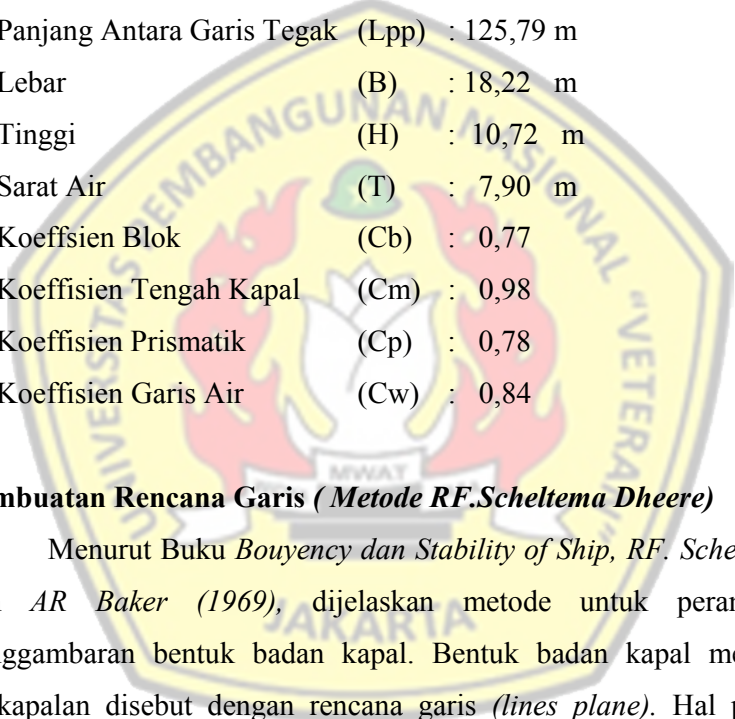


BAB V

PERANCANGAN UTAMA

V.1 PERENCANAAN UTAMA

Dalam penggambaran rencana garis kapal (*Lines Plan*), terlebih dahulu dibuat CSA (*Curve of Sectional Area*) dimana kurva tersebut akan menggambarkan besarnya luasan tiap-tiap *section* kapal yang direncanakan. Adapun data-data kapal rancangan yang diperlukan dalam penggambaran rencana garis ini adalah :



Panjang Antara Garis Tegak (Lpp)	: 125,79 m
Lebar (B)	: 18,22 m
Tinggi (H)	: 10,72 m
Sarat Air (T)	: 7,90 m
Koeffisien Blok (Cb)	: 0,77
Koeffisien Tengah Kapal (Cm)	: 0,98
Koeffisien Prismatic (Cp)	: 0,78
Koeffisien Garis Air (Cw)	: 0,84

V.2 Pembuatan Rencana Garis (*Metode RF.Scheltema Dheere*)

Menurut Buku *Bouyency dan Stability of Ship*, RF. Scheltema Dheere dan AR Baker (1969), dijelaskan metode untuk perancangan dan penggambaran bentuk badan kapal. Bentuk badan kapal menurut teknik perkapalan disebut dengan rencana garis (*lines plane*). Hal pertama yang harus direncanakan dalam pembuatan rencana garis adalah perhitungan *Curve of Sectional Area*. *Curve of Sectional Area* merupakan suatu kurva yang menunjukkan besaran prosentase luasan melintang kapal pada setiap ordinat (*station*) sepanjang kapal.

Menurut RF. Scheltema Dheere dan AR Baker bahwa panjang kapal yang dipakai adalah Lpp (*Length Between Perpendicular*) bukan Lwl (*Length Of Water Line*) ataupun L *displacement* panjang kapal lpp tersebut dibagi menjadi 20 section sehingga penomorannya adalah dari *station* 0 sampai

dengan *station* 20. Metode *RF. Scheltema Dheere* dan *AR Baker* tidak ditentukan secara pasti letak titik memanjang (*Longitudinal Center Of Buoyancy* atau LCB) seperti perencanaan rencana garis pada metode NSP Diagram. Namun demikian untuk mempermudah perhitungan untuk menentukan letak titik tekan memanjang LCB dapat diambil dari metode NSP diagram atau mengambil harga LCB dari kapal pembanding yang sejenis.

Langkah – langkah perhitungan rencana garis menurut *RF. Scheltema Dheere* dan *AR Baker* adalah sebagai berikut.

V.2.1 Mencari L Displacement

$$\begin{aligned}
 L \text{ Displacement} &= \frac{1}{2} (lwl + lpp) \\
 &= \frac{1}{2} (129,56 + 125,79) \\
 &= 127,675 \text{ m} \\
 &= 418,876 \text{ feet} \\
 &= \frac{vd(knot)}{\sqrt{l \text{ dist}(ft)}} \\
 &= \frac{12,6}{418,876} \\
 &= 0,62
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h \text{ Displacement} &= \frac{l \text{ dist}}{20} \\
 &= \frac{127,675}{20} \\
 &= 6,3838 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Didapat dari diafgram NSP:

$$\beta = 0,9885$$

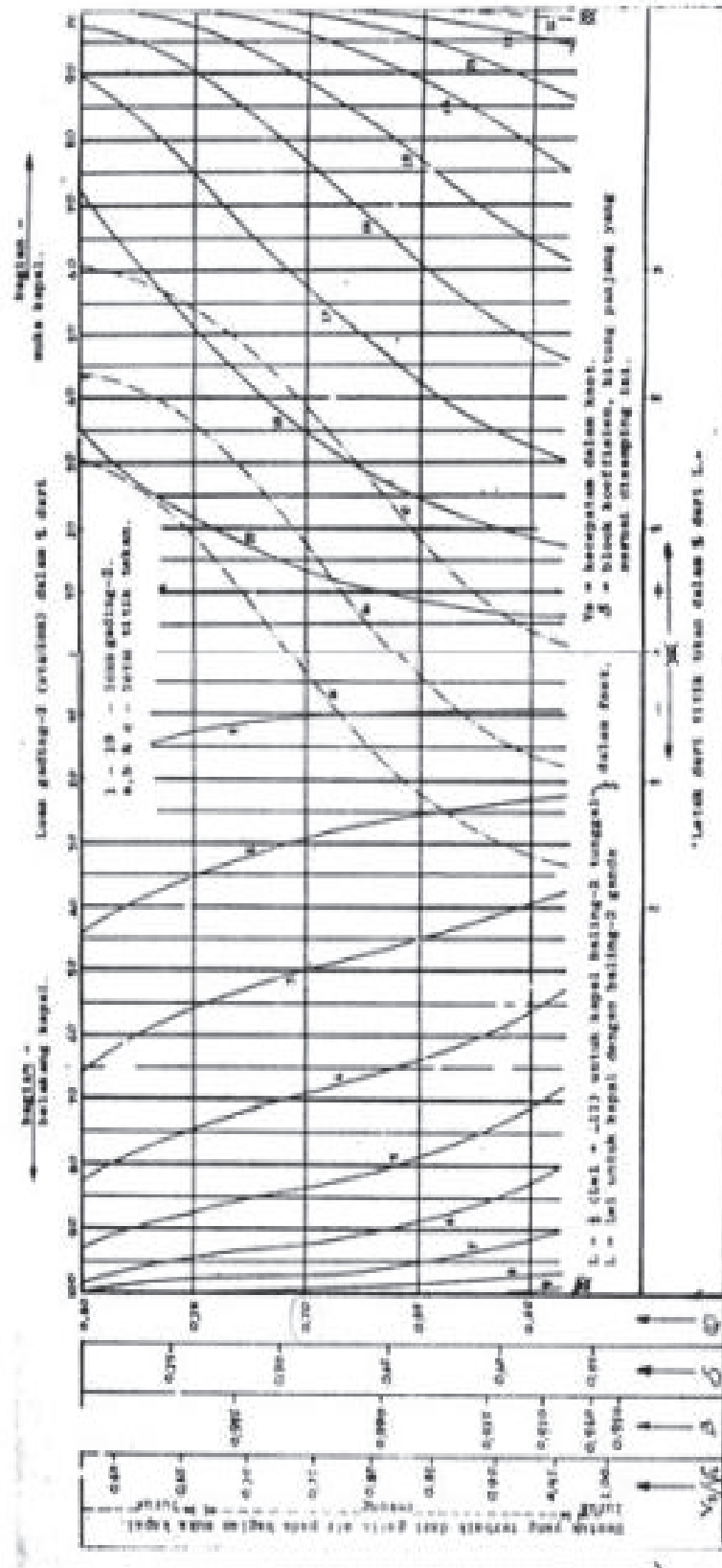
$$\sigma = 0,77$$

$$\varphi = 0,78$$

$$Am = B \times T \times \beta$$

$$Am = 142,287 \text{ m}^2$$

DIAGRAM NSP



Gambar 5.1 Diagram NSP

V.2.2 Curve Section Area (L displacement)

Hasil dari pembacaan diagram NSP

Tabel 5.1 Hasil Pembacaan Diagram NSP

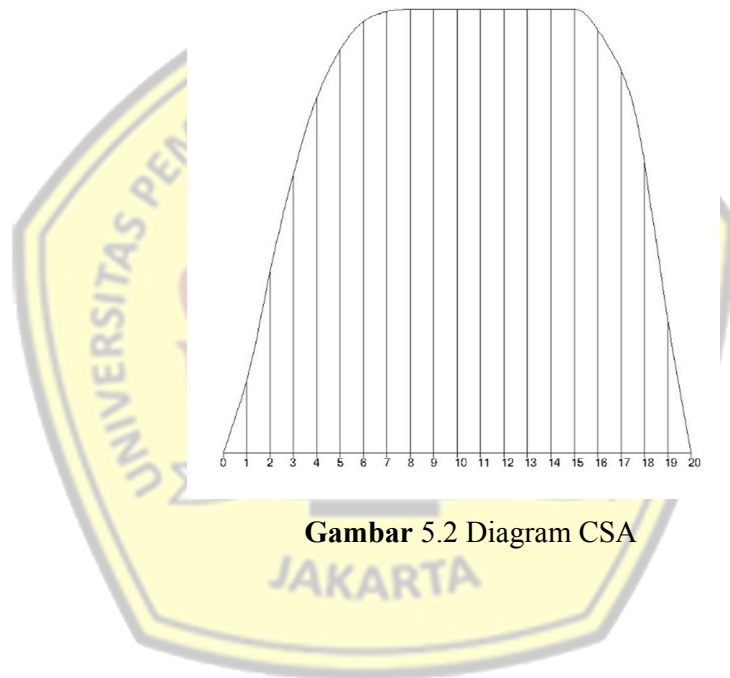
No. Station	% Am	Luas	faktor Simpson	Fungsi Luas	Lengan Momen	Fungsi Momen
0	0	0,0000	1	0,0000	-10	0,0000
1	0,1545	21,9835	4	87,9339	-9	-791,4051
2	0,39091	55,6217	2	111,2435	-8	-889,9480
3	0,6	85,3727	4	341,4909	-7	-2390,4361
4	0,79091	112,5369	2	225,0738	-6	-1350,4427
5	0,9	128,0591	4	512,2363	-5	-2561,1815
6	0,9545	135,8138	2	271,6275	-4	-1086,5101
7	0,99091	140,9945	4	563,9779	-3	-1691,9336
8	1	142,2879	2	284,5757	-2	-569,1514
9	1	142,2879	4	569,1514	-1	-569,1514
10	1	142,2879	2	284,5757	0	0,0000
11	1	142,2879	4	569,1514	1	569,1514
12	1	142,2879	2	284,5757	2	569,1514
13	1	142,2879	4	569,1514	3	1707,4543
14	1	142,2879	2	284,5757	4	1138,3029
15	1	142,2879	4	569,1514	5	2845,7572
16	0,93636	133,2327	2	266,4653	6	1598,7919
17	0,81909	116,5466	4	466,1863	7	3263,3038
18	0,5892	83,8360	2	167,6720	8	1341,3761
19	0,25454	36,2180	4	144,8718	9	1303,8463
20	0	0,0000	1	0,0000	10	0,0000
$\Sigma_1 =$				6573,6878	$\Sigma_2 =$	2892,9755

Tabel 5.2 Koreksi Volume

Koreksi Volume			
Vdisp	Lwl x B x T x δdisp	13939,87891	m ³
Vsimp	1/3 x hdisp x ∑ ₁	13988,26051	m ³
Ketentuan Nilai Koreksi			< 0,5
<i>Koreksi Vdisp.= (Vsimp−Vdisp)/Vdisp x 100%</i>			
Koreksi	=	0,34707334	(memenuhi)

Tabel 5.3 Koreksi LCB

Koreksi LCB			
LCB NSP	$2.2 \% \times L_{disp}$	2,808850137	m
LCB Simp	$(h_{disp} \times \sum_2) / \sum_1$	2,809387031	m
Ketentuan Nilai Koreksi		<	0,1
$Koreksi V_{disp} = (LCB_{simp} - LCB_{NSP}) / LCB_{NSP} \times 100\%$			
Koreksi	=	0,019114357	(memenuhi)



Gambar 5.2 Diagram CSA

Dari hasil perhitungan tabel diatas diperolehlah gambar diagram CSA
Pada gambar 5.2

V.4.3 Curve Section Area (LWL)

$$h_{lpp} = \frac{l_{pp}}{20}$$

$$h_{lpp} = \frac{125,79}{20}$$

$$h_{lpp} = 6,289 \text{ m}$$

$$h' = \frac{1}{2}(lwl - l_{pp})$$

$$h' = \frac{1}{2}(129,56 - 125,79)$$

$$h' = 1,887 \text{ m}$$

$$z = \frac{h'}{h_{lpp}}$$

$$z = \frac{1,887}{6,289}$$

$$z = 0,300$$

faktor simpson & lengan momen untuk station 0, -1, & -2

Tabel 5.4 Simpson dan Lengan Momen

No. Station	faktor Simpson	Lengan Momen
-2	1 x Z = 0,30	-10,60
-1	4 x Z = 1,20	-10,30
0	1 + Z = 1,30	-10

Tabel 5.5 CSA

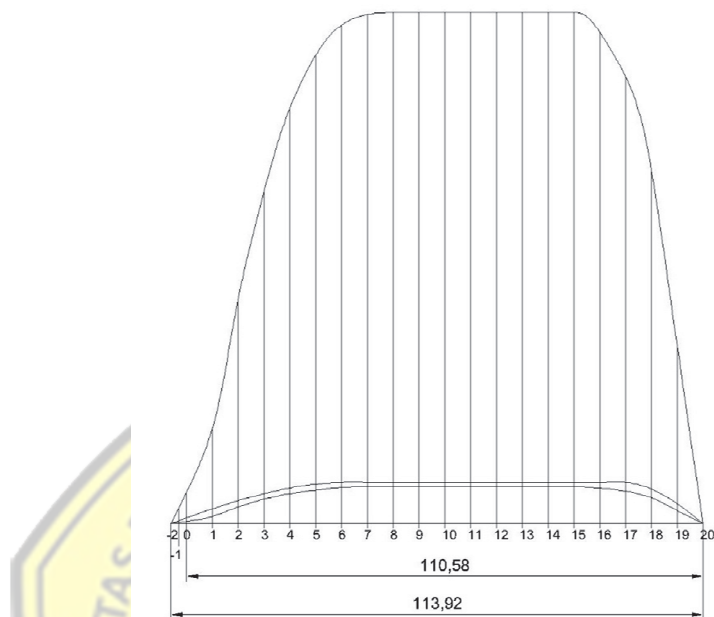
No. Station	Luas	faktor Simpson	Fungsi Luas	Lengan Momen	Fungsi Momen
-2	0	0,30	0,0000	-10,60	0,0000
-1	3,92	1,20	4,7040	-10,30	-48,4512
0	7,9200	1,30	10,2960	-10	-102,9600
1	23,2600	4	93,0400	-9	-837,3600
2	48,3600	2	96,7200	-8	-773,7600
3	84,3500	4	337,4000	-7	-2361,8000
4	108,6400	2	217,2800	-6	-1303,6800
5	122,2600	4	489,0400	-5	-2445,2000
6	129,3200	2	258,6400	-4	-1034,5600
7	133,9900	4	535,9600	-3	-1607,8800
8	135,1032	2	270,2065	-2	-540,4130
9	135,1032	4	540,4130	-1	-540,4130
10	135,1032	2	270,2065	0	0,0000
11	135,1032	4	540,4130	1	540,4130
12	135,1032	2	270,2065	2	540,4130
13	135,1032	4	540,4130	3	1621,2389
14	135,1032	2	270,2065	4	1080,8259
15	135,1032	4	540,4130	5	2702,0648
16	132,7500	2	265,5000	6	1593,0000
17	119,7500	4	479,0000	7	3353,0000
18	84,6400	2	169,2800	8	1354,2400
19	40,1600	4	160,6400	9	1445,7600
20	0,0000	1	0,0000	10	0,0000
		$\Sigma_1 =$	6658,4567	$\Sigma_2 =$	2930,1154

Tabel 5.6 Koreksi Volume

Koreksi Volume			
Vdisp	$Lwl \times B \times T \times \delta wl$	13939,87891	m ³
Vsimp	$1/3 \times h_{lpp} \times \Sigma_1$	13959,25288	m ³
Ketentuan Nilai Koreksi		<	0,5
$Koreksi Vdisp = (Vsimp - Vdisp) / Vdisp \times 100\%$			
Koreksi	=	0,13898237	(memenuhi)

Tabel 5.7 Koreksi LCB

Koreksi LCB			
LCB NSP	$1,348 \% \times Ldisp$	2,808850137	m
LCB Simp	$(hdisp \times \Sigma_2) / \Sigma_1$	2,809228315	m
Ketentuan Nilai Koreksi		<	0,1
$Koreksi Vdisp = (LCBsimp - LCBNSP) / LCBNSP \times 100\%$			
Koreksi	=	0,013463808	(memenuhi)



Gambar 5.3 Diagram CSA LWL

V.2.4 Penentuan Sudut Masuk (*Angle of Entrance*)

$$\phi f = \phi lpp + (1,4 - \phi lpp) \times e\%$$

$$e = \frac{LCB}{L disp}$$

$$e = \frac{2,694951129}{127,675}$$

$$e = 0,02$$

$$\phi lpp = \delta disp + \left(\frac{l disp}{lpp} \right)$$

$$\phi lpp = 0,77 + \left(\frac{127,675}{125,79} \right)$$

$$\phi lpp = 1,785$$

Maka:

$$\phi f = 1,78$$

Angka dari ϕf dimasukan kedalam grafik “*Angle of Entrance*” dan didapat sudut

$$\phi f = 20^\circ$$

Tabel 5.8 A/2T

No. Station	A (Luas)	A/2T
-2	0	0,00
-1	3,92	2,00
0	7,92	4,04
1	23,26	11,87
2	48,36	24,67
3	84,35	43,04
4	108,64	55,43
5	122,26	62,38
6	129,32	65,98
7	133,99	68,36
8	135,1032375	68,93
9	135,1032375	68,93
10	135,1032375	68,93
11	135,1032375	68,93
12	135,1032375	68,93
13	135,1032375	68,93
14	135,1032375	68,93
15	135,1032375	68,93
16	132,75	67,73
17	119,75	61,10
18	84,64	43,18
19	40,16	20,49
20	0	0,0

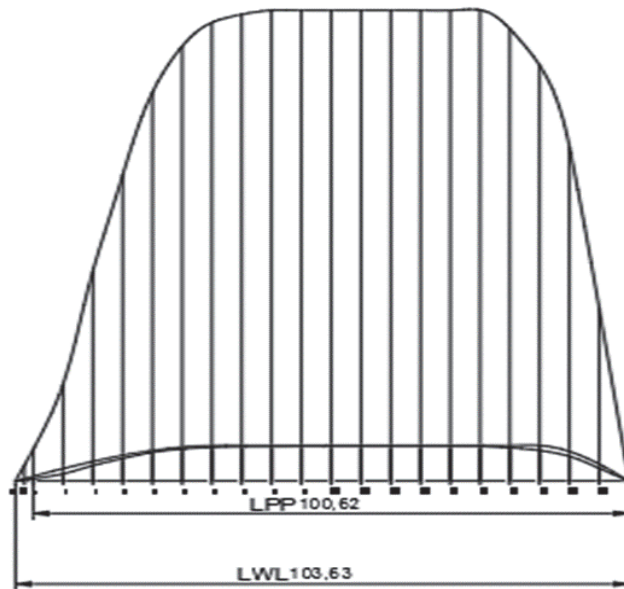


Tabel 5.9 B/2

No. Station	B/2	faktor Simpson	Fungsi Luas
-2	0,0	0,30	0,0000
-1	1,3	1,20	1,5720
0	2,6	1,30	3,3280
1	5,6	4	22,5200
2	7,2	2	14,3600
3	7,9	4	31,7200
4	8,3	2	16,6400
5	8,6	4	34,3600
6	8,8	2	17,5200
7	4,0	4	15,8023
8	4,0	2	7,9012
9	4,0	4	15,8023
10	4,0	2	7,9012
11	4,0	4	15,8023
12	4,0	2	7,9012
13	4,0	4	15,8023
14	4,0	2	7,9012
15	4,0	4	15,8023
16	4,0	2	7,9012
17	8,2	4	32,8800
18	6,8	2	13,6800
19	4,2	4	16,9600
20	0,0	1	0,0000
		$\Sigma_1 =$	459,4854

Tabel 5.10 Korekai CSA LWL

Koreksi Area of Waterline			
Awl	LPP X B X CW	1922,479738	m ²
Awl Simp	$2 \times (1/3 \times h_{lpp} \times \Sigma_1)$	1926,59446	m ²
Ketentuan Nilai Koreksi		<	0,5
$Koreksi Vdisp. = (Awl simp - Awl) / Awl \times 100\%$			
Koreksi	=	0,214031996	(memenuhi)



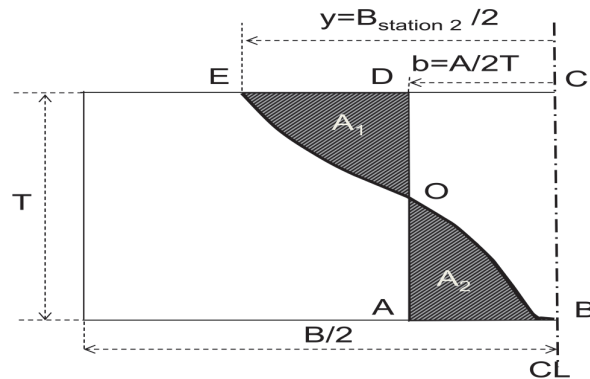
Gambar 5.4 Diagram B/2 dan A/2T

V.3.5 Pembuatan *Body Plan*

Setelah semua data-data untuk pembuatan *body plan* kapal telah selesai dilakukan, seperti Kurva Prismatic (CSA), luasan bidang garis air serta jari-jari bilga, maka dilanjutkan dengan penggambaran *Body Plan* seperti yang terdapat dalam *Ikeda Masaharu* hal.58-63.

Karena bagian kiri dan kanan kapal adalah simetri maka gambar station 0 s/d 10 (bagian belakang dari *midship*) diletakkan sebelah kiri dan gambar station 10 s/d 20 (bagian depan dari *midship*) diletakkan sebelah kanan. Misalkan untuk *station* no.2 digambarkan dengan cara sebagai berikut:

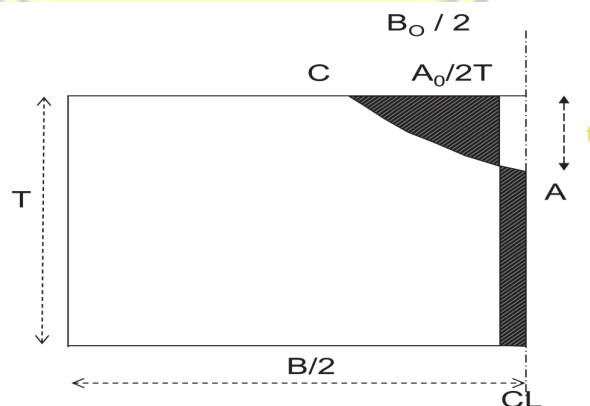
- Gambar 4 persegi panjang dengan sisi B/2 dan T.
- Ukurkan $b = A/2T$, A adalah luas station 2 dari CSA, luas ABCD=A/2.
- Ukurkan $y = B_{\text{station2}}/2$, didapat dari gambar B/2.
- Buat lengkung EOB dimana luas $A_1 = \text{luas } A_2$. Luas dihitung dengan planimeter, Simpson atau excel.
- Demikian dibuatkan untuk tiap station (0 s/d 10 dan 10 s/d 20).



Gambar 5.5 menghitung luas $B/2$ dan $A/2T$

Penggambaran *Body Plan* pada *station 0*

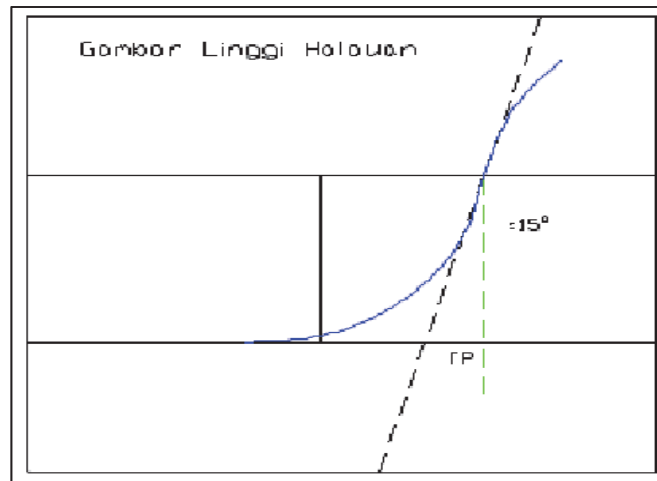
- Umumnya bentuk *body plan* pada *station 0* = AP adalah cembung.
- Harga t diperoleh saat merancang buritan kapal, $B_0/2$ diperoleh saat merancang setengah bidang garis air.
- Luas $\Delta ABC = \frac{1}{2} \cdot AB \times BC$
 $= \frac{1}{2} \cdot (B_0/2) \times t$.
- Supaya gambar *body plan station AP* berbentuk cembung, maka : $\frac{1}{2}$ luas *station 0* yaitu $A_0 / 2$ harus lebih besar daripada luas ΔABC , maka :
 $A_0 / 2 > \frac{1}{2} \cdot (B_0/2) \times t$.



