

BAB II
PERHITUNGAN RENCANA GARIS
(LINES PLAN)

A. PERHITUNGAN DASAR

A.1. Panjang Garis Air (LWL) *¹

$$\begin{aligned} \text{LWL} &= \text{LPP} + 2\% \text{ LPP} \\ &= 31.00 + 2\% \ 31,00 \\ &= 31,620 \text{ m} \end{aligned}$$

A.2 Panjang Displacement Untuk Kapal Baling–Baling Tunggal (L_{DISPL}) *²

$$\begin{aligned} \text{L Displ} &= 0.5 \ (\text{LWL} + \text{LPP}) \\ &= 0.5 \ (31,62 + 31,00) \\ &= 31,31 \text{ m} \end{aligned}$$

A.3. Coefficient Midship (C_m) *³ (Range C_m = 0,73~0,88 for Fishing Vessel)

$$\begin{aligned} \text{C}_m &= 0.9 - 0.1 \text{ C}_b \\ &= 0.9 - 0.1 \ 0.59 \\ &= 0.82 \quad \text{memenuhi syarat (0,73 - 0,88)} \end{aligned}$$

A.4. Coefficient Prismatic (C_p) *⁴ (Range C_p = 0,61~0,72 for Fishing Vessel)

$$\text{C}_p = \text{C}_b / \text{C}_m$$

¹ *Length Water Line Formula*. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

² *Length Displacement Formula*. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

³ *Arkent Bont Shocker Formula for Midship Coefficient*. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

⁴ *Troast Formula for Prismatic Coefficient*. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

$$= 0.59 / 0.82$$

$$= 0.72 \quad \text{memenuhi syarat (0,61 - 0,72)}$$

A.5. Coefficient Water Line (Cw)^{*5} (Range Cw = 0,73~0,81 for Fishing Vessel)

$$C_w = \sqrt{cb - 0.025}$$

$$= \sqrt{0.59 - 0.025}$$

$$= 0.75 \quad \text{memenuhi syarat (0,73 - 0,81)}$$

A.6. Luas Garis Air (AWL) ^{*6}

$$AWL = L_{wl} \times B \times C_w$$

$$= 31.620 \times 6.50 \times 0.75$$

$$= 154.15 \text{ m}^2$$

A.7. Luas Midship (Am) ^{*7}

$$A_m = B \times T \times C_m$$

$$= 6.50 \times 2.44 \times 0.83$$

$$= 13.16 \text{ m}^2$$

A.8. Volume Displacement (V_{DISPL}) ^{*8}

$$V_{displ} = LPP \times B \times T \times C_b$$

$$= 31,00 \times 6.50 \times 2.44 \times 0.59$$

$$= 290,08 \text{ m}^3$$

A.9. Displacement ^{*9}

$$D = Vol\ Displ \times \gamma \times c$$

⁵ Troast Formula for Water Line Coefficient. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

⁶ Kusna Djaya, Indra dan Moch. Sofi'i. 2008. Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 hal: 19. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Departemen Pendidikan Nasional.

⁷ Kusna Djaya, Indra dan Moch. Sofi'i. 2008. Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 hal: 20. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Departemen Pendidikan Nasional.

⁸ Kusna Djaya, Indra dan Moch. Sofi'i. 2008. Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 hal: 27. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Departemen Pendidikan Nasional.

⁹ Kusna Djaya, Indra dan Moch. Sofi'i. 2008. Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 hal: 27. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Departemen Pendidikan Nasional.

$$= 290,08 \quad x \quad 1,03 \quad x \quad 1,00$$

$$= 298,52 \quad \text{Ton}$$

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

C = *coefisient* berat las = 1,004

A.10. Coefficient Prismatic Displacement (C_{pDISPL}) ^{*10}

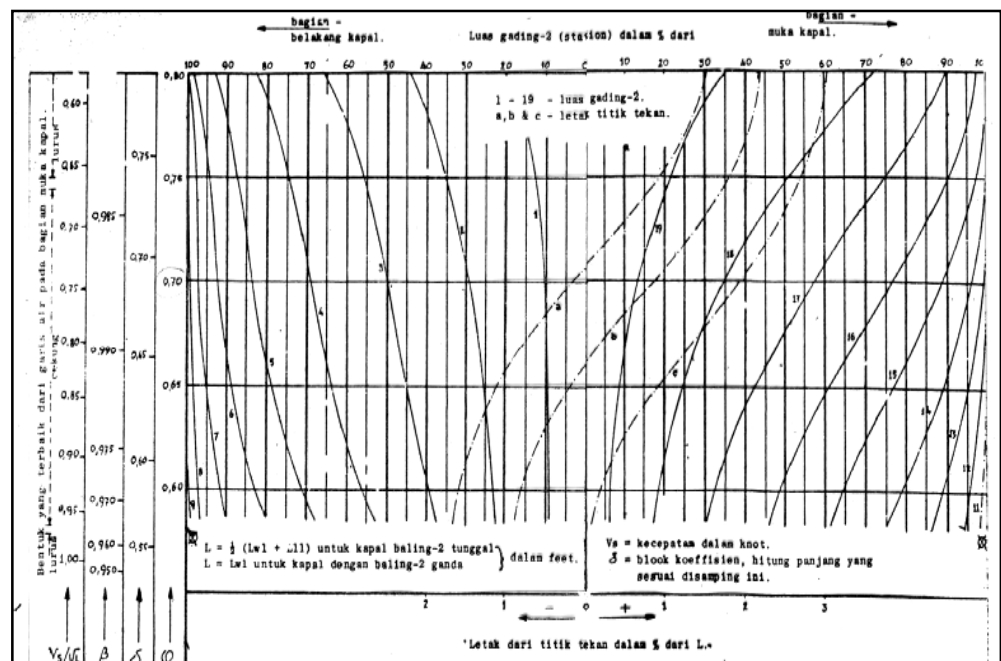
$$\begin{aligned} C_p \text{ Displ} &= LPP / L \text{ Displ} \quad x \quad C_p \\ &= 31,00 / 31,31 \quad x \quad 0,72 \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

B. LONGITUDINAL CENTRE OF BOUYANCY

Letak LCB ditentukan dengan 2 (dua) metode, yaitu dengan grafik NSP dan tabel *Van Lammerent*.

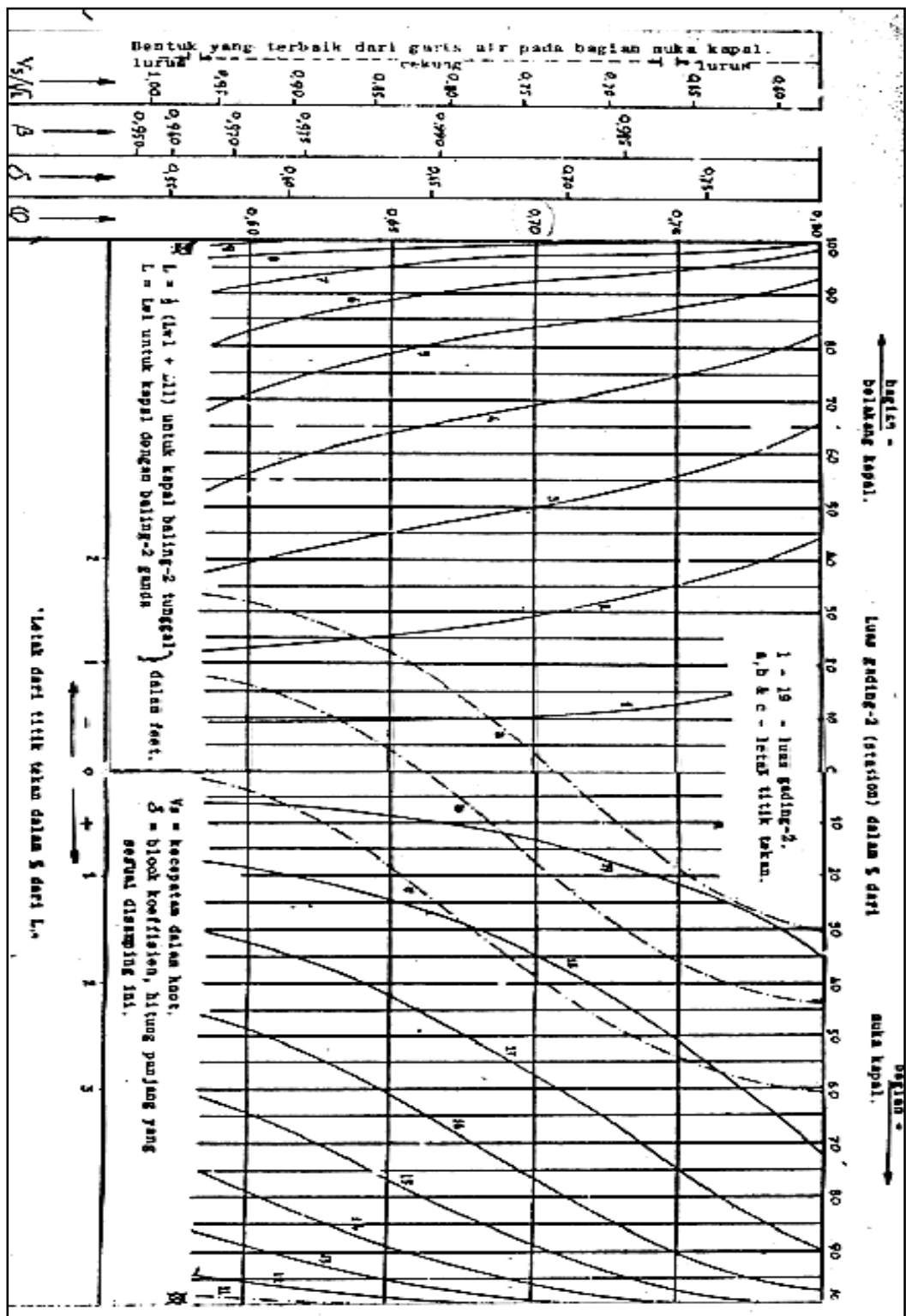
B.1. Grafik NSP (*Nederlandsche Scheepsbouw Proefstasioen*)

Letak LCB dicari pada grafik NSP (*Nederlandsche Scheepsbouw Proefstasioen*) dengan cara menarik garis secara horizontal C_{pDISPL} nya.



