
BAB II
PERHITUNGAN RENCANA GARIS
(LINES PLAN)

A. PERHITUNGAN DASAR

A.1. Panjang Garis Air Muat (Lwl)

$$\begin{aligned} Lwl &= Lpp + (2 \% \times Lpp) \\ &= 116,50 + (2 \% \times 110,60) \\ &= 118,83 \text{ m} \end{aligned}$$

A.2. Panjang Displacement (L Displ) untuk kapal berbaling-baling tunggal

$$\begin{aligned} L \text{ Displ} &= 0,5 \times (Lwl + Lpp) \\ &= 0,5 \times (118,83 + 116,50) \\ &= 117,665 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Cm &= 0,91 + 0,1 \sqrt{cb} \\ &= 0,91 + 0,1 \sqrt{0,68} \\ &= 0,992 \text{ Memenuhi Syarat } (0,5 - 0,995) \end{aligned}$$

A.4. Coefisien Prismatic (Cp) Formula Troast

$$\begin{aligned} Cp &= Cb / Cm \\ &= 0,68 / 0,992 \\ &= 0,685 \text{ Memenuhi Syarat } (0,5 - 0,92) \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Cw &= 0,743 \times Cp \times 0,297 \\ &= 0,743 \times 0,685 \times 0,297 \\ &= 0,806 \text{ Memenuhi Syarat } (0,80 - 0,87) \end{aligned}$$

A.6. Luas Garis Air (Awl)

$$\begin{aligned} Awl &= Lwl \times B \times Cw \\ &= 118,83 \times 16,8 \times 0,806 \\ &= 1.615 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A.7. Luas Midship (Am)

$$\begin{aligned} Am &= B \times T \times Cm \\ &= 16,8 \times 7,20 \times 0,992 \\ &= 119,99 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A.8. Volume Displacement (C Displ)

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 116,5 \times 16,8 \times 7,20 \times 0,68 \\
 &= 9.582,4\text{m}^3
 \end{aligned}$$

A.9. Coefisien Prismatic Displacement (Cp Displ)

$$\begin{aligned}
 C_p \text{ Displ} &= L_{pp} / L \text{ Displ} \times C_p \\
 &= 116,5 / 117,6 \times 0,685 \\
 &= 0,678
 \end{aligned}$$

A.10. Displacement (D)

$$\begin{aligned}
 D &= Vol \text{ Displ} \times a \times c \\
 &= 9.582,4 \times 1,025 \times 1,004 \\
 &= 9.861,2\text{Ton}
 \end{aligned}$$

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 = 0,8 % x L Displ, dimana L Displ = 111,706 m

$$\begin{aligned}
 C_p \text{ Displ} &= L_{pp} / L \text{ Displ} \times C_p \\
 &= 116,5 / 117,66 \times 0,685 \\
 &= 0,678
 \end{aligned}$$

B.1.1. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$\begin{aligned}
 LCB \text{ Displ} &= 0,74 \% \times L \text{ Displ} \\
 &= 0,37 \% \times 117,66 \\
 &= 0,87 \text{ m} \quad (\text{Di depan midship Ldispl.})
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \phi \text{ Displ} &= 0,5 \times L \text{ Displ} \\
 &= 0,5 \times 117,66 \\
 &= 58,83 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.1.3. Jarak midship (ϕ) Lpp ke FP

$$\begin{aligned}
 \phi \text{ Lpp} &= 0,5 \times L_{pp} \\
 &= 0,5 \times 116,7 \\
 &= 58,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.1.4. Jarak antara midship (ϕ) L Displ dengan midship (ϕ) Lpp
 = ϕ Displ - ϕ Lpp
 = 58,83 - 58,25
 = 0,58 m

B.1.5. Jarak antara LCB terhadap midship (ϕ) Lpp
 = 0,87 - 0,58
 = 0,29 m (Di depan ϕ Lpp)

