

PERHITUNGAN RENCANA GARIS (LINES PLAN)

A. PERHITUNGAN DASAR

A.1. Panjang Garis Air Muat (Lwl)

$$\begin{aligned} Lwl &= Lpp + 2\% \times Lpp \\ &= 49,15 + 2\% \times 49,15 \\ &= 50,133 \text{ m} \end{aligned}$$

A.2. Panjang Displacement (L Displ)

$$\begin{aligned} L \text{ Displ} &= 0,5 \times (Lwl + Lpp) \\ &= 0,5 \times (50,133 + 49,13) \\ &= 49,64 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Cm &= 0,91 \pm (0,1 \times Cb) \\ &= 0,91 - 0,1 \times 0,54 \\ &= 0,856 \text{ Memenuhi Syarat } (0,73-0,88) \text{ untuk kapal ikan} \end{aligned}$$

A.4. Coefisien Prismatic (Cp) Formula Troast

$$\begin{aligned} Cp &= Cb / Cm \\ &= 0,54 / 0,856 \\ &= 0,631 \text{ Memenuhi Syarat } (0,63-0,70) \text{ untuk kapal ikan} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Cw &= \sqrt{Cb + 0,025} \\ &= \sqrt{0,54 + 0,025} \\ &= 0,75 \text{ memenuhi } (0,73-0,81) \text{ untuk kapal ikan} \end{aligned}$$

A.6. Luas Garis Air (Awl)

$$\begin{aligned} Awl &= Lwl \times B \times Cw \\ &= 50,133 \times 8,20 \times 0,75 \\ &= 291,874 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A.7. Luas Midship (Am)

$$\begin{aligned}
 Am &= B \times T \times Cm \\
 &= 8,20 \times 3,20 \times 0,856 \\
 &= 22,461 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

A.8. Volume Displacement (C Displ)

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= Lpp \times B \times T \times Cb \\
 &= 49,15 \times 8,20 \times 3,20 \times 0,54 \\
 &= 696,435 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

A.9. Coefisien Prismatic Displacement (Cp Displ)

$$\begin{aligned}
 Cp \text{ Displ} &= Lpp / L \text{ Displ} \times Cp \\
 &= 49,15 / 49,64 \times 0,631 \\
 &= 0,624
 \end{aligned}$$

A.10. Displacement (D)

$$\begin{aligned}
 D &= Vol \text{ Displ} \times a \times c \\
 &= 696,435 \times 1,025 \times 1,004 \\
 &= 716,702 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

B. MENENTUKAN LETAK LCB

B.1. Dengan menggunakan Cp Displacement pada grafik NSP pada Cp Displacement = 0,624 Didapat letak titik LCB (Longitudinal Centre Bouyancy = -0,55 % x L Displ, dimana L Displ = 49,64 m

$$\begin{aligned}
 Cp \text{ Displ} &= Lpp / L \text{ Displ} \times Cp \\
 &= 49,15 / 49,64 \times 0,63 \\
 &= 0,6246
 \end{aligned}$$

B.1.1. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$\begin{aligned}
 LCB \text{ Displ} &= -0,55 \% \times L \text{ Displ} \\
 &= -0,0055 \times 49,64 \\
 &= -0,51 \text{ m} \quad (\text{Di belakang midship Lpp}) \\
 &= 0,51 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.1.2. Jarak midship (ϕ) L Displ ke FP