Gambar 5.6 menghitung luas $B/2$ dan $A/2T$

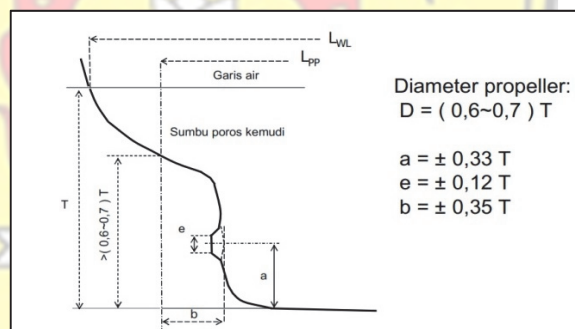
V.3.6 Pembuatan linggih haluan dan buritan

Linggih haluan



Gambar 5.7 Linggih Haluan

Linggih buritan

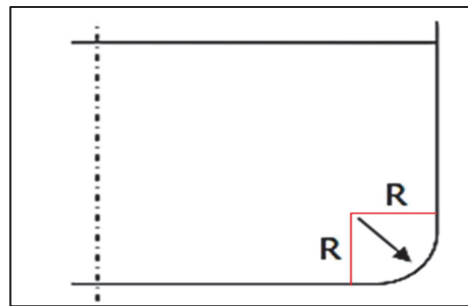


Gambar 5.8 Linggih Buritan

Tabel 5.11 Penentuan, Diameter, Poros, dan Jarak Propeller

D	Diameter Propeller	$0,7 \times T$	5,53	m
A	Jarak Baseline ke Tengah Poros Propeller	$0,34 \times T$	2,61	m
E	Poros Propeller	$0,13 \times T$	1,03	m
B	Jarak Sumbu Poros Kemudi Ke Poros Propeller	$0,34 \times T$	2,69	m

V.3.7 Penentuan radius bilga



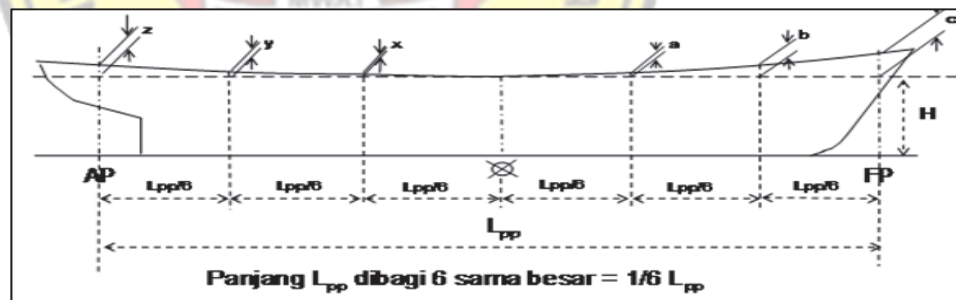
Gambar 5.9 Radius Bilga

$$R = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{2} \times ((B \times T) - AM)\right)}{\left(1 - \frac{1}{4}\pi\right)}}$$

$$R = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{2} \times ((16,32 \times 6,78) - 108,8792064)\right)}{\left(1 - \frac{1}{4}\pi\right)}}$$

$$R = 1,965 \text{ m}$$

V.3.8 Perencanaan *sheer line*



Gambar 5.10 Perencanaan *sheer line*

$$\frac{1}{6} l_{pp} = 20,965 \text{ m}$$

Tabel 5.12 Perencanaan *sheer line* depan *midship*

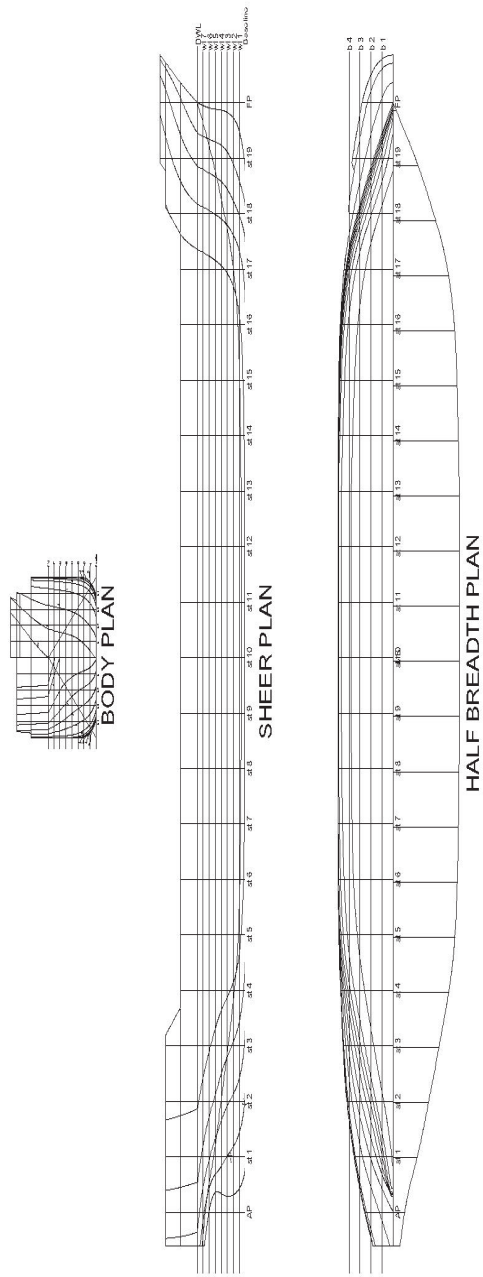
Depan Midship			
a	5.6 (Lpp/3 + 10)	290,8	mm
b	22.2 (Lpp/3 + 10)	1152,8	mm
c	50.0 (Lpp/3 + 10)	2596,5	mm

Tabel 5.13 Perencanaan *sheer line* belakang *midship*

Belakang Midship			
x	$2.8 (L_{pp}/3 + 10)$	145,4	mm
y	$11.2 (L_{pp}/3 + 10)$	581,6	mm
z	$25.0 (L_{pp}/3 + 10)$	1298,2	mm

Hasil gambar *lines plan* pada yang sudah dibuat dengan rumus diatas tertera dibawah ini





Gambar 5.11 lines plan

V.3 Perhitungan Hidrostatik dan *Bonjean*

V.3.1 Perhitungan Hidrostatik

Kurva hidrostatik merupakan karakteristik dari sebuah kapal yang diperlukan dalam mendisain serta untuk pengoperasian kapal tersebut. Diagram hidrostatik ini menunjukkan karakter yang menyangkut kemampuan apung serta berbagai parameter dalam berbagai kondisi pada kapal tersebut. Adapun kurva-kurva yang digambarkan dalam diagram tersebut adalah meliputi :

- Luasan pada tiap-tiap garis air.
- Kurva displasemen.
- Titik tekan pada tiap luasan garis air.
- Kurva koefisien-koefisien kapal
- Momen inersia memanjang pada setiap luasan garis air.
- Momen inersia melintang pada setiap luasan garis air.
- KM_T , Metacentra melintang diatas garis dasar.
- KM_L , Metacentra memanjang diatas garis dasar.

Untuk memudahkan pembacaan, maka tiap kurva yang bersangkutan diberikan petunjuk serta skala ukuran antara gambar yang sesungguhnya dan juga untuk mempersingkat waktu pengerjaan, perhitungan tiap-tiap kurva telah dimasukkan kedalam tabel-tabel dengan gambar *body plan* yang sudah di dibagi 10 garis air berikut :

Tabel 5.14 1/2 Water Lines

1/2 WATER LINES											
Station	GA 0 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,71	2,5	4,38
1	0,21	0,98	1,36	1,6	1,84	2,18	2,63	3,25	4,18	5,19	6,22
2	1,53	2,68	3,16	3,51	3,9	4,4	5,01	5,65	6,25	6,83	7,42
3	3,18	4,49	5,09	5,51	5,89	6,3	6,75	7,18	7,53	7,85	8,15
4	4,71	6,16	6,83	7,23	7,53	7,77	8,01	8,21	8,37	8,51	8,65
5	5,91	7,34	8	8,39	8,62	8,76	8,84	8,89	8,92	8,94	8,97
6	6,55	7,9	8,49	8,81	8,98	9,06	9,08	9,08	9,08	9,08	9,08
7	6,78	8,16	8,72	8,96	9,07	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
8	6,87	8,29	8,84	9,04	9,09	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
9	6,91	8,35	8,89	9,07	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
10	6,91	8,35	8,89	9,07	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
11	6,92	8,36	8,91	9,08	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
12	6,92	8,36	8,91	9,08	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11	9,11
13	6,91	8,34	8,89	9,07	9,1	9,1	9,1	9,11	9,11	9,11	9,11
14	6,68	8,12	8,68	8,89	8,95	8,98	9	9,02	9,03	9,04	9,05
15	6,37	7,8	8,39	8,65	8,75	8,81	8,86	8,89	8,92	8,95	8,98
16	5,82	7,22	7,85	8,16	8,32	8,42	8,49	8,56	8,61	8,66	8,7
17	4,6	5,91	6,57	6,96	7,21	7,38	7,5	7,59	7,68	7,75	7,83
18	2,21	3,34	4,02	4,55	4,94	5,2	5,39	5,53	5,65	5,77	5,89
19	0	0,59	1,25	1,78	2,19	2,47	2,65	2,8	2,93	3,07	3,22
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5.15Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 0								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2 Ordinat	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	0,21	0,84	-7,56	68,04	0,009261	0,037044
2	2	-8	1,53	3,06	-24,48	195,84	3,581577	7,163154
3	4	-7	3,18	12,72	-89,04	623,28	32,157432	128,629728
4	2	-6	4,71	9,42	-56,52	339,12	104,48711	208,974222
5	4	-5	5,91	23,64	-118,2	591	206,42507	825,700284
6	2	-4	6,55	13,1	-52,4	209,6	281,01138	562,02275
7	4	-3	6,78	27,12	-81,36	244,08	311,66575	1246,66301
8	2	-2	6,87	13,74	-27,48	54,96	324,2427	648,485406
9	4	-1	6,91	27,64	-27,64	27,64	329,93937	1319,75748
10	2	0	6,91	13,82	0	0	329,93937	659,878742
11	4	1	6,92	27,68	27,68	27,68	331,37389	1325,49555
12	2	2	6,92	13,84	27,68	55,36	331,37389	662,747776
13	4	3	6,91	27,64	82,92	248,76	329,93937	1319,75748
14	2	4	6,68	13,36	53,44	213,76	298,07763	596,155264
15	4	5	6,37	25,48	127,4	637	258,47485	1033,89941
16	2	6	5,82	11,64	69,84	419,04	197,13737	394,274736
17	4	7	4,6	18,4	128,8	901,6	97,336	389,344
18	2	8	2,21	4,42	35,36	282,88	10,793861	21,587722
19	4	9	0	0	0	0	0	0
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				287,56	68,44	5139,64	3777,9659	11350,5738
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
	AW	=	2/3 x h x Σ(5)		=	1205,73908		m ²
	OF	=	[Σ(6) x h] / Σ(5)		=	1,497		m
	IL(O)	=	2/3 x h ³ x Σ(7)		=	852491,01		m ⁴
	IL(F)	=	IL(O) - Aw (OF) ²		=	849789,23		m ⁴
	IT	=	2/9 x h x Σ(9)		=	15864,319		m ⁴
	MSA	=	2 x 1/3 x b x sta 10 fungsi ar		=	1989,728699		

Tabel 5.16 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 1								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	0,98	3,92	-35,28	317,52	0,941192	3,764768
2	2	-8	2,68	5,36	-42,88	343,04	19,24883	38,49766
3	4	-7	4,49	17,96	-125,72	880,04	90,51885	362,0754
4	2	-6	6,16	12,32	-73,92	443,52	233,7449	467,4898
5	4	-5	7,34	29,36	-146,8	734	395,4469	1581,788
6	2	-4	7,9	15,8	-63,2	252,8	493,039	986,078
7	4	-3	8,16	32,64	-97,92	293,76	543,3385	2173,354
8	2	-2	8,29	16,58	-33,16	66,32	569,7228	1139,446
9	4	-1	8,35	33,4	-33,4	33,4	582,1829	2328,732
10	2	0	8,35	16,7	0	0	582,1829	1164,366
11	4	1	8,36	33,44	33,44	33,44	584,2771	2337,108
12	2	2	8,36	16,72	33,44	66,88	584,2771	1168,554
13	4	3	8,34	33,36	100,08	300,24	580,0937	2320,375
14	2	4	8,12	16,24	64,96	259,84	535,3873	1070,775
15	4	5	7,8	31,2	156	780	474,552	1898,208
16	2	6	7,22	14,44	86,64	519,84	376,367	752,7341
17	4	7	5,91	23,64	165,48	1158,36	206,4251	825,7003
18	2	8	3,34	6,68	53,44	427,52	37,2597	74,51941
19	4	9	0,59	2,36	21,24	191,16	0,205379	0,821516
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				362,12	62,44	7101,68	6889,006	20693,56
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	$2/3 \times h \times \Sigma(5)$	=	1518,36916		m ²
OF			=	$[\Sigma(6) \times h] / \Sigma(5)$	=	1,084		m
IL(O)			=	$2/3 \times h^3 \times \Sigma(7)$	=	1177926,53		m ⁴
IL(F)			=	$IL(O) - Aw(OF)^2$	=	1176140,74		m ⁴
IT			=	$2/9 \times h \times \Sigma(9)$	=	28922,704		m ⁴

Tabel 5.17 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 2								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	1,36	5,44	-48,96	440,64	2,515456	10,06182
2	2	-8	3,16	6,32	-50,56	404,48	31,5545	63,10899
3	4	-7	5,09	20,36	-142,52	997,64	131,8722	527,4889
4	2	-6	6,83	13,66	-81,96	491,76	318,612	637,224
5	4	-5	8	32	-160	800	512	2048
6	2	-4	8,49	16,98	-67,92	271,68	611,96	1223,92
7	4	-3	8,72	34,88	-104,64	313,92	663,0548	2652,219
8	2	-2	8,84	17,68	-35,36	70,72	690,8071	1381,614
9	4	-1	8,89	35,56	-35,56	35,56	702,5954	2810,381
10	2	0	8,89	17,78	0	0	702,5954	1405,191
11	4	1	8,91	35,64	35,64	35,64	707,348	2829,392
12	2	2	8,91	17,82	35,64	71,28	707,348	1414,696
13	4	3	8,89	35,56	106,68	320,04	702,5954	2810,381
14	2	4	8,68	17,36	69,44	277,76	653,972	1307,944
15	4	5	8,39	33,56	167,8	839	590,5897	2362,359
16	2	6	7,85	15,7	94,2	565,2	483,7366	967,4733
17	4	7	6,57	26,28	183,96	1287,72	283,5934	1134,374
18	2	8	4,02	8,04	64,32	514,56	64,96481	129,9296
19	4	9	1,25	5	45	405	1,953125	7,8125
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				395,62	75,2	8142,6	8561,715	25715,76
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
	AW	=	$2/3 \times h \times \Sigma(5)$		=	1658,83466		m ²
	OF	=	$[\Sigma(6) \times h] / \Sigma(5)$		=	1,196		m
	IL(O)	=	$2/3 \times h^3 \times \Sigma(7)$		=	1350579,664		m ⁴
	IL(F)	=	$IL(O) - Aw (OF)^2$		=	1348208,757		m ⁴
	IT	=	$2/9 \times h \times \Sigma(9)$		=	35942,058		m ⁴

Tabel 5.18 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 3								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	1,6	6,4	-57,6	518,4	4,096	16,384
2	2	-8	3,51	7,02	-56,16	449,28	43,24355	86,4871
3	4	-7	5,51	22,04	-154,28	1079,96	167,2842	669,1366
4	2	-6	7,23	14,46	-86,76	520,56	377,9331	755,8661
5	4	-5	8,39	33,56	-167,8	839	590,5897	2362,359
6	2	-4	8,81	17,62	-70,48	281,92	683,7978	1367,596
7	4	-3	8,96	35,84	-107,52	322,56	719,3231	2877,293
8	2	-2	9,04	18,08	-36,16	72,32	738,7633	1477,527
9	4	-1	9,07	36,28	-36,28	36,28	746,1426	2984,571
10	2	0	9,07	18,14	0	0	746,1426	1492,285
11	4	1	9,08	36,32	36,32	36,32	748,6133	2994,453
12	2	2	9,08	18,16	36,32	72,64	748,6133	1497,227
13	4	3	9,07	36,28	108,84	326,52	746,1426	2984,571
14	2	4	8,89	17,78	71,12	284,48	702,5954	1405,191
15	4	5	8,65	34,6	173	865	647,2146	2588,859
16	2	6	8,16	16,32	97,92	587,52	543,3385	1086,677
17	4	7	6,96	27,84	194,88	1364,16	337,1535	1348,614
18	2	8	4,55	9,1	72,8	582,4	94,19638	188,3928
19	4	9	1,78	7,12	64,08	576,72	5,639752	22,55901
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				412,96	82,24	8816,04	9385,184	28183,49
h = LBP/Station =								
			LPP/20 =	6,2895	m			
AW =								
			2/3 x h x Σ(5)	=	1731,54128			m ²
OF =								
			[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	1,253			m
IL(O) =								
			2/3 x h ³ x Σ(7)	=	1462280,395			m ⁴
IL(F) =								
			IL(O) - Aw (OF) ²	=	1459563,860			m ⁴
IT =								
			2/9 x h x Σ(9)	=	39391,120			m ⁴

Tabel 5.19 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 4								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	1,84	7,36	-66,24	596,16	6,229504	24,91802
2	2	-8	3,9	7,8	-62,4	499,2	59,319	118,638
3	4	-7	5,89	23,56	-164,92	1154,44	204,3365	817,3459
4	2	-6	7,53	15,06	-90,36	542,16	426,9578	853,9156
5	4	-5	8,62	34,48	-172,4	862	640,5039	2562,016
6	2	-4	8,98	17,96	-71,84	287,36	724,1508	1448,302
7	4	-3	9,07	36,28	-108,84	326,52	746,1426	2984,571
8	2	-2	9,09	18,18	-36,36	72,72	751,0894	1502,179
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,058	3024,232
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,058	1512,116
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,058	3024,232
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,058	1512,116
13	4	3	9,1	36,4	109,2	327,6	753,571	3014,284
14	2	4	8,95	17,9	71,6	286,4	716,9174	1433,835
15	4	5	8,75	35	175	875	669,9219	2679,688
16	2	6	8,32	16,64	99,84	599,04	575,9304	1151,861
17	4	7	7,21	28,84	201,88	1413,16	374,8054	1499,221
18	2	8	4,94	9,88	79,04	632,32	120,5538	241,1076
19	4	9	2,19	8,76	78,84	709,56	10,50346	42,01384
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				423,42	78,48	9329,4	9794,661	29404,58
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	2/3 x h x Σ(5)	=	1775,40006		m ²
OF			=	[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	1,166		m
IL(O)			=	2/3 x h ³ x Σ(7)	=	1547429,31		m ⁴
IL(F)			=	IL(O) - Aw (OF) ²	=	1545016,61		m ⁴
IT			=	2/9 x h x Σ(9)	=	41097,796		m ⁴

Tabel 5.20 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 5								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2 Ordinat	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	2,18	8,72	-78,48	706,32	10,360232	41,440928
2	2	-8	4,4	8,8	-70,4	563,2	85,184	170,368
3	4	-7	6,3	25,2	-176,4	1234,8	250,047	1000,188
4	2	-6	7,77	15,54	-93,24	559,44	469,09743	938,194866
5	4	-5	8,76	35,04	-175,2	876	672,22138	2688,8855
6	2	-4	9,06	18,12	-72,48	289,92	743,67742	1487,35483
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,05803	3024,23212
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,05803	1512,11606
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,05803	3024,23212
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,05803	1512,11606
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,05803	3024,23212
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,05803	1512,11606
13	4	3	9,1	36,4	109,2	327,6	753,571	3014,284
14	2	4	8,98	17,96	71,84	287,36	724,15079	1448,30158
15	4	5	8,81	35,24	176,2	881	683,79784	2735,19136
16	2	6	8,42	16,84	101,04	606,24	596,94769	1193,89538
17	4	7	7,38	29,52	206,64	1446,48	401,94727	1607,78909
18	2	8	5,2	10,4	83,2	665,6	140,608	281,216
19	4	9	2,47	9,88	88,92	800,28	15,069223	60,276892
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				431,64	61,52	9790,84	10067,958	30216,1541
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	2/3 x h x Σ(5)	=	1809,86652		m ²
OF			=	[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	0,896		m
IL(O)			=	2/3 x h ³ x Σ(7)	=	1623966,47		m ⁴
IL(F)			=	IL(O) - Aw (OF) ²	=	1622512,13		m ⁴
IT			=	2/9 x h x Σ(9)	=	42232,111		m ⁴

Tabel 5.21 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 6								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	2,63	10,52	-94,68	852,12	18,19145	72,76579
2	2	-8	5,01	10,02	-80,16	641,28	125,7515	251,503
3	4	-7	6,75	27	-189	1323	307,5469	1230,188
4	2	-6	8,01	16,02	-96,12	576,72	513,9224	1027,845
5	4	-5	8,84	35,36	-176,8	884	690,8071	2763,228
6	2	-4	9,08	18,16	-72,64	290,56	748,6133	1497,227
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,058	3024,232
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,058	1512,116
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,058	3024,232
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,058	1512,116
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,058	3024,232
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,058	1512,116
13	4	3	9,1	36,4	109,2	327,6	753,571	3014,284
14	2	4	9	18	72	288	729	1458
15	4	5	8,86	35,44	177,2	886	695,5065	2782,026
16	2	6	8,49	16,98	101,88	611,28	611,96	1223,92
17	4	7	7,5	30	210	1470	421,875	1687,5
18	2	8	5,39	10,78	86,24	689,92	156,5908	313,1816
19	4	9	2,65	10,6	95,4	858,6	18,60963	74,4385
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				439,26	33,2	10245,68	10309,68	30930,71
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	$2/3 \times h \times \Sigma(5)$	=	1841,81718		m ²
OF			=	$[\Sigma(6) \times h] / \Sigma(5)$	=	0,475		m
IL(O)			=	$2/3 \times h^3 \times \Sigma(7)$	=	1699408,92		m ⁴
IL(F)			=	$IL(O) - Aw(OF)^2$	=	1698992,71		m ⁴
IT			=	$2/9 \times h \times \Sigma(9)$	=	43230,825		m ⁴

Tabel 5.22 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 7								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	3,25	13	-117	1053	34,32813	137,3125
2	2	-8	5,65	11,3	-90,4	723,2	180,3621	360,7243
3	4	-7	7,18	28,72	-201,04	1407,28	370,1462	1480,585
4	2	-6	8,21	16,42	-98,52	591,12	553,3877	1106,775
5	4	-5	8,89	35,56	-177,8	889	702,5954	2810,381
6	2	-4	9,08	18,16	-72,64	290,56	748,6133	1497,227
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,058	3024,232
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,058	1512,116
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,058	3024,232
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,058	1512,116
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,058	3024,232
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,058	1512,116
13	4	3	9,11	36,44	109,32	327,96	756,058	3024,232
14	2	4	9,02	18,04	72,16	288,64	733,8708	1467,742
15	4	5	8,89	35,56	177,8	889	702,5954	2810,381
16	2	6	8,56	17,12	102,72	616,32	627,222	1254,444
17	4	7	7,59	30,36	212,52	1487,64	437,2455	1748,982
18	2	8	5,53	11,06	88,48	707,84	169,1124	338,2248
19	4	9	2,8	11,2	100,8	907,2	21,952	87,808
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				446,92	-2,92	10725,36	10551,89	31646,06
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	$2/3 \times h \times \Sigma(5)$	=	1873,93556		m ²
OF			=	$[\Sigma(6) \times h] / \Sigma(5)$	=	-0,041		m
IL(O)			=	$2/3 \times h^3 \times \Sigma(7)$	=	1778971,47		m ⁴
IL(F)			=	$IL(O) - Aw (OF)^2$	=	1778968,31		m ⁴
IT			=	$2/9 \times h \times \Sigma(9)$	=	44230,637		m ⁴

Tabel 5.23 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 8								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	0,71	0,71	-7,1	71	0,357911	0,357911
1	4	-9	4,18	16,72	-150,48	1354,32	73,03463	292,1385
2	2	-8	6,25	12,5	-100	800	244,1406	488,2813
3	4	-7	7,53	30,12	-210,84	1475,88	426,9578	1707,831
4	2	-6	8,37	16,74	-100,44	602,64	586,3763	1172,753
5	4	-5	8,92	35,68	-178,4	892	709,7323	2838,929
6	2	-4	9,08	18,16	-72,64	290,56	748,6133	1497,227
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,058	3024,232
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,058	1512,116
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,058	3024,232
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,058	1512,116
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,058	3024,232
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,058	1512,116
13	4	3	9,11	36,44	109,32	327,96	756,058	3024,232
14	2	4	9,03	18,06	72,24	288,96	736,3143	1472,629
15	4	5	8,92	35,68	178,4	892	709,7323	2838,929
16	2	6	8,61	17,22	103,32	619,92	638,2774	1276,555
17	4	7	7,68	30,72	215,04	1505,28	452,9848	1811,939
18	2	8	5,65	11,3	90,4	723,2	180,3621	360,7243
19	4	9	2,93	11,72	105,48	949,32	25,15376	100,615
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				455,75	-55,02	11339,64	10799,29	32391,57
h = LBP/Station = LPP/20 = 6,2895 m								
AW	=		2/3 x h x Σ(5)	=	1910,95975			m ²
OF	=		[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	-0,759			m
IL(O)	=		2/3 x h ³ x Σ(7)	=	1880859,58			m ⁴
IL(F)	=		IL(O) - Aw (OF) ²	=	1879757,85			m ⁴
IT	=		2/9 x h x Σ(9)	=	45272,618			m ⁴

Tabel 5.24 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 9								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	2,5	2,5	-25	250	15,625	15,625
1	4	-9	5,19	20,76	-186,84	1681,56	139,7984	559,1934
2	2	-8	6,83	13,66	-109,28	874,24	318,612	637,224
3	4	-7	7,85	31,4	-219,8	1538,6	483,7366	1934,947
4	2	-6	8,51	17,02	-102,12	612,72	616,2951	1232,59
5	4	-5	8,94	35,76	-178,8	894	714,517	2858,068
6	2	-4	9,08	18,16	-72,64	290,56	748,6133	1497,227
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,058	3024,232
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,058	1512,116
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,058	3024,232
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,058	1512,116
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,058	3024,232
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,058	1512,116
13	4	3	9,11	36,44	109,32	327,96	756,058	3024,232
14	2	4	9,04	18,08	72,32	289,28	738,7633	1477,527
15	4	5	8,95	35,8	179	895	716,9174	2867,67
16	2	6	8,66	17,32	103,92	623,52	649,4619	1298,924
17	4	7	7,75	31	217	1519	465,4844	1861,938
18	2	8	5,77	11,54	92,32	738,56	192,1	384,2001
19	4	9	3,07	12,28	110,52	994,68	28,93444	115,7378
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				465,7	-119,4	12076,28	11092,33	33258,41
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	2/3 x h x Σ(5)	=	1952,6801		m ²
OF			=	[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	-1,613		m
IL(O)			=	2/3 x h ³ x Σ(7)	=	2003043,03		m ⁴
IL(F)			=	IL(O) - Aw (OF) ²	=	1997965,42		m ⁴
IT			=	2/9 x h x Σ(9)	=	46484,168		m ⁴

Tabel 5.25 Aw ; OF ; IL(F) ; IT

Garis Air 10								
Nomor Ordinat	Faktor simpson	Lengan Momen	Luas Garis Air		BM Memanjang		BM Melintang	
			1/2 Ordinat	Fungsi Luas 1/2 Ordinat	Momen	Momen Inersia	(1/2 Ord) ³	Fungsi (1/2 Ord) ³
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5	7 = 3 x 6	8 = 4 ³	9 = 2 x 8
AP	1	-10	4,38	4,38	-43,8	438	84,027672	84,027672
1	4	-9	6,22	24,88	-223,92	2015,28	240,64185	962,567392
2	2	-8	7,42	14,84	-118,72	949,76	408,51849	817,036976
3	4	-7	8,15	32,6	-228,2	1597,4	541,34338	2165,3735
4	2	-6	8,65	17,3	-103,8	622,8	647,21463	1294,42925
5	4	-5	8,97	35,88	-179,4	897	721,73427	2886,93709
6	2	-4	9,08	18,16	-72,64	290,56	748,61331	1497,22662
7	4	-3	9,11	36,44	-109,32	327,96	756,05803	3024,23212
8	2	-2	9,11	18,22	-36,44	72,88	756,05803	1512,11606
9	4	-1	9,11	36,44	-36,44	36,44	756,05803	3024,23212
10	2	0	9,11	18,22	0	0	756,05803	1512,11606
11	4	1	9,11	36,44	36,44	36,44	756,05803	3024,23212
12	2	2	9,11	18,22	36,44	72,88	756,05803	1512,11606
13	4	3	9,11	36,44	109,32	327,96	756,05803	3024,23212
14	2	4	9,05	18,1	72,4	289,6	741,21763	1482,43525
15	4	5	8,98	35,92	179,6	898	724,15079	2896,60317
16	2	6	8,7	17,4	104,4	626,4	658,503	1317,006
17	4	7	7,83	31,32	219,24	1534,68	480,04869	1920,19475
18	2	8	5,89	11,78	94,24	753,92	204,33647	408,672938
19	4	9	3,22	12,88	115,92	1043,28	33,386248	133,544992
FP	1	10	0	0	0	0	0	0
Σ				475,86	-184,68	12831,24	11492,756	34365,7873
h = LBP/Station =			LPP/20 =	6,2895	m			
AW			=	2/3 x h x Σ(5)	=	1995,28098		m ²
OF			=	[Σ(6) x h] / Σ(5)	=	-2,441		m
IL(O)			=	2/3 x h ³ x Σ(7)	=	2128265,15		m ⁴
IL(F)			=	IL(O) - Aw (OF) ²	=	2116376,91		m ⁴
IT			=	2/9 x h x Σ(9)	=	48031,915		m ⁴

Tabel 5.26 Δ , ∇ , KB

Δ , ∇ , KB Garis air 0 s/d 2 (0,00 - 1,58 meter)					
NO. G.A	Simpson	Lengan Momen	AW	Fungsi (AW)	Fungsi Momen
1	2	3	4	$5 = 2 \times 4$	$6 = 3 \times 5$
0	1	0	1205,739	1205,73908	0
1	4	1	1518,369	6073,47664	6073,47664
2	1	2	1658,835	1658,83466	3317,66932
Σ				8938,05038	9391,14596
$h_1 =$ Jarak Garis Air = $T/Ga =$ 0,79 m $\nabla = \Sigma(5) \times 1/3 \times h_1 =$ 2353,687 m ³ $\Delta = \nabla \times 1.025 =$ 2412,529 ton Momen = $\Sigma(6) \times 1/3 \times (h_1)^2 =$ 1953,671 ton - meter KB = Momen/ $\nabla =$ 0,830 meter KB = $(\Sigma_6 \times h_1) / \Sigma_5 =$ 0,830 meter					

