BAB II

PERHITUNGAN RENCANA GARIS

A. Perhitungan Dasar

A.1. Panjang Garis Muat (LWL)

LWL = Lpp + 2 % - 3 % Lpp (diambil 2% Lpp)

= Lpp + 2 % Lpp

= 38,55 + (0.02 x 38,55)

=**39,321** m

A.2. Panjang Keseluruhan Kapal (LOA)

LOA = $\left(\frac{100}{94} - \frac{100}{95} \right)$x Lpp (diambil 94,1 %)

= $\frac{100}{95}$x LPP

=$\frac{100}{95}$x 38,55

= **40,97 m**

A.3. Panjang Displacement untuk kapal Baling – baling Tunggal (L displ)

L displ = ½ (LWL + Lpp)

= ½ x (38,321+ 38,55)

= **38,936 m = 127,741 feet**

A.4. Coefisien Block (Cb) (F H Alexander)

Cb = (1,05-1,67) x $\frac{V}{2\sqrt{L}}$ (diambil = 1,36)

= 1,36 x $\frac{5,1444}{2\sqrt{38,55}}$

= **0,56** Memenuhi (0.42 – 0.60)

A.5. Coefisien Midship (Cm)

Cm = 0.9+(0.1 x $\sqrt{Cb}$)

= 0.9 + (0.1 x √0.56)

= **0,825** Memenuhi (0.73 – 0.88)

A.6. Coefisien garis air (Cm) Menurut Troast

Cw = $\sqrt{cb - 0.025}$

= $\sqrt{0.56 - 0.025}$

= **0,723** Memenuhi (0.72 – 0.78)

A.7. Coefisien Prismatik (Cp)

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

$= \frac{0,56}{0,825}$

= **0,695** Memenuhi (0.58– 0.71)

A.8. Luas Garis Air (AWL)

AWL = LWL x B x Cw

= 39,321 x 7,60 x 0,723

= **218,741** m2

A.9. Luas Midship (Am)

Am = B x T x Cm

= 7,60 x 3,00 x 0,825

= **18,924** m2

A.10. Volume Displacement

V displ = Lpp x B x T x Cb

= 38,55 x 7,60 x 3,00 x 0,56

= **492,206** m^3

A.11. Displacement

D = V displ x γ x c

Dimana :

γ = 1.025 Berat jenis air laut

c = 1.004 Koefisient Pengelasan

D = 492,206 x 1,025 x 1,004

= **506,530** Ton

A.12. Coefisien Prismatik Displacement (Cp displ)

Cp Displ $= \frac{Lpp}{L\ displ}$ x Cp

$= \frac{38,55}{38,936}$ x 0,695

= **0,688**

A.11 *Displacement* (D)

D = Vol Displ x γ x C

= **492,206** x 1,025 x 1,004

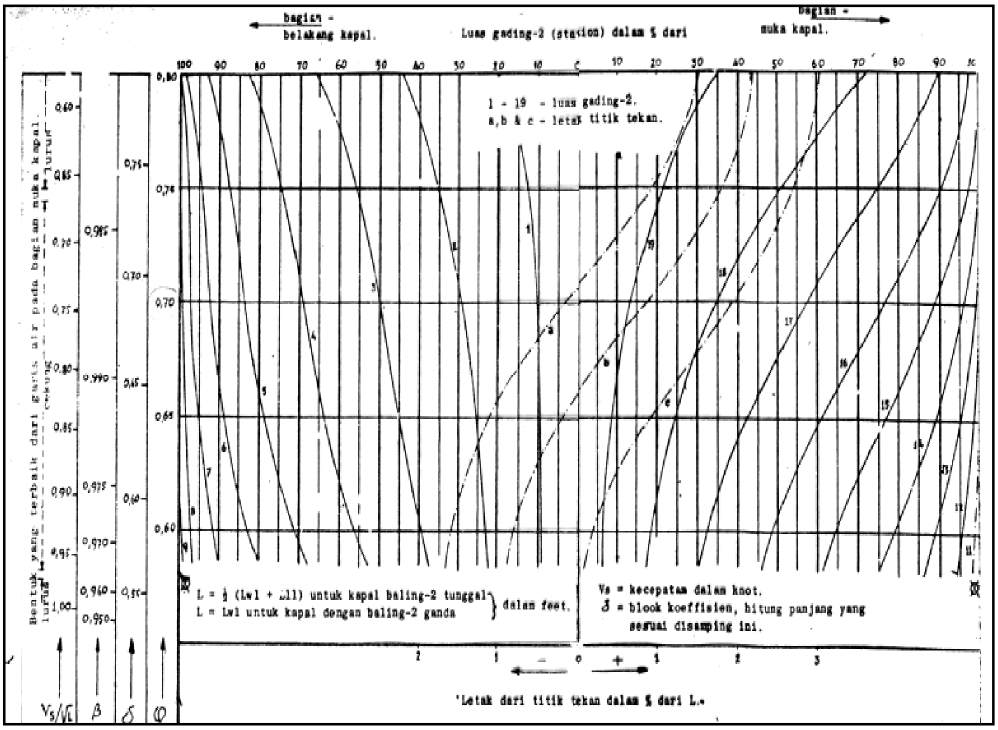
D = 506,530 Ton

γ = berat jenis air laut = 1,025 ton/m

C = koefisien berat las = 1,004

B. Menentukan letak LCB (*Longitudinal centre of bouyancy*)

B.1. Dengan menggunakan Cp *Displacement* pada grafik NSP pada Cp *Displacement* = 0,672 Didapat letak titik LCB (*Longitudinal Centre Bouyancy* = 0,25% x L Displ, dimana L Displ = 38,94 m



Gambar 2.01. Grafik NSP

B.1.1. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

LCB Displ (b) = 0,25% x L Displ

= 0,25% x 38,94 m

= 0,097 m (Di belakang *midship* L Disp)

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

O Displ = 0,5 x L Displ

= 0,5 x 38,94 m

= 19,468 m

B.1.3. Jarak *midship* (ϕ) Lpp ke FP

O Lpp = 0,5 x Lpp

= 0,5 x 38,55 m

= 19,275 m

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

a = O Displ - O Lpp

= 19,468 - 19,275 m

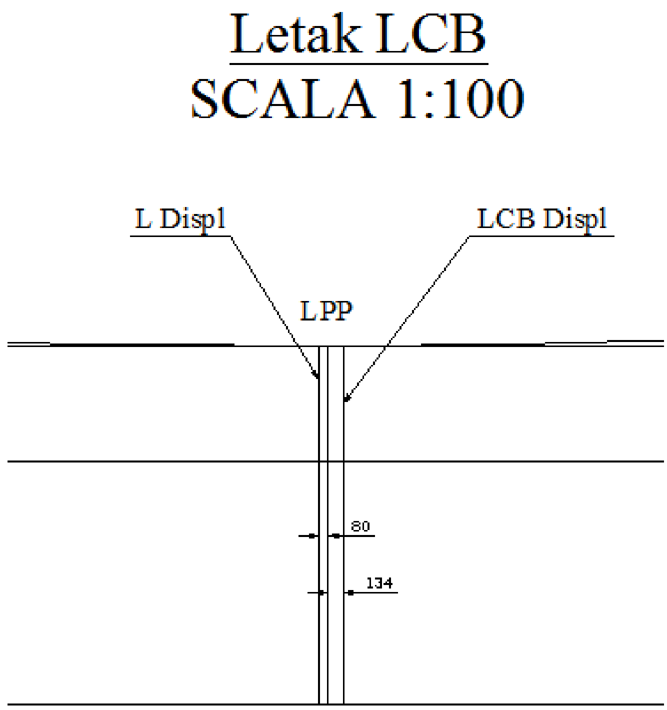
= 0,193 m

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

c = b - a

= 0,097 + 0,193

= -0,096 m (Di belakang ϕ Lpp)



Gambar 2.02. Letal LCB Kapal

B.2. Menurut Diagram NSP Dengan Luas Tiap station Am = **18,814** m2

No. Ord	%	% x Am	Fs	Hasil	Fm	Hasil
AP	0,085	2	1	1,60	-10	-16
1	0,1	1,881	4	7,526	-9	-67,730
2	0,27	5,080	2	10,159	-8	-81,276
3	0,39	6,981	4	27,844	-7	-194,911
4	0,66	12,417	2	24,834	-6	-149,005
5	0,83	15,651	4	62,462	-5	-312,309
6	0,9	16,932	2	33,865	-4	-135,459
7	0,99	18,626	4	74,503	-3	-223,508
8	1	18,814	2	37,628	-2	-75,255
9	1	18,814	4	75,255	-1	-75,255
					∑2 =	**-1334,839**
10	1	18,814	2	37,628	0	0,00
11	1	18,814	4	75,255	1	75,255
12	0,99	18,626	2	37,751	2	74,503
13	0.95	17,873	4	71,492	3	214,477
14	0,9	16,932	2	33,865	4	135,459
15	0,81	15,239	4	60,957	5	304,784
16	0,675	12,699	2	25,399	6	152,392
17	0,475	8,937	4	35,746	7	250,224
18	0,275	5,174	2	10,348	8	82,781
19	0,15	2,822	4	11,288	9	101,595
FP	0,00	0.00	1	0,00	10	0,00
			∑1 =	**757,086**	**∑3 =**	**1369,269**

