

BAB II
PERHITUNGAN RENCANA GARIS
(LINES PLAN)

A. PERHITUNGAN DASAR

A.1. Panjang Garis Air Muat (Lwl)

$$\begin{aligned}Lwl &= Lpp + 2 \% \times Lpp \\Lwl &= 113,00 + 2 \% \times 113,00 \\Lwl &= 115,26 \text{ m}\end{aligned}$$

A.2. Panjang Displacement (L.Displ)

$$\begin{aligned}L \text{ Displ} &= 0,5 \times (Lwl + Lpp) \\L \text{ Displ} &= 0,5 \times (115,26 + 113,00) \\L \text{ Displ} &= 114,13 \text{ m}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}Cm &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{Cb} \\Cm &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{0,69} \\Cm &= 0,98 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang besar} \\&\quad (Cm = 0,94 \sim 0,98)\end{aligned}$$

A.4. Coefisien Prismatic (Cp) Formula Troast

$$\begin{aligned}Cp &= \frac{Cb}{Cm} \\Cp &= \frac{0,69}{0,98} \\Cp &= 0,70 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang besar} \\&\quad (Cp = 0,68 \sim 0,82)\end{aligned}$$

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

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

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

$$C_w = 0,82 \Rightarrow \text{Memenuhi Syarat kapal barang sedang} \\ (C_w = 0,80 \sim 0,87)$$

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

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

$$A_{wl} = 115,26 \times 18,60 \times 0,82$$

$$A_{wl} = 1748,245 \text{ m}^2$$

A.7. Luas Midship (A_m)

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

$$A_m = 18,60 \times 7,23 \times 0,98$$

$$A_m = 132,20 \text{ m}^2$$

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

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

$$V_{Displ} = 113,00 \times 18,60 \times 7,23 \times 0,69$$

$$V_{Displ} = 10485,250 \text{ m}^3$$

A.9. Coefisien Prismatic Displacement (C_p Displ)

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

$$C_p \text{ Displ} = \left(\frac{113,00}{114,13} \right) \times 0,70$$

$$C_p \text{ Displ} = 0,695$$

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 :

$$D = 10485,250 \times 1,025 \times 1,004$$

$$D = 10790,37 \text{ Ton}$$

B. MENENTUKAN LETAK LCB

B.1. Dengan menggunakan Cp Displacement pada grafik NSP pada Cp Displacement = 0,683 didapat letak titik LCB (Longitudinal Centre Bouyancy) = 0,41 % x L Displ. Dimana L Displ = 99,665 m.

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

$$Cp \text{ Displ} = \left(\frac{113,00}{114,13} \right) \times 0,70$$

$$Cp \text{ Displ} = 0,695$$

a. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$LCB \text{ Displ} = 0,77 \% \times L \text{ Displ}$$

$$LCB \text{ Displ} = 0,0077 \times 114,13$$

$$LCB \text{ Displ} = 0,879 \text{ m}$$

b. Jarak midship (ϕ) 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 (ϕ) Lpp ke FP

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

$$\phi \text{ Lpp} = 0,5 \times 113,00$$

LINES PLAN

KM "SONIC SHIP" GC 4990 BRT

$$\phi \text{ Lpp} = 56,50 \text{ m}$$

d. Jarak antara midship (ϕ) L Displ dengan midship (ϕ) Lpp

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

$$= 57,065 - 56,50$$

$$= 0,565 \text{ m}$$

e. Jarak antara LCB terhadap midship (ϕ) Lpp

$$= 0,879 - 0,565$$

$$= 0,314 \text{ m} \Rightarrow (\text{Di depan } \phi \text{ Lpp})$$

B.2. Menurut Diagram NSP Dengan Luas Tiap Station (A_m) = 114,424 m²

No.Ord	%	% terhadap A_m	F.S	Hasil	F.M	Hasil
AP	0,000	0,0000	1	0,0000	-10	-0,0000
1	0,100	13,2201	4	52,880	-9	-475,92
2	0,280	37,0162	2	74,032	-8	-592,26
3	0,500	66,1004	4	264,402	-7	-1850,81
4	0,690	91,2185	2	182,437	-6	-1094,62
5	0,835	110,3877	4	441,551	-5	-2207,75
6	0,920	121,6247	2	243,249	-4	-973,00
7	0,965	127,5738	4	510,295	-3	-1530,89
8	0,990	130,8788	2	261,753	-2	-523,52
9	1	132,2008	4	528,803	-1	-528,80
10	1	132,2008	2	264,402	0	0,0000
						$\Sigma_2 = -9777,57$
11	1	132,2008	4	528,803	1	528,80
12	1	132,2008	2	264,402	2	528,80
13	0,995	131,5398	4	526,159	3	1278,48
14	0,955	126,2517	2	252,503	4	1010,01
15	0,890	117,6587	4	470,635	5	2353,13
16	0,750	99,1508	2	198,301	6	1189,81