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

$$= 0,5 \times 49,64$$

$$= 24,82 \text{ m}$$

B.1.3. Jarak midship (ϕ) Lpp ke FP

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

$$= 0,5 \times 49,15$$

$$= 24,575 \text{ m}$$

B.1.4. Jarak antara midship (ϕ) L Displ dengan midship (ϕ) Lpp

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

$$= 24,82 - 24,575$$

$$= 0,24 \text{ m}$$

B.1.5. Jarak antara LCB terhadap midship (ϕ) Lpp

$$= 0,51 - 0,24$$

$$= 0,27 \text{ m (Di belakang } \phi \text{ Lpp)}$$

B.2. Menurut diagram NSP dengan luas tiap section (A_m) = 105,806 m²

No Ord	%	% Thd Am	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0	0,00	1	0,00	- 10	0,00
1	0,095	2,13	4	8,53	- 9	-76,81
2	0,245	5,5	2	11,00	- 8	-88,04
3	0,425	9,5	4	38,17	- 7	-267,29
4	0,6	13,4	2	26,8	- 6	-161,72
5	0,75	16,84	4	67,3	- 5	-336,92
6	0,86	19,31	2	38,6	- 4	-154,53
7	0,94	21,11	4	84,2	- 3	-253,37
8	0,97	21,78	2	43,5	- 2	-87,15
9	1	22,46	4	89,6	- 1	-89,84
10	1	22,46	2	44,9	0	0
					Σ_2	- 1751,7
11	1	22,46	4	89,84	1	89,84
12	1	22,46	2	44,9	2	89,84

13	0,92	20,6	4	82,6	3	247,97
14	0,85	19,02	2	38,18	4	152,74
15	0,7	15,75	4	62,8	5	314,46
16	0,55	11,21	2	22,4	6	134,77
17	0,37	8,31	4	33,2	7	232,7
18	0,21	4,70	2	9,4	8	75,47
19	0,7	15,72	4	62,1	9	566,03
FP	0	0	1	0	10	0
			Σ_1	849,72	Σ_3	1853,8

$$\begin{aligned}
 \text{B.2.1. } h &= L \text{ Displ} / 20 \\
 &= 49,64 / 20 \\
 &= 2,48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.2.2. Volume Displacement

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= 1/3 \times h \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 2,48 \times 849,72 \\
 &= 695,41 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

B.2.3. Letak LCB NSP

$$\begin{aligned}
 \text{LCB NSP} &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L \text{ Displ}}{20} \\
 &= \frac{-1751,7 + 1853,83}{849,72} \times \frac{49,64}{20} \\
 &= 0,298 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.2.4. Koreksi prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{LCB Displ} - \text{LCB NSP}}{L \text{ Displ}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,27 - 0,298}{49,64} \times 100 \% \\
 &= 0,026 \% < 0,1 \% \quad (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

B.2.5. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displ

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol Displ Awal} - \text{Vol Displ NSP}}{\text{Vol Displ Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{696,435 - 695,41}{696,435} \times 100 \% \\
 &= 0,0014 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Q_f &= \text{Koefisien prismatic bagian depan midship } L_{pp} \\
 Q_a &= \text{Koefisien prismatic bagian belakang midship } L_{pp} \\
 e &= \text{Perbandingan jarak LCB terhadap } L_{pp} \\
 e &= \left(\frac{\text{LCB } L_{pp}}{L_{pp}} \right) \times 100 \% \\
 &= \left(\frac{0,51303}{49,15} \right) \times 100 \% \\
 &= 0,0104
 \end{aligned}$$

Dengan rumus tersebut diatas dapat dihitung harga Q_a dan Q_f dengan rumus berikut :

$$Q_a = Q_f = \pm (1,4 + Q) \times e$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Q_f &= C_p + (1,4 + Q) \times e \\
 &= 0,63 + (1,4 + 0,63) \times 0,0104 \\
 &= 0,652 \\
 Q_a &= C_p - (1,4 + Q) \times e \\
 &= 0,63 - (1,4 + 0,63) \times 0,0104 \\
 &= 0,610
 \end{aligned}$$

Tabel luas section terhadap Am menurut Van Lammerent

$$A_m = 22,641 \text{ m}^2$$

No Ord	Luas	Luas x Am
AP	0	0
0,25	0,045	1,01
0,5	0,104	2,34
0,75	0,166	3,73
1	0,233	5,23
1,5	0,376	8,45
2	0,531	11,93
2,5	0,678	15,23
3	0,805	18,08
4	0,961	21,59
5	1	22,46
6	0,981	22,03
7	0,865	19,43
7,5	0,756	16,98
8	0,312	13,75
8,5	0,449	10,09
9	0,283	6,36
9,25	0,202	4,54
9,5	0,127	2,85
9,75	0,059	1,33
FP	0	0

