

**PERHITUNGAN RENCANA GARIS  
(LINES PLAN)**

**A. PERHITUNGAN DASAR**

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

$$Lwl = Lpp + 2 \% \times Lpp$$

$$Lwl = 113 + 2 \% \times 113$$

$$Lwl = 115,26 \text{ m}$$

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

$$L \text{ Displ} = 0,5 \times (Lwl + Lpp)$$

$$L \text{ Displ} = 0,5 \times (115,26 + 113)$$

$$L \text{ Displ} = 114,13 \text{ m}$$

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

$$Cm = 0,90 + 0,10 \times \sqrt{Cb}$$

$$Cm = 0,90 + 0,10 \times \sqrt{0,69}$$

$$Cm = 0,98 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\ (Cm = 0,95 \sim 0,99)$$

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

$$Cp = \frac{Cb}{Cm}$$

$$Cp = \frac{0,69}{0,98}$$

$$Cp = 0,70 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\ (Cp = 0,68 \sim 0,82)$$

A.5. Coefisien Garis Air ( $C_w$ ) Formula Troast

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

$$C_w = \sqrt{0,69 - 0,025}$$

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

A.6. Luas Garis Air ( $A_{wl}$ )

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

$$A_{wl} = 115,26 \times 18,20 \times 0,81$$

$$A_{wl} = 1699,163 \text{ m}^2$$

A.7. Luas Midship ( $A_m$ )

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

$$A_m = 18,20 \times 7,23 \times 0,98$$

$$A_m = 128,950 \text{ m}^2$$

A.8. Volume Displacement ( $C_{Displ}$ )

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

$$V_{Displ} = 113 \times 18,20 \times 7,23 \times 0,69$$

$$V_{Displ} = 10259,76 \text{ m}^3$$

A.9. Coefisien Prismatic Displacement ( $C_p$  Displ)

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

$$C_p \text{ Displ} = \left( \frac{113}{114,13} \right) \times 0,70$$

$$C_p \text{ Displ} = 0,69$$

## 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 :

$$D = 10259,76 \times 1,025 \times 1,004$$

$$D = 10558,32 \text{ Ton}$$

**B. MENENTUKAN LETAK LCB**

B.1. Dengan menggunakan Cp Displacement pada grafik NSP pada Cp Displacement = 0,685 didapat letak titik LCB (Longitudinal Centre Bouyancy) = 0,52 % x L Displ. Dimana L Displ = 113,12 m.

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

$$Cp \text{ Displ} = \left( \frac{113}{114,13} \right) \times 0,70$$

$$Cp \text{ Displ} = 0,69$$

a. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$LCB \text{ Displ} = 0,52 \% \times L \text{ Displ}$$

$$LCB \text{ Displ} = 0,0052 \times 114,13$$

$$LCB \text{ Displ} = 0,593 \text{ m} \Rightarrow \text{(Di depan midship } L_{pp})$$

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

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

$$\phi \text{ Displ} = 0,5 \times 114,13$$

$$\phi \text{ Displ} = 57,065 \text{ m}$$

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

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

$$\phi \text{ Lpp} = 0,5 \times 113$$

$$\phi \text{ Lpp} = 56,5 \text{ m}$$

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

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

$$= 57,065 - 56,5$$

$$= 0,565 \text{ m (di depan } \phi \text{ Lpp)}$$

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

$$= 0,593 - 0,565$$

$$= 0,028 \text{ m} \Rightarrow \text{(Di belakang } \phi \text{ Lpp)}$$

B.2. Menurut Diagram NSP Dengan Luas Tiap Station ( $A_m$ ) = 128,950 m<sup>2</sup>

