

BAB X PENUTUP

X.1 Kesimpulan

Dengan selesainya penyusunan tugas merancang ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan yang berhubungan dengan perencanaan Kapal Patroli sebagai sarana angkatan laut yang dapat menunjang perkembangan keamanan dan keselamatan di wilayah Perairan Indonesia serta menjaga keutuhan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Perencanaan kapal Patroli ini merupakan pra rancangan kapal yang pertama kali dilakukan khususnya di Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Darma Persada.

Dalam perencanaan kapal Patroli ini yang merupakan kapal cepat dimana kecepatan dinas kapal yaitu 25 knots, penulis memberikan garis besar komponen utama perancangan kapal ini yang harus diperhatikan yakni dimensi ukuran utama terhadap perencanaan Rencana Garis (*Lines Plan*) dikarenakan perhitungan dimensi ukuran-ukuran tersebut beberapa didapatkan dengan metode standar perhitungan kapal cepat. Kemudian komponen selanjutnya adalah perhitungan hambatan, dimana dalam perhitungan tersebut harus digunakan dengan metode *Taylor* dimana metode tersebut untuk perhitungan hambatan dengan kecepatan dan *froude number* yang tinggi.

Selain dari itu, spesifikasi perlengkapan pada kapal Patroli memiliki komponen-komponen alat yang dilengkapi dengan persenjataan dan alat keselamatan yang memadai. Hal ini dikarenakan kapal Patroli selain memiliki fungsi untuk menjaga keamanan wilayah Perairan Indonesia juga dioperasikan menjaga keselamatan kapal-kapal yang berlayar di wilayah tersebut.

Adapun kesimpulan data perhitungan dari perencanaan kapal ini adalah sebagai berikut :

1. Spesifikasi Ukuran Utama dari kapal Patroli $V_s = 25$ Knots :

- <i>Length Over All (LOA)</i>	= 64,400 m
- <i>Length Between Perpendicular (LBP)</i>	= 58,000 m
- <i>Length Water Line (LWL)</i>	= 59,200 m
- <i>Breadth Moulded (B mld)</i>	= 8,600 m
- <i>Height Moulded (H mld)</i>	= 4,900 m
- <i>Draft Moulded (T mld)</i>	= 3,400 m
- <i>Coefficient Block (Cb)</i>	= 0,521
- <i>Coefficient Midship (Cm)</i>	= 0,890
- <i>Coefficient Waterline (Cw)</i>	= 0,850
- <i>Displacement (Δ)</i>	= 924,939 ton
- <i>Volume Displacement (∇)</i>	= 883,574 m ³
- Kecepatan (V_s)	= 25 Knots
- Jumlah ABK	= 51 Orang

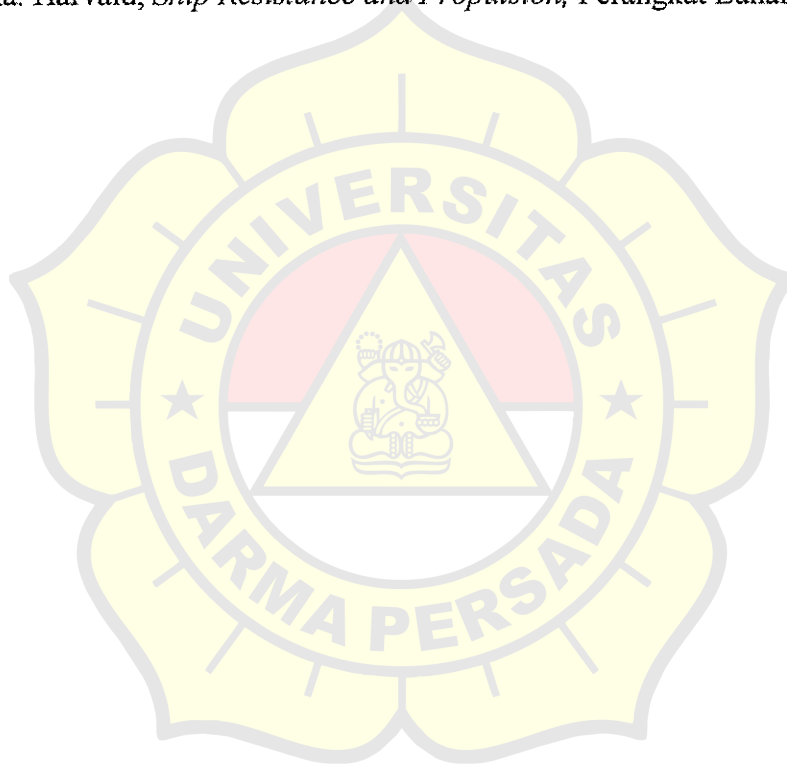
2. Dalam perencanaan kapal Patroli ini pun dilakukan perhitungan hambatan dan propulsi, dimana dalam perhitungannya perubahan spesifikasi mesin penggerak utama mengalami perubahan dari perencanaan awal Hal tersebut terjadi dikarenakan faktor hambatan pada kapal dan jenis baling-baling yang dipilih sehingga dengan itu pula kapal Patroli ini dapat beroperasi secara optimum sesuai yang direncanakan yaitu dengan kecepatan $V_s = 25$ knots. Adapun spesifikasi alat penggerak yang dipilih adalah sebagai berikut :

✓ <i>Main Engine</i>	: Caterpillar (CAT)
✓ <i>Type</i>	: C280-16 MC
✓ <i>Power</i>	: 7268 HP/ 4600 kW
✓ <i>Total</i>	: 2 (dua) buah
✓ <i>Diameter baling-baling (D)</i>	: 2,380 m
✓ <i>Jumlah daun baling-baling (Z)</i>	: 4 (Empat) buah

DAFTAR PUSTAKA

- A.B. Bryan, *Ship Hydrostatic and Stability*, Butterworth-Heinemann, London. 2003. Perangkat Lunak 10,3 MB
- Anthony F. Molland, *The Maritiem Engineering Reference Book*, Butterworth-Heinemann, London. 2008. Perangkat Lunak 28,4 MB.
- Biro Klasifikasi Indonesia, *Rules For Hull Volume II*, 2009. Jakarta. Perangkat Lunak 8,83 MB.
- American Bureau of Shipping ABS, *High Speed Craft Hull Construction and Equipment Part 3, New York*. 2001. Perangkat Lunak 5,28 MB.
- Caterpillar Marine, *Marine Engine Selection Guide*, Germany. 2010. Perangkat Lunak 11,18 MB.
- D.G.M. Watson, *Practical Ship Design*, ELSEVIER, UK. 1998. Perangkat Lunak 25 MB.
- Eric Tupper, *Introduction To Naval Architechure*, Butterworth-Heinemann, London. 1978. Perangkat Lunak 19,2 MB.
- Gaguk Suhardjito, *Merencana Garis*. 2006. Perangkat Lunak 1,32 MB.
- Herbert Schneekluth & Volker Bertram, *Ship Design for Efficiency and Economy*, Butterworth-Heinemann, London. 1998. Perangkat Lunak 1,69 MB.
- James W. Sebastian. *Stability Methods. Naval Postgraduate School. USA*. 1997. Perangkat Lunak 2,37 MB
- John Carlton, *Marine Propeller and Propulsion*, Butterworth-Heinemann, London. 2007. Perangkat Lunak 29,5 MB
- K. Van Dokkum, *Ship Knowledge*, DOK MAR, Netherland. 2003. Perangkat Lunak 33,40 MB.
- Kementrian Perhubungan Republik Indonesia, *Non Convention Vessel Standard*, Jakarta. 2009. Perangkat Lunak 2,4 MB.
- Morthon Gertler. *A Reanalysis of The Original Test Data For The Taylor Standard Series*. 1954. USA.

