

---

**BAB II**  
**PERHITUNGAN RENCANA GARIS**  
**(LINES PLAN)**

**A. PERHITUNGAN DASAR**

## A.1. Panjang Garis Air Muat (Lwl)

$$\begin{aligned}Lwl &= Lpp + 2 \% \times Lpp \\Lwl &= 96.05 + (2 \% \times 96.05) \\Lwl &= 97.97 \text{ m}\end{aligned}$$

## A.2. Panjang Displacement (L.Displ)

$$\begin{aligned}L \text{ Displ} &= 0,5 \times (Lwl + Lpp) \\L \text{ Displ} &= 0,5 \times (97.97 + 96.05) \\L \text{ Displ} &= 97,01 \text{ m}\end{aligned}$$

## A.3. Coefisien Midship (Cm) Formula Arkent Bont Shocker

$$\begin{aligned}Cm &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{Cb} \\Cm &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{0,7} \\Cm &= 0,97 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\&\quad (Cm = 0,95 \sim 0,99)\end{aligned}$$

## A.4. Coefisien Prismatic (Cp) Formula Troast

$$\begin{aligned}Cp &= \frac{Cb}{Cm} \\Cp &= \frac{0,7}{0,97} \\Cp &= 0,72 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\&\quad (Cp = 0,68 \sim 0,82)\end{aligned}$$

## A.5. Coefisien Garis Air (Cw) Formula Troast

$$C_w = \sqrt{Cb - 0,025}$$

$$C_w = \sqrt{0,7 - 0,025}$$

$$C_w = 0,81 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\ (C_w = 0,80 \sim 0,87)$$

## A.6. Luas Garis Air (Awl)

$$A_{wl} = L_{wl} \times B \times C_w \quad (\text{m}^2)$$

$$A_{wl} = 97,97 \times 16,65 \times 0,81$$

$$A_{wl} = 1321,286 \text{ m}^2$$

## A.7. Luas Midship (Am)

$$A_m = B \times T \times C_m \quad (\text{m}^2)$$

$$A_m = 16,65 \times 6,75 \times 0,97$$

$$A_m = 109,016 \text{ m}^2$$

## A.8. Volume Displacement (C Displ)

$$V_{\text{Displ}} = L_{pp} \times B \times T \times C_b \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{\text{Displ}} = 96,05 \times 16,65 \times 6,75 \times 0,7$$

$$V_{\text{Displ}} = 7556,374 \text{ m}^3$$

## A.9. Coefisien Prismatic Displacement (Cp Displ)

$$C_p \text{ Displ} = \left( \frac{L_{pp}}{L_{\text{Displ}}} \right) \times C_p$$

$$C_p \text{ Displ} = \left( \frac{96,05}{97,011} \right) \times 0,722$$

$$C_p \text{ Displ} = 0,715$$

## A.10. Displacement (D)

$$D = \text{Vol Displ} \times \gamma \times m \text{ (Ton)}$$

Dimana :

$$\gamma = 1,025 \text{ Berat jenis air laut}$$

$$m = 1,004 \text{ Berat jenis air laut}$$

Maka :

$$D = 7556,374 \times 1,025 \times 1,004$$

$$D = 7776,264 \text{ Ton}$$

**B. MENENTUKAN LETAK LCB**

B.1. Dengan menggunakan Cp Displacement pada grafik NSP pada Cp Displacement = 0,68 didapat letak titik LCB (Longitudinal Centre Bouyancy) = 0,5 % x L Displ. Dimana L Displ = 92,92 m.

$$\text{Cp Displ} = \left( \frac{L_{pp}}{L_{Displ}} \right) \times \text{Cp}$$

$$\text{Cp Displ} = \left( \frac{96.05}{97.01} \right) \times 0,72$$

$$\text{Cp Displ} = 0,71$$

a. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$\text{LCB Displ} = 0,9 \% \times L \text{ Displ}$$

$$\text{LCB Displ} = 0,009 \times 97,01$$

$$\text{LCB Displ} = 0,87 \text{ m} \Rightarrow \text{(Di depan midship } L_{pp}\text{)}$$