Tabel 2.01 Luas tiap station Am menurut diagram NSP

B.2.1. h = L Displ / 20

= 38,936 / 20

= **1,947** m

B.2.2. *Volume Displacement*

V Displ = 1/3 x h x E1

= 1/3 x 1,339 m x 540,071 m2

= 240,962 m3

B.2.1. B.2.3. Volume Displacement

V displ = 1/3 x h x ∑1

= 1/3 x 1,947 x 757,086

= **489,162** m³

B.2.2. Letak LCB NSP

$$\text{LCB NSP} = \frac{\sum_2 + \sum_3}{\sum_1} x \frac{L.Displ}{20}$$

$$= \frac{\mathbf{-1334,839+1369,269}}{\mathbf{757,086}} \text{ X } 1,947$$

= **0,157 m**

B.2.3. Koreksi Prosentase penyimpagan LCB

$$= \frac{LCBdispl - LCBNSP}{Ldispl} x100\%$$

$$= \frac{0,292X0,157}{38,9355} x100\%$$

= **0,0347** % < 0.1 % (Memenuhi syarat)

B.2.4. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displacement

$$= \frac{Voldispawal - Voldispl NSP}{Voldisplawal} x100$$

$$= \frac{492,206 - 489,876}{492,206} x\ 100\%$$

= **0,473 %** < 0.5 % (Memenuhi syarat)

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

Dimana :

Qf : Koefisien prismatik bagian depan midship LPP

Qa : Koefisien prismatik bagian belakang midship LPP

e : Perbandingan jarak LCB terhadap LPP

e = (LCB Lpp / Lpp) x 100 %

$= (0{,}064 / 38{,}55) \times 100\ \%$

$= 0{,}00017$ **= 0,017** %

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

$Qa = Qf = \pm (1{,}4 + Q) \times e$

Dimana :

Cp = 0,679 (Coefisien prismatik)

Maka :

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

$= 0{,}679 + (1{,}40 + 0{,}679) \times 0{,}017$

= **0,682**

$Qa = Cp – (1.40 + Cp)\ e$

$= 0{,}69 – (1{,}40 + 0{,}679) \times 0.017$

= **0,675**

Tabel Luas tiap section terhadap Am menurut Van Lamerent

$Am = 18{,}814\ m^2$

Tabel Van Lamerent lama

No	% L station	Luas station
AP	0,000	0,000
0.25	0,066	1,242
0.5	0,144	2,709
0.75	0,228	4,290
1	0,31	5,926
1.5	0,492	9,526
2	0,66	12,417
2.5	0,747	14,995
3	0,898	16,895
4	0,988	18,588
5	1	18,8138
6	0,991	18,644
7	0,906	17,045

7.5	0,808	15,202
8	0,672	12,643
8.5	0,504	9,482
9	0,324	6,096
9.25	0,234	4,402
9.5	0,148	2,784
9.75	0,069	1,298
FP	0.000	0.0000

Tabel 2.02 Van Lamerent Lama

Tabel Luas tiap section terhadap Am menurut Van Lamerent Am = 18,814 m^2

P = LCB total ϕ Lpp

= 0,292 m

Q = LCB ϕ Lpp

= 0,157 m

b $= \frac{4Cp-1}{6Cp}$

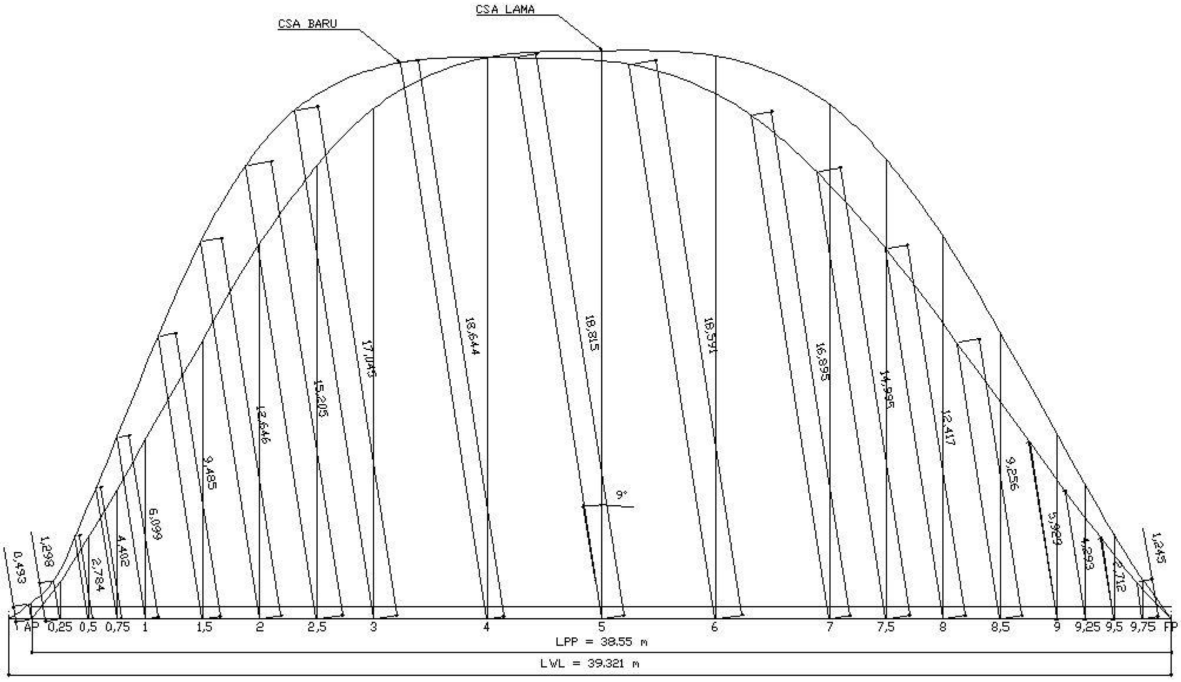
$= \frac{4\ (0{,}679)-1}{4(0{,}679)}$

= 0,421 m

Perhitungan LCB dan Volume *displacement* dengan metode van lammerent diambil dari grafik CSA baru, Am = 18,814 m^2

No Ordinat	% Luas Station	Luas Station terhadap Am	FS	Hasil	Fm	Hasil
AP	0,000	-	0,25	-	-5	-
0,25	0,065	1,227	1	1,227	-4,75	-5,828
0,5	0,142	2,676	0,5	1,338	-4,5	-6,021
0,75	0,225	4,237	1	4,237	-4,25	-18,007
1	0,311	5,853	0,75	4,390	-4	-17,559
1,5	0,486	9,142	2	18,284	-3,5	-63,994
2	0,652	12,264	1	12,264	-3	-36,792
2,5	0,787	14,810	2	29,620	-2,5	-74,050
3	0,887	16,687	1,5	25,031	-2	-50,061
4	0,985	18,539	4	74,156	-1	-74,156
5	1	18,582	2	37,164	0	-
					□2	-346,469
6	0,979	18,414	4	73,656	1	73,656
7	0,895	16,835	1,5	25,253	2	50,505
7,5	0,798	15,015	2	30,030	2,5	75,075
8	0,664	12,487	1	12,487	3	37,461
8,5	0,498	9,365	2	18,730	3,5	65,555
9	0,320	6,021	0,75	4,516	4	18,063
9,25	0,231	4,348	1	4,348	4,25	18,479
9,5	0,146	2,750	0,5	1,375	4,5	6,188
9,75	0,068	1,282	1	1,282	4,75	6,090
FP	0,000	-	0,25	-	0	-
			S 1	379,387	S3	351,071

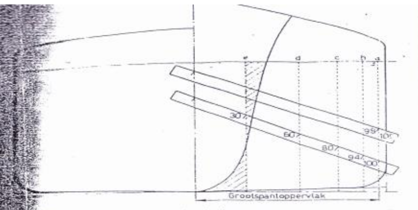
Tabel 2.03 Perhitungan LCB dan Volume *displacement* diambil dari grafik CSA baru



Skala luas : 1 cm = 2 m²

Skala panjang : 1 cm = 3,5 m

Gambar 2.03. Perubahan Dari Titik P ke Q



... oppervlakte van de deelspanten

$$\ldots = \frac{x - 0{,}001\,L_{...}}{\frac{1}{2}L_{...}} \qquad (17b)$$

... = afstand van F tot ½ L ... in ft.

