

BAB II

PERHITUNGAN PERENCANAAN KAPAL

II.1. PRA RANCANGAN

Dalam tahap penyusunan merancang kapal, yang pertama harus dilakukan adalah prarancangan (Preliminary Design) yang diawali dengan sketsa rencana umum dari kapal yang akan dirancang dengan mendekati kapal pembanding guna mengetahui jumlah ruang muat. Pada tahap prarancangan ini adalah untuk menentukan dimensi atau ukuran utama kapal. Prosedur ini adalah penting sebab hasil penentuan ukuran utama (Principal Dimension) inilah yang akan digunakan dalam proses perhitungan dan perancangan selanjutnya.

Dalam tugas perancangan ini, data awal yang ditentukan adalah :

- Jenis Kapal : Kapal Tunda
- Jenis Pelayaran : Harbour
- Radius Pelayaran : 2000 mil
- Jumlah Awak Kapal : 7 Orang
- Kecepatan (V_s) : 10 Knot
- Klasifikasi : B K I

Dari data-data tersebut diatas, maka selanjutnya akan dilaksanakan prosedur penentuan ukuran utama kapal dan perhitungan lainnya yang diperlukan dalam proses perancangan kapal tunda ini.

II.1.1. Prosedur Penentuan Ukuran Utama

Dalam penentuan ukuran utama sebuah kapal adalah tidak ada yang baku dimana setiap prosedur mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing. Maka pemilihan prosedur ini adalah tergantung kepada cara yang dipilih oleh perancangannya, tetapi tentunya tetap berdasarkan syarat-syarat dan kondisi ketentuan perancangan yang ada.

Pada umumnya syarat-syarat pertama perancangan yang perlu diperhatikan adalah, Displasemen kapal (Δ), Tonasse (GRT), kecepatan dinas (V_s), radius pelayaran dan lain sebagainya. Dari data awal perancangan yang ada, terlihat bahwa beberapa syarat telah dipenuhi dan syarat yang lain dapat dipenuhi dari data kapal pembanding.

Untuk memenuhi semua syarat di atas, harus diupayakan berat lambung pada kondisi kosong seringan mungkin dan tenaga mesin induk harus seefisien mungkin. Selanjutnya setelah penentuan ukuran utama maka diteruskan dalam perhitungan berat kapal kosong, berat kapal penuh, perhitungan stabilitas awal, perhitungan lambung timbul, perkiraan kapasitas muatan. Dalam tahap ini bila penentuan ukuran utama yang direncanakan dapat memenuhi persyaratan, maka untuk penentuan ukuran utama yang ditentukan itu tidak ada masalah.

II.1.2. Metode Perhitungan

Metode perhitungan untuk menentukan ukuran utama kapal tunda dalam Tugas Merancang kapal ini memakai metode perbandingan (Comparison Ship Metode) dan metode iterasi (Trial and Error). Maksud pemilihan metode kapal pembanding adalah karena metode ini relatif mudah dan adanya kepastian dan ketelitian terhadap keseluruhan berat dan kontrol terhadap harga ukuran

utama kapal yang ditentukan terlebih dahulu. Sedangkan metode iterasi diperlukan untuk penentuan semua materi yang penting dengan ketelitian yang dikehendaki, adanya kontrol berupa koreksi pada akhir perhitungan

II.1.3. Estimasi Sementara

II.1.3.1. Estimasi Ukuran Utama

Untuk menentukan ukuran utama kapal dalam prarancangan digunakan rumus-rumus pendekatan, serta perbandingan antara kapal rancangan dengan kapal pembanding menurut Caldwell's Screw Tug Design. Adapun ukuran-ukuran utama tersebut adalah :

1. Panjang Kapal (Lpp)

Dalam menentukan panjang garis tegak menggunakan tabel I Caldwell's Screw Tug Design (Hal 28)

$$\begin{aligned} L_{pp} &= 42 + (2,5 \cdot 1350 - 300)^{0,5} \\ &= 97,45 \text{ Ft} \\ &= 29.702 \text{ m} \rightarrow 30 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Lebar Kapal (B)

Dalam menentukan lebar kapal yang direncanakan digunakan tabel I Caldwell's Tug screw Design (Hal 28)

$$\frac{l_{pp}}{B} = 3,50$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{l_{pp}}{3,50} \\ &= \frac{97,45}{3,50} \end{aligned}$$

$$= 27,84 \text{ ft} = 8,48 \text{ m}$$

Maka B yang diambil = 8,50 m

3. Sarat air kapal (d)

Dalam menentukan sarat air kapal digunakan tabel I Caldwell's Screw Tug design (hal 28)

$$\begin{aligned} B/d &= 2.65 \\ d &= B/2.65 \\ &= 27.84/2.65 \\ &= 10,50 \text{ ft} \end{aligned}$$

Maka ditetapkan sarat air kapal (d) = 3.20 m

4. Tinggi Kapal (H)

Dalam menentukan Tinggi Kapal menggunakan tabel I Caldwell's Screw Tug design (hal 28)

$$\begin{aligned} D &= L_{pp}/7.50 \\ &= 97,45 \text{ ft}/7.50 \\ &= 12.903 \text{ ft} \\ &= 3.93 \Rightarrow 4.00 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka ditetapkan Tinggi Kapal tegak (L_{pp}) = 4.00 m

5. Menentukan panjang seluruh kapal (Loa)

$$\begin{aligned} Lo_a &= L_{pp} + (0.1 \times L_{pp}) \\ &= 29 + (0.1 \times 29) \end{aligned}$$

$$Lo_a = 33.00 \text{ m}$$

Maka ditetapkan panjang seluruh kapal (Loa) = 33.00 m

II.1.3.2. Estimasi Koefisien Bentuk Kapal

1. Koefisien Blok (Cb)

Dalam menentukan koefisien blok berdasarkan rumus Caldwell's Screw Tug Design (Hal 36)

$$C_b = K_A \frac{V_s}{2}^{-1/2} \quad (L_{pp} = \text{Dalam Feet})$$

$$C_b = 1,09 - \frac{10}{2} \times 97,45^{-1/2} \quad V_s = \text{Kecepatan}$$

$$C_b = 1,09 - 0,455$$

$$C_b = 0,6$$

2. Koefisien Pramatik (Cp)

$$C_p = \frac{0,417 \times L_{pp}^{1/4}}{V_s}$$

$$= \frac{0,417 \times 97,45^{1/4}}{10^{1/3}}$$

$$C_p = 0,656$$

3. Koefisien Tengah kapal (Cm)

$$C_m = \frac{c_b}{c_p}$$

$$= \frac{0,6}{0,656}$$

$$= 0,914$$

4. Koefisien Garis Air (Cw)

Dalam menentukan koefisien garis air berdasarkan grafik proportions and hull form pada caldwell's screw Tug design (hal 39)

$$C_w = 0,85$$

II.1.3.3. Estimasi Tenaga Penggerak

1. Menentukan Mesin Utama

Menentukan besarnya tenaga mesin Utama berdasarkan Bollard Pull yang telah ditetapkan dengan Rumus Grieg's pada Caldwell's Screw Tug Design (hal 30).

$$L_{pp} = K + (2,5 \cdot BHP - 300)^{1/2} \quad \text{dimana } K = 42$$

$$BHP = \frac{(L_{pp} - K)^2 + 300}{2,5}$$

$$= \frac{(97,45 - 42)^2 + 300}{2,5}$$

$$= 1349,881 \Rightarrow 1350 \text{ HP}$$

$$BHP = 1350 \quad H = 2 \times 675 \text{ Hp}$$

Ukuran Utama dan koefisien kapal yang direncanakan sebagai berikut:

- Panjang seluruhnya (Loa) = 3,3 m ³³
- Panjang Garis Air (Lwl) = 30,6 m
- Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) = 30,0 m
- Lebar (B) = 8,50 m
- Tinggi (D) = 4,0 m
- Sarat Air (d) = 3,20 m
- Kecepatan (Vs) = 10 Knot
- Koefisien Blok (Cb) = 0,6
- Koefisien Midship (Cm) = 0,914
- Koefisien Prismatic (Cp) = 0,656
- Koefisien Garis Air (Cw) = 0,85
- Mesin Utama (BHP) = 2 X 675 HP

II.1.4. Perkiraan LWT, DWT, dan Displacemen

1. Berat Kapal Kosong (LWT)

Perkiraan berat kapal kosong digunakan rumus Caldwell's Screw Tug Design (hal 183)

a. Berat Baja (w_1)

$$W_1 = \frac{0,44 \times L \times B \times D}{100} + 303 + \sqrt{\frac{L/D}{8}} [1 + 0,05(cb - 0,5)]$$
$$\frac{0,44 \times 97,45 \times 27,84 \times 12,903}{100} + 303 + \sqrt{\frac{97,45/12,903}{8}} [1 + 0,05(0,6 - 0,5)]$$

$$W_1 = 453,920 \text{ Ton}$$

b. Berat Permesinan (w_2)

$$W_2 = \text{BHP}/16$$
$$= 1350/16$$
$$W_2 = 84,375 \text{ Ton}$$

c. Berat Kayu dan Peralatan (w_3)

$$W_3 = \frac{L \times B}{73}$$
$$= \frac{97,45 \times 27,84}{73}$$

$$W_3 = 37,16 \text{ Ton}$$

$$\text{Maka perkiraan LWT} = w_1 + w_2 + w_3$$
$$= 332,187 + 84,375 + 37,16$$
$$= 453,920 \text{ Ton}$$

2. Perkiraan Bobot Mati (DWT)

Menentukan bobot mati adalah jumlah keseluruhan berat-berat yang tidak tetap, seperti bahan bakar, minyak pelumas, air tawar, makanan awak kapal, dan muatan

a. Berat Bahan Bakar

- Lamanya kapal beroperasi kira-kira = 2000 Mill
- Kecepatan = 10 Knot
- Lamanya Pelayaran = 2000 mil/10knot
- = 200 jam
- Maka = 200 jam/24
- = 8.3 m/24
- Konsumsi Bahan Bakar = ± 175 gram/HP/jam
- Berat Bahan Bakar = $1.350 \times 175 \times 200$
- = 47.250 Ton

b. Berat Minyak Pelumas

- Konsumsi Minyak Pelumas = 1 gram/HP/jam
- (Berdasarkan Optimal Tug – Van Primellen)
- Berat Pelumas = $1.350 \times 1 \times 200$
- = 0.270 Ton

c. Berat Air Tawar

- Direncanakan Crew = 7 Orang (berdasarkan Caldwell's Screw Tug Design hal 197)
- Perkiraan Air Tawar yang digunakan = 130 Kg/hari/orang
- Berat Air Tawar = $7 \times 130 \times 8.3$
- = 7.553 Ton

d. Berat Awak Kapal

- Jumlah Crew = 7 orang
- Berat Perorang = 85 Kg
- Berat Awak Kapal = 7×85 Kg
- = 0,595 Kg
- = 0.595 Ton

e. Berat Bahan Makanan

Kebutuhan Makanan di Perkirakan 5 Kg/Hari/orang

$$\begin{aligned}\text{Berat makanan} &= 7 \text{ orang} \times 5 \text{ kg} \times 8.3 \text{ hari} \\ &= 0.290 \text{ Ton}\end{aligned}$$

f. Berat Barang Bawaan

Berat bawaan Crew = 90 Kg/orang

(Berdasarkan harald Phoel's hal 13)

$$\begin{aligned}\text{Berat Barang Bawaan} &= 7 \times 90 \text{ Kg} \\ &= 0,63 \text{ Kg} \\ &= 0.63 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Perincian Perkiraan Komponen DWT :

Berat Bahan Bakar	=	47.250	Ton
Berat Minyak Pelumas	=	0,270	Ton
Berat Air Tawar	=	7,553	Ton
Berat Awak kapal	=	0,595	Ton
Berat bahan makanan	=	0,290	Ton
Berat Barang bawaan	=	0.63	Ton
DWT total		<hr/> 56.588	Ton

3. Perkiraan Displasemen

$$\begin{aligned}\Delta &= \text{Lwt} + \text{Dwt} \\ &= 453,920 + 56,588 \\ \Delta &= 510,508 \text{ Ton}\end{aligned}$$

4. Koreksi Perhitungan Displasemen

$$\begin{aligned}\text{Displasemen Kapal baru} &= \text{LWL} \times \text{B} \times \text{d} \times \text{Cb} \times 1,025 \\ &= 30,6 \times 8,50 \times 3,20 \times 0,6 \times 1,025 \\ &= 511.84 \text{ Ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\Delta_1} \times 100\% \\ &= \frac{511.84 - 510.50}{511.84} \times 100\% \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

Batas Koreksi yang diijinkan < 0,5 (memenuhi)

II.1.5. Estimasi Stabilitas Awal dan Oleng

1. Stabilitas Awal

Menentukan harga GM pada kapal rancangan berdasarkan Rumus Caldwell's Screw Tug Design (hal 49)

$$GM = KB + BM - KG$$

Dimana :

$$\begin{aligned} KB &= d \left(\frac{5}{6} - \frac{Cb}{3 \times C_w} \right) \\ &= 3,20 \left(\frac{5}{6} - \frac{0,6}{3 \times 0,85} \right) \\ &= 3,20(0,833 - 0,243) \\ KB &= 1,888 \text{ m} = 2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BM &= \frac{cit}{Cb} \times \frac{B^2}{2} \\ &= \frac{0,052}{0,6} \times \frac{8^2}{3,20} \\ &= 0,086 \times 22,57 \end{aligned}$$

$$BM = 1,94 \text{ m}$$

KG/D = Untuk Kapal tunda 0,71 – 0,87 Berdasarkan ketentuan caldwell's Screw Tug Design (hal 187)

$$\begin{aligned} KG &= 0,71 \times 4,00 \\ &= 2,84 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diperkirakan harga GM

$$\begin{aligned}GM &= KB + BM - KG \\ &= 2 + 1,94 - 2,84\end{aligned}$$

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

GM minimum untuk standard Tug Boat = 0,76 m (memenuhi)

2. Perhitungan Periode Oleng

Diisyaratkan periode oleng adalah 8 – 14 detik berdasarkan Harald Phoels (hal 36)

$$\begin{aligned}T_R &= \frac{2\pi \times 0,38 \times B}{\sqrt{g \times GM}} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 0,38 \times 8,50}{\sqrt{9,81 \times 1,1}}\end{aligned}$$

$$T_R = 6,17 \text{ detik}$$

II.1.6. Estimasi Metacenter Melintang

Harga Metacenter melintang menggunakan rumus :

$$MTV = \frac{I_t}{V} = \frac{t \times B^2}{Cb \times d}$$

Keterangan :

t = Koefisien Inertia (menurut H. Phoels untuk $C_w 0,65 > C_w < 0,82$)

$$t = \frac{[(2 \times C_w) + 1]^3}{323}$$

$$t = \frac{[(2 \times 0,82) + 1]^3}{323}$$

$$t = 0,056$$

$$\begin{aligned}MTV &= \frac{t \times B^2}{Cb \times d} \\ &= \frac{0,056 \times 8,5^2}{0,6 \times 3,2} \\ &= 2,10\end{aligned}$$

II.1.7. Estimasi Kurva Stabilitas Awal

Digunakan cara Prohaska, dalam Henschjke. (Hal : 186).