b. Jarak midship ( $\phi$ ) L Displ ke FP

$$\phi \text{ Displ} = 0,5 \times L \text{ Displ}$$

$$\phi \text{ Displ} = 0,5 \times 97,01$$

$$\phi \text{ Displ} = 48,5025 \text{ m}$$

c. Jarak midship ( $\phi$ ) Lpp ke FP

$$\phi \text{ Lpp} = 0,5 \times L_{pp}$$

$$\phi \text{ Lpp} = 0,5 \times 96.05$$

$$\phi \text{ Lpp} = 48.025 \text{ m}$$

d. Jarak antara midship ( $\phi$ ) L Displ dengan midship ( $\phi$ ) Lpp

$$= \phi \text{ Displ} - \phi \text{ Lpp}$$

$$= 48.5025 - 48.025$$

$$= 0,48025 \text{ m (di depan } \phi \text{ Lpp)}$$

e. Jarak antara LCB terhadap midship ( $\phi$ ) Lpp

$$= 0,87 - 0,48025$$

$$= 0,39 \text{ m} \Rightarrow \text{(Di belakang } \phi \text{ Lpp)}$$

B.2. Menurut Diagram NSP Dengan Luas Tiap Station ( $A_m$ ) = 109,016 m<sup>2</sup>

No. Ord	%	% Terhadap $A_m$	$F_s$	Hasil	$F_m$	Hasil	
AP	0	0.000	1	0.000	-10	0.000	
0.25	0.1	10.902	4	43.606	-9	-392.457	
0.5	0.3	32.705	2	65.410	-8	-523.276	
0.75	0.55	59.959	4	239.835	-7	-1678.844	
1	0.74	80.672	2	161.343	-6	-968.061	
1.5	0.87	94.844	4	379.375	-5	-1896.876	
2	0.92	100.295	2	200.589	-4	-802.357	
2.5	0.97	105.745	4	422.982	-3	-1268.945	
3	0.99	107.926	2	215.851	-2	-431.703	
4	1	109.016	4	436.064	-1	-436.064	
					□ □	-8398.583	
5	1	109.016	2	218.032	0	0.000	
6	1	109.016	4	436.064	1	436.064	
7	1	109.016	2	218.032	2	436.064	
7.5	0.99	107.926	4	431.703	3	1295.109	
8	0.96	104.655	2	209.310	4	837.242	
8.5	0.91	99.204	4	396.818	5	1984.089	
9	0.8	87.213	2	174.425	6	1046.552	
9.25	0.61	66.500	4	265.999	7	1861.991	
9.5	0.39	42.516	2	85.032	8	680.259	
9.75	0.155	16.897	4	67.590	9	608.309	
FP	0	0.000	1	0.000	10	0.000	
				□ 1	4668.060	□ 3	9185.678

$$a. \quad h = \frac{L \cdot Displ}{20}$$

$$h = \frac{97.01}{20}$$

$$h = 4,85 \text{ m}$$

b. Volume Displacement

$$V \text{ Displ} = \frac{1}{3} \times h \times \Sigma_1$$

$$V \text{ Displ} = \frac{1}{3} \times 4,85 \times 4668.06$$

$$V \text{ Displ} = 7547,514 \text{ m}^3$$

c. Letak LCB NSP

$$LCB \text{ NSP} = \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times h$$

$$LCB \text{ NSP} = \frac{-3898.583 + 9185.678}{4668,06} \times 4,85$$

$$LCB \text{ NSP} = 0,81 \text{ m}$$

d. Koreksi prosentase penyimpangan LCB

$$= \frac{LCB \text{ Displ} - LCB \text{ NSP}}{L \text{ Displ}} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,87 - 0,81}{97.01} \times 100 \%$$

$$= 0.00062 \times 100 \%$$

$$= 0,062 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

e. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displ

$$= \frac{\text{Vol Displ Awal} - \text{Vol Displ NSP}}{\text{Vol Displ Awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{7547.514 - 7556.374}{7556.374} \times 100 \%$$

$$= 0,0011725 \times 100 \%$$

$$= 0,117 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

B.3. Perhitungan prismatic depan (Qf) dan koefisien prismatic belakang (Qa) berdasarkan label "Van Lamerent".

Dimana :

Qf = Koefisien prismatic bagian depan midship Lpp

Qa = Koefisien prismatic bagian belakang midship Lpp

e = Perbandingan jarak LCB terhadap Lpp

$$= \left( \frac{LCBLpp}{Lpp} \right) \times 100 \%$$

$$= \left( \frac{0,38}{96.05} \right) \times 100 \%$$

$$= 0.406 \%$$

Dengan rumus tersebut diatas dapat dihitung harga Qa dan Qf dengan rumus berikut :

$$Qa = Qf = Cp \pm (1,4 + Cp) \times e$$

Dimana :