- Mr. D. L. Smith, *Marine Design*, Glasgow. 2006. Perangkat Lunak 2,24 MB.
- Prof. Manuel Ventura, *Estimation Methods For Basic Ship Design*, Portugal. Instituto Superior Tecnico. Perangkat Lunak 0,35 MB.
- Tim Kurikulum SMK Perkapalan Fakultas Teknoloi Kelautan ITS, *Floodable Length*. 2003. Perangkat Lunak 0,38 MB.
- Soekarsono NA, *Merancang Kapal*. Jakarta.
- SNAME, *Principles of Naval Architechture Volume I*, USA. 1988. SNAME. Perangkat Lunak 28,9 MB.
- Sv. Aa. Harvald, *Ship Resistance and Propulsion*, Perangkat Lunak 11,3 MB.



Volumetric Coefficient:

$$C_V = \frac{\psi}{L^3}$$

Longitudinal Prismatic Coefficient:

$$C_P = \frac{\psi}{A_x L}$$

Beam-Draft Ratio:

$$\frac{B}{H}$$

Wetted-Surface Coefficient:

$$C_S = \frac{S}{\sqrt{\psi L}}$$

Total-Resistance Coefficient:

$$C_T = \frac{R_t}{\frac{\rho S v^2}{2}}$$

Frictional-Resistance Coefficient:

$$C_f = \frac{R_f}{\frac{\rho S v^2}{2}}$$

Residual-Resistance Coefficient:

$$C_r = \frac{R_r}{\frac{\rho S v^2}{2}}$$

Roughness-Allowance Coefficient:

$$\Delta C_f = \frac{\Delta R}{\frac{\rho S v^2}{2}}$$

Reynolds Number:

$$R_e = \frac{vL}{\nu}$$

Froude Number:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

Speed-Length Ratio:

$$\frac{V_k}{\sqrt{L}}$$

Effective Horsepower:

$$EHP = \frac{C_t \times \frac{\rho}{2} S v^3}{550 \text{ ft-lb/sec}} = AV^3 K C_t$$

where

$$A = 0.004380 \rho S$$

“CIRCLE COEFFICIENT” SYSTEM:

Total-Resistance Coefficient:

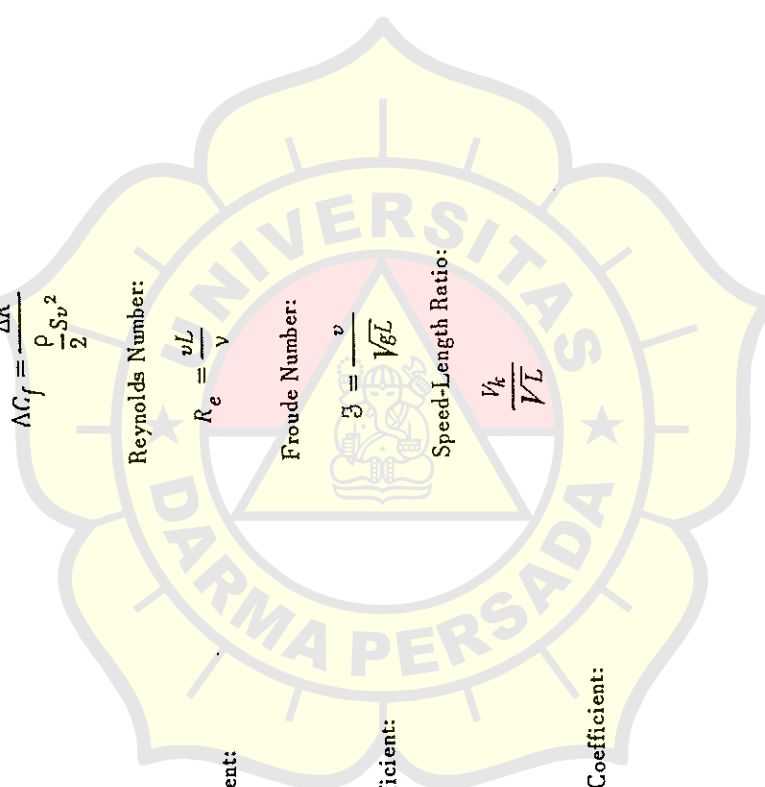
$$C = \frac{1000}{8\pi} \textcircled{S} C_t$$