Gambar 2.1. Grafik NSP

¹⁰ Kusna Djaya, Indra dan Moch. Sof'i. 2008. Teknik Konstruksi Kapal Jilid 1 hal: 27. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Departemen Pendidikan Nasional



Gambar 2.2. Letak LCB dan Luas Station pada Grafik NSP

B.1.1. Letak LCB Displ menurut grafik NSP

$$\begin{aligned} \text{LCB Displ} &= 0.85\% \times \text{L Displ} \\ &= 0.85\% \times 31,31 \\ &= 0.266 \text{ m (Didepan midship L Displ)} \end{aligned}$$

B.1.2. Jarak Midship L Displ ke Fp

$$\begin{aligned} f \text{ Displ} &= 0.5 \times \text{L Displ} \\ &= 0.5 \times 31,31 \\ &= 15,66 \text{ m} \end{aligned}$$

B.1.3. Jarak Midship (f) LPP ke Fp

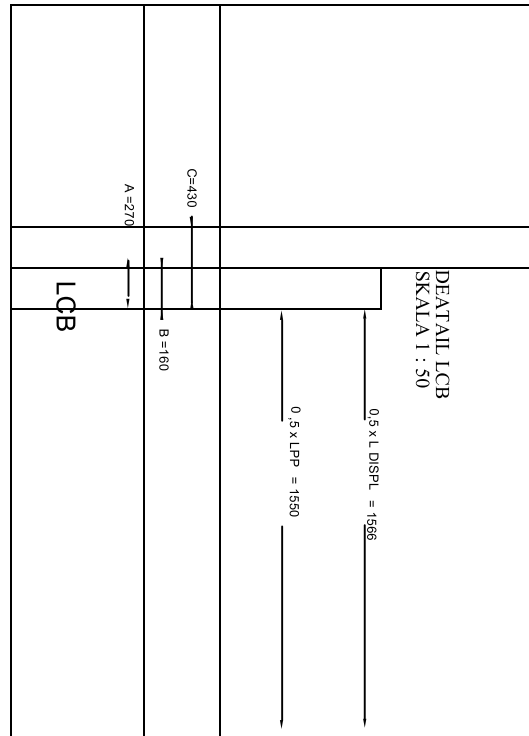
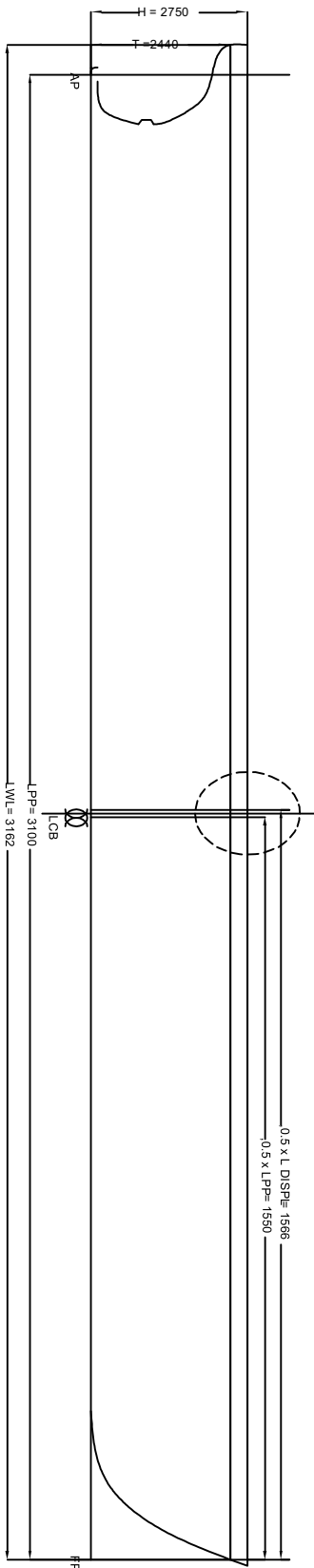
$$\begin{aligned} f \text{ Lpp} &= 0.5 \times \text{LPP} \\ &= 0.5 \times 31,00 \\ &= 15,50 \text{ m} \end{aligned}$$

B.1.4. Jarak antara Midship L Displ dengan Midship LPP

$$\begin{aligned} &= 15,65 - 15,50 \\ &= 0.15 \text{ m} \end{aligned}$$

B.1.5. Jarak antara LCB terhadap Midship (f) LPP

$$\begin{aligned} &= 0.281 - 0.16 \\ &= 0.12 \text{ m (Didepan midship Lpp)} \end{aligned}$$



LCB
SKALA 1 : 200

Gambar 2.3. Letak LCB, Midship LPP, dan Midship L-Displacement

Rumus Menghitung Volume

Volume atau luasan lengkung dihitung menggunakan metode integrasi numerik dengan aturan trapesium dan aturan *Simpson*, yaitu :

$$V = k \times a \times \Sigma \quad *^{11}$$

Dimana :

V = Volume atau Luas (m³)

k = Angka pengali

a = Jarak Antar Ordinat (m)

Σ = Jumlah Hasil (m²)

B.2. Luas *Station* dari Grafik NSP

$$Am = 15.56 \text{ cm}^2$$

No. Ord	%	% x Am	Fs	Hasil	Fm	Hasil
AP	0,05	1	1	0,66	-10	-7
1	0,20	2,633	4	10,531	-9	-94,779
2	0,20	2,659	2	5,318	-8	-42,545
3	0,50	6,582	4	26,328	-7	-184,293
4	0,69	9,083	2	18,166	-6	-108,996
5	0,84	11,058	4	44,230	-5	-221,152
6	0,92	12,111	2	24,221	-4	-96,886
7	0,97	12,769	4	51,076	-3	-153,227
8	0,99	13,032	2	26,064	-2	-52,129
9	1,00	13,164	4	52,655	-1	-52,655
10	1,00	13,164	2	26,328	0	0
					Σ ₂ =	- 1.030,120

¹¹ <http://www.google.com/Ekoblog> : INTEGRASI NUMERIK APPROXIMATE INTEGRATION.

11	0,99	13,530	4	52,129	1	52,129	
12	0,98	13,530	2	25,801	2	51,602	
13	0,97	13,395	4	51,076	3	153,227	
14	0,90	12,854	2	23,695	4	94,779	
15	0,80	12,583	4	42,177	5	210,884	
16	0,80	11,230	2	21,062	6	126,372	
17	0,57	8,793	4	26,854	7	187,979	
18	0,34	5,412	2	8,951	8	71,611	
19	0,13	2,030	4	6,845	9	61,607	
FP	0,07	0,947	1	1	10	9	
				$\Sigma_1 =$	545,087	$\Sigma_3 =$	1.019,405

B.2.1. $h = L \text{ Displ} / 20$

$$h = 31,31 / 20$$

$$h = 1,5655 \quad \text{m}$$

B.2.2. Volume Displacement

$$V \text{ displ} = 1/3 \times h \times \Sigma_1$$

$$= 1/3 \times 1,566 \times 545,0866$$

$$= 284,444 \quad \text{m}^3$$

B.2.3. Letak LCB NSP

$$\text{LCB NSP} = \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{L \text{ Displ}}{20}$$

$$= \frac{-1.013,244 + 1.019,405}{545,0866} \times \frac{31,31}{20}$$

$$= 0,018 \quad \text{m}$$

B.2.4. Koreksi Prosentase penyimpangan LCB

$$\begin{aligned}
&= \frac{LCB_{displ} - LCB_{NSP}}{L_{displ}} \times 100\% \\
&= \frac{0,266 - 0,0177}{31,3100} \times 100\% \\
&= -0,79\% < 0,1\% \quad (\text{Memenuhi syarat})
\end{aligned}$$

B.2.5. Koreksi prosentase penyimpangan untuk volume Displacement

$$\begin{aligned}
&= \frac{V_{oldisp\ awal} - V_{oldisp\ NSP}}{V_{oldisp\ awal}} \times 100 \\
&= \frac{290,079 - 284,444}{290,079} \times 100\% \\
&= 1,94 < 0,5\% \quad (\text{Memenuhi syarat})
\end{aligned}$$

B.3. Dengan Tabel Van Lammerent

Menghitung koefisien prismatic depan (Qf) dan menghitung koefisien prismatic belakang (Qa), dengan formula:

$$Q_f = C_p + (1,4 + C_p) \times e$$

$$Q_a = C_p - (1,4 + C_p) \times e$$

Dimana :

$$C_p = \text{Coefficient Prismatic} = 0,72$$

e = Perbandingan jarak LCB terhadap Lpp

$$\begin{aligned}
e &= (LCB / L_{pp}) \times 100\% \\
&= 0,11 / 31,00 \times 100\% \\
&= 0,36\%
\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
Q_f &= C_p + (1,4 + Q) \times e \\
&= 0,720 + 1,4 + 0,720 \times 0,0036 \\
&= 0,738
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_a &= C_p - (1,4 + Q) \times e \\
&= 0,720 - 1,4 + 0,720 \times 0,0036 \\
&= 0,704
\end{aligned}$$

B.3.1. Tabel *Curve of Selectional Area Lama*

$$A_m = 13.53 \text{ m}^2$$

No	% luas	luas/stasion
AP	0	0.000
0.25	0.077	1.042
0.5	0.165	2.232
0.75	0,260	3,518
1	0,357	4,830
1.5	0,548	7,414
2	0,715	9,674
2.5	0,845	11,433
3	0,931	12,596
4	0,996	13,476
5	1.000	13,530
6	1.000	13,530
7	0,964	13.043
7.5	0,896	12.123
8	0,781	10,567
8.5	0,621	8,402
9	0,418	5,656
9.25	0,309	4,181
9.5	0,200	2,706
9.75	0,095	1,285
fp	0.000	0.000
		$\Sigma = 515,238$

B.3.2. Transformasi Titik Tekan pada Kurva CSA

$$b = \frac{4\varphi - 1}{6\varphi} * 12$$

Dimana : φ = *Coefficient Prismatic*

Sehingga :

$$b = 0,435 \text{ m}$$

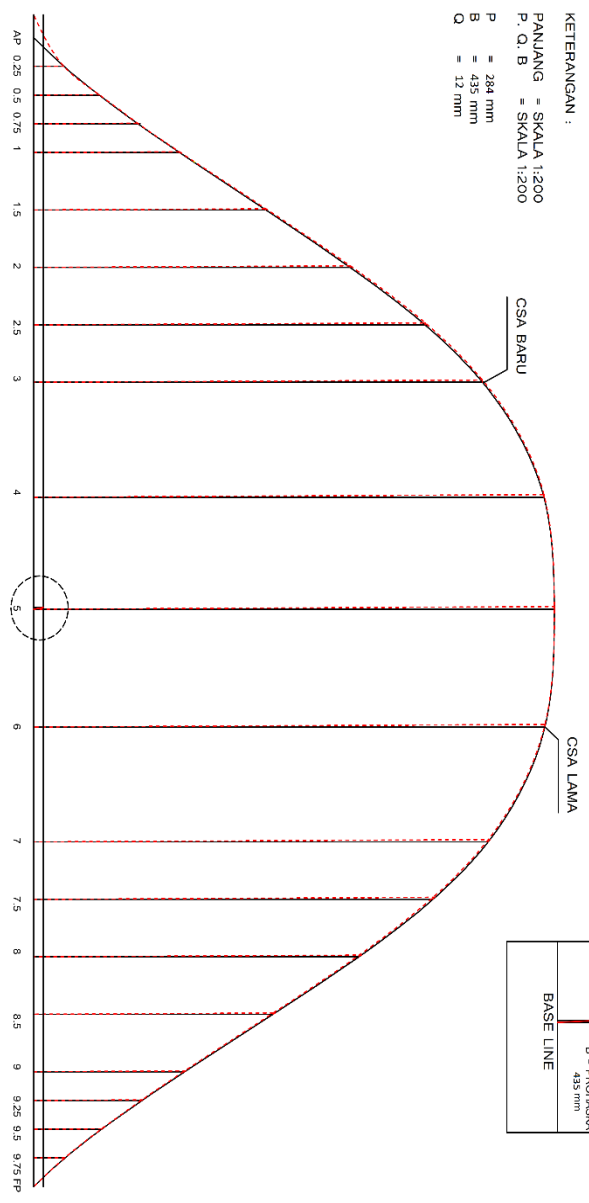
$$P = LCB_{DISPL} = 0,284 \text{ m}$$

¹² *Prohaska Fomula*. Tugas Rencana Garis & Bukaan Kulit Hal : 17. 2009. Fakultas Teknologi Kelautan: ITS.