B.2. Menurut diagram NSP dengan luas tiap section (A_m) = 117,3 m²

No Ord	%	% Thd Am	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0	0,00	1	0,00	- 10	0.00
1	0,108	12,633	4	50,533	- 9	-454,796
2	0,278	32,609	2	65,219	- 8	-521,750
3	0,488	57,242	4	228,970	- 7	-1602,787
4	0,678	79,565	2	159,129	- 6	-954,775
5	0,828	97,089	4	388,357	- 5	-1941,784
6	0,917	107,507	2	215,034	- 4	-860,137
7	0,972	114,309	4	456,156	- 3	-1368,469
8	0,993	116,514	2	233,028	- 2	-466,056
9	1	117,300	4	469,200	- 1	-469,200
10	1	117,300	1	234,600	0	0
					Σ_2	-8639,755
11	1	117,300	4	469,200	1	469,200
12	1	117,300	2	234,600	2	469,200
13	0,990	116,127	4	464,508	3	1393,524
14	0,951	111,599	2	223,198	4	892,794
15	0,875	102,638	4	410,550	5	2052,750
16	0,752	88,151	2	176,302	6	1057,811
17	0,552	64,773	4	259,092	7	1813,646
18	0,344	40,398	2	80,796	8	646,370
19	0,136	15,894	4	63,577	9	572,189

FP	0	0	1	0	10	0
			Σ_1	4882,049	Σ_3	9367,484

$$\begin{aligned}
 \text{B.2.1. } h &= L \text{ Displ} / 20 \\
 &= 117,6 / 20 \\
 &= 5,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.2.2. Volume Displacement

$$\begin{aligned}
 V \text{ Displ} &= 1/3 \times h \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 5,88 \times 4882,04 \\
 &= 9568,817 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

B.2.3. Letak LCB NSP

$$\begin{aligned}
 \text{LCB NSP} &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L \text{ Displ}}{20} \\
 &= \frac{-8639,755 + 9367,484}{4882,049} \times \frac{117,6}{20} \\
 &= 0,148 \times 5,88 \\
 &= 0,876 \text{ m (di depan midship Ldispl.)}
 \end{aligned}$$

B.2.4. Koreksi prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{LCB Displ} - \text{LCB NSP}}{L \text{ Displ}} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,869 - 0,876}{117,6} \times 100 \% \\
 &= 0,005 \% < 0,1 \% \quad (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

B.2.5. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displ

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol Displ Awal} - \text{Vol Displ NSP}}{\text{Vol Displ Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{9.582,4 - 9.568,8}{9.582,4} \times 100 \% \\
 &= 0,14 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi})
 \end{aligned}$$

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Q_f &= \text{Koefisien prismatik bagian depan midship } L_{pp} \\
 Q_a &= \text{Koefisien prismatik bagian belakang midship } L_{pp} \\
 e &= \text{Perbandingan jarak LCB terhadap } L_{pp} \\
 e &= (LCB_{Lpp} / L_{pp}) \times 100 \% \\
 &= (0,87 / 116,5) \times 100 \% \\
 &= 0,746 \%
 \end{aligned}$$

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

$$Q_a = Q_f = C_p \pm (1,40 + C_p) \times e$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Q_f &= C_p + (1,40 + C_p) \times e \\
 &= 0,685 + (1,40 + 0,685) \times 0,00746 \\
 &= 0,716
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_a &= C_p - (1,40 + C_p) \times e \\
 &= 0,685 - (1,40 + 0,685) \times 0,00746 \\
 &= 0,684
 \end{aligned}$$

Tabel luas tiap section terhadap A_m menurut Van Lamerent

$$A_m = 117,3 \text{ m}^2$$

No.Ord.	Luas %	Luas Terhadap A_m
AP	0	0
0,25	0,069	8,094
0,5	0,150	17,595
0,75	0,236	27,683
1	0,327	38,367
1,5	0,508	59,588
2	0,676	79,295
2,5	0,812	95,248
3	0,908	106,508
4	0,992	116,362
5	1	117,300
6	0,998	117,065
7	0,944	110,731