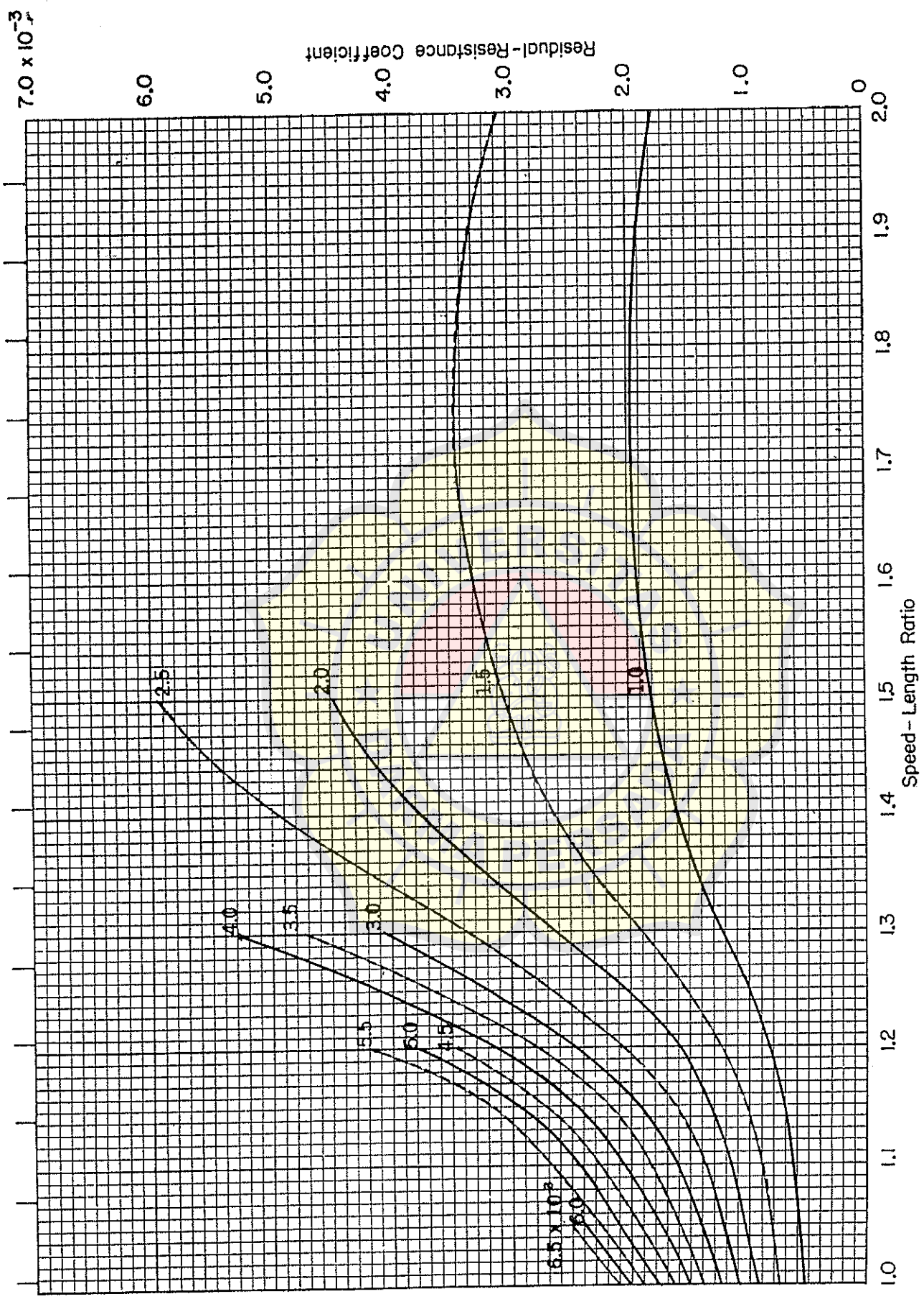
Wetted-Surface Coefficient:

$$\textcircled{S} = \frac{S}{\psi^{2/3}}$$

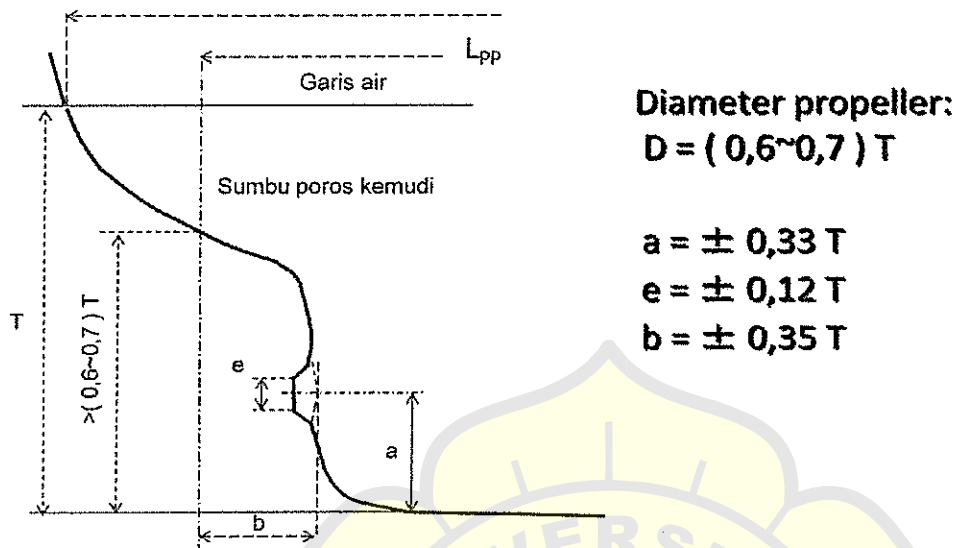
Speed Coefficient:

$$\textcircled{K} = \frac{v}{\psi^{1/6}} \sqrt{\frac{4\pi}{g}}$$





Pembuatan linggi buritan memiliki 2 tipe yaitu tipe linggi buritan memakai sepatu linggi dan tanpa sepatu linggi. Tetapi untuk penggambaran dalam kapal ini digunakan tipe tanpa tinggi sepatu seperti contoh dan syarat-syaratnya yang bisa dilihat pada gambar 2.6



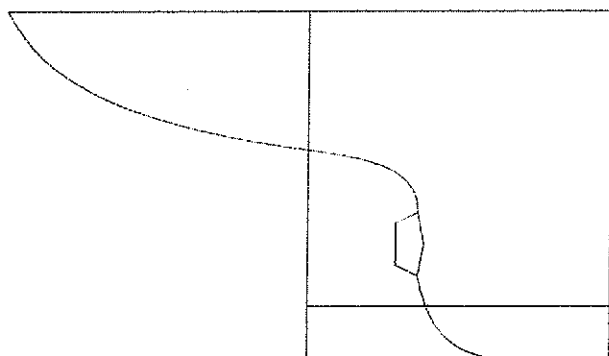
Gambar 2.6 : Contoh Linggi Buritan Tanpa Sepatu Linggi

Setelah mengerti maksud pada gambar contoh. Maka perhitungan dan penggambaran linggi buritan bisa dilakukan. Untuk perhitungan-perhitungannya seperti pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Tabel Perhitungan Linggi

Diameter Propeller	0.60 T	3.9
Poros Propeller	0.12 T	0.78
Jarak dasar thd garis tengah poros	0.33 T	2.145
Jarak antara sumbu poros kemudi thd ujung poros	0.35 T	2.145

Setelah itu digambar sehingga didapatkan gambar 2.7 seperti berikut:



Gambar 2.7 : Linggi Buritan

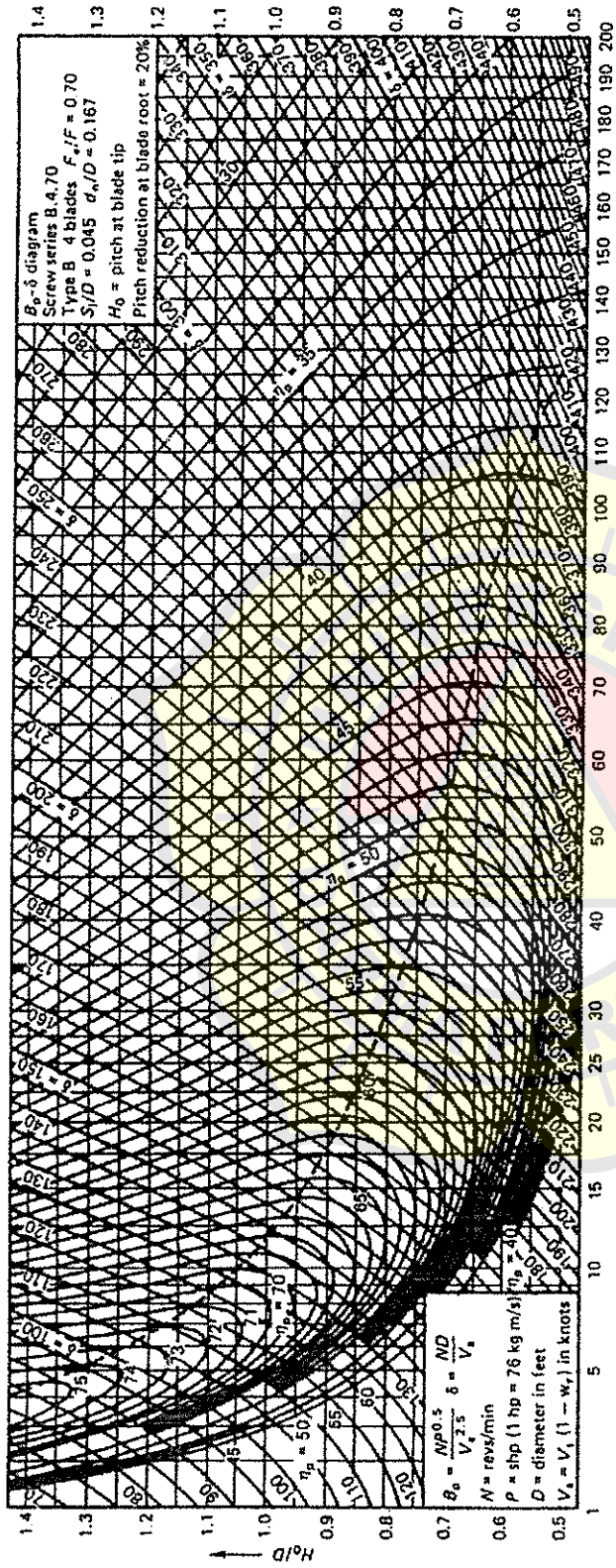


Figure 5.44 Original B4-70 $B_p - \delta$ diagram (Courtesy: MARIN).

4. Kegiatan Belajar 4

MENGHITUNG DAN MEMBUAT GRAFIK INTEGRAL LUAS PENAMPANG MELINTANG KAPAL

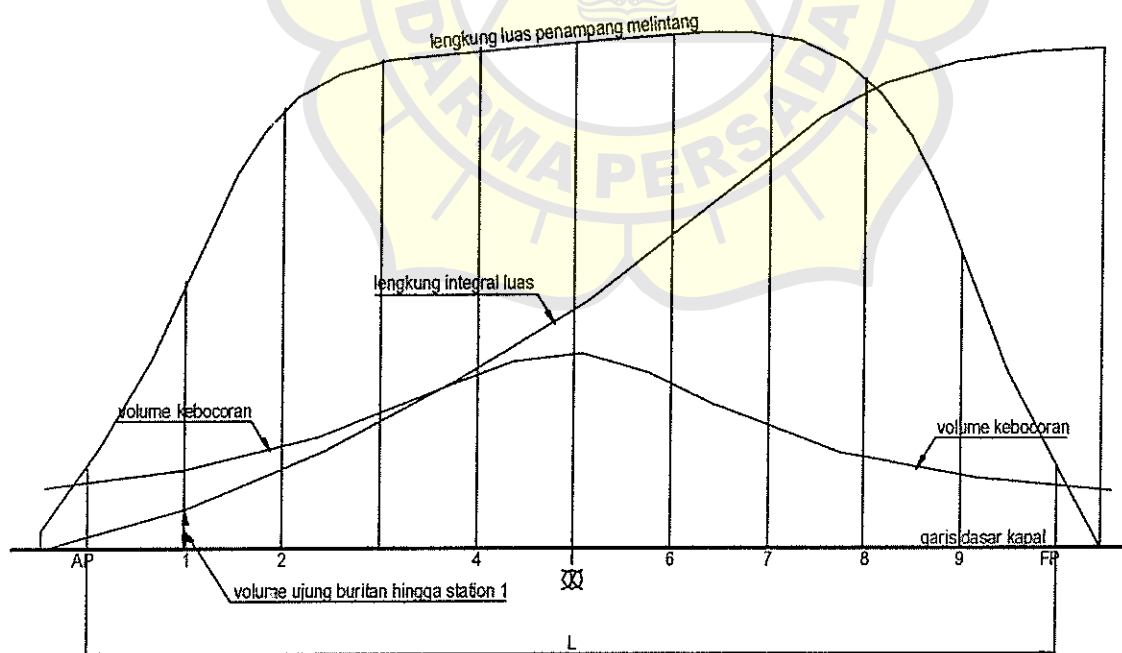
a) Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4

Menghitung luas penampang melintang kapal sebagai fungsi panjang kapal dan menggambar grafik luas.

b) Uraian Materi 4

Gambar grafik luas penampang melintang kapal sampai garis batas tenggelam

Pada perpotongan dari garis batas tenggelam pada setiap station pada grafik bonjean dapat dibaca luas penampang dari setiap station. Luas penampang ini di gambar dalam satu gambar dengan gambar volume kebocoran pada gambar 3.3 dengan absis sebagai panjang kapal dan ordinat sebagai luas penampang.



Gamb.4.1

Perhitungan dan gambar integral luas penampang melintang kapal sampai garis batas tenggelam.

Dari lengkungan luas penampang melintang kapal sampai garis batas tenggelam seperti pada gambar 4.1, dihitung volume kapal sampai garis batas tenggelam dari ujung buritan hingga station 1, dan volume digambarkan pada ordinat dari station 1 dengan skala yang harus sama dengan skala yang dipakai untuk menggambarkan grafik volume kebocoran.

Kemudian dilanjutkan dengan menghitung volume dari station 1 hingga station 2 dari lengkungan luas penampang melintang dari station 1 hingga 2. Volume dari station 1 hingga 2 ini dijumlah dengan volume sebelumnya (volume ujung buritan hingga station 1). Jumlah volume ini digambarkan pada ordinat dari station 2 dan perhitungan ini dilanjutkan hingga ke bagian ujung haluan kapal. Grafik dari integral luas penampang melintang kapal sampai garis batas tenggelam ini menunjukkan volume kapal sampai garis batas tenggelam sebagai fungsi panjang kapal diukur dari ujung buritan (lihat gambar 4.1).

c) Rangkuman 4

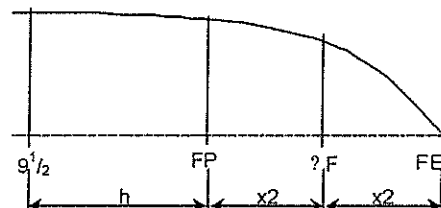
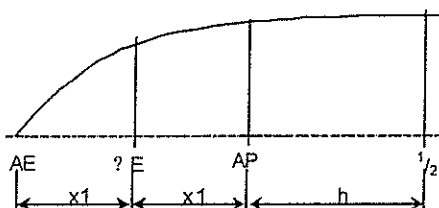
1. Membuat grafik luas penampang melintang kapal sampai garis batas tenggelam.
2. Menghitung volume kapal sampai garis batas tenggelam sebagai fungsi panjang kapal.
3. Membuat gambar grafik lengkung integral luas.

d) Tugas 4

1. Mengukur luas penampang melintang sampai garis batas tenggelam dari tiap - tiap station dari grafik Bonjean.
2. Menggambarkan grafik luas penampang pada butir 1.
3. Menghitung volume kapal berdasarkan grafik luas penampang dan menggambarkan volume ini sebagai grafik lengkung integral luas penampang melintang.