Tabel 5.27 Δ , ∇ , KB

Δ , ∇ , KB Garis air 2 s/d 4 (1,58 - 3,16 meter)					
NO. G.A	Simpson	Lengan Momen	AW	Fungsi (AW)	Fungsi Momen
1	2	3	4	$5 = 2 \times 4$	$6 = 3 \times 5$
2	1	2	1658,835	1658,83466	3317,66932
3	4	3	1731,541	6926,16512	20778,49536
4	1	4	1775,4	1775,40006	7101,60024
Σ				10360,39984	31197,76492
$h_1 =$ Jarak Garis Air = $T/Ga =$ 0,79 m $\nabla = \Sigma(5) \times 1/3 \times h_1 =$ 2728,239 m ³ $\Delta = \nabla \times 1.025 =$ 2796,445 ton Momen = $\Sigma(6) \times 1/3 \times (h_1)^2 =$ 6490,175 ton - meter KB = Momen/ $\nabla =$ 2,379 meter KB = $(\Sigma_6 \times h_1) / \Sigma_5 =$ 2,379 meter					

Tabel 5.28 Δ , ∇ , KB

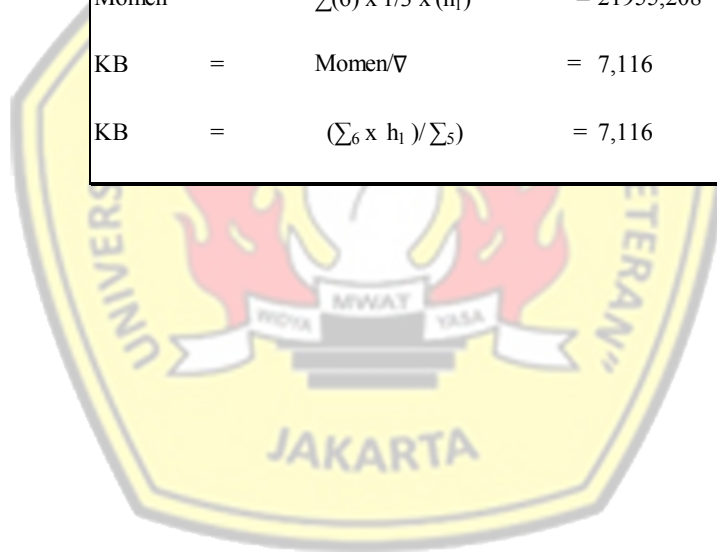
Δ , ∇ , KB Garis air 4 s/d 6 (3,16 - 4,74 meter)					
NO. G.A	Simpson	Lengan Momen	AW	Fungsi (AW)	Fungsi Momen
1	2	3	4	$5 = 2 \times 4$	$6 = 3 \times 5$
4	1	4	1775,4	1775,40006	7101,60024
5	4	5	1809,867	7239,46608	36197,3304
6	1	6	1841,817	1841,81718	11050,90308
Σ				10856,6833	54349,83372
$h_1 =$	Jarak Garis Air = $T/Ga =$		0,79	m	
∇	$=$	$\Sigma(5) \times 1/3 \times h_1$	$=$	2858,927	m^3
Δ	$=$	$\nabla \times 1.025$	$=$	2930,400	ton
Momen	$=$	$\Sigma(6) \times 1/3 \times (h_1)^2$	$=$	11306,577	ton - meter
KB	$=$	Momen/ ∇	$=$	3,955	meter
KB	$=$	$(\Sigma_6 \times h_1) / \Sigma_5$	$=$	3,955	meter

Tabel 5.29 Δ , ∇ , KB

Δ , ∇ , KB Garis air 6 s/d 8 (4,74 - 6,32 meter)					
NO. G.A	Simpson	Lengan Momen	AW	Fungsi (AW)	Fungsi Momen
1	2	3	4	$5 = 2 \times 4$	$6 = 3 \times 5$
6	1	6	1841,817	1841,81718	11050,90308
7	4	7	1873,936	7495,74224	52470,19568
8	1	8	1910,96	1910,95975	15287,678
Σ				11248,5192	78808,77676
$h_1 =$	Jarak Garis Air = $T/Ga =$		0,79	m	
∇	$=$	$\Sigma(5) \times 1/3 \times h_1$	$=$	2962,110	m^3
Δ	$=$	$\nabla \times 1.025$	$=$	3036,163	ton
Momen	$=$	$\Sigma(6) \times 1/3 \times (h_1)^2$	$=$	16394,853	ton - meter
KB	$=$	Momen/ ∇	$=$	5,535	meter
KB	$=$	$(\Sigma_6 \times h_1) / \Sigma_5$	$=$	5,535	meter

Tabel 5.30 Δ , ∇ , KB

Δ , ∇ , KB Garis air 8 s/d 10 (6,32 - 7,9 meter)					
NO. G.A	Simpson	Lengan Momen	AW	Fungsi (AW)	Fungsi Momen
1	2	3	4	5 = 2 x 4	6 = 3 x 5
8	1	8	1910,96	1910,95975	15287,678
9	4	9	1952,68	7810,7204	70296,4836
10	1	10	1995,281	1995,28098	19952,8098
Σ				11716,96113	105536,9714
$h_1 =$ Jarak Garis Air = $T/Ga = 0,79$ m					
$\nabla = \Sigma(5) \times 1/3 \times h_1 = 3085,466$ m ³					
$\Delta = \nabla \times 1.025 = 3162,603$ ton					
Momen = $\Sigma(6) \times 1/3 \times (h_1)^2 = 21955,208$ ton - meter					
KB = Momen/ $\nabla = 7,116$ meter					
KB = $(\Sigma_6 \times h_1) / \Sigma_5 = 7,116$ meter					



Tabel 5.31 Titik *Bouyancy Horizontal* (OB)

TTIK BOUYANCY HORIZONTAL (OB)									
Antara Garis Air 0 - 2 (0,00 - 1,58 meter)									
Nomor Ordinat	Faktor Simpson	Lengan Momen	G.A. 0	G.A. 1	G.A. 2	Fungsi 1/2 Ordinat	Luas	Fungsi Luas	OB
			1/2 Ordinat	1/2 Ordinat	1/2 Ordinat				Momen
			1	4	1				
1	2	3	4	5	6	7=4+5+6	8 = 7 x a	9 = 2 x 8	10 = 3 x 9
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	0,21 0,21	0,98 3,92	1,36 1,36	5,49	2,8914	11,566	-104,090
2	2	-8	1,53 1,53	2,68 10,72	3,16 3,16	15,41	8,115933	16,232	-129,855
3	4	-7	3,18 3,18	4,49 17,96	5,09 5,09	26,23	13,81447	55,258	-386,8051
4	2	-6	4,71 4,71	6,16 24,64	6,83 6,83	36,18	19,0548	38,1096	-228,6576
5	4	-5	5,91 5,91	7,34 29,36	8 8	43,27	22,78887	91,15546667	-455,7773
6	2	-4	6,55 6,55	7,9 31,6	8,49 8,49	46,64	24,56373	49,12746667	-196,5099
7	4	-3	6,78 6,78	8,16 32,64	8,72 8,72	48,14	25,35373	101,4149333	-304,2448
8	2	-2	6,87 6,87	8,29 33,16	8,84 8,84	48,87	25,7382	51,4764	-102,9528
9	4	-1	6,91 6,91	8,35 33,4	8,89 8,89	49,2	25,912	103,648	-103,648
10	2	0	6,91 6,91	8,35 33,4	8,89 8,89	49,2	25,912	51,824	0,000
11	4	1	6,92 6,92	8,36 33,44	8,91 8,91	49,27	25,94887	103,7954667	103,79547
12	2	2	6,92 6,92	8,36 33,44	8,91 8,91	49,27	25,94887	51,89773333	103,79547
13	4	3	6,91 6,91	8,34 33,36	8,89 8,89	49,16	25,89093	103,5637333	310,691
14	2	4	6,68 6,68	8,12 32,48	8,68 8,68	47,84	25,19573	50,39146667	201,56587
15	4	5	6,37 6,37	7,8 31,2	8,39 8,39	45,96	24,2056	96,822	484,112
16	2	6	5,82 5,82	7,22 28,88	7,85 7,85	42,55	22,40967	44,819	268,916
17	4	7	4,6 4,6	5,91 23,64	6,57 6,57	34,81	18,33327	73,333	513,331
18	2	8	2,21 2,21	3,34 13,36	4,02 4,02	19,59	10,3174	20,6348	165,0784
19	4	9	0 0	0,59 2,36	1,25 1,25	3,61	1,901267	7,605066667	68,4456
FP	1	10	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
							Σ	1122,674267	207,191
Jarak antara Garis Air $h_1 = T/GA = 0,79$ m				$\nabla = 1/3 \times h \times \Sigma(9) = 2353,6866 \text{ m}^3$					
Jarak Antara penampang vertikal $h = lpp/sta. = 6,2895$ m				$\Delta = \nabla \times 1,025 = 2412,529 \text{ ton}$					
$a = 2/3 \times h_1 = 0,527$ m				$OB = \frac{[\Sigma(10) \times h]}{\Sigma(9)} = 1,161 \text{ m}$					
				$MSA = 2 \times 1/3 \times b \times sta \text{ 10 fungsi area} = 25,912$					

Tabel 5.32 Titik *Bouyancy Horizontal* (OB)

TITIK BOUYANCY HORIZONTAL (OB)												
Antara Garis Air 2 - 4 (1,58 - 3,16 meter)												
Nomor Ordinat	Faktor Simpson	Lengan Momen	G.A. 2		G.A. 3		G.A. 4		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas	Fungsi Luas	OB
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat					Momen
			1	4	4	5	1	6				
1	2	3	4		5		6		7=4+5+6	8 = 7 x a	9 = 2 x 8	10 = 3 x 9
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	1,36	1,36	1,6	6,4	1,84	1,84	9,6	5,056	20,224	-182,016
2	2	-8	3,16	3,16	3,51	14,04	3,9	3,9	21,1	11,112667	22,225	-177,803
3	4	-7	5,09	5,09	5,51	22,04	5,89	5,89	33,02	17,390533	69,562	-486,93493
4	2	-6	6,83	6,83	7,23	28,92	7,53	7,53	43,28	22,794133	45,58826667	-273,5296
5	4	-5	8	8	8,39	33,56	8,62	8,62	50,18	26,428133	105,7125333	-528,56267
6	2	-4	8,49	8,49	8,81	35,24	8,98	8,98	52,71	27,7606	55,5212	-222,0848
7	4	-3	8,72	8,72	8,96	35,84	9,07	9,07	53,63	28,245133	112,9805333	-338,9416
8	2	-2	8,84	8,84	9,04	36,16	9,09	9,09	54,09	28,4874	56,9748	-113,9496
9	4	-1	8,89	8,89	9,07	36,28	9,11	9,11	54,28	28,587467	114,3498667	-114,34987
10	2	0	8,89	8,89	9,07	36,28	9,11	9,11	54,28	28,587467	57,17493333	0,000
11	4	1	8,91	8,91	9,08	36,32	9,11	9,11	54,34	28,619067	114,4762667	114,476267
12	2	2	8,91	8,91	9,08	36,32	9,11	9,11	54,34	28,619067	57,23813333	114,476267
13	4	3	8,89	8,89	9,07	36,28	9,1	9,1	54,27	28,5822	114,3288	342,986
14	2	4	8,68	8,68	8,89	35,56	8,95	8,95	53,19	28,0134	56,0268	224,1072
15	4	5	8,39	8,39	8,65	34,6	8,75	8,75	51,74	27,249733	108,999	544,994667
16	2	6	7,85	7,85	8,16	32,64	8,32	8,32	48,81	25,7066	51,413	308,479
17	4	7	6,57	6,57	6,96	27,84	7,21	7,21	41,62	21,919867	87,679	613,756
18	2	8	4,02	4,02	4,55	18,2	4,94	4,94	27,16	14,304267	28,60853333	228,868267
19	4	9	1,25	1,25	1,78	7,12	2,19	2,19	10,56	5,5616	22,2464	200,2176
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										Σ	1301,330133	254,190
Jarak antara Garis Air h ₁ = T/GA = 0,79 m					∇ = 1/3 x h x Σ(9) = 2728,238625 m ³							
Jarak Antara penampang vertikal h = lpp/sta. = 6,2895 m					Δ = ∇ x 1.025 = 2796,445 ton							
a = 2/3 x h ₁ = 0,527 m					OB = [Σ(10) x h] / Σ(9) = 1,229 m							
					MSA= 2 x 1/3 x b x sta 10 fungsi area = 28,58746667							

Tabel 5.33 Titik *Bouyancy Horizontal* (OB)

TTIK BOUYANCY HORIZONTAL (OB)												
Antara Garis Air 4 - 6 (3,16 - 4,74 meter)												
Nomor Ordinat	Faktor Simpson	Lengan Momen	G.A. 4		G.A. 5		G.A. 6		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas	Fungsi Luas	OB
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat					Momen
			1		4		1					
1	2	3	4		5		6		7=4+5+6	8 = 7 x a	9 = 2 x 8	10 = 3 x 9
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	-9	1,84	1,84	2,18	8,72	2,63	2,63	13,19	6,9467333	27,787	-250,082
2	2	-8	3,9	3,9	4,4	17,6	5,01	5,01	26,51	13,961933	27,924	-223,391
3	4	-7	5,89	5,89	6,3	25,2	6,75	6,75	37,84	19,929067	79,716	-558,01387
4	2	-6	7,53	7,53	7,77	31,08	8,01	8,01	46,62	24,5532	49,1064	-294,6384
5	4	-5	8,62	8,62	8,76	35,04	8,84	8,84	52,5	27,65	110,6	-553
6	2	-4	8,98	8,98	9,06	36,24	9,08	9,08	54,3	28,598	57,196	-228,784
7	4	-3	9,07	9,07	9,11	36,44	9,11	9,11	54,62	28,766533	115,066133	-345,1984
8	2	-2	9,09	9,09	9,11	36,44	9,11	9,11	54,64	28,777067	57,5541333	-115,10827
9	4	-1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876	115,1504	-115,1504
10	2	0	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876	57,5752	0,000
11	4	1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876	115,1504	115,1504
12	2	2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876	57,5752	115,1504
13	4	3	9,1	9,1	9,1	36,4	9,1	9,1	54,6	28,756	115,024	345,072
14	2	4	8,95	8,95	8,98	35,92	9	9	53,87	28,371533	56,7430667	226,972267
15	4	5	8,75	8,75	8,81	35,24	8,86	8,86	52,85	27,834333	111,337	556,686667
16	2	6	8,32	8,32	8,42	33,68	8,49	8,49	50,49	26,5914	53,183	319,097
17	4	7	7,21	7,21	7,38	29,52	7,5	7,5	44,23	23,294467	93,178	652,245
18	2	8	4,94	4,94	5,2	20,8	5,39	5,39	31,13	16,395133	32,7902667	262,322133
19	4	9	2,19	2,19	2,47	9,88	2,65	2,65	14,72	7,7525333	31,0101333	279,0912
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										Σ	1363,6664	188,420
Jarak antara Garis Air h ₁ = T/GA = 0,79 m					∇ = 1/3 x h x Σ(9) = 2858,92661 m ³							
Jarak Antara penampang vertikal h = lpp/sta. = 6,2895 m					Δ = ∇ x 1.025 = 2930,400 ton							
a = 2/3 x h ₁ = 0,527 m					OB = [Σ(10) x h] / Σ(9) = 0,869 m							
					MSA= 2 x 1/3 x b x sta 10 fungsi area = 28,7876							

Tabel 5.34 *Titik Bouyancy Horizontal (OB)*

TTIK BOUYANCY HORIZONTAL (OB)									
Antara Garis Air 6 - 8 (4,74 - 6,32 meter)									
Nomor Ordinat	Faktor Simpson	Lengan Momen	G.A. 6	G.A. 7	G.A. 8	Fungsi 1/2 Ordinat	Luas	Fungsi Luas	OB
			1/2 Ordinat	1/2 Ordinat	1/2 Ordinat				Momen
			1	4	1				
1	2	3	4	5	6	7=4+5+6	8 = 7 x a	9 = 2 x 8	10 = 3 x 9
AP	1	-10	0	0	0,71	0,71	0,71	0,373933	-3,739333
1	4	-9	2,63	3,25	4,18	19,81	10,43327	41,733	-375,598
2	2	-8	5,01	5,65	6,25	33,86	17,83293	35,666	-285,327
3	4	-7	6,75	7,18	7,53	43	22,64667	90,587	-634,1067
4	2	-6	8,01	8,21	8,37	49,22	25,92253	51,84506667	-311,0704
5	4	-5	8,84	8,89	8,92	53,32	28,08187	112,3274667	-561,6373
6	2	-4	9,08	9,08	9,08	54,48	28,6928	57,3856	-229,5424
7	4	-3	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	115,1504	-345,4512
8	2	-2	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	57,5752	-115,1504
9	4	-1	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	115,1504	-115,1504
10	2	0	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	57,5752	0,000
11	4	1	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	115,1504	115,1504
12	2	2	9,11	9,11	9,11	54,66	28,7876	57,5752	115,1504
13	4	3	9,1	9,11	9,11	54,65	28,78233	115,1293333	345,388
14	2	4	9	9,02	9,03	54,11	28,49793	56,99586667	227,98347
15	4	5	8,86	8,89	8,92	53,34	28,0924	112,370	561,848
16	2	6	8,49	8,56	8,61	51,34	27,03907	54,078	324,469
17	4	7	7,5	7,59	7,68	45,54	23,9844	95,938	671,563
18	2	8	5,39	5,53	5,65	33,16	17,46427	34,92853333	279,42827
19	4	9	2,65	2,8	2,93	16,78	8,837467	35,34986667	318,1488
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0
							Σ	1412,8834	-17,643
Jarak antara Garis Air									
$h_1 = T/GA =$			0,79	m	$\nabla = 1/3 \times h \times \Sigma(9)$		=	2962,110048 m ³	
Jarak Antara penampang vertikal					$\Delta = \nabla \times 1.025$		=	3036,163 ton	
$h = lpp/sta. =$			6,2895	m	$OB = \frac{[\Sigma(10) \times h]}{\Sigma(9)}$		=	-0,079 m	
$a = 2/3 \times h_1 =$			0,527	m	$MSA = 2 \times 1/3 \times b \times sta \ 10 \text{ fungsi area} =$			28,7876	

Tabel 5.35 Titik Bouyancy Horizontal (OB)

TITIK BOUYANCY HORIZONTAL (OB)									
Antara Garis Air 8 - 10 (6,32 - 7,90 meter)									
Nomor Ordinat	Faktor Simpson	Lengan Momen	G.A. 8	G.A. 9	G.A. 10	Fungsi 1/2 Ordinat	Luas	Fungsi Luas	OB
			1/2 Ordinat	1/2 Ordinat	1/2 Ordinat				Momen
			1	4	1				
1	2	3	4	5	6	7=4+5+6	8 = 7 x a	9 = 2 x 8	10 = 3 x 9
AP	1	-10	0,71	2,5	4,38				
			0,71	10	4,38	15,09	7,9474	7,9474	-79,474
1	4	-9	4,18	5,19	6,22				
			4,18	20,76	6,22	31,16	16,410933	65,644	-590,794
2	2	-8	6,25	6,83	7,42				
			6,25	27,32	7,42	40,99	21,588067	43,176	-345,409
3	4	-7	7,53	7,85	8,15				
			7,53	31,4	8,15	47,08	24,795467	99,182	-694,27307
4	2	-6	8,37	8,51	8,65				
			8,37	34,04	8,65	51,06	26,8916	53,7832	-322,6992
5	4	-5	8,92	8,94	8,97				
			8,92	35,76	8,97	53,65	28,255667	113,0226667	-565,11333
6	2	-4	9,08	9,08	9,08				
			9,08	36,32	9,08	54,48	28,6928	57,3856	-229,5424
7	4	-3	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	115,1504	-345,4512
8	2	-2	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	57,5752	-115,1504
9	4	-1	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	115,1504	-115,1504
10	2	0	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	57,5752	0,000
11	4	1	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	115,1504	115,1504
12	2	2	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	57,5752	115,1504
13	4	3	9,11	9,11	9,11				
			9,11	36,44	9,11	54,66	28,7876	115,1504	345,451
14	2	4	9,03	9,04	9,05				
			9,03	36,16	9,05	54,24	28,5664	57,1328	228,5312
15	4	5	8,92	8,95	8,98				
			8,92	35,8	8,98	53,7	28,282	113,128	565,64
16	2	6	8,61	8,66	8,7				
			8,61	34,64	8,7	51,95	27,360333	54,721	328,324
17	4	7	7,68	7,75	7,83				
			7,68	31	7,83	46,51	24,495267	97,981	685,867
18	2	8	5,65	5,77	5,89				
			5,65	23,08	5,89	34,62	18,2332	36,4664	291,7312
19	4	9	2,93	3,07	3,22				
			2,93	12,28	3,22	18,43	9,7064667	38,82586667	349,4328
FP	1	10	0	0	0				
			0	0	0	0	0	0	0
							Σ	1471,7226	-377,778
Jarak antara Garis Air $h_1 = T/GA = 0,79$ m Jarak Antara penampang vertikal $h = lpp/sta. = 6,2895$ m $a = 2/3 \times h_1 = 0,527$ m $\nabla = 1/3 \times h \times \Sigma(9) = 3085,466431 \text{ m}^3$ $\Delta = \nabla \times 1.025 = 3162,603 \text{ ton}$ $OB = \frac{[\Sigma(10) \times h]}{\Sigma(9)} = -1,614 \text{ m}$ $MSA = 2 \times 1/3 \times b \times sta \text{ 10 fungsi area} = 28,7876$									

Tabel 5.36 *Displasement moulded*, KB, OB, momen Δ KB momen Δ OB

Garis Air 0 - 2 (0,00 - 1,58 meter)						
GA			Δ	KB	OB	Momen. Δ KB
			Ton	Meter	Meter	Momen. Δ OB
0	-	2	2412,529	0,830	1,161	2002,513
						2800,303

Garis Air 2 - 4 (1,58 - 3,16 meter)						
GA			Δ	KB	OB	Momen. Δ KB
			Ton	Meter	Meter	Momen. Δ OB
0	-	2	2412,529	0,830	1,161	2002,513
2	-	4	2796,445	2,379	1,229	3435,532
Σ			5208,973	3,209	2,389	8654,943
						6235,835

Garis Air 4 - 6 (3,16 - 4,74 meter)						
GA			Δ	KB	OB	Momen. Δ KB
			Ton	Meter	Meter	Momen. Δ OB
0	-	2	2412,529	0,830	1,161	2002,513
2	-	4	2796,445	2,379	1,229	3435,532
4	-	6	2930,400	3,955	0,869	2546,610
Σ			8139,373	7,164	3,258	20244,184
						8782,445

Garis Air 6 - 8 (4,74 - 6,32 meter)						
GA			Δ	KB	OB	Momen. Δ KB
			Ton	Meter	Meter	Momen. Δ OB
0	-	2	2412,529	0,830	1,161	2002,513
2	-	4	2796,445	2,379	1,229	3435,532
4	-	6	2930,400	3,955	0,869	2546,610
6	-	8	3036,163	5,535	-0,079	-238,460
Σ			11175,536	12,699	3,180	37048,908
						8543,985

Garis Air 8 - 10 (6,32 - 7,90 meter)						
GA			Δ	KB	OB	Momen. Δ KB
			Ton	Meter	Meter	Momen. Δ OB
0	-	2	2412,529	0,830	1,161	2002,513
2	-	4	2796,445	2,379	1,229	3435,532
4	-	6	2930,400	3,955	0,869	2546,610
6	-	8	3036,163	5,535	-0,079	-238,460
8	-	10	3162,60309	7,115685	-1,61446	22504,08815
Σ			14338,139	19,814	1,565	59552,996
						3438,095

Tabel 5.37 Permukaan Basah dan Displacement

PERMUKAAN BASAH & DISPLASEMEN KULIT																													
No	Kontur	GARIS AIR 0 m		sd GARIS AIR 1 m		sd GARIS AIR 2 m		sd GARIS AIR 3 m		sd GARIS AIR 4 m		sd GARIS AIR 5 m		sd GARIS AIR 6 m		sd GARIS AIR 7 m		sd GARIS AIR 8 m		sd GARIS AIR 9 m		sd GARIS AIR 10 m		FUNGSI	FUNGSI	FUNGSI	FUNGSI	FUNGSI	FUNGSI
		1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI	1/2 Lengk	FUNGSI						
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,71	0,71	2,5	2,5	4,38	4,38						
1	4	0,21	0,84	0,98	3,92	1,36	5,44	1,6	6,4	1,84	7,36	2,18	8,72	2,63	10,52	3,25	13	4,18	16,72	5,19	20,76	6,22	24,88						
2	2	1,53	3,06	2,68	5,36	3,16	6,32	3,51	7,02	3,9	7,8	4,4	8,8	5,01	10,02	5,65	11,3	6,25	12,5	6,83	13,66	7,42	14,84						
3	4	3,18	12,72	4,49	17,96	5,09	20,36	5,51	22,04	5,89	23,56	6,3	25,2	6,75	27	7,18	28,72	7,53	30,12	7,85	31,4	8,15	32,6						
4	2	4,71	9,42	6,16	12,32	6,83	13,66	7,23	14,46	7,53	15,06	7,77	15,54	8,01	16,02	8,21	16,42	8,37	16,74	8,51	17,02	8,65	17,3						
5	4	5,91	23,64	7,34	29,36	8	32	8,39	33,56	8,62	34,48	8,76	35,04	8,84	35,36	8,89	35,56	8,92	35,68	8,94	35,76	8,97	35,88						
6	2	6,55	13,1	7,9	15,8	8,49	16,98	8,81	17,62	8,98	17,96	9,06	18,12	9,08	18,16	9,08	18,16	9,08	18,16	9,08	18,16	9,08	18,16						
7	4	6,78	27,12	8,16	32,64	8,72	34,88	8,96	35,84	9,07	36,28	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44						
8	2	6,87	13,74	8,29	16,58	8,84	17,68	9,04	18,08	9,09	18,18	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22						
9	4	6,91	27,64	8,35	33,4	8,89	35,56	9,07	36,28	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44						
10	2	6,91	13,82	8,35	16,7	8,89	17,78	9,07	18,14	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22						
11	4	6,92	27,68	8,36	33,44	8,91	35,64	9,08	36,32	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44						
12	2	6,92	13,84	8,36	16,72	8,91	17,82	9,08	18,16	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22	9,11	18,22						
13	4	6,91	27,64	8,34	33,36	8,89	35,56	9,07	36,28	9,1	36,4	9,1	36,4	9,1	36,4	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44	9,11	36,44						
14	2	6,68	13,36	8,12	16,24	8,68	17,36	8,89	17,78	8,95	17,9	8,98	17,96	9	18	9,02	18,04	9,03	18,06	9,04	18,08	9,05	18,1						
15	4	6,37	25,48	7,8	31,2	8,39	33,56	8,65	34,6	8,75	35	8,81	35,24	8,86	35,44	8,89	35,56	8,92	35,68	8,95	35,8	8,98	35,92						
16	2	5,82	11,64	7,22	14,44	7,85	15,7	8,16	16,32	8,32	16,64	8,42	16,84	8,49	16,98	8,56	17,12	8,61	17,22	8,66	17,32	8,7	17,4						
17	4	4,6	18,4	5,91	23,64	6,57	26,28	6,96	27,84	7,21	28,84	7,38	29,52	7,5	30	7,59	30,36	7,68	30,72	7,75	31	7,83	31,32						
18	2	2,21	4,42	3,34	6,68	4,02	8,04	4,55	9,1	4,94	9,88	5,2	10,4	5,39	10,78	5,53	11,06	5,65	11,3	5,77	11,54	5,89	11,78						
19	4	0	0	0,59	2,36	1,25	5	1,78	7,12	2,19	8,76	2,47	9,88	2,65	10,6	2,8	11,2	2,93	11,72	3,07	12,28	3,22	12,88						
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Σ		287,56		362,12		395,62		412,96		423,42		431,64		439,26		446,92		455,75		465,7		475,86							

Tabel 5.38 Permukaan Basah dan *Displacement*

Garis Air	Permukaan basah (m ²)	Faktor Kulit	Δ Kulit	Δ Tambahan
	$\frac{2}{3} \times h \times \Sigma$			
1	2	3	$4=2 \times 3$	$5=2+4$
0	1205,73908	0,023	27,3130045	1233,052
s/d 1	1518,36916	0,023	34,3948574	1552,764
s/d 2	1658,83466	0,023	37,5767521	1696,411
s/d 3	1731,54128	0,023	39,2237388	1770,765
s/d 4	1775,40006	0,023	40,2172499	1815,617
s/d 5	1809,86652	0,023	40,9980013	1850,865
s/d 6	1841,81718	0,023	41,7217637	1883,539
s/d 7	1873,93556	0,023	42,4493253	1916,385
s/d 8	1910,95975	0,023	43,2880157	1954,248
s/d 9	1952,6801	0,023	44,233086	1996,913
s/d 10	1995,28098	0,023	45,1981024	2040,479