Data kapal rancangan :

$$L_{pp} = 30,00 \text{ m}$$

$$B = 8,50 \text{ m}$$

$$D = 4,0 \text{ m}$$

$$D = 3,20 \text{ m}$$

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

$$d/D = 0,8$$

$$S_f = 50 \times (L_{pp}/3 + 10)$$

$$50 \times (30/3 + 10)$$

$$S_f = 1,000 \text{ mm}$$

$$S_h = 25 \times (L_{pp}/3 + 10)$$

$$25 \times (30/3 + 10)$$

$$S_h = 500 \text{ m}$$

$$H_{id} = D + \left(\frac{S_f + S_h}{6} \right)$$

$$= 4 + \left(\frac{1.000 + 0,500}{6} \right)$$

$$= 5,0$$

Harga "h" diperoleh dari grafik Henscke, Band I (Hal : 102)

$$D/B = 0,376$$

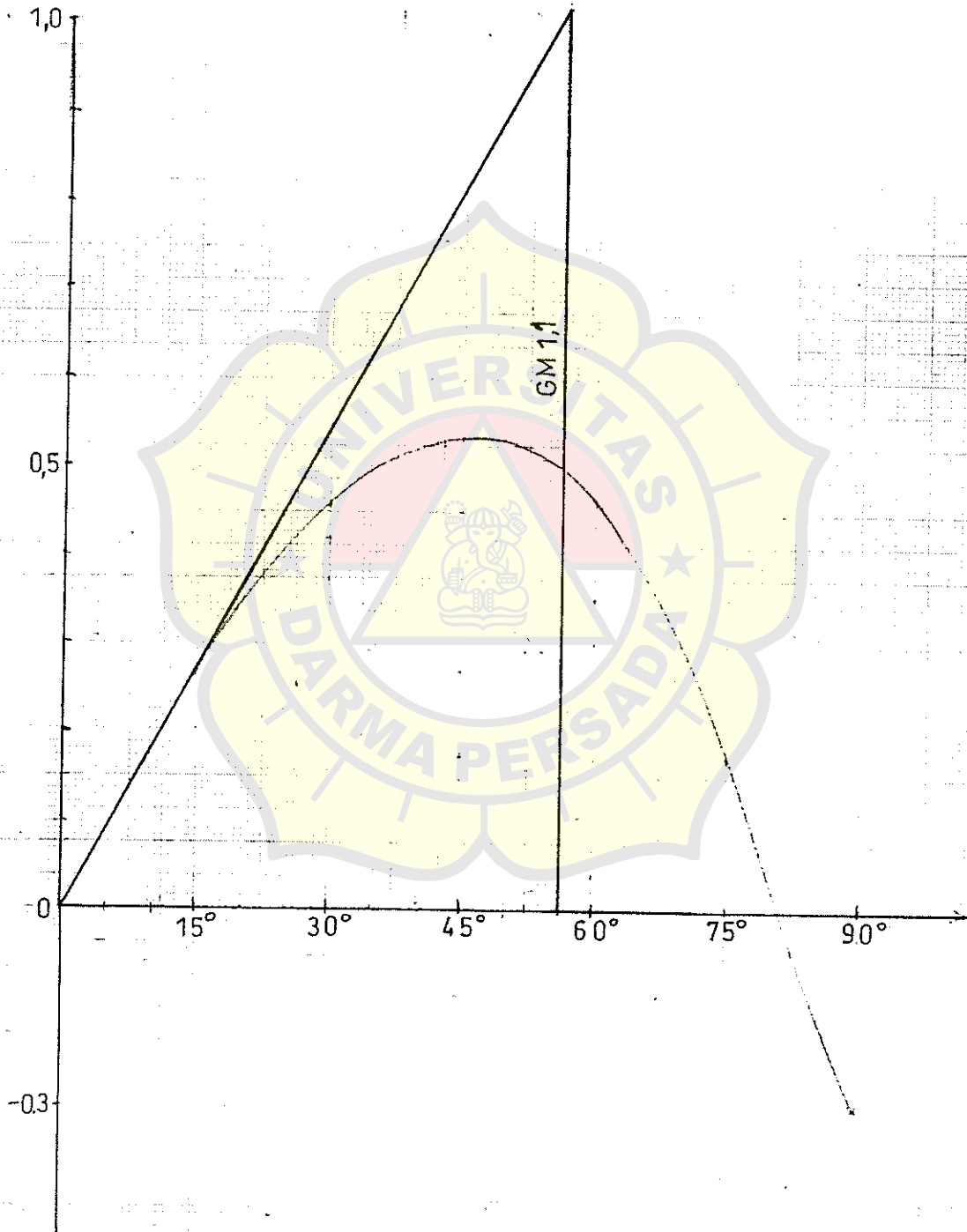
$$H_{id}/B = 0,58$$

$$MTF = 2,10$$

$$GM = 1,1$$

GM	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
HF	0	0,009	0,02	-0,08	-0,2	-0,30	-0,50
HF x MTF	0	0,018	0,042	-0,168	-0,42	-0,84	-1,05
Gm x Sin δ	0	0,256	0,499	0,714	0,889	1,016	1,086
H = 2 x 3		0,274	0,541	0,54	0,469	0,179	-0,036

1:75



II.1.7.1. Estimasi Stabilitas Awal

Pemeriksaan stabilitas awal ini menggunakan standard dari Internasional Maritime Organization (IMO) mengenai stabilitas, yaitu :

- a) GM = > 0,15 m
- b) H - 30° = > 0,20 m
- c) Range = > 60°
- d) H max = > 25°
- e) Δh 30° = > 0,055 m.rad
- f) Δh 40° = > 0,09 m.rad
- g) Δh 40° - Δh 30° = > 0,03 m.rad

Dari kapal rancangan di dapat :

- a. GM = 1,1 m
- b. h - 30° = 0,541 m
- c. Range = 8,3°
- d. h max = 45°
- e. Δh - 30° =

δ	0°	5°	15°	20°	25°	30°	35°
h (m)		0,08	0,26	0,34	0,45	0,465	0,495
Fs	1	4	2	4	2	4	1
h+Fs	0	0,32	0,52	1,36	0,9	1,84	0,495

$$\Sigma_1 = 5,435 \text{ m.rad}$$

$$\Delta h - 30^\circ = \frac{0,333 \times 5^\circ \times 5,435}{57,3^\circ}$$

$$= 0,15 \text{ m.rad (memenuhi)}$$

- f. Δh - 40° =

δ	30°	35°	40°
h (m)	0,465	0,495	0,515
Fs	1	4	1
h+Fs	0,465	01,98	0,515

$$\Delta h - 40^{\circ} = \frac{0,333 \times 5^{\circ} \times 2,96}{57,3} + 0,15$$
$$= 0,236 \text{ m.rad (memenuhi)}$$

$$g \Delta h - 40^{\circ} - \Delta h - 30^{\circ} = 0,086 - 0,15$$
$$= 0,064 \text{ m.rad (memenuhi)}$$



II.1.7.2 Momen Pengganggu Stabilitas

Ditinjau beberapa gangguan yang ditimbulkan oleh faktor luar, antara lain:

- * Momen Cikar (Mc)
- * Momen Angin (Mw)
- * Momen Pengganggu (Mp)
- * Momen Stabilitas (Ms)

1. Momen Cikar (Mc)

$$Mc = 0,233 \frac{\Delta x (0,8 x Vs)^2}{Lpp} x (KG - 0,5d)$$

Dimana : Δ = Displacement = 501,84 Ton
 Vs = 9 knot = $9 \times 0,5144 = 4,62$ m/det
 KG = 2,84 m
 d = 3,20 m
 Lpp = 30 m

$$Mc = 0,233 \frac{((104 \times 4,62 \times (0,8 \times 9))^2)}{30} x (2,84 - 0,5 \times 3,2)$$
$$= 14,49 \text{ ton}$$

2. Momen Angin (Mw)

$$Mw = \xi \times 0,5 \times \rho \times V\omega^2 \times A \times a$$

Dimana : ξ = faktor kekuatan angin = 1,3

ρ = Rapat jenis udara = 0,00125

$V\omega$ = Kecepatan angin = 20 m/sec

A = Luas bidang tampak angin pada lambung dengan bangunan atas

$$= Lpp \times (D-d) + \sum(DsxLs) + \sum(lbxhb)$$

$$\sum(DsxLs) = 216,2$$

$$\sum(lbxhb) = 36,8$$

$$= 30 \times (4,0 - 3,2) + 216,2 + 36,8$$
$$= 277$$

a = Jarak vertikal antara titik tekan angin dengan titik tekan air

$$= 0,5 \times (D-d) + KB$$
$$= 0,5 \times (4,0 - 3,2) + 2$$
$$= 8,4$$

$$M_w = 1,3 \times 0,5 \times 1,25 \cdot 10^{-4} \times 277 \times 8,4$$
$$= 1.890 \text{ ton}$$

3. Momen Pengganggu (Mp)

$$M_p = M_c \times M_w$$
$$= 1.890 \times 14,49$$
$$= 27,386$$

4. Momen Stabilitas

$$M_s = h_{\max} \times \text{Vol Displacement}$$

Dimana : $h_{\max} = 0,54$

$$M_s = 0,54 \times 501,84$$
$$= 270,99 \text{ Ton}$$

II.1.8. Eastimasi Hambatan dan Daya Mesin Penggerak Mesin Utama

II.1.8.1. Perkiraan Hambatan:

1. Perkiraan Hambatan Gerak (Rf)

$$R_f = f \times s \times V^{1.825} \quad (\text{Froude})$$

dimana :

$$f = 0,00871 + \frac{0,053}{(l_{pp} + 8,8)}$$

$$= 0,00871 + \frac{0,053}{(30 \times 3,28 + 8,8)}$$

$$= 9,204 \cdot 10^{-3}$$

$$S = 15,5 \sqrt{\Delta x l_{pp}}$$

$$= 1,55 \sqrt{501,84 \times (30 \times 3,28)}$$

$$= 3.444,386$$

$$V_s = 9 \text{ Knot}$$

$$R_f = 9,204 \cdot 10^{-3} \times 3.444,3 \times 9^{1.825}$$

$$= 1.748,11 \text{ lbs}$$

2. Perkiraan Hambatan sisa (Rr)

$$R_r = 12,5 \times C_b \times \Delta x \frac{V^4}{L_{pp}^2}$$

$$R_r = 12,5 \times 0,63 \times 501,84 \times \frac{9^4}{(30 \times 3,28)^2}$$

$$= 2.677,90 \text{ lbs}$$

3. Tahanan Angin dan Tahanan Akibat Pengaruh Appendage.

$$\text{Tahanan} = 5\% \times (R_f + R_r)$$

$$= 0,05 \times (1.748,11 + 2.677,90)$$

$$= 221,3005 \text{ lbs}$$

Perkiraan Tahanan Total

$$\begin{aligned} R_T &= R_f + R_r + R_{\text{angin dan app}} \\ &= 1.748,11 + 2.677,90 + 228,565 \\ &= 4.799,875 \quad \text{lbs} \end{aligned}$$

II.1.8.2. Perkiraan Daya Kuda Efektif

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= \frac{R_T \times V_s}{75} \\ &= \frac{4.799,875 \times 9}{75} \\ &= 575,985 \quad \text{HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= \frac{\text{EHP}}{\text{PC}} \quad \text{dimana : PC untuk kapal Tunda } 0,45 - 0,55 \\ &= \frac{575,985}{0,55} \\ &= 1.047,24 \quad \text{Hp} \end{aligned}$$

$$\text{Untuk Sea Margin} = 15\%$$

$$\begin{aligned} \text{BHPn} &= \text{BHP} + (15\% \times \text{BHP}) \\ &= 1.047,24 + (15\% \times 1.047,24) \\ &= 1.204,326 \quad \text{HP} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor MCR dari Mesin utama} = 85\%$$

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{MCR}} &= \text{BHPn} / 0,85 \\ &= 1.204,326 / 0,85 \\ &= 1.416,85 \quad \text{HP} \end{aligned}$$

II.1.9. Perkiraan Daya Tarik / Dorong (Bollard Pull).