CSA LAMA DAN BARU
SKALA 1 : 200

DETAIL
SKALA 1 : 50

KETERANGAN :
 PANJANG = SKALA 1:200
 P, Q, B = SKALA 1:200
 P = 284 mm
 B = 435 mm
 Q = 12 mm



Cil. coeff. φ	Deeispannt								
	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{8}$	9	$8\frac{1}{2}$	8	$7\frac{1}{2}$	7	6
0.730	0.090	0.191	0.297	0.402	0.602	0.766	0.885	0.957	0.999
0.732	0.091	0.193	0.300	0.406	0.606	0.770	0.888	0.959	0.999
0.734	0.092	0.195	0.303	0.410	0.610	0.774	0.891	0.961	0.999
0.736	0.094	0.198	0.306	0.414	0.616	0.777	0.893	0.962	1.000
0.738	0.095	0.200	0.309	0.418	0.621	0.781	0.896	0.964	
0.740	0.096	0.202	0.312	0.422	0.625	0.785	0.899	0.966	
0.742	0.097	0.204	0.315	0.426	0.630	0.789	0.902	0.967	
0.744	0.099	0.207	0.318	0.430	0.634	0.793	0.904	0.969	
0.746	0.100	0.209	0.322	0.434	0.639	0.797	0.907	0.970	
0.748	0.101	0.212	0.325	0.438	0.643	0.801	0.909	0.972	
0.750	0.102	0.214	0.328	0.442	0.648	0.805	0.912	0.973	
0.752	0.103	0.216	0.332	0.446	0.652	0.809	0.915	0.974	
0.754	0.104	0.219	0.336	0.450	0.657	0.813	0.918	0.976	
0.756	0.106	0.221	0.338	0.454	0.661	0.816	0.920	0.977	
0.758	0.107	0.224	0.343	0.458	0.666	0.820	0.923	0.979	
0.760	0.108	0.226	0.346	0.462	0.670	0.824	0.926	0.980	
0.762	0.109	0.229	0.350	0.466	0.675	0.828	0.928	0.981	
0.764	0.111	0.232	0.354	0.471	0.680	0.832	0.931	0.982	
0.766	0.112	0.234	0.356	0.475	0.684	0.836	0.933	0.984	
0.768	0.113	0.237	0.361	0.480	0.689	0.840	0.936	0.985	
0.770	0.115	0.239	0.364	0.484	0.694	0.844	0.938	0.986	
0.772	0.117	0.242	0.368	0.489	0.699	0.848	0.940	0.987	
0.774	0.118	0.245	0.372	0.493	0.704	0.852	0.943	0.988	
0.776	0.120	0.248	0.376	0.498	0.708	0.855	0.945	0.988	
0.778	0.121	0.251	0.380	0.502	0.713	0.859	0.948	0.989	
0.780	0.123	0.254	0.384	0.507	0.718	0.863	0.950	0.990	
0.782	0.124	0.257	0.388	0.512	0.723	0.867	0.952	0.991	
0.784	0.126	0.260	0.392	0.517	0.727	0.871	0.954	0.992	
0.786	0.127	0.263	0.397	0.522	0.732	0.874	0.956	0.992	
0.788	0.129	0.266	0.401	0.527	0.736	0.878	0.958	0.993	
0.790	0.130	0.269	0.405	0.532	0.741	0.882	0.960	0.994	
0.792	0.132	0.272	0.409	0.537	0.746	0.886	0.962	0.994	
0.794	0.134	0.276	0.414	0.542	0.751	0.890	0.964	0.995	
0.796	0.135	0.279	0.418	0.546	0.755	0.892	0.966	0.995	
0.798	0.137	0.283	0.423	0.553	0.760	0.897	0.968	0.996	
0.800	0.139	0.286	0.427	0.558	0.765	0.900	0.970	0.996	
0.802	0.141	0.289	0.432	0.563	0.770	0.904	0.972	0.996	
0.804	0.140	0.293	0.437	0.568	0.775	0.908	0.974	0.997	
0.806	0.144	0.296	0.442	0.574	0.780	0.912	0.975	0.997	
0.808	0.145	0.299	0.447	0.579	0.785	0.916	0.977	0.998	
0.810	0.148	0.303	0.452	0.584	0.790	0.920	0.979	0.998	
0.812	0.150	0.307	0.457	0.590	0.795	0.923	0.980	0.998	
0.814	0.152	0.311	0.462	0.595	0.800	0.927	0.982	0.998	
0.816	0.155	0.316	0.467	0.601	0.806	0.930	0.983	0.999	
0.818	0.157	0.320	0.472	0.606	0.811	0.934	0.985	0.999	
0.820	0.159	0.324	0.477	0.612	0.816	0.937	0.986	0.999	
0.822	0.161	0.328	0.482	0.618	0.821	0.940	0.987		
0.824	0.163	0.332	0.487	0.624	0.826	0.943	0.989		
0.826	0.165	0.336	0.493	0.630	0.830	0.947	0.990		
0.828	0.168	0.340	0.499	0.636	0.835	0.950	0.992		
0.830	0.170	0.334	0.504	0.642	0.840	0.953	0.993		
0.832	0.172	0.348	0.510	0.648	0.845	0.956	0.994		
0.834	0.175	0.353	0.516	0.654	0.850	0.958	0.995		
0.836	0.177	0.357	0.522	0.661	0.854	0.961	0.995		
0.838	0.180	0.362	0.528	0.667	0.859	0.963	0.996		
0.840	0.182	0.366	0.534	0.673	0.864	0.966	0.997		
0.842	0.185	0.371	0.540	0.680	0.869	0.968	0.998		
0.844	0.188	0.376	0.547	0.686	0.873	0.970	0.998		
0.846	0.190	0.382	0.553	0.693	0.878	0.973	0.999		
0.848	0.193	0.387	0.560	0.699	0.882	0.975	0.999		
0.850	0.195	0.392	0.566	0.706	0.887	0.977	0.999		
0.852	0.199	0.398	0.573	0.713	0.891	0.979	0.999		
0.854	0.203	0.404	0.580	0.720	0.895	0.981	0.999		
0.856	0.206	0.410	0.585	0.725	0.900	0.982			
0.858	0.210	0.416	0.593	0.733	0.904	0.984			
0.860	0.213	0.422	0.600	0.740	0.908	0.986			
0.862	0.217	0.428	0.607	0.747	0.912	0.987			
0.864	0.221	0.435	0.615	0.754	0.916	0.988			
0.866	0.223	0.441	0.622	0.759	0.920	0.990			
0.868	0.225	0.448	0.630	0.767	0.924	0.991			
0.870	0.231	0.454	0.637	0.774	0.928	0.992			
0.872	0.236	0.461	0.645	0.781	0.932	0.993			
0.874	0.240	0.468	0.653	0.788	0.936	0.994			
0.876	0.245	0.475	0.662	0.796	0.940	0.995			
0.878	0.249	0.482	0.670	0.803	0.944	0.996			
0.880	0.254	0.489	0.678	0.810	0.948	0.997			
0.882	0.259	0.497	0.687	0.817	0.951	0.998			

Cil. coeff. φ	Deelspannt								
	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
	$9\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{4}$	$9\frac{1}{8}$	9	$8\frac{1}{2}$	8	$7\frac{1}{2}$	7	6
0.884	0.263	0.505	0.696	0.824	0.955	0.999			
0.886	0.268	0.514	0.705	0.832	0.958	0.999			
0.888	0.272	0.522	0.714	0.839	0.962	0.999			
0.890	0.277	0.530	0.723	0.846	0.965				
0.892	0.283	0.539	0.732	0.853	0.968				
0.894	0.289	0.548	0.741	0.860	0.971				
0.896	0.295	0.558	0.751	0.867	0.974				
0.898	0.301	0.567	0.760	0.874	0.977				
0.900	0.307	0.576	0.769	0.881	0.980				
0.902	0.314	0.586	0.778	0.888	0.982				
0.904	0.321	0.597	0.788	0.894	0.984				
0.906	0.328	0.607	0.797	0.901	0.986				
0.908	0.335	0.618	0.807	0.907	0.988				
0.910	0.342	0.628	0.816	0.914	0.990				
0.912	0.351	0.640	0.825	0.921	0.992				
0.914	0.360	0.652	0.834	0.928	0.993				
0.916	0.368	0.664	0.844	0.933	0.995				
0.918	0.377	0.676	0.853	0.941	0.996				
0.920	0.387	0.688	0.862	0.948	0.998				
0.922	0.397	0.701	0.870	0.953	0.998				
0.924	0.408	0.714	0.879	0.958	0.999				
0.926	0.420	0.726	0.887	0.962	0.999				
0.928	0.431	0.739	0.896	0.967	0.999				
0.930	0.442	0.752	0.904	0.972					
0.932	0.456	0.765	0.911	0.975					
0.934	0.469	0.778	0.918	0.978					
0.936	0.483	0.792	0.926	0.982					
0.938	0.496	0.805	0.933	0.985					
0.940	0.510	0.818	0.940	0.988					
0.942	0.531	0.831	0.946	0.990					
0.944	0.551	0.845	0.953	0.992					
0.946	0.572	0.858	0.959	0.993					
0.948	0.592	0.872	0.966	0.995					
0.950	0.613	0.885	0.972	0.997					

Methode N.S.P. Enige jaren geleden heeft het N.S.P. in Wageningen een diagram gepubliceerd, waaruit ook de oppervlakken van de deelspannten bij een bepaalde ligging van het drukkingspunt af te lezen zijn. Het drukkingspunt is bepaald door de kromme *b*. (zie fig. 60). In dezelfde figuur is ook nog aangegeven een betrekking tussen $\frac{V}{\sqrt{L}}$ en δ en een verband tussen δ en β .

Het bezwaar van dit diagram is, dat men de spantoppervlakken alleen maar direct kan aflezen bij een bepaalde plaats van *F*. Zo gauw deze plaats hiervan afwijkt, moet de kromme van spantoppervlakken worden verschoven. In het diagram zijn ook de grenzen aangegeven, tot welke *F* verschoven mag worden zonder de weerstand of de propulsie ernstig te schaden. Kromme *a* geeft de achterste en kromme *c* de voorste grens aan.

Om de verschoven kromme van spantoppervlakken te vinden, zou men eerst de kromme kunnen vervangen door een trapezium met een gelijk oppervlak en dan dit trapezium omschuiven op de manier zoals hiervoor beschreven is.

Een tweede methode zou kunnen zijn die van Chapman *) zoals die o.a. in Johow is gepubliceerd en die we hier nader willen bezien. Chapman ging er van uit, dat de kromme van spantoppervlakken benaderd kan

*) Frédéric Henri de Chapman. Traité de la construction des vaisseaux.

Tabel 2.1. Tabel *Van Lammerent***B.3.3.** Tabel *Curve of Selectional Area* Baru Menurut *Van Lamerent*

$$A_m = 15,56 \text{ m}^2$$

No ORD	% Luas Station	Luas Station terhadap A_m	FS	Hasil	Fm	Hasil
AP	0.020	0.290	0.25	0.067	-5	-0.333
0.25	0.077	1.184	1	1.047	-4.75	-4.971
0.5	0.166	2.646	0.5	1.122	-4.5	-5.049
0.75	0.262	4.175	1	3.538	-4.25	-15.037
1	0.359	5.745	0.75	3.644	-4	-14.574
1.5	0.551	8.648	2	14.908	-3.5	-52.178
2	0.718	10.896	1	9.717	-3	-29.151
2.5	0.840	12.360	2	22.739	-2.5	-56.848
3	0.925	13.093	1.5	18.779	-2	-37.558
4	0.988	13.476	4	53.473	-1	-53.473
5	1	13.530	2	27.060	0	0
					S_2	-269.172
6	1.000	13.530	4	54.120	1	54.120
7	0.977	12.408	1.5	19.838	2	39.676
7.5	0.902	11.149	2	24.398	2.5	60.995
8	0.778	9.411	1	10.524	3	31.572
8.5	0.625	7.258	2	16.914	3.5	59.198
9	0.415	4.803	0.75	4.215	4	16.860
9.25	0.322	3.548	1	4.354	4.25	18.505
9.5	0.206	2.300	0.5	1.394	4.5	6.275
9.75	0.109	1.107	1	1.478	4.75	7.021
FP	0.000	0.000	0.25	0	0	0
			S_1	293.328	S_3	294.221

$$\begin{aligned}
 1. \quad h &= \frac{LPP}{10} \\
 &= \frac{31,00}{10} \\
 &= 3,100 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Volume *Displacement* pada *Main Part* ($V_{DISPLMP}$)

$$\begin{aligned}
 V \text{ displ} &= 1/3 \times LPP / 10 \times S_1 \\
 &= 1/3 \times 3,100 \times 293.328 \\
 &= 303,105 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