Tabel 5.39 Am dan Cm

GARIS AIR	1/2 ORDINAT	SIMPSON	FUNGSI PRODUCT
0 m	6,91	1	6,91
0,689 m	8,35	4	33,4
1,378 m	8,89	1	8,89
Σ			49,2
$Am = 2 \times \frac{1}{3} \times hwl \times \Sigma$			25,912
$Cm = Am / (Bxt)$			0,180021954

Tabel 5.40 Am dan Cm

GARIS AIR	FUNGSI	SIMPSON	FUNGSI PRODUCT
1,378 m	8,89	1	8,89
2,067 m	9,07	4	36,28
2,756 m	9,11	1	9,11
Σ			54,28
$Am = 2 \times \frac{1}{3} \times hwl \times \Sigma$			28,58746667
$Cm = Am / (Bxt)$			0,198609587

Tabel 5.41 Am dan Cm

GARIS AIR	FUNGSI	SIMPSON	FUNGSI PRODUCT
2,756 m	9,11	1	9,11
3,445 m	9,11	4	36,44
4,134 m	9,11	1	9,11
Σ			54,66
$Am = 2 \times 1/3 \times hwl \times \Sigma$			28,7876
$Cm = Am / (Bxt)$			0,2

Tabel 5.42 Am dan Cm

GARIS AIR	FUNGSI	SIMPSON	FUNGSI PRODUCT
4,134 m	9,11	1	9,11
4,823 m	9,11	4	36,44
5,512 m	9,11	1	9,11
Σ			54,66
$Am = 2 \times 1/3 \times hwl \times \Sigma$			28,7876
$Cm = Am / (Bxt)$			0,2

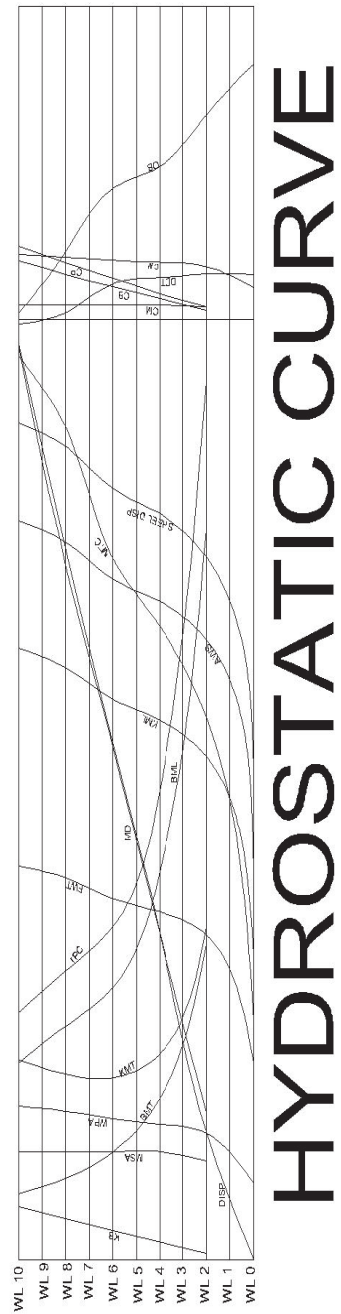
Tabel 5.43 Am dan Cm

GARIS AIR	FUNGSI	SIMPSON	FUNGSI PRODUCT
5,512 m	9,11	1	9,11
6,201 m	9,11	4	36,44
6,89 m	9,11	1	9,11
Σ			54,66
$Am = 2 \times 1/3 \times hwl \times \Sigma$			28,7876
$Cm = Am / (Bxt)$			0,2

Tabel 5.44 *Hydrostatic Curve*

Bidang Garis Air		Tengah Kapal (O)			Displasemen (Δ)				Momen Inersia		MSA		c mid	FUNCTION OF WATER LINE
Garis Air	Luas Bidang GA	Koef. Bidang GA	TPC	Am	B x T	Koef. O	Δ Bersih (tanpa kulit dll)	1,025 x L x B x T	Koef. Blok	Koef. Prisma	Momen Inersia Memanjang	MTC	MSA	
	m ²	Aw	Lwl	m ²	m ²	Am	Ton	Ton	Δ	CB	m ⁴	Ton-m/cm		
		$\frac{Aw}{1.025 \times Aw1}$	00			$\frac{Am}{B \times T}$			□	CM	$\frac{IL \times 1.025}{100 \times L}$		MSA / (B x d)	
0	1205,73908	0,511	12,359	0	143,938	0	0	18538,61	0	0	849789,2343	1095673,625	0	0
2	1658,83466	0,703	17,003	25,912	143,938	0,180	2412,529	18538,61	0,130	0,722	1348208,757	1738309,590	25,912	1,800219539
4	1775,40006	0,752	18,198	54,499	143,938	0,379	5208,973	18538,61	0,281	0,741	1545016,61	1992063,304	28,58746667	1,986095865
6	1841,81718	0,780	18,879	83,287	143,938	0,579	8139,373	18538,61	0,439	0,758	1698992,709	2190592,001	28,7876	2
8	1910,960	0,810	19,587	112,075	143,938	0,779	11175,536	18538,61	0,602	0,773	1879757,855	2423661,091	28,7876	2
10	1995,28098	0,845	20,452	140,862	143,938	0,979	14338,139	18538,61	0,773	0,789	2116376,908	2728745,275	28,7876	2
Simbol	Aw	Cw	TPC	Am		Cm	Δ	□	CB	CP	IL(0)	MTC	MSA	c mid
														ft

Titik Melintang				Titik Memanjang				Perubahan Δ Karena Trim 1 cm		Displasemen Seluruhnya		Displacement Due To Trim One Centimetre	
Titik Tekan	Momen Inersia Melintang	MT Diatas Titik Tekan	MT Diatas Garis Dasar	Titik Terhadap O	Titik Apung Terhadap O	ML Diatas Titik Tekan	ML Diatas Titik Tekan	Aw x OF	1,025 x Aw x OF Lwl	Permukaan Basah	Δ Kulit dll	Δ Seluruhnya	
m	m ⁴	m	m	m	m	m	m	m	Ton	m ²	Ton	Ton	
		$\frac{IT \times 1.025}{\Delta}$	KB + BMT			$\frac{IL \times 1.025}{\Delta}$	KB + BML		Ton				
0	15864,319	0	0	1,161	1,49691675	0	0	1804,891	30,834	1205,73908	27,313	27,313	0,147071572
0,830	35942,058	15,271	16,101	1,161	1,19551691	572,807	573,637	1983,165	33,879	1658,83466	37,577	2450,106	0,16159822
2,379	41097,796	8,087	10,466	1,229	1,1657455	304,022	306,401	2069,665	35,357	1775,40006	40,217	5249,191	0,168646653
3,955	43230,825	5,444	9,399	0,869	0,47537085	213,956	217,911	875,546	14,957	1841,81718	41,722	8181,095	0,071343895
5,535	45272,61754	4,152	9,687	-0,079	-0,7592941	172,408	177,943	-1450,98	-24,788	1910,95975	43,288	11218,824	-0,118233166
7,115685243	48031,91537	3,434	10,549	-1,61446	-2,4409382	151,295	158,411	-4870,358	-83,202	1995,28098	45,198	14383,337	-0,396861161
KB	IT	BMT	KMT	OB	OF	BML	KML			Aws	Δa	Δ	DDT



Gambar 5.12 Hydrostatic Curve

V.3.2 Kurva Bonjean

Kurva bonjean adalah kurva yang dibentuk dari luasan tiap-tiap ordinat garis air yang terbenam pada kondisi sarat air yang telah ditentukan dan diteruskan sampai ke bangunan atas (*Super Structure*) kapal. Kegunaan kurva bonjean tersebut dapat digunakan untuk perencanaan, seperti :

- perhitungan peluncuran kapal.
- perhitungan rencana kapasitas dan lain sebagainya.

Pada kurva bonjean juga digambarkan bentuk dari ceruk haluan dan ceruk buritan kapal. Berikut tabel 5.41 sampai 5.4.7 perhitungan kurva Boanjean

Tabel 5.45 Fungsi 1/2 Ordinat dan Luas

STATI ON	SNIPS ON	Lengan nomen	GA 0 m		GA 0.678 m		GA 1.356m		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat			
			1	4	4	5	1	6		
1	2	3		4		5		6	7=4+5+6	2 x 1/3 x hwl x Σ
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
1	4	-9	0,21	0,21	0,98	3,92	1,36	1,36	5,49	2,8914
2	2	-8	1,53	1,53	2,68	10,72	3,16	3,16	15,41	8,1159
3	4	-7	3,18	3,18	4,49	17,96	5,09	5,09	26,23	13,8145
4	2	-6	4,71	4,71	6,16	24,64	6,83	6,83	36,18	19,0548
5	4	-5	5,91	5,91	7,34	29,36	8	8	43,27	22,7889
6	2	-4	6,55	6,55	7,9	31,6	8,49	8,49	46,64	24,5637
7	4	-3	6,78	6,78	8,16	32,64	8,72	8,72	48,14	25,3537
8	2	-2	6,87	6,87	8,29	33,16	8,84	8,84	48,87	25,7382
9	4	-1	6,91	6,91	8,35	33,4	8,89	8,89	49,2	25,9120
10	2	0	6,91	6,91	8,35	33,4	8,89	8,89	49,2	25,9120
11	4	1	6,92	6,92	8,36	33,44	8,91	8,91	49,27	25,9489
12	2	2	6,92	6,92	8,36	33,44	8,91	8,91	49,27	25,9489
13	4	3	6,91	6,91	8,34	33,36	8,89	8,89	49,16	25,8909
14	2	4	6,68	6,68	8,12	32,48	8,68	8,68	47,84	25,1957
15	4	5	6,37	6,37	7,8	31,2	8,39	8,39	45,96	24,2056
16	2	6	5,82	5,82	7,22	28,88	7,85	7,85	42,55	22,4097
17	4	7	4,6	4,6	5,91	23,64	6,57	6,57	34,81	18,3333
18	2	8	2,21	2,21	3,34	13,36	4,02	4,02	19,59	10,3174
19	4	9	0	0	0,59	2,36	1,25	1,25	3,61	1,9013
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000

Tabel 5.46 Fungsi ½ Ordinats dan Luas

STATI ON	SIMPS ON	Lengan momen	GA 1,356 m		GA 2,034 m		GA 2,712 m		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat			
			1	4	4	5	1	6		
1	2	3		4		5		6	7=4+5+6	2 x 1/3 x hwl x L
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
1	4	-9	1,36	1,36	1,6	6,4	1,84	1,84	9,6	5,0560
2	2	-8	3,16	3,16	3,51	14,04	3,9	3,9	21,1	11,1127
3	4	-7	5,09	5,09	5,51	22,04	5,89	5,89	33,02	17,3905
4	2	-6	6,83	6,83	7,23	28,92	7,53	7,53	43,28	22,7941
5	4	-5	8	8	8,39	33,56	8,62	8,62	50,18	26,4281
6	2	-4	8,49	8,49	8,81	35,24	8,98	8,98	52,71	27,7606
7	4	-3	8,72	8,72	8,96	35,84	9,07	9,07	53,63	28,2451
8	2	-2	8,84	8,84	9,04	36,16	9,09	9,09	54,09	28,4874
9	4	-1	8,89	8,89	9,07	36,28	9,11	9,11	54,28	28,5875
10	2	0	8,89	8,89	9,07	36,28	9,11	9,11	54,28	28,5875
11	4	1	8,91	8,91	9,08	36,32	9,11	9,11	54,34	28,6191
12	2	2	8,91	8,91	9,08	36,32	9,11	9,11	54,34	28,6191
13	4	3	8,89	8,89	9,07	36,28	9,1	9,1	54,27	28,5822
14	2	4	8,68	8,68	8,89	35,56	8,95	8,95	53,19	28,0134
15	4	5	8,39	8,39	8,65	34,6	8,75	8,75	51,74	27,2497
16	2	6	7,85	7,85	8,16	32,64	8,32	8,32	48,81	25,7066
17	4	7	6,57	6,57	6,96	27,84	7,21	7,21	41,62	21,9199
18	2	8	4,02	4,02	4,55	18,2	4,94	4,94	27,16	14,3043
19	4	9	1,25	1,25	1,78	7,12	2,19	2,19	10,56	5,5616
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000

Tabel 5.47 Fungsi ½ Ordinats dan Luas

STATI ON	SIMPS ON	Lengan momen	GA 2,712 m		GA 3,39 m		GA 4,068 m		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat			
			1	4	4	5	1	6		
1	2	3							7=4+5+6	2 x 1/3 x hwl x L
AP	1	-10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000
1	4	-9	1,84	1,84	2,18	8,72	2,63	2,63	13,19	6,9467
2	2	-8	3,9	3,9	4,4	17,6	5,01	5,01	26,51	13,9619
3	4	-7	5,89	5,89	6,3	25,2	6,75	6,75	37,84	19,9291
4	2	-6	7,53	7,53	7,77	31,08	8,01	8,01	46,62	24,5532
5	4	-5	8,62	8,62	8,76	35,04	8,84	8,84	52,5	27,6500
6	2	-4	8,98	8,98	9,06	36,24	9,08	9,08	54,3	28,5980
7	4	-3	9,07	9,07	9,11	36,44	9,11	9,11	54,62	28,7665
8	2	-2	9,09	9,09	9,11	36,44	9,11	9,11	54,64	28,7771
9	4	-1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
10	2	0	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
11	4	1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
12	2	2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
13	4	3	9,1	9,1	9,1	36,4	9,1	9,1	54,6	28,7560
14	2	4	8,95	8,95	8,98	35,92	9	9	53,87	28,3715
15	4	5	8,75	8,75	8,81	35,24	8,86	8,86	52,85	27,8343
16	2	6	8,32	8,32	8,42	33,68	8,49	8,49	50,49	26,5914
17	4	7	7,21	7,21	7,38	29,52	7,5	7,5	44,23	23,2945
18	2	8	4,94	4,94	5,2	20,8	5,39	5,39	31,13	16,3951
19	4	9	2,19	2,19	2,47	9,88	2,65	2,65	14,72	7,7525
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000

Tabel 5.48 Fungsi ½ Ordinats dan Luas

STATI ON	SIMPS ON	Lengan momen	GA 4,068 m		GA 4,746 m		GA 5,424 m		Fungsi 1/2 Ordinat	Luas
			1/2 Ordinat		1/2 Ordinat		1/2 Ordinat			
			1	4	4	5	1	6		
1	2	3							7=4+5+6	2 x 1/3 x hwl x f
AP	1	-10	0	0	0	0	0,71	0,71	0,71	0,3739
1	4	-9	2,63	2,63	3,25	13	4,18	4,18	19,81	10,4333
2	2	-8	5,01	5,01	5,65	22,6	6,25	6,25	33,86	17,8329
3	4	-7	6,75	6,75	7,18	28,72	7,53	7,53	43	22,6467
4	2	-6	8,01	8,01	8,21	32,84	8,37	8,37	49,22	25,9225
5	4	-5	8,84	8,84	8,89	35,56	8,92	8,92	53,32	28,0819
6	2	-4	9,08	9,08	9,08	36,32	9,08	9,08	54,48	28,6928
7	4	-3	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
8	2	-2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
9	4	-1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
10	2	0	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
11	4	1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
12	2	2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
13	4	3	9,1	9,1	9,11	36,44	9,11	9,11	54,65	28,7823
14	2	4	9	9	9,02	36,08	9,03	9,03	54,11	28,4979
15	4	5	8,86	8,86	8,89	35,56	8,92	8,92	53,34	28,0924
16	2	6	8,49	8,49	8,56	34,24	8,61	8,61	51,34	27,0391
17	4	7	7,5	7,5	7,59	30,36	7,68	7,68	45,54	23,9844
18	2	8	5,39	5,39	5,53	22,12	5,65	5,65	33,16	17,4643
19	4	9	2,65	2,65	2,8	11,2	2,93	2,93	16,78	8,8375
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000

Tabel 5.49 Fungsi ½ Ordinats dan Luas

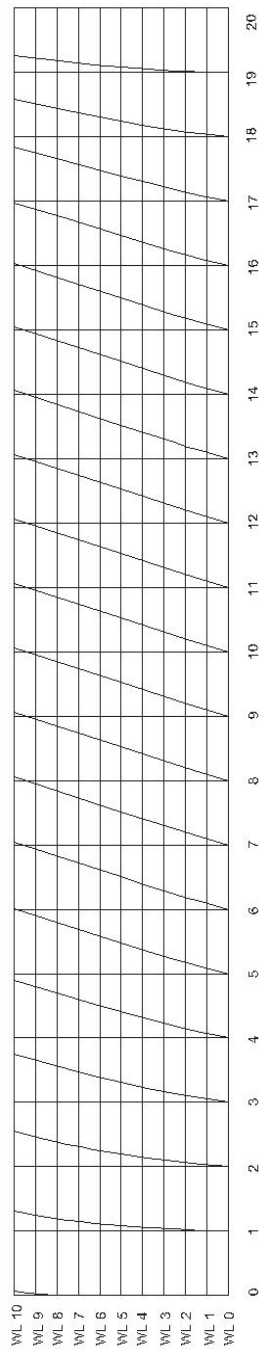
STATION	SIMPON	Lengan momen	GA 5,424 m		GA 6,102 m		GA 6,78 m		Fungsi 1/2 Ordinats	Luas
			1/2 Ordinats		1/2 Ordinats		1/2 Ordinats			
			1	4	5	6				
1	2	3							7=4+5+6	2 x 1/3 x hwl x F
AP	1	-10	0,71	0,71	2,5	10	4,38	4,38	15,09	7,9474
1	4	-9	4,18	4,18	5,19	20,76	6,22	6,22	31,16	16,4109
2	2	-8	6,25	6,25	6,83	27,32	7,42	7,42	40,99	21,5881
3	4	-7	7,53	7,53	7,85	31,4	8,15	8,15	47,08	24,7955
4	2	-6	8,37	8,37	8,51	34,04	8,65	8,65	51,06	26,8916
5	4	-5	8,92	8,92	8,94	35,76	8,97	8,97	53,65	28,2557
6	2	-4	9,08	9,08	9,08	36,32	9,08	9,08	54,48	28,6928
7	4	-3	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
8	2	-2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
9	4	-1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
10	2	0	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
11	4	1	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
12	2	2	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
13	4	3	9,11	9,11	9,11	36,44	9,11	9,11	54,66	28,7876
14	2	4	9,03	9,03	9,04	36,16	9,05	9,05	54,24	28,5664
15	4	5	8,92	8,92	8,95	35,8	8,98	8,98	53,7	28,2820
16	2	6	8,61	8,61	8,66	34,64	8,7	8,7	51,95	27,3603
17	4	7	7,68	7,68	7,75	31	7,83	7,83	46,51	24,4953
18	2	8	5,65	5,65	5,77	23,08	5,89	5,89	34,62	18,2332
19	4	9	2,93	2,93	3,07	12,28	3,22	3,22	18,43	9,7065
FP	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0,0000

Tabel 5.50 *Bounjean Curve*

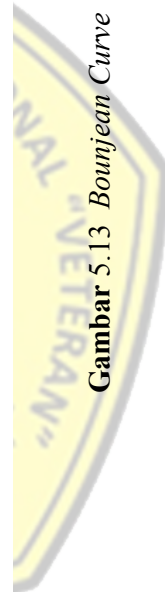
STATION	GARIS AIR				
	0 - 1,356 m	1,356 - 2,712 m	2,712 - 4,068 m	4,068 - 5,424 m	5,424 - 6,78 m
AP	0,000	0,000	0,000	1,184	10,175
1	1,663	3,245	4,773	8,425	13,438
2	4,940	7,223	9,022	13,402	16,385
3	8,918	11,725	14,279	16,959	18,663
4	12,679	15,626	17,515	19,165	20,123
5	16,069	18,989	20,164	20,869	21,253
6	18,152	20,900	21,669	21,827	21,881
7	19,201	21,601	22,058	22,076	22,076
8	19,698	21,863	22,125	22,130	22,130
9	19,992	21,999	22,130	22,130	22,130
10	19,992	21,999	22,130	22,130	22,130
11	19,992	21,999	22,130	22,130	22,130
12	20,105	22,058	22,130	22,130	22,130
13	20,096	22,053	22,130	22,130	22,130
14	19,983	21,927	22,021	22,021	22,021
15	18,320	20,430	20,688	20,778	20,851
16	16,055	18,387	18,862	19,088	19,224
17	12,990	15,612	16,376	16,805	17,049
18	8,434	11,404	12,670	13,334	13,763
19	2,174	5,316	7,124	11,666	8,678
FP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203

Tabel 5.51 *Bounjean Curve*

STATION	TOTAL AREA GARIS AIR				
	0 - 1,356 m	0 - 2,712 m	0 - 4,068 m	0 - 5,424 m	0 - 6,78 m
AP	0,000	0,000	0,000	1,184	11,359
1	1,663	4,909	9,682	18,107	31,545
2	4,940	12,163	21,185	34,587	50,972
3	8,918	20,643	34,922	51,881	70,544
4	12,679	28,304	45,819	64,984	85,107
5	16,069	35,057	55,221	76,090	97,343
6	18,152	39,053	60,722	82,549	104,430
7	19,201	40,802	62,860	84,935	107,011
8	19,698	41,561	63,687	85,817	107,947
9	19,992	41,991	64,121	86,251	108,381
10	19,992	41,991	64,121	86,251	108,381
11	19,992	41,991	64,121	86,251	108,381
12	20,105	42,163	64,292	86,422	108,552
13	20,096	42,149	64,279	86,409	108,539
14	19,983	41,909	63,931	85,952	107,974
15	18,320	38,750	59,438	80,216	101,067
16	16,055	34,442	53,304	72,392	91,616
17	12,990	28,603	44,979	61,784	78,833
18	8,434	19,838	32,508	45,842	59,605
19	2,174	7,490	14,613	26,279	34,958
FP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203



BONJEAN CURVE



Gambar 5.13 *Bonjean Curve*

V.4 Hambatan, Propulsi, dan Daya Mesin

V.4.1 Perhitungan hambatan

Perhitungan hambatan dan tahanan menggunakan metode *Guldhammer* dan *Harvald*.

Ketentuan metode *Harvald* adalah diagram C_R yang disajikan adalah untuk kapal standar dengan harga beam *draught* $B/T = 2,5$ dan dengan batasan sebagai berikut:

- Rentang kecepatan pada harga $Fr(=Fn) = 0,15 \sim 0,45$
- Harga *Length displacement* $L/\nabla^{1/3} = 4,0 \sim 8,0$
- Harga *Prismatic Coefficient* $C_p (= \varphi) = 0,50 \sim 0,80$

Froude Number (Fn)				Reynold Number (Rn)			
$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \times Lwl}}$				$Rn = \frac{Vs \times Lwl}{\nu}$			
dimana :				dimana :			
vs	=	12,60	Knot	Vs	=	6,48	m/s
	=	6,48144	m/s	Lwl	=	129,56	m
g	=	9,81	Knot	ν	=	viskositas air laut	
Lwl	=	129,56	m		=	$1,188 \times 10^{-6}$	
maka :				maka :			
Fn	=	0,182		Rn	=	706847951,52	

Dimana semua ketentuan kapal rancangan sesuai dengan ketentuan metode *Harvald* :

Fn : 0,18 (memenuhi)

$L/\nabla^{1/3}$: 5,33 (memenuhi)

C_p : 0,78 (memenuhi)

Koreksi CR, diagram *Guldhammer* dan *Harvald*

Tabel 5.52 Korekai CR4.5

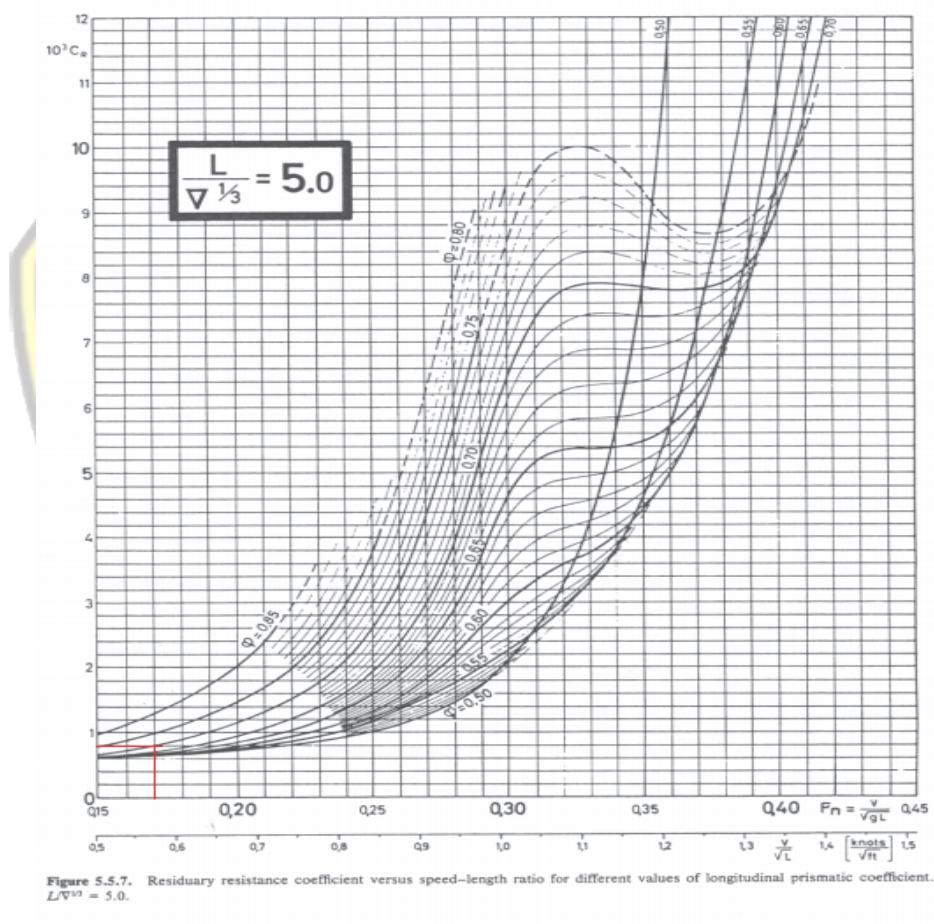
Berdasarkan diagram CR 4.5		
$L/\nabla^{1/3}_{(1)}$	5,0	$10^3 CR$
Fn	0,182	1,05
CP	0,78	

Tabel 5.53 Korekai CR5

Berdasarkan diagram CR 5		
$L/\nabla^{1/3}_{(2)}$	5	$10^3 CR$
Fn	0,17	0,9
CP	0,77	

$$CR = 10^3 CR/1000$$

$$CR = 0,000983$$



Gambar 5.14 Grafik CR

Koreksi CR, Ratio B/T

Tabel 5.54 Koreksi CR, Ratio B/T

B/T Kapal Standard	=	2,50	m
Ratio B/T kapal Rancangan			
B	=	18,22	m
T	=	7,90	m
B/T	=	2,31	
Koreksi Ratio B/T			
$Koreksi\ B/T = 0.16(B/T - 2.5)$			
10^3 Koreksi B/T	=	-0,030987342	
B/T	-	-3,09873E-05	

Koreksi CR, letak LVB

Tabel 5.55 Koreksi CR, Letak LVB

Letak LCB			
Fn	0,18	CP	0,78
LCB		2,70	%
LCB _{standard}		1,46244	%
$\Delta LCB = LCB - LCB_{standard}$			1,23756
Factor ($\delta 10^3 CR / \sum LCB$)		0,09	
$CR = (\delta 10^3 CR / \sum LCB) \times (\Delta LCB) \times 10^{-3}$			
CR	=	0,00011138	

Koreksi CR, bentuk penampang badan kapal

Tabel 5.56 Penampang Badan Kapal

Bentuk Penampang Badan Kapal			
Haluan	extrim 'U'	extrim 'V'	$\times 10^{-3}$
	-0,1	0,1	
Buritan	extrim 'U'	extrim 'V'	
	-0,1	0,1	

Koreksi tersebut diatas berlaku untuk rentang $F_n = 0,20 \sim 0,25$

Sedangkan f_n kapal rancangan adalah 0,18 jadi berdasarkan rentang f_n di atas tidak diperlukan

