cargo hold* adalah tempat untuk menyimpan muatan di kapal dan harus kedap air. Setiap *cargo hold* dilengkapi dengan *hatch cover* dan peralatan lashing. Hatch coaming melindungi muatan dari ombak laut. *Hatch cover* bisa dibuka dan ditutup menggunakan tenaga hidrolis, elektrik, atau sistem *wire*.
3. *Mooring equipment* digunakan saat kapal berlabuh, lepas sandar, dan berpindah. Terdiri dari *windlass*, *bollard*, dan *fairlead*, ditempatkan di *forecastle* dan *stern*. *Windlass* digunakan untuk mengencangkan atau mengendurkan tali tambat, sementara *fairlead* mengatur arah dan mengurangi gesekan tali tambat. *Mooring winch* digunakan untuk mengikat tali tambat ke dermaga.
4. *Anchor arrangement* digunakan untuk berlabuh jangkar dan membantu saat kapal sandar. Kapal biasanya dilengkapi dua jangkar di haluan. Komponen utama termasuk *anchor windlass*, *anchor cable*, *bow stopper*, *hawsepape*, *anchor*, *chain locker*, dan *cable clane*.
5. Piping diagram menggambarkan penataan pipa, *valve*, *suction*, *overboard*, *educator*, dan pompa di kapal, membantu dalam operasi *ballasting* dan *unballasting* serta *loading* dan *discharging* muatan. Diagram ini penting untuk mengoperasikan sistem *ballast* dan *bilges* di *cargo*

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

control room. Sistem ballast digunakan untuk mengatur stabilitas kapal, sedangkan sistem *bilges* digunakan untuk menampung dan membuang air kotor dari *bilge*.

E. Evaluasi

1. Jelaskan fungsi utama dari *deck* pada kapal dan mengapa plat di sekitar lubang pintu harus lebih tebal.?
2. Apa yang dimaksud dengan *cargo hold* dan mengapa konstruksinya harus kedap air?
3. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari tiga komponen utama *mooring equipment*.
4. Jelaskan susunan dan fungsi dari masing-masing komponen dalam *anchor arrangement* pada kapal modern.
5. Apa perbedaan utama antara penataan *ballast* dan penataan *bilges* pada kapal?

BAGIAN

15

PLIMSOLL MARK

BAB XV PLIMSOLL MARK

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *Plimsoll mark* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Plimsoll mark adalah tanda pada lambung kapal yang berguna untuk membatasi muatan yang dapat dimuat maksimal (draft maksimal) sebuah kapal sesuai daerah pelayaran yang dilayari oleh kapal.

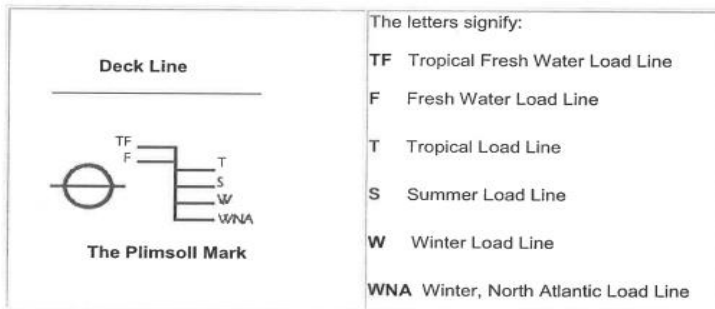


Ide pemberian plimsoll mark ini pertama kali dicetuskan oleh seorang anggota parlemen inggris yang bernama "Samuel Plimsoll" pada abad 18 yang prihatin terhadap musibah-musibah yang terjadi pada kapal karena kelebihan muatan. Sehingga Mr. Samuel Plimsoll mengusulkan agar semua kapal diberi tanda pada lambungnya sehingga diketahui seberapa banyak muatan yang dapat dimuat pada sesuai musimnya.