7,5	0,864	101,347
8	0,738	86,567
8,5	0,574	67,330
9	0,377	44,222
9.25	0,276	32,375
9,5	0,176	20,645
9,75	0,083	9,736
FP	0	0

P = Lcb terhadap mid Lpp = 0,869 m

$$B = \frac{(3XQF) - 1}{4XQF} = 0,40$$

Q = Lcb NSP = 0,876 m

Tabel luas tiap section terhadap Am dari grafik CSA baru

$$Am = 117,3m^2$$

No Ord	% Luas Station	Luas Station Thd Am	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,043	5,08	0,25	1,270	- 5	- 6,350
0,25	0,07	8,18	1	8,18	- 4,75	- 38,86
0,5	0,151	17,68	0,5	8,841	- 4,5	- 39,785
0,75	0,237	27,77	1	27,77	- 4,25	- 118,023
1	0,328	38,44	0,75	28,833	- 4	- 115,333
1,5	0,509	59,68	2	119,351	- 3,5	- 417,730
2	0,677	79,38	1	79,382	- 3	- 238,146
2,5	0,813	95,33	2	190,	- 2,5	- 476,674
3	0,909	106,60	1,5	159,894	- 2	- 319,787
4	0,993	116,45	4	465,796	- 1	- 465,796
5	1,001	117,39	2	234,775	0	- 0
					Σ_2	- 2.236,4

6	0,999	117,15	4	468,611	1	468,611
7	0,945	110,82	1,5	166,228	2	332,455
7,5	0,865	101,43	2	202,869	2,5	507,172
8	0,739	86,65	1	86,65	3	259,964
8,5	0,575	67,42	2	134,835	3,5	471,922
9	0,378	44,31	0,75	33,323	4	132,928
9,25	0,277	32,46	1	32,462	4,25	137,964
9,5	0,177	20,73	0,5	10,366	4,5	46,647
9,75	0,084	9,82	1	9,823	4,75	46,660
FP	0	0	0,25	0	5	0
			Σ_1	2.469,8	Σ_3	2.404,3

$$\begin{aligned}
 1. \quad h &= L_{pp} / 10 \\
 &= 116,50 / 10 \\
 &= 11,65 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.. Volume Displacement pada Main Part

$$\begin{aligned}
 V_{\text{Displ}} &= 1/3 \times L_{pp} / 10 \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 116,50 / 10 \times 2.469,8 \\
 &= 9.591,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Letak LCB pada Main Part

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L_{pp}}{10} \\
 &= \frac{-2.236,4 + 2.404,3}{2.469,8} \times \frac{116,50}{10} = 0,79 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan pada Cant Part

Untuk perhitungan volume dan LCB pada Cant Part adalah sebagai berikut :

Pada AP = 5,08

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
X	5,08	1	5,08	0	0
Y	3,83	4	15,32	1	15,32