No.Ord	%	% terhadap $A_m$	F.S	Hasil	F.M	Hasil
AP	0	0	1	0	-10	0
1	0,10	12,895	4	51,580	-9	-464,220
2	0,290	37,396	2	74,791	-8	-598,328
3	0,490	63,186	4	252,742	-7	-1769,194
4	0,690	88,976	2	177,951	-6	-1067,706
5	0,840	108,318	4	433,272	-5	-2166,360
6	0,930	119,924	2	239,847	-4	-959,388
7	0,980	126,371	4	505,484	-3	-1516,452
8	0,990	127,661	2	255,321	-2	-510,642
9	1	128,950	4	515,800	-1	-515,800
						$\Sigma_2 = -9568,090$
10	1	128,950	2	257,900	0	0
11	1	128,950	4	515,800	1	515,800
12	1	128,950	2	257,900	2	515,800
13	0,980	126,371	4	505,484	3	1516,452
14	0,940	121,213	2	242,426	4	969,704
15	0,860	110,897	4	443,588	5	2217,940
16	0,740	95,423	2	190,846	6	1145,076
17	0,540	69,633	4	278,532	7	1949,724
18	0,330	42,554	2	85,107	8	680,856
19	0,125	16,119	4	64,475	9	580,275
FP	0	0	1	0	10	0
					$\Sigma_1 = 5389,846$	$\Sigma_3 = 10091,627$

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

$$h = \frac{114,13}{20}$$

$$h = 5,705 \text{ m}$$

b. Volume Displacement

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

$$V \text{ Displ} = \frac{1}{3} \times 5,705 \times 5389,846$$

$$V \text{ Displ} = 10247,68 \text{ m}^3$$

c. Letak LCB NSP

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

$$LCB \text{ NSP} = \frac{-9568,090 + 10091,627}{5219,896} \times 5,705$$

$$LCB \text{ NSP} = 0,566 \text{ m}$$

d. Koreksi prosentase penyimpangan LCB

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

$$= \frac{0,599 - 0,566}{114,13} \times 100 \%$$

$$= 0,00028 \times 100 \%$$

$$= 0,028 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

e. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displ

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

$$= \frac{10259,76 - 10247,68}{10259,76} \times 100 \%$$

$$= 0,0011 \times 100 \%$$

$$= 0,11 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

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

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

$$= \left( \frac{0,039}{113} \right) \times 100 \%$$

$$= 0,053 \%$$

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

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

Dimana :

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

$$= 0,70 + (1,40 + 0,70) \times 0,00053$$

$$= 0,701$$

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

$$= 0,70 - (1,40 + 0,70) \times 0,00053$$

$$= 0,698$$

Tabel CSA lama menurut Van Lamerent (*Lama*) Am = 128,950 m<sup>2</sup>

No. Ord	% Luas Station	% Luas station thd Am
AP	0	0
0,25	0,08	10,316
0,5	0,17	21,922
0,75	0,268	34,559
1	0,367	47,325
1,5	0,561	72,341
2	0,727	93,747
2,5	0,855	110,252
3	0,938	120,955
4	0,997	128,563
5	1	128,950
6	0,993	128,047
7	0,913	117,731
7,5	0,819	105,610
8	0,684	88,202
8,5	0,516	66,538
9	0,333	42,940
9,25	0,241	31,077
9,5	0,153	192970
9,75	0,07	9,027
FP	0	0
		$\Sigma = 1377,831$



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

$$A_m = 128,950 \text{ m}^2$$

No. Ord	% Luas station	Luas station thd AM	F.S	Hasil	F.M	Hasil	
AP	0,030	3,917	0,25	0,979	-5	-4,896	
0,25	0,070	9,087	1	9,087	-4,75	-43,163	
0,5	0,154	19,087	0,5	9,910	-4,5	-44,595	
0,75	0,242	31,196	1	31,196	-4,25	-132,583	
1	0,334	43,088	0,75	32,316	-4	-129,264	
1,5	0,518	66,740	2	133,480	-3,5	-467,180	
2	0,686	88,449	1	88,449	-3	-265,347	
2,5	0,821	105,889	2	211,778	-2,5	-529,445	
3	0,915	118,026	1,5	177,039	-2	-354,078	
4	0,995	128,353	4	513,412	-1	-513,412	
5	1	128,950	2	257,908	0	0	
					$\Sigma_2 = -2483,964$		
6	0,999	128,863	4	515,452	1	515,452	
7	0,940	121,226	1,5	181,839	2	363,678	
7,5	0,857	110,480	2	220,960	2,5	552,400	
8	0,728	93,931	1	93,931	3	281,793	
8,5	0,562	72,512	2	145,024	3,5	507,584	
9	0,367	47,386	0,75	35,540	4	142,158	
9,25	0,268	34,590	1	34,590	4,25	117,008	
9,5	0,170	21,925	0,5	10,963	4,5	49,331	
9,75	0,080	10,298	1	10,298	4,75	48,916	
FP	0	0	0,25	0	5	0	
				$\Sigma_1 =$	2714,150	$\Sigma_3 =$	2608,319