Bij deze ... en ... lezen we uit de tabel de verhouding af tussen het oppervlak van elk deelspant en het grootspantoppervlak. We berekenen nu de werkelijke oppervlakte van elk deelspant en controleren eerst door een berekening de waterverplaatsing en de plaats van F (er komen nl. wel eens afwijkingen voor). Na eventuele verbetering kunnen we nu rechthoeken tekenen, die de verlangde oppervlakte hebben bij een hoogte gelijk aan de diepgang. We kunnen dit gemakkelijk als volgt doen. Stel, dat de β = 0,98, dan vervangen we eerst het oppervlak, begrensd door tillinglijn en kimstraal door een rechthoek met hoogte gelijk aan de diepgang T. We leggen daarvoor een maatlat schuin op het grootspant en wel zodanig, dat de 0 op de hartlijn ligt en 100 op de buitenkant. We kunnen dan een verticaal tekenen op het punt bij 98 (zie fig. 5...). Wanneer de uit de tabel van Hogg afgelezen percentages zijn: 94, 80, 60, en 30, leggen we de liniaal nu zo, dat de 0 op de hartlijn en de 100 op lijn a ligt en tekenen dan verticalen door de punten bij 94, 80, 60 en 30. Deze rechthoeken gaan we dan verder vervangen door spantvormen, die V-vormig of U-vormig kunnen zijn.

Cil. coeff φ	Deelspant ¼	½	¾	1	1½	2	2½	3	4
	9¾	9½	9¼	9	8½	8	7½	7	6
0,560	0,038	0,082	0,130	0,182	0,300	0,436	0,584	0,728	0,935
0,562	0,038	0,083	0,131	0,184	0,303	0,440	0,588	0,731	0,936
0,564	0,039	0,084	0,132	0,186	0,306	0,444	0,592	0,734	0,937
0,566	0,039	0,085	0,135	0,187	0,309	0,448	0,596	0,738	0,938
0,568	0,040	0,085	0,135	0,189	0,312	0,452	0,600	0,741	0,939
0,570	0,040	0,086	0,136	0,191	0,315	0,456	0,604	0,744	0,940
0,572	0,040	0,086	0,138	0,193	0,318	0,460	0,608	0,747	0,941
0,574	0,041	0,087	0,139	0,195	0,321	0,463	0,611	0,750	0,942

48

Cil. coeff φ	¼	½	¾	1	1½	2	2½	3	4
	9¾	9½	9¼	9	8½	8	7½	7	6
0,576	0,041	0,088	0,141	0,197	0,324	0,467	0,615	0,753	0,944
0,578	0,042	0,089	0,142	0,199	0,327	0,470	0,618	0,756	0,945
0,580	0,042	0,090	0,144	0,201	0,330	0,474	0,622	0,757	0,946
0,582	0,042	0,091	0,145	0,203	0,333	0,478	0,626	0,762	0,947
0,584	0,043	0,092	0,147	0,205	0,336	0,482	0,629	0,765	0,948
0,586	0,043	0,093	0,148	0,208	0,340	0,485	0,633	0,768	0,949
0,588	0,044	0,094	0,150	0,210	0,343	0,489	0,638	0,771	0,950
0,590	0,044	0,095	0,151	0,212	0,346	0,493	0,640	0,774	0,951
0,592	0,045	0,096	0,152	0,214	0,349	0,497	0,644	0,777	0,952
0,594	0,045	0,097	0,154	0,216	0,352	0,501	0,648	0,780	0,953
0,596	0,045	0,097	0,155	0,218	0,355	0,504	0,652	0,782	0,954
0,598	0,046	0,098	0,157	0,220	0,358	0,508	0,656	0,785	0,955
0,600	0,046	0,099	0,158	0,222	0,361	0,512	0,660	0,788	0,956
0,602	0,046	0,100	0,160	0,224	0,364	0,516	0,664	0,791	0,957
0,604	0,047	0,101	0,161	0,226	0,367	0,520	0,668	0,795	0,958
0,606	0,047	0,102	0,163	0,229	0,370	0,523	0,670	0,798	0,959
0,608	0,048	0,103	0,164	0,231	0,373	0,527	0,675	0,802	0,960
0,610	0,048	0,104	0,166	0,233	0,376	0,531	0,678	0,805	0,961
0,612	0,048	0,105	0,168	0,235	0,379	0,535	0,682	0,808	0,962
0,614	0,049	0,106	0,169	0,237	0,382	0,539	0,686	0,811	0,963
0,616	0,049	0,107	0,171	0,240	0,386	0,542	0,689	0,813	0,964
0,618	0,050	0,108	0,172	0,242	0,389	0,546	0,693	0,816	0,965
0,620	0,050	0,109	0,174	0,244	0,392	0,550	0,697	0,819	0,966
0,622	0,051	0,110	0,176	0,246	0,396	0,554	0,701	0,822	0,967
0,624	0,051	0,111	0,177	0,249	0,400	0,558	0,705	0,825	0,968
0,626	0,052	0,112	0,179	0,251	0,402	0,562	0,707	0,828	0,969
0,628	0,052	0,113	0,180	0,254	0,407	0,566	0,712	0,831	0,970
0,630	0,053	0,114	0,182	0,256	0,410	0,570	0,715	0,834	0,971
0,632	0,054	0,115	0,184	0,258	0,414	0,574	0,719	0,837	0,972
0,634	0,054	0,116	0,186	0,260	0,418	0,578	0,723	0,840	0,973
0,636	0,055	0,118	0,187	0,263	0,420	0,582	0,726	0,843	0,973
0,638	0,055	0,119	0,189	0,265	0,425	0,586	0,730	0,846	0,974
0,640	0,056	0,120	0,191	0,267	0,428	0,590	0,734	0,849	0,975
0,642	0,056	0,121	0,193	0,270	0,432	0,594	0,738	0,852	0,976
0,644	0,057	0,122	0,195	0,272	0,436	0,598	0,742	0,854	0,976
0,646	0,057	0,124	0,196	0,275	0,438	0,600	0,744	0,857	0,977
0,648	0,058	0,125	0,198	0,277	0,443	0,605	0,749	0,859	0,977
0,650	0,058	0,126	0,200	0,280	0,446	0,608	0,752	0,862	0,980
0,652	0,059	0,127	0,202	0,283	0,449	0,612	0,756	0,865	0,981
0,654	0,059	0,128	0,204	0,285	0,453	0,616	0,760	0,868	0,981
0,656	0,060	0,130	0,206	0,288	0,456	0,621	0,762	0,870	0,982
0,658	0,060	0,131	0,208	0,290	0,460	0,625	0,767	0,873	0,982
0,660	0,061	0,132	0,210	0,293	0,463	0,629	0,770	0,876	0,983
0,662	0,062	0,133	0,212	0,296	0,467	0,633	0,773	0,879	0,984
0,664	0,062	0,135	0,214	0,299	0,471	0,637	0,777	0,882	0,985
0,666	0,063	0,136	0,217	0,301	0,474	0,640	0,780	0,884	0,985
0,668	0,063	0,138	0,219	0,304	0,478	0,644	0,784	0,887	0,986
0,670	0,064	0,139	0,221	0,307	0,481	0,648	0,787	0,890	0,987
0,672	0,065	0,141	0,223	0,310	0,485	0,652	0,791	0,893	0,987
0,674	0,066	0,142	0,225	0,313	0,489	0,656	0,795	0,895	0,987
0,676	0,066	0,144	0,228	0,315	0,492	0,660	0,797	0,898	0,988
0,678	0,067	0,145	0,230	0,318	0,496	0,664	0,802	0,900	0,988
0,680	0,068	0,147	0,232	0,321	0,500	0,668	0,805	0,903	0,990
0,682	0,069	0,148	0,234	0,324	0,504	0,672	0,808	0,906	0,991
0,684	0,069	0,150	0,236	0,327	0,508	0,676	0,812	0,908	0,992
0,686	0,070	0,151	0,239	0,330	0,512	0,680	0,815	0,911	0,992
0,688	0,070	0,153	0,241	0,333	0,516	0,684	0,819	0,913	0,993
0,690	0,071	0,154	0,243	0,336	0,520	0,688	0,822	0,916	0,994
0,692	0,071	0,156	0,245	0,339	0,524	0,692	0,825	0,918	0,994
0,694	0,072	0,157	0,248	0,342	0,528	0,696	0,829	0,920	0,994
0,696	0,073	0,159	0,250	0,344	0,532	0,699	0,832	0,922	0,995
0,698	0,074	0,160	0,253	0,347	0,536	0,703	0,836	0,924	0,995
0,700	0,075	0,162	0,255	0,350	0,540	0,707	0,839	0,926	0,995
0,702	0,076	0,164	0,258	0,353	0,544	0,711	0,842	0,928	0,995
0,704	0,077	0,165	0,260	0,357	0,548	0,715	0,845	0,931	0,996
0,706	0,078	0,167	0,263	0,360	0,553	0,719	0,849	0,933	0,996
0,708	0,079	0,168	0,265	0,364	0,557	0,723	0,852	0,936	0,997
0,710	0,080	0,170	0,268	0,367	0,561	0,727	0,855	0,938	0,997
0,712	0,081	0,172	0,271	0,371	0,565	0,731	0,858	0,940	0,997
0,714	0,082	0,174	0,274	0,375	0,569	0,735	0,861	0,942	0,997
0,716	0,083	0,176	0,276	0,377	0,574	0,738	0,864	0,944	0,998
0,718	0,084	0,178	0,279	0,382	0,578	0,742	0,867	0,946	0,998
0,720	0,085	0,180	0,282	0,385	0,582	0,746	0,870	0,948	0,998
0,722	0,086	0,182	0,285	0,388	0,586	0,750	0,873	0,950	0,998
0,724	0,087	0,184	0,288	0,392	0,590	0,754	0,876	0,952	0,998
0,726	0,088	0,187	0,291	0,395	0,595	0,758	0,879	0,953	0,999
0,728	0,089	0,189	0,294	0,399	0,599	0,762	0,882	0,955	0,999