Perkiraan Bollard Pull menurut rumus M.G. Smakov.

$$\begin{aligned}\text{Bollard Pull (Z)} &= N_p \times 12 \\ &= 1.416,85 \times 12 \\ &= 17.002,2 \quad \text{Kg} = 17,00 \text{ Ton}\end{aligned}$$

II.1.10. Perkiraan Lambung Timbul

Dari ukuran Pokok kapal untuk kapal yang akan dirancang diketahui harga :

$$\text{Tinggi Kapal (D)} = 4,00$$

$$\text{Sarat (d)} = 3,2$$

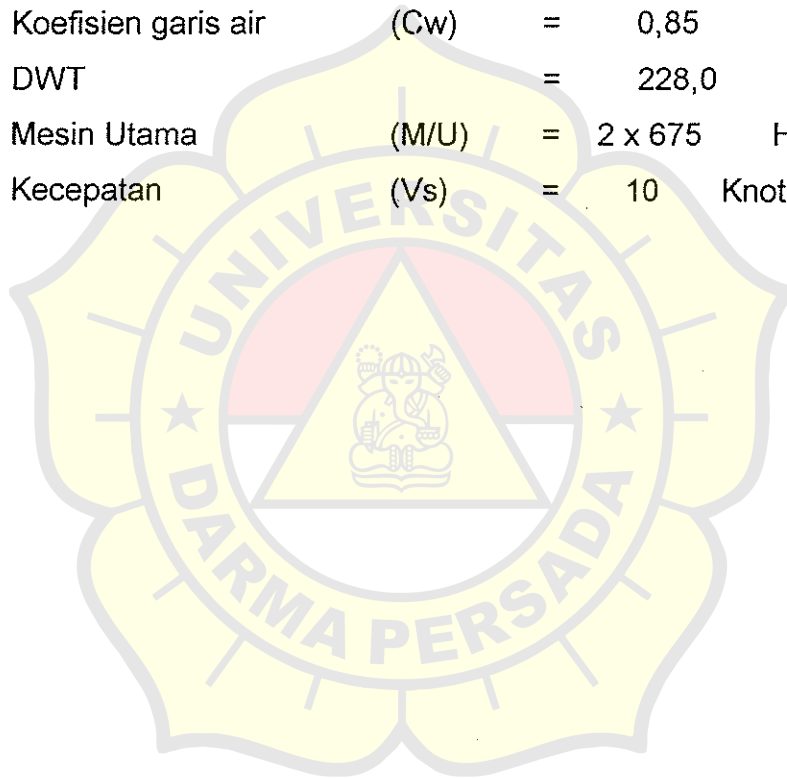
Sehingga harga maksimum lambung Timbul kapal yang dirancang :

$$\begin{aligned}H &= D - d \\ &= 4 - 3,2 \\ H &= 0,8 \text{ m}\end{aligned}$$

Menurut peraturan international tentang batas garis muat untuk kapal Tunda, besar lambung timbul minimum 220,2 mm. Maka perkiraan lambung timbul ini memenuhi persyaratan.

Spesifikasi kapal berdasarkan perhitungan prarancangan ini, adalah sebagai berikut :

Panjang kapal	(Lpp)	=	30,0 m
Lebar kapal	(B)	=	8,50 m
Tinggi kapal	(H)	=	4,00 m
Sarat kapal	(T)	=	3,20 m
Koefisien blok	(Cb)	=	0,60
Koefisien tengah kapal	(Cm)	=	0,914
Koefisien prismatic	(Cp)	=	0,656
Koefisien garis air	(Cw)	=	0,85
DWT		=	228,0
Mesin Utama	(M/U)	=	2 x 675 HP
Kecepatan	(Vs)	=	10 Knot



II.2. PERENCANAAN UTAMA

Dalam penggambaran rencana garis kapal (Lines plan), terlebih dahulu dibuat CSA (Curve of Sectional Area) dimana kurva tersebut akan menggambarkan besarnya luasan tiap-tiap section kapal yang direncanakan. Adapun data-data kapal rancangan yang diperlukan dalam penggambaran rencana garis ini adalah :

Panjang antara garis tegak	(Lpp)	= 30,00 m
Lebar	(B)	= 8,50
Tinggi	(H)	= 4,00
Sarat air	(T)	= 3,20
Koefisien blok	(Cb)	= 0,6
Koefisien tengah kapal	(Cm)	= 0,914
Koefisien prismatic	(Cp)	= 0,656
Koefisien garis air	(Cw)	= 0,85

II.2.1. Perhitungan Kurva Prismatic

Sebelum pembuatan gambar garis air kapal, terlebih dahulu dibuat kurva prismatic yang dimaksudkan untuk mendapatkan luasan pada tiap-tiap ordinat yang telah ditentukan. Perhitungan kurva prismatic ini akan sangat menentukan sekali bentuk badan kapal, dimana badan kapal tersebut dibuat harus stream line. Adapun perhitungan pembuatan kurva prismatic adalah sebagai berikut :

1. Panjang keseluruhan kapal (loa)

$$\begin{aligned}Lpp &= Lpp + (0,1 \times Lpp) \\ &= 30,0 + (0,1 \times 30,0) \\ &= 33,00 \text{ m}\end{aligned}$$

dimana :

$$Lpp : Lpp \text{ kapal rancangan} = 30 \text{ m}$$

2. Panjang garis air kapal (L_{wl})

$$\begin{aligned}L_{wl} &= L_{pp} + (2\% \times L_{pp}) \\ &= 30 + (2\% \times 30) \\ &= 30,6 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Volume displasemen kapal (∇_{disp})

$$\begin{aligned}\nabla_{disp} &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\ &= 30 \times 8,50 \times 4,0 \times 0,6 = 612,0 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4. Luas midship kapal (A_m)

$$\begin{aligned}A_0 &= B \times T \times C_m \\ &= 8,50 \times 4,0 \times 0,914 \\ &= 31,076 \text{ m}^2\end{aligned}$$

5. Luas waterline (A_{wl})

$$\begin{aligned}A_{wl} &= L_{wl} \times B \times C_w \\ &= 30,6 \times 8,50 \times 0,85 \\ &= 221,085 \text{ m}^2\end{aligned}$$

6. Titik tekan memanjang kapal (LCB)

Penentuan letak titik tekan memanjang kapal (LCB), dimana penentuannya didasarkan pada letak berat kapal dan juga untuk mendapatkan tahanan yang sekecil mungkin. Dengan memakai grafik No. 38 menurut Ikeda Masaharu halaman 51, ditentukan :

$$l_{cb} = \frac{LCB}{L_{pp}}$$

Dimana dengan $\frac{v}{\sqrt{L}} = 1,64$ dari grafik tersebut, didapat

$l_{cb} = 0,012$, maka LCB kapal sebenarnya adalah :

$$\begin{aligned}LCB &= l_{cb} \times L_{pp} \\ &= 0,012 \times 30 \\ &= 1,12 \text{ m dibelakang midship}\end{aligned}$$

7. Koefisien prismatic depan dan belakang

Setelah letak LCB ditentukan, selanjutnya dihitung harga $C_{pf} - C_{pa}$ dengan memakai rumus $C_p = \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2}$, dimana sebelumnya dicari terlebih dahulu dari grafik No. 39 dalam Ikeda Masaharu halaman 53. Dari grafik tersebut didapat harga $C_{pf} - C_{pa} = -0,003$, maka dilakukan perhitungan :

- Koefisien prismatic depan (C_{pf}) :

$$\begin{aligned} C_{pf} &= C_p + \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2} \\ &= 0,656 + \frac{(-0,03)}{2} \\ &= 0,641 \end{aligned}$$

- Koefisien prismatic belakang (C_{pa}) :

$$\begin{aligned} C_{pa} &= C_p - \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2} \\ &= 0,656 - \frac{(-0,03)}{2} \\ &= 0,671 \end{aligned}$$

Setelah harga koefisien prismatic depan (C_{pf}) dan belakang (C_{pa}) diketahui, kemudian dilanjutkan dengan mencari luasan tiap-tiap section.

8. Menentukan luasan tiap section

Menentukan luasan tiap-tiap section didasarkan pada luasan kapal pembanding pada tiap ordinat terhadap luasan midship kapal pembanding kemudian dilakukan perhitungan perbandingan untuk mendapatkan prosentase tiap ordinat dan dilanjutkan dengan pembuatan grafik CSA. Adapun luasan tiap section terhadap midship kapal adalah sebagai berikut :

Tabel Luasan Tiap Section

Station	Prosentase (%)	Luas tiap section (m ²)
AP	0,15	0,04
0,5	11,6	3,70
1	29,62	9,4
1,5	50,37	16,09
2	70,37	22,49
3	90	28,76
4	99	30,64
5	100	31,96
6	94,5	30,20
7	79	25,24
8	50,5	16,13
9	20	6,39
9,5	6,3	2,01
FP	-	-

Selanjutnya dari tabel tersebut dibuat kurva prismatic (CSA) dan dilanjutkan perhitungan pemeriksaan volume displasemen dan letak LCB kapal

9. Perhitungan volume displasemen dan LCB dari grafik CSA

- Main Part

Ordinat	Luas (m ²)	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,04	0,5	0,02	-5	-0,1
0,5	3,70	2	7,4	-4,5	-33,3
1	9,4	1	9,4	-4	-42,3
1,5	16,09	2	32,18	-3,5	-112,63
2	22,49	1,5	33,73	-3	-101,205
3	28,76	4	115,04	-2	-230,08
4	30,64	2	63,28	-1	-63,28
5	31,96	4	127,84	0	0
6	30,20	2	60,4	1	60,4
7	25,24	4	100,96	2	201,92
8	16,13	1,5	24,195	3	72,52
8,5	11,18	2	22,36	3,5	78,26
9	6,39	1	6,39	4	25,56
9,5	2,01	2	4,02	4,5	18,09
FP	-	0,5	-	5	-
		$\Sigma_1 =$	605,21	$\Sigma_2 =$	111,635

(C S A)



35

30

25

20

15

10

5

AP

0.5

1

1.5

2

3

4

5

6

7

8

8.5

9

9.5

A=SKALA 1:250

ORDINAT

1:75

$$\begin{aligned}
 h_1 &= L_{pp}/10 \\
 &= 30/10 \\
 &= 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Volume displasemen main part (V_{mp})

$$\begin{aligned}
 V_{mp} &= 1/3 \times h_1 \times \sum_1 \\
 &= 1/3 \times 30 \times 609,21 \\
 &= 609,21
 \end{aligned}$$

LCB Displacement

$$\begin{aligned}
 LCB &= \frac{\sum_2^2 \cdot x h_1}{\sum_1} \\
 &= \frac{-111,635}{605,21} \times 30 \\
 &= 0,55 \text{ m dibelakang midship}
 \end{aligned}$$

- Cant Part

Ordinat	Luas (m ²)	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,041	1	0,041	0	0
PP	0,015	4	0,06	-1	-0,06
AE	0,00	1	0,000	-2	0
		$\sum_3 =$	0,1	$\sum_4 =$	-0,06

$$\begin{aligned}
 H_2 &= \frac{(L_{wl} - L_{pp})}{2} \\
 &= \frac{(30,6 - 30,0)}{2} \\
 &= 0,3
 \end{aligned}$$

Volume Cant Part (V_{cp})

$$\begin{aligned}
 V_{cp} &= 1/3 \times h_2 \times \sum_3 \\
 &= 1/3 \times 0,3 \times 0,1 \\
 &= 0,01 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

LCB Cant Part (LCB_{cp})

$$\begin{aligned}LCB_{cp} &= \frac{\sum_3^4 x/h_2}{\sum_3} \\&= \frac{-0,06}{0,1} \times 0,3 \\&= -0,18 \text{ m dibelakang AP}\end{aligned}$$

Volume Displasemen Total (V_{total})

$$\begin{aligned}V_{total} &= V_{main\ part} + V_{cant\ part} \\&= 609,21 + 0,01 \\&= 609,22\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}LCB\ gabungan &= \frac{[(LCB_{MP} \times V_{MP}) - (LCB_{CP} + (Lpp/2) \times V_{CP})]}{V_{total}} \\&= \frac{[(0,56 \times 609,21) - (-0,18 + (30/2) \times 0,01)]}{609,22} \\&= 0,55 \text{ m di belakang midship}\end{aligned}$$

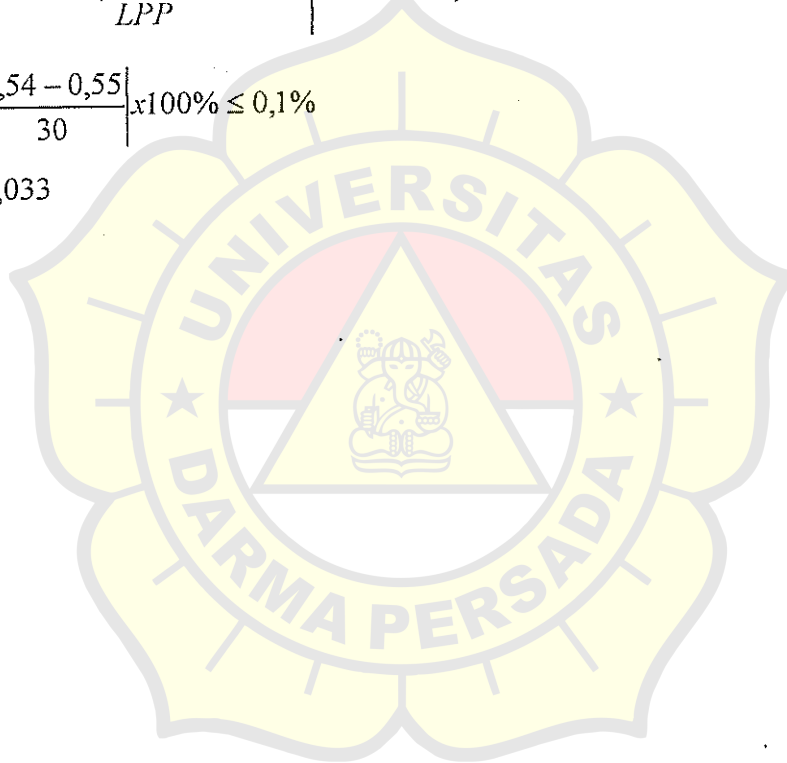
10. Perhitungan Koreksi

Untuk Volume Displasemen ($V_{\text{displasemen}}$)

$$\begin{aligned} V_{\text{disp}} &= \left| \frac{V_{\text{disp perhitungan}} - V_{\text{disp CSA}}}{V_{\text{disp perhitungan}}} \right| \times 100\% \leq 0,5\% \\ &= \left| \frac{612 - 609,21}{612} \right| \times 100\% \leq 0,5\% \\ &= 0,45 \end{aligned}$$