Koreksi CR, bulbous bow

Tabel 5.57 Koreksi CR, *Bulbous Bow*

F_n'	0,18
CP	0,78

Tabel-9.1 Koreksi terhadap $10^3 C_R$ karena adanya *bulbous bow* ⁽⁸⁾

$\varphi \backslash F_r$	0,15	0,18	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36
0,50	-	-	+ 0,2	0	- 0,2	- 0,4	- 0,4	- 0,4
0,60	-	-	+ 0,2	0	- 0,2	- 0,3	- 0,3	-
0,70	-	+ 0,2	0	- 0,2	- 0,3	- 0,3	-	-
0,80	+ 0,1	0	- 0,2	-	-	-	-	-

$$10^3 CR = 0$$

$$CR = 0$$

Koreksi CR, appendages

Tabel 5.58 Koreksi CR, *Appendages*

Appendages	
Bossing	3% ~ 5%
	bagi Kapal 'gendut'
Shaft Bracket	5% ~ 8%
	bagi Kapal 'lansing'
Daun Kemudi	tidak ada koreksi, karena kapal standard telah
Bilge Keel	tidak ada koreksi, karena kapal standard telah

$$10^3 CR = 3\%$$

$$CR = 0,00003$$

CR total dari koreksi yang di atas

$$CR = 0,000917433$$

Menghitung Coefisien Tahanan Gesek (Cf) dengan rumus ITTC 1957

$$CF = \frac{0,075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

$$CF = 0,001598695$$

Menghitung CA metode Guldhammer & Harvald

$$Lwl = 129,56 \text{ m}$$

Kapal dengan panjang	$Lwl \leq 100 \text{ m} \rightarrow C_A = 0,40 \cdot 10^{-3}$
	$Lwl = 150 \text{ m} \rightarrow C_A = 0,20 \cdot 10^{-3}$
	$Lwl = 200 \text{ m} \rightarrow C_A = 0$
	$Lwl = 250 \text{ m} \rightarrow C_A = -0,20 \cdot 10^{-3}$
	$Lwl = 300 \text{ m} \rightarrow C_A = -0,30 \cdot 10^{-3}$

Gambar 5.16 Menentukan CA Metode *Guldhammer & Harvald*

$$CA = 0,0002$$

Menghitung CAA (tahanan udara) metode *Guldhammer & Harvald*

$$CAA = 0,07x[10]^{(-3)}$$

$$CAA = 0,00007$$

Menghitung CAS (tahanan kemudi) metode *Guldhammer & Harvald*

$$CAS = 0,04x[10]^{(-3)}$$

$$CAS = 0,00004$$

Menghitung koefisien tahanan Total CT

$$CT = Cr + Cf + CA + CAA + CAS$$

$$CT = 0,003003011$$

Menghitung RT metode *Guldhammer & Harvald*

$$RT = CT \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2$$

$$RT = 228,9047619 \quad \text{kN}$$

Menghitung RT dinas metode *Guldhammer & Harvald*

$$RT \text{ dinas} = RT + 15\%RT$$

$$= 263,2404762 \text{ Kn}$$

V.4.2 Perhitungan Daya Mesin

Perhitungan *Effective Horse Power* (EHP)

$$EHP = Rtdinas \times Vs$$

$$Rtdinas = 263,2404762 \text{ Kn}$$

$$Vs = 6,48144 \text{ m/s}$$

$$EHP = 1706,177352 \text{ KW}$$

$$= 2319,751145 \text{ HP}$$

Perhitungan *Wake Friction* (w)

$$W = 0.5Cb - 0.05$$

$$W = 0,335$$

Perhitungan *Thrust Deduction Factor* (t)

$$t = k - w$$

dimana nilai k adalah antara 0.7-0.9 , diambil harga K: 0,8

$$t = 0,8 - 0,335$$

$$t = 0,268$$

Perhitungan *Speed of Advance* (Va)

$$Va = (1 - W) Vs$$

$$Va = 8,379 \text{ knot}$$

Perhitungan Efisiensi Propulsif

- Efisiensi Relatif Rotatif (η_{rr}) Nilai dari η_{rr} untuk *single screw ship* antara 1,02 – 1,05. Diambil : 1,05

- Efisiensi Propulsi (η_o) dari *propeller* pada saat dilakukan *open water test*. nilainya antara 40-70%,diambil : 50% $\eta_o = 0,5$

- Efisiensi Lambung (η_H)

$$\eta_H = (1 - t) / (1 - w)$$

$$\eta_H = (1 - 0,264) / (1 - 0,33)$$

$$\eta_H = 1,100$$

- Perhitungan Koefisien Propulsi (P_c)

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_o \times \eta_H$$

$$P_c = 1,05 \times 0,5 \times 1,00$$

$$P_c = 0,577$$

- Perhitungan *Delivered Horse Power* (DHP)

$$DHP = EHP / P_c$$

$$DHP = 2319,751 / 0,577$$

$$DHP = 4014,141 \text{ HP}$$

- Perhitungan *Thrust Horse Power* (THP)

$$THP = EHP / \eta_H$$

$$THP = 2319,751 / 1,100$$

$$THP = 2107,424 \text{ HP}$$

- Perhitungan *Shaft Horse Power* (SHP)

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami *losses* sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah *midship* kapal mengalami *losses* sebesar 3%. Pada perencanaan ini kamar mesin di bagian belakang sehingga mengalami *losses* atau efisiensi transmisi porosnya ($\eta_{\eta b}$) sebesar = 98%

$$SHP = DHP / \eta_{\eta b}$$

$$SHP = 4014,141 / 0,98$$

$$SHP = 4096,062 \text{ HP}$$

Perhitungan *Power Main Engine*

- BHP Scr

Adanya pengaruh efisiensi roda sistem gigi transmisi (η_G), pada tugas ini memakai sistem roda gigi reduksi tunggal atau *single reduction gears* dengan loss 2% untuk arah maju sehingga $\eta_G = 98\%$

$$\text{BHP Scr} = \text{SHP} / \eta_G$$

$$\text{BHP Scr} = 4096,062 / 0,98$$

$$\text{BHP Scr} = 4179,655 \text{ HP}$$

- BHP mcr

HP mcr adalah daya output dari motor penggerak keluaran pabrik (*Maximum Continuous Rating = 100%*) . Dimana besarnya 80% - 85%, maka daya yang diambil sebesar 85%. Sehingga cukup dengan daya 85% dari MCR kapal dapat bergerak dengan kecepatan (vs).

Daya BHP SCR diambil 85%

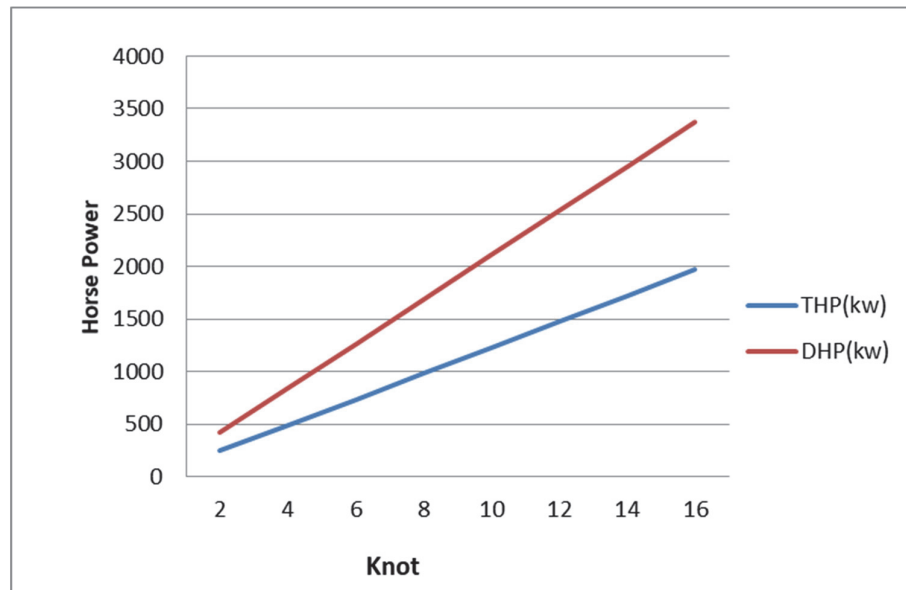
$$\text{BHP Mcr} = \text{BHPscr} / 85\%$$

$$\text{BHP Mcr} = 4179,655691 / 85\%$$

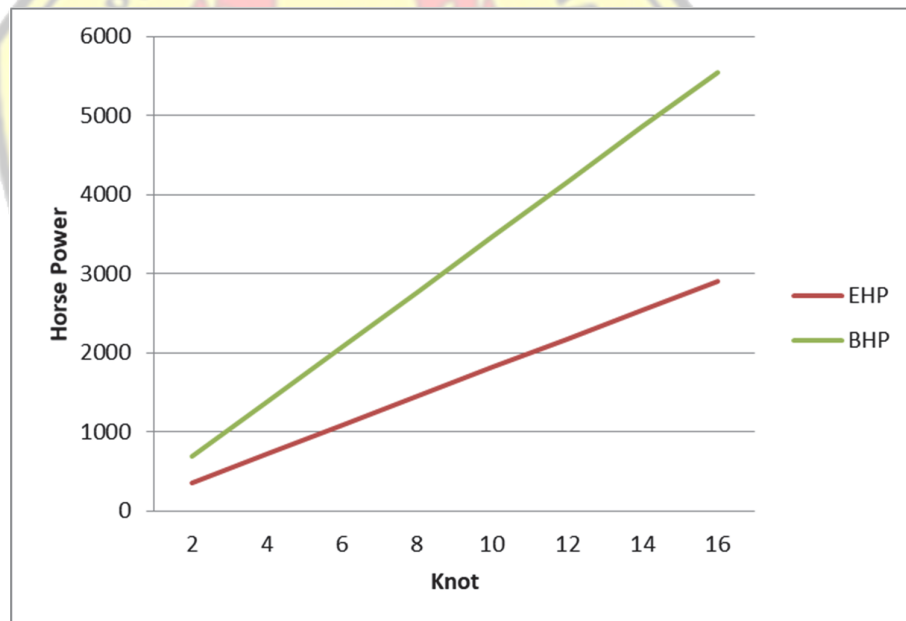
$$\begin{aligned} \text{BHP Mcr} &= 4917,241989 \quad \text{HP} \\ &= 3616,631483 \text{ KW} \end{aligned}$$

Tabel 5.59 Nilai Vs, EHP, THP, DHP, BHP SCR, BHP MCR

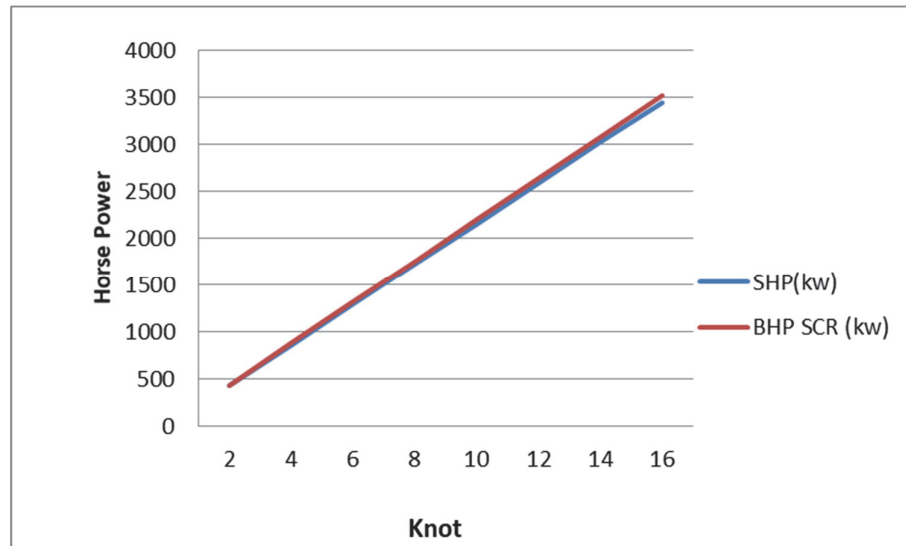
Vs		EHP		THP	DHP	SHP	BHP SCR	BHP MCR	
(knot)	(m/s)	(kw)	(hp)	(kw)	(kw)	(kw)	(kw)	(kw)	(hp)
2	1.0288	270.822	363.172	246.0335	422.0128	430.6253	439.414	516.957	693.2396
4	2.0576	541.644	726.3441	492.0669	844.0256	861.2506	878.827	1033.914	1386.479
6	3.0864	812.465	1089.516	738.1004	1266.038	1291.876	1318.241	1550.871	2079.719
8	4.1152	1083.287	1452.688	984.1339	1688.051	1722.501	1757.654	2067.829	2772.958
10	5.144	1354.109	1815.86	1230.167	2110.064	2153.127	2197.068	2584.786	3466.198
12	6.1728	1624.931	2179.032	1476.201	2532.077	2583.752	2636.482	3101.743	4159.437
14	7.2016	1895.753	2542.204	1722.234	2954.09	3014.377	3075.895	3618.700	4852.677
16	8.2304	2166.574	2905.376	1968.268	3376.102	3445.003	3515.309	4135.657	5545.916



Gambar 5.16 Digram THP dan DHP



Gambar 5.17 Digram EHP dan BHP



Gambar 5.18 Digram SHP dan BHP SCR



Main Engine & Reduction Gear

Dari perhitungan diatas didapatkan data mesin dibawah ini

Cat C280-12 4962HP @1000

Model: Cat C280-12

Brand: Caterpillar

Power 4962 HP

Rated Speed 1000 r/min

Product Specifications

Stroke 299.72 mm (11.80in)

Bore 279.40 mm (11.00in)

Height 3403.6 mm (134.00in)

Width 2032.00 mm (80.00in)

Length 4622.8 mm (182.00in)

Power 4962 HP (3699.67kw)

Weight 25980 kg (57276.10lbs)

Displacement 221979 cm³ (221.98L, 13545.99in³)

Rated Speed 1000 r/min

1

Gambar 5.29 Data Main Engine

Tabel 5.60 Pemilihan Main Engine

Pemilihan Main Engine		
Name	Cat C280-12 4962HP @1000	
Merk	Cat	
Type	Cat C280-12	
Stroke	299,72	mm
Bore	279,4	mm
Height	3403,6	mm
Width	2032	mm
Length	4622,8	mm
Power	4962	HP
	3699,67	KW
Cylinders Arrangement /Number	-	
Weight	25980	Kg
Displacement	221979	cm ³
Rated Speed	1000	r/min

Tabel 5.61 *Reduction Gearbox*

Pemilihan Reduction Gearbox		
Name	ZF W83000 NC	
Merk	ZF	
Type	W83000 NC	
Ratio	3.500	
Max. Input Power	5483	HP
	4088	KW
Max. Input RPM	750	RPM

V.5 Rencana Umum, *Tonnage*, Lambung Timbul dan *Capacity Plan*

V.5.1 Definisi Rencana Umum

Rencana umum dari sebuah kapal dapat didefinisikan sebagai perancangan di dalam penentuan atau penandaan dari semua ruangan yang dibutuhkan, ruangan yang di maksud sperti ruang muat dan ruang kamar mesin dan akomodasi, dalam hal ini disebut superstructure (bangunan atas). Di samping itu juga direncanakan penempatan peralatan-peralatan dan letak jalan-jalan dan beberapa sistem dan perlengkapan lainnya.

Ada 4 bagian/ karakteristik rencana umum menurut *Ship Design and Construction* :

1. Penentuan lokasi ruang muat.
2. Penentuan batas-batas ruang termasuk kamar pribadi.
3. Penentuan dan pemilihan perlengkapan kamar mandi.
4. Penentuan jalan atau lintasan yang cukup.

Langkah pertama yang dihadapi dalam membuat rencana umum adalah penentuan lokasi ruangan dan batas dari lambung kapal dan bangunan atas, ruangan yang di maksud :

1. Ruang kamar mesin.
2. Ruang muat.
3. *Crew*, penumpang, ruangan pada *crew* yang utama.
4. Tangki-tangki.
5. Beberapa ruangan lainnya.

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain seperti :

1. Sekat kedap masing-masing ruangan.
2. Stabilitas yang cukup.
3. Struktur konstruksi.
4. Penyediaan jalan yang cukup.

Rencana umum adalah suatu proses yang berangsur-angsur di susun dan ini dari percobaan, penelitian, dan masukan dari data-data kapal yang sudah ada (pembanding). Informasi yang mendukung rencana umum :

1. Penentuan besarnya *volume* ruang muat, *type* dan jenis muatan yang akan di muat.
2. Metode dan sistem bongkar muat.
3. *Volume* ruangan untuk ruangan kamar mesin yang ditentukan dari tipe mesin dan dimensi mesin.
4. Penentuan tangki-tangki terutama perhitungan *volume* seperti tangki untuk minyak, *ballast*, pelumas mesin.
5. Penentuan *volume* ruangan akomodasi jumlah *crew*, penumpang, dan *standard* akomodasi.
6. Pembagian sekat melintang.
7. Penentuan dimensi kapal.
8. *Lines Plan*.

Rencana umum dari sebuah kapal merupakan gambaran penyusunan ruangan-ruangan, peralatan-peralatan serta pintu-pintu yang tepat. Langkah-langkah dalam penyusunan rencana umum dari sebuah kapal antara lain pembagian ruangan-ruangan utama, pengaturan batas-batas tiap ruangan, penempatan perlengkapan-perengkapan di dalam ruangan serta penyusunan pintu-pintu pada tiap ruangan.

Dalam merancang sebuah kapal tidak dapat dihindari adanya berbagai macam kepentingan yang akan saling bertentangan dan itu akan didapatkan pada penyusunan rencana umum ini.

Efisiensi dari suatu kapal salah satunya ditentukan oleh penyusunan ruangan-ruangan yang tepat serta penempatan pintu-pintu yang efektif di antara ruangan-ruangan tersebut. Dapat dikatakan bahwa penyusunan ruangan-ruangan yang baik akan dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari sebuah kapal. Hal ini mempengaruhi pada konstruksi dan biaya operasional kapal tersebut.

Langkah pertama untuk pembuatan rencana umum adalah pembagian ruangan-ruangan utama dalam kapal, misalnya pembagian ruangan pada lambung kapal untuk ruang muat, kamar mesin dan tangki-tangki serta pembagian ruangan-ruangan pada bangunan atas untuk ruangan akomodasi dan lain-lain

Selain itu terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana umum, antara lain :

1. Besarnya *volume* ruang muat didasarkan pada jenis dan jumlah muatan.
2. Cara penyimpanan muatan dalam ruang palkah dan sistem penanganan muatan (*Cargo Handling*).
3. Besarnya *volume* ruang akomodasi didasarkan pada jumlah anak buah kapal dan penumpang serta standard ruang akomodasi.
4. Besarnya *volume* tangki terutama tangki ballast dan tangki bahan bakar didasarkan pada tipe mesin yang digunakan dan jalur pelayarannya.
5. *Standard* pembagian sekat baik sekat melintang maupun sekat memanjang.
6. Ukuran utama kapal.
7. Gambar rencana garis.

Permasalahan dalam penyusunan rencana umum biasanya tergantung dari tipe kapal yang direncanakan. Namun pada dasarnya pembuatan rencana umum untuk semua tipe memiliki kesamaan dalam hal-hal tertentu seperti dalam penyusunan ruangan akomodasi dan daya mesin meskipun untuk kapal yang berbeda akan menyebabkan terjadinya perbedaan kapasitas.

V.5.2 Perhitungan Jumlah Crew

Dengan komposisi sebagai berikut (dari *Ship Resistance and Propulsion*, hal 168) Dalam penentuan jumlah *crew* maka dapat di hitung dengan rumus :

$$Z = C_{st} \cdot \{C_{dk} (LBH \cdot 35/10^5)^{1/6} + C_{eng} (BHP/10^3)^{1/5}\} + Cadets$$

$$C_{st} = \text{Coefisien Steward Dept} \quad 1,2 - 1,33$$

$$C_{dk} = \text{Coefisien Deck Dept} \quad 11,5 - 14,5$$

$$C_{eng} = \text{Coefisien Engine Dept} \quad \begin{array}{ll} 8,5 - 11,0 & \text{Diesel} \\ 11,0 - 15 & \text{Turbine Single} \\ 13,73 - 16,5 & \text{Turbine Double} \end{array}$$

$$C_{det} = \text{Cadangan} = 1,00$$

Dari rumus di atas didapatkan

$$Z = C_{st} \cdot \{C_{dk} (LBH \cdot 35/10^5)^{1/6} + C_{eng} (BHP/10^3)^{1/5}\} + Cadets$$

$$Z = 1,2 \cdot \{ 11,5 (41070,736 \times 35/10^5)^{1/6} + 8,5 (4962/10^3)^{1/5} \} + 1$$

$$Z = 36,77031142 = 37 \text{ orang}$$

Pembagian/susunan Crew Kapal

Susunan Crew Kapal

Secara garis besar tugas-tugas dari *crew* kapal dapat dikelompokkan pada:

1. *Deck Department*, dipimpin oleh Mualim I, bertanggung jawab terhadap navigasi, peralatan geladak, bongkar muat di atas kapal.
2. *Engine Department*, dipimpin oleh Kepala Kamar Mesin (KKM), bertanggung jawab terhadap jalannya mesin induk, mesin bantu, ketel dan seluruh instalasi mesin di atas kapal.
3. *Catering Department*, dipimpin oleh *Chief Steward*, bertanggung jawab pada kelancaran pelayanan makanan, pelayanan kamar, dan lain-lain pekerjaan di atas kapal.

Susunan Anak Buah Kapal

a. Nahkoda / <i>Captain</i>	=	1 Orang
b. <i>Deck Departement</i>		
1. Mualim	=	2 Orang
2. Juru Mudi	=	4 Orang
3. Kelasi	=	4 Orang
4. <i>Radio Officer</i>	=	<u>2 Orang</u>
Jumlah	=	13 Orang
c. <i>Engine Departement</i>		
1. Kepala Kamar Mesin (KKM)	=	1 Orang
2. Masinis	=	2 Orang
3. <i>Electriciant</i>	=	2 Orang
4. <i>Pump Man</i>	=	2 Orang
5. <i>Oil Man</i>	=	2 Orang
6. <i>Engine Crews</i>	=	3 Orang
7. <i>Filler</i>	=	<u>2 Orang</u>
Jumlah	=	14 Orang
d. <i>Catering Departement</i>		
1. Koki	=	4 Orang
2. Pembantu Koki	=	3 Orang
3. Pelayan	=	<u>3 Orang</u>
Jumlah	=	10 Orang

Maka jumlah seluruh anak buah kapal = 37 Orang

V.5.3 Perhitungan LWT, DWT dan *Payload*

Berat baja kapal (W_{st})

$$W_{st} = K \times E \times 1,36$$

$$K = 0,029 \sim 0,037 \text{ di ambil harga } K = 0,035$$

$$E = L_{pp} (B + T) + 0,85 L_{pp} (H - T) + 0,85 \sum l_h$$

$$\sum l_h = (l_1 \times h_1) + (l_2 \times h_2)$$

$$h_1 = \text{tinggi } forecastle = 2,4 \text{ m}$$

$$l_1 = \text{panjang } forecastle = 10,2 \text{ m}$$

$$h_2 = \text{tinggi } poop = 2,4 \text{ m}$$

$$l_2 = \text{panjang } poop = 25 \text{ m}$$

$$\sum l_h = 84,48$$

$$E = 4428,79623 \text{ ton}$$

Berat *outfit* dan akomodasi (W_{oa})

$$W_{oa} = K \times L_{1,3} \times B_{0,8} \times H_{0,3}$$

$$K = 0,045 \text{ untuk } Tanker/Bulker$$

$$K = 0,065 \text{ untuk } General\ Cargo/Container$$

$$W_{oa} = 845,071409$$

atau memakai rumus ini

$$W_{oa} = 0,4 \times L_{pp} \times B$$

$$W_{oa} = 916,75752$$

Berat instalasi permesinan (W_{ep})

Rumus Watson RINA 1977

$$W_m = W_{me} + W_{pe}$$

$$W_m = \text{berat total permesinan}$$

$$W_{ep} = \text{berat } main\ engine$$

$$e = \text{berat remainder} = 0,56 \times BHP_{0,7}$$

$$W_m = (0,56 \times BHP_{0,7}) + W_{me}$$

$$W_m = 282,3454465 \text{ ton}$$

Berat cadangan (Wres)

Wres diperlukan untuk menghindari kesalahan perhitungan, dll

$$\begin{aligned} \text{Wres} &= (2 \sim 3) \% \text{ LWT} \\ \text{LWT} &= \text{Wst} + \text{Woa} + \text{Wm} \\ \text{LWT} &= 4383,422161 \text{ ton} \\ \text{Wres} &= 109,585554 \text{ ton} \end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned} \text{LWT total} &= \text{Wst} + \text{Woa} + \text{Wep} + \text{Wres} \\ \text{LWT total} &= 4493,007715 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka kita dapat menentukan DWT kapal, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{DWT} &= \text{D} - \text{LWT} \\ \text{DWT} &= 9795,37 \text{ ton} \end{aligned}$$

Komponen-komponen DWT

Berat *Fuel Oil*

$$W_{fo} = (P_{me} \times b_{me}) \times \frac{S}{V_s} 10^{-6} \times (1,1 - 1,3)$$

$$\begin{aligned} P_{me} &= \text{BHP motor induk} &= 4962 \text{ hp} \\ b_{me} &= \text{SFOC motor induk} &= 197 \\ R &= \text{Radius pelayaran} &= 1708 \text{ mil} \\ V_s &= 12,6 \text{ knot} \end{aligned}$$

x = harga tambahan terdiri dari:
 · Sisa tangki yang tidak bisa di sedot
 Cadangan kecepatan percobaan
 Waktu tunggu

$$x = 1,1 \sim 1,3 \text{ di ambil} \quad 1,2$$

$$W_{fo} = 159,008944 \text{ ton}$$

Berat *Fuel Oil Auxiliary Engine* (Wae)

$$\begin{aligned} W_{ae} &= (0,1 \sim 0,2) W_{fo} \\ W_{ae} &= 0,16 \times W_{fo} \\ W_{ae} &= 25,44143104 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat *Lubrication Oil* (Wlo)

$$\begin{aligned} W_{lo} &= (0,02 \sim 0,04) W_{ae} \\ W_{lo} &= 0,03 \times W_{ae} \\ W_{lo} &= 0,763242931 \text{ ton} \end{aligned}$$

Air tawar (Wfw)

$$\begin{aligned} W_{fw} &= W_{at} + W_{we} \\ W_{at} &= Z \times C_a \times S/V_s \times 1,4 \times 1/24 \times 10^{-3} \text{ ton} \\ W_{we} &= C_{we} \times S/V_s \times 1,4 \times BHP \times 10^{-3} \text{ ton} \\ \text{Di mana} & \\ W_{at} &= \text{berat air tawar untuk keperluan crew} \\ W_{we} &= \text{berat air tawar untuk pendingin mesin} \\ Z &= \text{jumlah crew} \quad 37 \text{ orang} \\ C_a &= \text{pemakaian untuk crew} \quad 200 \text{ kg/orang} \\ C_{we} &= \text{pemakaian untuk pendingin mesin} \quad 0,103 \text{ kg/hp} \\ R &= \text{jarak pelayaran} \quad 1708 \text{ mil} \\ V_s &= 12,6 \text{ knot} \\ W_{at} &= 2165,048148 \\ W_{we} &= 96,99276533 \end{aligned}$$

Maka berat air tawar total adalah :

$$W_{fw} = 2262,040913 \text{ ton}$$

Provision/Person/ Luggage (Wc)

$$\begin{aligned} 1. \text{ Berat provision} &= 3 \sim 5 \text{ kg/orang hari} \\ \text{Berat provision} &= 37 \times 3 \times (2000/(12,5 \times 24)) \times 10^{-3} \\ \text{Berat provision} &= 0,36112 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Person} &= 75 \text{ kg/orang} \\
 \text{Person} &= 37 \times 75 \times 10^{-3} \\
 \text{Person} &= 2,775 \\
 3. \text{ Luggage} &= 60 \text{ kg/orang} \\
 \text{Luggage} &= 37 \times 60 \times 10^{-3} = 2,22 \\
 \text{Maka :} \\
 W_c &= 5,35612 \quad \text{ton}
 \end{aligned}$$

Berat cadangan

Untuk mengatasi adanya kesalahan-kesalahan dalam perencanaan maka perlu disediakan berat cadangan :

$$\begin{aligned}
 W_r &= 1\% \text{ displacement kapal} \\
 W_r &= 0,01 \times 10.417,11 \\
 W_r &= 104,17 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka berat komponen DWT keseluruhannya adalah :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{total}} &= W_{fo} + W_{ae} + W_{lo} + W_{fw} + W_c + W_r \\
 &= 2556,780651 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka besarnya *payload* adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Payload} &= DWT - W_{\text{total}} \\
 \text{Payload} &= 9243,219349 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

V.5.4 Ruang Akomodasi

a. Ruang Akomodasi

Ruang akomodasi meliputi: sleeping room, mess room, sanitary accomodation, hospital direncanakan sesuai dengan Crew Accomodation Convention dari International Labour Organization.

b. *Sleeping Room*

Luas lantai didasarkan pada BRT (Bruto Register Tonnage) atau *gross tonnage* kapal adalah 1721 Ton Persyaratan :

- 1) Tidak boleh ada hubungan langsung di dalam ruang tidur dan ruang untuk palkah, ruang mesin, dapur, ruang cuci untuk umum, *WC*, *lamp room*, *paint room*, dan *drying room*(ruang pengering).
- 2) Ruang tidur harus diletakan diatas garis air muat di tengah atau di belakang kapal. Bila keadaan tak memungkinkan, ruang tidur boleh di letakkan di bagian depan kapal, tetapi tidak di depan sekat tubrukan.
- 3) Luas lantai untuk ruang tidur per orang : untuk kapal > 3000 BRT yaitu 2,78 m.
- 4) Tinggi ruangan dalam keadaan bebas adalah 1900 mm.
- 5) Ruang tidur perwira diusahakan satu kamar untuk satu orang (*master*, *chief officer*, *chief engineer*, *chief steward*, *radio officer*).
- 6) Bintara (*petty officer*) untuk satu kamar bisa untuk dua orang *max*.
- 7) Kelasi dapat satu kamar bisa untuk 3 orang untuk kapal-kapal biasa.
- 8) Ukuran tempat tidur :
 - Ukuran minimal : (1900 x 680) mm²
 - Jarak tempat tidur tak boleh di letakan berjajar, sehingga tak ada jarak cukup diantaranya.
 - tempat tidur tidak boleh lebih dari dua susun, dengan tempat tidur bawah jaraknya minimal 300 mm dari lantai, untuk tempat tidur atas terletak di tengah tempat tidur bawah dan langit-langit.
 - Tempat tidur tidak boleh di letakan memanjang kapal, apabila tersusun dua di mana side lighth terpasang di situ, jadi hanya boleh satu tempat tidur saja.