Gambar 15.1 Plimsoll mark

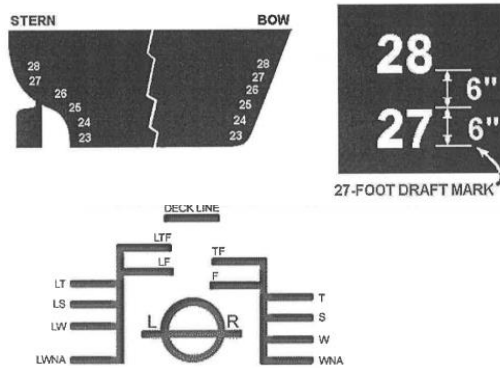
Dibawah ini terdapat berbagai macam Sketsa gambar plimsoll mark maupun *plimsoll mark* pada sebuah kapal.

a. Kapal *general cargo*



Gambar 15.2 Kapal *General Cargo*

b. Kapal Pengangkut Kayu (LOG Carrier)



The International Load Line
(LR: Lloyd's Register of Shipping)

LTF	Lumber, Tropical, Fresh	TF	Tropical Fresh Water Mark
LF	Lumber, Fresh	F	Fresh Water Mark
LT	Lumber, Tropical	T	Tropical Load Line
LS	Lumber, Summer	S	Summer Load Line
LW	Lumber, Winter	W	Winter Load Line
LWNA	Lumber, Winter, North Atlantic	WNA	Winter, North Atlantic

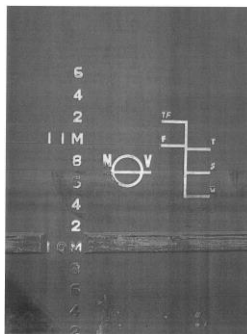
Jarak W – WNA adalah 50 mm

Jarak W – S – T adalah $= \frac{1}{48} \times "S"$

Jarak S – F = Jarak T – TF = FWA

Gambar 15.3 Kapal Pengangkut Barang

Contoh *Plimsoll Mark* pada sebuah kapal



Gambar 15.4 Contoh *Plimsoll Mark* pada Sebuah Kapal

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

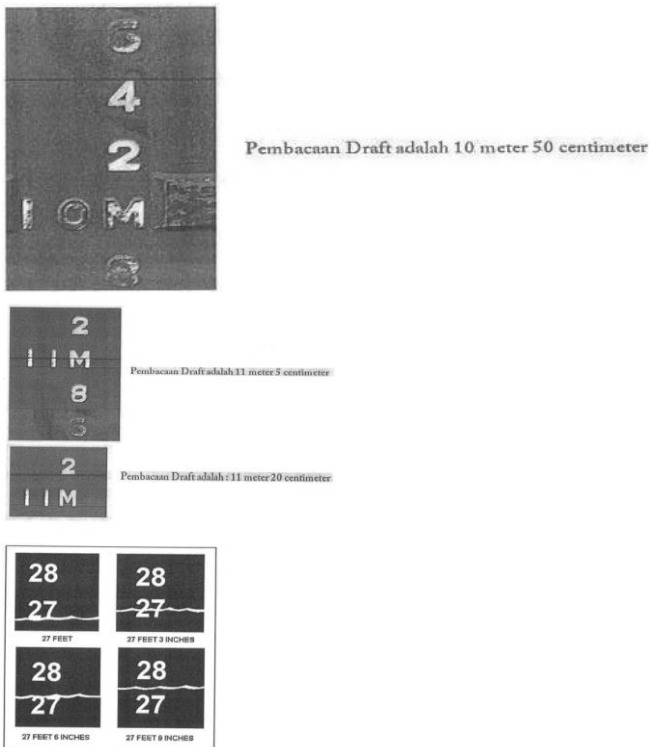
Draft adalah Jarak tegak yang diukur dari lunas kapal sampai dengan garis air sedangkan *Freeboard* adalah jarak tegak yang diukur dari garis air sampai dengan garis *deck*.

Besarnya *freeboard* kapal selalu berbanding terbalik dengan *draft* kapal. Bilamana *draft* kapal semakin besar maka *freeboard*nya semakin kecil begitu pula sebaliknya. Ukuran *draft* pada kapal yang lazim adalah menggunakan satuan meter tetapi ada juga kapal - kapal yang menggunakan satuan *Feet*. Pada gambar diatas adalah gambar *Midship draft* sebuah kapal beserta *Plimsoll Mark*nya.