LINES PLAN

KM "SONIC SHIP" GC 4990 BRT

17	0,550	72,7104	4	290,842	7	2035,89
18	0,335	44,2873	2	88,575	8	708,60
19	0,125	16,5251	4	66,100	9	594,90
FP	0,000	0,0000	1	0,0000	10	0,0000
			$\Sigma_1 = 5510,13$		$\Sigma_3 = 10528,47$	

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

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

$$h = 5,707 \text{ m}$$

b. Volume Displacement

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

$$V \text{ Displ} = \frac{1}{3} \times 5,707 \times 5510,13$$

$$V \text{ Displ} = 10481,18 \text{ m}^3$$

c. Letak LCB NSP

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

$$LCB \text{ NSP} = \frac{10528,47 + (-9777,57)}{5510,13} \times 5,707$$

$$LCB \text{ NSP} = 0,778 \text{ m}$$

d. Koreksi prosentase penyimpangan LCB

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

$$= \frac{0,879 - 0,778}{114,13} \times 100 \%$$

$$= 0,00088618 \times 100 \%$$

$$= 0,0886 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})$$

e. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displ

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol Displ Awal} - \text{Vol Displ NSP}}{\text{Vol Displ Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{10485,25 - 10481,18}{7834,84} \times 100 \% \\
 &= 0,0003 \times 100 \% \\
 &= 0,03 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{LCBLpp}{Lpp} \right) \times 100 \% \\
 &= \left(\frac{0,314}{113,00} \right) \times 100 \% \\
 &= 0,2777 \%
 \end{aligned}$$

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

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Qf &= Cp + (1,40 + Cp) \times e \\
 &= 0,70 + (1,40 + 0,70) \times 0,0028 \\
 &= 0,708
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Qa &= Cp - (1,40 + Cp) \times e \\
 &= 0,69 - (1,40 + 0,69) \times 0,0028 \\
 &= 0,696
 \end{aligned}$$

Tabel CSA lama menurut Van Lamerent (*Lama*) $A_m = 132,20 \text{ m}^2$

No. Ord	% Luas Station	% Luas station thd A_m
AP	0,000	0,0000
0,25	0,073	9,6507
0,5	0,159	21,0199
0,75	0,250	33,0502
1	0,344	45,4771
1,5	0,532	70,3308
2	0,699	92,4083
2,5	0,832	109,9911
3	0,922	121,8891
4	0,995	131,5398
5	1,000	132,2008
6	0,997	131,8042
7	0,936	123,7399
7,5	0,852	112,6351
8	0,723	95,5812
8,5	0,557	73,6358
9	0,364	48,1211
9,25	0,265	35,0332
9,5	0,168	22,2097
9,75	0,079	10,4439
FP	0,000	0,000
		$\Sigma = 1420,7618$

LINES PLAN

KM "SONIC SHIP" GC 4990 BRT

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

$$A_m = 105,806 \text{ m}^2$$

No. Ord	% Luas station	Luas station thd AM	F.S	Hasil	F.M	Hasil	
AP	0,017	2,25	0,25	0,56	-5	-5,63	
0,25	0,079	10,50	1	10,50	-4,75	-94,50	
0,5	0,168	25,25	0,5	11,13	-4,5	-89,00	
0,75	0,259	34,25	1	34,25	-4,25	-239,75	
1	0,359	47,50	0,75	35,63	-4	-213,75	
1,5	0,558	73,75	2	147,50	-3,5	-737,50	
2	0,735	99,50	1	99,50	-3	-398,00	
2,5	0,874	111,25	2	222,50	-2,5	-667,50	
3	0,964	124,50	1,5	186,75	-2	-373,50	
4	1,036	134,25	4	537,00	-1	-537,00	
5	1,038	134,25	2	268,50	0	0,0000	
					$\Sigma_2 = - 3356,13$		
6	1,027	134,25	4	537,00	1	537,00	
7	0,964	125,50	1,5	188,25	2	376,50	
7,5	0,866	111,50	2	223,00	2,5	669,00	
8	0,745	98,50	1	98,50	3	394,00	
8,5	0,579	76,50	2	153,00	3,5	765,00	
9	0,376	49,75	0,75	37,31	4	223,88	
9,25	0,274	36,25	1	36,25	4,25	253,75	
9,5	0,174	23,00	0,5	11,50	4,5	92,00	
9,75	0,085	11,25	1	11,25	4,75	101,25	
FP	0,000	0,00	0,25	0,00	5	0,00	
				$\Sigma_1 =$	2849,88	$\Sigma_3 =$	3412,38