$$\Sigma_3 = 207,39$$

Tabel luas tiap section terhadap Am dari grafik CSA baru

$$A_m = 22,461 \text{ m}^2$$

No Ord	% Luas Station	Luas Station Thd Am	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,017	0,4	0,25	0,10	- 5	-0,50
0,25	0,046	1,05	1	1,05	- 4,75	-4,99
0,5	0,106	2,4	0,5	1,20	- 4,5	-5,40
0,75	0,166	3,75	1	3,75	- 4,25	-15,94
1	0,245	5,5	0,75	4,13	- 4	-16,50
1,5	0,5	8,6	2	17,20	- 3,5	-60,20
2	0,66	12,5	1	12,5	- 3	-37,50
2,5	0,81	15,6	2	31,20	- 2,5	-78,00
3	0,90	18,5	1,5	27,75	- 2	-55,50
4	0,99	22,1	4	88,40	- 1	-88,40
5	1	22,9	2	45,8	0	0
					Σ_2	- 362,93
6	0,992	22,6	4	90,4	1	90,4
7	0,911	20,1	1,5	30,15	2	60,3
7,5	0,779	17,5	2	35	2,5	87,5
8	0,632	14,2	1	14,2	3	42,6
8,5	0,512	10,6	2	21,2	3,5	74,2
9	0,33	6,5	0,75	4,875	4	19,5
9,25	0,23	4,7	1	4,7	4,25	19,975
9,5	0,151	3,0	0,5	1,5	4,5	6,75
9,75	0,07	1,4	1	1,4	4,75	6,65
FP	0	0	0,25	0	0	0
			Σ_1	436,50	Σ_3	407,88

$$1. h = L_{pp} / 10$$

$$= 49,15 / 10$$

$$= 4,915 \text{ m}$$

2.. Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned} V \text{ Displ} &= 1/3 \times L_{pp} / 10 \times \Sigma_1 \\ &= 1/3 \times 49,15 / 10 \times 436,50 \\ &= 707,981 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned} &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L_{pp}}{10} \\ &= \frac{407,88 - 362,93}{436,50} \times \frac{49,15}{10} \\ &= 0,506 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Perhitungan pada Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	0,4	1	0,4	0	0
Y	0,2	4	0,8	1	0,8
A	0	1	0	2	0
		Σ_1	1,2	Σ_2	0,8

$$\begin{aligned} e &= \frac{L_{wl} - L_{pp}}{2} = \frac{50,13 - 49,15}{2} \\ &= 0,4915 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Volume Cant Part

$$\begin{aligned} &= 1/3 \times e \times \Sigma_1 \\ &= 1/3 \times 0,4915 \times 1,2 \end{aligned}$$

$$= 0,195 \text{ m}^3$$

6. LCB Cant Part terhadap AP

$$= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times e$$

$$= \frac{0,8}{1,2} \times 0,4915$$

$$= 0,328 \text{ m}$$

7. Jarak LCB Cant Part terhadap O Lpp

$$= 1/2 \times Lpp + \text{LCB Cant Part}$$

$$= 1/2 \times 49,15 + 0,328$$

$$= 24,90 \text{ m}$$

8. Volume Displacement total

$$V \text{ Displ Total} = V \text{ Displ MP} + V \text{ Displ Cp}$$

$$= 707,98 + 0,195$$

$$= 708,1758 \text{ m}^3$$

9. LCB total terhadap O Lpp

$$= \frac{(\text{LCB Main Part} \times \text{Vol Main Part}) + (\text{LCB Cant Part} \times \text{Vol Cant Part})}{\text{Volume Displacement}}$$

$$= \frac{(0,506 \times 707,98) + (24,903 \times 0,195)}{708,1748}$$

$$= 0,51284 \text{ m}$$

B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

a. Koreksi untuk Volume Displacement

$$= \frac{\text{Vol. Total} + \text{Vol Displacement Perhitungan}}{\text{Vol. Displacement Perhitungan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{708,18 - 707,98}{707,98} \times 100 \%$$

$$= 0,00028 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi})$$

b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

$$= \frac{\text{LCB terhadap midship Lpp} + \text{LCB Total}}{Lpp} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,506 - 0,5128}{49,15} \times 100 \%$$

$$= 0,00013 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi})$$

C. RENCANA BENTUK GARIS AIR

C.1. Perhitungan Besarnya Sudut Masuk (α)