Tabel 2.04. Tabel Van Lamerent

1. h = Lpp / 10

= 38,55 m / 10

= 3,855 m

2. *Volume Displacement* pada *Main Part*

V Displ = 1/3 x h x S1

= 1/3 x 3,855 m x 379,522

= 487,685 m^3

3. Letak LCB pada *main part* :

$$\text{LCB mp} = \frac{\sum_2 + \sum_3}{\sum_1} \times \frac{\text{Lpp}}{10}$$

$$= \frac{-347{,}144 + 351{,}071}{379{,}522} \times 3{,}855$$

= 0,040 m

Perhitungan pada *Cant Part*

No Ord	Luas Station	Fs	Hasil	Fm	Hasil
0	0,000	1	0	0	0
0,5 AP	0,122	4	0,488	1	0,488
AP	0,263	1	0,263	2	0,526
		S 1	0,751	S 2	1,014

Tabel 2.05. Perhitungan luas station *Cant Part*

$$e = \frac{\text{Lwl} - \text{Lpp}}{2}$$

$$= \frac{39{,}321\text{m} - 38{,}550\text{m}}{2}$$

= 0,3855 m

4. *Volume displacement Cant Part*

= 1/3 x e x S1

= 1/3 x 0,3855 x 0,751

= 0,097 m^3

5. LCB *Cant Part* terhadap AP

$$= \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} \quad x \quad e$$

$$= \frac{1,014}{0,751} \quad x \quad 0,3855 \qquad = 0,521\text{m}$$

6. Jarak LCB *Cant Part* terhadap O Lpp

= 1/2 x Lpp + LCB *Cant Part*

= 1/2 x 38,55 m + 0,521m

= 19,796 m

7. *Volume Displacement* total

V Displ Total = V Displ MP + V Displ Cp

= 487,685 m^3 + 0,097 m^3

= 487,782 m^3

8. LCB total terhadap O Lpp

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

$$= \frac{(0,040 x 487,685) + (0,521 \text{ x } 0,097)}{487,782}$$

= 0,044 m

B.4. Koreksi Hasil Perhitungan

a. Koreksi untuk *Volume Displacement*

$$= \frac{\text{Vol. Total} - \text{Vol Displ Perhitungan}}{\text{Vol. Displ Perhitungan}} \quad \text{x } 100\ \%$$

$$= \frac{487,782 - 492,206}{492,206} \text{ x } 100\ \%$$

= 0,008990 x 100 %

= 0,009 < 0,1 % (Memenuhi)

b. Koreksi untuk prosentase penyimpangan LCB

$$= \frac{\text{LCB awal} - \text{LCB Total}}{\text{Lpp}} \text{ x } 100\ \%$$

$$= \frac{0,064m - 0,044m}{38,55\text{m}} \text{ x } 100\ \%$$

= 0,34 < 0,5 % (Memenuhi)

C. Rencana bentuk garis air

C.1. Perhitungan Besarnya Sudut Masuk (a)

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan *Coefisient* Prismatik Depan (Qf). Dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB, Cp	= 0,675
Dari grafik Lastiun didapat sudut masuk	= 15°
Penyimpangan	= +3°
Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh	= 18°

Gambar 2.04. Garis Air

C.1.1 Perhitungan Luas Bidang Garis Air

No. Ord.	Y=1/2 B	FS	Hasil
AP	1,106	0,25	0,277
0,25	1,562	1	1,562
0,5	1,916	0,5	0,958
0,75	2,161	1	2,161
1	2,421	0,75	1,816
1,5	3,070	2	6,140
2	3,296	1	3,296
2,5	3,373	2	6,746
3	3,474	1,5	5,211
4	3,795	4	15,180
5	3,800	2	7,600
6	3,694	4	14,776
7	3,492	1,5	5,238
7,5	2,933	2	5,866
8	1,873	1	1,873
8,5	1,157	2	2,314
9	0,985	0,75	0,739
9,25	0,750	1	0,750

9,5	0,528	0,5	0,264
9,75	0,316	1	0,316
FP	0,000	0,25	0
		S	83,082

Tabel 2.05. Perhitungan luas bidang air

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

Awl mp = 2 x 1/3 x Lpp/10 x ε

= 2 x 1/3 x 38,55/10 x 83,082

= 213,521 m^2

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

No Ord	Tinggi Ord.	Fs	Hasil
AP	1,106	1	1,106
1/2 AP	0,553	4	2,212
0	0	1	0,000
		S	3,318

Tabel 2.06. Perhitungan rencana bentuk gasris air *Cant Part*

C.2.c. $e = \dfrac{Lwl - Lpp}{2}$

$= \dfrac{39{,}321 - 38{,}55}{2}$

= 0,3855 m

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

Awl Cp = 2 x e x $\sum$

= 2 x 0,3855 x 3,318

= 2,558 m^2

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

Awl Total = Luas Main Part + Luas Cant Part

= 213,521 m^2 + 2,558m^2

= 216,079 m^2

C.2.f. Koreksi luas garis air

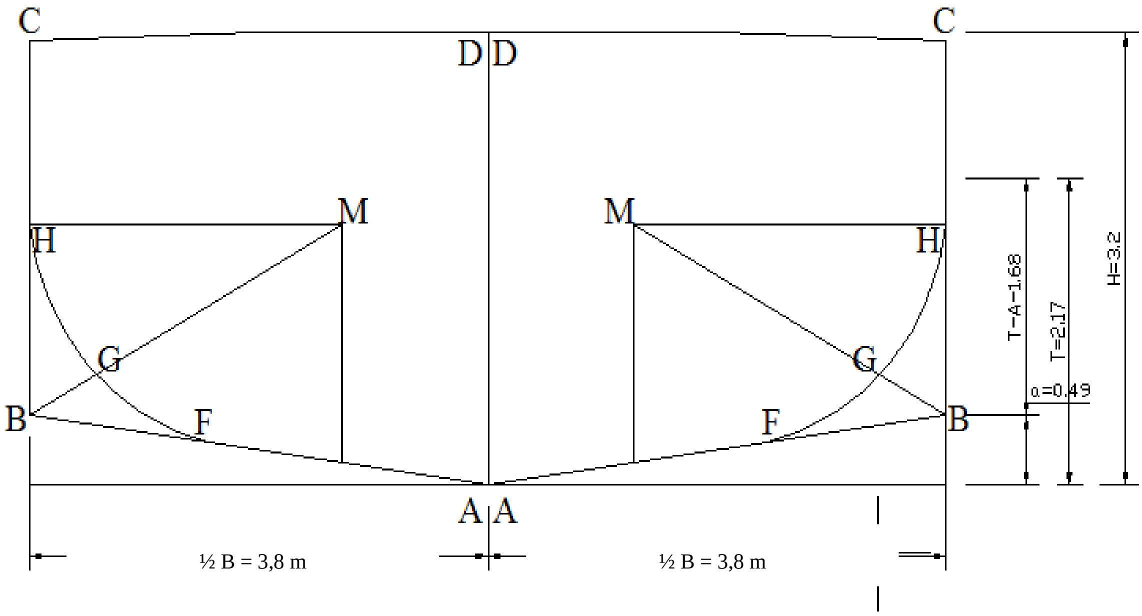
$$= \frac{\text{Awl Total - Awl Perhitungan}}{\text{Awl Perhitungan}} \times 100\ \%$$

$$= \frac{216{,}160 - 216{,}079}{216{,}079} \times 100\ \%$$

$= 0{,}0004 \times 100\ \%$

$= 0{,}04\% < 0{,}1\ \%$ (Memenuhi Syarat)