TABEL 3 : PERHITUNGAN INTEGRAL LUAS PENAMPANG

No. Ordinat	LUAS (m ²)	FS	Hasil		Volume (m ³) $\frac{1}{3} \times h \times ?$	Volume Integral (m ³)	
(a)	(b)	(c)	(b x c)	(d)	(e)	(f)	
AE		$x^1/h =$		} ?(AE - AP) = =	= (v ₁)	0	
? E		$4 x^1/h =$				= (v ₂)	$v_{i1} = 0 + (v_1)$
AP		$x^1/h =$					
AP (0)		1		} ?(AP - 1) = =	= (v ₃)		$v_{i2} = v_{i1} + (v_2)$
$\frac{1}{2}$		4					
1		1				} ?(1 - 2) = =	= (v ₄)
$1\frac{1}{2}$		4					
2		1		} ?(2 - 3) = =	= (v ₅)		
$2\frac{1}{2}$		4					
3		1				} ?(3 - 4) = =	= (v ₆)
$3\frac{1}{2}$		4					
4		1		} ?(4 - 5) = =	= (v ₇)		
$4\frac{1}{2}$		4					
5		1				} ?(5 - 6) = =	= (v ₈)
$5\frac{1}{2}$		4					
6		1		} ?(6 - 7) = =	= (v ₉)		
$6\frac{1}{2}$		4					
7		1				} ?(7 - 8) = =	= (v ₁₀)
$7\frac{1}{2}$		4					
8		1		} ?(8 - 9) = =	= (v ₁₁)		
$8\frac{1}{2}$		4					
9		1				} ?(9 - FP) = =	= (v ₁₂)
$9\frac{1}{2}$		4					
FP (10)		1		} ?(FP - FE) = =	= (v ₁₂)		
FP		$x^2/h =$					
? F		$4 x^2/h =$					
FE		$x^2/h =$					



5. Kegiatan Belajar 5

MENENTUKAN PANJANG SEKAT KEDAP MELINTANG DAN MEMBUAT GRAFIK PANJANG KETIDAKTENGGELOMAN

a) Tujuan Kegiatan Pembelajaran 5

Membuat grafik panjang ketidaktenggelaman (Floodable Length)

b) Uraian Materi 5

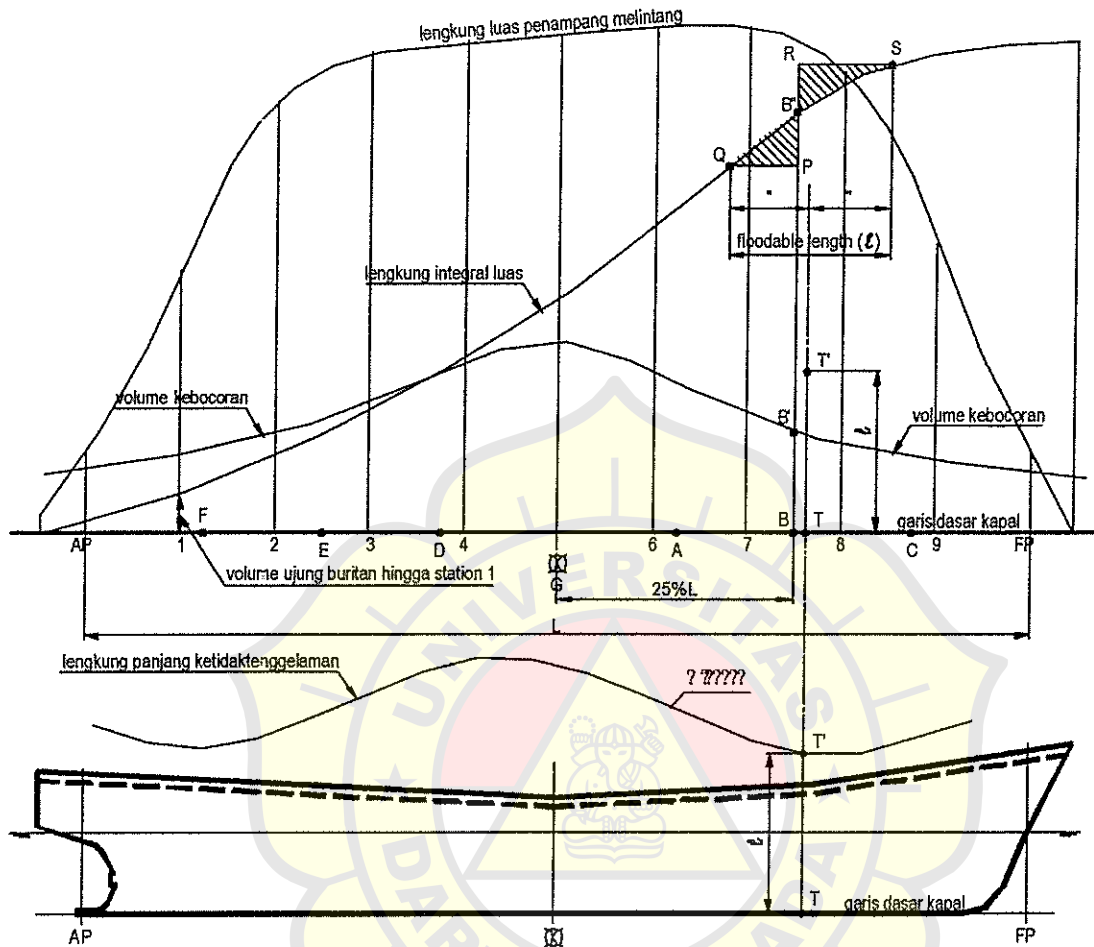
1. Menentukan panjang maksimal sekat kedap melintang

Dari arah memanjang kapal minimal diambil 3 titik (A, B, C) didepan dan 3 titik (D, E, F) dibelakang midship dengan jarak 12.5% L, 25% L dan 37.5% L diukur dari midship dan titik G di midship. Dari titik A, B, C, D, E, F dan G di tarik garis vertikal hingga memotong grafik volume kebocoran dan integral luas penampang melintang.