3. Letak LCB pada *Main Part* (LCB-MP)

$$\begin{aligned}
 LCB-MP &= \frac{\Sigma_2 + \Sigma_3}{\Sigma_1} \times \frac{LPP}{10} \\
 &= \frac{294.221 + 269.172}{294.328} \times \frac{31,00}{10} \\
 &= 0.265 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

No. Ord.	Luas Station	Fs	Hasil	F M	Hasil
X	0,267	1	0,267	0	0
Y	0,133	4	0.533	1	0.533
A	0	1	0	2	0
		$\Sigma_1 =$	0,800	$\Sigma_2 =$	0,533

4. Jarak 0- 1/2 AP, dan 1/2 AP-AP

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{Lwl - Lpp}{2} \\
 &= \frac{31,620 - 31,00}{2} \\
 &= 0.31
 \end{aligned}$$

5. Volume *Displacement* pada *Cant Part* ($V_{DISPLCP}$)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{DISPL CP}} &= \frac{1}{3} \times e \times \sum_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 0.31 \times 0.800 \\
 &= 0.08
 \end{aligned}$$

6. Letak LCB pada *Cant Part* terhadap AP (LCB-CP)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times e \\
 &= \frac{0,533}{0.800} \times 0,310 \\
 &= 0.207 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

7. Jarak LCB *Cant Part* terhadap ϕ LPP

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times L_{pp} + \text{LCB Cant Part} \\
 &= \frac{1}{2} \times 31,00 + (0.207) \\
 &= 15,707 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

8. Volume *Displacement* Total (V_{DISPL})

$$\begin{aligned}
 V_{\text{displ total}} &= \text{Vol. Disp MP} + \text{Vol. Disp CP} \\
 &= 303,105 + 0,083 \\
 &= 303,188 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

9. LCB Total terhadap ϕ LPP (LCB)

$$\begin{aligned}
 \text{LCB} &= \frac{(\text{LCB - MP} \times V_{\text{DISPL MP}}) + (\text{LCB - CP} \times V_{\text{DISPL CP}})}{V_{\text{DISPL}}} \\
 &= \frac{(0,265 \times 303,105) + (15,706 \times 0,83)}{303,188} \\
 &= \frac{80,240 \times 1,299}{303,188} = 0,296 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B.3.4. Koreksi Perhitungan

1. Koreksi Volume *Displacement*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol. Displ. Total} - \text{Vol. Displ. MainPart}}{\text{Vol. displ. Total}} \times 100\% \\
 &= \frac{284,444 - 290,097}{290,079}
 \end{aligned}$$

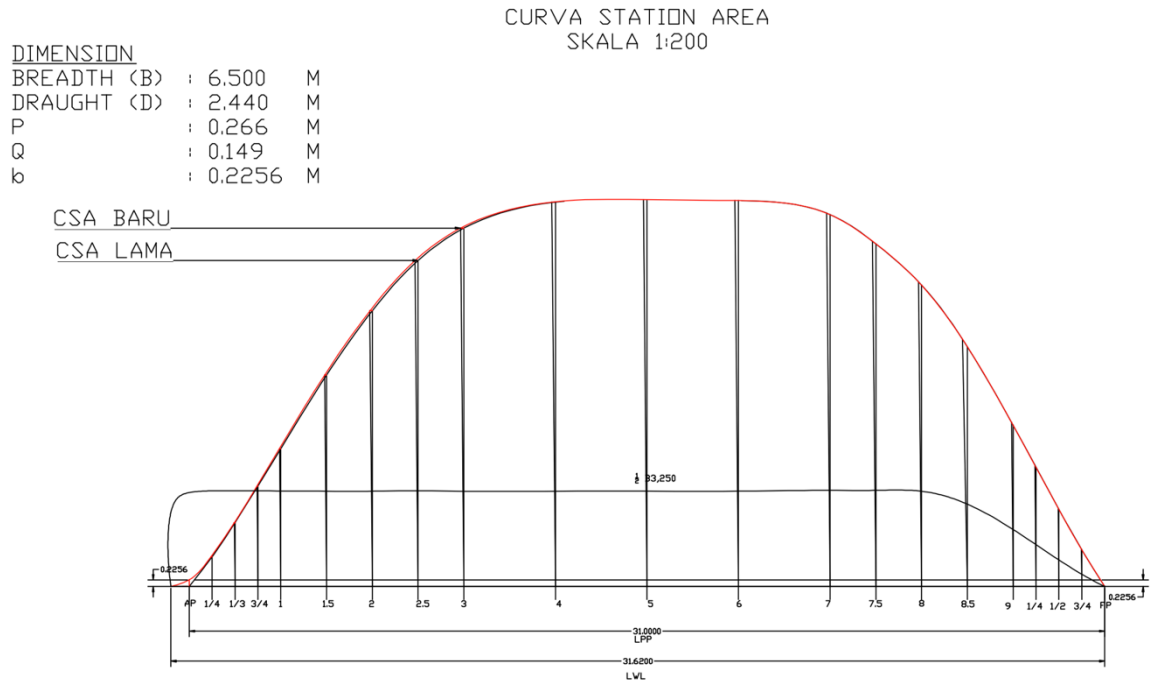
$$= 0.51 \% < 0.5 \% \quad (\text{Memenuhi})$$

2. Koreksi LCB

$$= \frac{LCB \text{ Thd midship } L_{pp} - LCB \text{ total}}{L_{pp}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,11 - 0,269}{31,00} \times 100\%$$

$$= 0,009 \% < 0.1 \% \quad (\text{Memenuhi})$$



Gambar 2.5. Curve Selection Area dan Bentuk Garis Air

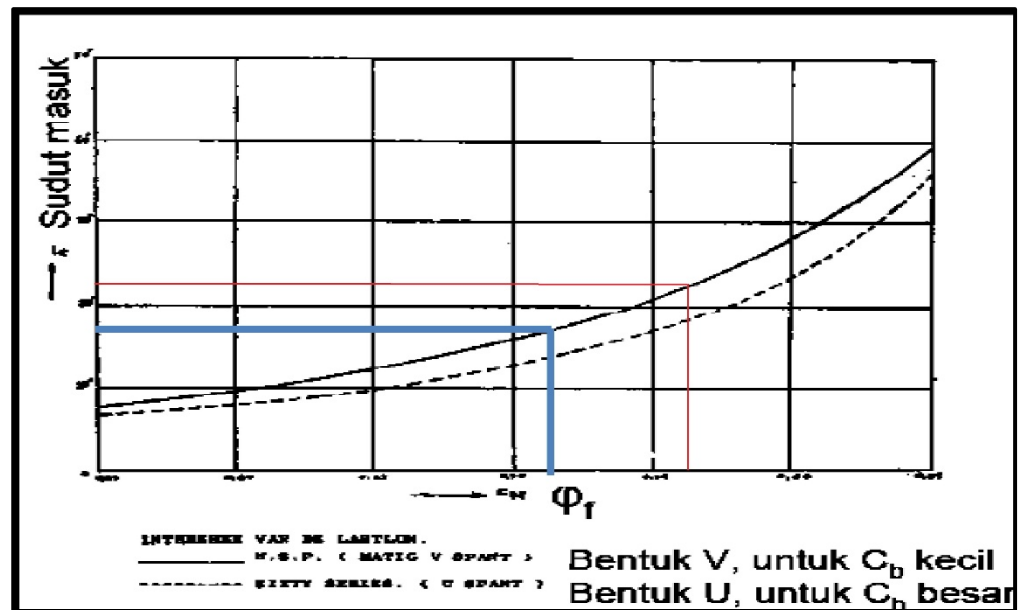
C. RENCANA BENTUK GARIS AIR

C.1. Perhitungan Besarnya Sudut Masuk (α)

Untuk menghitung besarnya sudut masuk garis air berdasarkan *Coefficient Prismatic* Depan (Q_f), dimana :

Pada perhitungan penentuan letak LCB, $Q_f = 0,738$

Dari grafik *Lastlun* didapat sudut masuk = $\pm 16^\circ$
 Penyimpangan = $\pm 3^\circ$, diambil $+ 3^\circ$
 Maka besarnya sudut masuk yang diperoleh = $\pm 19^\circ$



Gambar 2.6. Grafik *Lastlun*

C.2. Perhitungan Luas Garis Air (AWL)

Tabel *Main Part* ($\frac{1}{2}$ Lebar Kapal)

No. Ord.	Y=1/2 B	FS	Hasil
AP	0.8844	0.25	0.221
0.25	1.5980	1	1.598
0.5	1.9079	0.5	0.954
0.75	2.1306	1	2.131
1	2.3221	0.75	1.742
1.5	2.6205	2	5.241
2	2.8371	1	2.837
2.5	2.9863	2	5.973
3	3.0880	1.5	4.632
4	3.2148	4	12.859

5	3.3000	2	6.600
6	3.1000	4	12.400
7	3.0461	1.5	4.569
7.5	2.6724	2	5.345
8	2.2506	1	2.251
8.5	1.6826	2	3.365
9	1.1138	0.75	0.835
9.25	0.8248	1	0.825
9.5	0.5613	0.5	0.281
9.75	0.2749	1	0.275
FP	0.0000	0.25	0.000
		$\Sigma_1 =$	74.933

Luas Garis Air Pada *Main Part* (AWL_{MP})

$$\begin{aligned}
 AWL_{MP} &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{LPP}{10}\right) \times \Sigma \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times \left(\frac{31,00}{10}\right) \times 74.933 \\
 &= 156,861 \quad m^2
 \end{aligned}$$

Tabel *Cant Part* ($\frac{1}{2}$ Lebar Kapal)

No. Ord	Tinggi Ord.	F s	Hasil
AP	0.8844	1	0.8844
0,5 AP	0.4422	4	1.77
0	0	1	0.000
		$\Sigma_1 =$	2,65

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{LWL - Lpp}{2} \\
 &= \frac{31,62 - 31,00}{2} \\
 &= 0,3100 \quad m
 \end{aligned}$$

Luas Garis Air pada *Cant Part*

$$\begin{aligned}
 AWL_{Cp} &= 2 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 2/3 \times 0,3100 \times 2,65 \\
 &= 1,6450 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

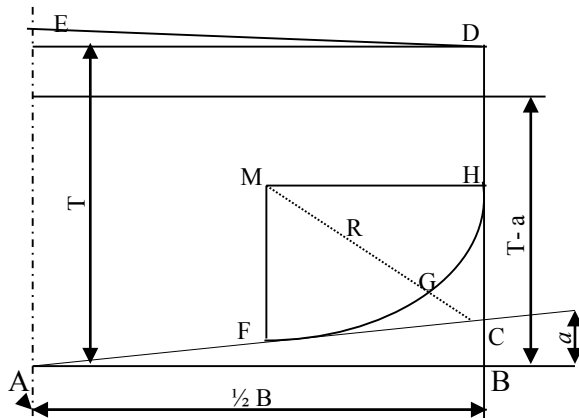
Jadi :

$$\begin{aligned}
 AWL_{total} &= AWL_{mp} + AWL_{cp} \\
 &= 154,148 - 1,645 \\
 &= 156,506 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

C.3. Koreksi Luas Garis Air

$$\begin{aligned}
 &= \frac{AWL - AWL_{total}}{AWL} \times 100\% \\
 &= \frac{154,148 - 156,506}{154,148} \\
 &= 1,529\% < 0,5\% \text{ (Memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