D. Perhitungan radius bilga



Skala 1:80

Gambar 2.05. Radius Bilga

Dimana : B = 7,60 m; 0,5 B = 3,8m

H = 3,35 m

T = 3,00 m

a = Rise Of Floor

= 0,07 x B

= 0,07 x 7,60

a = 0,532 m

R = Jari – jari Bilga

M = Titik pusat kelengkungan bilga

D.1. Dalam Segitiga ABC

Tg a2 = $\frac{AB}{BC} = \frac{3{,}80m}{0{,}532m}$ = 7,143 m

$\partial 2$ = 62,063

$\partial 1$ = 0,5 x (180-∂2)

= 0,5 x 117,938 ^{o}

= 58,969^o

D.2. Perhitungan

D.2.1. Luas Trapesium ACDE

= 1/2 B x { T + (T - A)}

= 3,80 m/2 x $\frac{\{3{,}00 + (3{,}00 - 0{,}532)\}}{2}$

= 10,389 m^2

D.2.2. Luas AFGHDE

= ½ Luas *Midship*

= ½ x B x T x Cm (m^2)

= ½ x 7,60 m x 3,00 m x 0,825

= 9,407 m^2

D.2.3. Luas FGHCF

= Luas trapesium ACDE - Luas AFGHDE

= 10,389 8 m^2 - 9,407 m^2

= 0,982m^2

D.2.4. Luas MFC

= ½ x Luas FGHC

= ½ x 0,982

= 0,491 m^2

D.2.5. Luas juring MFG = $\acute{\alpha}_1$ / 360 x πR^2

= 58,969/360 x 3,14 x R^2

= 0,51434 R^2 m^2

Jadi Luas FGHC = Luas MFC - Luas juring MFG

0,982m^2 = 0,491 R^2 - 0,51434 R^2

$0{,}982\ m^2 = -0{,}02334\ R^2$

$R^2 = -0{,}02334\ ^{+}\ 0{,}982$

$R^2 = 0{,}95866$

$R = 0{,}979\ m$

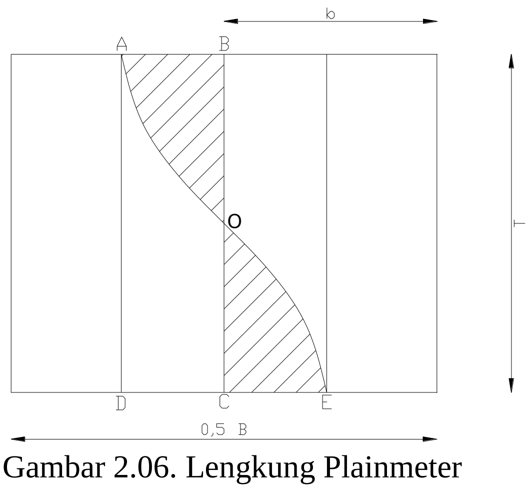
E. Merencanakan Bentuk Body Plan

1. Merencanakan bentuk body plan adalah

   Merencanakan atau membuat bentuk garis air lengkung padapotongan ordinat.

2. Langkah – langkah

   - Membuat empat persegi panjang dengan sisi ½ B dan T
   - Pada garis air T diukurkan garis b yang besarnya = ½ luas station dibagi T.
   - Dibuat persegi panjang ABCD
   - Diukurkan pada garis air T garis air Y = ½ 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.



Gambar 2.06. Lengkung Plainmeter

`E.1. Rencana Bentuk *Body Plan*

T = 3,00 m

2 T = 6,00 m

No Ord	luas station	b = L station/2T	Y = 0,5 B
AP	3,304	0,162	1,641
0,25	4,199	0,416	4,220
0,5	4,572	0,929	9,419
0,75	4,788	1,323	13,419
1	4,966	2,002	20,298
1,5	5,304	3,080	31,230
2	5,561	4,080	41,373
2,5	5,718	4,862	49,304
3	5,825	5,387	54,622
4	6,000	5,842	59,235
5	6,000	5,879	59,612
6	6,000	5,841	59,229
7	5,823	5,378	54,537
7,5	5,474	4,930	49,986
8	4,692	4,038	40,942
8,5	3,519	3,049	30,920
9	2,346	1,967	19,946
9,25	1,759	1,426	14,464
9,5	1,173	0,904	9,170
9,75	0,586	0,414	4,194
FP	0	0	0

Tabel 2.07. Perhitungan rencana bentuk *Body Plan*

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

No Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	0,34	0,25	0,085
0,25	0,99	1	0,990
0,5	2,364	0,5	1,182
0,75	4,001	1	4,001
1	4,857	0,75	3,643
1,5	6,890	2	13,780
2	11,011	1	11,011
2,5	12,980	2	25.960
3	14,032	1,5	21,048
4	15,00	4	60,00
5	14,890	2	29,780
6	14,70	4	58,80
7	12,088	1,5	18,132
7,5	10,760	2	21,520
8	8,30	1	8,30
8,5	6,980	2	13,960
9	4,320	0,75	3,240
9,25	2,906	1	2,906
9,5	1,726	0,5	0,863
9,75	0,970	1	0,970
FP	0,00	0,25	0
		$\sum$	297,199

Tabel 2.08. Perhitungan koreksi *displacement*

h = LPP/10

= 38,55 m/10

= 3,855 m

E.2.1. Volume *Displacement Main Part*

V displ MP = 1/3 x h x $\sum_1$

= 1/3 m x 3,855 m x 297,199

= 381,901 m^3

Pada Cant Part :

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,340	1	0,000	0	0,00
0,5 AP	0,170	4	3,282	1	3,283
0	0	1	1,641	2	3,282
		$\sum_1$	4,923	$\sum_2$	6,564