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan Coefisien

Prismatik Depan (Qf). Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB, $C_p = 0,652$

Dari grafik Latsiun sudut masuk $= 10^\circ$

Penyimpangan $= \pm 3^\circ$

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

C.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No Ord	Y = ½ B	FS	Hasil
AP	2,13	0,25	0,53
0,25	2,28	1	2,28
0,5	3,16	0,5	1,5
0,75	3,28	1	3,2
1	3,44	0,75	2,5
1,5	3,77	2	4,5
2	3,93	1	3,93
2,5	4,0	2	8
3	4,1	1,5	6,15
4	4,1	4	16,4
5	4,1	2	8,5
6	4,1	4	16,6
7	3,6	1,5	5,4
7,5	3,28	2	6,5
8	2,78	1	2,7
8,5	2,29	2	4,5

9	1,47	0,75	1,1
9,25	1,14	1	1,14
9,5	0,82	0,5	0,4
9,75	0,32	1	0,3
FP	0	0,25	0
		Σ_1	91,51

C.2.a. Luas garis air pada Main Part

$$\begin{aligned}
 Awl_{Cp} &= 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{L_{pp}}{10} \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{49,15}{10} \times 91,51 \\
 &= 296,86 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

C.2.b. Rencana bentuk garis air pada Cant Par

Pada AP = 2,13

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	2,13	1	2,13
½ AP	1,065	4	4,26
0	0	1	0
		Σ_1	6,39

$$\begin{aligned}
 \text{C.2.c. } e &= \frac{L_{wl} - L_{pp}}{2} \\
 &= \frac{50,13 - 49,15}{2} \\
 &= 0,4915 \text{ m}
 \end{aligned}$$

C.2.d. Luas garis air pada Cant Part (Awl Cp)

$$\begin{aligned}
 Awl_{Cp} &= 2 \times e \times \Sigma \\
 &= 2 \times 0,4915 \times 6,39 \\
 &= 6,28
 \end{aligned}$$

C.2.e. Luas total garis air (Awl Total)

$$\begin{aligned}
 Awl_{Total} &= \text{Luas Main Part} + \text{Luas Cant Part} \\
 &= 296,86 + 6,28 \\
 &= 303,25 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

C.2.f. Koreksi luas garis air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Awl Perhitungan} - \text{Awl Total}}{\text{Awl Perhitungan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{303,47 - 303,25}{303,47} \times 100 \% \\
 &= 0,000725 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA

Dimana : B = 8,2 m

H = 3,8 m

T = 3,2 m

a = Rise Of Floor

= 0,07 x B

= 0,07 x 8,2

= 0,574 m

R = Jari – jari Bilga

M = Titik pusat kelelnkungan bilga

D.1. Dalam Segitiga ABC

$$\text{Tg } \alpha_2 = \frac{0,5 \times B}{a}$$

$$= \frac{0,5 \times 8,2}{0,574}$$

$$= 7,14$$

$$\alpha = 82,20^{\circ}$$

$$\beta = 180^{\circ} - \alpha$$

$$= 180^{\circ} - 82,20^{\circ}$$

$$= 97,98^{\circ}$$

$$\alpha_1 = \beta / 2$$

$$= 97,98^{\circ} / 2$$

$$= 48,99^{\circ}$$

D.2. Perhitungan

D.2.1. Luas Trapesium ABDC

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 B \times 0,5 \{ T + (T - a) \} \\
 &= 0,5 \times 8,20 \times 0,5 \{ 3,2 + (3,2 - 0,574) \} \\
 &= 11,94 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