Sebagai contoh kita ambil titik B, kita tarik garis vertikal hingga memotong grafik volume kebocoran di titik B' dan memotong garis integral di titik B". Kemudian kita pindahkan panjang garis BB' vertikal keatas, dimana PR = BB' ini harus dinaikkan atau diturunkan dan tetap pada garis vertikal yang melalui B", hingga luas bidang PQB" = luas bidang RSB", Garis PQ // RS dan sejajar garis horizontal (garis datar). Untuk menentukan luas bidang yang sama dapat digunakan alat planimeter. Jarak horizontal dari garis QS adalah panjang maksimal dari sekat kedap air. Dari tengah-tengah jarak horizontal QS ditarik garis vertikal kebawah hingga memotong garis datar di titik T dan dari titik T digambarkan panjang garis TT' = QS = l .

Bila kita lakukan untuk titik A, C, D, E, F dan G dengan cara yang sama seperti yang kita kerjakan untuk titik B, maka akan didapatkan 6 titik lagi seperti titik T'. Sehingga dari 7 titik tersebut dapat digambarkan suatu grafik atau lengkungan, dimana harga ordinat (l) dari grafik itu menunjukkan panjang sekat kedap melintang dari ketidaktenggelaman (*floodable length*) untuk permeabilitet $\gamma = 1$ atau dengan kata lain ruangan tersebut kosong sehingga air dapat masuk 100%. Bila permeabilitet $\gamma =$

0,60, maka harga L tersebut kita bagi dengan 0,6 dan digambarkan pada ordinat yang sama.



Gamb.5.1

c) Rangkuman 5

1. Menentukan panjang maksimal sekat kedap melintang
2. Menggambarkan grafik panjang ketidaktenggelaman (*floodable length*)

d) Tugas 5

1. Menentukan titik-titik pada garis horizontal 3 buah dikiri midship dan 3 buah dikanan midship
2. Membuat luas yang sama pada grafik integral luas, lihat gambar 5.1 dengan garis vertikal sama dengan panjang garis dari volume kebocoran.

pendix 4 Formula Perhitungan Lambung Timbul

Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type A

fb = 0,5 L cm, untuk L sampai dengan 50 m
 fb = $0,8(L/10)^2 + L/10$ cm, untuk L lebih dari 50 m
 Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Lambung Timbul Awal (fb) untuk kapal Type B

fb = 0,8 L cm, untuk L sampai dengan 50 m
 fb = $(L/10)^2 + (L/10) + 10$ cm, untuk L lebih dari 50 m
 Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter

Koreksi Koefisien Blok (Kb)

Apabila Kb lebih besar dari 0,68, maka fb harus dikalikan dengan faktor:

$$\frac{0,68 + Kb}{1,36}$$

Koreksi Dalam (D)

- Apabila D lebih besar dari seperlimabelas panjang kapal (L/15), lambung timbul ditambah dengan:

20 (D - L/15) cm, untuk L sampai dengan 50 m
 (0,1 L + 15) (D - L/15) cm, untuk L lebih dari 50 m sampai dengan 100 m
 25 (D - L/15) cm, untuk L lebih dari 100 m

Catatan : L adalah panjang kapal dalam meter,
 D adalah dalam kapal, dalam meter.
- Apabila D lebih kecil dari seperlimabelas panjang kapal (L/15), tidak ada koreksi terhadap lambung timbul.

Koreksi bangunan atas dan trunk

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan trunk tertutup, lambung timbul dikurangi dengan:

$$\frac{50 \sum (Is \times hs) \text{ cm}}{L}$$

- Catatan :
- L adalah panjang kapal dalam meter;
 - Is adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter;
 - hs adalah tinggi standar bangunan atas dan trunk tertutup dalam meter.

Koreksi Lengkung

Koreksi lengkung kapal ditetapkan dengan cara sebagai berikut:

$$B = 0,125 L \text{ cm}$$

$$A = 1/6 [2,5 (L + 30) - 100 (Sf + Sa) (0,75 - S/2L)] \text{ cm}$$

Koreksi lengkung kapal ditetapkan sebagai berikut:

- A lebih besar dari 0, koreksi ditetapkan = A cm
 - A lebih besar dari 0, dan harga mutlak A lebih besar B, koreksi ditetapkan = - B cm
 - A lebih kecil dari 0, dan harga mutlak A lebih kecil B, koreksi ditetapkan = A cm
- Catatan:
- L adalah panjang kapal, dalam satuan meter;
 - Sf adalah tinggi lengkung pada posisi garis tegak depan (FP) dalam satuan meter;
 - Sa adalah tinggi lengkung pada posisi garis tegak belakang (AP) dalam satuan meter;
 - S adalah panjang seluruh bangunan atas tertutup dalam satuan meter.

Appendix 4 Calculation of Freeboard

I. Initial freeboard (fb) for Type A vessels

fb = 0,5 L cm, where L is up to 50 m
 fb = $0,8(L/10)^2 + L/10$ cm, where L is larger than 50 m
 Note : L = the length of the vessel in metres

II. Initial freeboard (fb) for Type B vessels

fb = 0,8 L cm, where L is up to 50 m
 fb = $(L/10)^2 + (L/10) + 10$ cm, where L is larger than 50 m
 Note : L = the length of the vessel in metres

III. Block Coefficient Correction (Kb)

When Kb exceeds 0.68; fb shall be multiplied by the following factor :

$$\frac{0,68 + Kb}{1,36}$$

IV. Depth Correction (D)

- Where D exceeds one-fifteenth part of the length of the vessel (L/15), the freeboard shall be increased in accordance with the following:

20 (D - L/15) cm, in case L is up to 50 m
 (0,1 L + 15) (D - L/15) cm, in case L is larger than 50 m up to 100 m
 25 (D - L/15) cm, in case L is larger than 100 m

Note : L = the length of the vessel in metres;
 D = the depth of the vessel in metres.
- Where D is smaller than one-fifteenth of the length of the vessel, no correction shall be made to the freeboard.

V. Superstructure and Trunk Correction

Where a vessel has enclosed superstructures and trunks, the freeboard is reduced by:

$$\frac{50 \sum (Is \times hs) \text{ cm}}{L}$$

- Note :
- L = the length of the vessel in metres
 - Is = the total effective length of the enclosed superstructures and trunks in metres
 - hs = the standard height of the enclosed superstructures and trunks in metres

VI. Sheer Correction

Sheer correction of a vessel is calculated as follows:

$$B = 0,125 L \text{ cm}$$

$$A = 1/6 [2,5 (L + 30) - 100 (Sf + Sa) (0,75 - S/2L)] \text{ cm}$$

Sheer correction is determined as follows:

- A is larger than 0, correction = A cm
 - A is larger than 0, and absolute value of A is larger than B, correction = - B cm
 - A is smaller than 0, and absolute value of A is smaller than B, correction = A cm
- Note:
- L = length of the vessel in metres
 - Sf = the height of sheer in the position of forward perpendicular (FP) in metres
 - Sa = the height of sheer in the position of after perpendicular (AP) in metres
 - S = the total length of the enclosed superstructures

VII. Pengurangan Lambung Timbul

Apabila pada kapal type B dilengkapi dengan penutup palka dari baja ringan, lambung timbul kapal dikurangi sebagai berikut :
Besarnya pengurangan untuk panjang kapal diantara besaran tersebut di atas didapat dengan interpolasi linier.