Tabel 2.09. Perhitungan *displacement main part*

$$e = \frac{Lwl - Lpp}{2}$$

$$= \frac{39{,}321m - 38{,}55m}{2}$$

= 0,3855 m

Volume *displacement Cant Part*

V disp CP = 1/3 x e x E1

= 1/3 x 0,3855 x 4,923

= 1,185 m^3

E.2.2. *Volume Displacement* total

Vdispl Tot = Vdisp MP + Vdisp CP

= 381,901 m^3 + 1,185 m^3

= 383,086 m^3

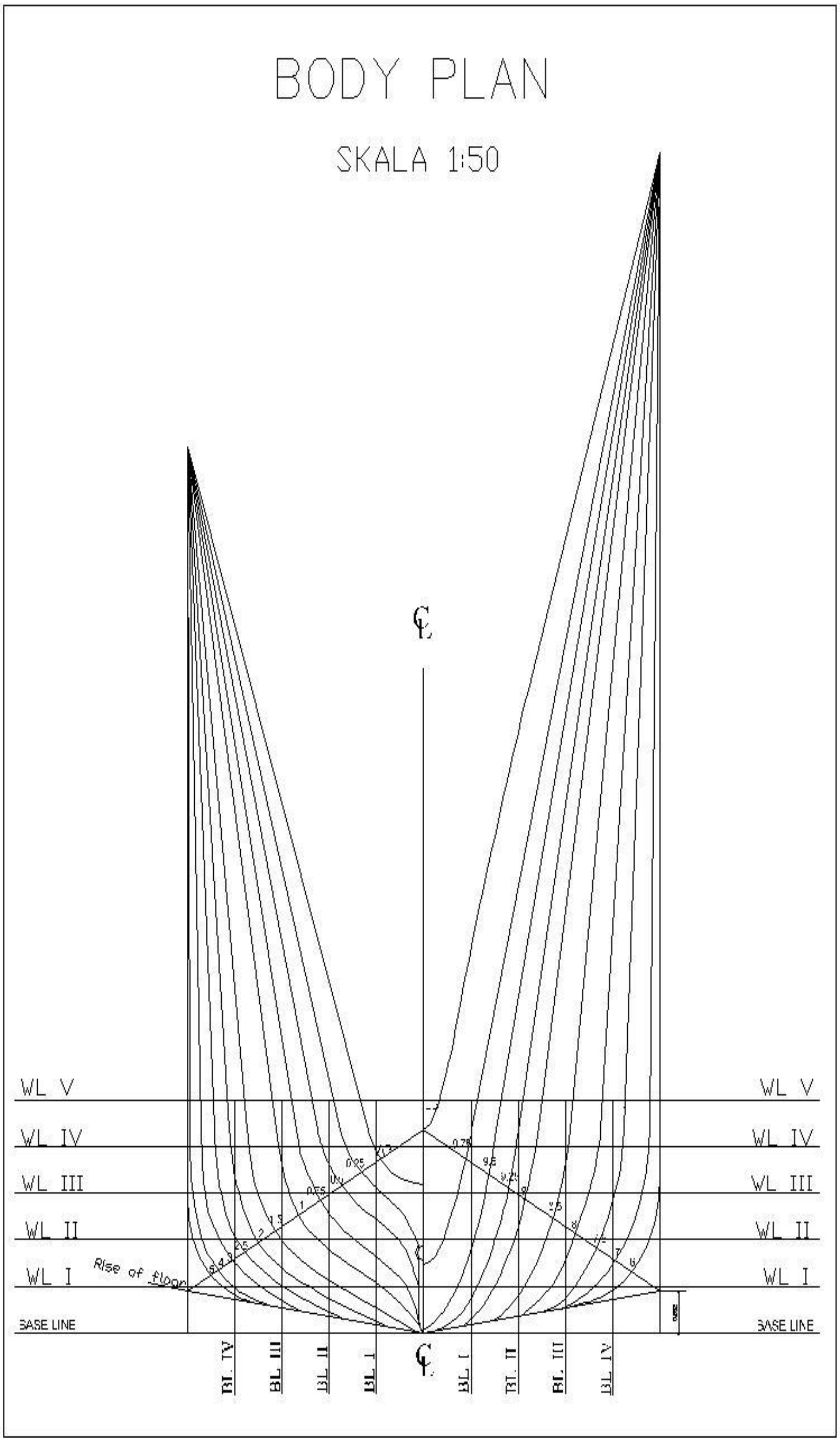
E.3. Koreksi penyimpangan *volume displacement body plan*

$$= \frac{Vol.\,Displ\,total + Vol\,Displ.\,Perhitungan}{Vol.\,Displ.\,perhitungan} \quad x \quad 100\ \%$$

$$= \frac{383{,}086 - 381{,}901}{381{,}901} \quad x \quad 100\ \%$$

= 0,0031 x 100 %

= 0,31% < 0,5 % (Memenuhi Syarat)



Gambar 2.07. *Body Plan*

F. Perhitungan *chamber, sheer* dan bangunan atas

F.1. Perhitungan *Chamber*

F.1.1 Chamber = 1/50 x B

= 1/50 x 7,60 m

= 0,152 m

= 152 mm

F.1.2 Chamber = 1/25 x B

= 1/25 x 7,60 m

= 0,304 m

= 304 mm

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

F.3. Perhitungan *Sheer Standart*

F.3.1. Bagian Buritan (Belakang)

F.3.1.1. AP = 25 (Lpp / 3 + 10)

= 25 (38,55 m / 3 + 10)

= 571,250 mm

F.3.1.2. 1/6 Lpp dari AP = 11,1 (Lpp / 3 + 10)

= 11,1 (38,55 m / 3 + 10)

= 253,635 mm

F.3.1.3. 1/3 Lpp dari AP = 2,8 (Lpp / 3 + 10)

= 2,8 (38,55 m / 3 + 10)

= 63,980 mm

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

F.3.3. Bagian Haluan (Depan)

F.3.3.1. FP = 50 (Lpp / 3 + 10)

= 50 (38,55 m / 3 + 10)

= 1142,500 mm

F.3.3.2. 1/6 Lpp dari FP = 22,2 (Lpp / 3 + 10)

= 22,2 (38,55 m / 3 + 10)

= 507,27 mm

F.3.3.3. 1/3 Lpp dari FP = 5,6 (Lpp / 3 + 10)

= 5,6 (38,55 m / 3 + 10)

= 127,960 mm

F.4. Bangunan Atas (Menurut Methode Varian)

F.4.1. Perhitungan Jumlah Gading

Jarak gading (a)

a = Lpp / 500 + 0,48

= 38,55 m / 500 + 0,48

= 0,557 m diambil 0,56 m

Jarak yang diambil = 0,56 m

Untuk Lpp = 38,55 m

Maka: 0,56 x 63 gading = 35,28 m

0,55 x 6 gading = 3,30 m +

Total = 38,58 m

Dimana jumlah total gading adalah = 69 gading

F.4.2. *Poop Deck* (Geladak Kimbul)

Panjang Poop Deck (20 % - 30 %) Lpp

Panjang = 30 % x Lpp

= 30 % x 38,55 m

= 11,57 m, diambil 11,76 m. (21 jarak gading)

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*

Panjang *poop deck* = 11,57 m

AP – Fr 21 = 0,56 x 12 gading = 11,76 m

F.4.3. *Fore Castle Deck* (Deck Akil)

Panjang *fore castle deck* (8 % - 15 %) Lpp

Panjang = 15 % x Lpp

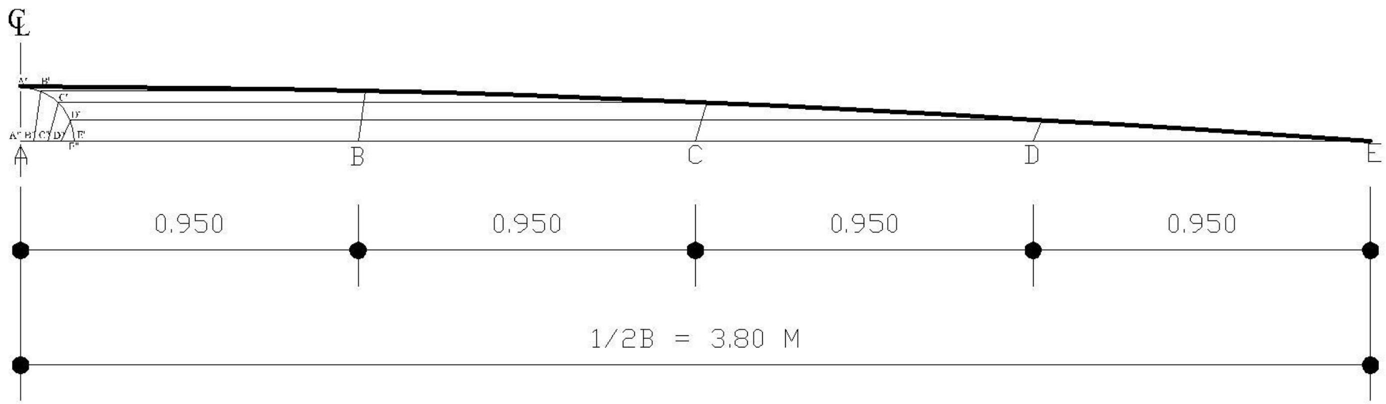
= 15 % x 38,55 m

= 5,782 diambil 6,16 m (11 jarak gading)

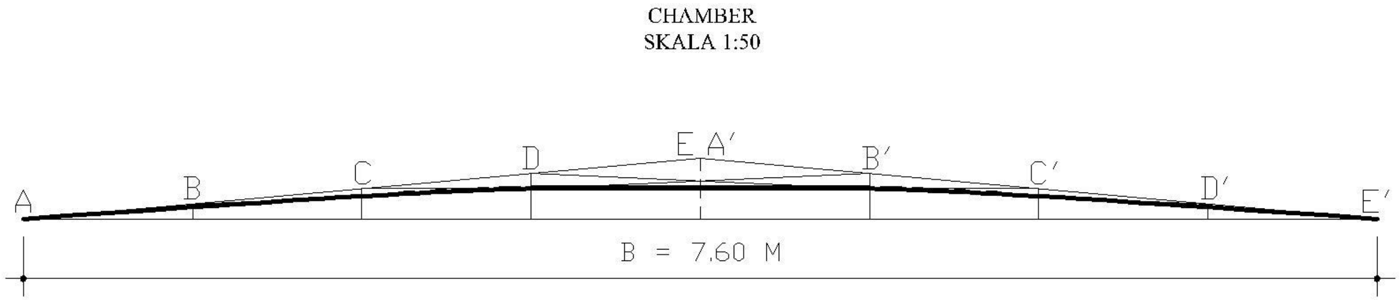
Tinggi *deck* akil (1,9 – 2,2) diambil dari 2,2 dari *main deck*