D. PERHITUNGAN RADIUS BILGA



Keterangan :

$$B = 6,50 \text{ m}$$

$$T = 2,44 \text{ m}$$

$$H = 2,75 \text{ m}$$

M = Titik Pusat Kelengkungan

a = Rise of Floor

$$= 0,07 \times B$$

$$= 0,07 \times 6,50$$

$$= 0,455 \text{ m}$$

D.1. Dalam Segitiga ABC

$$\tan \alpha_2 = \frac{AB}{BC} = \frac{3,25}{0,455} = 7,143$$

$$\alpha_2 = 82,030$$

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

$$= 0,5 \times (180 - 88,030)$$

$$= 0,5 \times 91,97$$

$$= 45,985$$

D.2. Luas Trapesium ACED

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} (1/2 B) \times ((T + (T - a))) \\
&= B / 4 (2 \times 2,44 - 0,455) \\
&= 6,50 / 4 (2 \times (2,44 - 0,455)) \\
&= 7,19 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

D.3. Luas AFHED

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \times \text{Luas Midship} \\
&= \frac{1}{2} \times B \times T \times Cm \\
&= \frac{1}{2} \times 6,50 \times 2,44 \times 0,82 \\
&= 6,528 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

D.4. Luas FGHC

$$\begin{aligned}
&= \text{Luas Trapesium ACED} - \text{Luas AFHEDA} \\
&= 7,19 - 6,528 \\
&= 0,663 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

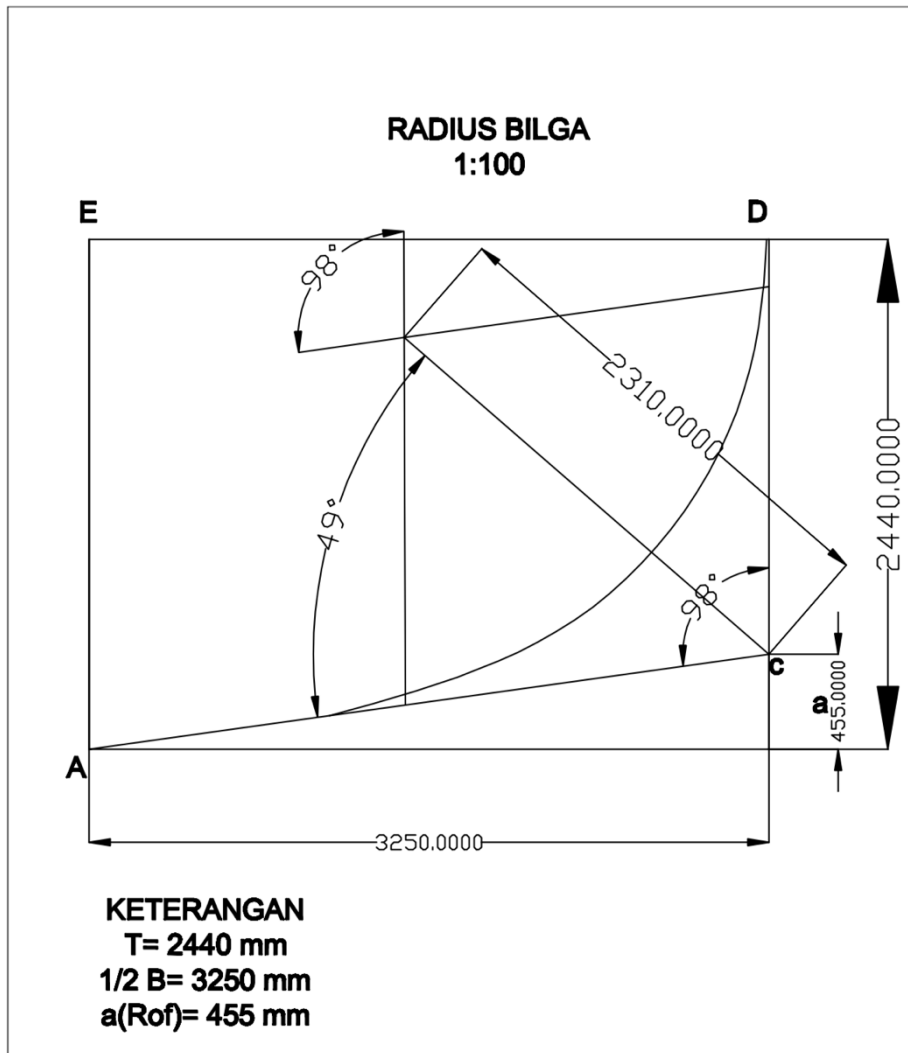
D.5. Luas FCM

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} MF \times FC \times \tan \beta \\
&= \frac{1}{2} R \times R \times \tan \beta \\
&= \frac{1}{2} \times R^2 \times \tan \beta
\end{aligned}$$

D.6. Luas Juring MFG

$$\begin{aligned}
\text{Luas Juring MFG} &= \text{Alfa} / 360^\circ \times \pi R^2 \\
\text{Luas FCG} &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\
&= 0,5r^2 \tan \alpha - \frac{\alpha}{360} \times \pi r^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jadi Luas ACED} - \text{Luas AFHEDA} &= \text{Luas MFC} - \text{Luas juring MFG} \\
7,191 - 6,528 &= 0,5r^2 \tan 48,9 - \frac{48,99}{360} \times \pi r^2 \\
0,696 &= 0,575r^2 - 0,428r^2 \\
0,696 &= 0,147R^2 \\
R^2 &= 4,496 \\
R &= 2,120
\end{aligned}$$



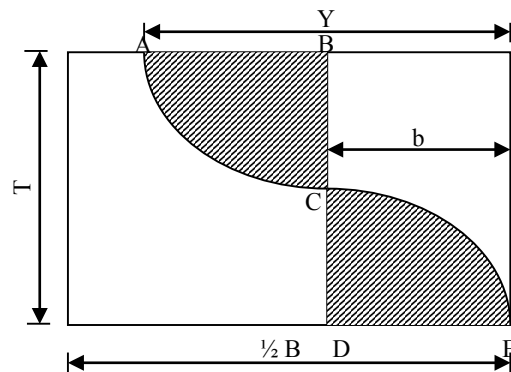
Gambar 2.7. Radius Bilga

E. RENCANA *BODY PLAN*

Perhitungan bentuk *body plan* :

1. Merencanakan bentuk *body plan* adalah membentuk garis lengkung pada potongan ordinat.
2. Langkah-langkahnya merencanakan *body plan* adalah sebagai berikut.

- Membuat ukuran empat persegi panjang dengan ukuran $\frac{1}{2} B$ dengan tinggi (T).
- Buat garis horizontal dengan jarak Y dari *center line* sesuai dengan nomor ordinat yang bentuk $Y = \frac{1}{2} B$ (setengah lebar kapal).
- Buat garis vertikal dengan jarak B dari *center line* sesuai nomor ordinat yang akan dibentuk : $B = \frac{\text{Luas Station}}{2T}$.
- Bentuk garis lengkung sedemikian rupa sehingga luas ABC sama dengan luas EDC, dimana dalam hal ini dapat dicek dengan menggunakan *Planimeter*.



E.1. Rencana Bentuk *Body Plan*

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} B &= \frac{1}{2} \times 6,50 \\ &= 3.25 \text{ m} \\ T &= 2,40 \text{ m} \\ b &= \text{Luas}/2T \\ Y &= \frac{1}{2} \text{ Lebar Garis Air} \end{aligned}$$

No. Ord	$Y = 1/2 B$	Luas station	$b = ls/2T$
AP	0.884	0.267	0.053
0.25	1.598	1.047	0.209
0.5	1.908	2.244	0.449
0.75	2.131	3.538	0.708

1	2.322	4.858	0.972
1.5	2.621	7.454	1.491
2	2.837	9.717	1.943
2.5	2.986	11.370	2.274
3	3.088	12.519	2.504
4	3.215	13.368	2.674
5	3.300	13.530	2.706
6	3.100	13.530	2.706
7	3.046	13.225	2.645
7.5	2.672	12.199	2.440
8	2.251	10.524	2.105
8.5	1.683	8.457	1.691
9	1.114	5.620	1.124
9.25	0.825	4.354	0.871
9.5	0.561	2.789	0.558
9.75	0.275	1.478	0.296
FP	0	0	0

E.2. Volume *Body Plan*

E.2.1. Volume *Body Plan* pada *Main Part*

No. Ord	Luas Station	FS	Hasil
AP	0.267	0.25	0.067
0.25	1.047	1	1.047
0.5	2.244	0.5	1.122
0.75	3.538	1	3.538
1	4.858	0.75	3.644
1.5	7.454	2	14.908
2	9.717	1	9.717
2.5	11.370	2	22.739

3	12.519	1.5	18.779
4	13.368	4	53.473
5	13.530	2	27.060
6	13.530	4	54.120
7	13.225	1.5	19.838
7.5	12.199	2	24.398
8	10.524	1	10.524
8.5	8.457	2	16.914
9	5.620	0.75	4.215
9.25	4.354	1	4.354
9.5	2.789	0.5	1.394
9.75	1.478	1	1.478
FP	0	0.25	0
		$\Sigma_1 =$	293.328

Volume *Displacement* pada *Main Part* ($V_{DISPLMP}$)

Displasment perhitungan

$$\begin{aligned}
 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\
 &= 31,00 \times 6,50 \times 2,44 \times 0,59 \\
 &= 290,079 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

Volume displacement Perencanaan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{3} \times L_{pp}/10 \times \Sigma_1 \\
 &= \frac{1}{3} \times 31,00/10 \times 293.328 \\
 &= 303,105 \quad \text{m}^3
 \end{aligned}$$

E.2.2. Volume *Body Plan* pada *Cant Part*

No Ord	Luas Station	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,266	1	0.266	2	0

½ AP	0.133	4	0.533	1	0.533
0	0	1	0	0	0
		$\Sigma_1 = 0.800$		$\Sigma_2 = 0.533$	

Volume *Displacement* pada *Cant Part* ($V_{DISPLCP}$)

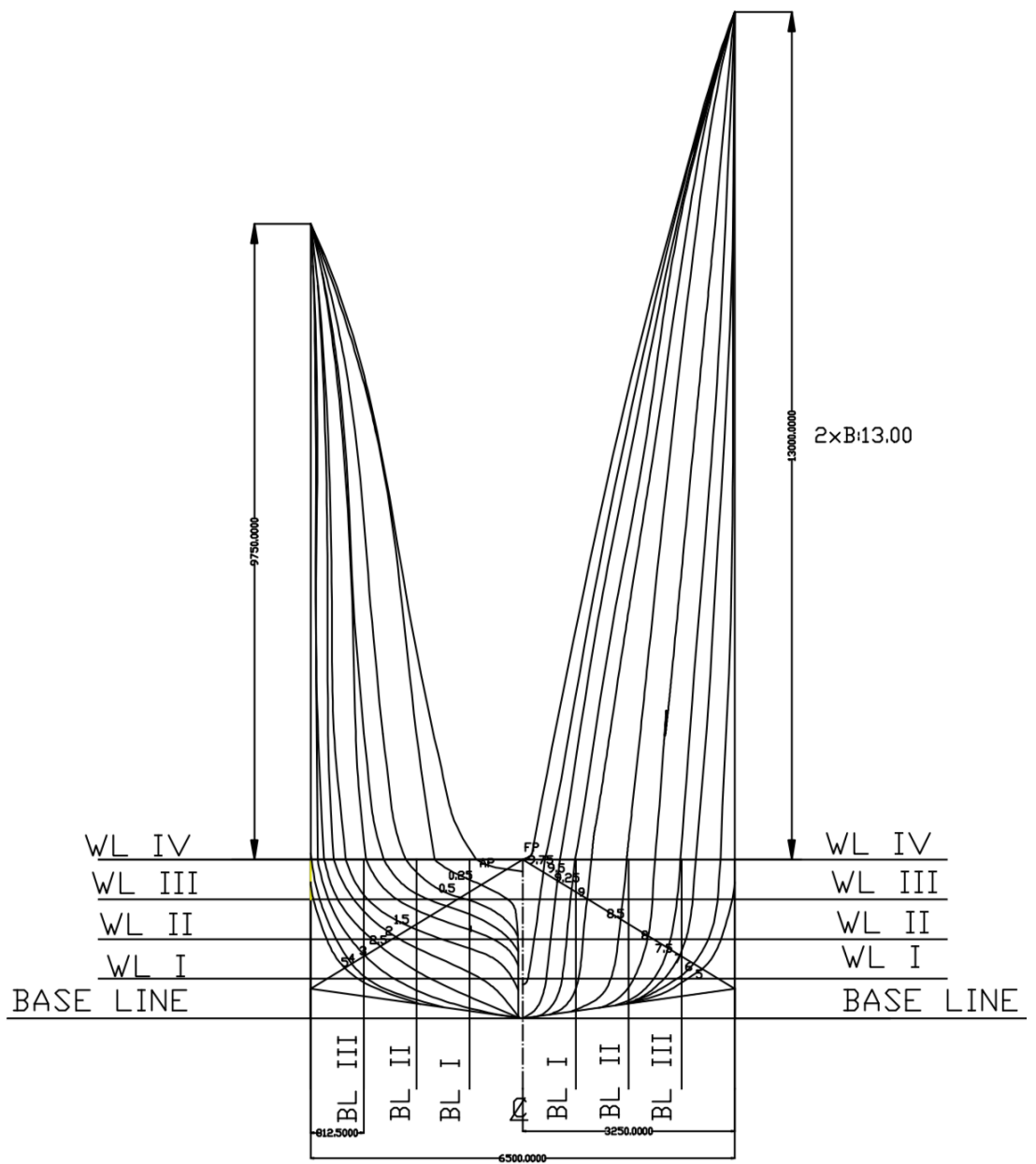
$$\begin{aligned}
 V_{cp} &= 1/3 \times e \times \Sigma_1 \\
 &= 1/3 \times 0,310 \times 0.800 \\
 &= 0,083 \quad m^3
 \end{aligned}$$