$$\begin{aligned}
 \text{a. } h &= \frac{Lpp}{10} \\
 &= \frac{113}{10} \\
 &= 11,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= \frac{1}{3} \times \frac{Lpp}{10} \times \Sigma_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{113}{10} \times 2714,150 \\
 &= 10213,076 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times h \\
 &= \frac{-2483,964 + 2608,319}{2714,150} \times 11,3 \\
 &= 0,518 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	3,917	1	3,917	0	0
Y	1,959	4	7,834	1	7,834
A	0	1	0	2	0
			$\Sigma_1 =$	$\Sigma_2 =$	
			11,751	7,834	

$$\begin{aligned}e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\ &= \frac{115,26 - 113}{2} \\ &= 1,13 \text{ m}\end{aligned}$$

e. Volume Cant Part

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{3} \times e \times \Sigma_1 \\ &= \frac{1}{3} \times 1,13 \times 11,751 \\ &= 4,426 \text{ m}^3\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} \times e \\ &= \frac{7,834}{11,751} \times 1,13 \\ &= 0,753 \text{ m}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{2} \times Lpp + \text{LCB Cant Part} \\ &= \frac{1}{2} \times 113 + 0,753 \\ &= 57,253 \text{ m}\end{aligned}$$

h. Volume Displacement total

$$\begin{aligned} V \text{ Displ Total} &= V \text{ Displ Main Part} + V \text{ Displ Cant Part} \\ &= 10213,076 + 4,426 \\ &= 10217,502 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{(LCB.MP \times Vol.MP) + (LCB.CP \times Vol.CP)}{Vol.Displ \text{ Awal}} \\ &= \frac{(0,518 \times 10217,502) + (57,253 \times 4,430)}{10217,502} \\ &= 0,542 \text{ m} \end{aligned}$$

#### B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

a. Koreksi untuk Volume Displacement

$$\begin{aligned} &= \frac{Volume.Total. + Volume.Displacement.Awal}{Volume.Displacement.Awal} \times 100 \% \\ &= \frac{10217,502 - 10259,760}{10259,760} \times 100 \% \\ &= 0,411\% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned} &= \frac{LCB.Awal - LCB.Total.TerhadapMidshipLpp}{Lpp} \times 100 \% \\ &= \frac{0,542 - 0,028}{112} \times 100 \% \\ &= -0,455 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

**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,  $Q_f$  = 0,710

Dari grafik Latsiun sudut masuk =  $14^\circ$

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

Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh =  $14^\circ + 3^\circ = 17^\circ$

## C.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No. Ord	Y = 0,5 B	F.S	Hasil
AP	4,850	0,25	1,213
0,25	6,540	1	6,540
0,5	6,998	0,5	3,499
0,75	7,262	1	7,262
1	7,500	0,75	5,625
1,5	7,890	2	15,780
2	8,218	1	8,218
2,5	8,474	2	16,948
3	8,703	1,5	13,055
4	9,100	4	36,400
5	9,100	2	18,200
6	9,100	4	36,400
7	8,584	1,5	12,876
7,5	7,343	2	14,686
8	6,302	1	6,302
8,5	5,507	2	11,014
9	3,672	0,75	2,754
9,25	2,754	1	2,754
9,5	1,837	0,5	0,919
9,75	0,918	1	0,918
FP	0	0,25	0
			$\Sigma = 221,362$

a. Luas garis air pada Main Part

$$\begin{aligned}
 \text{AWL MP} &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{L_{pp}}{10} \right) \times \Sigma \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left( \frac{113}{10} \right) \times 221,362 \\
 &= 1667,590 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Rencana bentuk garis air pada Cant Part