Jarak gading pada *fore castle* dengan panjang = 6,16 m

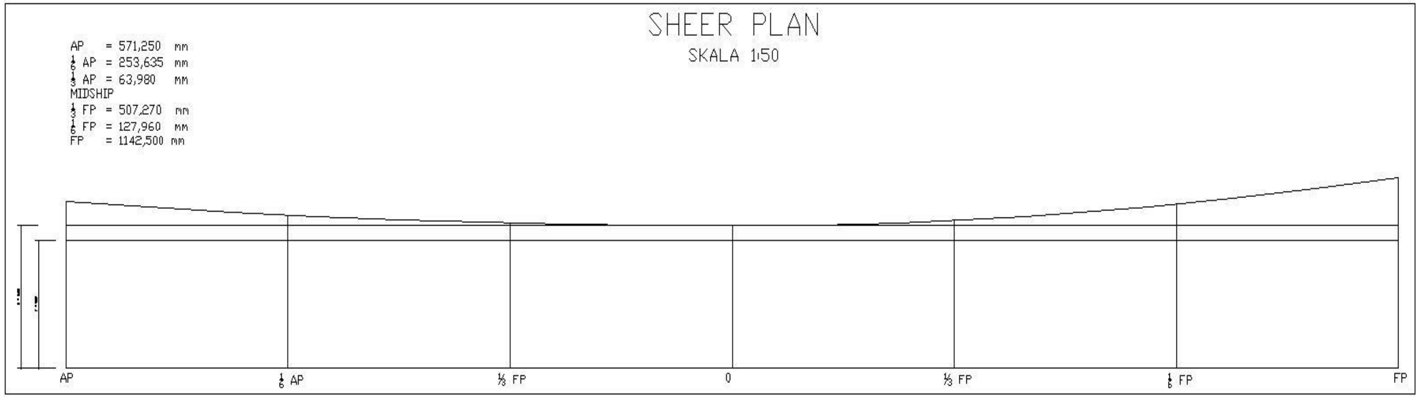
CHAMBER
SKALA 1:50



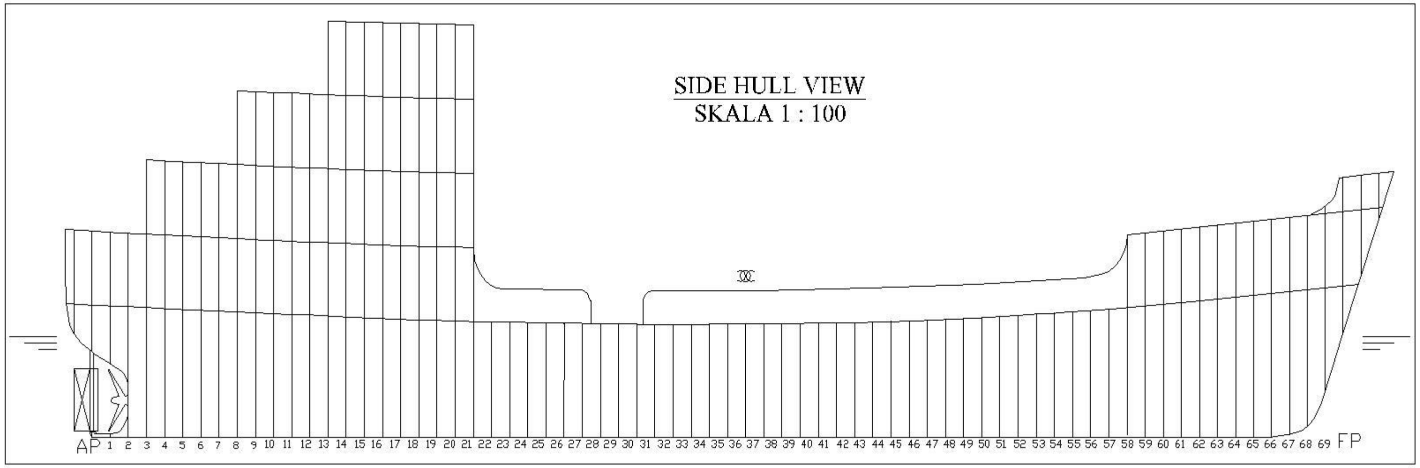
Gambar 2.08. *Chamber* dengan rumus 1/50 B



Gambar 2.09. *Chamber* dengan rumus 1/25 B



Gambar 2.10. *Sheer Plan*



Gambar 2.11. Rencana jarak gading

G. Perhitungan ukuran daun kemudi

G.1. Perhitungan ukuran daun kemudi

Perhitungan kemudi menurut BKI 2018 Vol II (hal 14 Sec. 14-1. A.3

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

Dimana :

A = Luas daun kemudi dalam m^2

L	=	Panjang kapal (LPP)	=	38,55 m
T	=	Sarat kapal	=	3,00 m
C_1	=	Faktor untuk *type* kapal	=	1,7
C_2	=	Faktor untuk *type* kemudi	=	1,0
C_3	=	Faktor untuk profil kemudi	=	0,8
C_4	=	Faktor untuk rancangan *type* kemudi	=	1,0 (Untuk Kemudi Dengan *Jet Propeller*).

Jadi :

$$A = 1{,}7 \times 1{,}0 \times 0{,}8 \times 1{,}0 \times \frac{1{,}75 \times 38{,}55M \times 3{,}00M}{100} \; (m^2)$$

$$= 2{,}752 \; m^2$$

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

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

$$= \frac{0{,}023}{\sqrt[3]{\frac{38{,}55}{0{,}56 \times 7{,}6} - 6{,}2}} < \frac{2{,}75}{38{,}55 \times 3{,}00} < \frac{0{,}03}{\sqrt[3]{\frac{38{,}55}{0{,}56 \times 7{,}6} - 7{,}2}}$$

$$= 0{,}016 < 0{,}023 < 0{,}024$$

G.2. 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 1,5 sehingga $1,5 = h / b$ → $h = 1,5 \times b$

$A = h \times b$

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

$2,75 = 1,5 \times b^2$

$b^2 = \sqrt{\frac{2,75}{1,5}}$

$b = 1,354$ m

$h = A / b$ Maka, $b = 1,354$ m

$= 2,75 / 1,354$ $h = 2,031$ m

$= 2,031$m

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan < 23 %, diambil 22 %

$A' = 22\% \times A$

$= 0,22 \times 2,75\ m^2$

$= 0,605\ m^2$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang *horizontal*

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

$= 0,32 \times 1,354$m

$= 0,433$ m

Dari ukuran diatas dapat diambil ukuran daun kemudi :

→ Luas daun kemudi (A) = 2,75 m^2

→ Luas bagian bahan air (A') = 0,605 m^2

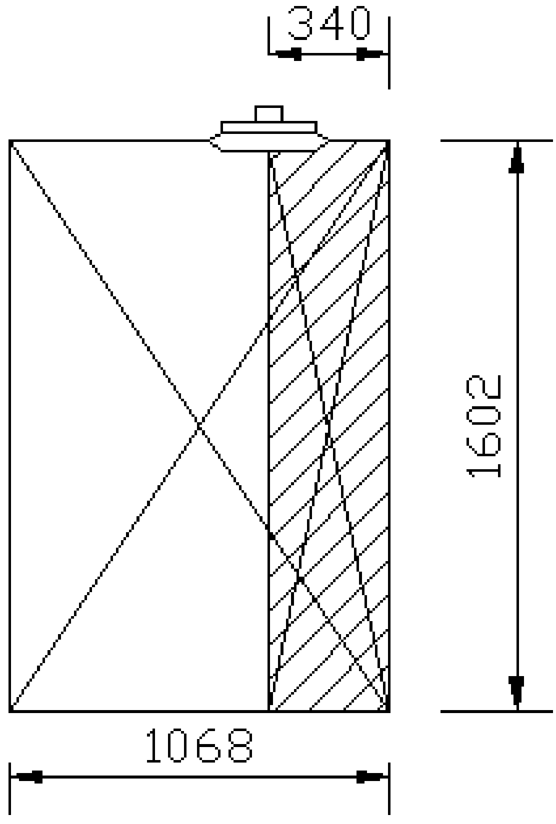
→ Tinggi daun kemudi (h) = 2,031 m

→ Lebar daun kemudi (b) = 1,354 m

→ Lebar bagian balansir (b') = 0,433 m

DAUN KEMUDI

SCALA 1:10



Gambar 2.11. Daun Kemudi

G.2. Perhitungan Gaya Kemudi

G.2.1. Menurut BKI 2018 Vol II (hal 14-3 Sec B.1.1) tentang gaya kemudi adalah :