$$\begin{aligned}
 \text{a. } h &= \frac{L_{pp}}{10} \\
 &= \frac{113,00}{10} \\
 &= 11,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= \frac{1}{3} \times \frac{L_{pp}}{10} \times \Sigma_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times \frac{113,00}{10} \times 2894,88 \\
 &= 10734,529 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times h \\
 &= \frac{-3356,13 + 3412,38}{2849,88} \times 11,3 \\
 &= 0,223 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	2,25	1	2,25	0	0
Y	1,125	4	4,50	1	4,50
A	0,00	1	0,00	2	0
$\Sigma_1 =$			6,75	$\Sigma_2 =$	4,50

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{115,26 - 113,00}{2} \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

e. Volume Cant Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times e \times \sum_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 1,13 \times 6,75 \\
 &= 2,543 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

f. LCB Cant Part terhadap (ϕ) AP

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times e \\
 &= \frac{4,5}{6,75} \times 1,13 \\
 &= 0,753 \text{ m}
 \end{aligned}$$

g. Jarak LCB Cant Part terhadap (ϕ) Lpp

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times Lpp + \text{LCB Cant Part} \\
 &= \frac{1}{2} \times 113,00 + 0,753 \\
 &= 57,253 \text{ m}
 \end{aligned}$$

h. Volume Displacement total

$$\begin{aligned} V \text{ Displ Total} &= V \text{ Displ Main Part} + V \text{ Displ Cant Part} \\ &= 10734,529 + 2,543 \\ &= 10737,072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

i. LCB total terhadap (ϕ) Lpp

$$\begin{aligned} &= \frac{(LCB.MP \times Vol.MP) + (LCB.CP \times Vol.CP)}{Vol.Displacemant.Awal} \\ &= \frac{(0,223 \times 10734,529) + (57,253 \times 2,543)}{10737,072} \\ &= 0,237 \text{ m} \end{aligned}$$

B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

a. Koreksi untuk Volume Displacement

$$\begin{aligned} &= \frac{Volume.Total. + Volume.Displacement.Awal}{Volume.Displacement.Awal} \times 100 \% \\ &= \frac{10737,072 - 10734,529}{10734,529} \times 100 \% \\ &= 0,02368 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned} &= \frac{LCB.Awal - LCB.Total.TerhadapMidshipLpp}{Lpp} \times 100 \% \\ &= \frac{0,237 - 0,314}{113,00} \times 100 \% \\ &= -0,06837 \% < 0,1 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

C. RENCANA BENTUK GARIS AIR**C.1. Perhitungan Besarnya Sudut Masuk (α)**

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

Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB, $Q_f = 0,708$

Dari grafik Latsiun sudut masuk $= 13^\circ$

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

Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh $= 13^\circ + 3^\circ = 16^\circ$

C.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No. Ord	Y = 0,5 B	F.S	Hasil
AP	2,60	0,25	0,65
0,25	4,05	1	4,05
0,5	4,80	0,5	2,40
0,75	5,30	1	5,30
1	5,80	0,75	4,35
1,5	6,35	2	12,70
2	7,05	1	7,05
2,5	7,75	2	15,50
3	8,70	1,5	13,05
4	9,30	4	37,20
5	9,30	2	18,60
6	9,30	4	37,20
7	8,70	1,5	13,05
7,5	7,95	2	15,90
8	7,25	1	7,25
8,5	6,40	2	12,80
9	5,50	0,75	4,13