D.2.2. Luas AFGHDB

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \text{ Luas Midship} \\
 &= \frac{1}{2} \times B \times T \times C_m \text{ (m}^2\text{)} \\
 &= \frac{1}{2} \times 8,2 \times 3,2 \times 0,856 \\
 &= 11,23 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

D.2.3. Luas FGHCF

$$\begin{aligned}
 &= \text{Luas trapesium ABDC} - \text{Luas AFGHDB} \\
 &= 11,94 - 11,23 \\
 &= 0,71 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

D.2.4. Luas FCG

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times \text{Luas FGHCF} \\
 &= \frac{1}{2} \times MF \times FC \\
 &= \frac{1}{2} \times R \times Tg \alpha_1 \\
 \text{Luas juring MFG} &= \alpha_1 / 360 \times MR^2 \\
 \text{Luas FCG} &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\
 &= 0,5 R^2 Tg \alpha_1 - \alpha_1 / 360 \times MR^2
 \end{aligned}$$

Jadi Luas ABDC - Luas AFGHDB = Luas MFC - Luas juring MFG

$$\begin{aligned}
 53,336 - 52,693 &= 0,5 R^2 Tg 48,99 - 48,99 / 360 \times MR^2 \\
 0,673 &= 0,5 R^2 1,15 - 0,43 R^2 \\
 R^2 &= 4,89 \\
 R &= 2,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

E. MERENCANAKAN BENTUK BODY PLAN

1. Merencanakan bentuk body plan adalah
Merencanakan atau membuat bentuk garis air lengkung padapotongan ordinat.
2. Langkah – langkah
 - Membuat empat persegi panjang dengan sisi $\frac{1}{2}$ B dan T
 - Pada garis air T diukurkan garis b yang besarnya = $\frac{1}{2}$ luas station dibagi T.
 - Dibuat persegi panjang ABCD
 - Diukurkan pada garis air T garis air Y = $\frac{1}{2}$ lebar garis air pada station yang bersangkutan.
 - 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.
 - Setelah bentuk station selesai dibuat, dilakukan pengecekan volume displacement dari bentuk-bentuk station.
 - Kebenaran dari lengkung – lengkung dapat dicek dengan menggunakan Planimeter.

E.1. Rencana Bentuk Body Plan

$$T = 3,2 \text{ m}$$

$$2 T = 6,4 \text{ m}$$

$$A_m = 22,461 \text{ m}^2$$

No Ord	Y = ½ B	b = Lb / 2 T	Luas Station
AP	2,13	0,06	0,4
0,25	2,28	0,16	1,05
0,5	3,16	0,38	2,4
0,75	3,28	0,59	3,75
1	3,44	0,86	5,5
1,5	3,77	1,3	8,6
2	3,93	1,9	12,5
2,5	4,0	2,4	15,6
3	4,1	2,9	18,5
4	4,1	3,5	22,1
5	4,1	3,6	22,9
6	4,1	3,5	22,6
7	3,6	3,1	20,1
7,5	3,28	2,7	17,5
8	2,78	2,2	14,2
8,5	2,29	1,6	10,6
9	1,47	1,0	6,5
9,25	1,14	0,7	4,7
9,5	0,82	0,5	3,0
9,75	0,32	0,2	1,4
FP	0	0	0

E.2. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	0,4	0,25	0,1
0,25	1,05	1	1,05
0,5	2,4	0,5	1,2
0,75	3,75	1	3,75
1	5,5	0,75	4,125
1,5	8,6	2	17,2
2	12,5	1	12,5
2,5	15,6	2	31,2
3	18,5	1,5	27,75
4	22,1	4	88,4
5	22,9	2	45,8
6	22,6	4	90,4
7	20,1	1,5	30,15
7,5	17,5	2	35
8	14,2	1	14,2
8,5	10,6	2	21,2
9	6,5	0,75	4,875
9,25	4,7	1	4,7
9,5	3,0	0,5	1,5
9,75	1,4	1	1,4
FP	0	0,25	0
		Σ_1	436,5

E.2.1. Volume Displacement Perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 49,15 \times 8,2 \times 3,2 \times 0,54 \\
 &= 696,436 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.2. Volume Displacement Perencanaan