$$Qf = Cp + (1,40 + Cp) \times e$$

$$= 0,722 + (1,40 + 0,722) \times 0.00406$$

$$= 0,73$$

$$Qa = Cp - (1,40 + Cp) \times e$$

$$= 0,722 - (1,40 + 0,722) \times 0.00406$$

$$= 0,713$$

Tabel luas tiap section terhadap Am menurut Van Lamerent ( *Baru* )

$$Am = 109.016 \text{ m}^2$$

No ORD	% Luas Station	Luas Station terhadap Am	FS	Hasil	Fm	Hasil
AP	0.020	2.180	0.25	0.55	-5	-2.73
0.25	0.070	7.631	1	7.63	-4.75	-36.25
0.5	0.172	18.751	0.5	9.38	-4.5	-42.19
0.75	0.273	29.761	1	29.76	-4.25	-126.49
1	0.356	38.810	0.75	29.11	-4	-116.43
1.5	0.555	60.504	2	121.01	-3.5	-423.53
2	0.720	78.491	1	78.49	-3	-235.47
2.5	0.867	94.517	2	189.03	-2.5	-472.58
3	0.980	106.836	1.5	160.25	-2	-320.51
4	0.999	108.907	4	435.63	-1	-435.63
5	1.000	109.016	2	218.03	0	0.00
					S <sub>2</sub>	-2211.80
6	1.000	109.016	4	436.06	1	436.06
7	0.999	108.907	1.5	163.36	2	326.72
7.5	0.840	91.573	2	183.15	2.5	457.87
8	0.797	86.886	1	86.89	3	260.66
8.5	0.569	62.030	2	124.06	3.5	434.21
9	0.351	38.265	0.75	28.70	4	114.79
9.25	0.289	31.506	1	31.51	4.25	133.90
9.5	0.145	15.807	0.5	7.90	4.5	35.57
9.75	0.099	10.793	1	10.79	4.75	51.26
FP	0.000	0.000	0.25	0.00	5	0.00
			S <sub>1</sub>	2351.28	S <sub>3</sub>	2251.04

$$\begin{aligned}
 \text{a. } h &= \frac{Lpp}{10} \\
 &= \frac{96.05}{10} \\
 &= 9,605 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= \frac{1}{3} \times \frac{Lpp}{10} \times \Sigma_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{96.05}{10} \times 2351.04 \\
 &= 7528,020 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times h \\
 &= \frac{-2211.796 + 2251.042}{2351.282} \times 9,605 \\
 &= 0.16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	Fs	Hasil	Fm	Hasil
X	2.180	1	2.180	0	0
Y	18.751	4	75.003	1	75.003
A	0	1	0	2	0
		□ <sub>1</sub>	77.183	□ <sub>2</sub>	75.003



$$\begin{aligned} E &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\ &= \frac{97.97 - 96.05}{2} \\ &= 0.961 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Volume Cant Part

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3} \times e \times \sum_1 \\ &= \frac{1}{3} \times 0,96 \times 77.183 \\ &= 24,712 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

f. LCB Cant Part terhadap ( $\phi$ ) AP

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times e \\ &= \frac{-2211.796}{2351.282} \times 0.9605 \\ &= -0.904 \text{ m} \end{aligned}$$

g. Jarak LCB Cant Part terhadap ( $\phi$ ) Lpp

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times L. DISP + LCB \text{ Cant Part} \\ &= \frac{1}{2} \times 96.05 + -0.904 \\ &= 47.121 \text{ m} \end{aligned}$$

## h. Volume Displacement total

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ Total} &= V \text{ Displ Main Part} + V \text{ Displ Cant Part} \\
 &= 7528,02 + 24,71 \\
 &= 7552.732 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

i. LCB total terhadap  $(\phi)$  Lpp

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(LCB.MP \times Vol.MP) + (LCB.CP \times Vol.CP)}{Vol.Displ \text{ Awal}} \\
 &= \frac{(0,16 \times 7528,02) + (47,121 \times 24,71)}{7552.732} \\
 &= 0,314 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

## a. Koreksi untuk Volume Displacement

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Volume.Total. + Volume.Displacement.Awal}{Volume.Displacement.Awal} \times 100 \% \\
 &= \frac{7552.732 - 7556.374}{7556.374} \times 100 \% \\
 &= 0,482 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

## b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned}
 &= \frac{LCB.Awal - LCB.Total.TerhadapMidshipLpp}{Lpp} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,314 - 0,39}{96,05} \times 100 \% \\
 &= 0,079 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

**C. RENCANA BENTUK GARIS AIR**

C.1. Perhitungan Besarnya Sudut Masuk ( $\alpha$ )

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan Coefisien Prismatic Depan (  $Q_f$  ).

Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB,  $Q_f = 0,73$

Dari grafik Latsiun sudut masuk =  $15^\circ$

Penyimpangan =  $\pm 3^\circ$  dipakai  $+ 3^\circ$

Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh =  $15^\circ + 3^\circ = 18^\circ$

C.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No. Ord.	Y=1/2 B	FS	Hasil
AP	4.200	0.25	1.050
0.25	4.500	1	4.500
0.5	5.100	0.5	2.550
0.75	5.700	1	5.700
1	6.122	0.75	4.592
1.5	6.800	2	13.600
2	7.220	1	7.220
2.5	7.340	2	14.680
3	7.450	1.5	11.175
4	7.800	4	31.200
5	8.325	2	16.650
6	7.800	4	31.200
7	7.750	1.5	11.625
7.5	7.520	2	15.040
8	6.750	1	6.750
8.5	6.050	2	12.100
9	4.520	0.75	3.390
9.25	3.550	1	3.550
9.5	2.550	0.5	1.275
9.75	1.550	1	1.550
FP	0.000	0.25	0.000
		□	199.397

- a. Luas garis air pada Main Part

$$\begin{aligned} \text{AWL MP} &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{Lpp}{10} \right) \times \sum \\ &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{96.05}{10} \right) \times 199.397 \\ &= 1276.802 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- c. Rencana bentuk garis air pada Cant Part

$$\text{Pd. AP} = 4.75 / 0,5 = 2.375$$

No Ord	Tinggi Ord.	Fs	Hasil
AP	4.1	1	4.2
1/2 AP	5.1	4	20.4
0	0	1	0.000
		□	24.6

$$\begin{aligned} \text{c. e} &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\ &= \frac{97.97 - 96.05}{2} \\ &= 0.961 \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Luas garis air pada Cant Part (Awl Cp)

$$\begin{aligned} \text{Awl Cp} &= 2 \times e \times \sum_1 \\ &= 2 \times 0,9605 \times 24.6 \\ &= 47.25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- f. Luas total garis air (Awl Total)

$$\begin{aligned} \text{Awl Total} &= \text{Luas Main Part} + \text{Luas Cant Part} \\ &= 1276.802 + 47.2566 \\ &= 1324,059 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

g. Koreksi luas garis air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Luas.Total. - Luas.Awal}{Luas.Awal} \times 100 \% \\
 &= \frac{1324.059 - 1321.286}{1321.286} \times 100 \% \\
 &= 0,210 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

#### D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA

Dimana : B = 16.65 m

, H = 8,75 m

T = 6.75 m

A = Rise Of Floor

$$= 0,01 \times B$$

$$= 0,01 \times 16.65$$

$$= 0,1665 \text{ m}$$

R = Jari – jari Bilga

M = Titik pusat kelelngkungan bilga

D.1. Dalam Segitiga ABC

$$\text{Tg } \alpha_2 = \frac{AB}{BC} = \frac{8.33}{0,1665}$$

$$\alpha_2 = 88.85^\circ$$

$$\alpha_1 = 0,5 \times 88.85^\circ$$

$$= 44.425^\circ$$

D.2. Perhitungan

a. Luas Trapesium ACED

$$= \frac{1}{2} B \times 0,5 \{T + (T - a)\}$$

$$= 0,5 \times 16.65 \times 0,5 \{6.75 + (6.75 - 0,1665)\}$$

$$= 55,501 \text{ m}^2$$

b. Luas AFHEDA

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \text{ Luas Midship} \\
 &= \frac{1}{2} \times B \times T \times C_m \\
 &= \frac{1}{2} \times 16,65 \times 6,75 \times 0,97 \\
 &= 54,508 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

c. Luas FGHCF

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas trapesium ACED} - \text{Luas AFHEDA} \\
 &= 55,501 - 54,508 \\
 &= 0,993 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

d. Luas FCG

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times \text{Luas FGHCF} \\
 &= \frac{1}{2} \times 0,993 \\
 &= 0,496 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

e. Luas MFC

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times MF \times FC \\
 &= \frac{1}{2} \times R \times R \text{ Tg } \alpha_1
 \end{aligned}$$