E.2.3. Volume *Displacement* Total (V_{DISPL})

$$\begin{aligned}
 &= 303,105 + 0,09 \\
 &= 303,195m^3
 \end{aligned}$$

E.3. Koreksi Volume *Body Plan* dengan Volume *Displacement*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Vol displ perencanaan} - \text{Vol displ perhitungan}}{\text{Volume displacement perencanaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{303,195 - 290}{290,079} \times 100 \\
 &= 4,5 \% \quad < 0.5 \% \quad (\text{memenuhi syarat})
 \end{aligned}$$



Gambar 2.8. *Body Plan*

F. PERHITUNGAN *CAMBER*, *SHEER*, JARAK GADING, DAN *BULWARK*

F.1. Perhitungan *Camber*

Camber adalah bentuk lengkung geladak.

Cara membuat *Camber* :

- a. buat garis horizontal $AB = \frac{1}{2} B$
- b. buat garis vertikal $CD = \frac{1}{25} B$
- c. tarik garis dari A ke D dan dari B ke D
- d. garis AD dan BD dibagi menjadi lima bagian sama panjang
- e. tandai mulai dari A ke D dan B ke D dengan angka 1 – 5
- f. tarik garis dari 1 AD ke garis 5 BD, 2 AD ke 4 BD, dan 3 AD ke 3 BD
- g. tarik garis dari A mengikuti titik temu dari garis-garis yang telah dibuat sehingga membentuk lengkung *Camber*.

Tinggi *Camber*

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{25} \times B^{*13} \\ &= \frac{1}{25} \times 6,50 \\ &= 0,260 \text{ m} \quad = 260 \text{ mm} \end{aligned}$$

F.2. Perhitungan *Sheer*

F.2.1. Buritan (*Stern*)

$$\begin{aligned} AP &= 25 (L/3 + 10) \\ &= 25 (31,00/ 3 + 10) \\ &= 0,5083 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1/6 \text{ Lpp dari AP} \\ &= 11,1 (L/3 + 10) \\ &= 11,1 (31,00/ 3 + 10) \\ &= 0,2257 \quad \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &1/3 \text{ Lpp dari AP} \\ &= 2,8 (L/3 + 10) \\ &= 2,8 (31,00/ 3 + 10) \\ &= 0,0569 \quad \text{m} \end{aligned}$$

¹³ *Camber Formula for Tug Boat & Fishing Vessel*. 2012. Buku Ajar Perkuliahan: Rencana Garis. Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan: Universitas Diponegoro.

F.2.2. Midship = 0 mm

F.2.3. Haluan (*Stem*)

$$\begin{aligned} \text{FP} &= 50 (L/3 + 10) \\ &= 50 (31,00/3 + 10) \\ &= 1,0167 \quad \text{m} \end{aligned}$$

1/6 Lpp dari FP

$$\begin{aligned} &= 22.2 (L/3 + 10) \\ &= 22.2 (31,00/3 + 10) \\ &= 0,4514 \quad \text{m} \end{aligned}$$

1/3 Lpp dari FP

$$\begin{aligned} &= 5.6 (L/3 + 10) \\ &= 5.6 (31,00/3 + 10) \\ &= 0,1139 \quad \text{m} \end{aligned}$$

F.3. Perhitungan Jarak Gading

*Forward of the collision bulkhead and after of the afterpeak bulkhead, the frame spacing shall in general not exceed 600 mm. *¹⁴*

Berdasarkan ketentuan dari Biro Klasifikasi Indonesia di atas, maka jarak gading yang akan dirancangkan adalah 0,55 m, berjumlah 60 gading (gading mayor) terhitung dari AP, sampai FP.

Perincian Gading :

AP – 45(Gading Mayor)	= 0,54 x 45 = 24,30 m
46 – 55 (Gading Mayor)	= 0,50 x 10 = 5,00 m
56 – FP(Gading Mayor)	= 0,42 x 5 = 2,12 m
Jumlah jarak gading keseluruhan	= 60 gading = 31,00 m

F.4. Perhitungan Bangunan Atas

a. *Poop Deck* (Geladak Kimbul)

$$\text{Panjang} = 30 \% \times \text{Lpp}$$

¹⁴ Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. Volume II. *Rules For Hull*. Section 9-1.

$$= 30 \% \times 31,00$$

$$= 9,30 \quad \text{m}$$

$$\text{Diambil} = 9,9 \text{ m (18 jarak gading)}$$

Tinggi poop deck 2,0 s/d 2,4 m, direncanakan 2,2 m dari *main deck* bentuk disesuaikan dengan bentuk *buttock line*.

b. *Fore Castle Deck* (Geladak Akil)

Panjang *fore castle deck* (10% - 15 %) Lpp dari FP

$$\text{Panjang} = 15 \% \times \text{Lpp}$$

$$= 15 \% \times 31,00$$

$$= 4,388 \text{ m}$$

$$\text{Diambil} = 4,38 \text{ m (9 jarak gading)}$$

Di mana $((7 \times 0,55) + (2 \times 0,50)) = 4,38 \text{ m}$. Panjang *fore castle deck* (deck akil) = 4,85 m sampai FP, dengan jumlah gading 9 buah, dengan tinggi deck akil (1.9 – 2.2) m, yang direncanakan = **2.15 m** (dari main deck).

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

Jarak Sekat Tubrukan

$$\text{Minimal} \quad : 0.05 \times \text{LPP}$$

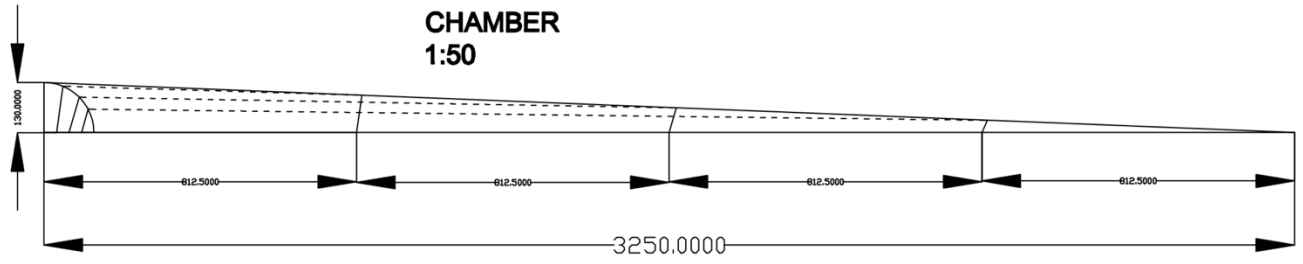
$$: 0.05 \times 31,00 = 1,55 \text{ m}$$

$$\text{Maksimal} \quad : 0.08 \times \text{LPP}$$

$$: 0.08 \times 31,00 = 3,16 \text{ m}$$

$$\text{Rencana Jarak Gading} : ((3 \times 0,55) + (2 \times 0,50))$$

$$= 2,62 \text{ m dari FP}$$



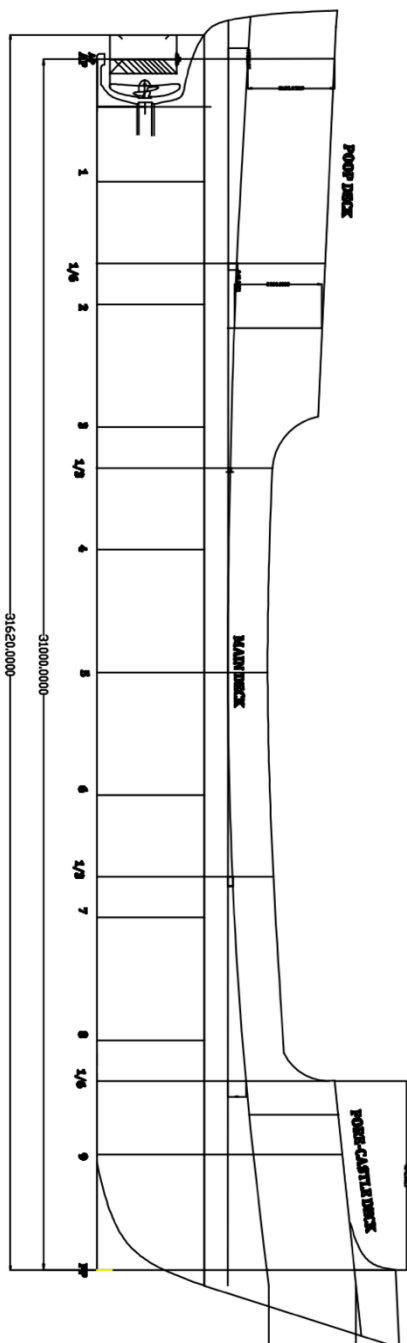
Gambar 2.9. Chamber

SHEER PLAN DAN RENCANA BANGUNAN ATAS

DIMENSION
 Length Between Perpendicular (LPP) = 31,00 M
 Length Water Line (LWL) = 31,62 M
 DEPTH (D) = 2,75 M

TINGGI BANGUNAN ATAS :
 1. Poop Deck : 2,200 M
 4. Forecastle Deck : 2,200 M
 6. Bulwurk : 1,000 M