C_R = 132 x A x V^2 x k_1 x k_2 x k_3 x k_t (N)

Dimana :

A = Aspek Ratio h^2 / A

= $2{,}031^{2}$ / 2,75 = 1,508

V = Kecepatan dinas kapal = 10,00 knot

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

$$= \frac{1{,}508+2}{3}$$

= 1,169 (nilainya tidak boleh lebih dari 2)

k_2 = 1,1 (Koefisien tergantung dari *rudde*r dan *profil rudder*)

k_3 = 1,15 (untuk kemudi dibelakang *propeller*)

k_t = 1,0 (normal)

Jadi :

C_R = 132 x 2,75 x $(100)^2$ x 1,169 x 1,1 x 1,15 x 1,0

= 53679,896 N

H. Perhitungan sepatu kemudi

H.1 Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu Z, menurut BKI 2018 Vol II hal 13-3

Dimana :

Bl = Gaya kemudi dalam resultan

BL = CR / 2

C_R = Gaya Kemudi

C_R = 53679,896 N

BL = 53679,896 N / 2

= 26839,95 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 :

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

Dimana Pr $= \frac{C_R}{L_{10} \times 10^3}$; L_{10} = Tinggi daun kemudi h = 2,031 m

$$= \frac{53679{,}896}{2{,}031 \times 10^3}$$

= 26,431 N/m

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

$$L_{50} = \frac{53679{,}896}{26{,}431 \times 10^3}$$

= 2,031 m diambil 2,0 L_{50} = 0,56 x 4 = 2,24

X_{min} = 0,56 x L_{50}

= 0,56 x 2

= 1,12 m

k = Faktor bahan = 1,0

$$W_Z = \frac{BL \times X \times k}{80}$$

$$= \frac{26839{,}95 \times 1{,}12 \times 1{,}0}{80}$$

$= 375{,}759\ cm^3$

$W_Y = 1/3 \quad x \quad W_Z$

$= 1/3 \quad x \quad 375{,}759\ cm^3$

$= 125{,}253\ cm^3$

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

Tinggi (h) = 150 mm

Tebal (s) = 30 mm

Lebar = 130 mm

No	B	h	F = b x h	a	F x a^2	I = 1/12 x b x h^2
I	13	3	39	0	0	29,25
II	3	9	27	5	675	182,250
III	3	9	27	0	0	182,250
IV	3	9	27	5	675	182,250
V	13	3	39	0	0	29,250
					$\sum_1$ =1350	$\sum_2$ = 605,250

Tabel 2.10. Perhitungan rencana *profil* sepatu kemudi

$W_{Z'} = (\sum_1 + \sum_2)/a\ max$

$= (1350 + 605{,}30)$

$= 1955{,}25\ cm^4$

W2m = I2/a =1955,250/5

= 376,518 cm3

WZ < WZ'

376,518 < 391,050 cm3 (Memenuhi)

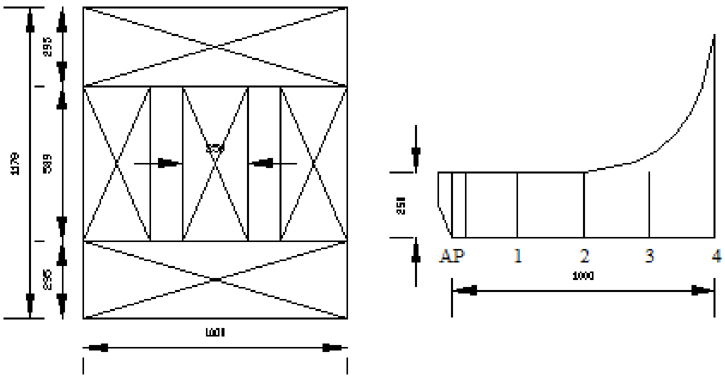
DIMENSION

LPP = 38,55 M

B = 7,60 M

H = 3,35 M

T = 3,00 M



Skala 1:50

Gambar 2.12. Sepatu Kemudi

I. *Stern clearance*

Ukuran diameter *propeller* ideal adalah (0,6 – 0,7) T, dimana T = Sarat kapal

Diambil 0,65x T

D *Propelle*r Ideal adalah :

= 0,70 x T

= 0,70 x 3,00 m

= 2,1 m = 2,100 mm

R (Jari – jari *Propeller)*

= 0,5 x D Propeller

= 0,5 x 2,100 m

= 1,050 m = 1050 mm

Diameter Boss Propeller

= 1/6 x D

= 1/6 x 2,1

= 0,35 m = 350 mm

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 :

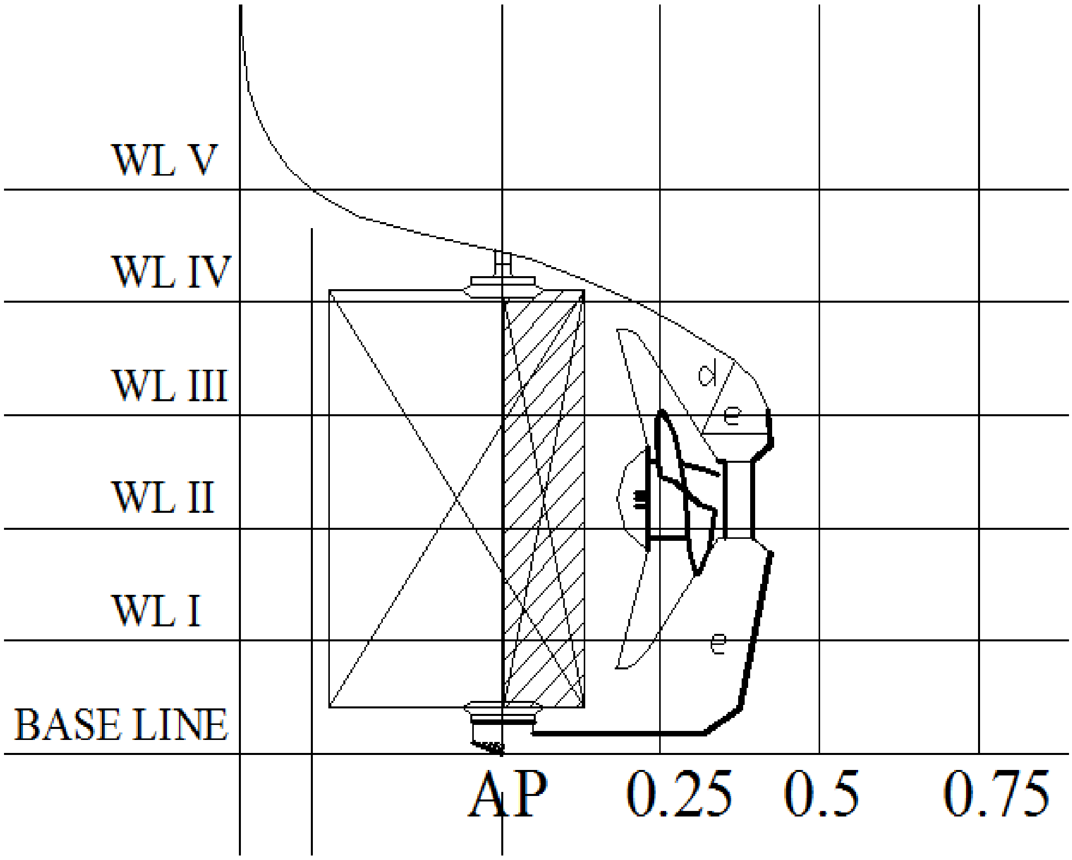
a.	0,1	x	D	=	0,1	x	2,1
				=	0,210 m		
b.	0,009	x	D	=	0,009	x	2,1
				=	0,189 m		
c.	0,17	x	D	=	0,17	x	2,1
				=	0,357 m		
d.	0,18	x	D	=	0,18	x	2,1
				=	0,315m		
e.	0,15	x	D	=	0,15	x	2,1
				=	0,378m		
f.	0,05	x	D	=	0,05	x	2,1
				=	0,084m		

Jarak poros *propelle*r dengan *Base Line* adalah

R *Propelle*r + f + Tinggi sepatu kemudi

= 1,050 m + 0,084 m + 0,15 m

= 1,284 m



Skala 1:50

Gambar 2.13. *Stern Clearence*