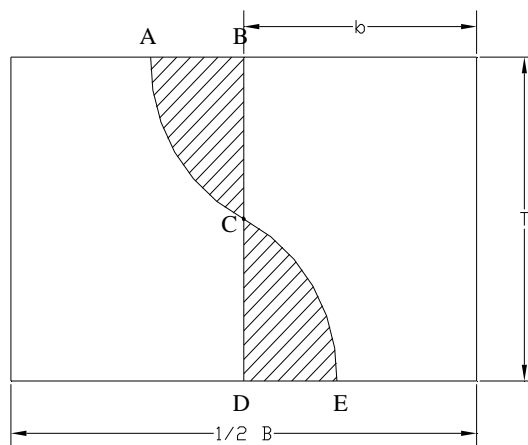
$$\begin{aligned}
 \text{Luas juring MFG} &= \alpha_1/360 \times \pi R^2 \\
 &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\
 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2)
 \end{aligned}$$

Jadi Luas ACED - Luas AFHEDA = Luas MFC - Luas juring MFG

$$\begin{aligned}
 55,501 - 54,508 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2) \\
 0,993 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } 44.4) - (44.4/360 \times 3,14 R^2) \\
 0,993 &= 0,377 R^2 \\
 R^2 &= 2,636 \\
 R &= 1,624 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**E. MERENCANAKAN BENTUK BODY PLAN**

- a. Merencanakan bentuk body plan adalah Merencanakan atau membuat bentuk garis air lengkung padapotongan ordinat.
- b. Langkah – langkah
  - 1) Membuat empat persegi panjang dengan sisi  $\frac{1}{2} B$  dan  $T$
  - 2) Pada garis air  $T$  diukurkan garis  $b$  yang besarnya =  $\frac{1}{2}$  luas station dibagi  $T$ .
  - 3) Dibuat persegi panjang  $ABCD$
  - 4) Diukurkan pada garis air  $T$  garis air  $Y = \frac{1}{2}$  lebar garis air pada station yang bersangkutan.
  - 5) Dari titik  $E$  kita merencanakan bentuk station sedemikian sehingga luas  $ODE =$  luas  $OAB$  letak titik  $O$  dari station – station harus merupakan garis lengkung yang stream line.
  - 6) Setelah bentuk station selesai dibuat, dilakukan pengecekan volume displacement dari bentuk-bentuk station.
  - 7) Kebenaran dari lengkung – lengkung dapat dicek dengan menggunakan Planimeter.



## E.1. Rencana Bentuk Body Plan

$$T = 6,75 \text{ m}$$

$$2 T = 13,5 \text{ m}$$

No. Ord	Y = 1/2 B	b = ls/2t	Luas station
AP	4.20	0.162	2.180
0.25	4.50	0.565	7.631
0.5	5.10	1.389	18.751
0.75	5.70	2.205	29.761
1	6.12	2.875	38.810
1.5	6.80	4.482	60.504
2	7.22	5.814	78.491
2.5	7.34	7.001	94.517
3	7.45	7.914	106.836
4	7.80	8.067	108.907
5	8.33	8.075	109.016
6	7.80	8.075	109.016
7	7.75	8.067	108.907
7.5	7.52	6.783	91.573
8	6.75	6.436	86.886
8.5	6.05	4.595	62.030
9	4.52	2.834	38.265
9.25	3.55	2.334	31.506
9.5	2.55	1.171	15.807
9.75	1.55	0.799	10.793
FP	0	0	0

## E.2. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan

Pada Main Part

No. Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	2.180	0.25	0.545
0.25	7.631	1	7.631
0.5	18.751	0.5	9.375
0.75	29.761	1	29.761



1	38.810	0.75	29.107
1.5	60.504	2	121.008
2	78.491	1	78.491
2.5	94.517	2	189.034
3	106.836	1.5	160.253
4	108.907	4	435.627
5	109.016	2	218.032
6	109.016	4	436.064
7	108.907	1.5	163.360
7.5	91.573	2	183.147
8	86.886	1	86.886
8.5	62.030	2	124.060
9	38.265	0.75	28.698
9.25	31.506	1	31.506
9.5	15.807	0.5	7.904
9.75	10.793	1	10.793
FP	0	0.25	0
		S	2351.282

a. Displasment perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 96.05 \times 16.65 \times 6.75 \times 0,7 \\
 &= 7556.374 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Volume displasment main part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times L_{pp}/10 \times \Sigma \\
 &= \frac{1}{3} \times 96.05/10 \times 2351,282 \\
 &= 7528,02 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Koreksi penyimpangan volume displacement body plan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol.Displ.Perencanaantotal} - \text{Vo.Displ.awal}}{\text{Vol.Displ.Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{7556.374 - 7528.02}{7528,02} \times 100\% \\
 &= 0.0037 \quad \times \quad 100 \\
 &= 0.377\% < 5 \quad \% \quad (\text{Memenuhi syarat})
 \end{aligned}$$