Untuk LCB

$$\begin{aligned} \text{LCB} &= \left| \frac{\text{LCB}_{\text{perhitungan}} - \text{LCB}_{\text{dari CSA}}}{\text{LPP}} \right| \times 100\% \leq 0,1\% \\ &= \left| \frac{0,54 - 0,55}{30} \right| \times 100\% \leq 0,1\% \\ &= 0,033 \end{aligned}$$



II.2.2. Pembuatan Body Plan

Setelah perhitungan dan penggambaran kurva prismatik, maka untuk selanjutnya direncanakan pembuatan Body plan sebagai awal untuk membuat rencana garis. Langkah-langkah pembuatan Body Plan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan tinggi Rise of Floor

Dalam menghitung tinggi Rise of Floor menggunakan Tabel 7 dari buku Caldwell's Screw Tug Design (hal : 34)

Maka di dapat = 400 m

2. Perhitungan Besar Jari-Jari Bilga (Rraadlus of Bilga)

Dalam menghitung jari-jari bilga digunakan dengan menggunakan rumus pendekatan Herald Phoels (*Lecture On Ship Design and Ship Teory 1979*).

$$R^2 = \left[\tan \frac{\theta}{2} - \frac{11x\theta}{360} \right]$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{b}{\text{rise of floor}}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana : } b &= \frac{B \times C_m}{2} \\ &= \frac{8,50 \times 0,914}{2} \\ &= 3,88 \end{aligned}$$

$$\text{Rise of Floor} = 400$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\theta &= \frac{3,9}{400} \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \left[\tan \frac{0,97}{2} - \frac{3,14 \times 0,97}{360} \right] \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

3. Perhitungan luas garis air (Awl)

Setelah perhitungan dan pembuatan curve Section Area (CSA) selesai, dilanjutkan dengan pemeriksaan luas bidang garis air pada sarat maksimum (Awl), dimana luas bidang garis air tersebut adalah :

$$\begin{aligned}Awl &= Lwl \times B \times Cw \\ &= 30,6 \times 8,50 \times 0,85 \\ &= 221,085 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Dengan pertolongan sudut masuk (Angle of Entrance) yang merupakan fungsi dari Cpf (koefisien prismatic depan) dari grafik No 50 dalam Ikeda Masaharu halaman 59 untuk kapal niaga (Merchant ship) sengan Form of Frames Type V, di dapat sudut masuk untuk $\frac{1}{2} \alpha = 8$, kemudian dapat dibuat suatu bentuk garis air sepanjang garis air (Lwl) kapal dan luasnya dihitung dengan cara Simpson.

Hasil Awl dan Cw perhitungan ini harus dibandingkan baik dengan Awl maupun Cw perencanaan dengan toleransi kesalahan yang di ijinakan sebesar 0,5 %

Bila hasil perhitungan dan perencanaan Awl dan Cw telah memenuhi persyaratan yang di ijinakan, maka untuk selanjutnya dilakukan penggambaran Body Plan untuk kapal yang direncanakan tersebut.

No Station	Panjang (1/2 B) (m)	Faktor Simpson	Hasil
AP	2,55	0,5	1,275
0,5	2,8	2	5,60
1	3,10	1	3,10
1,5	3,4	2	6,8
2	3,69	1,5	5,53
3	4,02	4	16,08
4	4,197	2	8,44
5	4,25	4	17
6	4,143	2	8,28
7	3,931	4	15,724
8	3,10	1,5	5,4
8,5	3,30	2	6,6
9	2,88	1	2,88
9,5	1,80	2	3,6
FP	0,000	0,5	0,000
		$\Sigma_1 =$	106,31

Luas Load water plane (A_w)

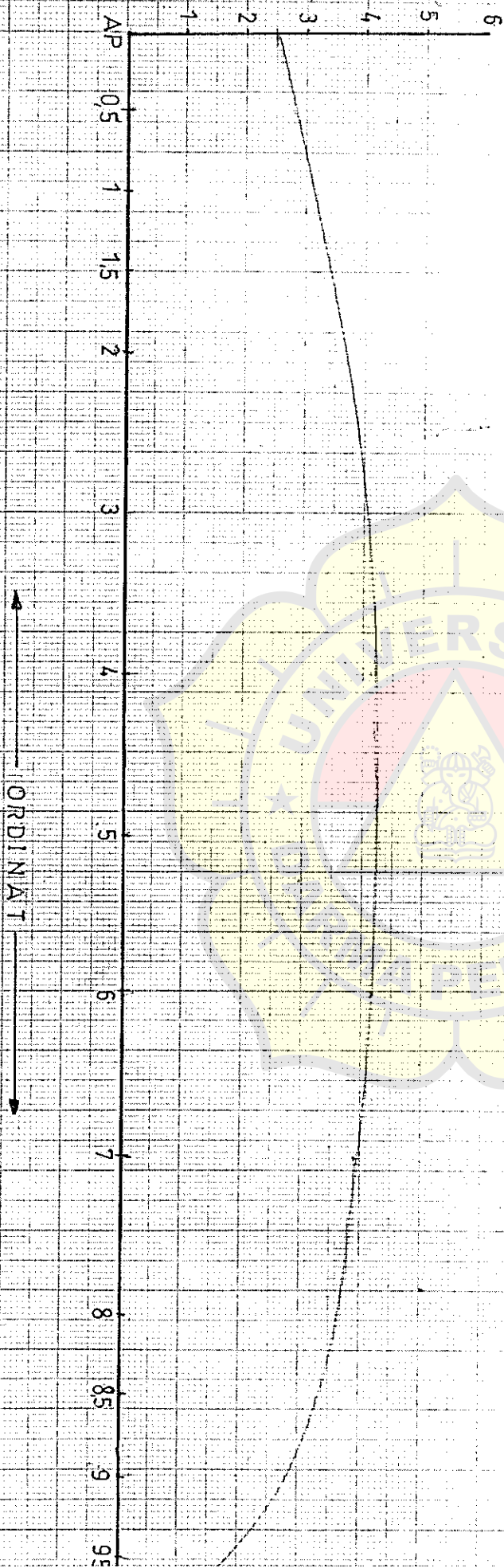
$$\begin{aligned}
 A_w &= 2x \frac{1}{3} x \frac{Lwl}{10} x \Sigma_1 \\
 &= 2x \frac{1}{3} x \frac{30,6}{10} x 106,31 \\
 &= 214,70 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Pengecekan terhadap C_w perhitungan :

- C_w perencanaan = 0,79
- C_w perhitungan :

$$\begin{aligned}
 C_w &= \frac{A_w}{LwlxB} \\
 &= \frac{214,70}{30,6x8,50} \\
 &= 0,85 \text{ (sesuai)}
 \end{aligned}$$

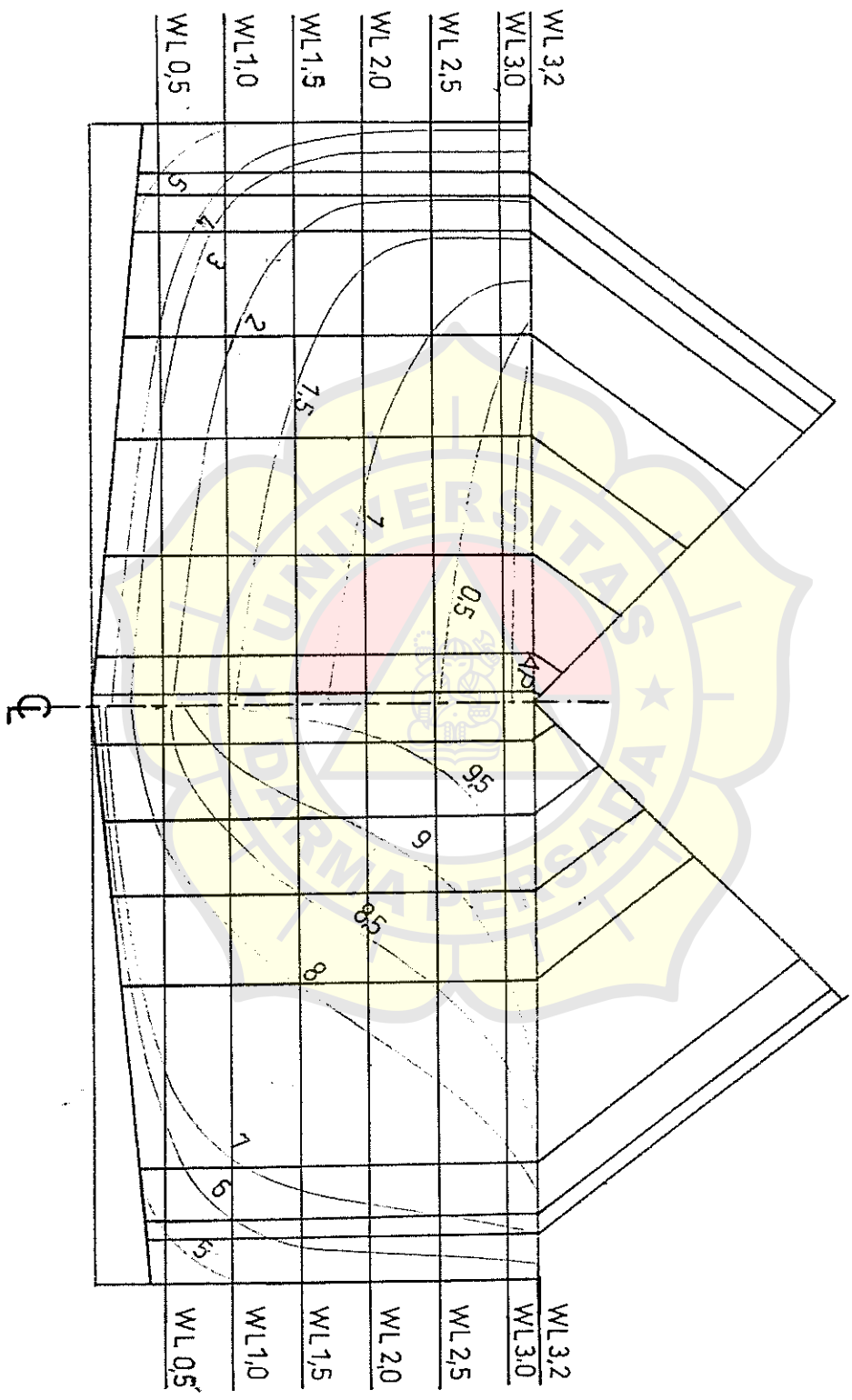
(AWL)



Setelah semua data-data untuk pembuatan Body Plan kapal telah selesai dilakukan, seperti Kurva Prismatik (CSA), Luasan Bidang Garis Air serta Jari-jari Bilga, maka dilanjutkan dengan penggambaran Body plan seperti yang terdapat dalam Ikeda Masaharu hal. 58 – 63. Adapun langkah-langkah pembuatan Body Plan adalah sebagai berikut :

1. Membuat empat persegi panjang dengan sisi mendatar adalah lebar kapal dan sisi vertikal adalah tinggi sarat air kapal.
2. Pada sarat air maksimum di tengah kapal, ditarik garis diagonal dengan sudut sembarang ke arah setengah lebar kapal; dalam penggambaran ini ditentukan besar sudutnya = 45° .
3. Pada setengah lebar kapal ditentukan titik dengan menggunakan rumus $\frac{Bx'cm}{2}$, kemudian pada garis diagonal ditentukan panjang maksimum garis tersebut dengan mengambil tinggi maksimum dari kurva prismatik (untuk section 5), kemudian dihubungkan antara kedua titik tersebut.
4. Untuk section berikutnya, pada garis diagonal diambil dari kurva prismatik untuk tiap-tiap section dan dibuat sejajar dengan section 5 dan ditarik tegak lurus bidang setengah lebar kapal.
5. Setelah semua garis pembagi untuk setiap section selesai dilakukan dilanjutkan dengan mengukur panjang setiap section dari luas bidang garis air. Dengan menggunakan Planimeter dan gambar kapal pembanding dilakukan zero setting.

BODY PLAN



II.2.3. Rencana Garis

Setelah pembuatan Body Plan Kapal telah selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan penggambaran rencana garis kapal. Adapun perhitungan-perhitungan yang perlu dilakukan untuk penggambaran rencana garis (Lines Plan) adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Sheer

Kapal yang dirancang mengikuti kapal pemanding menggunakan sheer pada bagian buritan dengan ketinggian 1,17 mm.