A	0	1	0	2	0
		Σ_1	20,4	Σ_2	15,32

$$e = \frac{L_{wl} - L_{pp}}{2} = \frac{118,83 - 116,50}{2}$$

$$= 1,165 \text{ m}$$

5. Volume Cant Part

$$= \frac{1}{3} \times e \times \Sigma_1$$

$$= \frac{1}{3} \times 1,165 \times 20,4$$

$$= 7,922 \text{ m}^3$$

6. LCB Cant Part terhadap AP

$$= \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} \times e$$

$$= \frac{15,32}{20,4} \times 1,165$$

$$= 0,87 \text{ m}$$

7. Jarak LCB Cant Part terhadap O Lpp

$$= \frac{1}{2} \times L_{pp} + \text{LCB Cant Part}$$

$$= \frac{1}{2} \times 116,5 + 0,87$$

$$= 59,12 \text{ m}$$

8. Volume Displacement total

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

$$= 9.591,2 + 7,922$$

$$= 9.599,143 \text{ m}^3$$

9. LCB total terhadap O Lpp

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

$$= \frac{(0,79 \times 9.591,2) + (59,124 \times 7,9)}{9.599}$$

$$= 0,839 \text{ m}$$

B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

a. Koreksi untuk Volume Displacement

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

$$= \frac{9.599 + 9.568}{9.568} \times 100 \%$$

$$= 0,3 \% \quad 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi})$$

b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

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

$$= \frac{0,830 + 839}{116,50} \times 100 \%$$

$$= 0,008 \% < 0,1 \% \quad (\text{Memenuhi})$$

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, Qf = 0,716

Dari grafik Latsiun sudut masuk = 14°

Penyimpangan = ± 3°

Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh = 17°

C.2. Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No Ord	Y = ½ B	FS	Hasil
AP	5,08	0,25	1,27
0,25	5,3	1	5,30
0,5	5,6	0,5	2,80
0,75	5,9	1	5,90
1	6,3	0,75	4,725
1,5	6,7	2	13,4
2	7,2	1	7,2
2,5	7,6	2	15,2
3	8,3	1,5	12,45
4	8,4	4	33,6

5	8,4	2	16,8
6	8,4	4	33,6
7	8,3	1,5	12,45
7,5	7,3	2	14,6
8	6,4	1	6,4
8,5	4,8	2	9,6
9	2,5	0,75	1,875
9,25	1,8	1	1,8
9,5	1,2	0,5	0,6
9,75	0,6	1	0,6
FP	0	0,25	0
		Σ_1	201,8

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

$$\begin{aligned}
 Awl Mp &= 2 \times \frac{1}{3} \times Lpp/10 \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 116,50/10 \times 201,8 \\
 &= 1.567,3 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\text{Pada AP} = 5,08 ; 0,5 \text{ AP} = 3,83$$

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	5,08	1	5
1/2 AP	3,83	4	15,32
0	0	1	0
		Σ_1	20,32

$$\begin{aligned}
 \text{C.2.c} \quad e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{118,83 - 116,50}{2} \\
 &= 1,165 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Awl Cp &= 2 \times \frac{1}{3} \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 1,165 \times 20,32
 \end{aligned}$$

$$= 47,34 \text{ m}^2$$

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

$$\begin{aligned} \text{Awl Total} &= \text{Luas Main Part} + \text{Luas Cant Part} \\ &= 1.567,3 + 47,34 \\ &= 1614,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

C.2.f. Koreksi luas garis air

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Awl Perhitungan} - \text{Awl Total}}{\text{Awl Perhitungan}} \times 100 \% \\ &= \frac{1.615 - 1.614,8}{1.615} \times 100 \% \\ &= 0,01 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi Syarat}) \end{aligned}$$

D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA

Dimana : B = 16,8 m

$\frac{1}{2} B = 8,4 \text{ m}$

a = Rise Of Floor

$$= 0,01 \times B$$

$$= 0,01 \times 16,8$$

$$= 0,168 \text{ m}$$

R = Jari – jari Bilga

M = Titik pusat kelengkungan bilga

D.1. $\text{Tg } \alpha = (0,5 \times B)/a$

$$= 8,4/0,168$$

$$= 50$$

$$\alpha = 88,5^\circ$$

$$\beta = (180^\circ - \alpha)$$

$$= (180^\circ - 88,5^\circ)$$

$$= 91,5^\circ$$

$$\gamma = \beta/2$$

$$= 91,5^\circ/2$$

$$= 45,575^\circ$$

D.2. Perhitungan

D.2.1. Luas Trapesium ABDC

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} B \times \frac{1}{2} \{ T + (T - a) \} \\ &= \frac{1}{2} 16,8 \times \frac{1}{2} \{ 7,20 + (7,20 - 0,168) \} \\ &= 59,77 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D.2.2. Luas AFGHDB

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \text{ Luas Midship} \\ &= \frac{1}{2} \times B \times T \times C_m \text{ (m}^2\text{)} \\ &= \frac{1}{2} \times 16,8 \times 7,20 \times 0,992 \\ &= 58,66 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D.2.3. Luas FGHCF

$$\begin{aligned} &= \text{Luas trapesium ABDC} - \text{Luas AFGHDB} \\ &= 59,77 - 58,66 \\ &= 0,446 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D.2.4. Luas FCG