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times (L_{pp} / 10) \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times (49,15 / 10) \times 436,5 \\
 &= 643,6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume cant part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	0,4	1	0,4	0	0
Y	0,2	4	0,8	1	0,8
A	0	1	0	2	0
		Σ_1	1,2	Σ_2	0,8

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_{w1} - L_{pp}}{2} = \frac{50,13 - 49,15}{2} \\
 &= 0,4915 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Volume Cant Part

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 0,4915 \times 1,2 \\
 &= 0,195 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.3. Volume displacement total

$$\begin{aligned}
 &= 643,6 + 0,195 \\
 &= 643,795 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.4. Koreksi penyimpangan volume displacement body plan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol. Displ Perencanaan} + \text{Vol Displ. Perhitungan}}{\text{Vol. Displ. Perencanaan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{696,436 - 643,795}{696,436} \times 100 \% \\
 &= 0,076 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

F. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER DAN BANGUNAN ATAS

F.1. Perhitungan Chamber

$$\begin{aligned} \text{Chamber} &= 1/50 \times B \\ &= 1/50 \times 8,2 \\ &= 0,164 = 164 \text{ mm} \end{aligned}$$

F.2. Tinggi Bulwark = 1,0 m

F.3. Perhitungan Sheer

F.3.1. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned} \text{F.3.1.1. AP} &= 25 (Lpp / 3 + 10) \\ &= 25 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 659,58 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.3.1.2. } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (Lpp / 3 + 10) \\ 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 292,81 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.3.1.3. } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 2,8 (Lpp / 3 + 10) \\ &= 2,8 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 73,87 \end{aligned}$$

mm

F.3.2. Bagian Midship (Tengan) = 0 m

F.3.3. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned} \text{F.3.3.1. AP} &= 50 (Lpp / 3 + 10) \\ &= 50 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 1319,17 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.3.3.2. } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 22,2 (Lpp / 3 + 10) \\ 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 22,2 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 585,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.3.3.3. } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 5,6 (Lpp / 3 + 10) \\ &= 5,6 (49,15 / 3 + 10) \\ &= 147,75 \text{ mm} \end{aligned}$$

F.4. Bangunan Atas (Menurut Methode Varian)

F.4.1. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

$$\begin{aligned} a &= Lpp / 500 + 0,48 \\ &= 49,15 / 500 + 0,48 \\ &= 0,60 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak yang diambil = 0,60 m

Untuk Lpp = 49,15 m

Maka 0,60 x 81 gading = 48,6

$$\begin{aligned} 0,55 \times 1 \text{ gading} &= \underline{0,55} + \\ &49,15 \text{ m} \end{aligned}$$

F.4.2. Poop Deck (Geladak Kimbul)

Panjang Poop Deck (20 % - 30 %) Lpp

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 30 \% \times Lpp \\ &= 30 \% \times 49,15 \\ &= 14,75 \text{ m} \longrightarrow \text{diambil } 14,35 \text{ m} \end{aligned}$$

diambil 24 jarak gading

dimana AP – gd 1 = 0,55 x 1 = 0,55

$$\begin{aligned} \text{gd } 2 - \text{gd } 24 &= 0,6 \times 23 = \underline{13,8} \\ &14,35 \text{ m} \end{aligned}$$

Sedang tinggi poop deck 2,0 s/d 2,4 m diambil 2,2 m dari main deck bentuk disesuaikan dengan bentuk buttock line.

F.4.3. Fore Castle Deck (Deck Akil)

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

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 15 \% \times Lpp \\ &= 15 \% \times 49,15 \\ &= 7,27 \text{ m} \longrightarrow \text{diambil } 7,2 \text{ m} \end{aligned}$$

diambil 12 jarak gading

dimana gd 69 – gd FP = 0,6 x 12 = 7,2 m

Tinggi deck akil (2,2 – 2,4)m diambil 2,2 m dari main deck

F.4.4. Jarak Sekat Tubrukan

$$\begin{aligned} \text{Jarak minimum} &= 0,05 \times L_{pp} \times 3,05 \\ &= 0,05 \times 49,15 \times 3,05 \\ &= 5,51 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maximum} &= 0,08 \times L_{pp} \times 3,05 \\ &= 0,08 \times 49,15 \times 3,05 \\ &= 6,98 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sekat tubrukan} &= \frac{5,51 + 6,98}{2} \\ &= 6,25 \text{ m} \end{aligned}$$