9) *Sleeping room* tidak boleh diletakan memanjang kapal, *sleeping room* untuk *radio officer/ operator*, harus mempunyai ruang tidur yang letak dan keadanya sesuai dengan tugasnya di kapal. Bila ada *auto alarm*, *sleeping room* untuk *radio officer* harus cukup dekat dengan *radio room* dan dapat dicapai dalam waktu 30 detik. Jarak horizontal 50 yard ~ 30 detik, bila ada tangga, Jarak vertikal di kalikan 3 (Jarak datarx3).

c. *Mess Room*

Persyaratan :

- 1) Setiap kapal harus punya *mess room accommodation* yang cukup.
- 2) Kapal berukuran > 1000 BRT harus dilengkapi dengan *mess room* yang terpisah antara lain :
 - *Master officer* (perwira)
 - *Petty officer* (bintara) *deck department* dan *engine department*
 - Tingkatan lain *department* dan *engine department*

Untuk *catering department* bisa menggunakan fasilitas *mess room* tersebut, tetapi untuk kapal > 500 BRT dengan *crew catering department* lebih 5 orang harus dipertimbangkan adanya *mess room* terpisah.

- 3) *Mess room* harus dilengkapi dengan meja, kursi dan perlengkapan lain yang bisa menampung keseluruhan *crew* kapal pada saat yang bersamaan (jumlah *crew* = jumlah kursi).

d. *Sanitary Accomodation*

Ketentuan untuk *sanitary accomodation* :

- 1) Setiap kapal harus dilengkapi dengan *sanitary accomodation*, minimal 1 *toilet*, 1 *wash basin* dan 1 *bath tub/shower* untuk 8 orang ABK.
- 2) Untuk kapal $\geq$ 1000 BRT, harus dilengkapi minimal 4 WC.

3) Pada radio room harus terdapat *sanitary accomodation*.

e. *Hospital Accomodation*

Ketentuan dalam merencanakan *hospital accomodation* :

- 1) Kapal dengan ABK lebih dari 15 orang dan berlayar lebih dari 3 hari maka harus dilengkapi dengan *hospital accomodation*.
- 2) Fasilitas sanitair untuk ruang ini harus disediakan tersendiri.

f. Tempat Ibadah (Musholla)

Pada kapal ini disediakan satu ruangan Musholla untuk sholat berjama'ah yang dapat menampung 4 orang.

g. Ruang Navigasi

Terdiri dari *chart room*, *wheel house* dan *radio room* yang terletak pada tempat yang tertinggi pada bangunan atas kapal

1) *Wheel House*

Pandangan *wheel house* ke arah depan dan samping tidak boleh terganggu dan garis pandang ke arah haluan harus memotong garis air tidak boleh $> 1,25$ panjang kapal.

2) *Chart Room*

- Diletakan di belakang *wheel house*
- Ukurannya tidak boleh $< 8 \times 8$ ft (2,4 x 2,4 m)
- Antara chart dengan *wheel house* dihubungkan *sliding door*.

3) *Radio Room*

- Luasnya tidak boleh < 120 sqft = 11,15 m².
- Ditempatkan setinggi mungkin di atas kapal, terlindung dari air, tidak ada gangguan suara dan terpisah dari kegiatan lain.
- Radio room harus dihubungkan dengan *wheel house*.

h. Ruangan lain yang direncanakan

- 1) *Cargo control room.*
- 2) *Steering gear compartement.*
- 3) ESEP (*Emergency Source Electric Power*) pada *bridge deck*
- 4) *Store (rope store, boatswain store, lamp store, electrical store, paint store)* diletakan pada *main deck*.
- 5) *Dry provision store room*, harus diletakkan dekat dengan dapur atau *pantry*.
- 6) *Cold provosion store room* yang terdiri dari :

- *Meat room (max 180F)*
- *Vegetable room (max 350F)*

Luas *provision store room* $\pm 0,8 - 1 \text{ m}^2$ / orang dan untuk *cold store room* adalah $1/3 - 1/2$ darinya.

7) *Ship Officer*

Pada kapal berukuran $> 3000 \text{ BRT}$ harus dilengkapi dengan satu ruangan untuk *deck departement* dan *engine departement*.

8) *Galley*

Dengan ketentuan :

- Diletakkan berdekatan dengan *mess room*, bila jauh harus ada *pantry* untuk tempat penyimpanan dan memanaskan masakan.
- Harus terhindar dari asap dan debu.
- Harus ada penerangan, sirkulasi udara, perawatan dan perbaikan.
- Tidak boleh ada bukaan ke *sleeping room*. Luas *galley* adalah $0,5 \text{ m}^2$ / orang, sehingga luasnya = 11 m^2

9) *Pantry, Laundry, CO2 room, Foam Tank room, Library*

V.5.5 Perencanaan Tangki

a. Tangki *Fuel Oil*

Tangki bahan bakar (*Fuel oil tank*) diletakkan di *double bottom* panjang *Fuel Oil Tank* 16 jarak gading ($a_0 = 0,6$ m) [66 m], di antara gading no.38 s/d 62.

b. Tangki *Fuel Oil* Mesin Bantu

Tangki bahan bakar mesin bantu (*Fuel oil AE tank*) diletakkan di *double bottom* panjang *Fuel Oil AE Tank* 2 jarak gading ($a_0 = 0,6$ m) [12 m], di antara gading no.28 s/d 30.

c. Tangki Minyak Pelumas (*Lubricant Oil*)

Tangki minyak lumas diletakkan di dasar ganda kamar mesin sepanjang 1 jarak gading normal (a_0) diantara gading no.27 s/d 28.

d. Tangki Air Tawar

Tangki air tawar diletakkan di dasar ganda kamar mesin sepanjang 18 jarak gading normal (a_0) diantara gading no.47 s/d 65.

e. Tangki *Ballast* IV

Tangki *ballast* IV diletakkan di dasar ganda sepanjang 20 jarak gading normal (a_0) di antara gading no. 65 s/d 85.

f. Tangki *Ballast* III

Tangki *ballast* III diletakkan di dasar ganda sepanjang 19 jarak gading normal (a_0) di antara gading no. 85 s/d 104.

g. Tangki *Ballast* II

Tangki *ballast* II diletakkan di dasar ganda sepanjang 20 jarak gading normal (a_0) di antara gading no. 104 s/d 124.

h. Tangki *Ballast* I

Tangki *ballast* I diletakkan di dasar ganda sepanjang 19 jarak gading normal (a_0) di antara gading no. 124 s/d 143

V.5.6 Perlengkapan Navigasi dan Komunikasi

a. Perlengkapan navigasi

1) Lampu navigasi

a) *Mast Head Light*/Lampu Tiang

- Warna putih
- Sudut penerangan 2250
- Diletakkan disisi depan tiang dan harus dapat dilihat jarak 5 mil
- Letaknya $0.5 \text{ Loa} < 12 < 100 \text{ m}$
- Tinggi 15 sampai 40 feet
- *Mast head light* ini ada 2 lampu yaitu *fore mast light* dan *after mast head light*
- Sudut sinar 2250
- Berfungsi agar tidak terjadi tubrukan pada saat kapal berlayar (untuk mengetahui arah gerakan kapal)

b) *Anchor Light*/Lampu Jangkar

- Warna putih
- Sudut penerangan 3600
- Dipasang pada saat lego jangkar (kalau siang dipasang bohlam hitam)
- Letaknya $L \leq 0.25 \text{ Loa}$ atau $\leq 20.337 \text{ m}$
- Tinggi dari *main deck* 23 feet = 7 m

c) *Side Light*/Lampu Samping

- Sudut penerangan 112.50
- Pada sisi kanan kapal (*Port side*) berwarna merah
- Pada sisi kiri kapal (*starboard*) berwarna hijau
- Diletakkan pada bagian atas geladak *whell house*
- Sudut sinar 112,50
- Tinggi lampu dari geladak utama (h3)

d) *Stern Light*/Lampu Buritan

- Warna putih
- Sudut penerangan 1350
- Diletakkan pada buritan kapal
- Tingginya kurang dari *anchor light*

e) *Morse Signal Lamp*/Lampu Morse

- Lampu yang digunakan untuk mengirim isyarat morse
- Harus bisa digunakan pada siang atau malam hari.

f) *Flood Light*/Lampu Pancar

- Lampu yang terletak pada ujung kapal
- Arah sinarnya dapat diatur

g) *Search Lamp*/Lampu Sorot

Lampu dengan *reflektor* yang dipasang pada anjungan kapal yang dipergunakan untuk menerangi suatu objek pada jarak yang jauh pada kapal.

h) *Boat Deck Light*/Lampu Geladak Sekoci

Lampu yang dipergunakan untuk pada malam hari apabila kapal dalam keadaan darurat.

i) *Daylight Signal Lamp*/Lampu Isyarat Siang Hari

Lampu dikapal yang berfungsi untuk mengirim isyarat pada siang hari.

2) Peralatan navigasi lainnya

a) *Bell*

Digunakan sebagai tanda untuk menyatakan waktu pergantian jaga pada *crew*, kadang-kadang dipakai sebagai peringatan keadaan berbahaya.

b) *Fog Horn*/Terompet Kabut

Biasanya dibunyikan dengan memakai uap, udara atau ditiup.

c) *Black Ball*/Bola Jangkar

Sebagai tanda bahwa kapal sedang turun jangkar yang terlihat pada siang hari dengan menggunakan plat bulat berdiameter 2 feet yang dibuat tegak lurus satu sama lain.

d) *Signal Flag*/Bendera Isyarate) *National Flag*/Bendera nasionalf) *Rocket or socket signal 12 bh, Signal code book*, Daftar dari kapal-kapal niagag) *Termometer (for sea water), barometer, binocular*/teropong,h) *Hand lead* tidak kurang dari 3,2 kg (berikut tali-talinya tidak boleh kurang dari 46 m), dan *deep sea lead* tidak kurang dari 12,7 kg (dan tali-talinya tidak kurang dari 230 m.i) *Deep Sea Sounding Machine*.j) *Sextant*/sektan, alat astronomi jinjing yang dipergunakan untuk mengukur sudut dengan bantuan cermin.k) *Magnetic Compas*, yang diletakkan di geladak navigasi dan posisinya kesemua arah.

b. Peralatan Komunikasi

1) *Telegraph*

Berupa *telegraph* kamar mesin, *Telegraph* rumang kemudi, geladak dan *telegraph* jangkar.

2) *Voice Tube*, peralatan ini biasanya terbuat dari pipa yang digalvanis, pipa suara digunakan untuk jarak pendek dengan diameter 38 m/m, sedangkan jarak panjang 50 atau 64 m/m.

3) *Telephone* dan bel pemanggil (*Calling bell*)

Telephone yang dipakai umumnya sama dengan *telephone* yang dipakai di darat. Biasanya digunakan pada kapal barang modern.

Calling bell umumnya dipasang pada *catering service*, dimana bell dipencet pada kamar-kamar penumpang, *public room*, kamar mandi, kamar perwira, dsb.

V.5.7 Perancangan *Propeller* dan Kemudi

a. *Propeller*

diameter *propeller* (DP)

$$\begin{aligned} DP &= 0,6 \times T \\ &= 4,74 \text{ m} \end{aligned}$$

diameter bos poros (Db)

$$\begin{aligned} Db &= 1/6 \times Dp \\ &= 0,79 \text{ m} \end{aligned}$$

jarak dasar sampai bos poros *propeller*

$$\begin{aligned} &= (0,045 \times T + 0,5 \times Dp) \\ &= 2,7255 \text{ m} \end{aligned}$$

jarak Ap sampai bos poros *propeller*

$$\begin{aligned} &= 0,0266 \times l_{pp} \\ &= 3,346014 \text{ m} \end{aligned}$$

luas *propeller*

$$\begin{aligned} &= 0,6 \times Dp \\ &= 2,844 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

rongga *propeller*

$$\begin{aligned} a &= 0,1 \times Dp \\ &= 0,474 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Sepatu Kemudi

tinggi sepatu kemudi

$$= 0,09 \times T$$

$$= 0,711 \text{ m}$$

panjang sepatu kemudi

$$= 0,07 \times T$$

$$= 0,553 \text{ m}$$

c. Daun Kemudi

Luas daun kemudi

dari "*Det Nouré Veritas*" didapat rumus untuk menghitung luas daun kemudi sebagai berikut:

$$A = C1 \times C2 \times C3 \times C4 \times 1,75 \times L \times T / 100$$

$$C1 = 1 \text{ (in general)}$$

$$C2 = 1 \text{ (in general)}$$

$$C3 = 1 \text{ (for NACA- profils and plate rudder)}$$

$$C4 = 1,5 \text{ (for rudder outside the propeller jet)}$$

$$A = 26,08570125 \text{ m}^2 \sim 26 \text{ m}^2 \text{ (dibulatkan)}$$

luas bagian balansir kemudi (A')

$$= 23\% \times 18$$

$$= 5,98 \text{ m}$$

tinggi kemudi (h)

$$h = 0,7 \times T$$

$$= 5,53 \text{ m}$$

lebar kemudi (b)

$$b = A/h$$

$$= 4,701627486 \text{ m}$$

lebar bagian balansir(b')

$$\begin{aligned} b' &= A'/h \\ &= 1,081374322 \text{ m} \end{aligned}$$

tinggi poros(t)

$$\begin{aligned} t &= 0,4 \times T \\ &= 3,16 \end{aligned}$$

Sudut kecondongan *propeller* (120 – 150).

• Gaya Kemudi

Dari BKI vol II 2006 diperoleh rumus sebagai berikut:

$$CR = 132 \times A \times v^2 \times K1s \times K2 \times K3 \times Kt \quad (N)$$

$$K1 = \text{Coefisien, diperoleh dari rumus}$$

$$= (\Delta + 2)/3$$

$$\Delta = b^2/At$$

$$= 0,850203885$$

$$K1 = 0,950067962$$

$$K2 = \text{Coefisien berdasarkan type kemudi}$$

untuk tipe kemudi NACA maka:

$$K2 = 1,1$$

$$K3 = \text{koefisien berdasarkan letak kemudi}$$

untuk kemudi tepat dibelakang *propeller*

$$= 1$$

$$Kt = 1 \quad (\text{normal})$$

maka

$$CR = 569423,9474$$

$$= 569,4239474 \text{ KN}$$

· Momen Torsi Kemudi

$$Q_R = C_R \times r \quad (\text{Nm})$$

dimana

$$r = c (\mu - k_b) \quad (\text{m})$$

$$c = \text{lebar kemudi} = 3,629 \text{ m}$$

$$\mu = 0,33$$

$$k_b = \text{faktor } balance$$

$$= 0,079615385$$

$$r = 0,908645769 \text{ m}$$

$$Q_R = 517,4046607 \text{ KNm}$$

Diameter Tongkat Kemudi

$$D_t = 4,23 \sqrt{Q_R / k_r} \quad (\text{mm})$$

$$k_r = \left(\frac{ReH}{235} \right)^{0,75} = \left(\frac{235}{235} \right)^{0,75} = 1$$

$$ReH = \text{tegangan } yield \text{ material}$$

$$= 235 \text{ N/mm}^2$$

$$= 33,71781337$$

Steering gear

$$N_m = 1,4 \cdot Q_R \cdot N_{rs} / 103 \cdot N_q$$

$$N_{rs} = t/3T \quad ; t = 350 \quad ; T = 25 \text{ detik}$$

$$N_q = 0,1 \sim 0,35 \text{ diambil harga } 0,1$$

$$N_m = 346,313 \text{ HP} = 350 \text{ HP}$$

V.5.8 Pintu, Jendela dan Tangga

Reff: Practical Shipbuilding III B

a. Pintu

- 1) Untuk ke luar lebarnya: 600 ~ 750 mm, direncanakan 700 mm.
- 2) Untuk kabin lebarnya: 640 ~ 660 mm., direncanakan 650 mm
- 3) Tinggi dari deck: 1850 ~ 1950 mm, direncanakan 1900 mm.
- 4) Tinggi ambang untuk kabin: 120 ~ 200 mm, direncanakan 150 mm.
- 5) Tinggi ambang untuk keluar: 300 ~ 450 mm, direncanakan 300 mm

b. Jendela

- 1) Jendela *boat deck* dan *navigation deck* berbentuk segiempat dengan ukuran 350 x 500 mm.
- 2) Jendela untuk *wheel house*
Berdasarkan *simposium on the design of ship bridges*;
 - Bagian depan harus membentuk sudut 15° keluar.
 - Sisi bawah jendela harus 1,2 ~ 2 m di atas deck.
 - Jarak antara sesama jendela tidak boleh lebih dari 100 mm
- 3) Jendela pada main deck dan poop deck berbentuk lingkaran dengan diameter 400 mm.

c. Tangga

- 1) Lebar tangga di luar bangunan minimal: 750 ~ 900 mm, direncanakan 800 mm.
- 2) Lebar tangga di dalam bangunan minimal 520 mm, direncanakan 700 mm.
- 3) Pegangan di luar bangunan minimal: 950 ~ 1600 mm, direncanakan 1000 mm.
- 4) Tinggi pegangan di dalam bangunan minimal 830 mm, direncanakan 1000 mm.
- 5) Jarak anak tangga 200 mm.
- 6) Ukuran standar tangga menurut *Japan Ship Design Standard*:

- Tangga eksterior dan interior
Lebar tangga: 500 ~ 700 mm.
Kemiringan: $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$
- Anak tangga: $180 \times 10 \text{ mm}^2$; $180 \times 9,5 \text{ mm}^2$
- *Vertikal Ladder*
 - Lebar : 250 ~ 300 mm.
 - Jarak antar anak tangga : $250 \times 350 \text{ mm}$.
 - Anak tangga: $65 \times 9 \text{ mm}^2$
- *Port Gang Way (Accommodation Ladder)*
 - Lebar minimum: 600 mm
 - Sudut kemiringan 45° , diukur pada keadaan *ballast* waterline.
 - Sarat kapal kosong (T_o) = 7,90 m
 - Panjang *port gangway* (l)

$$l = H - T_o / \sin 55^{\circ}$$

$$H = \text{Tinggi kapal} + \text{tinggi poop} = 13,12 \text{ m}$$

$$l = 13,12 - 7,48 / \sin 55^{\circ}$$

$$= 3,98 \text{ m}$$

Dipasang pada sisi kanan lambung kapal menggantung pada *poop deck*.

V.5.9 Perencanaan *Bulwark* dan *Rail*

a. *Bulwark*

Berdasarkan peraturan BKI 2006.

- 1) Tinggi bulwark min 1 m. Direncanakan tinggi bulwark 1 m.
- 2) Dipasang di tepi geladak dengan fungsi:
 - Menjamin keselamatan penumpang dan ABK.
 - Mencegah basahanya benda-benda di atas geladak akibat gerakan oleng kapal.

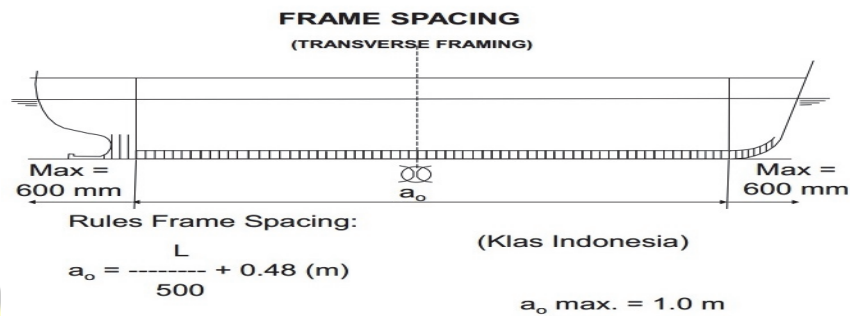
b. *Rail*

- 1) *Railing* dipasang ditempat dimana pemasangan bulwark tidak begitu penting.

- 2) Berjarak 2 kali jarak gading normal (a_0).
- 3) Pada pelat bilah jarak pipa datar 300 mm.
- 4) Ketinggian railing dari atas geladak sebesar 1,07 m.
- 5) Pipa railing teratas lebih besar daripada pipa yang lainnya.

V.5.10 Penentuan ruang sekat dan ruang muat

Penentuan sekat-sekat melintang kapal (*transverse bulkhead*)



Gambar 5.20 *Frame Spacing*

Jarak gading (*Frame spacing*)

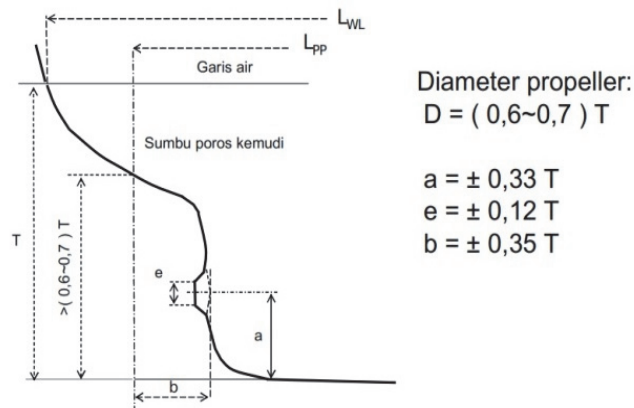
$$a = (l_{pp}/500) + 0,48$$

$$a = 0,73 \text{ m} \sim 0,7 \text{ m}$$

Menentukan Bulkhead menurut BKI 2009 , Volume II . Maka:

Tabel 5.62 Penentuan, Diameter, Poros, dan Jarak Propeller

Dimensi	Rumus	Hasil
D	$0,7 \times T$	5,53 m
a	$0,34 \times T$	2,61 m
e	$0,13 \times T$	1,03 m
b	$0,34 \times T$	2,69 m



Gambar 5.21 Linggih Buritan

$$\begin{aligned}
 \text{stern bosh dari AP} &= 2,69\text{m} \\
 &= 2,69/\text{jarak gading}(0.6) \\
 &= 4,477324482 \sim 4 \text{ jarak gading} \\
 \text{SB} &= (5 + 4) Jg \times 0,6 \\
 &= 5,4 \text{ m (dari AP; 9 jg)}
 \end{aligned}$$

Sekat Haluan / Sekat Tubrukan (*Forepeak Bulkhead/Collision Bulkhead*) $0,05 \text{ LPP} \leq \text{Jarak Sekat Haluan} \leq 0,08 \text{ LPP}$, dari FP

$$\begin{aligned}
 \text{SH} &= 0,08 \times \text{LPP} \\
 &= 10,06305468 \\
 &= 10,06305468/\text{jarak gading}(0.6) \\
 &= 16,7717578 \sim 17 \text{ jarak gading}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SH} &= 17(\text{jg}) \times 0,6 \\
 &= 10,2 \text{ m (dari FP ; 17Jg)}
 \end{aligned}$$

Sekat Kamar Mesin (*Engine Room Bulkhead*) $17\% \text{ LPP} \leq \text{Jarak Sekat Kamar Mesin} \leq 20\% \text{ LPP}$, dari AP

$$\begin{aligned}
 \text{SKM} &= 20\% \times \text{LPP} \\
 &= 25,1576367 \\
 &= 25,1576367 - (\text{SB}) \\
 &= 19,7576367 \\
 &= 19,7576367 / \text{jarak gading}(0.7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 28,22519528 \sim 28 \text{ jarak gading} \\
 \text{SKM} &= 28 \text{ (JG)} \times 0,8 \\
 &= 19,6 \text{ m (dari SB ; 28jg)}
 \end{aligned}$$

Sekat Ruang Muat

Menurut LR jumlah sekat untuk kapal :

- $86,9 \text{ m} \leq L \leq 102,1 \text{ m} \rightarrow 5 \text{ sekat}$
- $102,1 \text{ m} \leq L \leq 123,4 \text{ m} \rightarrow 6 \text{ sekat}$
- $123,4 \text{ m} \leq L \leq 143,3 \text{ m} \rightarrow 7 \text{ sekat}$
- $143,3 \text{ m} \leq L \leq 164,6 \text{ m} \rightarrow 8 \text{ sekat}$
- $164,6 \text{ m} \leq L \leq 185,9 \text{ m} \rightarrow 9 \text{ sekat}$

Gambar 5.22 Penentuan Jumlah Sekat

Maka Jumlah Sekat Ruang Muat Yang Didapat:

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ SRM} &= 7 \text{ Sekat} - (\text{Sh} + \text{SB} + \text{SRM}) \\
 &= 4 \text{ sekat ruang muat} \\
 &= 5 \text{ ruang muat}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Ruang Muat} &= \text{LPP} - (\text{p.SB} + \text{p.SRM} + \text{p.SH}) \\
 &= 90,59 \text{ m} / (\text{dibagi } 6 \text{ RM}) \\
 &= 18,1176367 / \text{jarak gading}(0.8) \\
 &= 22,64704587 \sim 23 \text{ jarak gading}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Ruang Muat 1,2,3,4} &= 23 \text{ (JG)} \times 0,8 \\
 &= 16,1 \text{ m (} 23 \text{ jg)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sisa Ruang Muat} &= \text{P} - 5(\text{RM}) \\
 &= 26,18818348 / \text{jarak gading}(0.8) \\
 &= 37,41169069 \sim 37 \text{ jarak gading}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Ruang Muat 6} &= 37 \text{ (JG)} \times 0,8 \\
 &= 25,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$= 26,18 \text{ m (37jg)}$$

Menentukan bangunan atas kapal (*Forecastledeck & PoopDeck*)

Panjang *ForecastleDeck* = Jarak Sekat Haluan

$$= 10,2 \text{ m}$$

Tinggi *ForecastleDeck* = $\pm 2,4 \sim 2,5$ meter

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

Panjang *PoopDeck* = Jarak SKM+ Jarak SB

$$= 25 \text{ m}$$

Tinggi *PoopDeck* = $\pm 2,4 \sim 2,5$ meter

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

V.5.11 Peralatan Tambat

a. Jangkar dan rantai jangkar

Pemilihan perlengkapan kapal seperti jangkar, rantai jangkar dan alat-alat tambat lainnya tergantung dari angka penunjuk (*equipment number*). Menurut BKI *volume II 2014 section 18.B*. angka penunjuk dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = D^{2/3} + 2hB + \frac{A}{10}$$

dimana: D = *Displacement* (ton) = 14288,376 ton

$$h = \text{free board} + \text{tinggi bangunan atas} = (8,26 - 6,78) + (2,4 \times 4) = 11,08\text{m}$$

A = Luas bidang lateral dari badan dan bangunan atas yang berada di atas garis air

- Lambung Kapal	= (H – T) x Lwl	
	= (10,72-7,90)x129,56=	365,359 m ²
- Bangunan Atas (F'Cle)	= 10,14 x 2,4	= 24,336 m ²
- Bangunan Atas (Poop)	= 13,88 x 2,4	= 33,8672 m ²
- Geladak <i>Boat</i>	= 11,08 x 2,4	= 26,592 m ²
- Geladak <i>Compass</i>	= 8,28 x 2,4	= 19,872 m ²
- Geladak Navigasi	= 5,48 x 2,4	= 13,152 m ³
		= 271,1916 m ²

Maka: $Z = 8674,16^3 + (2 \times 11,08) \times 16,37 + (271,1916/10)$

$$Z = 812,04729$$

Dari BKI volume II 2014 section 18 tabel 18.2 untuk angka penunjuk Z seperti dibawah ini