Panjang (L)	≤ 100 m	110 m	120 m	≥ 130 m
Pengurangan (cm)	4	5	8	12

VIII. Lambung Timbul Minimum

- Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk Kapal type A adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan; Besarnya Lambung timbul tidak boleh kurang dari 5 (lima) cm.
- Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal type B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm.

IX. Tinggi linggi haluan minimum

Tinggi linggi haluan yang ditentukan sebagai jarak vertikal pada garis tegak depan antara garis air yang berimpit dengan lambung timbul musim panas dan tonggak tertinggi rancangan serta bagian atas dari geladak yang terbuka tidak kurang dari:

Untuk kapal dengan panjang lebih kecil dari 250 meter:

$$56L \left(1 - \frac{L}{500} \right) \text{ mm}$$

$$500 \left(1 - \frac{1,36}{0,68} \frac{L}{500} \right) \text{ mm}$$

Untuk kapal dengan panjang 250 meter dan lebih:

$$7000 - \frac{1,36}{100} L$$

Di mana:

L adalah panjang kapal dalam meter
Cb adalah koefisien blok, tidak boleh lebih dari 0,68 atau
Persyaratan tinggi linggi tidak dipersyaratkan untuk:

- Kapal tidak diawaki
- Kapal dengan panjang kurang dari 24 meter.

Catatan: Akan di formulasikan kembali.

X. Koreksi Air Tawar

- Koreksi air tawar terhadap lambung timbul minimum air laut dihitung dengan rumus:

$$\frac{\Delta}{40 \text{ TPC}}$$

Catatan :

Berat jenis air tawar ditetapkan sama dengan 1 (satu);

Δ = sarat benaman pada garis muat air laut, dalam satuan ton;

TPC = ton per sentimeter pembedaman dalam laut, pada garis muat air laut.

- Jika sarat benaman pada garis muat air laut (Δ) tidak dapat ditentukan, koreksi air tawar ditetapkan 1/48 (seperempat-puluh delapan) dari sarat air laut pada pusat lingkaran marka garis muat.

II. Penetapan lambung timbul

- Hasil perhitungan lambung timbul atau garis muat harus dibandingkan dengan rancangan lambung timbul, dan diambil mana yang lebih besar.
- Lambung timbul tongkang geladak (Flat Top Barge) tidak diawaki, besaran yang diperoleh dari perhitungan, dikurangi 25 persen dan hasilnya dibandingkan dengan rancangan lambung timbul, dan diambil mana yang lebih besar.

VII. Reduction of Freeboard

Where hatchways of a type B vessel is fitted with covers made of mild steel, the ship's freeboard shall be reduced by:
Freeboard reduction for a vessel which length is in between the above values shall be obtained through linear interpolation.

Length (L)	≤ 100 m	110 m	120 m	≥ 130 m
Reduction (cm)	4	5	8	12

VIII. Minimum Freeboard

- The minimum salt water freeboard for a Type A vessel shall be equal to the freeboard that has been corrected by addition or reduction; The freeboard shall not be less than 5 (five) cm.
- The minimum salt water freeboard for a Type B vessel is equal to the freeboard that has been corrected by addition or reduction; The freeboard shall not be less than 15 (fifteen) cm.

IX. Minimum Bow Height

The Bow Height which is defined as the vertical distance at the forward perpendicular between the water line corresponding to the summer freeboard and to the designed trim and the top of the exposed deck at side shall not be less than:

Where the length of the vessel is less than 250 metres:

$$56L \left(1 - \frac{L}{500} \right) \text{ mm}$$

Where the length of the vessel is 250 metres or more:

$$7000 - \frac{1,36}{100} L$$

Note:

L = length of the vessel in metres

Cb = Block coefficient, shall not be larger than 0.68 or, Where the length of the vessel is less than 820 feet.

Provisions for bow height is not required in the case of:

- Unmanned vessels;
- A vessel having the length of less than 24 metres.

X. Fresh water correction

- Fresh water correction to the minimum salt water freeboard shall be calculated through:

$$\frac{\Delta}{40 \text{ TPC}}$$

Note :

The mass density of fresh water is equal to 1 (one)

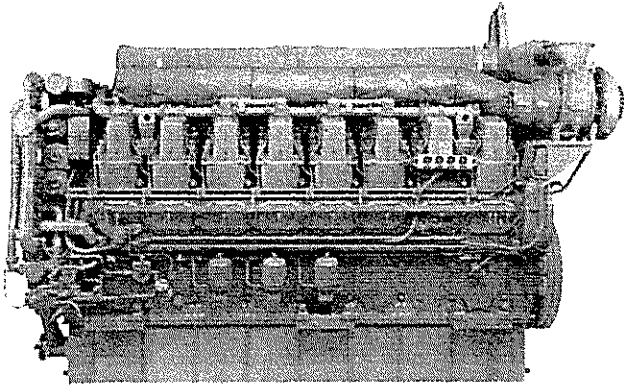
Δ = The displacement in salt water at the summer load waterline, in tonnes;

TPC = The tonnes per centimetre in immersion in salt water at the summer load waterline.

- Where the displacement at the summer load waterline cannot be ascertained, fresh water correction is taken as 1/48 (one-forty-eighth) of the displacement of salt water on the centre of the load line circle marks.

XI. Assignment of freeboard

- The result of freeboard or load line calculation shall be compared to the designed freeboard, and shall be taken the larger.
- The freeboard of an unmanned flat top barge shall be the result of calculation reduced by a factor of 25% and compared to the designed freeboard, and the larger values shall be taken the freeboard.



Shown with
Accessory Equipment

SPECIFICATIONS

V-16, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Emissions	IMO/EPA Tier 2 Compliant
Bore — mm (in)	280 (11.0)
Stroke — mm (in)	300 (11.8)
Displacement — L (cu in)	296 (18,062)
Rotation (from flywheel end)	CCW or CW
Compression Ratio	13:1
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Governor	Electronic
Low Idle Speed — rpm	350
Rated Speed — rpm	1000
Oil Change Interval* — hours	600
Serial Number Prefix	NKB
Cooling System	Keel or Heat Exchanger
Refill Capacities — L (gal)	
Cooling System	1660-1835 (439-485)
Lube Oil System	1057 (279)

*A new S-O-S™ analysis must be done to determine actual oil change intervals.