2. Menentukan Tinggi Camber

$$\begin{aligned}\text{Camber} &= 1/50 \times B \\ &= 1/50 \times 8,50 \\ &= 0,17\end{aligned}$$

3. Rencana linggi Buritan

Rencana kemudi :

- Luas Daun Kemudi (Arudder)

Menurut Det Norske Veritas 1974 dalam Soekarsono N.A., 1995

$$\begin{aligned}A_{\text{rudder}} &\geq \frac{T \times L}{100} [1 + 25(B/L)^2] \\ &\geq \frac{4 \times 30}{100} [1 + 25(8,50/30)^2]\end{aligned}$$

$$\geq 2,50 \text{ m}^2$$

- Tinggi Daun Kemudi (H_{rudder})

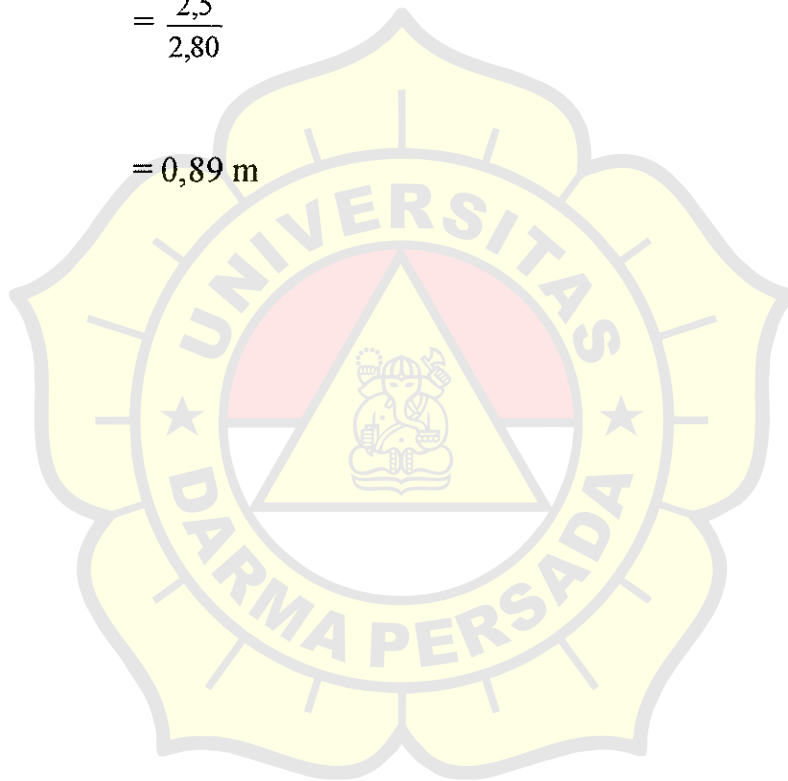
$$\begin{aligned} H_{\text{rudder}} &> D_{\text{propeller}} \\ &> (0,6 - 0,7)T \\ &> 0,7 \times 4,0 \\ &> 2,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar Daun Kemudi (B_{rudder})

$$B_{\text{rudder}} = \frac{A_{\text{rudder}}}{H_{\text{rudder}}}$$

$$= \frac{2,5}{2,80}$$

$$= 0,89 \text{ m}$$



II.2.4. Perhitungan Hidrostatik Kapal

Kurva hidrostatik merupakan karakteristik dari sebuah kapal yang diperlukan dalam mendesain, membangun dan pengoperasian kapal tersebut. Diagram hidrostatik ini menunjukkan karakter yang menyangkut kemampuan apung serta berbagai parameter dalam berbagai kondisi pada kapal tersebut. Adapun kurva-kurva yang digambarkan dalam diagram tersebut adalah meliputi :

- Luasan pada tiap-tiap garis air
- Kurva displasemen
- Titik tekan pada tiap luasan garis air
- Kurva koefisien-koefisien kapal
- Momen inersia memanjang pada setiap lausan garis air.
- Momen inersia melintang pada setiap luasan garis air.
- KM_T , metacentra melintang diatas garis dasar
- KM_L , Metacentra memanjang diatas garis dasar.

Untuk memudahkan pembacaan , maka tiap kurva yang bersangkutan diberikan petunjuk serta skala ukuran antara gambar yang sesungguhnya dan juga untuk mempersingkat waktu pengerjaan, perhitungan tiap-tiap kurva telah dimasukkan ke dalam tabel-tabel.

OFFSET TABLE FROM LINES PLAN

DATA-DATA UNTUK PERHITUNGAN HIDROSTATIC													DATA UNTUK BONJEAN			
ORD. NO	KEEL LINE	BASE LINE	WATER LINE (WL)							Y ₂	UPPER DECK	h	ORD. NO			
			0,50	1,00	1,50	2,00	2,30	2,60	2,90					3,20		
AP	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,825	3,800	3,800	0,950	AP
0,5	0,190	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,950	1,670	3,150	4,000	4,050	4,050	4,050	0,885	0,5
1	0,200	0,000	0,000	0,000	1,450	1,550	2,320	2,750	3,150	4,050	4,075	4,075	4,075	4,075	0,875	1,5
1,5	0,200	0,000	0,000	2,495	3,185	3,440	3,650	3,750	4,000	4,010	4,100	4,100	4,100	4,100	0,860	2
2	0,200	0,000	0,000	2,545	3,375	3,745	3,860	3,960	4,100	4,125	4,125	4,125	4,125	4,125	0,850	3
3	0,200	0,000	0,000	2,050	3,645	3,900	4,015	4,075	4,150	4,180	4,175	4,175	4,175	4,175	0,845	4
4	0,200	0,000	0,000	3,300	3,965	4,100	4,115	4,135	4,150	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	0,835	5
5	0,200	0,000	0,000	3,825	4,235	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	1,000	6
6	0,200	0,000	0,000	3,350	3,915	4,060	4,100	4,123	4,160	4,175	4,185	4,200	4,200	4,200	1,050	7
7	0,200	0,000	0,000	2,150	3,100	3,495	3,660	3,700	3,850	3,930	4,000	4,040	4,050	4,050	1,245	8
8	0,150	0,000	0,000	1,000	1,725	2,215	2,600	2,800	3,070	3,150	3,350	3,600	3,600	3,600	1,400	8,5
8,5	0,150	0,000	0,000	0,000	1,050	1,600	2,015	2,200	2,460	2,520	2,725	3,100	3,100	3,100	1,525	9
9	0,150	0,000	0,000	0,000	0,350	0,845	1,270	1,500	1,770	1,950	2,160	2,550	2,550	2,550	1,625	9,5
9,5	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,315	0,550	0,750	0,950	1,125	2,350	2,350	2,350	1,750	FP
FP	0,150	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	1,350	1,350	1,350		

PERHITUNGAN CANT PART

K = 2,53 m

Sectional Area & V.C.B. at Station AP

AP	7,200
Midship c	6,100
AE	0,000

h = 1,350 m

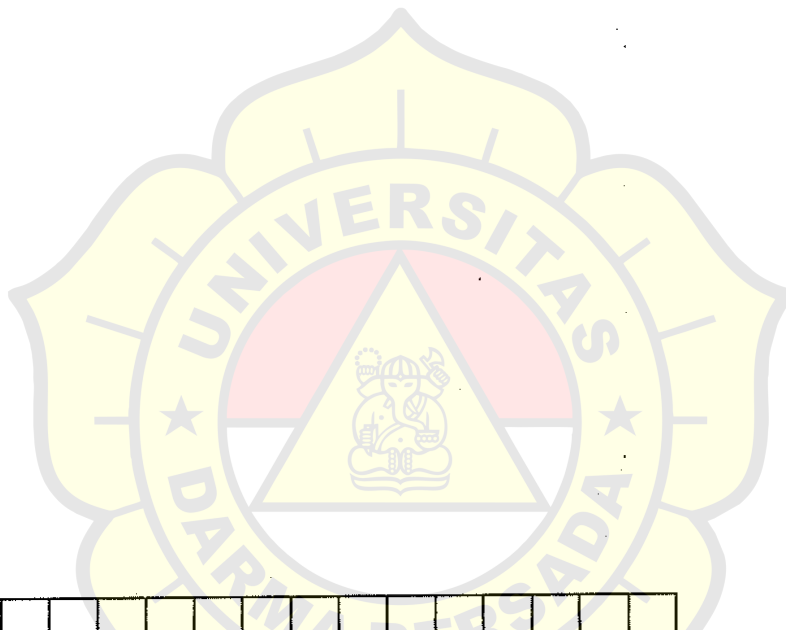
Sectional Area & V.C.B. at Station Midship c

AP	4,750
Midship c	3,350
AE	0,000

l = 1,150 m

DATA PANJANG GARIS AIR KAPAL		
DRAFT FROM =	0 mWL ~ 1 mWL	1 mWL ~ 2 mWL
TO =	0 mWL ~ 1 mWL	0 mWL ~ 2 mWL
	LWL = 24,75 m	LWL = 25,68 m
	B = 8,50	B = 8,50 m

DATA PANJANG GARIS AIR KAPAL		
DRAFT FROM =	2 mWL ~ 2,6 mWL	2,6 mWL ~ 3,2 mWL
TO =	0 mWL ~ 2,6 mWL	0 mWL ~ 3,2 mWL
	LWL = 27,25 m	LWL = 30,60 m
	B = 8,50 m	B = 8,50 m



DATA HALF GRID UNTUK MAIN PART

HG 0.0~2.0	HG 2.0~3.0	HG 3.0~4.0	HG 4.0~4.9	NO ORD.
0,000	0,000	0,000	4,700	AP
0,000	0,000	3,820	5,000	0,5
0,000	3,500	4,650	5,550	1
3,075	4,500	5,420	6,250	1,5
4,125	5,300	6,100	6,800	2
6,000	7,000	8,050	8,750	3
6,100	8,100	9,100	10,100	4
6,100	8,100	9,100	10,100	5
6,100	8,100	9,100	10,100	6
5,950	6,900	7,900	8,650	7
4,025	4,950	5,810	6,500	8
3,110	4,000	5,050	6,000	8,5
2,635	3,500	4,425	5,000	9
2,025	3,025	4,300	4,827	9,5
0,000	0,000	0,000	0,000	FP

DATA HALF GRID UNTUK CANT PART

AP	4,700
Midship c	4,250
AE	0,000

HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

			0 mWL ~ 1 mWL					1,00 mWL													
BL	0,50	1,00	WATER LINE (mWL)					ORDINAT	n	S	function of areas ΣY^2	$\Sigma (Y^2) S$	cubes of ordinates Y^3	function of cubes of cubes $Y^3 S$	function for CG of WP $Y S_n$	function of moment $(Y S_n) n$	half girth $\frac{p}{2}$	product $\frac{p}{2} S$			
			BL	0,50	1,00	$S^2=1$	$S^3=1$												$Y=YS'$	YS	YS'
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
0,000	0,000	2,545	0,000	0,000	0,000	0,000	2,545	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,075	6,150		
0,000	2,050	3,645	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,545	3,818	-11,453	24,726	-11,453	34,358	4,125	6,188		
0,000	3,300	3,965	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,200	11,845	-94,760	193,710	-94,760	58,320	6,000	24,060		
0,000	3,825	4,235	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,200	17,165	-34,330	124,669	-34,330	7,930	6,100	12,200		
0,000	3,350	3,915	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,300	19,535	78,140	303,823	78,140	0,000	6,100	24,400		
0,000	2,150	3,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	6,700	17,315	34,630	60,006	34,630	7,830	6,100	12,200		
0,000	1,000	1,725	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,600	11,700	46,800	29,791	46,800	49,600	5,950	23,800		
0,000	0,000	1,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,000	5,725	25,763	5,133	25,763	23,288	4,025	6,038		
0,000	0,000	0,350	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,500	1,050	7,350	1,158	7,350	25,725	3,110	6,230		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,350	1,400	0,043	1,400	5,600	2,635	2,635		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,025	4,050		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
			$\Sigma Y S$					$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$	$\Sigma Y S$
			46,900					46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900	46,900
			4					4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
			187,600					187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600	187,600
			0					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0,000					0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			68,535					68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535	68,535
			22,200					22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200	22,200
			896,162					896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162	896,162
			212,650					212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650	212,650
			127,880					127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880	127,880

HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

1 mWL ~ 2 mWL		2,00 mWL																
WATER LINE (mWL)		2,00 mWL																
1,00	1,50	2,00	Function of area		moment		function of cubes		function of cc of wp		function of moment wp		half girth		product			
S	n	ORDINAT	Y	YS	YS ²	YS ³	Y ³	Y ⁴	Y ⁵	Y ⁶	Y ⁷	Y ⁸	Y ⁹	Y ¹⁰	Y ¹¹	Y ¹²		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,000	0,000	1,450	0,000	0,000	1,450	1,450	3,049	3,049	5,800	23,200	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	
0,000	2,495	3,185	2,495	4,990	9,980	3,185	64,619	64,619	-22,295	78,033	4,500	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	
2,545	3,375	3,615	3,375	5,063	13,500	3,615	47,242	47,242	-16,268	48,803	5,300	7,950	7,950	7,950	7,950	7,950	7,950	
3,645	3,900	4,000	3,900	5,063	15,600	4,000	64,000	64,000	-32,000	64,000	7,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	28,000	
3,965	4,100	4,115	4,100	8,200	16,400	4,115	69,680	69,680	-8,230	8,230	8,100	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
4,235	4,250	4,250	4,250	17,000	17,000	4,250	76,766	76,766	0,000	0,000	8,100	32,400	32,400	32,400	32,400	32,400	32,400	
3,915	7,830	4,100	4,060	16,240	16,240	4,100	68,921	68,921	8,200	8,200	8,100	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200	
3,100	3,495	3,660	3,495	3,980	3,660	3,660	49,028	49,028	29,280	58,560	6,900	27,600	27,600	27,600	27,600	27,600	27,600	
1,725	2,215	2,600	2,215	3,323	8,860	2,600	17,576	17,576	11,700	35,100	4,950	7,425	7,425	7,425	7,425	7,425	7,425	
1,050	1,600	2,015	1,600	3,200	6,400	2,015	8,181	8,181	14,105	49,368	4,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	
0,350	0,845	1,270	0,845	3,380	1,270	1,270	2,048	2,048	5,080	20,320	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	
0,000	0,000	0,315	0,000	0,000	0,315	0,315	0,031	0,031	2,835	12,758	3,025	6,050	6,050	6,050	6,050	6,050	6,050	
0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
$\Sigma Y S$			80,320		87,143		476,958		476,958		-58,493		1219,744		-13,393		406,570	
S'			4		1		0		0		0		0		0		0	
$\Sigma (Y S) S'$			321,280		87,143		476,958		476,958		-58,493		1219,744		-13,393		406,570	
n'			0		1		0		0		0		0		0		0	
$\Sigma (Y S) S'n$			0,000		87,143		18,608		18,608		0		0		0		0	

HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

		2 mWL ~ 2,6 mWL			2,60 mWL								
ORDINAT		WATER LINE (mWL)											
2,00	2,30	2,60	2,90	2,60									
		$S^2=1$	$S^3=4$	$S^4=1$	YS	YS^2	YS^3	YS^4	YS^5	YS^6	YS^7	YS^8	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,950	1,900	0,900	0,000	0,000	0,000	0,000	
1,450	1,550	1,450	1,550	1,550	1,550	9,970	9,970	-39,880	12,487	12,487	37,120	4,650	
3,185	3,440	3,440	3,440	3,440	3,440	20,595	41,190	-144,165	97,254	97,254	89,425	10,840	
3,615	3,745	3,615	3,745	3,745	3,745	22,455	33,683	-101,048	86,269	86,269	52,110	9,150	
4,000	4,015	4,000	4,015	4,015	4,015	24,135	96,540	-193,080	270,672	270,672	65,200	32,200	
4,115	4,135	4,115	4,135	4,135	4,135	24,805	49,610	-49,610	142,947	142,947	8,300	18,200	
4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	25,500	102,000	0,000	307,063	307,063	0,000	36,400	
4,100	4,123	4,100	4,123	4,123	4,123	24,752	49,504	49,504	143,983	143,983	8,320	18,200	
3,660	3,700	3,660	3,700	3,700	3,700	22,310	89,240	178,480	228,267	228,267	61,600	31,600	
2,600	2,800	2,600	2,800	2,800	2,800	16,870	25,305	75,915	43,402	43,402	41,445	8,715	
2,015	2,200	2,015	2,200	2,200	2,200	13,275	26,550	92,925	29,774	29,774	60,270	10,100	
1,270	1,500	1,270	1,500	1,500	1,500	9,040	9,040	36,160	5,545	5,545	28,320	4,425	
0,315	0,550	0,315	0,550	0,550	0,550	3,265	6,530	29,385	0,422	0,422	30,375	4,300	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
$\Sigma Y S$	87,143	$\Sigma Y S^2$	89,624	$\Sigma Y S^3$	95,425	$\Sigma Y S^4$	541,062	$\Sigma Y S^5$	-73,963	$\Sigma Y S^6$	520,960	$\Sigma Y S^7$	200,720
S'	1	S'^2	4	S'^3	1	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ
$\Sigma (Y S) S'$	87,143	$\Sigma (Y S) S'^2$	358,494	$\Sigma (Y S) S'^3$	95,425	$\Sigma (Y S) S'^4$	541,062	$\Sigma (Y S) S'^5$	-73,963	$\Sigma (Y S) S'^6$	520,960	$\Sigma (Y S) S'^7$	200,720
n'	-1	n'^2	0	n'^3	1	n'^4	1	n'^5	-1	n'^6	1	n'^7	-1
$\Sigma (Y S) S'n$	-87,143	$\Sigma (Y S) S'n^2$	0,000	$\Sigma (Y S) S'n^3$	95,425	$\Sigma (Y S) S'n^4$	8,283	$\Sigma (Y S) S'n^5$	-87,143	$\Sigma (Y S) S'n^6$	8,283	$\Sigma (Y S) S'n^7$	-87,143

HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART															
2,6 mWL ~ 3,2 mWL															
WATER LINE (mWL)															
3,20 mWL															
2,60	2,90	3,20													
$S=1$	$S=4$	$S=1$													
$Y=YS'$	YS	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'	YS'		
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,825	YS								0,913	Function of areas $\Sigma YS'$
0,950	1,670	1,900	1,670	3,340	10,780	$\Sigma YS'$								21,560	Function of cubes of ordinates Y^3
2,320	2,750	2,320	2,750	11,000	16,470	$\Sigma YS'^2$								16,470	function of cubes for cc of wpt YSn
3,650	3,750	3,650	3,750	15,000	22,650	$\Sigma YS'^3$								45,300	function of moment $\Sigma (YS')Sn$
3,860	3,960	3,860	3,960	15,840	23,710	$\Sigma YS'^4$								35,565	function of half girth $\frac{r}{n}$
4,075	4,100	4,075	4,100	16,400	24,625	$\Sigma YS'^5$								98,500	product $\frac{r}{n}$
4,150	4,160	4,150	4,160	16,640	24,970	$\Sigma YS'^6$								49,940	
4,250	4,250	4,250	4,250	17,000	25,500	$\Sigma YS'^7$								102,000	
4,160	4,175	4,160	4,175	16,700	25,045	$\Sigma YS'^8$								50,090	
3,850	3,930	3,850	3,930	15,720	23,570	$\Sigma YS'^9$								94,280	
3,070	3,150	3,070	3,150	12,600	19,020	$\Sigma YS'^{10}$								28,530	
2,460	2,520	2,460	2,520	10,080	15,265	$\Sigma YS'^{11}$								30,530	
1,770	1,950	1,770	1,950	7,800	11,730	$\Sigma YS'^{12}$								11,730	
0,750	0,950	0,750	0,950	3,800	5,675	$\Sigma YS'^{13}$								11,350	
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	$\Sigma YS'^{14}$								0,055	
			ΣYS												
			98,935												
			105,648												
			$\Sigma (YS) S'$												
			395,740												
			105,648												
			$\Sigma (YS) S'^n$												
			0,000												
			105,648												
			10,223												
			ΣY												
			596,813												
			ΣV												
			1572,937												
			ΣO												
			-39,558												
			693,538												
			$\Sigma \pi$												
			227,404												

HYDOSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

0 mWL ~ 1 mWL

$\varphi = 256,135$	$\sigma = 0,600$	LWL =	24,75 m
$\kappa = 68,535$	$\pi = 212,650$	B =	8,50 m
$\lambda = 22,200$	$\theta = 127,880$	T =	1,00 m
$\mu = 68,535$	$\rho = 19,535$	$\alpha =$	3,00 m
$v = 896,162$		$\beta =$	0,50 m
		$\delta =$	0,50 m
		t =	0,014 mm
Volume Displacement = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times \beta \times \varphi$		=	85,378 m ³
Displacement = Volume Displacement x 1.025		=	87,513 ton
LCB (Midship B _(s)) = $(\lambda \times \alpha) / \varphi$		=	0,260 m
KB = $\delta + ((\kappa \times \beta) / \varphi)$		=	0,634 m
WPA = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \mu$		=	137,070 m ²
Cw = WPA / (LWL x B)		=	0,652
MSA (MIDSHIP SECTION AREA) = $2 \times 1/3 \times \beta \times \rho$		=	6,512 m ²
MSA sampai dengan 0 mWL ~ 1 mWL		=	6,512 m ²
Cm = MSA / (B x T)		=	0,766
(Volume Displacement)'s/d 0 mWL ~ 1 mWL		=	85,378 m ³
Cb = (Volume Disp) / (LWL x B x T)		=	0,406
I _T = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times v$		=	597,441 m ⁴
T.B.M = I _T / (Vol. Disp.)'		=	6,998 m
LCF (Midship F _(s)) = $(\sigma \times \alpha) / \mu$		=	0,026 m
$(\sigma)^2 / \mu$		=	0,005
I ₁ = $2/3 \times \alpha^3 \times (\pi - (\sigma^2 / \mu))$		=	3827,605 m ⁴
L.B.M = I ₁ / (Vol. Disp.)'		=	44,831 m
W.S.A = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \theta$		=	255,760 m ²
Difference of W.S.A		=	<u>0,000 m²</u>
WSA 0 mWL ~ 1 mWL		=	255,760 m ²
Shell Displacement = $(1.025 / 1.000) \times t \times WSA$		=	3,670 ton
Difference of shell Displacement		=	<u>0,000 ton</u>
Total shell Displacement 0 mWL ~ 1 mWL		=	3,670 ton

HYDOSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

1 mWL ~ 2 mWL

$\varphi = 476,958$	$\sigma = -13,393$	LWL =	25,68 m
$\kappa = 18,608$	$\pi = 406,570$	B =	8,50 m
$\lambda = -58,493$	$\theta = 165,825$	T =	2,00 m
$\mu = 87,143$	$\rho = 25,485$	$\alpha =$	3,00 m
$v = 1219,744$		$\beta =$	0,50 m
		$\delta =$	1,50 m
		t =	0,014 mm
Volume Displacement = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times \beta \times \varphi$			= 158,986 m ³
Displacement = Volume Displacement $\times 1.025$			= 162,960 ton
LCB (Midship B _(s)) = $(\lambda \times \alpha) / \varphi$			= -0,368 m
KB = $\delta + ((\kappa \times \beta) / \varphi)$			= 1,520 m
WPA = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \mu$			= 174,285 m ²
Cw = $WPA / (LWL \times B)$			= 0,798
MSA (MIDSHIP SECTION AREA) = $2 \times 1/3 \times \beta \times \rho$			= 8,495 m ²
MSA sampai dengan 0 mWL ~ 2 mWL			= 15,007 m ²
Cm = $MSA / (B \times T)$			= 0,883
(Volume Displacement)'s/d 0 mWL ~ 2 mWL			= 244,364 m ³
Cb = (Volume Disp) / (LWL \times B \times T)			= 0,560
$I_T = 2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times v$			= 813,163 m ⁴
T.B.M = $I_T / (Vol. Disp.)'$			= 3,328 m
LCF (Midship F _(s)) = $(\sigma \times \alpha) / \mu$			= -0,461 m
$(\sigma)^2 / \mu$			= 2,058
$I_1 = 2/3 \times \alpha^3 \times (\pi - (\sigma^2 / \mu))$			= 7281,212 m ⁴
L.B.M = $I_1 / (Vol. Disp.)'$			= 29,797 m
W.S.A = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \theta$			= 331,650 m ²
Difference of W.S.A			= 255,760 m ²
WSA 0 mWL ~ 2 mWL			= 75,890 m ²
Shell Displacement = $(1.025 / 1.000) \times t \times WSA$			= 1,089 ton
Difference of shell Displacement			= 3,670 ton
Total shell Displacement 0 mWL ~ 2 mWL			= 4,759 ton

HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

2 mWL ~ 2,6 mWL

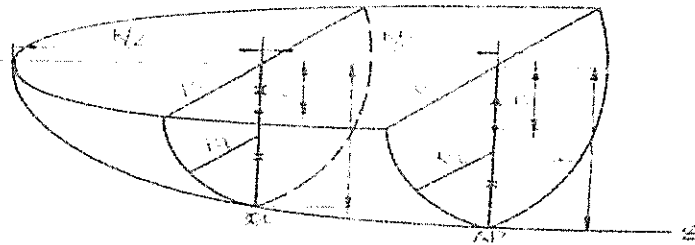
$\varphi = 541,062$	$\sigma = -17,665$	LWL =	27,25 m
$\kappa = 8,283$	$\pi = 520,960$	B =	8,50 m
$\lambda = -73,963$	$\theta = 200,720$	T =	2,60 m
$\mu = 95,425$	$\rho = 25,500$	$\alpha =$	3,00 m
$v = 1370,219$		$\beta =$	0,30 m
		$\delta =$	2,30 m
		t =	0,014 mm
Volume Displacement = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times \beta \times \varphi$			= 108,212 m ³
Displacement = Volume Displacement x 1.025			= 110,918 ton
LCB (Midship B _(s)) = $(\lambda \times \alpha) / \varphi$			= -0,410 m
KB = $\delta + ((\kappa \times \beta) / \varphi)$			= 2,305 m
WPA = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \mu$			= 190,850 m ²
Cw = $WPA / (LWL \times B)$			= 0,824
MSA (MIDSHIP SECTION AREA) = $2 \times 1/3 \times \beta \times \rho$			= 5,100 m ²
MSA sampai dengan 0 mWL ~ 2,6 mWL			= 20,107 m ²
Cm = $MSA / (B \times T)$			= 0,910
(Volume Displacement)'s/d 0 mWL ~ 2,6 mWL			= 352,576 m ³
Cb = (Volume Disp) / (LWL x B x T)			= 0,585
I _T = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times v$			= 913,480 m ⁴
T.B.M = $I_T / (Vol. Disp.)'$			= 2,591 m
LCF (Midship F _(s)) = $(\sigma \times \alpha) / \mu$			= -0,555 m
$(\sigma)^2 / \mu$			= 3,270
I ₁ = $2/3 \times \alpha^3 \times (\pi - (\sigma^2 / \mu))$			= 9318,418 m ⁴
L.B.M = $I_1 / (Vol. Disp.)'$			= 26,429 m
W.S.A = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \theta$			= 401,440 m ²
Difference of W.S.A			= <u>75,890 m²</u>
WSA 0 mWL ~ 2,6 mWL			= 325,550 m ²
Shell Displacement = $(1.025 / 1.000) \times t \times WSA$			= 4,672 ton
Difference of shell Displacement			= <u>4,759 ton</u>
Total shell Displacement 0 mWL ~ 2,6 mWL			= 9,431 ton

HYDOSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

2,6 mWL ~ 3,2 mWL

$\varphi = 596,813$	$o = -39,558$	LWL =	30,00 m
$\kappa = 10,223$	$\pi = 693,538$	B =	8,50 m
$\lambda = -150,283$	$\theta = 227,404$	T =	3,20 m
$\mu = 105,648$	$\rho = 25,500$	$\alpha =$	3,00 m
$v = 1572,937$		$\beta =$	0,30 m
		$\delta =$	2,90 m
		t =	0,014 mm
Volume Displacement = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times \beta \times \varphi$	=		119,363 m ³
Displacement = Volume Displacement x 1.025	=		122,347 ton
LCB (Midship B _(s)) = $(\lambda \times \alpha) / \varphi$	=		-0,755 m
KB = $\delta + ((\kappa \times \beta) / \varphi)$	=		2,905 m
WPA = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \mu$	=		211,295 m ²
Cw = WPA / (LWL x B)	=		0,829
MSA (MIDSHIP SECTION AREA) = $2 \times 1/3 \times \beta \times \rho$	=		5,100 m ²
MSA sampai dengan 0 mWL ~ 3,2 mWL	=		25,207 m ²
Cm = MSA / (B x T)	=		0,927
(Volume Displacement)'s/d 0 mWL ~ 3,2 mWL	=		471,939 m ³
Cb = (Volume Disp) / (LWL x B x T)	=		0,578
I _T = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times \alpha \times v$	=		1048,624 m ⁴
T.B.M = I _T / (Vol. Disp.)'	=		2,222 m
LCF (Midship F _(s)) = $(o \times \alpha) / \mu$	=		-1,123 m
$(o)^2 / \mu$	=		14,811
I _I = $2/3 \times \alpha^3 \times (\pi - (o^2 / \mu))$	=		12217,068 m ⁴
L.B.M = I _I / (Vol. Disp.)'	=		25,887 m
W.S.A = $2 \times 1/3 \times \alpha \times \theta$	=		454,808 m ²
Difference of W.S.A	=		325,550 m ²
WSA 0 mWL ~ 3,2 mWL	=		129,258 m ²
Shell Displacement = $(1.025 / 1.000) \times t \times WSA$	=		1,855 ton
Difference of shell Displacement	=		9,431 ton
Total shell Displacement	=		11,286 ton

Corection of Cant Part for Displacement



HAYASE'S FORMULA

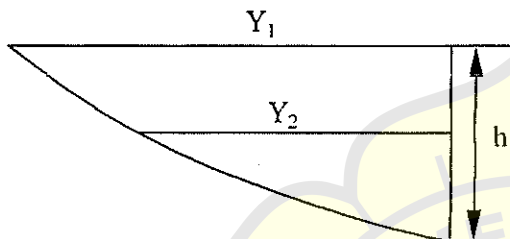
$$m = 2/5 \times h$$

$$n = 2/5 \times l$$

Diketahui :

$$K = 2,53 \text{ m}$$

Sectional Area & V.C.B. at Station AP



Half Breadth	S.M	Product
7,200 m	1	7,200 m
6,100 m	4	24,400 m
0,000 m	1	0,000 m
Σ_1		31,600 m

$$h = 1,350 \text{ m}$$

$$\text{Area} = 2 \times 1/3 \times h/2 \times \Sigma_1$$

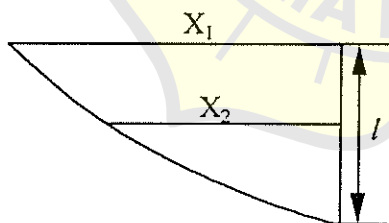
$$\text{Area} = 14,220 \text{ m}^2$$

$$\text{V.C.B. below mWL } 3,2$$

$$= 2/5 \times h$$

$$= 0,540 \text{ m}$$

Sectional Area & V.C.B. at Station Midship c



Half Breadth	S.M	Product
4,750 m	1	4,750 m
3,350 m	4	13,400 m
0,000 m	1	0,000 m
Σ_2		18,150 m

$$l = 1,150 \text{ m}$$

$$\text{Area} = 2 \times 1/3 \times l/2 \times \Sigma_2$$

$$\text{Area} = 6,958 \text{ m}^2$$

$$\text{V.C.B. below mWL } 3,2$$

$$= 2/5 \times l$$

$$= 0,46 \text{ m}$$

NO ORD.	Displacement			L.C.B.		V.C.B.		KETERANGAN
	Sectional Area	Simpson Rule	Product	Lever from AP	Function of longitudinal Moment	V.C.B below 3,2 m WL	Function of vertikal moment	
AP	14,220 m ²	1	14,220 m ²	0	0,000 m ²	0,540 m	7,679 m ³	
Midship c	6,958 m ²	4	27,830 m ²	-1	-27,830 m ²	0,460 m	12,802 m ³	
After end	0,000 m ²	1	0,000 m ²	-2	0,000 m ²	0,000 m	0,000 m ³	
		Σ_1	42,050 m ³	Σ_2	-27,830 m ²	Σ_3	20,481 m ³	
$1/3 \times K/2 \times 1.025$		=	0,431 m	$\Sigma_2/\Sigma_1 =$	-0,662 m	V.C.B below =	3,2 m	K = length of Cant Part
$\Delta c = \Sigma_1 \times 1/3 \times K/2 \times 1.025$		=	18,138 ton	K/2 =	1,263 m	Σ_3/Σ_1	0,487 m	K = 2,53 m
Volume c = $\Delta c/1.025$		=	17,696 m ³	$(\Sigma_2/\Sigma_1) \times K/2$	=	=		Lpp = Length between perpendicular
				Lpp/2 =	-0,836 m			Lpp = 30,00 m
				$B_c = ((\Sigma_2/\Sigma_1) \times K/2) + Lpp/2$	15,000 m			
Volume dari Cant Part		=	17,696 m ³	LCB _c =	14,164 m	KB _c = T - (Σ_3/Σ_1)	2,713 m	

WATER PLANE AREA				F _C		I _{LC}		I _{TC}	
Number of Ordinates	Half Breadth of WL (b i)	Simpson Rule (S)	Product Nci = bi.S	Lever from AP (Lci)	Mci = Nci X Lci	Oci = Mci X Lci	bi ³	Simpson Rule (S)	bi ³ . S
AP	7,200 m	1	7,200 m	0	0,000 m	0,000 m	373,248 m ³	1	373,248 m ³
Midship c	4,750 m	4	19,000 m	-1	-19,000 m	19,000 m	107,172 m ³	4	428,688 m ³
After end	0,000 m	1	0,000 m	-2	0,000 m	0,000 m	0,000 m ³	1	0,000 m ³
			Σ ₁	Σ ₂	-19,000 m	19,000 m	Σ ₃	Σ ₄	801,936 m ³
				$\Sigma_2/\Sigma_1 =$	-0,725 m	$(\Sigma_2^2)/\Sigma_1 =$	13,779 m	$2 \times 1/3 \times 1/3 \times K/2$	
				$K/2 =$	1,263 m	$(\Sigma_3 - \Sigma_2^2)/\Sigma_1 =$	5,221 m	=	0,281 m
				$(\Sigma_2/\Sigma_1) \times K/2 =$	-0,916 m				
	$2 \times 1/3 \times K/2 =$	0,842 m		$L_{pp}/2 =$	15,000 m	$2 \times 1/3 \times (K/2)^3 =$	1,342 m ³		
	$WPA c =$	$\Sigma_1 \times 2 \times 1/3 \times K/2$		$LCF_c = ((\Sigma_2/\Sigma_1) \times K/2) + L_{pp}/2$		$I_{LC} = (\Sigma_3 - \Sigma_2^2/\Sigma_1) \times 2 \times 1/3 \times (K/2)^3$		$I_{TC} = 2 \times 1/3 \times 1/3 \times K/2 \times \Sigma_4$	
	$WPA c =$	22,052 m ²		$LCF_c =$	14,084 m	$I_{LC} =$	7,005 m ⁴	$I_{TC} =$	224,987 m ⁴

NO ORD.	TO 3,2 mWL			KETERANGAN
	Half Girt (g)	Simpson Rule (S)	Product (g.S)	
AP	4,700 m	1	4,700 m	
Midship C	4,250 m	4	17,000 m	
After end	0,000 m	1	0,000 m	
		Σ	21,700 m	
$2 \times \frac{1}{3} \times \frac{K}{2}$ $2 \times \frac{1}{3} \times \frac{2,525}{2} = 0,842 \text{ m}$				K = Length of cant part K = 2,53 m
$\text{Wetted Surface Area} = 0,842 \times \Sigma$ $\text{Wetted Surface Area} = 0,842 \times 21,700$ $\text{Wetted Surface Area} = 18,264 \text{ m}^2$				t = Plate thickness of cant part t = 0,014 m
$\frac{1,025}{1,000} \times t$ $\frac{1,025}{1,000} \times 0,014 = 0,014$				
$\text{Shell Displacement} = \text{W.S.A} \times 0,014$ $\text{Shell Displacement} = 18,264 \times 0,014$ $\text{Shell Displacement} = 0,262 \text{ ton}$				

TOTAL VALUE FOR MAIN PART AND CANT PART

A. Wetted Surface Area And Shell Displacement

Water Line	Wetted Surface Area			Shell Displacement		
	MAIN PART	CANT PART	TOTAL	MAIN PART	CANT PART	TOTAL
3,2 mWL	454,808 m ²	18,264 m ²	473,072 m ²	11,286 ton	0,262 ton	11,548 ton

B. Center Of Floatation And Water Plane Area

ITEM	At 3,2 mWL		
	LCF	Water Plane Area	Product
Main Part	-1,123 m	211,295 m ²	-237,345 m ³
Cant Part	14,084 m	22,052 m ²	310,586 m ³
	Σ_1	233,347 m ²	
		Σ_2	73,241 m ³
Water Plane Area (including Cant Part)	=	Σ_1	= 233,347 m ²
Center of Floatation (including Cant Part)	=	$\frac{\Sigma_2}{\Sigma_1}$	= 0,314 m

C. Longitudinal Metacentre Above Center of Buoyancy

Longitudinal Moment of Ine:

$$I_L = I_{LP} + I_{LC} + A_{WP} (LCF - LCF_p)^2 + A_{WC} (LCF_c - LCF)^2$$

Longitudinal Buoyancy Metacentre

$$L.B.M = I_L / Volume$$

ITEM		HASIL
Longitudinal Moment of Inertia of Main part (I_{LP})	ϕ	12217,07 m ⁴
Longitudinal Moment of Inertia of Cant part (I_{LC})	κ	7,005 m ⁴
Corrected Midship F	0,314 m	
Midship F _p	-1,123 m	
(Midship F - Midship F _p)	1,437 m	
(Midship F - Midship F _p) ²	2,065 m ²	
Water Plan Area of Main Part (AWP)	211,295 m ²	
AWP x (Midship F - Midship F _p) ²	λ	436,413 m ⁴
Midship F _c	14,084 m	
Corrected Midship F	0,314 m	
(Midship F _c - Midship F)	13,771 m	
(Midship F _c - Midship F) ²	189,629 m ²	
Water Plan Area of Cant Part (AWC)	22,052 m ²	
AWC x (Midship F _c - Midship F) ²	μ	4181,631 m ⁴
Corrected Longitudinal Moment of Inertia $I_L = \phi + \kappa + \lambda + \mu =$		16842,12 m ⁴
Longitudinal Buoyancy Metacentre (L.B.M)		
$L.B.M. = \frac{I_L}{Volume}$		
$L.B.M. = \frac{I_L}{Vol. p + Vol. c}$		
$L.B.M. = \frac{16842,117}{471,939 + 17,696} =$		34,397 m

D. Transverse Metacentre Above Centre of Buoyancy

$$\text{Transverse Moment of Inertia} = I_T = I_{TP} + I_{TC}$$

$$\text{L.B.M} = I_T / \text{Volume}$$

ITEM	HASIL
Transverse Moment of Inertia of Main part (I_{TP})	1048,624 m ⁴
Transverse Moment of Inertia of Cant part (I_{TC})	224,987 m ⁴
Corrected Transverse Moment of Inertia (I_T)	1273,612 m ⁴
$\text{T.B.M} = \frac{I_T}{\text{Volume}}$ $\text{T.B.M} = \frac{I_L}{\text{Vol.p} + \text{Vol.c}}$ $\text{T.B.M} = \frac{1273,612}{471,939 + 17,696} =$	2,601 m

E. Moulded Displacement & Centre of Buoyancy

ITEM	DISPLACEMENT MOULDED (ton)	VERTICAL		HORIZONTAL	
		KB (m)	MOMENT	LCB (m)	MOMENT
0 mWL ~ 1 mWL					
0 mWL ~ 1 mWL	87,513 ^φ	0,634	55,464 ^κ	0,260	22,755 ^λ

$$a \quad KB = \frac{\kappa}{\phi} = \frac{55,464}{87,513}$$

$$KB = 0,634 \text{ m}$$

$$b \quad LCB = \frac{\lambda}{\phi} = \frac{22,755}{87,513}$$

$$LCB = 0,260 \text{ m}$$

ITEM	DISPLACEMENT MOULDED (ton)	VERTICAL		HORIZONTAL	
		KB (m)	MOMENT	LCB (m)	MOMENT
1 mWL ~ 2 mWL					
0 mWL ~ 1 mWL	87,513 ^φ	0,634 ^a	55,464 ^κ	0,260 ^b	22,755 ^λ
1 mWL ~ 2 mWL	162,960	1,520	247,620	-0,368	-91,102
TOTAL	250,473 ^μ		303,084 ^v		-68,347 ^o

$$c \quad KB = \frac{v}{\mu} = \frac{303,084}{250,473}$$

$$KB = 1,210 \text{ m}$$

$$d \quad LCB = \frac{o}{\mu} = \frac{-68,347}{250,473}$$

$$LCB = - 0,273 \text{ m}$$

RESULT OF HYDROSTATIC CALCULATION

Water line		WATER PLANE MULTIPLIER = $\frac{2}{3} \times \alpha = 2,000$				MIDSHIP SECTION		
		Function of Water Line	Water Plan Area (W.P.A)	Water Plan Coefficient $C_w = \frac{W.P.A}{LWL \times B}$	TPC $= WPA \times 1.025$ 100	Midship Section Area (M.S.A)	Midship Coeff. Cm $C_m = Am/(B \times T)$	Water line
1,00	68,535 m	137,070 m ²	0,652	1,405 ton/Cm	6,512 m ²	0,766	1,00	
2,00	87,143 m	174,285 m ²	0,798	1,786 ton/Cm	15,007 m ²	0,883	2,00	
2,60	95,425 m	190,850 m ²	0,824	1,956 ton/Cm	20,107 m ²	0,910	2,60	
3,20	105,648 m	233,347 m ²	0,829	2,392 ton/Cm	25,207 m ²	0,927	3,20	