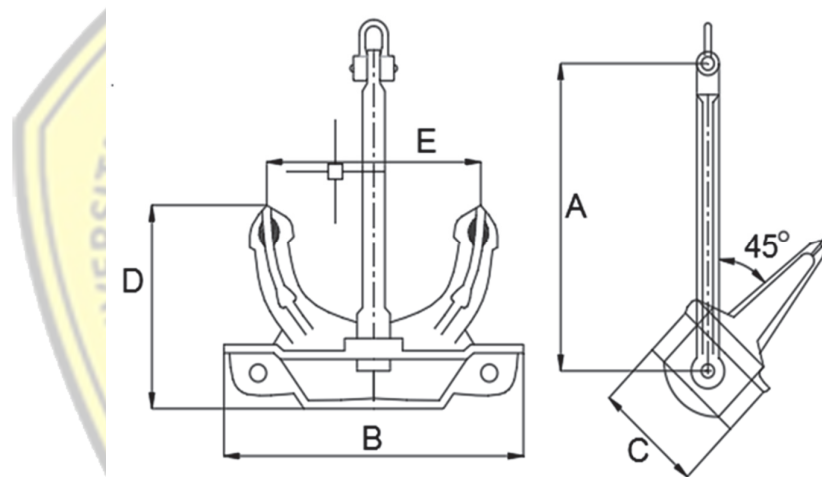


Tabel 5.63 Penentuan, Jangkar dan Peralatan Tambat

No. for Reg.	Equipment numeral Z_1 or Z_2	Stockless anchor			Stud link chain cables							Recommended ropes			
		Bower anchor		Stream anchor	Bower anchors				Stream wire or chain for stream anchor		Towline		Mooring ropes		
		Num-ber	Mass per anchor [kg]	Total length [m]	Diameter			Length [m]	Br. load ²⁾ [kN]	Length [m]	Br. load ²⁾ [kN]	Num-ber	Length [m]	Br. load ²⁾ [kN]	
					d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	d ₃ [mm]								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
101	up to	2	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35
102	50 -	2	180	60	220	14	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35
103	70 -	2	240	80	220	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40
104	90 -	2	300	100	247,5	17,5	16	16	85	80	180	100	3	110	40
105	110 -	2	360	120	247,5	19	17,5	17,5	90	90	180	100	3	110	45
106	130 -	2	420	140	275	20,5	17,5	17,5	90	100	180	100	3	120	50
107	150 -	2	480	165	275	22	19	19	90	110	180	100	3	120	55
108	175 -	2	570	190	302,5	24	20,5	20,5	90	120	180	110	3	120	60
109	205 -	2	660		302,5	26	22	20,5			180	130	4	120	65
110	240 -	2	780		330	28	24	22			180	150	4	120	70
111	280 -	2	900		357,5	30	26	24			180	175	4	140	80
112	320 -	2	1020		357,5	32	28	24			180	200	4	140	85
113	360 -	2	1140		385	34	30	26			180	225	4	140	95
114	400 -	2	1290		385	36	32	28			180	250	4	140	100
115	450 -	2	1440		412,5	38	34	30			180	275	4	140	110
116	500 -	2	1590		412,5	40	34	30			190	305	4	160	120
117	550 -	2	1740		440	42	36	32			190	340	4	160	130
118	600 -	2	1920		440	44	38	34			190	370	4	160	145
119	660 -	2	2100		440	46	40	36			190	405	4	160	160
120	720 -	2	2310		467,5	50	44	38			190	480	4	170	185
121	780 -	2	2460		467,5	52	46	40			190	510	4	170	195
122	840 -	2	2640		495	54	48	42			190	560	4	170	215
123	910 -	2	2850		495	56	50	44			200	600	4	180	230
124	980 -	2	3060		495	58	50	46			200	645	4	180	250
125	1060 -	2	3300		522,5	60	52	46			200	690	4	180	270
126	1140 -	2	3540		522,5	62	54	48			200	740	4	180	285
127	1220 -	2	3780		522,5	64	56	50			200	785	4	180	305
128	1300 -	2	4050		550	66	58	50			200	835	4	180	325
129	1390 -	2	4320												

Berdasarkan berat jangkar maka dipilih jangkar berengsel dan tanpa tongkat dari tipe *Hall Anchor* dan gambar dengan ukuran sebagai berikut :

Merk	=	<i>Wortelboer</i>
Type	=	<i>Hall Anchor</i>
Berat	=	3300 kg
A	=	2120 mm
B	=	1483 mm
C	=	667 mm
D	=	1367 mm
E	=	1076 mm



Gambar 5.23 Jangkar

Rantai jangkar

Panjang total : 495 m

D1 = 58 mm

D2 = 50 mm

D3 = 46 mm

Dipilih rantai jangkar dengan diameter 50 mm dengan ukuran sebagai berikut

b. Mesin jangkar

Windlass digunakan untuk mengencangkan (*heave up*) dan mengarea (*slack away*) dari pada tali-tali tambat kapal, sedangkan *fairlead* digunakan untuk mengatur arah dan mengurangi gesekan tali-tali tambat. Sedangkan *bollard* digunakan untuk mengikatkan, mematikan, mengatur arah tali-tali tambat. Pada gambar dibawah ini dijelaskan berbagai macam *fairlead* dan *bollard* serta susunan mooring arrangement pada bagian *forecastle*.

Menurut BKI volume III 2006 bab 14.B.4.11 derek jangkar harus mampu menghasilkan tenaga angkat atau tarik nominal sebesar:

$$Z = 42,5 d^2$$

Dimana: Z = gaya angkat/tarik nominal (kg).

d = diameter rantai jangkar = 50 mm

maka:

$$\begin{aligned} Z &= 42,5 \times 50^2 \\ &= 106250 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tenaga penggerak yang dibutuhkan pada kecepatan rata-rata 9 m/menit adalah:

$$E = \frac{Z \times v}{75 \times 60 \times \eta}$$

dimana: E = tenaga penggerak yang dibutuhkan (HP)

Z = Gaya angkat/tarik nominal (kg)

V = Kecepatan rata-rata 9 m/menit.

η = efisiensi = 0,7

maka:

$$\begin{aligned} E &= \frac{106250 \times 9}{75 \times 60 \times 0,7} \\ &= 303,57 \text{ HP} \end{aligned}$$

Dari "Practical Shipbuilding III B" untuk diameter rantai jangkar 50 mm diperoleh spesifikasi mesin jangkar sebagai berikut:

- Type : Electric Windlass type EAH-3

- *Pulling force* : 9025 kg
- Kecepatan : 7,5 m/menit
- Motor : 303,57 HP

Windlass dibuat sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Mampu menarik jangkar beserta rantainya meskipun jangkarnya tertancap dalam didasar laut.
- Dapat menarik setiap rantai, maupun kedua-duanya dalam waktu yang bersamaan.
- Dapat melepaskan setiap rantai maupun kedua-duanya dalam waktu yang bersamaan.
- Kecepatan pada waktu melepaskan harus dapat diatur pada setiap sisi rantai (kiri atau kanan).
- Dapat menarik rantai dan bersamaan dengan itu melepaskan yang lainnya.

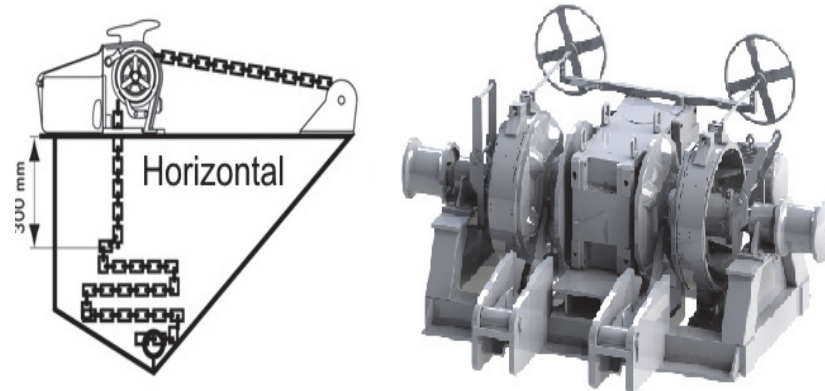
Pemilihan *windllas* dilihat dari segi ukurannya tergantung dari beberapa hal antara lain:

1. Ukuran kapal
2. *Service* dari kapal
3. Berat jangkar dan rantai jangkar
4. *Losses* akibat gelombang air
5. *Losses* akibat gesekan dari *hawspipe* (30%-40%)

Type windlass yang mempunyai poros (poros dari *wildcat*, *gearbox* utama, dan *gypsy head*) yang horizontal dengan *deck kapal*.

Windlass horizontal digerakan oleh motor hidrolis dan motor listrik ataupun oleh mesin uap. *Windlass* jenis ini lebih murah dalam pemasangannya tapi dibutuhkan perawatan yang lebih sulit karena permesinannya yang berada diatas *deck* dan

terkena langsung dengan udara luar dan gelombang seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.24 Mesin Jangkar

c. *Chain Locker* (kotak rantai)

Ketentuan-ketentuan dari *chain locker*:

- umumnya didalamnya dilapisi dengan kayu untuk mencegah suara berisik pada saat lego/hibobo jangkar.
- Dasar dari *chain locker* dibuat berlubang untuk mengeluarkan kotoran yang dibawa jangkar dari dasar laut. Dibawah dasar *chain locker* dilengkapi dengan bak dasar dari semen dibuat miring supaya kotoran mudah mengalir.
- Disediakan alat pengikat ujung rantai jangkar agar tidak hilang pada waktu lego jangkar.
- Harus ada dinding pemisah antara kotak rantai sebelah kiri dan kanan.

Volume kotak rantai ditentukan oleh volume dari rantai jangkar

$$\text{Volume chain locker (Vc)} = d^2 \times l / 183$$

$$\text{Diameter rantai jangkar (d) = 50 mm} = 1,968 \text{ inch}$$

$$\text{Panjang total rantai (l)} = 467,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang rantai tiap 100 fathoms} = 183 \text{ m}$$

$$Vc = 1,968^2 \times 467,5 / 183 = 9,89 \text{ m}^3$$

Untuk kelonggaran ditambah 10% sehingga

$$V_c = 1,1 \times 9,89 = 10,88 \text{ m}^3$$

$$\text{Chain locker direncanakan: } P \times l \times t = 3 \times 2 \times 2$$

V.5.12 Perlengkapan Bongkar Muat

a. Palkah

Palkah merupakan tempat laluan untuk memasukkan dan mengeluarkan muatan dari ruang muat (*Cargo Hold*) menuju ke peleabuhan atau sebaliknya, menurut *Ing. J.P. De Haan, dalam PRACTICAL SHIPBUILDING, handbook*, bahwa panjang lubang palkah (L) 63% dari panjang kompartement ruang muat dan lebarnya (w) 60% lebar kapal.

Untuk ruang muat dimensi lubang palkahnya adalah :

$$L = 63\% \text{ L kompartement}$$

$$W = 60\% B$$

Panjang ruang muat

$$\text{Ruang muat 1-2} = 24,5 \text{ m}$$

$$\text{Ruangmuat 3} = 24,4 \text{ m}$$

$$L = 15,435$$

$$W = 9,822$$

b. Perencanaan *Cargo Handling* (Derrick Boom)

Berdasarkan Marine Auxiliary Machinery and System oleh M.Khetagurov. Peralatan deck crane, boom, dan winch untuk keperluan bongkar muat pada sebuah kapal harus memenuhi kriteria berikut :

- Kapasitas angkut muatan yang besar
- Pengoperasiannya tidak memerlukan banyak orang
- Dapat dioperasikan sewaktu - waktu dimana kondisi boom siap terpasang untuk beroperasi secara terus - menerus di pelabuhan

Berikut perhitungan perencanaan *Derrick Boom*:

- Panjang Efektif dari *Boom* (l_b)

R: Jarak *derrick boom* yang keluar dari lambung = 6 m

bt : Jarak tiang *mast* dari tepi kapal B/2 (m)

$$l_b = \frac{(R + bt)}{\sin \alpha}, m$$

$$= (6 + (16,37/2)) / \sin 60^\circ$$

$$= 16,3794 \text{ m}$$

- Panjang Tiang *Mast* (H):

$$H = 0.7 \times l_b \text{ m}$$

$$= 0.7 \times 16,3794$$

$$= 11,4656 \text{ m}$$

- Diameter Tiang *Mast* (D):

Modulus penampang tiang *mast* dengan satu *derrick boom*

(W_1) :

$$W_1 = 0.1 \times (P_m \times d) \text{ m}^3$$

Modulus penampang tiang *mast* dengan dua *derrick boom*

(W_2) :

$$W_2 = 0.1 \times (P_{m1} \times d_1 + P_{m2} \times d_2) \text{ m}^3$$

Dimana :

$$P_m : \text{beban yang diangkut} = P$$

$$= 12500 \text{ Kg}$$

$$d : \text{jarak yang dicapai boom} = (2/3 \times L) + L_m$$

$$= (2/3 \times 15,43) + 4.4$$

$$= 14,69 \text{ m}$$

Untuk satu tiang *mast* dengan dua *derrick boom* dimana modulus penampangnya adalah:

$$W_2 = 0,1 \times (P_{m1} \times d_1 + P_{m2} \times d_2) ; \text{ karena } P_{m1} = P_{m2} \text{ dan } d_1 = d_2$$

Maka :

$$\begin{aligned} W &= 0,1 \times 2(P_m \times d) \\ &= 0,1 \times 2(12500 \times 14,69) \\ &= 36725 \end{aligned}$$

Sehingga untuk diameter tiang *mast* (D) adalah:

$$\begin{aligned} D &= \left(\frac{W}{0.0148} \right)^{1/3}, \text{cm} \\ &= (36725 / 0.0148)^{1/3} \\ &= 135.3838 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter dalam tiang } mast (d) &= 0,96 \times D, \text{m} \\ &= 0,96 \times 135,3838 \\ &= 131,070 \text{ m} \end{aligned}$$

V.5.13 *Capacity* Ruang Muat

Perhitungan ruang muat yang ada pada kapal *general cargo* ini untuk mengetahui *volume* setiap ruang muat yang berfungsi untuk menyimpan muatan yang di angkut oleh kapal tersebut.

Berikut perhitungan *capacity* ruang muat dengan muata berisi beras:

Tabel 5.64 Perhitungan Cargo Hold I

CARGO HOLD I										
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	1.00 mWL		2.00 mWL		3.00 mWL		S ys'	
			y = ys'	ys	y	ys	ys'	y = ys'		ys
A	0	1	6.06	6.06	6.70	26.79	6.24	39.092	38.888	242.504
B	1	4	7.36	29.44	7.02	28.08	7.420	29.68	171.420	1634.074
C	2	2	8.30	16.60	7.95	15.91	8.274	16.55	96.770	1132.861
D	3	4	8.14	32.57	8.40	33.60	8.647	34.59	201.556	2586.166
E	4	1	8.76	8.76	8.58	34.31	8.744	51.813	207.252	668.545
Sys			93.427		92.857		95.796	232.534	560.651	6264.149
s'			1		4		1			
Si/s js'			93.427		371.428		95.796	560.651		
it'			0		1		2			
Si/s js' it'			0.000		371.428		191.592	563.020		

Jarak ordinat horizontal (a) = 6.300 m

Tinggi sarat (d) = 2.820 m

Jarak ordinat vertikal (b) = 1.800 m

Berat jenis muatan (g) = 0.753 ton/m³ bernas

Jarak selok ke midship (e) = 57.548 m

PERHITUNGAN TANGKI MUAT I

V = 2/9 x a x b x S/(ys' s)

W = V x g

OG = S/(ys' kn) / S/(ys' b x a + e)

KG = S/(ys' kn) / S/(ys' b x b + d)

Ixx = 2 x 1/3 x 1/3 x a x S/(s' s)

A = 2/3 x a x S/(ys)

Sx = 2 x 1/2 x 1/3 x a x S/(s' s)

Momen titik berat Y = Sx/A

Momen Inersia Pemakaian Cairan pada Tangki : Ixx' = Ixx - (A x Y²)

Ixx' dari kanan = 2 x Ixx'

1.40 mWL – 688 mWL					
Garis air	Berat	Vertikal		Horizontal	
		KG	Momen	OG	Momen
1.40 mWL – 688 mWL	1063.869	4.628	4923.16947	70.773	75292.9035
Total	1063.869		4923.16947		75292.9035

KG = 4.628 m

OG = 70.773 m

Ixx = 4489.206 m⁴

Tabel 5.65 Perhitungan Cargo Hold I



Tabel 5.69 Perhitungan Cargo Hold II

CARGO HOLD II																
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	500 mWL			600 mWL			700 mWL			S	S (y's)js	S (y's)jn	y ² y ² s	y ³ y ³ s
			s' = 1			s' = 4			s' = 1							
			y = ys'	y	ys	ys'	ys	y = ys'	ys	y = ys'	ys					
A	0	1	9.11	9.11	9.110	9.11	36.44	9.11	36.44	9.110	9.11	54.660	0.000	82.992	756.058	
B	1	4	9.11	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	36.44	9.110	36.44	54.660	218.640	331.968	3024.232	
C	2	2	9.11	18.22	9.110	18.22	36.44	9.110	18.22	36.44	9.110	54.660	218.640	165.984	1512.116	
D	3	4	9.11	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	36.44	9.110	36.44	54.660	218.640	331.968	3024.232	
E	4	1	9.11	9.11	9.110	9.11	36.44	9.110	9.11	36.44	9.110	54.660	218.640	82.992	756.058	
Sys			109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	655.920	1311.840	995.905	9072.696	
s'			1	4	1	4	1	4	1	4	1					
S(y's) s'			109.320			437.280			109.320			655.920				
n'			0			1			2							
S(y's) s'n'			0.000			437.280			218.640			655.920				

Jarak ordinat horizontal (a)	=	2.100 m
Tinggi sarat (d)	=	2.850 m
Jarak ordinat vertikal (b)	=	1.800 m
Berat jenis muatan (g)	=	0.753 ton/m ³
Jarak sekat ke midship (e)	=	35.375 m

PERHITUNGAN TANGKI MUAT II			
V	=	2/9 x a x b x S(y's) s'	550.97 m ³
W	=	V x g	414.88 ton
OG	=	S(y's)jn / S(y's)js x a + e	39.58 m
KG	=	S(y's)jn' / S(y's)js' x b + d	4.62 m
Ixx	=	2 x 1/3 x 1/3 x a x S(y's) s' ³	4233.92 m ⁴
A	=	2/3 x a x S(y's)	153.06 m ²
Sx	=	2 x 1/2 x 1/3 x a x S(y's) s' ²	697.13 m ³
Jarak titik berat Y = Sx/A	=		4.56 m
Momen Inersia Pemakaian Cairan pada Tangki :			
Ixx' = Ixx - (A x Y ²)	=		1058.48 m ⁴
Ixx kiri dan kanan = 2 x Ixx'	=		2116.96 m ⁴

1.40 mWL ~ 17.85 mWL			
Garis air	Berat	Vertikal	
		KG	Momen
1.40 mWL ~ 12.37 mWL	1363.185	4.620	6297.917
1.40 mWL ~ 17.85 mWL	414.883	4.620	1916.757
Total	1778.068		8214.674
KG = 4.62 m			
OG = 42.4552 m			
Ixx = 2116.962 m ⁴			

BERAT	KG	OG	Ixx
948.303	4.620	44.975	4838.771
1363.185	4.62	43.331722	2116.962
1778.068	4.62	42.4552	2116.962

Jumlah volume tangki :			
2361.312			

Tabel 5.70 Perhitungan Cargo Hold III

CARGO HOLD III													
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	1.00mWL			2.00mWL			3.00mWL			S	y ² s
			s ¹ = 1		y = ys ¹	s ¹ = 4		y = ys ¹	s ¹ = 1		y = ys ¹		
A	0	1	9.110	9.11	9.110	9.11	36.44	9.110	9.11	36.44	9.110	54.660	82.992
B	1	4	9.110	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	218.640	331.968
C	2	2	9.110	18.22	9.110	18.22	36.44	9.110	18.22	36.44	9.110	109.320	165.984
D	3	4	9.110	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	36.44	36.44	9.110	218.640	331.968
E	4	1	9.110	9.11	9.110	9.11	36.44	9.110	9.11	36.44	9.110	54.660	82.992
Σys			109.320			109.320			109.320			273.300	995.905
s ¹			1			4			1				
Σys ² js ¹			109.320			437.280			109.320			655.920	
Σys ² js ¹ n ¹			0.000			437.280			218.640			655.920	

Jarak ordinat horizontal (a) = 2.100 m

Tinggi sarat (d) = 2.820 m

Jarak ordinat vertikal (b) = 1.800 m

Berat jenis muatan (g) = 0.753 ton/m³ beras

Jarak selar ke midship (e) = 16.175 m

PERHITUNGAN TANGKUMUAT III

V = 2/9 x a x b x S y s¹ js¹ = 550.97 m³

W = V x g = 414.88 ton

OG = S y g² js¹ n¹ / S y s¹ js¹ x a x e = 20.38 m

KG = S y g² js¹ n¹ / S y s¹ js¹ x b + d = 4.62 m

Isx = 2 x 1/3 x a x S y g² js¹ = 4233.92 m²

A = 2/3 x a x S y g² js¹ = 153.05 m²

Sx = 2 x 1/2 x 1/2 x a x S y g² js¹ = 697.13 m³

Jarak titik berat Y = Sx / A = 4.56 m

Momen Inersia Permukaan Cairan pada Tangki:
Isx' = Isx - (A x Y²) = 1058.48 m⁴

Isx kiri dan kanan = 2 x Isx' = 2116.96 m⁴



Tabel 5.71 Perhitungan Cargo Hold III

CARGO HOLD III													
No Ord	Faktor Momen (n)	Faktor Simp (s)	3.00 mWL			4.00 mWL			5.00 mWL			S	y ³
			y = ys'	ys	ys'	V	ys	ys'	y = ys'	ys	ys'		
A	0	1	9.11	9.11	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	9.11	36.44	54.660	82.902
B	1	4	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	218.640	331.908
C	2	2	9.11	18.22	9.11	18.22	36.44	9.11	18.22	36.44	9.11	109.320	165.984
D	3	4	9.11	36.44	9.11	36.44	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	218.640	331.908
E	4	1	9.11	9.11	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	9.11	36.44	54.660	82.902
Sys			109.320			109.320			109.320			655.920	995.905
S'			1				4					131.840	9072.696
S(y's) s'			109.320			437.280			109.320			655.920	
n'			0			1			2				
S(y's) y'n'			0.000			437.280			218.640			655.920	

Jank ordinat horizontal (a)	=	2.100 m
Tinggi sarat (d)	=	2.820 m
Jank ordinat vertikal (b)	=	1.800 m
Berat jenis muatan (g)	=	0.753 ton/m ³
Jank selat ke midship (e)	=	16.175 m

PERHITUNGAN TANGKIMUAT III

V = 29 xa xb xS(y's) s'

W = V xg

OG = S(y's) s'n' / S(y's) s'a + e

KG = S(y's) y'n' / S(y's) s' + d

Ixx = 2 x 1/3 x 1/3 xa xS(y'³ s)

A = 2 x 1/2 xa xS(y's)

Sx = 2 x 1/2 x 1/3 xa xS(y'² s)

Jank titik berat Y = Sx / A

Momen Inersia Permukaan Cairan pada Tangki:

Ixx' = Ixx - (A x Y'²)

Ioklin dan Iaman = 2 x Ixx'

Tabel 5.72 Perhitungan Cargo Hold III

CARGO HOLD III													
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	5.00 mWL		6.00 mWL		7.00 mWL		S ys'	S (ys') ²	S (ys') ³	S (ys') ⁴	y' ³
			s' = 1		s' = 4		s' = 1						
			y = ys'	ys	y	ys	y = ys'	ys					
A	0	1	9.11	9.11	9.116	9.11	9.11	13.410	13.41	31.630	0.000	179.815	2411.225
B	1	4	9.11	36.44	9.110	36.44	9.11	13.406	53.62	31.626	126.504	718.894	9637.566
C	2	2	9.11	18.22	9.110	18.22	9.11	13.408	26.82	31.628	63.257	359.570	4821.263
D	3	4	9.11	36.44	9.116	36.44	9.11	13.408	53.63	31.628	126.514	719.141	9642.527
E	4	1	9.11	9.11	9.110	9.11	9.11	13.408	13.41	31.628	126.514	179.785	2410.632
Sys			109.320			109.320		160.893		158.141	379.533	759.072	2157.205
s' ²			1			4							28923.213
S(s' s' ²)			109.320			437.280		160.893		707.493			
n'			0			1		2					
S(s' s' ² n')			0.000			437.280		321.785		759.065			

Jarak ordinat horizontal (a) = 2,100 m
Tinggi surat (d) = 2,830 m
Jarak ordinat vertikal (b) = 1,800 m
Beri jenis muatan (g) = 0,753 ton/m³ beras
Jarak setkat ke midship (e) = 16,175 m
PERHITUNGAN TANGKIMUAT III
V = 2/9 x a x b x S(s'²)s'² = 318,81 m³
W = V x g = 240,06 ton
OG = S(s'²)s'n / S(s'²)s' x a x e = 20,38 m
KG = S(s'²)s'n' / S(s'²)s' x b + d = 4,75 m
Ixx = 2 x 1/3 x a x S(s'²)s'³ = 13497,50 m⁴
A = 2/3 x a x S(s'²)s' = 225,25 m²
Sx = 2 x 1/2 x 1/3 x a x S(s'²)s'² = 1510,04 m³
Jarak titik berat Y = Sx / A = 6,70 m
Momen Inersia Pembebanan Cairan pada Tangki:
Ixx' = Ixx - (A x Y'²) = 3374,37 m⁴
Ixx kiri dan kanan = 2 x Ixx' = 6748,75 m⁴

Jumlah volume total = 1420,753

Gris air	1,40 mWL ~ 1785 mWL			
	Berat	KG	Momen	Horizontal
1,40 mWL ~ 12,37 mWL	829,765	4,620	3833,514	20,375
1,40 mWL ~ 17,85 mWL	240,062	4,751	1140,385	20,375
Total	1069,827		4974,100	

KG = 4,649 m
OG = 20,375 m
Ixx = 6748,750 m⁴

BERAT	KG	OG	Ixx
414,883	4,620	20,375	2116,962
829,765	4,62	20,3752	2116,962
1069,827	4,6494238	20,375209	6748,750



Tabel 5.74 Perhitungan Cargo Hold IV

CARGO HOLD IV											
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	3.00 mWL			4.00 mWL			5.00 mWL		
			s' = 1			s' = 4			s' = 1		
			y = ys'	ys	ys	y = ys'	ys	ys	y = ys'	ys	ys
A	0	1	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	36.44	9.11	9.11	54.660
B	1	4	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	54.660
C	2	2	9.11	18.22	9.11	18.22	9.11	36.44	9.11	18.22	54.660
D	3	4	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	9.11	36.44	54.660
E	4	1	9.11	9.11	9.11	9.11	9.11	36.44	9.11	9.11	54.660
Sys			109.320	109.320	109.320	109.320	109.320	273.300	655.920	1311.840	655.920
s'			1			4			1		
S'ys js'			109.320			437.280			109.320		655.920
n'			0			1			2		
S'ys js'n'			0.000			437.280			218.640		655.920

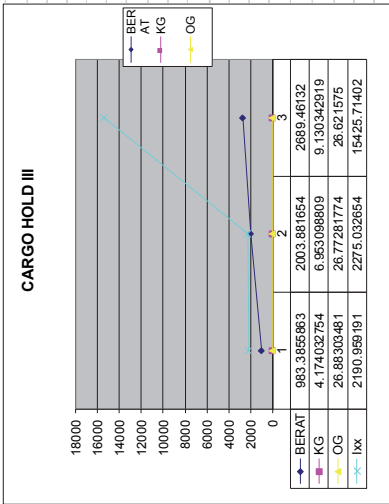
Jarak ordinat horizontal (a) = 2.100 m
Tinggi sarat (d) = 3.000 m
Jarak ordinat vertikal (b) = 1.800 m
Beras jenis muatan (g) = 0.753 ton/m³
Jarak sekat ke midship (e) = 16.175 m

PERHITUNGAN TANGKI MUAT III

V = 2/9 x a x b x S(y²/s)
W = V x g
OG = S(y²/s)n / S(y²/s) x a + e
KG = S(y²/s)n' / S(y²/s) x b + d
Ixx = 2 x 1/3 x 1/3 x a x S(y³/s)
A = 2/3 x a x S(y/s)
Sx = 2 x 1/2 x 1/3 x a x S(y²/s)
Jarak titik berat Y = Sx/A
Momen Inersia Permukaan Cairan pada Tangki :
Ixx' = Ixx - (A x y²)
Ixx kiri dan kanan = 2 x Ixx'

Garis air	Berat	0			
		KG	Momen	OG	Momen
4.62	414.883	4.620	1916.757	20.375	8453.314
4.62	414.883	4.800	1991.436	20.375	8453.314
Total	829.765		3908.193		16906.629