Keterangan :

1. Tingginya angka - angka pada gambar diatas adalah 10 cm
2. Jarak antara angka - angka diatas adalah 10 cm

Contoh Pembacaan *Draft*

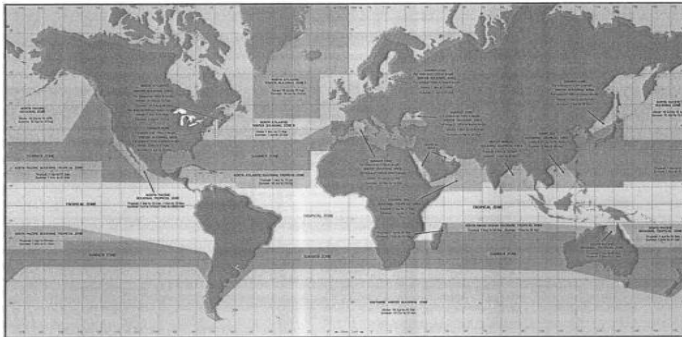


Gambar 15.5 Pembacaan *Draft*

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Besarnya *draft* maksimal kapal tergantung dengan daerah yang akan dilayari oleh kapal tersebut sehingga untuk mengetahui draft maksimalnya maka dapat dilihat pada load line chart, disesuaikan dengan daerah yang akan dilayarinya.

LOAD LINE CHART



Gambar 15.6 *Load Line Chart*

C. Rangkuman

Tanda *Plimsoll*

1. **Sejarah dan Tujuan:** Ide pemberian tanda Plimsoll pertama kali dicetuskan oleh Samuel Plimsoll, seorang anggota parlemen Inggris pada abad ke-19, yang prihatin terhadap musibah kapal karena kelebihan muatan. Tanda Plimsoll digunakan untuk menentukan batas maksimum muatan kapal sesuai musim.
2. **Penjelasan Tanda *Plimsoll*:** Tanda *Plimsoll*, yang terletak pada lambung kapal, membatasi muatan maksimal sesuai daerah pelayaran. Ini membantu mencegah kelebihan muatan yang bisa berakibat fatal.

Komponen Tanda *Plimsoll*

Tanda-tanda pada Plimsoll Mark:

1. TF: *Tropical Fresh Water Load Line*
2. F: *Fresh Water Load Line*
3. T: *Tropical Load Line*

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

4. S: *Summer Load Line*
5. W: *Winter Load Line*
6. WNA: *Winter, North Atlantic Load Line*

Draft dan Freeboard

Definisi:

1. *Draft*: Jarak vertikal dari lunas kapal hingga garis air.
2. *Freeboard*: Jarak vertikal dari garis air hingga garis *deck*.
3. Hubungan: Besarnya *freeboard* selalu berbanding terbalik dengan *draft* kapal.
4. Pengukuran:
Umumnya menggunakan satuan meter, namun ada juga yang menggunakan satuan *feet*.
Angka pada *draft* biasanya berjarak 10 cm dan tingginya juga 10 cm.

Penggunaan Praktis

1. Pembacaan *Draft*: Menggunakan *midship draft* beserta tanda *Plimsoll* untuk memastikan kapal tidak melebihi *draft* maksimal sesuai *load line chart*.
2. *Load Line Chart*: Digunakan untuk mengetahui *draft* maksimal kapal sesuai dengan daerah pelayarannya.

D. Evaluasi

1. Jelaskan siapa Samuel Plimsoll dan mengapa ia mencetuskan ide pemberian tanda *Plimsoll* pada kapal.
2. Bagaimana tanda *Plimsoll* membantu mengurangi risiko musibah pada kapal akibat kelebihan muatan?
3. Sebutkan dan jelaskan arti dari masing-masing tanda pada *Plimsoll Mark* (TF, F, T, S, W, WNA).
4. Mengapa penting untuk memiliki tanda-tanda yang berbeda pada *Plimsoll Mark*?
5. Definisikan apa yang dimaksud dengan *draft* dan *freeboard* pada kapal.