9,25	4,50	1	4,50
9,5	3,50	0,5	1,75
9,75	1,85	1	1,85
FP	0,00	0,25	0,00
			$\Sigma = 219,275$

a. Luas garis air pada Main Part

$$\begin{aligned}
 AWL MP &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{Lpp}{10} \right) \times \Sigma \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 11,3 \times 219,275 \\
 &= 1742,505 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b. Rencana bentuk garis air pada Cant Part

No Ord	0,5 B	FS	Hasil
AP	2,60	1	2,60
½ AP	1,30	4	5,20
0	0,00	1	0,00
			$\Sigma_1 = 7,80$

$$\begin{aligned}
 c. e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{115,26 - 113,00}{2} \\
 &= 1,13 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Awl Cp &= 2 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times 1,13 \times 7,80 \\
 &= 17,628 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

f. Luas total garis air (Awl Total)

$$\begin{aligned} \text{Awl Total} &= \text{Luas Main Part} + \text{Luas Cant Part} \\ &= 1742,505 + 17,628 \\ &= 1760,133 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

g. Koreksi luas garis air

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Luas.Total.} - \text{Luas.Awal}}{\text{Luas.Awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{1760,133 - 1748,245}{1760,133} \times 100 \% \\ &= 0,476\% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat}) \end{aligned}$$

D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } B &= 18,60 \text{ m} \\ H &= 9,40 \text{ m} \\ T &= 7,23 \text{ m} \\ A/a &= \text{Rise Of Floor} \\ &= 0,01 \times B \\ &= 0,01 \times 18,60 \\ &= 0,186 \text{ m} \\ R &= \text{Jari - jari Bilga} \\ M &= \text{Titik pusat kelelengkungan bilga} \end{aligned}$$

D.1. Dalam Segitiga ABC

$$\begin{aligned} \text{Tg } \alpha &= (0,5 \times B) / a \\ &= 8,165 / 0,186 \\ &= 50,00 \\ \alpha &= 88,85^\circ \\ \beta &= (180^\circ - \alpha) \\ &= (180^\circ - 88,85^\circ) \\ &= 91,15^\circ \\ \alpha &= \beta / 2 \end{aligned}$$

$$= 91,15/2$$

$$= 45,425^\circ$$

D.2. Perhitungan

a. Luas Trapesium ACED

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

$$= 0,5 \times 18,60 \times 0,5 \{7,23 + (7,23 - 0,186)\}$$

$$= 66,374 \text{ m}^2$$

b. Luas AFHEDA

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

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

$$= \frac{1}{2} \times 18,60 \times 7,23 \times 0,98$$

$$= 66,100 \text{ m}^2$$

c. Luas FGHCF

$$= \text{Luas trapesium ACED} - \text{Luas AFHEDA}$$

$$= 66,374 - 66,100$$

$$= 0,274 \text{ m}^2$$

d. Luas FCG

$$= \frac{1}{2} \times MF \times FC$$

$$= \frac{1}{2} \times R \times R \text{ Tg } \alpha_1$$

$$\text{Luas juring MFG} = \alpha_1/360 \times \pi R^2$$

$$= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG}$$

$$= (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2)$$

$$\text{Jadi Luas ACED} - \text{Luas AFHEDA} = \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG}$$

$$66,374 - 66,100 = (0,5 R^2 \text{ Tg } \alpha_1) - (\alpha_1/360 \times \pi R^2)$$

$$0,274 = (0,5 R^2 \text{ Tg } 1,02) - 0,397 R^2$$

$$0,274 = 0,51 R^2 - 0,397 R^2$$

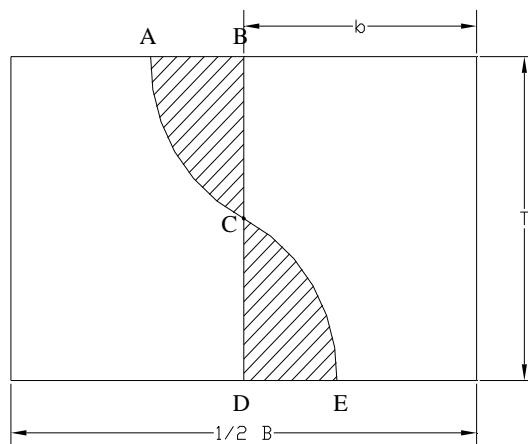
$$R^2 = 0,113/0,113$$

$$R^2 = 2,425$$

$$R = 1,557 \text{ m}$$

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.