PANGKANG BANGUNAN ATAS :
 1. Poop Deck : 9,9 M
 4. Forecastle Deck : 4,85 M



Gambar 2.10. Sheer Plan

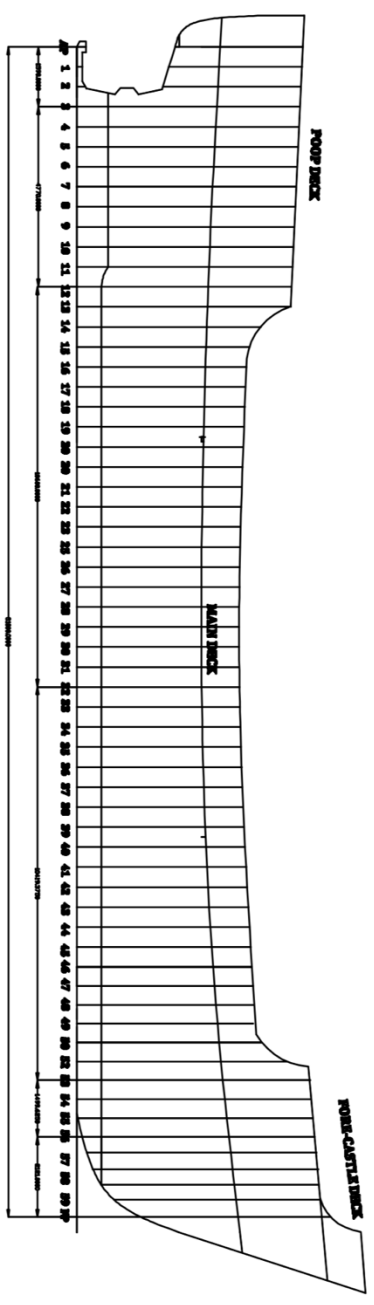
PERENCANAAN GADING,

- GADING - GADING (FRAMES)**
- 1. Gading Mayor : AP ~ Frame 45
 - 2. Gading Mayor : Frame 46 ~ 55
 - 3. Gading Minor : Frame 56 ~ FP

- : 0,54 M = 24,90 M
- : 0,50 M = 5,00 M
- : 0,42 M = 2,12 M

DIMENSION

Length Between Perpendicular (LPP)	= 31,00	M
Length Water Line (LWL)	= 31,62	M
DEPTH (H)	= 2,75	M



Gambar 2.11. Rencana Jarak Gading

G. RENCANA DAUN KEMUDI

G.1. Perhitungan Luas Daun Kemudi *¹⁵

$$A = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times \frac{1.75 \times L \times T}{100} \quad (\text{m}^2)$$

Dimana :

A = Luas daun kemudi (m²)

L = Panjang Kapal = 31,00 m

C₁ = Faktor untuk type kapal = 1,7

C₂ = Faktor untuk type kemudi = 1,0

C₃ = Faktor untuk profil kemudi = 0,8

C₄ = Faktor untuk rancangan kemudi = 1 untuk kemudi dengan jet propeller

Jadi :

$$\begin{aligned} A &= C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times \frac{1.75 \times L \times T}{100} \text{ m}^2 \\ &= 1,7 \times 1,0 \times 0,8 \times 1,0 \times \frac{1,75 \times 31,00 \times 2,44}{100} \text{ m}^2 \\ &= 1,800 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Koreksi :

$$\begin{aligned} \frac{0.023}{3\sqrt{\frac{L}{CbxB} - 6.2}} &< \frac{A}{LxT} < \frac{0.03}{3\sqrt{\frac{L}{Cbxb} - 7.2}} \\ \frac{0,023}{3\sqrt{\frac{31,00}{0,60 \times 690}} - 6,2} &< \frac{1,412}{31,22 \times 2,50} < \frac{0,03}{3\sqrt{\frac{31,00}{0,60 \times 690}} - 7,2} \\ 0,019 &< 0,0124 < 0,031 \end{aligned}$$

G.2. Ukuran Daun Kemudi

¹⁵ Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. Volume II. *Rules For Hull. Section 14-1. A-3*

¹⁶ Koreksi Luas Daun Kemudi Menurut *GW Sobolier*. Buku Perlengkapan Kapal ITS B. Hal: 51

$$A = h \times b \quad \longrightarrow \quad \text{Dimana : } h = \text{tinggi daun kemudi}$$

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

Menurut ketentuan Perlengkapan Kapal halaman 58 harga perbandingan

$$h / b = 2$$

$$\text{Sehingga } h / b = 2 \quad \longrightarrow \quad h = 2b$$

$$A = h \times b$$

$$A = 1.4 b \times b$$

$$1,800 = 1.4 b^2$$

$$b^2 = \frac{1,800}{1.4} \quad b = 1.134 \quad \text{m}$$

$$b^2 = 1,29 \quad h = A / b$$

$$= 1.800 / 1.134$$

$$= 1.588 \text{ m}$$

Menurut Buku Perlengkapan Kapal Hal. 52. Sec. II.9

Luas bagian yang dibalansir dianjurkan < 23 %, diambil 20 %

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

$$= 0.2 \times 1,800$$

$$= 0,360 \quad \text{m}^2$$

Lebar bagian yang dibalansir pada potongan sembarang horizontal < 35 % dari lebar sayap kemudi, diambil 30 %

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

$$= 0.30 \times 1,134$$

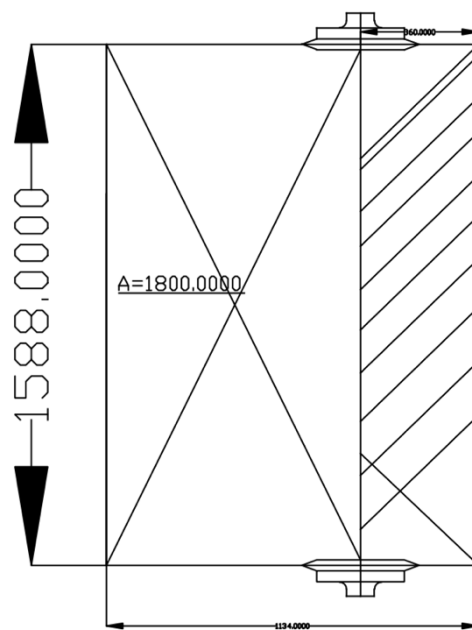
$$= 0,340 \quad \text{m}$$

Dari ukuran di atas dapat diambil ukuran daun kemudi :

- ➔ Luas Daun Kemudi (A) = 1,800 m²
- ➔ Luas bagian balancir (A') = 0,360 m²
- ➔ Tinggi daun kemudi (h) = 1,588 m
- ➔ Lebar daun kemudi (b) = 1,134 m
- ➔ Lebar bagian balancir (b') = 0,340 m

UKURAN DAUN KEMUDI

DAUN KEMUDI	
Luas Daun Kemudi (A)	= 1.800M ²
Luas Baglan <i>Balanclr</i> (A')	= 0.3604M ²
Tinggi Daun Kemudi (h)	= 1.588
Lebar Daun Kemudi (B)	= 1.134M
Lebar Baglan <i>Balanclr</i> (B')	= 0.40M



Gambar 2.12. Rencana Daun Kemudi

G.3. Perhitungan Gaya Kemudi *¹⁶

$$Cr = 132 \times A \times V^2 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_t \quad (N)$$

Dimana :

$$\Lambda = \text{Aspek Ratio} (h^2 / A : 1,652 / 1,949 = \mathbf{1,40}) .$$

$$V = \text{Kecepatan dinas kapal} = \mathbf{10,00} \text{ knots}$$

$$K_1 = \text{Koefisien tergantung nilai } A$$

¹⁶ Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. Volume II. *Rules For Hull. Section 14-3.*

$$= \frac{\Delta + 2}{3} \text{ harga } \Delta \text{ tidak lebih dari } 2$$

$$K_1 = \frac{1,40 + 2}{3} = 1,133 \leq 2$$

K_2 = Koefisien yang tergantung dari kapal = 1.1

K_3 = 0,8 untuk kemudi dibelakang propeller.

Jadi :

$$\begin{aligned} Cr &= 132 \times A \times V^2 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_t \quad (\text{N}) \\ &= 132 \times 1,800 \times (1,00^2) \times 1,133 \times 1.1 \times 0,8 \times 1.0 \quad (\text{N}) \\ &= 23.699,694 \quad \text{N} \end{aligned}$$

H. PERHITUNGAN SEPATU KEMUDI

H.1. Modulus Penampang Sepatu Kemudi

Modulus penampang dari sepatu kemudi terhadap sumbu Z, menurut

BKI 2014 Vol II hal 13-1/8

Dimana :

BI = Gaya kemudi dalam Newton

$$BI = Cr / 2$$

Cr = Gaya kemudi = 23.699,694N

$$\begin{aligned} BI &= Cr / 2 \\ &= 23.699,694 / 2 = 11849,874 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$X = 0,5 \times L_{50} \text{ (X minimum)}$$

$$L_{50} = L \text{ (X maximum)}$$

Dimana :

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

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

L_{10} = Tinggi daun kemudi $h = 1,588$ m

$$\begin{aligned} L_{50} &= \frac{Cr}{Pr \times 10^3} \\ &= \frac{23699,694}{14,928 \times 10} \\ &= 1,588 \text{ m dimbil } 1,65 \text{ m (3 jarak gading)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{\min} &= 1 \times L_{50} \\ &= 0.5 \times 2 \\ &= 0.83 \text{ m (diambil 2 jarak gading = 1.1)} \end{aligned}$$

$$k = \text{Faktor bahan} = 1.0$$

$$\begin{aligned} W_z &= \frac{BI \times X \times k}{80} \\ &= \frac{11849,874 \times 0,825 \times 1,0}{80} \\ &= 122,202 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_y &= 1/3 \times W_z \\ &= 1/3 \times 122,202 \text{ cm}^3 \\ &= 40,734 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

H.2. Perencanaan profil sepatu kemudi

Dengan plat dengan ukuran sebagai berikut :

Tinggi : 106 mm

Tebal : 35 mm

Lebar : 90 mm

No	B	H	F = b x h	a	F x a ²	Iz = 1/12 x b x h ³
I	9	3.5	31.5	0	0	32.156
II	4	3.6	12.6	2.75	95.288	13.608
III	4	3.6	12.6	0	0	13.608

IV	4	3.6	12.6	2.75	95.288	13.608
V	9	3.5	31.5	0	0	32.156
				S ₁	190.575	S ₂ 105.137

$$\begin{aligned}
 I_z &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\
 &= 190.5 + 105.137 \\
 &= 295.712 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wz' &= I_z / a \\
 &= 295.712 / 2.75 \\
 &= 107,531 \text{ Cm}^3
 \end{aligned}$$

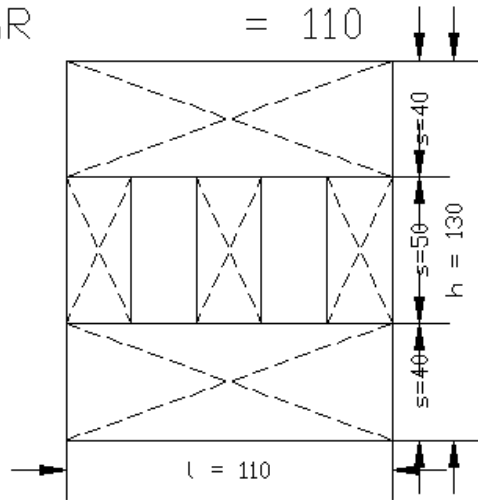
Koreksi Wz

$$\begin{aligned}
 Wz' &= I_z / a \\
 &= 295,712 / 2,75 \\
 &= 107,531 \\
 Wz &< Wz' \\
 122,202 &< 107,531 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