No Ord	0,5 B	FS	Hasil
AP	4,850	1	4,850
½ AP	3,042	4	12,168
0	0	1	0
			$\Sigma_1 = 17,018$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{115,26 - 113}{2} \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Awl Cp} &= 2 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times 1,13 \times 17,018 \\
 &= 38,4607 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

f. Luas total garis air (Awl Total)

$$\begin{aligned}
 \text{Awl Total} &= \text{Luas Main Part} + \text{Luas Cant Part} \\
 &= 1667,590 + 38,4607 \\
 &= 1706,051 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

g. Koreksi luas garis air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Luas.Total.} - \text{Luas.Awal}}{\text{Luas.Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{1706,051 - 1699,163}{1699,163} \times 100 \% \\
 &= 0,405 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

**D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA**

Dimana :

$$B = 18,20 \text{ m}$$

$$H = 9,40 \text{ m}$$

$$T = 7,23 \text{ m}$$

$$A = \text{Rise Of Floor}$$

$$= 0,01 \times B$$

$$= 0,01 \times 18,20$$

$$= 0,182 \text{ m}$$

$$R = \text{Jari – jari Bilga}$$

$$M = \text{Titik pusat kelelngkungan bilga}$$

**D.1. Dalam Segitiga ABC**

$$\text{Tg } \alpha_2 = \frac{AB}{BC} = \frac{9,050}{0,181}$$

$$\alpha_2 = 88,854^\circ$$

$$\alpha_1 = 0,5 \times (180 - \alpha_2)$$

$$= 0,5 \times (180 - 88,854)$$

$$= 0,5 \times 88,85$$

$$= 45,425^\circ$$

**D.2. Perhitungan****a. Luas Trapesium ACED**

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

$$= 0,5 \times 18,20 \times 0,5 \{7,23 + (7,23 - 0,182)\}$$

$$= 64,965 \text{ m}^2$$

**b. Luas AFHEDA**

$$= \frac{1}{2} \text{ Luas Midship}$$

$$= \frac{1}{2} \times B \times T \times C_m$$

$$= \frac{1}{2} \times 18,20 \times 7,23 \times 0,98$$

$$= 64,477 \text{ m}^2$$



c. Luas FGHCF

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas trapesium ACED} - \text{Luas AFHEDA} \\
 &= 64,965 - 64,477 \\
 &= 0,488 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

d. Luas FCG

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times \text{Luas FGHCF} \\
 &= \frac{1}{2} \times 0,488 \\
 &= 0,244 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

e. Luas MFC

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

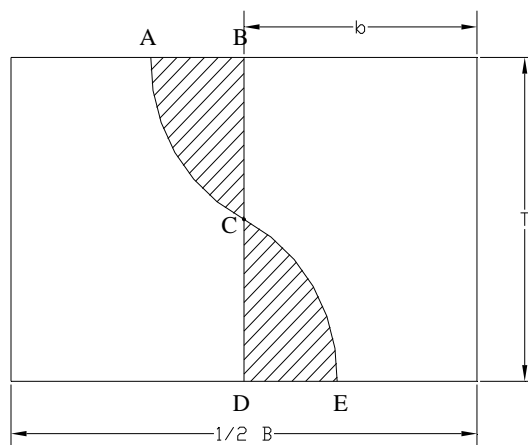
$$\begin{aligned}
 \text{Luas juring MFG} &= \alpha_1/360 \times \pi R^2 \\
 &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\
 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2)
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 64,965 - 64,477 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2) \\
 0,488 &= (0,5 R^2 \text{ Tg } 44,4) - (44,4/360 \times 3,14 R^2) \\
 0,488 &= 0,377 R^2 \\
 R^2 &= 1,295 \\
 R &= 1,138 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**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

$$T = 7,23 \text{ m}$$

$$2 T = 14,46 \text{ m}$$

No. Ord	Luas Station	B = Luas station/2T	Y = 0,5 B
AP	3,917	0,271	4,850
0,25	9,087	0,628	6,540
0,5	19,087	1,371	6,998
0,75	31,196	2,157	7,262
1	43,088	2,980	7,500
1,5	66,740	4,615	7,890
2	88,449	6,117	8,218
2,5	105,889	7,323	8,474
3	118,026	8,162	8,703
4	128,353	8,876	9,100
5	128,950	8,912	9,100
6	128,863	8,912	9,100
7	121,226	8,384	8,584
7,5	110,480	7,640	7,343
8	93,931	6,496	6,302
8,5	72,512	5,015	5,507
9	47,386	3,277	3,672
9,25	34,590	2,392	2,754
9,5	21,925	1,516	1,837
9,75	10,298	0,712	0,918
FP	0	0	0