BAGIAN

16

RUDDER

BAB XVI

RUDDER

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana *rudder* pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

Tidak dapat di sangkal bahwa kemudi memegang peranan yang sangat penting dalam pelayaran dengan sebuah kapal. Bahkan ikut menentukan faktor keselamatan sebuah kapal. Sehubungan dengan peranan kemudi tersebut di atas SOLAS '74 melalui Peraturan 29 Bagian B Bab II - I mengenai Perangkat kemudi (Resolusi A. 210 - VII) menyebutkan sebagai berikut :

1. Bagi kapal penumpang dan kapal barang .

- a. Kapal - kapal harus dilengkapi dengan perangkat kemudi induk (utama) dan perangkat kemudi bantu yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh pemerintah.
- b. Perangkat kemudi utama harus berkekuatan yang layak dan cukup untuk mengemudikan kapal pada kecepatan ekonomis maksimum. Perangkat kemudi utama dan poros kemudi harus di pasang sedemikian rupa sehingga pada kecepatan mundur maksimum tidak mengalami kerusakan.
- c. Perangkat kemudi bantu harus mempunyai kekuatan yang layak dan cukup untuk mengemudikan kapal pada kecepatan sekedar untuk dapat berlayar dan dipakai dengan segera dalam keadaan darurat.
- d. Kedudukan kemudi yang tepat pada kapal tenaga harus terlihat di stasiun pengemudi utama (anjungan).

2. Hanya bagi kapal penumpang

- a. Perangkat kemudi induk harus mampu memutar daun kemudi dari kedudukan 35° di satu sisi sampai ke kedudukan 35° disisi lain selagi kapal berjalan maju dengan kecepatan ekonomis maksimum. Daun kemudi harus dapat diputar dari kedudukan 35° disalah satu sisi ke kedudukan 35° disisi yang lain dalam waktu 28 detik pada kecepatan ekonomis maksimum.
- b. Perangkat kemudi bantu harus dapat digerakkan dengan tenaga dimana pemerintah mensyaratkan bahwa garis tengah poros kemudi pada posisi celaga berukuran lebih 9" (228,6 mm).
- c. Jika unit tenaga perangkat kemudi induk & sambungan - sambungannya di pasang secara rangkap yang memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Pemerintah, dan masing - masing unit tenaga itu dapat membuat perangkat kemudi sesuai dengan syarat - syarat paragraf.
- d. Jika pemerintah mensyaratkan suatu poros kemudi yang garis tengahnya pada posisi celaga lebih dari poros 9" (228,6 mm) harus dilengkapi pengemudi pengganti.

3. Hanya untuk kapal Barang

- a. Perangkat kemudi bantu harus digerakan dengan tenagadimana Pemerintah mensyaratkan garis tengah poros kemudi pada posisi celaga berukuran lebih dari 14"(355 mm)
- b. Perangkat kemudi bantu tidak dipersyaratkan dengan ketentuan bahwa unit - unit dan sambungannya itu yang sedang bekerja secara bersama-sama memenuhi ketentuan sub paragraf (2) paragraf (a) Peraturan ini.

4. Jenis - Jenis Kemudi

a. Kemudi Biasa

ialah kemudi yang seluruh daun kemudinya berada dibelakang poros putar. Yang terdiri dari pelat tunggal atau

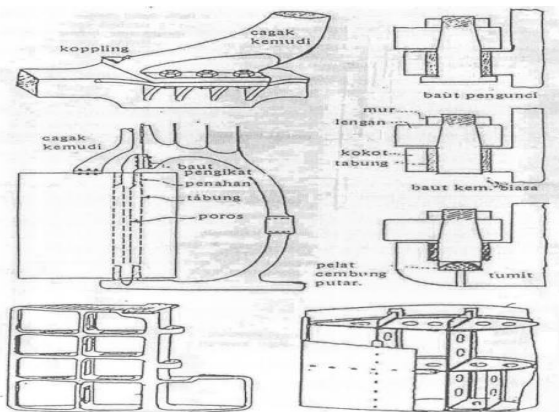
Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

anda. Kemudi biasa pelat tunggal konstruksinya terdiri dari pelat tunggal saja dan pelat ganda, konstruksi daun kemudinya terdiri dari lembaran berganda dimana kedua ujungnya dihubungkan satu sama lain sehingga didalamnya terbentuk rongga. Kerangka kemudi biasa dapat terbuat dari baja tempa atau pelat yang di las, kemudi pelat ganda kedua sisinya ditutupi pelat-pelat sehingga ditengahnya berbentuk rongga.