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

$$\text{Luas juring MFG} = \frac{\alpha}{360} \times \pi R^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas FCG} &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\ &= 0,5 R^2 Tg \alpha - \left(\frac{\alpha}{360} \right) \times \pi R^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi Luas ABDC} - \text{Luas AFGHDB} = \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG}$$

$$\begin{aligned} 1,11 &= 0,5 R^2 Tg 45,575 - \left(\frac{45,575}{360} \right) \times 3,14 R^2 \\ &= 0,51 R^2 - 0,398 R^2 \\ R^2 &= 9,91 \\ R &= 3,1 \text{ m} \end{aligned}$$

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 = 7,20 m

2 T = 14,40 m

No Ord	Y = $\frac{1}{2}$ B	b = Lb / 2 T	Luas Station
AP	5,080	0,353	5,08
0,25	5,300	0,568	8,18
0,5	5,600	1,228	17,68
0,75	5,900	1,928	27,77
1	6,300	2,670	38,44
1,5	6,700	4,144	59,33
2	7,200	5,513	79,38
2,5	7,600	6,620	95,33
3	8,300	7,402	106,60
4	8,400	8,087	116,45
5	8,400	8,152	117,39
6	8,400	8,136	117,15
7	8,300	7,696	110,82

7,5	7,300	7,044	101,43
8	6,400	6,018	86,65
8,5	4,800	4,682	67,42
9	2,500	3,077	44,31
9,25	1,800	2,254	32,46
9,5	1,200	1,440	20,73
9,75	0,6	0,682	9,82
FP	0	0	0

E.2. Perhitungan Koreksi Volume Displacement Rencana Body Plan

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	5,08	0,25	1,270
0,25	8,18	1	8,181
0,5	17,68	0,5	8,841
0,75	27,77	1	27,77
1	38,44	0,75	28,833
1,5	59,68	2	119,351
2	79,38	1	79,38
2,5	95,33	2	190,670
3	106,60	1,5	159,894
4	116	4	468,611
5	117,39	2	234,775
6	117,15	4	234,775
7	110,82	1,5	166,228
7,5	101,43	2	202,869
8	86,65	1	86,655
8,5	67,42	2	134,835
9	44,31	0,75	33,232
9,25	32,46	1	32,46
9,5	20,73	0,5	10,366
9,75	9,82	1	9,82
FP	0	0,25	0

		Σ_1	2.469,84
--	--	------------	----------

E.2.1. Volume Displacement Perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 116,50 \times 16,8 \times 7,20 \times 0,68 \\
 &= 9.582,45 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.2. Volume Displacement Perencanaan

$$\begin{aligned}
 &= 1/3 \times (L_{pp} / 10) \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times (116,5 / 10) \times 2.469,84 \\
 &= 9.591,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume Cant Part

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	5,0	1	5,0
1/2 AP	3,83	4	15,32
0	0	1	0
		Σ_1	20,32

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{L_{wl} - L_{pp}}{2} \\
 &= \frac{118,83 - 116,50}{2} \\
 &= 1,165 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{VolumeCp} &= 1/3 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 1,165 \times 20,32 \\
 &= 7,89 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Volume displ. Total

$$\begin{aligned}
 \text{Vdisp.tot} &= 9.591,2 + 7,89 \\
 &= 9.599,11 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.3. Koreksi penyimpangan volume displacement body plan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol. Displ. Perencanaan} + \text{Vol Displ. Perhitungan}}{\text{Vol. Displ. Perencanaan}} \times 100 \% \\
 &= \frac{9.6599,1 + 9.582,45}{9.599,1} \times 100 \% \\
 &= 0,17 \% < 0,5 \% \quad (\text{Memenuhi Syarat})
 \end{aligned}$$