**F. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER DAN BANGUNAN ATAS**

## F.1. Perhitungan Chamber

$$\begin{aligned}\text{Chamber} &= 1/25 \times B \\ &= 1/25 \times 16,65 \\ &= 0,66 \text{ m} \\ &= 666 \text{ mm}\end{aligned}$$

## F.2. Tinggi Bulwark = 1,0 m

## F.3. Perhitungan Sheer Standart

## a. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned}1) \text{ AP} &= 25 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 25 (96.05/3 + 10) \\ &= 1050,42 \text{ mm} \\ 2) \text{ } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 11,1(96.05/3 + 10) \\ &= 466,385 \text{ mm} \\ 3) \text{ } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 2,8 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 2,8 (96.05/3 + 10) \\ &= 117,65 \text{ mm}\end{aligned}$$

## b. Bagian Midship (Tengan) = 0 m

## c. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned}1) \text{ FP} &= 50 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 50 (96.05/3 + 10) \\ &= 2100,83 \text{ mm} \\ 2) \text{ } 1/6 \text{ Lpp dari FP} &= 22,2 (L_{pp}/3+10) \\ &= 22,2 (96.05/3 + 10) \\ &= 932,77 \text{ mm} \\ 3) \text{ } 1/3 \text{ Lpp dari FP} &= 5,6 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 5,6 (96.05/3 + 10) \\ &= 235,29 \text{ mm}\end{aligned}$$

## F.3. Rencana Bangunan Atas (Menurut metode Varian)

## a. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{Lpp}{500} + 0,48 \\
 &= \frac{96.05}{500} + 0,48 \\
 &= 0,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak yang diambil = 0,6 m

Untuk Lpp = 96.05 m

$$\begin{aligned}
 \text{Maka} &= 0,6 \times 150 \text{ Jarak gading} = 90 \text{ m} \\
 &= \underline{0,55 \times 11 \text{ Jarak gading}} = \underline{6.05 \text{ m} +} \\
 &\qquad\qquad\qquad Lpp = 96.05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## b. Poop Deck (Geladak Kimbul)

Panjang Poop Deck (20 % - 30 %) Lpp dari AP

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 30 \% \times Lpp \\
 &= 30 \% \times 96.05 \\
 &= 28.81, \text{ direncanakan } 29 \text{ m dari AP}
 \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$\begin{aligned}
 0.55 \times 5 &= 2.75 \text{ m} \\
 \underline{0.6 \times 44} &= \underline{26.4 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

49 jarak gading dari AP = 29,15 m

Tinggi poop deck 2,0 s/d 2,4 m, direncanakan 2,2 m dari main deck bentuk disesuaikan dengan bentuk buttock line.

## c. Fore Castle Deck (Deck Akil)

Panjang fore castle deck (10% - 15 %) Lpp dari FP

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 15 \% \times Lpp \\
 &= 15 \% \times 96.05 \\
 &= 14,407 \text{ m}, \text{ direncanakan } 14.7 \text{ m dari FP}
 \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$6 \text{ jarak gading} \times 0,55 = 3.3 \text{ m}$$

$$\underline{19 \text{ jarak gading} \times 0,6} = 11.4 \text{ m} +$$

$$25 \text{ jarak gading dari FP} = 14.7 \text{ m}$$

Tinggi deck akil 2,0 s/d 2,4 m diambil 2,2 m dari main deck.

**G. PERHITUNGAN UKURAN DAUN KEMUDI**

Perhitungan ukuran daun kemudi

Perhitungan kemudi menurut BKI 2006 Vol II (hal 14 Sec.14-1. A.3)

$$A = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times \frac{1,75 \times L \times T}{100} \quad (\text{m}^2)$$

Dimana :

A = Luas daun kemudi dalam m<sup>2</sup>

L = Panjang kapal = 96.05 m

T = Sarat kapal = 6,75 m

C<sub>1</sub> = Faktor untuk type kapal = 1,0

C<sub>2</sub> = Faktor untuk type kemudi = 1,0

C<sub>3</sub> = Faktor untuk profil kemudi = 0,8

C<sub>4</sub> = Faktor untuk rancangan type kemudi = 1, untuk kemudi dengan jet propeller.