LINES PLAN

KM "SONIC SHIP" GC 4990 BRT

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	2,25	2,60	0,156
0,25	10,50	4,05	0,726
0,5	25,25	4,80	1,746
0,75	34,25	5,30	2,369
1	47,50	5,80	3,285
1,5	73,75	6,35	5,100
2	99,50	7,05	6,881
2,5	111,25	7,75	7,693
3	124,50	8,70	8,609
4	134,25	9,30	9,284
5	134,25	9,30	9,284
6	134,25	9,30	9,284
7	125,50	8,70	8,679
7,5	111,50	7,95	7,710
8	98,50	7,25	6,811
8,5	76,50	6,40	5,290
9	49,75	5,50	3,440
9,25	36,25	4,50	2,506
9,5	23,00	3,50	1,591
9,75	11,25	1,85	0,778
FP	0,00	0,00	0,000

E.2. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan

Pada Main Part

No. Ord	Luas Station	F.S	Hasil
AP	2,25	0,25	0,563
0,25	10,50	1	10,50
0,5	25,25	0,5	12,625
0,75	34,25	1	34,250
1	47,50	0,75	36,625
1,5	73,75	2	147,500
2	99,50	1	99,500
2,5	111,25	2	222,500
3	124,50	1,5	186,750
4	134,25	4	537,000
5	134,25	2	268,500
6	134,25	4	537,000
7	125,50	1,5	188,250
7,5	111,50	2	223,000
8	98,50	1	98,500
8,5	76,50	2	153,000
9	49,75	0,75	37,313
9,25	36,25	1	36,250
9,5	23,00	0,5	11,500
9,75	11,25	1	11,250
FP	0,00	0,25	0,00
$\Sigma =$			2849,880

a. Displasment perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 113,00 \times 18,60 \times 7,23 \times 0,69 \\
 &= 10485,25 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Volume displasment main part

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times L_{pp}/10 \times \Sigma \\
 &= 1/3 \times 113,00/10 \times 2849,88 \\
 &= 0,333 \times 11,3 \times 2849,88 \\
 &= 10734,548 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan Pada Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
X	2,25	1	2,25
Y	1,125	4	4,50
A	0,00	1	0,00
			$\Sigma_1 = 6,75$

d. Volume Cant Part

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 1,13 \times 6,75 \\
 &= 2,543 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

f. Volume Displacement perencanaan Total

$$\begin{aligned}
 &= \text{Vol Displ MP} + \text{Vol Displ CP} \\
 &= 10734,548 + 2,543 \\
 &= 10737,091 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

g. Koreksi penyimpangan volume displacement body plan

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &= \frac{\text{Vol.Displ.Perencanaantotal} - \text{Vo.Displ.awal}}{\text{Vol.Displ.Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{10737,091 - 10734,548}{10737,091} \times 100\% \\
 &= 0,2369\% < 0,5\% \quad (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

F. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER DAN BANGUNAN ATAS

F.1. Perhitungan Chamber

$$\begin{aligned}\text{Chamber} &= 1/50 \times B \\ &= 1/50 \times 18,60 \\ &= 0,372 \text{ m}\end{aligned}$$

F.2. Perhitungan Sheer Standart

a. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned}1) \text{ AP} &= 25 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 25 (113,00/3 + 10) \\ &= 1191,667 \text{ mm} \\ 2) \text{ } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 11,1(113,00/3 + 10) \\ &= 529,1 \text{ mm} \\ 3) \text{ } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 2,8 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 2,8 (113,00/3 + 10) \\ &= 133,467 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Bagian Midship (Tengan) = 0 m

c. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned}1) \text{ FP} &= 50 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 50 (113,00/3 + 10) \\ &= 2383,334 \text{ mm} \\ 2) \text{ } 1/6 \text{ Lpp dari FP} &= 22,2 (L_{pp}/3+10) \\ &= 22,2 (113,00/3 + 10) \\ &= 1058,2 \text{ mm} \\ 3) \text{ } 1/3 \text{ Lpp dari FP} &= 5,6 (L_{pp}/3 + 10) \\ &= 5,6 (113,00/3 + 10) \\ &= 266,934 \text{ mm}\end{aligned}$$

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

a. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

$$\begin{aligned} a &= \frac{Lpp}{500} + 0,48 \\ &= \frac{113,00}{500} + 0,48 \\ &= 0,706 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak yang diambil = 0,6 m