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

Pada Main Part

No. Ord	Luas Station	F.S	Hasil
AP	3,917	0,25	0,979
0,25	9,087	1	9,087
0,5	19,087	0,5	9,910
0,75	31,196	1	31,196
1	43,088	0,75	32,316
1,5	66,740	2	133,480
2	88,449	1	88,449
2,5	105,889	2	211,778
3	118,026	1,5	177,039
4	128,353	4	513,412
5	128,950	2	257,900
6	128,863	4	515,452
7	121,226	1,5	181,839
7,5	110,480	2	220,960
8	93,931	1	93,931
8,5	72,512	2	145,024
9	47,386	0,75	35,540
9,25	34,590	1	34,590
9,5	21,925	0,5	10,963
9,75	10,298	1	10,208
FP	0	0,25	0
$\Sigma =$			2174,14

a. Displasment perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 113 \times 18,20 \times 7,23 \times 0,69 \\
 &= 10259.760 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Volume displasment main part

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times L_{pp}/10 \times \Sigma \\
 &= 1/3 \times 113/10 \times 2636,520 \\
 &= 0,333 \times 11,3 \times 2174,14 \\
 &= 10223,269 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	3,917	1	3,917	0	0
Y	1,959	4	7,834	1	7,834
A	0	1	0	2	0
			$\Sigma_1 =$	$\Sigma_2 =$	
			11,751	7,834	

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_{wl} - L_{pp}}{2} \\
 &= \frac{115,26 - 113}{2} \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Volume Cant Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times e \times \Sigma_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 1,13 \times 11,751 \\
 &= 4,426 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

h. Volume Displacement total

$$\begin{aligned} V \text{ Displ Total} &= V \text{ Displ Main Part} + V \text{ Displ Cant Part} \\ &= 10223,269 + 4,426 \\ &= 10227,695 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

g. Koreksi penyimpangan volume displacement body plan

$$\begin{aligned} &= \frac{Vol.Displ.awal - Vo.Displ.total}{Vol.Displ.Awal} \times 100\% \\ &= \frac{10259,760 - 10227,695}{10259,760} \times 100\% \\ &= 0,31\% < 0,5\% (\text{Memenuhi Syarat}) \end{aligned}$$

## F. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER DAN BANGUNAN ATAS

F.1. Perhitungan Chamber

$$\begin{aligned} \text{Chamber} &= 1/50 \times B \\ &= 1/50 \times 18,20 \\ &= 0,364 \text{ m} \end{aligned}$$

F.2. Perhitungan Sheer Standart

a. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned} 1) \text{ AP} &= 25 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 25 (113/3 + 10) \\ &= 1191,67 \text{ mm} \\ 2) \text{ 1/6 Lpp dari AP} &= 11,1 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 11,1(113/3 + 10) \\ &= 529,10 \text{ mm} \\ 3) \text{ 1/3 Lpp dari AP} &= 2,8 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 2,8 (113/3 + 10) \\ &= 133,47 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Bagian Midship (Tengan) = 0 m

## c. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned}
 1) \text{ FP} &= 50 (L_{pp}/3 + 10) \\
 &= 50 (113/3 + 10) \\
 &= 2383,33 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ } 1/6 \text{ Lpp dari FP} &= 22,2 (L_{pp}/3+10) \\
 &= 22,2 (113/3 + 10) \\
 &= 1058,20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ } 1/3 \text{ Lpp dari FP} &= 5,6 (L_{pp}/3 + 10) \\
 &= 5,6 (113/3 + 10) \\
 &= 266,93 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

## a. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{L_{pp}}{500} + 0,48 \\
 &= \frac{113}{500} + 0,48 \\
 &= 0,71 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak yang diambil = 0,7 m