DETAIL SEPATU KEMUDI SKALA 1:2

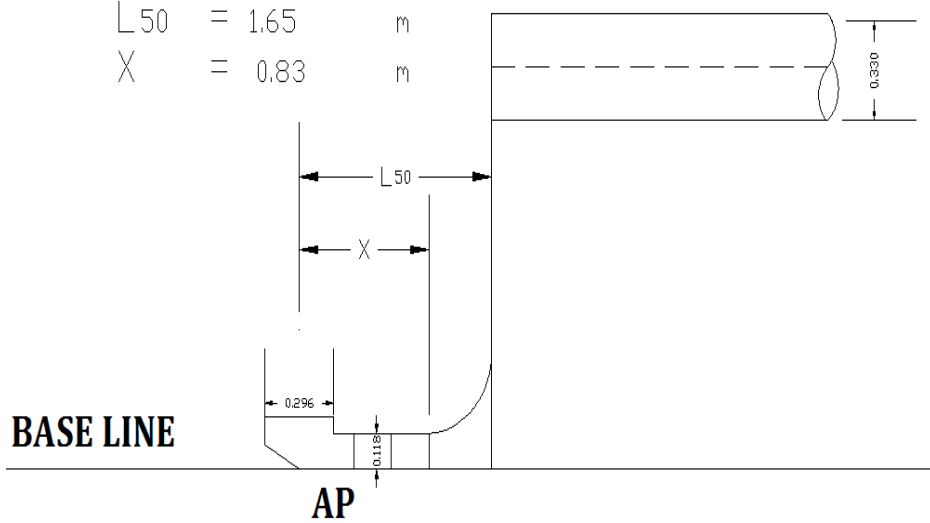
DIMENSI SEPATU KEMUDI

TINGGI(h) = 130 mm
 TEBAL(s) = 40 mm
 LEBAR = 110 mm



SEPATU KEMUDI SKALA 1:15

L50 = 1.65 m
 X = 0.83 m



Gambar 2.13. Rencana Sepatu Kemudi

I. *STERN CLEARANCE, STEM dan STERN*

Ukuran diameter propeller ideal adalah $(0.6 - 0.7) T$, Dimana

T = Sarat kapal. di ambil 0,65

$$\begin{aligned} D \text{ propeller ideal} &= 0,65 \cdot T \\ &= 0,60 \times 2,44 \\ &= 1,58 \quad \text{m} \end{aligned}$$

R (Jari – jari propeller)

$$= 0.5 \times D \text{ propeller}$$

$$= 0.5 \times 1,59 \text{ mm}$$

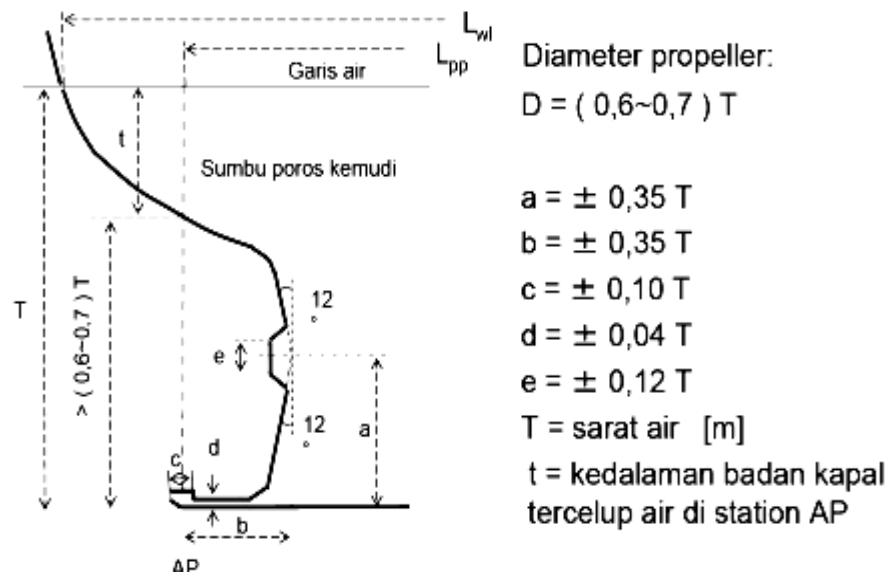
$$= 0,79 \quad \text{m}$$

Diameter Boss Propeller

$$= 1/6 \times D$$

$$= 1/6 \times 1,58 \text{ mm}$$

$$= 0,27 \quad \text{m}$$



Gambar 2.14. Bentuk Linggi Buritan dengan Sepatu Kemudi

Menurut peraturan konstruksi lambung BKI, untuk kapal baling – baling tunggal jarak minimal antara baling – baling dengan linggi buritan menurut aturan konstruksi BKI 1996 Vol II sec 13 – 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a &= 0,1 \times D \\ &= 0,1 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,159 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= 0,18 \times D \\ &= 0,18 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,238 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 0,09 \times D \\ &= 0,09 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,143} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= 0,17 \times D \\ &= 0,17 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,270} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 0,15 \times D \\ &= 0,15 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,285} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= 0,04 \times D \\ &= 0,04 \times 1,58 \\ &= \mathbf{0,063} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= 2'' - 3'' \\ &= 3 \times 0,0254 \\ &= \mathbf{0,08} \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak Poros Propeller dengan Base line

R Propeller + f + Tinggi sepatu kemudi

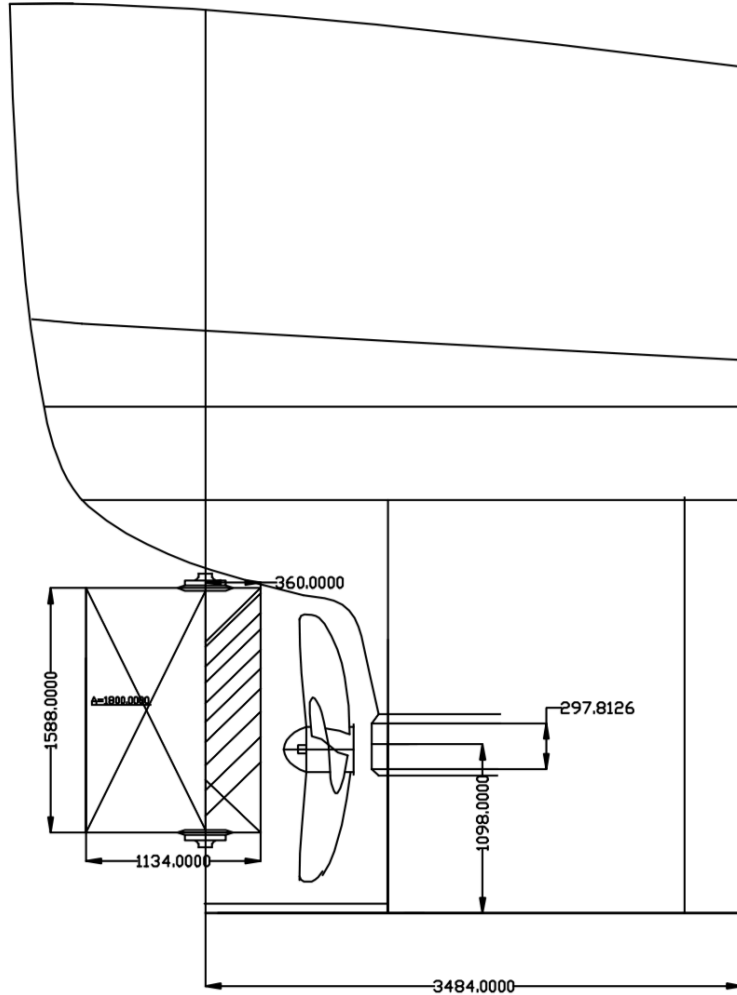
$$= 0,813 + 0,065 + 0.13$$

$$= 1,008 \text{ m}$$

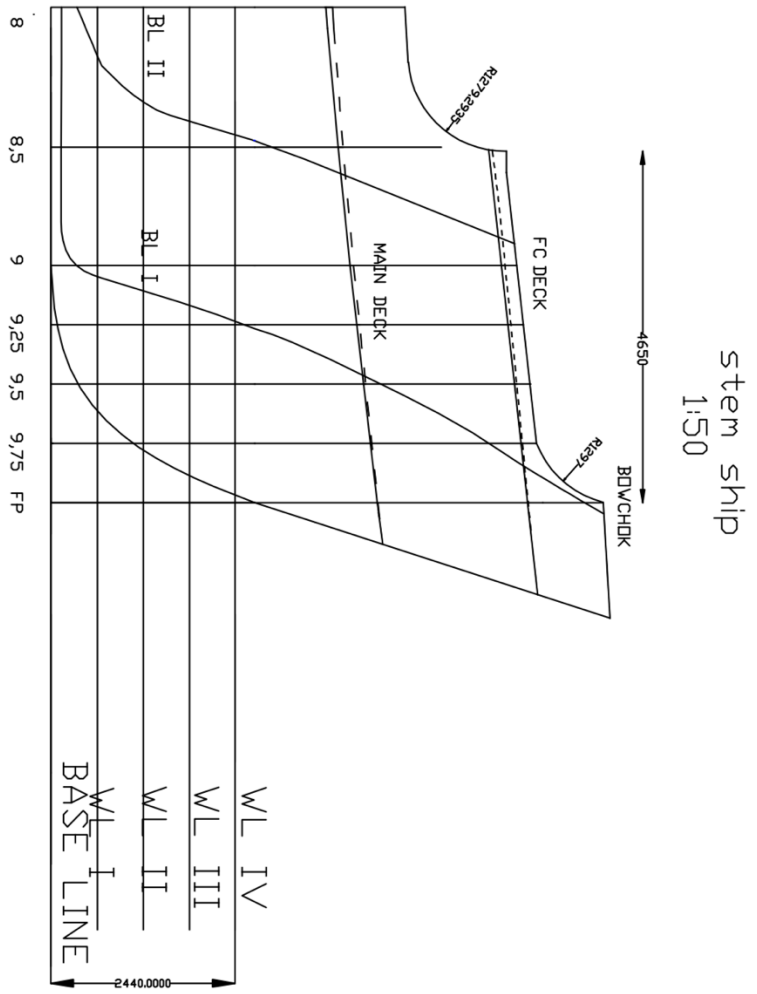
KETERANGAN

A	:0.159	M
B	:0.143	M
C	:0.270	M
D	:0.238	M
E	:0.285	M
F	:0.063	M

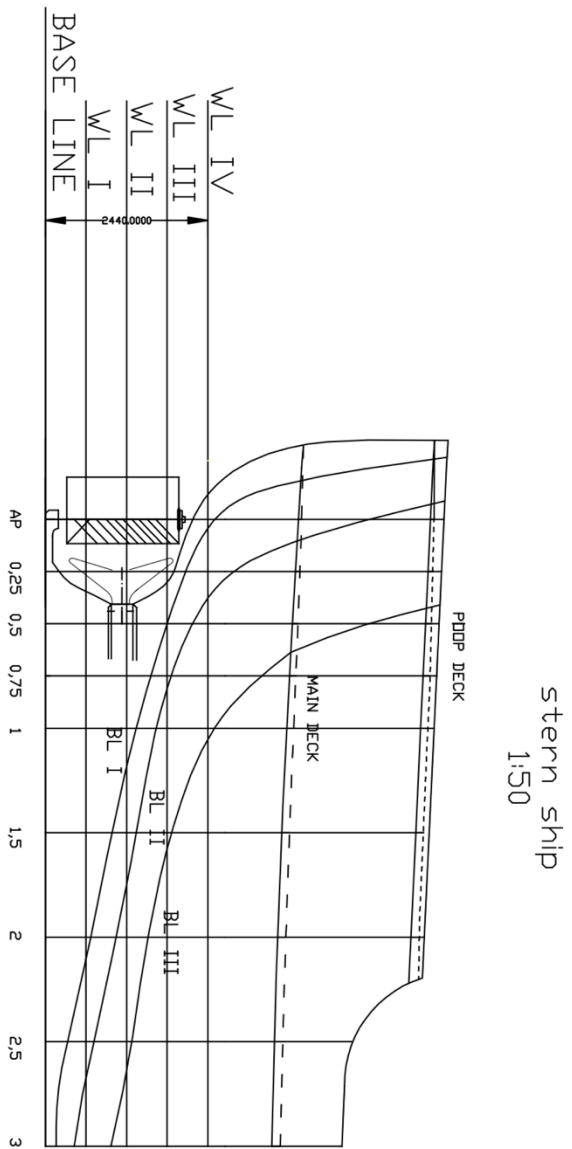
**stern clearance
1:50**



Gambar 2.15. *Stern Clearance*



Gambar 2.16. *Stem of Ship*



Gambar 2.17. *Stern of Ship*