G. PERHITUNGAN UKURAN DAUN KEMUDI

Perhitungan ukuran daun kemudi

Perhitungan kemudi menurut BKI 2001 Vol II (hal 14 Sec. 14-1. A.3

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

Dimana :

A = Luas daun kemudi dalam m²

L = Panjang kapal = 49,15m

T = Sarat kapal = 3,2 m

C₁ = Faktor untuk type kapal = 1,0

C₂ = Faktor untuk type kemudi = 1,0

C₃ = Faktor untuk profil kemudi = 0,8

C₄ = Faktor untuk rancangan type kemudi = 1, untuk kemudi dengan jet propeller.

Jadi :

$$\begin{aligned} A &= 1,0 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,0 \times \frac{1,75 \times 49,15 \times 3,2}{100} \text{ (m}^2\text{)} \\ &= 2,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{Lpp}{Cb \times B} - 6,2}} < \frac{A}{Lpp \times T} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{Lpp}{Cb \times B} - 7,2}} \\
 &= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{49,15}{0,54 \times 8,2} - 6,2}} < \frac{2,2}{49,15 \times 3,2} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{49,15}{0,54 \times 8,2} - 7,2}} \\
 &= \frac{0,023}{\sqrt[3]{4,89}} < \frac{2,2}{157,28} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{3,89}} \\
 &= 0,013 < 0,014 < 0,019
 \end{aligned}$$

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 $h / b = 0,8 - 2$

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

$$A = h \times b$$

$$A = 2 \times b \times b$$

$$2,2 = 2 \times b^2$$

$$b^2 = \sqrt{2,2/2}$$

$$b^2 = 1,1$$

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

$$h = 2 \times b$$

$$= 2 \times 1,05$$

$$= 2,1 \text{ m}$$

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan $< 23 \%$, diambil 23%

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

$$= 0,23 \times 2,2$$

$$= 0,51 \text{ m}^2$$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal

$$\begin{aligned} b' &= 32 \% \times b \\ &= 0,32 \times 1,05 \\ &= 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Luas daun kemudi (A)} &= 2,2 \text{ m}^2 \\ \rightarrow \text{Luas bagian bahan air (A')} &= 0,51 \text{ m}^2 \\ \rightarrow \text{Tinggi daun kemudi (h')} &= 2,1 \text{ m} \\ \rightarrow \text{Lebar daun kemudi (b')} &= 1,05 \text{ m} \\ \rightarrow \text{Lebar bagian balansir} &= 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

G.2. Perhitungan Gaya Kemudi

G.2.1. Menurut BKI 2001 Vol II (hal 14-3 Sec B.1.1) tentang gaya kemudi adalah :

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

Dimana :

$$\begin{aligned} A &= \text{Aspek Ratio } h^2 / A \\ &= 2,1^2 / 2,2 = 2,01 \end{aligned}$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = 11,00 \text{ knots}$$

$$K_1 = \frac{A + 2}{3}$$

$$= \frac{2,2 + 2}{3}$$

$$= 1,4$$

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

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

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

Jadi :

$$\begin{aligned} C_R &= 132 \times 2,01 \times (11)^2 \times 1,4 \times 1,1 \times 1,15 \times 1,0 \\ &= 56855,7 \text{ N} \end{aligned}$$

H. PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI

Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu Z, menurut BKI 2001 Vol II hal 13-3

Dimana :

Bl = Gaya kemudi dalam resultan

BL = $C_R / 2$

C_R = Gaya Kemudi

C_R = 56855,7 N

BL = $56855,7 / 2$
= 28427,85 N

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

x = 0,5 x L_{50} (x maximum)

x = L_{50} (x maximum), dimana :