Untuk Lpp = 113 m

$$\begin{aligned}
 \text{Maka} &= 0,7 \times 160 \text{ Jarak gading} = 112 \text{ m} \\
 &= \frac{0,5 \times 2 \text{ Jarak gading}}{L_{pp}} = 1 \text{ m} + \\
 &L_{pp} = 113
 \end{aligned}$$

## b. Poop Deck (Geladak Kimbul)

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

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 28 \% \times L_{pp} \\
 &= 0,28 \times 113 \\
 &= 31,075 \text{ m, } = 31 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$40 \text{ jarak gading} \times 0,7 = 28 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 6 \text{ jarak gading} \times 0,5 &= 3 \text{ m} + \\ \hline &= 31 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 12 \% \times Lpp \\ &= 12\% \times 113 \\ &= 14 \text{ m} \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$15 \text{ jarak gading} \times 0,7 = 10,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 7 \text{ jarak gading} \times 0,5 &= 3,5 \text{ m} + \\ \hline &= 14 \text{ m} \end{aligned}$$

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

Jarak gading pada midship

$$0,7 \times 145,3 \text{ gading} = 101,71$$

Jarak sekat tubrukan

$$\text{Jarak minimum} = 0,05 \times 113 = 5,65 \text{ m}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 0,08 \times 113 = 9,04 \text{ m}$$

$$\text{jarak sekat tubrukan} = \frac{5,65 \times 9,04}{2} = 7,35 \text{ m}^2$$

2



**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 = 113,00 m

T = Sarat kapal = 7,23 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 = 1,0

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

Jadi :

$$A = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times \frac{1,75 \times 113,00 \times 7,23}{100} \quad (\text{m}^2)$$

$$= 14,297 \text{ m}^2$$

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

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

$$= \frac{0,023}{\sqrt{\frac{113,00}{0,69 \times 18,20} - 6,2}} < \frac{14,297}{113,00 \times 7,23} < \frac{0,03}{\sqrt{\frac{113,00}{0,69 \times 18,20} - 7,2}}$$

$$= \frac{0,023}{1,426} < \frac{13,974}{798,56} < \frac{0,03}{1,238}$$

$$= 0,016 < \mathbf{0,017} < 0,024 \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

## 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 1,5 sehingga  $1,5 = h/b \rightarrow h = 1,5 \times b$

$$A = h \times b$$

$$A = 1,5 \times b \times b$$

$$14,297 = 1,5 \times b^2$$

$$b = \sqrt{14,297 / 1,5}$$

$$= 2,818 \text{ m}$$

$$h = A/b$$

$$= 14,297 / 2,818$$

$$= 5,073 \text{ m}$$

$$\text{Maka } b = 2,818 \text{ m}$$

$$h = 5,073 \text{ m}$$

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

$$A' = 20 \% \times A$$

$$= 20 \% \times 14,297$$

$$= 2,859 \text{ m}^2$$

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

$$b' = 30 \% \times b$$

$$= 30 \% \times 2,818$$

$$= 0,845 \text{ m}$$

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

- Luas daun kemudi (A) = 14,297 m<sup>2</sup>
- Luas bagian balansir (A') = 2,859 m<sup>2</sup>
- Tinggi daun kemudi (h') = 5.073 m
- Lebar daun kemudi (b') = 2,818 m
- Lebar bagian balansir = 0,845 m

### G.2. Perhitungan Gaya Kemudi

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

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

Dimana :

$$A = \text{Luas daun kemudi} = 14,297 \text{ m}^2$$

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

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

$$\begin{aligned} \Delta &= h^2/A \\ &= (5.073)^2 / 14,297 \\ &= 1,80 \text{ diambil } 1,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= \frac{\Delta + 2}{3} \\ &= \frac{1,8 + 2}{3}, \text{ dimana besarnya } \Delta \text{ tidak boleh lebih dari } 2 \\ &= 1,267 \end{aligned}$$

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

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

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

Jadi :

$$\begin{aligned} C_r &= 132 \times 14,297 \times (14)^2 \times 1,267 \times 1,1 \times 1,15 \times 1,0 \\ &= 74639,659 \text{ N} \end{aligned}$$