Jadi :

$$A = 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,0 \times \frac{1,75 \times 96,05 \times 6,75}{100} \quad (\text{m}^2)$$

$$= 9,077 \text{ m}^2$$

Koreksi luas daun kemudi (Buku Perlengkapan kapal ITS hal 51) :

$$= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 6,2}} < \frac{A}{L_{pp} \times T} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 7,2}}$$

$$= \frac{0,023}{\sqrt{\frac{96,05}{0,7 \times 16,65} - 6,2}} < \frac{9,07}{96,05 \times 6,75} < \frac{0,03}{\sqrt{\frac{96,05}{0,7 \times 16,65} - 7,2}}$$

$$= \frac{0,023}{2,041} < \frac{9,07}{648,337} < \frac{0,03}{1,0134}$$

$$= 0,012 < 0,014 < 0,027 \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

## G.1. Ukuran Daun Kemudi

$$A = h \times b$$

Dimana : h = Tinggi daun kemudi

b = Lebar daun kemudi

Menurut ketentuan perlengkapan kapal ITS halaman 53 harga perbandingan h/b = 1,5 – 2,0

Diambil 2,0 sehingga  $2,0 = h/b \rightarrow h = 2,0 \times b$

$$A = h \times b$$

$$A = 2,0 \times b \times b$$

$$9,077 = 2,0 \times b^2$$

$$b = \sqrt{9,077/2,0}$$

$$= 2,130 \text{ m}$$

$$h = A/b$$

$$= 9,077/2,130$$

$$= 4,261 \text{ m}$$

$$\text{Maka } b = 2,130 \text{ m}$$

$$h = 4,261 \text{ m}$$

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan  $\leq 23 \%$ , diambil  $20 \%$  dari Seluruh luas kemudi (buku perlengkapan kapal hal 52)

$$A' = 23 \% \times A$$

$$= 23 \% \times 9,077$$

$$= 2,088 \text{ m}^2$$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal  $\leq 35 \%$  dari lebar sayap kemudi (buku perlengkapan kapal hal 52). Di ambil  $35 \%$

$$b' = 32 \% \times b$$

$$= 32 \% \times 2,130$$

$$= 0,682 \text{ m}$$

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

- Luas daun kemudi (A) = 9,077 m<sup>2</sup>
- Luas bagian balansir (A') = 2,088 m<sup>2</sup>
- Tinggi daun kemudi (h) = 4,261 m
- Lebar daun kemudi (b) = 2,130 m
- Lebar bagian balansir (b') = 0,682 m

### G.2. Perhitungan Gaya Kemudi

Menurut BKI 2006 Vol II (hal 14-3 Sec B.1.1) tentang gaya kemudi adalah :

$$C_r = 132 \times A \times V^2 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_t \quad (\text{N})$$

Dimana :

$$A = \text{Luas daun kemudi} = 9,077 \text{ m}^2$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = 14 \text{ Knots}$$

$$k_1 = \text{Koefisien yang bergantung pada aspek ratio } (\Delta)$$

$$\begin{aligned} \Delta &= h^2/A \\ &= (4,261)^2/9,077 \\ &= 2 \text{ diambil } 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{\Delta + 2}{3} \\ &= \frac{2 + 2}{3}, \text{ dimana besarnya } \Delta \text{ tidak boleh lebih dari } 2 \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

$$k_2 = \text{Koefisien yang tergantung dari type kemudi} = 1,1$$

$$k_3 = 1,15 \text{ untuk kemudi dibelakang propeller}$$

$$k_t = 1,0 \text{ (normal)}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} C_r &= 132 \times 9,077 \times (14)^2 \times 1,33 \times 1,1 \times 1,15 \times 1,0 \\ &= 396085,043 \text{ N} \end{aligned}$$

**H. PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI**

## H.1. Modulus Penampang Sepatu Kemudi

Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu Z, menurut BKI 2006 Vol II hal 13-3

Dimana :

B1 = Gaya kemudi dalam resultan

$$B1 = Cr / 2$$

Cr = Gaya Kemudi

$$Cr = 396085,043 \text{ N}$$

$$B1 = \frac{396085,043}{2}$$

$$= 198042,5 \text{ N}$$

X = Jarak masing-masing irisan penampang yang bersangkutan terhadap sumbu kemudi

$$X = 0,5 \times L_{50} \text{ (X minimum)}$$

$$L_{50} = L \text{ (X maximum)}$$

Dimana :