Untuk Lpp = 98,68 m

$$\begin{aligned} \text{Maka} &= 0,60 \times 173 \text{ Jarak gading} &= 105,6 \text{ m} \\ &= 0,58 \times 6 \text{ Jarak gading} &= 3,48 \text{ m} \\ &= 0,56 \times 7 \text{ Jarak gading} &= 3,92 \text{ m} + \\ & & \text{Lpp} &= 113,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana jumlah gading adalah $176 + 6 + 7 = 189$ gading

$$\begin{aligned} \text{Gading AP - 160} &= 173 \times 0,6 &= 105,6 \text{ m} \\ 160 - 163 &= 6 \times 0,58 &= 3,48 \text{ m} \\ 163 - \text{FP} &= 7 \times 0,56 &= 3,92 \text{ m} + \\ & \text{189 gading} &= 113,00 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Poop Deck (Geladak Kimbul)

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

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 27 \% \times Lpp \\ &= 0,27 \times 113,00 \\ &= 30,51 \text{ m, direncanakan } 30 \text{ m dari AP} \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$50 \text{ jarak gading} \times 0,6 = 30 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \% \times L_{pp} \\ &= 10 \% \times 113,00 \\ &= 11,30 \text{ m, direncanakan } 11,60 \text{ m dari FP} \end{aligned}$$

Rencana letak gading

$$15 \text{ jarak gading} \times 0,60 = 9,00 \text{ m}$$

$$3 \text{ jarak gading} \times 0,58 = 1,68 \text{ m}$$

$$2 \text{ jarak gading} \times 0,56 = 1,00 \text{ m} +$$

$$20 \text{ jarak gading dari FP} = 11,60 \text{ m dari FP}$$

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^2

L = Panjang kapal = 113,00m

T = Sarat kapal = 7,23 m

C_1 = Faktor untuk type kapal = 1,0

C_2 = Faktor untuk type kemudi = 1,0

C_3 = Faktor untuk profil kemudi = 0,8 hollow

C_4 = Faktor untuk rancangan type kemudi = 1, untuk kemudi dengan jet propeller.

Jadi :

$$A = 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,0 \times \frac{1,75 \times 113,00 \times 7,23}{100} \quad (\text{m}^2)$$

$$A = 11,43786 \text{ m}^2$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 6,2}} < \frac{A}{L_{pp} \times T} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{L_{pp}}{C_b \times B} - 7,2}} \\
 &= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{113,00}{0,69 \times 18,60} - 6,2}} < \frac{11,43786}{113,00 \times 7,23} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{113,00}{0,69 \times 18,60} - 7,2}} \\
 &= 0,0167 < 0,0175 < 0,02563 \Rightarrow (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

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 = 0,8 – 2,0

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

$$A = h \times b$$

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

$$11,43786 = 2,0 \times b^2$$

$$\begin{aligned}
 b &= \sqrt{11,43786 / 2,0} \\
 &= 2,39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h &= A/b & \text{Maka } b &= 2,39 \text{ m} \\
 &= 11,43786 / 2,39 & h &= 4,79 \text{ m} \\
 &= 4,7857 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 A' &= 23 \% \times A \\
 &= 23\% \times 11,43786 \\
 &= 2,63 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} b' &= 30 \% \times b \\ &= 30 \% \times 2,39 \\ &= 0,717 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas daun kemudi (A)} &= 11,44 \text{ m}^2 \\ \rightarrow \text{Luas bagian balansir (A')} &= 2,63 \text{ m}^2 \\ \rightarrow \text{Tinggi daun kemudi (h')} &= 4,79 \text{ m} \\ \rightarrow \text{Lebar daun kemudi (b')} &= 2,39 \text{ m} \\ \rightarrow \text{Lebar bagian balansir} &= 0,717 \text{ m} \end{aligned}$$

H. PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI

- 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 :

$$A = \text{Aspek Ratio} = h^2/A = 4,44^2/9,88 = 2$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = 12,50 \text{ Knots}$$

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

$$\begin{aligned} \Delta &= h^2/A \\ &= (4,79)^2/11,44 \\ &= 2 \end{aligned}$$

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

$k_2 =$ Koefisien yang tergantung dari type kemudi $= 1,1$

$k_3 =$ 1,15 untuk kemudi dibelakang propeller

$k_t =$ 1,0 (normal)