Water line	VERTICAL			HORIZONTAL		
	KB	T.B.M.	T.K.M (KB + TMB)	LCB	LCF	L.B.M (KB + LMB)
1,00	0,634 m	6,998 m	7,631 m	0,260 m	0,026 m	44,831 m
2,00	1,210 m	3,328 m	4,538 m	1,776 m	-0,461 m	29,797 m
2,60	1,546 m	2,591 m	4,137 m	-0,984 m	-0,555 m	26,429 m
3,20	1,919 m	2,601 m	4,521 m	-0,432 m	0,314 m	34,397 m

RESULT OF HIDROSTATIC CALCULATION

Water line	Displacement Moulded	Block Coefficient $C_b = \frac{\Delta}{(LWL \times B \times d \times 1.025)}$	Prismatic Coefficient $C_p = C_b/C_m$	Wetted Surface Area W . S . A	Shell Displacement	Displacement Including Shell	Water line
1,00	87,513 ton	0,406	0,530	255,760 m ²	3,670 ton	91,183 ton	1,00
2,00	250,473 ton	0,560	0,634	331,650 m ²	4,759 ton	255,232 ton	2,00
2,60	361,391 ton	0,585	0,643	401,440 m ²	9,431 ton	370,822 ton	2,60
3,20	501,876 ton	0,600	0,647	884,315 m ²	11,548 ton	513,424 ton	3,20

Water line	Moment to change trim one centimetre $M.T.C = \frac{LBM \times \Delta}{LPP \times 100}$	Displacement due to trim one centimetre $D.D.T = LCF \times TPC \times LPP$	Water line
1,00	1,308	0,001	1,00
2,00	2,488	-0,027	2,00
2,60	3,184	-0,036	2,60
3,20	5,754	0,025	3,20

ORDINAT NO	BONJEAN CALCULATION											
	0 mWL ~ 1 mWL $\gamma = 0,333$			0 mWL ~ 2 mWL $\gamma = 0,333$			0 mWL ~ 2,6 mWL $\gamma = 0,200$			0 mWL ~ 3,2 mWL $\gamma = 0,200$		
	FUNC. OF AREA (F)	AREA (F x Y)	TOTAL AREA	FUNC. OF AREA (F)	AREA (F x Y)	TOTAL AREA	FUNC. OF AREA (F)	AREA (F x Y)	TOTAL AREA	FUNC. OF AREA (F)	AREA (F x Y)	TOTAL AREA
	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β
AP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,365
0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,950	0,190	0,190	10,780	2,156	2,346
1	0,000	0,000	0,000	1,450	0,483	0,483	9,970	1,994	1,994	16,470	3,294	5,771
1,5	0,000	0,000	0,000	13,165	4,388	4,388	20,595	4,119	4,119	22,650	4,530	13,037
2	2,545	0,848	0,848	19,660	6,553	7,402	22,455	4,491	4,491	23,710	4,742	16,635
3	11,845	3,948	3,948	23,245	7,748	11,697	24,135	4,827	4,827	24,625	4,925	21,449
4	17,165	5,722	5,722	24,480	8,160	13,882	24,805	4,961	4,961	24,970	4,994	23,837
5	19,535	6,512	6,512	23,485	8,495	15,007	25,500	5,100	5,100	25,500	5,100	25,207
6	17,315	5,772	5,772	24,255	8,085	13,857	24,752	4,950	4,950	25,045	5,009	23,816
7	11,700	3,900	3,900	20,740	6,913	10,813	22,310	4,462	4,462	23,570	4,714	19,989
8	5,725	1,908	1,908	13,185	4,395	6,303	16,870	3,374	3,374	19,020	3,804	13,481
8,5	1,050	0,350	0,350	9,465	3,155	3,505	13,275	2,655	2,655	15,265	3,053	9,213
9	0,350	0,117	0,117	5,000	1,667	1,783	9,040	1,808	1,808	11,730	2,346	5,937
9,5	0,000	0,000	0,000	0,315	0,105	0,105	3,265	0,653	0,653	5,675	1,135	1,893
FP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,110	0,022	0,022
	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β	β
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

Keterangan : $\gamma = 2 \times 1/3 \times \beta$

BONJEAN CALCULATION												
NUMBER OF ORDINATES	From 3,2 m WL ~ Upper Deck											
	S = 1		S = 4		S = 1		$\Sigma Y \cdot S$	h (H - 3,2 m)	$2/3 \times h/2$	AREA $2/3 \times h/2 \times \Sigma YS$	TOTAL AREA 6 mWL ~ 3,2 mWL	TOTAL AREA 0 ~ Upper Deck
	$Y_1 = Y_1 \cdot S$	Y_2	$Y_2 = Y_2 \cdot S$	$Y_3 = Y_3 \cdot S$	$Y_4 = Y_4 \cdot S$	$Y_1 = Y_1 \cdot S$						
AP	1,825	3,800	15,200	3,800	20,825	0,950	0,317	6,595	0,565	6,960		
0.5	3,150	4,000	16,000	4,000	23,150	0,900	0,300	6,945	2,346	9,291		
1	3,150	4,050	16,200	4,050	23,400	0,885	0,295	6,903	5,771	12,674		
1.5	4,000	4,075	16,300	4,075	24,375	0,875	0,292	7,109	13,037	20,147		
2	4,010	4,100	16,400	4,100	24,510	0,860	0,287	7,026	16,635	23,661		
3	4,150	4,125	16,500	4,125	24,775	0,850	0,285	7,020	21,449	28,468		
4	4,180	4,175	16,700	4,175	25,055	0,845	0,282	7,057	23,837	30,894		
5	4,250	4,250	17,000	4,250	25,500	0,835	0,278	7,098	25,207	32,304		
6	4,185	4,200	16,800	4,200	25,185	1,000	0,333	8,395	23,816	32,211		
7	4,000	4,040	16,160	4,050	24,210	1,050	0,350	8,474	19,989	28,463		
8	3,350	3,600	14,400	3,600	21,350	1,245	0,415	8,860	13,481	22,342		
8.5	2,725	3,100	12,400	3,100	18,225	1,400	0,467	8,505	9,213	17,718		
9	2,160	2,550	10,200	2,550	14,910	1,525	0,508	7,579	5,937	13,517		
9.5	1,125	2,350	9,400	2,350	12,875	1,625	0,542	6,974	1,893	8,867		
FP	0,110	1,350	5,400	0,350	5,860	1,750	0,583	3,418	0,022	3,440		

II.3 HAMBATAN DAN PROPULSI KAPAL

II.3.1 Hambatan Kapal

Kapal yang berlayar diibaratkan seperti sebuah benda yang bergerak melalui media air dan udara, ini berarti bahwa benda itu akan mengalami gaya hambat (resistance force) dari media yang dilaluinya.

Hambatan-hambatan yang dialami sebuah kapal yang bergerak melalui air dan udara itu dapat diuraikan atas :

- A. Hambatan Gesek (Frictional Resistance).
- B. Hambatan Gelombang (Wave Making Resistance).
- C. Hambatan Bentuk (Eddy Making Resistance).
- D. Hambatan Udara (Air Resistance).
- E. Hambatan Tambahan (Appendage Resistance).
- F. Hambatan Bow Thruster (Bow Thruster Resistance)

A. Hambatan Gesek (Frictional Resistance)

Hambatan gesek ini terjadi karena adanya suatu lapisan atau volume air yang melekat pada bagian kapal yang terbentuk pada permukaan bidang basah kapal yang sedang bergerak dan biasa disebut lapisan batas (boundary layer). Di dalam daerah lapisan batas tersebut kecepatan gerak dari partikel-partikel zat cair dalam hal ini air laut, bervariasi dari 0 (nol) pada permukaan kulit kapal menjadi maksimum sama dengan besarnya kecepatan gerak aliran zat cair pada tepi dari lapisan batas tersebut. Perubahan atau variasi kecepatan partikel-partikel zat cair inilah yang menyebabkan timbulnya Hambatan gesek pada kapal tersebut.

B. Hambatan Gelombang (Wave Making Resistance)

Kapal yang bergerak dalam air akan mengalami hambatan sehingga menimbulkan gelombang yang terbentuk akibat terjadinya variasi tekanan air terhadap lambung kapal pada saat kapal bergerak dengan suatu kecepatan tertentu. Ada tiga jenis gelombang yang biasanya terbentuk pada saat kapal bergerak, yaitu : *gelombang haluan, gelombang melintang pada kiri dan kanan lambung kapal serta gelombang buritan.*

C. Hambatan Bentuk (Eddy Making Resistance)

Partikel-partikel air yang bergerak melintasi lambung kapal akan terpecah dan membentuk volume air tertentu dimana partikel-partikel air tadi bergerak dalam satuan pusaran. Karena terjadinya pusaran ini, maka tekanan air pada buritan kapal akan berkurang dan timbullah satu gaya yang melawan arah gerak maju dari kapal. Gaya hambatan inilah yang merupakan Hambatan bentuk yang dialami oleh kapal yang bergerak maju.

D. Hambatan Udara (Air Resistance)

Kapal yang berlayar, bagian atasnya (sebagian lambung dan bangunan atasnya) akan mengalami gaya hambatan dari udara. Hambatan udara ini juga terdiri dari komponen-komponen gesek dan komponen bentuk. Tekanan udara yang dialami kapal berkisar antara 2 s/d 4 % dari Hambatan total yang dialaminya. Untuk menghitung besarnya hambatan-hambatan kapal tersebut, dapat dipergunakan berbagai cara misalnya dengan percobaan memakai model towing tank atau dengan cara pendekatan. Yang dimaksud dengan cara pendekatan adalah cara perhitungan dengan menggunakan rumus pendekatan.

E. Hambatan Appendage (Appendage Resistance)

Hambatan Appendage adalah hambatan yang disebabkan karena adanya penambahan-penambahan pada bagian badan kapal. Penambahan dari perhitungannya adalah dengan menambahkan sebesar 5% sampai dengan 8% dari pada hambatan total kapal rancangan.

F. Hambatan Bow Thruster (bow Thruster Resistance)

Hambatan bow thruster adalah hambatan yang disebabkan oleh bow thruster pada lambung kapal, dimana besar dan kecilnya hambatan tergantung pada diameter bow thruster kapal itu sendiri.

Dalam tugas merancang kapal ini, perhitungan hambatan yang digunakan adalah perhitungan yang terdapat dalam *Sv. Aa. Harvald terjemahan Sutomo Jusuf* (1992:95 – 134).

II.3.2 Perhitungan Hambatan Dengan Diagram Guldhammer Dan Harvald

A. Hambatan Total

Untuk perhitungan Hambatan total (R_T) digunakan rumus Sv. Aa. Harvald dalam buku Tahanan Dan Propulsi Kapal halaman 119, yaitu :

$$R_T = C_T \times \frac{1}{2} \times \rho \times V_s^2 \times S$$

Dimana :

R_T = Hambatan total kapal rancangan (KN).

C_T = Coefisient hambatan total kapal rancangan.

ρ = Berat jenis air laut (Kg/m^3).

V_s = Kecepatan kapal rancangan (m/s).

S = Wetted Surface Area (WSA) (m^2)

B. Daya Efektif (P_E)

Untuk perhitungan Daya Efektif (P_E) digunakan rumus Sv. Aa. Sv. Aa. Harvald yang terdapat dalam buku Tahan Dan Propulsi Kapal halaman 119 (5.5.12), yaitu :

$$P_E = \frac{R_T \times V_s}{75}$$

Dimana:

P_E = Daya efektif kapal rancangan (HP metric).

R_T = Hambatan total kapal rancangan (Kg).

V_s = Kecepatan kapal rancangan (m/s).

C. Coefisient Resistance Total (C_T)

Untuk perhitungan Coefisient Resistance Total (C_T) digunakan rumus Sv. Aa. Sv. Aa. Harvald yang terdapat dalam buku Tahan Dan Propulsi Kapal halaman 119 (5.5.13), yaitu :

$$C_T = C_F + C_R + C_A$$

Dimana :

C_T = Coefisien hambatan total kapal rancangan.

C_R = Coefisien hambatan sisa.

C_R = Nilainya diambil dari grafik $\frac{L}{\nabla^{1/3}}$ dari hal.120-128.

C_A = Coefisien Hambatan appendage.

C_F = Coefisien hambatan gesek kapal rancangan.

$$C_F = \frac{0,075}{(\text{Log}_{10} R_n - 2)^2}$$

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam Sv. Aa. Harvald halaman 129, dimana koefisien Hambatan gesek C_F sebagai fungsi panjang garis air kapal (LWL) dan kecepatan kapal (Vs).

Penambahan hambatan tersebut harus dicari dengan mengalikan penyimpangan LCB dari harga LCB_{standar} .

Rumus LCB tersebut adalah :

$$\Delta LCB = LCB - LCB_{\text{standar}} \quad (\text{dalam \% L})$$

Dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam Sv. Aa. Harvald halaman 130 dan ini hanya berlaku untuk LCB yang berada di depan LCB_{standar} . Mengenai LCB yang berada dibelakang LCB_{standar} , semua sumber yang ada mempunyai pendapat yang saling bertentangan, namun demikian karena kecenderungannya kecil maka pengabaian koreksi dalam hal ini tidak akan memberi kesalahan yang berarti. Karena kapal pada umumnya berbeda dengan standar yang ada dengan perbedaan tertentu, lebih besar maupun lebih kecil maka harus dilakukan koreksi, adapun koreksi tersebut adalah sebagai berikut :