F. PERHITUNGAN CHAMBER, SHEER DAN BANGUNAN ATAS

F.1. Perhitungan Chamber

$$\begin{aligned}
 \text{Chamber} &= 1/50 \times B \\
 &= 1/50 \times 16,8 \\
 &= 0,336 = 336 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi Bulwark} &= 1,0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

F.2. Perhitungan Sheer

F.2.1. Bagian Buritan (Belakang)

$$\begin{aligned}
 \text{F.2.1.1. AP} &= 25 (Lpp / 3 + 10) \\
 &= 25 (116,50 / 3 + 10) \\
 &= 1220,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.2.1.2. } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (Lpp / 3 + 10) \\
 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 11,1 (116,50 / 3 + 10) \\
 &= 542,05 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.2.1.3. } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 2,8 (Lpp / 3 + 10) \\
 &= 2,8 (116,50 / 3 + 10) \\
 &= 136,73 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{F.2.2. Bagian Midship (Tengan)} = 0 \text{ m}$$

F.2.3. Bagian Haluan (Depan)

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.1. AP} &= 50 (Lpp / 3 + 10) \\
 &= 50 (116,50 / 3 + 10) \\
 &= 2.441,6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.2. } 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 22,2 (Lpp / 3 + 10) \\
 1/6 \text{ Lpp dari AP} &= 22,2 (116,5 / 3 + 10) \\
 &= 1.084,1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F.3.3.3. } 1/3 \text{ Lpp dari AP} &= 5,6 \left(\text{Lpp} / 3 + 10 \right) \\
 &= 5,6 \left(116,50 / 3 + 10 \right) \\
 &= 273,46 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

F.3. Bangunan Atas (Menurut Methode Varian)

F.3.1. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

$$\begin{aligned}
 a &= \text{Lpp} / 500 + 0,48 \\
 &= 116,5 / 500 + 0,48 \\
 &= 0,713 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak yang diambil} = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Untuk Lpp} = 116,50 \text{ m}$$

$$\text{Maka } 0,60 \times 190 \text{ gading} = 114 \text{ m} \quad (\text{gading mayor})$$

$$0,5 \times 5 \text{ gading} = \frac{2,5\text{m}}{116,50} \quad (\text{gading minor})$$

F.3.2. Poop Deck (Geladak Kimbul)

Panjang Poop Deck (20 % - 30 %) Lpp

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 24 \% \times \text{Lpp} \\
 &= 24\% \times 116,50 \\
 &= 27,96 = 27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

Jarak gading pada poop deck

$$\text{Panjang poop deck} = 27 \text{ m}$$

$$0,60 \times 45 \text{ gading} = 27 \text{ m}$$

F.3.3. Fore Castle Deck (Deck Akil)

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

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 10 \% \times \text{Lpp} \\
 &= 10 \% \times 116,50 \\
 &= 11,65 = 11 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tinggi deck akil (1,9 – 2,2) diambil dari 2,2 dari main deck

Jarak gading pada fore castle dengan panjang = 11 m

$$0,60 \times 16 \text{ gading} = 9,6$$

$$0,5 \times 2 \text{ gading} = \underline{1,0}$$

$$10,6$$

$$\begin{aligned} \text{F.3.4. Jarak Gading Midship} &= 0,6 \times 101 \text{ gading} = 60,6 \\ &= 0,5 \times 1 \text{ gading} = \underline{0,50} \\ &61,1 \end{aligned}$$

F.3.5. Jarak Sekat Tubrukan

$$\begin{aligned} \text{Jarak minimum} &= 0,05 \times L_{pp} + 3,05 \\ &= 0,05 \times 116,5 + 3,05 \\ &= 8,875 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maximum} &= 0,08 \times L_{pp} + 3,05 \\ &= 0,08 \times 116,5 + 3,05 \\ &= 12,37 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sekat tubrukan} &= \frac{12,37 + 8,875}{2} \\ &= 10,6 \text{ m}^3 \\ &= 0,6 \times 16 \text{ gading} = 9,6 \\ &= 0,52 \times 2 \text{ gading} = \underline{1,0} \\ &10,6 \end{aligned}$$

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 = 116,50 m

T = Sarat kapal = 7,20 m

C₁ = Faktor untuk type kapal = 1,0

C₂ = Faktor untuk type kemudi = 0,7

C₃ = Faktor untuk profil kemudi = 0,8

C₄ = Faktor untuk rancangan type kemudi = 1,5 untuk kemudi dengan jet propeller.