$$L_{50} = \frac{Cr}{Pr \times 10^3}$$

$$\text{Dimana } Pr = \frac{Cr}{L_{10} \times 10^3}$$

$$L_{10} = \text{Tinggi daun kemudi } h = 4,261 \text{ m}$$

$$Pr = \frac{396085,043}{4,261 \times 10^3}$$

$$= 92,963 \text{ N/m}$$

$$L_{50} = \frac{Cr}{Pr \times 10^3}$$

$$L_{50} = \frac{396085,043}{92,963 \times 10^3}$$

$$= 4,261 \text{ m, di ambil } 2,75 \text{ m} = 5 \times \text{jarak gading } 0,55 \text{ m}$$

$$X \text{ min} = 0,5 \times L_{50}$$

$$= 0,5 \times 2,75$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$k = \text{Faktor bahan} = 1,0$$

$$W_z = \frac{B \times X \times k}{80}$$

$$= \frac{198042,5 \times 1,38 \times 1,0}{80}$$

$$= 3403,856 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 1/3 \times W_z$$

$$= 1/3 \times 3403,856$$

$$= 1134,619 \text{ cm}^3$$

H.2. Perencanaan profil sepatu kemudi dengan plat dengan ukuran sebagai berikut :

$$\text{Tinggi (h)} = 31 \text{ cm} = 310 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (s)} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (b)} = 270 \text{ mm}$$

No	B	H	F = b x h	a	F x a <sup>2</sup>	Iz = 1/12 x b x h <sup>3</sup>
I	27	5	135		0	281.25
II	5	21	105	11	12705	3858.750
III	5	21	105	0	0	3858.750
IV	5	21	105	11	12705	3858.750
V	27	5	135	0	0	281.25
				$\Sigma_1$	25410	$\Sigma_2$ 12138.750

$$I_z = \Sigma_1 + \Sigma_2$$

$$= 25410 + 12138,750$$

$$= 37548,75 \text{ cm}^4$$

Harga  $W_z$  yang akan direncanakan

$$W_z' = I_z / A_{max}, \text{ dimana } A_{max} = 12 \text{ cm}$$

$$= 37548,75 / 12$$

$$= 3413,523 \text{ cm}^3$$

$$W_z < W_z'$$

$$3403,856 < 3413,523$$



Koreksi perhitungan Wz

$$\begin{aligned} &= \frac{Wz.Perencanaan. - Wz.Perhitungan}{Wz.Perhitungan} \times 100\% \\ &= \frac{3413,523 - 3403,856}{3403,856} \times 100\% \\ &= 0,0028 \times 100\% \\ &= 0,28 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat}) \end{aligned}$$

**I. STERN CLEARANCE**

Ukuran diameter propeller ideal adalah  $(0,6 - 0,7) T$

Dimana  $T =$  Sarat kapal

Diambil  $0,6 \times T$

D Propeller Ideal adalah

$$= 0,6 \times T$$

$$= 0,6 \times 6,75$$

$$= 4,388 \text{ m}$$

R (Jari – jari Propeller)

$$= 0,5 \times D \text{ Propeller}$$

$$= 0,5 \times 4,388$$

$$= 2,194 \text{ m}$$

Diameter Boss Propeller

$$= 1/6 \times D$$

$$= 1/6 \times 4,388$$

$$= 0,731 \text{ m}$$

Menurut konstruksi lambung BKI, untuk kapal baling - baling tunggal jarak minimal antara baling – baling dengan linggi buritan menurut aturan konstruksi BKI 2006 Vol II Sec 13 – 1 adalah sebagai berikut :

a.  $0,1 \times D = 0,1 \times 4,388$   
 $= 0,439 \text{ m}$

b.  $0,09 \times D = 0,09 \times 4,388$   
 $= 0,395 \text{ m}$

c.  $0,17 \times D = 0,17 \times 4,388$   
 $= 0,746 \text{ m}$

d.  $0,15 \times D = 0,15 \times 4,388$   
 $= 0,658 \text{ m}$

e.  $0,18 \times D = 0,18 \times 4,388$   
 $= 0,790 \text{ m}$

f.  $0,04 \times D = 0,04 \times 4,388$   
 $= 0,176 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{g. } 2'' - 3'' \text{ Diambil } 3'' &= 3 \times 0,0254 \\ &= 0,076 \end{aligned}$$

Jarak poros propeller dengan Base Line adalah :

$$\begin{aligned} &= R \text{ Propeller} + f + \text{Tinggi sepatu kemudi} \\ &= 2,194 + 0,176 + 0,310 \\ &= 2,769 \text{ m} \end{aligned}$$

**J. STEM SHIP**

Bagian haluan kapal dan lebih jelasnya dalam gambar

**K. STERN SHIP**

Bagian buritan kapal dan lebih jelasnya dalam gambar