Konstruksi Kemudi biasa

1. Daun kemudi terletak 100% di belakang poros putarnya
2. Diberi kerangka untuk penguat daun kemudi
3. Selalu dilengkapi dengan kokot jantan (*Pintle*) dan kokot betina (*Gudgeon*)
4. Daun kemudi dan poros kemudi yang saling dihubungkan dengan sebuah kopling
5. Peros kemudi atas, baut penutup, baut kemudi biasa dan baut cembung putar (*Taats*)
6. Pada linggi kemudi terdapat Nok kemudi (*Rudderstops*) agar daun kemudi pada waktu di putar tidak melewati batas maksimum cakar 35°
7. Di dalam kopling kemudi terdapat baji yang gunanya untuk menahan dan membantu baut-baut kopling.

Kerangka Kemudi Plat Ganda



16.1 kerangka plat ganda

b. Kemudi Berimbang

Kemudi yang daun kemudinya sebagian berada di belakang poros putar dan sebagian kecil berada di depan poros putarnya. Pada kemudi berimbang penuh 25 - 30 % bagian daun kemudi berada di depan poros putar, sedang sisanya berada di belakang poros putar. Pada kemudi semi berimbang bagian daun kemudi yang berada di depan poros putar lebih kecil dari 20 %.

Cara menggantikan daun kemudi di Dok :

1. Kemudi di cicar ke kiri atau ke kanan dan ditahan dengan takal di lambung
2. Baut dan flens kopling di buka
3. Kwadran kemudi dilepas atau diangkat dan di ganjal kayu
4. Baji di buka
5. Baut-baut kemudi dan baut penutup dibuka/ dilepas
6. Kencangkan tali pada blok penahan
7. Kemudi di dorong dari bawah, sebelumnya kemudi dicicar sebaliknya. Mendorong dari bawah ini maksudnya agar pelat cembung putar terlepas lalu baut cembung putarnya dilepas.

C. Rangkuman

Peranan Kemudi: Kemudi sangat penting untuk keselamatan kapal dan diatur oleh SOLAS '74 (Peraturan 29 Bagian B Bab II - I).

Peraturan Kapal Penumpang dan Barang:

1. **Kapal Penumpang dan Barang:** Harus memiliki kemudi induk dan bantu yang memenuhi persyaratan, Kemudi induk harus kuat dan tahan pada kecepatan mundur maksimum, Kemudi bantu harus kuat untuk keadaan darurat, Posisi kemudi harus terlihat dari anjungan.
2. **Kapal Penumpang:** Kemudi induk harus mampu memutar 35° dari satu sisi ke sisi lain dalam 28 detik,

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

Kemudi bantu digerakkan dengan tenaga jika poros kemudi > 9" (228,6 mm), sistem kemudi rangkap harus memenuhi persyaratan, pengemudi pengganti diperlukan jika poros kemudi > 9" (228,6 mm).

- 3. Kapal Barang:** Kemudi bantu digerakkan dengan tenaga jika poros kemudi > 14" (355 mm). Tidak diperlukan jika unit-unit dan sambungannya memenuhi ketentuan.

Jenis-jenis Kemudi:

Kemudi Biasa: Daun kemudi di belakang poros putar, terdiri dari pelat tunggal/ganda.

Kemudi Berimbang: Daun kemudi sebagian di belakang dan sebagian di depan poros putar.