**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 = 74639,659 N

$$B1 = \frac{74639,659}{2}$$

$$= 37319,829 \text{ N}$$

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

X = 0,5 x L<sub>50</sub> (X minimum)

L<sub>50</sub> = L (X maximum)

Dimana :

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

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

L<sub>10</sub> = Tinggi daun kemudi h = 5,073 m

$$Pr = \frac{74639,659}{5,073 \times 10^3}$$

$$= 14,713 \text{ N/m}$$

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

$$L_{50} = \frac{74639,659}{14,713 \times 10^3}$$

$$= 5,07 \text{ m, di ambil } 2,1 \text{ m} = 3 \times \text{jarak gading } 0,7 \text{ m}$$

$$X_{\min} = 0,5 \times L50$$

$$= 0,5 \times 2,1$$

$$= 1,05 \text{ m}$$

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

$$W_z = \frac{B1 \times X \times k}{80}$$

$$= \frac{37319,829 \times 1,05 \times 1,0}{80}$$

$$= 489,823 \text{ cm}^3$$

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

$$= 1/3 \times 489,823$$

$$= 163,274 \text{ cm}^3$$

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

$$\text{Tinggi (h)} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (s)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (b)} = 210 \text{ mm}$$

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	21	2,9	60,9	0	0	42,681
II	2,9	14,2	41,18	9,05	3372,74	691,961
III	2,9	14,2	41,18	0	0	691,961
IV	2,9	14,2	41,18	9,05	3372,74	691,961
V	21	2,9	60,9	0	0	42,681
					$\Sigma_1 = 6745,49$	$\Sigma_2 = 2161,245$

$$I_z = \Sigma_1 + \Sigma_2$$

$$= 6745,49 + 2161,245$$

$$= 8906,735 \text{ cm}^4$$

Harga  $W_z$  yang akan direncanakan

$$\begin{aligned} W_z' &= I_z / A_{max}, \text{ dimana } A_{max} = 9,05\text{m} \\ &= 8906,735 / 9,05 \\ &= 492,085 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_y' &= W_z' / 3 \\ &= 492,085 / 3 \\ &= 164,028 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Koreksi perhitungan  $W_z$

$$\begin{aligned} &= \frac{W_z.Pencanaan. - W_z.Perhitungan}{W_z.Perhitungan} \times 100\% \\ &= \frac{492,085 - 489,823}{489,823} \times 100\% \\ &= 0,46 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat}) \end{aligned}$$

## I. STERN CLEARANCE

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

Dimana T = Sarat kapal

Diambil 0,6 x T

D Propeller Ideal adalah

$$\begin{aligned} &= 0,65 \times T \\ &= 0,65 \times 7,23 \\ &= 4,700 \text{ m} \end{aligned}$$

R (Jari – jari Propeller)

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times D \text{ Propeller} \\ &= 0,5 \times 4,700 \\ &= 2,350 \end{aligned}$$

Diameter Boss Propeller

$$\begin{aligned} &= 1/6 \times D \\ &= 1/6 \times 4,700 \\ &= 0,783 \text{ m} \end{aligned}$$

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.  $0,1 \times D = 0,1 \times 4,700$   
 $= 0.470 \text{ m}$

b.  $0,09 \times D = 0,09 \times 4,700$   
 $= 0.423 \text{ m}$

c.  $0,17 \times D = 0,17 \times 4,700$   
 $= 0.799 \text{ m}$

d.  $0,15 \times D = 0,15 \times 4,700$   
 $= 0.705 \text{ m}$

e.  $0,18 \times D = 0,18 \times 4,700$   
 $= 0.846 \text{ m}$

f.  $0,04 \times D = 0,04 \times 4,700$   
 $= 0.188 \text{ m}$

g.  $2'' - 3''$  Diambil  $3'' = 0,35 \times 4,700$   
 $= 1,645$

Jarak poros propeller dengan Base Line adalah :

$$\begin{aligned} &= R \text{ Propeller} + f + \text{Tinggi sepatu kemudi} \\ &= 2,350 + 0,188 + 0,20 \\ &= 2.738 \text{ m} \end{aligned}$$