STANDARD EQUIPMENT

Air Intake and Exhaust System

Charge air cooler, air inlet shutoff, high flow turbocharger, dry manifold with soft or hard shielding

Basic Engine Arrangement

Vee engine with one-piece grey iron cylinder block, individual cylinder heads with four intake/exhaust valves, right- or left-hand service side available

Control System

Dual ADEM™ A3 electronic engine control unit (ECU) with electronic unit injector fuel system, rigid wiring harness (10 amp, 24 volt power required to drive ECU)

Cooling System

Single or combined system, engine mounted freshwater and seawater pumps, engine coolant water drains

Fuel System

Engine operates on MDO; fuel injection system consists of engine-driven fuel transfer pump and an electronic unit injector for each cylinder, engine-mounted duplex fuel filters, and flexible connections

Lube Oil System

Top-mounted crankcase breather, three centrifugal oil filters with single shutoff, gear-driven pump, duplex oil filter, crankcase explosion relief, oil filler and dipstick

Monitoring, Alarm, and Safety Control System

Alarms and shutdowns provided as required by marine society for unmanned machinery spaces. Marine Monitoring System II [listed as Programmable Logic Control (PLC) in the Price List] or Engine Control Panel are available; systems include temperature, pressure, and speed sensors; optional: cylinder pressure relieve valves (for cold weather operation); oil mist detector or particle detector available

ECU Functions

Key-switch, desired engine speed, programmable low idle, SAE J1939 data link, Cat® data link, Messenger (displays engine data, diagnostics, etc.), diagnostics, general alarm, programmable parameters (system, application, and tattletales), Caterpillar ET service tool interface, remote shutdown, shutdown notify, load feedback, overspeed shutdown, overspeed verify, engine power correction, droop, dual dynamics

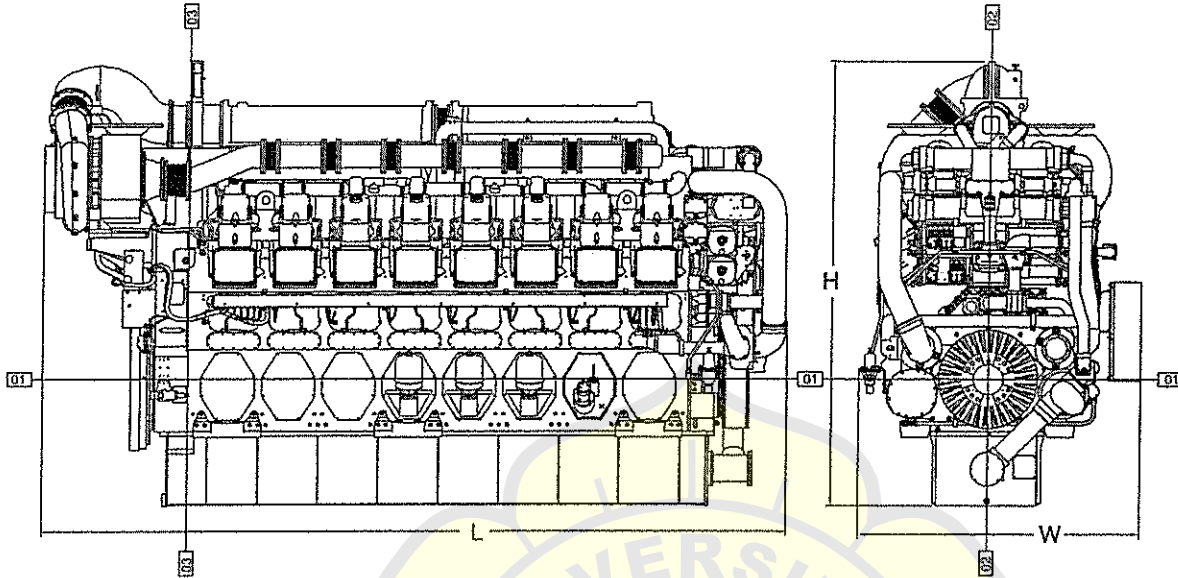
General

Four lifting eyes mounted to cylinder heads, Caterpillar yellow paint, parts books and maintenance manuals, shrink wrap

Optional Supplied Equipment

Torsional coupling, fresh water heat exchanger, fuel cooler, expansion tank, emergency pumps and connections, jacket water heater, flexible connections, and anti-vibration isolators

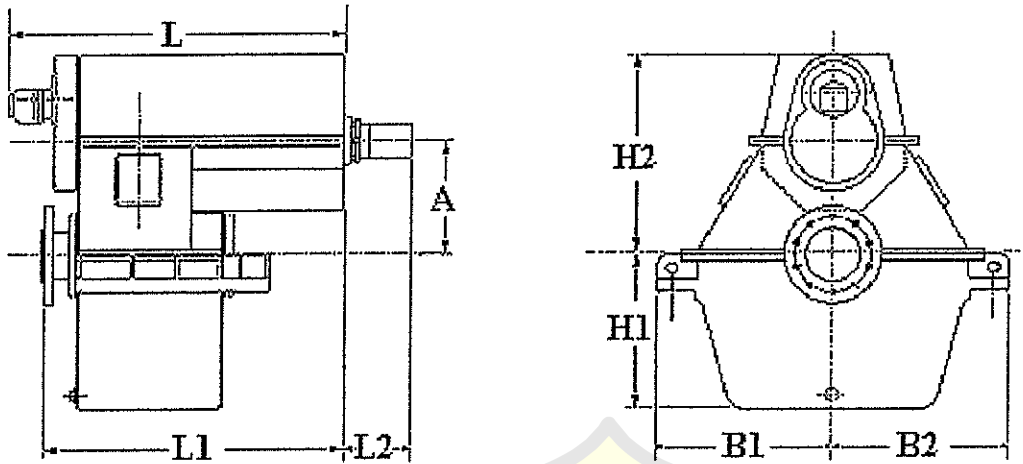
ENGINE DIMENSIONS



Engine	Overall Length mm (in)	Overall Width mm (in)	Overall Height mm (in)
C280-16	5685 (223.8)	2038 (80.2)	3406 (134.1)

Engine Weights		kg (lb)
Engine Dry Weight		28 500 (62,832)
Shipped Loose Items:	Torsional Coupling	480 (1,058)
	Plate-Type Heat Exchanger	475 (1,045)
	Instrument/Alarm Panel	200 (440)
Fluids:	Lube Oil	961 (2,119)
	Jacket Water	1060 (2,337)
	Heat Exchanger (FW, SW, LO)	133 (293)

ZF W63100 NR



mm (inches)							
A	B ₁	B ₂	H ₁	H ₂	L	L ₁	L ₂
(34.4)	1090 (42.9)	1090 (42.9)	1000 (39.4)	1572 (61.9)	1836 (72.3)	1869 (73.6)	346 (13.6)
Weight kg (lb)				Oil Capacity Litre (US qt)			
11900 (26180)				600 (636)			

Output Coupling Dimensions

A		B		C		D		No	Bolt Holes Diameter (E)	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in		mm	in
720	28.3	650	25.6	410	16.1	71.0	2.80	18	37.0	1.46