D. Evaluasi

1. Jelaskan peran penting perangkat kemudi dalam keselamatan pelayaran kapal menurut SOLAS '74!
2. Apa yang dimaksud dengan kemudi berimbang dan kemudi semi berimbang? Jelaskan perbedaannya!
3. Sebutkan dan jelaskan fungsi dari komponen-komponen berikut dalam sistem kemudi: kokot jantan (Pintle) dan kokot betina (Gudgeon).
4. Bagaimana proses penggantian daun kemudi dilakukan di dok? Jelaskan langkah-langkahnya secara rinci!
5. Mengapa pada konstruksi kemudi biasa, daun kemudi harus terletak 100% di belakang poros putarnya? Apa fungsi dari Nok kemudi (*Rudderstops*)?

BAGIAN

17

BIRO KLASIFIKASI

BAB XVII

BIRO KLASIFIKASI

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari bab ini adalah agar mahasiswa lebih memahami bagaimana Biro klasifikasi pada konstruksi dan stabilitas kapal. Setelah memahami materi bab ini mahasiswa akan lebih mudah memahami bab selanjutnya.

B. Materi Pembelajaran

1. Biro Klasifikasi

Biro Klasifikasi adalah sebuah Badan Hukum dalam bidang jasa yang berusaha dalam pengelasan (*class*) kapal - kapal yang sedang dibangun, sudah dibangun atau yang sedang beroperasi dalam hal yang berkaitan dengan konstruksi badan kapal, mesin kapal, termasuk pesawat bantu (*auxiliary engine*)

Kegiatan Biro Klasifikasi:

- a. Pengetesan peralatan maupun perlengkapan kapal yang ada sangkut pautnya dengan kelas kapal, baik lambung maupun mesin
- b. Pengadaan survey-survey pada waktu tertentu atau pada waktu yang diminta seperti survey tahunan, survey kerusakan, dsb.
- c. Pemberian sertifikat - sertifikat kelas maupun sertifikat *statutory* yang sangat berguna untuk kepentingan *charter* kapal, jual beli dan asuransi kapal, dsb.

2. Biro Klasifikasi Indonesia

Suatu Badan Hukum yang dimodali oleh Pemerintah dengan bentuk Perum yang dikelola oleh Manajemen tersendiri.

Sesuai dengan SK MenHubla RI no. Th. 1/17/1 tertanggal 26 september 1964, tugas BKI adalah:

- a. Mengelaskan kapal - kapal yang dibangun di bawah pengawasan SKI baik selama pembuatannya maupun setelah beroperasi.
- b. Berwenang untuk menetapkan dan memberikan tanda - tanda lambung timbul pada kapal - kapal tersebut.
- c. Mengeluarkan sertifikat garis muat pada kapal - kapal berbendera Nasional yang dikeluarkan pada BKI

C. Rangkuman

Biro Klasifikasi adalah badan hukum yang bergerak dalam jasa klasifikasi kapal, termasuk kapal yang sedang dalam pembangunan, sudah selesai dibangun, atau sedang beroperasi. Keegiatannya meliputi pengujian peralatan dan perlengkapan kapal terkait konstruksi badan kapal dan mesin, serta pengadaan survei seperti survei tahunan dan survei kerusakan. Biro ini juga menerbitkan sertifikat kelas dan sertifikat statutory yang penting untuk kepentingan charter, jual beli, dan asuransi kapal. Biro Klasifikasi Indonesia, yang didirikan berdasarkan SK MenHubla RI no. Th. 1/17/1 tertanggal 26 September 1964, merupakan badan hukum yang didanai oleh pemerintah dan dikelola sebagai perusahaan umum dengan manajemen tersendiri. Tugas utamanya meliputi klasifikasi kapal, pemberian tanda lambung, dan sertifikasi garis muat untuk kapal berbendera nasional.

D. Evaluasi

1. Apa yang dimaksud dengan Biro Klasifikasi dalam konteks kapal?
2. Sebutkan dua kegiatan utama yang dilakukan oleh Biro Klasifikasi terkait kapal.
3. Apa peran sertifikat kelas yang dikeluarkan oleh Biro Klasifikasi bagi kapal?
4. Mengapa pengadaan survei tahunan penting bagi kapal yang diklasifikasikan oleh Biro Klasifikasi?
5. Bagaimana Biro Klasifikasi Indonesia didanai dan dikelola menurut peraturan yang berlaku?