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

$$\begin{aligned} \text{Dimana } Pr &= \frac{C_R}{L_{10} \times 10^3}; L_{10} = \text{Tinggi daun kemudi } h = 2,1 \text{ m} \\ &= \frac{56855,7}{2,1 \times 10^3} \\ &= 27,01 \text{ N/m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} L_{50} &= \frac{56855,7}{27,01 \times 10^3} \\ &= 2,1 \text{ m} \quad (\text{diambil } 1,8 \text{ m} = 3 \text{ jarak gading}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{\min} &= 0,5 \times L_{50} \\ &= 0,5 \times 1,8 \\ &= 0,9 \text{ m} \end{aligned}$$

k = Faktor bahan = 1,0

$$\begin{aligned}
 W_Z &= \frac{BL \times X \times k}{80} \\
 &= \frac{28427,85 \times 0,9 \times 1,0}{80} \\
 &= 757,26 \text{ cm}^3 \\
 W_Y &= 1/3 \times W_Z \\
 &= 1/3 \times 757,26 \\
 &= 252,42 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan profil sepatu kemudi dengan plat dengan ukuran sebagai berikut :

$$\text{Tinggi (h)} = 190 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal (s)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar} = 205 \text{ mm}$$

No	b	h	F = b x h	a	F x a ²	I = 1/12 x b x h ²
I	20,5	2	41	0	0	13,87
II	2	15	30	9,25	2650,8	562,5
III	2	15	30	0	0	562,5
IV	2	15	30	9,25	2650,8	562,5
V	20,5	2	41	0	0	13,87
					$\Sigma_1 = 5301,6$	$\Sigma_2 = 1715,23$

$$\begin{aligned}
 I_Z &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\
 &= 5301,6 + 1715,23 \\
 &= 7016,8 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_Z &= I_Z / a \\
 &= 7016,8 / 9,25 \\
 &= 758,57 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_Z &< W_Z' \\
 757,26 &< 758,57 \text{ cm}^3 \quad (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi Wz} &= \frac{\text{Wz rencana} - \text{Wz perhitungan}}{\text{Wz perhitungan}} \times 100\% \\ &= \frac{758,57 - 757,26}{758,57} \times 100\% \\ &= 0,0017 \% < 0,5 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 0,65 \times T \\ &= 0,65 \times 3,2 \\ &= 2,08 \text{ m} \end{aligned}$$

R (Jari – jari Propeller)

$$\begin{aligned} &= 0,5 \times \text{D Propeller} \\ &= 0,5 \times 2,08 \\ &= 1,04 \text{ m} \end{aligned}$$

Diameter Boss Propeller

$$\begin{aligned} &= 1/6 \times D \\ &= 1/6 \times 2,08 \\ &= 0,347 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut konstruksi lambung BKI, untuk kapal baling - baling tunggal jarak

minimal antara baling – baling dengan linggi buritan menurut aturan

konstruksi BKI 2001 Vol II Sec 13 – 1 adalah sebagai berikut :

- a. $0,1 \times D = 0,1 \times 2,08$
 $= 0,208 \text{ m}$
- b. $0,009 \times D = 0,09 \times 2,08$
 $= 0,187 \text{ m}$
- c. $0,17 \times D = 0,17 \times 2,08$
 $= 0,354 \text{ m}$
- d. $0,15 \times D = 0,15 \times 2,08$

$$= 0,312 \text{ m}$$

$$\text{e. } 0,18 \quad \times \quad D = 0,18 \quad \times \quad 2,08$$

$$= 0,374 \text{ m}$$

$$\text{f. } 0,04 \quad \times \quad D = 0,04 \quad \times \quad 2,08$$

$$= 0,083 \text{ m}$$

$$\text{g. } 2'' - 3'' \text{ Diambil } 3'' = 3 \times 0,0254 = 0,0762 \text{ m}$$

Jarak poros propeller dengan Base Line adalah

R Propeller + f + Tinggi sepatu kemudi

$$= 1,04 + 0,083 + 0,19$$

$$= 1,413 \text{ m}$$

$$= 1413 \text{ mm}$$