Jadi :

$$\begin{aligned}
 C_r &= 132 \times 2,0 \times (14)^2 \times 1,33 \times 1,1 \times 1,15 \times 1,0 \\
 &= 79142,448 \text{ N}
 \end{aligned}$$

H.1. Modulus Penampang Sepatu Kemudi

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

Dimana :

$B_1 =$ Gaya kemudi dalam resultan

$$B_1 = C_r / 2$$

$C_r =$ Gaya Kemudi

$$C_r = 79142,448 \text{ N}$$

$$B_1 = \frac{79142,448}{2}$$

$$= 39571,224 \text{ N}$$

$X =$ 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 :

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

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

$$L_{10} = \text{Tinggi daun kemudi } h = 4,44 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Pr} &= \frac{79142,448}{4,79 \times 10^3} \\ &= 16,522 \text{ N/m} \end{aligned}$$

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

$$L_{50} = \frac{79142,448}{16,522 \times 10^3}$$

$$= 4,790 \text{ m, di ambil } 2,4 \text{ m} = 4 \text{ x jarak gading } 0,6 \text{ m}$$

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

$$= 0,5 \times 2,4$$

$$= 4,790 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} W_z &= \frac{B_1 \times X \times k}{80} \\ &= \frac{39571,224 \times 2,40 \times 1,0}{80} \end{aligned}$$

$$= 1187,13672 \text{ cm}^3$$

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

$$= 1/3 \times 1187,13672$$

$$= 395,712 \text{ cm}^3$$

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

Tinggi (h) = 210 mm

Tebal (s) = 30 mm

Lebar (b) = 250 mm

No	b	h	f = b x h	a	F x a ²	Iz = 1/12 x b x h ³
I	25	3	90	0	0	56,25
II	3	15	57	11	5445	843,75
III	3	15	57	0	0	843,75
IV	3	15	57	11	5445	843,75
V	25	3	90	0	0	56,25
					$\Sigma_1 = 10890$	$\Sigma_2 = 2643,75$

$$\begin{aligned}
 I_z &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\
 &= 10890 + 2643,75 \\
 &= 13533,75 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

Harga Wz yang akan direncanakan

$$\begin{aligned}
 W_z' &= I_z / A_{max}, \text{ dimana } A_{max} = 11 \text{ cm} \\
 &= 13533,75 / 11 \\
 &= 1230,34 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_y' &= W_z' / 3 \\
 &= 1230,34 / 3 \\
 &= 410,11 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Koreksi perhitungan W_z

$$\begin{aligned}
 &= \frac{W_z.Pencanaan. - W_z.Perhitungan}{W_z.Perhitungan} \times 100\% \\
 &= \frac{1230,34 - 1187,14}{1187,14} \times 100\% \\
 &= 0,00036 \times 100\% \\
 &= 0,036 \% < 0,5 \% \Rightarrow (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

I. STERN CLEARANCE

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

Dimana T = Sarat kapal

Diambil $0,65 \times T$

D Propeller Ideal adalah

$$\begin{aligned}
 &= 0,65 \times T \\
 &= 0,65 \times 7,23 \\
 &= 4,6995\text{m}
 \end{aligned}$$

R (Jari – jari Propeller)

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \times D \text{ Propeller} \\
 &= 0,5 \times 4,6995 \\
 &= 2,349 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Diameter Boss Propeller

$$\begin{aligned}
 &= 1/6 \times D \\
 &= 1/6 \times 4,6995 \\
 &= 0,783 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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. $0,1 \times D = 0,1 \times 4,6995$
 $= 0,469 \text{ m}$
- b. $0,09 \times D = 0,09 \times 4,6995$
 $= 0,423 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{c. } 0,17 \times D &= 0,17 \times 4,6995 \\ &= 0,799 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } 0,15 \times D &= 0,15 \times 4,6995 \\ &= 0,705 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } 0,18 \times D &= 0,18 \times 4,6995 \\ &= 0,846 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. } 0,04 \times D &= 0,04 \times 4,6995 \\ &= 0,188 \text{ m} \end{aligned}$$

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

Jarak poros propeller dengan Base Line adalah :

$$\begin{aligned} &= R \text{ Propeller} + f + \text{Tinggi sepatu kemudi} \\ &= 2,349 + 0,188 + 0,21 \\ &= 2,748 \text{ m} \end{aligned}$$