GLOSARIUM

Konstruksi	suatu kegiatan pembangunan sarana dan prasarana.
Stabilitas	tiadanya perubahan yang mendasar atau kacau didalam suatu sistem atau perubahan yang terjadi pada batas-batas yang telah disepakati atau ditentukan
Buku Ajar	Buku yang dijadikan pegangan untuk mata kuliah yang disusun dan ditulis oleh pakar di bidangnya.
Kapal	kendaraan pengangkut penumpang dan barang dilaut (sungai dsb).

DAFTAR PUSTAKA

- Berlian Arswendo A, Burhan rifin. (2011). *Analisa Kekuatan deck pada Ponton Batubara*
- BKI. (2019). Volume II Rules For Hull. Biro Klasifikasi Indonesia
- Djaya, Kusna Indra. (2008). Teknik Konstruksi Kapal Baja. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Hidayat, Tsany Naufal. (2017). ANALISA KEKUATAN MEMANJANG DAN *LONGITUDINAL BUCKLING* PADA KAPAL SURVEI SEISMIK GEOMARIN IV. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Irwan. (2017). ANALISIS KEKUATAN PUNTIRAN *LONGITUDINAL* KAPAL YANG DIMODIFIKASI DARI GENERAL CARGO KE KONTAINER. Gowa: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Mairuhu, Thomas. (2011). KEKUATAN STRUKTUR KONSTRUKSI KAPAL AKIBAT PENAMBAHAN PANJANG. Jurnal TEKNOLOGI.
- Muzdalifah, Lily., Deddy Chrismianto, dan Eko Sasmito Hadi. (2016). ANALISA KESELAMATAN KAPAL FERRY RO-RO DITINJAU DARI DAMAGE STABILITY PROBABILISTIK. Semarang: Program Studi S1 TeknikPerkapalanUniversitas Diponegoro.
- Prakoso, Resha Buddy., Deddy Chrismianto, dan Wilma Amiruddin. (2015). Analisa kekuatan konstruksi

Buku Ajar **Konstruksi dan Stabilitas Kapal**

memanjang, stabilitas dan olah gerak kapal kmp. Lema ro-ro 750 gt untuk pelayaran sorong - waigeo. Semarang: Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

Santosa, Budi. (2013), "Kekuatan Kapal", Semarang: Universitas Diponegoro

Berlian Arswendo A, Burhan rifin. (2011). *Analisa Kekuatan deck pada Ponton Batubara*

Shama, M. 2013. *Buckling of Ship Structures*. Springer, Verlag Berlin Heidelberg.

Yuwantoro, Seto., Ahmad Fauzan Zakki., dan Hartono Yudo. (2019). *Analisa Kekuatan Penerapan Sandwich Plate System (SPS) Pada Tank Deck Kapal Landing Ship Tank (LST) 7000 DWT*. Semarang: Universitas Diponegoro.



BUKU AJAR KONSTRUKSI DAN STABILITAS KAPAL

Buku ini merupakan tuntunan agar penyampaian sebuah materi bisa dilaksanakan secara sistematis. Penekanan utama dari buku ini tidak semata pada kajian teori, tetapi dilengkapi praktik dan contoh-contoh yang disertai foto tabel baik khususnya terkait implementasi Konstruksi dan Stabilitas Kapal di pelayaran. Isi buku ini mengajak pembaca untuk melakukan observasi nantinya di laut pelayaran. Pelaksanaan tugas disajikan lengkap dalam buku ini. Sehingga nantinya menjadi poin penting buku dibandingkan buku-buku Konstruksi dan Stabilitas Kapal yang pernah ada.



UNIMED PUBLISHER
Gedung Digital Library Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr V. Medan Estate, 20221
Email: publisher@unimed.ac.id
Hp: +62822-6760-0400
Website: <https://publisher.unimed.ac.id>.

ISBN 978-623-5951-52-2



ISBN 978-623-5951-51-5 (EPUB)