Jadi :

$$A = 1,0 \times 0,7 \times 0,8 \times 1,5 \times \frac{1,75 \times 116,50 \times 7,20}{100} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$= 12,3 \text{ m}^2$$

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

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

$$= \frac{0,023}{\sqrt[3]{\frac{116,50}{0,68 \times 16,80} - 6,2}} < \frac{12,3}{116,50 \times 7,20} < \frac{0,03}{\sqrt[3]{\frac{116,50}{0,68 \times 16,80} - 7,2}}$$

$$= 0,0144 < 0,0146 < 0,0208$$

G.1. Ukuran Daun Kemudi

$$A = h \times b \quad \text{Dimana } h = \text{Tinggi daun kemudi}$$

$$b = \text{Lebar daun kemudi}$$

Menurut ketentuan perlengkapan kapal ITS halaman 53 harga perbandingan $h/b = 0,8 - 2$

$$\text{Diambil } 2 \text{ sehingga } 2 = h/b \rightarrow h = 2 \times b$$

$$A = h \times b$$

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

$$12,3 = 2 \times b^2$$

$$b = \sqrt{12,30/2} = 2,47 \text{ m}$$

$$= 2,47$$

$$h = 2 \times b \quad \text{Maka} \quad h = 4,95 \text{ m}$$

$$= 2 \times 2,47$$

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan $< 65\%$, diambil 30%

$$A' = 30\% \times A$$

$$= 0,3 \times 12,3$$

$$= 3,69 \text{ m}^2$$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal

$< 35\%$ dari lebar sayap kemudi (diambil 30%)

$$\begin{aligned}
 b' &= 30 \% \times b \\
 &= 0,3 \times 2,47 \\
 &= 0,741 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{ Luas daun kemudi (A)} &= 12,3 \text{ m}^2 \\
 \rightarrow \text{ Luas bagian bahan air (A')} &= 3,69 \text{ m}^2 \\
 \rightarrow \text{ Tinggi daun kemudi (h)} &= 4,95 \text{ m} \\
 \rightarrow \text{ Lebar daun kemudi (b)} &= 2,47 \text{ m} \\
 \rightarrow \text{ Lebar bagian balansir (b')} &= 0,741 \text{ m}
 \end{aligned}$$

G.2. Perhitungan Gaya Kemudi

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

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 \Delta &= \text{Aspek Ratio } h^2 / A \\
 &= 4,95^2 / 12,3 = 1,99
 \end{aligned}$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = 15,5 \text{ knots}$$

$$\begin{aligned}
 K_1 &= \frac{\Delta + 2}{3} \text{ harga } \Delta \text{ tidak lebih dari } 2 \\
 &= \frac{1,9 + 2}{3} \\
 &= 1,33 \leq 2
 \end{aligned}$$

$$k_2 = \text{Koefisien yang tergantung dari kapal} = 1,4$$

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

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

Jadi :

$$\begin{aligned}
 C_R &= 132 \times 1,99 \times (15,5)^2 \times 1,33 \times 1,4 \times 1,15 \times 1,0 \\
 &= 135.135,0 \text{ N}
 \end{aligned}$$

H. PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI

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

$$W_Z = \frac{BI \times X \times K}{80}$$

Dimana :

BI = Gaya kemudi dalam resultan

BL = CR / 2

C_R = Gaya Kemudi

C_R = 135.135,0 N

BI = 135.135,0 / 2
= 67.567,5

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

x = 0,5 x L₅₀ (x maximum)

x = L₅₀ (x maximum), dimana :

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

Dimana Pr = $\frac{C_R}{L_{10} \times 10^3}$; L₁₀ = Tinggi daun kemudi h = 4,95 m
= $\frac{135.135,0}{4,95 \times 10^3}$
= 27,3 N/m

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

$$L_{50} = \frac{135.135,0}{27,3 \times 10^3}$$

$$= 4,95 \text{ m}$$

Diambil 2800 mm lima jarak gading

Perht = 0,5 x 2 = 1,0 m

0,6 x 3 = 1,8 m

2,8 m

$$\begin{aligned}
 X_{\min} &= 0,5 \times L_{50} \\
 &= 0,5 \times 2,8 \\
 &= 1,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 W_Z &= \frac{BL \times X \times k}{80} \\
 &= \frac{67.567,5 \times 2,475 \times 1,0}{80} \\
 &= 2.090,37 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_Y &= 1/3 \times W_Z \\
 &= 1/3 \times 2.090,37 \\
 &= 698,7 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan profil sepatu kemudi dengan plat dengan ukuran sebagai berikut :

$$\text{Tinggi (h)} = 240 \text{ mm}$$

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

$$\text{Lebar} = 300 \text{ mm}$$

No	b	h	F = b x h	a	F x a ²	I = 1/12 x b x h ²
I	30	5	150	0	0	312,5
II	5	14	82,5	12,5	12.890,63	1871,72
III	5	14	82,5	0	0	1871,72
IV	5	14	82,5	12,5	12.890,63	1871,72
V	30	5	150	0	0	312,5
					$\Sigma_1 = 2.578,25$	$\Sigma_2 = 6.240,16$

$$\begin{aligned}
 I_Z &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\
 &= 25.781,25 + 6.240,16 \\
 &= 2091 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{Z'} &= I_Z / a_{\text{maks}} \\
 &= 32.021,41 / 12,5 \\
 &= 2.091 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$W_z < W_z'$$

$$2.090,37 < 2.091 \quad \text{cm}^3 \quad (\text{Memenuhi})$$

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

$$= 0,6 \times T$$

$$= 0,6 \times 7,26$$

$$= 4,32 \text{ m}$$

R (Jari – jari Propeller)

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

$$= 0,5 \times 4,32$$

$$= 2,16 \text{ m}$$

Diameter Boss Propeller

$$= 1/6 \times D$$

$$= 1/6 \times 4,32$$

$$= 0,72 \text{ m}$$

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. $0,1 \times D = 0,1 \times 4,32$
 $= 0,432 \text{ m}$
- b. $0,009 \times D = 0,09 \times 4,32$
 $= 0,388 \text{ m}$
- c. $0,17 \times D = 0,17 \times 4,32$
 $= 0,734 \text{ m}$
- d. $0,15 \times D = 0,15 \times 4,32$
 $= 0,648 \text{ m}$
- e. $0,18 \times D = 0,18 \times 4,32$
 $= 0,777 \text{ m}$
- f. $0,04 \times D = 0,04 \times 4,32$

$$= 0,172 \text{ m}$$

g. $2'' - 3''$ Diambil $2'' = 2 \times 0,0254 = 0.0508 \text{ m}$

h. $0,35 \times D = 0,35 \times 4,32$
 $= 1,512 \text{ m}$

Jarak poros propeller dengan Base Line adalah

R Propeller + f + Tinggi sepatu kemudi

$$= 2,16 + 0,172 + 0,240$$

$$= 2,597 \text{ m}$$

J. STEM SHIP

Panjang $= (8 - 15)\%LPP$
 $= 14,5\% \cdot 116,5$
 $= 16,89 \text{ m} \Rightarrow$ diambil $16,02 \text{ m}$

Tinggi $= 1,5 - 2,2 \Rightarrow$ diambil $2,2 \text{ m}$

K. STERN SHIP

Panjang $= (20-30)\% LPP$
 $= 30\% \times 116,5$
 $= 34,95 \text{ m} \Rightarrow$ diambil $32,07 \text{ m}$

Tinggi $= 1,5 - 2,2 \Rightarrow$ diambil $2,2 \text{ m}$