KG = 4.710 m
OG = 20.375 m
Ixx = 2116.962 m⁴



Tabel 5.75 Perhitungan Cargo Hold IV

Tabel 5.77 Perhitungan Cargo Hold V

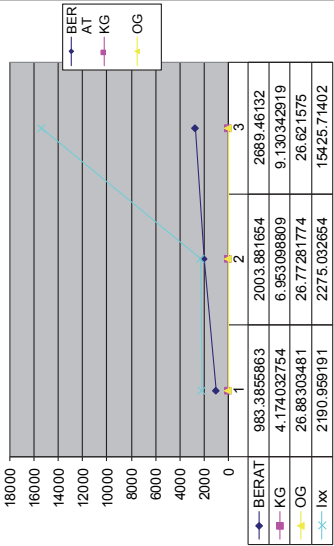
CARGO HOLD V													
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	No		Faktor			4.00 mWL					
			s' = 1		s' = 4			s' = 1					
			y = ys'	ys	y	ys'	ys	y = ys'	ys				
A	0	1	4.75	4.75	5.030	5.03	20.12	5.228	5.23	30.096	0.000	27.335	142.916
B	1	4	6.78	27.12	7.184	28.74	28.74	7.314	29.26	42.831	171.324	213.978	1566.038
C	2	2	8.12	16.23	8.190	16.38	32.76	8.304	16.61	49.178	98.356	196.711	1145.228
D	3	4	8.51	34.02	8.368	33.47	33.47	8.586	34.35	50.563	202.250	606.751	294.905
E	4	1	8.76	8.76	8.765	8.76	35.06	8.786	8.79	52.606	210.425	77.194	678.225
Sys			90.883			92.381			94.224	225.273	554.632	1185.212	751.325
s'			1			4			1				
S(ys)s'			90.883			369.525			94.224	554.632			
n'			0			1			2				
S(ys)s'n'			0.000			369.525			188.448	557.973			

Jarak ordinat horizontal (a) = 2.100 m
Tinggi sarat (d) = 3.000 m
Jarak ordinat vertikal (b) = 4.450 m
Berat jenis muatan (g) = 0.753 ton/m³ = 16.175 m
Jarak sekat ke midship (e) =
PERHITUNGAN TANGKI MUAT III
V = 2/9 x a x b x S(ys)s = 1151.79 m³
W = V x g = 867.29 ton
OG = S(ys)s'n / S(ys)s x a + e = 20.66 m
KG = S(ys)s'n' / S(ys)s' x b + d = 7.48 m
Ixx = 2 x 1/3 x 1/3 x a x S(ys)s³ = 2829.67 m⁴
A = 2/3 x a x S(ys)s = 131.91 m²
Sx = 2 x 1/2 x 1/3 x a x S(ys)s² = 525.93 m³
Jarak titik berat Y = Sx / A = 3.99 m
Momen Inersia Permukaan Cairan pada Tangki :
Ixx' = Ixx - (A x Y²) = 732.84 m⁴
Ixx kiri dan kanan = 2 x Ixx' = 1465.68 m⁴

0				
Garis air	Berat	Vertikal		Horizontal
		KG	Momen	Momen
0	0.000	0.000	0.000	0.000
0	867.294	7.477	6484.593	20663
Total	867.294		6484.593	17920.697

KG = 7.477 m
OG = 20.663 m
Ixx = 1465.684 m⁴

CARGO HOLD III



Tabel 5.78 Perhitungan Cargo Hold V

CARGO HOLD V											
No Ord	Faktor Moment (n)	Faktor Simp (s)	No s' = 1		Faktor s' = 4			6.00 mWL s' = 1			y ³ s
			y = ys'	ys	y	ys	ys'	y = ys'	ys	ys	
A	0	1	5.23	5.23	5.23	5.23	5.23	13.410	13.41	23.865	2411.225
B	1	4	7.31	29.26	7.316	29.26	7.32	13.406	53.62	112.145	9637.566
C	2	2	8.30	16.61	8.289	16.58	8.29	13.408	26.82	30.001	4821.263
D	3	4	8.59	34.35	8.606	34.42	8.61	13.408	53.63	122.403	9642.527
E	4	1	8.79	8.79	8.700	8.70	8.70	13.408	13.41	30.894	2410.632
Sys			94.224			94.194		160.893	143.398	349.311	28923.213
s'			1			4			1		
S(ys) s'			94.224			376.776		160.893		631.893	
n'			0			1			2		
S(ys) s'n'			0.000			376.776			321.785	698.561	

Jarak ordinat horizontal (a) = 2.100 m
 Tinggi saut (d) = 5.000 m
 Jarak ordinat vertikal (b) = 4.450 m
 Berat jenis muatan (g) = 0.753 ton/m³
 Jarak sekat ke midship (e) = 16.175 m
PERHITUNGAN TANGKI MUAT III
 $V = 2.09 \times a \times b \times S(ys)'s$
 $W = V \times g$
 $OG = S(ys)'s'n' / S(ys)'s \times a + e$
 $KG = S(ys)'s'n' / S(ys)'s \times b + d$
 $I_{xx} = 2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times S(y^3 s)$
 $A = 2/3 \times a \times S(ys)$
 $S_x = 2 \times 1/2 \times 1/3 \times a \times S(y^2 s)$
 Jarak titik berat $Y = S_x / A$
 Momen Inersia Permukaan Cairan pada Tangki :
 $I_{xx} = I_{xx} - (A \times Y^2)$
 Ix kiri dan kanan = $2 \times I_{xx}$

Jumlah volume total = 1877.187

Garis air	Berat	0	
		Vertikal	Horizontal
0	867.294	KG	Momen
0	867.294	7.477	6484.593
0	546.227	9.920	5418.306
Total	1413.522		11902.899

KG = 8.421 m
 OG = 20.608 m
 Ixx = 6748.750 m⁴

BERAT	KG	OG	Ixx
0.000	0.000	10.457	3121.361
867.294	7.477	20.60276159	1465.684
1413.522	8.42073917	20.60812993	6748.750

V.5.14 *TONNAGE*

Kapal dalam fungsinya sebagai alat angkut yang dipergunakan dalam kegiatan ekonomi, maka kapal tersebut tentulah dikenakan pajak-pajak serta memerlukan biaya sehubungan dengan kegiannya. Sebagaimana diketahui, pertambahan besar kapal itu sangat bervariasi baik terhadap panjang, lebar maupun tingginya.

Besarnya panjang kapal atau bahkan panjang dan lebar sekalipun, blum dapat dipakai sebagai pedoman untuk menunjukan besarnya kapal. Sebab ukuran besarnya kapal adalah persoalan kapasitas muatan (*carrying capacity*). Oleh karna itu dalam menentukan pajak, berlaku pedoman bahwa besarnya pajak yang dikenakan pada sebuah kapal haruslah sebanding dengan kemampuan kapal tersebut untuk memberikan penghasilan (*potensia earning capacity*). Atas dasar pemikiran ini karna *tonnage* kapal dianggap dapat menggambarkan *potensia earning capacity* sebuah kapal, maka besar pajak-pajak yang dikenakan pada suatu kapal dapat didasarkan atas besarnya *tonnage* nya.

dapat di simpulkan guna *tonnage* adalah:

- a. Untuk menunjukan ukuran besarnya kapal, yaitu kapasitas muatan
- b. Bagi pemerintah adalah untuk dasar pegangan dalam memungut pajak diantaranya adalah untuk dasar pegangan dalam memungut pajak diantaranya adalah pajak pelabuhan sebagai imbalan atas pelayanan yang telah diterima oleh kapal itu.
- c. Bagi pemilik untuk memperkirakan pendapatan maupun pengeluaran pajak pajak dan ongkos ongkos yang harus dikeluarkan pada kal waktu tertentu.
- d. *Tonnage* digunakan pula sebagai batasan-batasan terhadap berlakunya syarat-syarat keselamatan kapal ataupun beberapa syarat lainnya.

Ada 2 macam pengukuran register *tonnage* yang dikenal, yaitu:

1. GRT (*Gross Register Tonnage*) atau BRT (*Bruto Register Tonnage*)
2. NRT (*Netto Register Tonnage*)

Gross register tonnage (GRT) adalah perhitungan *volume* semua ruangan terletak dibawah geladak kapal ditambah dengan *volume* ruangan tertutup yang terletak diatas geladak ditambah dengan isi ruangan beserta semua ruangan tertutup yang terletak diatas geladak paling atas (*superstructure*).

Net Register Tonnage (NRT) adalah perhitungan ruangan dalam kapal untuk muatan. Dinyatakan dalam ton yang merupakan respresentasi dari 100 kubik kaki yang setara dengan 2.833 m³

Untuk menghitung besarnya *gross register tonnage* dan *netto register tonnage* kapal dipakai peraturan internasional *convention on tonnage measurment of ship 1969*. Dimana *gross tonnage* dari sebuah kapal ditentukan dengan rumus sebagai berikut

$$G = K_1 \times V$$

Dimana :

$V = \text{Volume total semua ruangan tertutupi dalam kapal (m}^3\text{)}$

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \text{ Log } V$$

Sedangkan NRT dari sebuah kapal ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$NT = K_2 \times V_c \times \left(\frac{4 \times T}{5 \times H} \right)^2$$

Dimana :

$V_c = \text{Volume total dari ruangan muat dalam m}^3$

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \text{ Log } V$$

$H = \text{Tinggi Kapal (m)}$

$T = \text{Sarat air (m)}$

Perhitungan BRT

Perhitungan *Volume*

- <i>Volume Lambung</i>		
Kapal di bawah <i>main deck</i>	= 18911,8405	m ³
- <i>Volume Fore castle</i>	= 18,36	m ³
- <i>Volume Poop deck</i>	= 530,8416	m ³
- <i>Volume Boat deck</i>	= 404,7672	m ³
- <i>Volume navigation deck</i>	= 229,0872	m ³
- <i>Volume bridge deck</i>	= 200,7624	m ³
- <i>Volume main deck</i>	= 739,692	m ³ +
<i>Volume total</i>	= 19865,8093	m ³

$$\text{GRT} = K1 \times V$$

Dimana :

$$K1 = 0,2 + 0,02 \text{ Log } 19865,8093 \quad K1 = 1,059$$

$$\text{GRT} = 0,281 \times 19865,8093$$

$$\text{GRT} = 21037,892 \text{ RT}$$

$$\text{NRT} = 0,281 \times 21037,892 \times \left(\frac{4 \times 7,90}{5 \times 10,72} \right)^2$$

$$\text{NRT} = 7315,307829 \text{ RT}$$

V.6 Stabilitas *Trim dan Footdable Length*

V.6.1 Perkiraan letak titik *vertical center of bouyancy* (VCB atau KB)

Menggunakan rumus *Jagger Morrish*.

$$KB = (d (5.Cw - 2.Cb)) / (6.Cw)$$

$$KB = (7,90(5 \times 0,84 - 2 \times 0,77)) / (6 \times 0,84)$$

$$KB = 4,17 \text{ m}$$

V.6.2 Perkiraan letak titik *metacentre* melintang terhadap titik *buoyancy* kapal (BMT)

Menggunakan rumus *Selentin*.

$$BM_T = \frac{(B^2 \times CW^2)}{11,6 \times d \times cb}$$

$$BM_T = \frac{(18,22^2 \times 0,84^2)}{11,6 \times 7,90 \times 0,77}$$

$$BM_T = 3,31 \text{ m}$$

V.6.3 Perkiraan jarak titik *metacentre* melintang terhadap garis dasar (KMT).

$$KM_T = KB + BM_T$$

$$KM_T = 3,31 + 4,17$$

$$KM_T = 7,48 \text{ m}$$

Maka harga GMT dapat diketahui dengan jalan sebagai berikut :

$$GM_T = KM_T - KG$$

$$KG = 0,6 \times H$$

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

V.6.4 Perkiraan jarak titik *metacentre* memanjang (BML)

Menggunakan rumus *Posdunine*.

$$BM_l = \frac{L^2(5,55 \times CW + 1)^3}{3450 \times d \times Cb}$$

$$BM_l = \frac{125,79(5,55 \times 0,84 + 1)^3}{3450 \times 7,90 \times 0,77}$$

$$BM_l = 136,42 \text{ m}$$

V.6.5 Perkiraan jarak titik *metacentre* memanjang terhadap garis dasar (KML).

$$KM_l = KB + BM_l$$

$$KM_l = 4,17 + 136,42$$

$$KM_l = 140,59 \text{ m}$$

$$GM_l = KM_l + KG$$

$$GM_l = 134,15 \text{ m}$$

V.6.6 Perkiraan harga *moment to change of trim 1 cm* (MTC).

$$MTC = \frac{\Delta \times GML}{100 \times lpp}$$

$$MTC = \frac{14288,376 \times 134,15}{100 \times 125,79}$$

$$MTC = 152,39 \text{ ton/cm}$$

V.6.7 Perkiraan Titik Tekan Memanjang (LCB)

$$Fr = 0,10 - 0,20 ; LCB = (0 - 2)\% Lpp, \text{ di depan } midship +$$

$$Fr = 0,20 - 0,23 ; LCB = \text{di } midship$$

$$Fr \geq 0,23 ; LCB = 2\% \text{ di belakang } midship$$

$$Fr = Vd/(\sqrt{gxL})$$

$$FR = \frac{lpp}{(9,81 \times vd)^2}$$

$$FR = \frac{125,79}{(9,81 \times 12,6)^2}$$

$$FR = 0,358 \text{ m (LCB = 2\% di belakang } midship \text{)}$$

$$LCB = (2 - 3)\% \times lpp$$

$$LCB = 2,515 \text{ m}$$

$$LCB = (2 - 3)\% \times lpp$$

$$BG = LCG - LCB = 1,01 \text{ m (momen kapal ke arah belakang)}$$

$$Trim = \frac{(\Delta \times BG)}{100 \times lpp}$$

$$Trim = \frac{(14288,376 \times 1,26)}{100 \times 125,79}$$

$$\text{Trim} = 1,428 \text{ m (trim by stern)}$$

V.6.8 TPC

$$\text{TPC} = \frac{(1,025 \times AW)}{100}$$

$$\text{TPC} = 19,705 \text{ ton/cm}$$

V.6.9 Perkiraan Waktu Olang.

$$t = (2 \times i) / (\sqrt{GMT})$$

Dimana :

t = waktu keolengan kapal dalam detik.

i = radius gerasi yang harganya berkisar antara $(0,3 B - 0,45) B$ m

$$i = 5,465 \text{ m}$$

$$t = 10,69 \text{ detik}$$

Sedangkan harga periode olang kapal yang baik menurut *Herner* adalah :

jika $t \times \sqrt{(g)/B}$ terletak antara 8 – 14 detik.

$$\text{Periode olang} = t \times \sqrt{(g)/B}$$

$$\text{Periode Olang} = 7,84 \text{ detik}$$

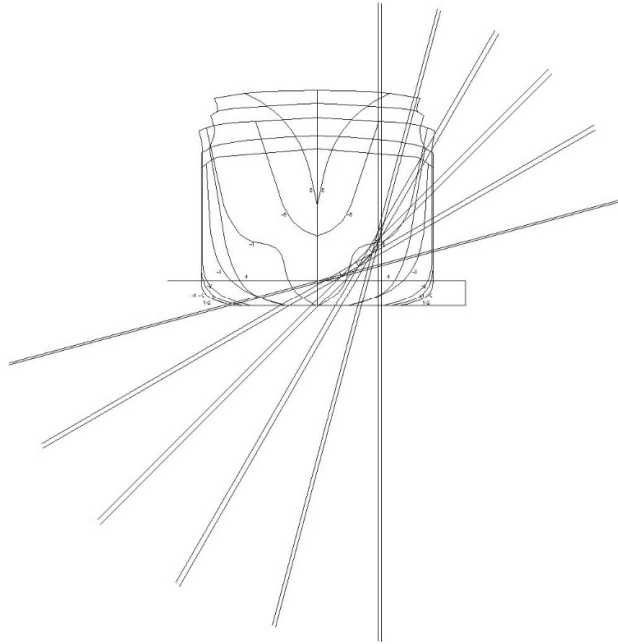
V.6.10 Perhitungan Kurva Silang

Kurva silang adalah kurva/diagram yang dipergunakan untuk mengetahui besarnya NB sin 0 dari kapal pada masing-masing kemiringan (kemiringan 15^0 - 90^0) pada waktu kapal berlayar. Dari kurva silang ini selanjutnya dibuat kurva stabilitas kapal, perhitungan stabilitas dari kapal dimaksudkan agar kita dapat mengetahui bermacam-macam sudut olang, berapakah kemampuan dari kapal tersebut (besarnya momen kopel atau momen penegak) untuk dapat tegak kembali.

Kurva silang adalah kumpulan kurva yang menunjukan besarnya lengan penegak (momen koppel) pada berbagai kemiringaan dengan, beberapa kondisi displacement (Δ). Perhitungan kurva silang ini

meggunakan perhitungan dari metode A.N Krylof, yaitu dengan menentukan harga G zatau $LC = NB \sin \theta \Delta$

1. Kondisi 25%



Gambar 5.25 Kurva Silang Kondisi 25%

Tabel 5.79 Kurva Silang Kondisi 25% 0°

T	=	1,9752902	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,9697	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 0^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	2,245	2,245	5,040	5,040	11,315	11,315
-3	6,709	6,709	45,011	45,011	301,977	301,977
-2	8,650	8,650	74,823	74,823	647,215	647,215
-1	9,105	9,105	82,901	82,901	754,814	754,814
0	9,105	9,105	82,901	82,901	754,814	754,814
1	9,106	9,106	82,919	82,919	755,063	755,063
2	9,106	9,106	82,919	82,919	755,063	755,063
3	8,926	8,926	79,673	79,673	711,165	711,165
4	6,057	6,057	36,687	36,687	222,215	222,215
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	69,009	69,009	572,874	572,874	4913,639	4913,639
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	138,02	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	0,00	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	9827,28	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,00	m	$e/2 = 0,000$ m
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	41205,18	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0,00	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	41205,18	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	11,82	m	

Tabel 5.80 Kurva Silang Kondisi 25% 15°

T	=	1,9752902	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,9697	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 15^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	2,493	2,053	6,215	4,215	15,494	8,653
-3	8,201	4,938	67,256	24,384	551,570	120,407
-2	9,292	6,637	86,341	44,050	802,283	292,358
-1	9,390	7,429	88,172	55,190	827,936	410,007
0	9,390	7,429	88,172	55,190	827,936	410,007
1	9,390	7,429	88,172	55,190	827,936	410,007
2	9,390	7,429	88,172	55,190	827,936	410,007
3	9,390	7,116	88,172	50,637	827,936	360,336
4	7,072	4,906	50,013	24,069	353,693	118,082
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	74,008	55,366	650,686	368,115	5862,720	2539,864
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	129,37	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	282,57	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	8402,58	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	1,09	m	$e/2 = 0,55 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	35231,53	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	1940,84	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	33290,69	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	9,55	m	

Tabel 5.81 Kurva Silang Kondisi 25% 30°

T	=	1,97529	m				
LPP	=	125,7882	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,97	m ³	h = Lpp/10	=	12,57882	m

Nomor Section	$\varphi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	2,285	2,265	5,221	5,130	11,930	11,620
-3	9,079	3,789	82,428	14,357	748,366	54,397
-2	9,765	3,950	95,355	15,603	931,144	61,630
-1	9,885	3,950	97,713	15,603	965,895	61,630
0	9,885	3,950	97,713	15,603	965,895	61,630
1	9,883	3,950	97,674	15,603	965,309	61,630
2	9,883	3,950	97,674	15,603	965,309	61,630
3	9,880	3,950	97,614	15,603	964,430	61,630
4	7,897	3,807	62,363	14,493	492,478	55,176
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	78,442	33,561	733,756	127,595	7010,757	490,972
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	112,00	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	606,16	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	7501,73	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	2,71	m	$e/2 = 1,35 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	31454,29	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	10316,34	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	21137,96	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	6,07	m	

Tabel 5.82 Kurva Silang Kondisi 25% 45°

T	=	1,9752902	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,9697	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 45^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	0,909	3,120	0,826	9,734	0,751	30,371
-3	9,493	3,285	90,117	10,791	855,481	35,449
-2	10,114	3,285	102,293	10,791	1034,591	35,449
-1	10,261	3,285	105,288	10,791	1080,361	35,449
0	10,261	3,285	105,288	10,791	1080,361	35,449
1	10,261	3,285	105,288	10,791	1080,361	35,449
2	10,261	3,285	105,288	10,791	1080,361	35,449
3	10,259	3,285	105,247	10,791	1079,730	35,449
4	8,310	3,285	69,056	10,791	573,856	35,449
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	80,129	29,400	788,692	96,064	7865,855	313,965
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	109,53	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	692,63	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	8179,82	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	3,16	m	$e/2 = 1,58 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	34297,49	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	13773,70	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	20523,79	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	5,89	m	

Tabel 5.83 Kurva Silang Kondisi 25% 60°

T	=	1,9752902	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,9697	m ³	h = Lpp/11	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 60^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	2,083	0,000	4,339	0,000	9,038	0,000
-3	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
-2	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
-1	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
0	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
1	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
2	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
3	9,771	3,604	95,472	12,989	932,861	46,812
4	10,294	3,604	105,966	12,989	1090,818	46,812
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	80,774	28,832	778,612	103,911	7629,885	374,494
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	109,61	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	674,70	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	8004,38	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	3,08	m	$e/2 = 1,54$ m
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	33561,87	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	13060,79	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	20501,09	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	5,88	m	



Tabel 5.84 Kurva Silang Kondisi 25% 75°

T	=	1,97529	m				
LPP	=	125,7882	m				
Displacement	=	3572,094	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,97	m ³	h = Lpp/10	=	12,57882	m

Nomor Section	$\varphi = 75^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	7,889	-0,789	62,236	0,623	490,982	-0,491
-3	7,889	4,112	62,236	16,909	490,982	69,528
-2	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
-1	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
0	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
1	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
2	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
3	7,889	4,353	62,236	18,949	490,982	82,483
4	7,889	4,141	62,236	17,148	490,982	71,009
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	71,001	33,582	560,127	148,371	4418,841	634,946
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	104,58	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	411,76	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	5053,79	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	1,97	m	$e/2 = 0,98 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	21190,22	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	5097,99	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	16092,23	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	4,62	m	



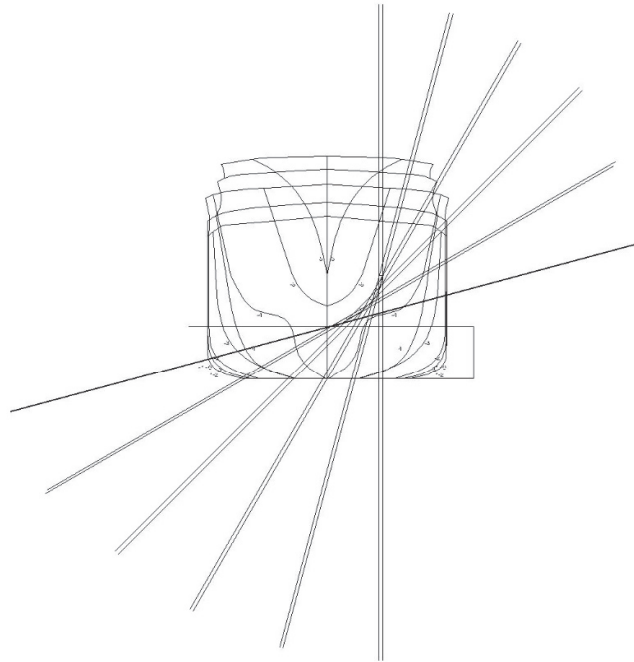
Tabel 5.85 Kurva Silang Kondisi 25% 90°

T	=	1,97529021	m				
LPP	=	125,788183	m				
Displacement	=	3572,09397	Ton	Condition	=	25%	
Volume	=	3484,96973	m ³	h = Lpp/10	=	12,57881835	m

Nomor Section	$\phi = 90^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	6,895	0,030	47,541	0,001	327,795	0,000
-3	6,895	4,278	47,541	18,301	327,795	78,293
-2	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
-1	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
0	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
1	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
2	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
3	6,895	5,053	47,541	25,533	327,795	129,017
4	6,895	4,251	47,541	18,071	327,795	76,820
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	62,055	0,000	427,869	189,570	2950,158	929,216
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	62,06	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	238,30	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	3879,37	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	1,92	m	$e/2 = 0,96 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h \cdot (III)$		=	16265,98	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	2877,72	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	13388,27	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,84	m	



2. Kondisi 50%



Gambar 5.26 Kurva Silang Kondisi 50%



Tabel 5.86 Kurva Silang Kondisi 50% 0°

T	=	3,9505804	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	7144,1879	Ton	Condition	=	50%	
Volume	=	6969,9395	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 0^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	2,779	2,779	7,723	7,723	21,462	21,462
-3	7,942	7,942	63,075	63,075	500,945	500,945
-2	9,006	9,006	81,108	81,108	730,459	730,459
-1	9,109	9,109	82,974	82,974	755,809	755,809
0	9,109	9,109	82,974	82,974	755,809	755,809
1	9,107	9,107	82,937	82,937	755,311	755,311
2	9,107	9,107	82,937	82,937	755,311	755,311
3	9,105	9,105	82,901	82,901	754,814	754,814
4	6,938	6,938	48,136	48,136	333,966	333,966
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	72,202	72,202	614,766	614,766	5363,886	5363,886
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	144,40	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	0,00	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	10727,77	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,00	m	$e/2 = 0,000 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 \cdot h \cdot (III)$		=	44980,90	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0,00	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	44980,90	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	6,45	m	

Tabel 5.87 Kurva Silang Kondisi 50% 15°

T	=	3,9505804	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	7144,1879	Ton	Condition	=	50%	
Volume	=	6969,9395	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 15^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	6,090	2,653	37,088	7,038	225,867	18,673
-3	8,682	7,089	75,377	50,254	654,424	356,250
-2	9,325	8,764	86,956	76,808	810,861	673,143
-1	9,431	9,362	88,944	87,647	838,829	820,552
0	9,431	9,362	88,944	87,647	838,829	820,552
1	9,430	9,363	88,925	87,666	838,562	820,815
2	9,430	9,363	88,925	87,666	838,562	820,815
3	9,429	9,085	88,906	82,537	838,295	749,851
4	7,652	6,458	58,553	41,706	448,048	269,336
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	78,900	71,499	702,617	608,969	6332,276	5349,985
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	150,40	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	93,65	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	11682,26	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,31	m	$e/2 = 0,16$ m
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	48983,01	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	183,37	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	48799,64	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	7,00	m	



Tabel 5.88 Kurva Silang Kondisi 50% 30°

T	=	3,95058	m			
LPP	=	125,7882	m			
Displacement	=	7144,188	Ton	Condition	=	50%
Volume	=	6969,939	m ³	h = Lpp/11	=	12,57882 m

Nomor Section	$\phi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	8,251	3,030	68,079	9,181	561,720	27,818
-3	9,593	6,124	92,026	37,503	882,802	229,671
-2	10,122	7,330	102,455	53,729	1037,048	393,833
-1	10,241	7,850	104,878	61,623	1074,056	483,737
0	10,241	7,850	104,878	61,623	1074,056	483,737
1	10,241	7,850	104,878	61,623	1074,056	483,737
2	10,241	7,850	104,878	61,623	1074,056	483,737
3	10,240	7,674	104,858	58,890	1073,742	451,924
4	8,663	6,059	75,048	36,711	650,137	222,435
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	87,833	61,617	861,977	442,505	8501,675	3260,627
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	149,45	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	419,47	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	11762,30	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	1,40	m	$e/2 = 0,70$ m
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	49318,62	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	3702,46	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	45616,16	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	6,54	m	



Tabel 5.89 Kurva Silang Kondisi 50% 45°

T	=	3,9505804	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	7144,1879	Ton	Condition	=	50%	
Volume	=	6969,9395	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 45^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	9,918	3,911	98,367	15,296	975,601	59,822
-3	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
-2	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
-1	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
0	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
1	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
2	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
3	10,524	5,429	110,755	29,474	1165,581	160,015
4	10,213	5,447	104,305	29,670	1065,271	161,611
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	93,799	47,361	977,954	251,284	10199,940	1341,536
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	141,16	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	726,67	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	11541,48	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	2,57	m	$e/2 = 1,29 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	48392,71	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	11763,67	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	36629,04	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	5,26	m	



Tabel 5.90 Kurva Silang Kondisi 50% 60°

T	=	3,9505804	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	7144,1879	Ton	Condition	=	50%	
Volume	=	6969,9395	m ³	h = Lpp/11	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 60^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	9,080	4,485	82,446	20,111	748,613	90,187
-3	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
-2	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
-1	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
0	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
1	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
2	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
3	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
4	9,080	4,561	82,446	20,804	748,613	94,887
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	81,720	40,973	742,018	186,540	6737,520	849,286
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	122,69	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	555,48	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	7586,81	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	2,26	m	$e/2 = 1,13$ m
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	31811,02	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	7908,47	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	23902,55	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,43	m	



Tabel 5.91 Kurva Silang Kondisi 50% 75°

T	=	3,95058	m			
LPP	=	125,7882	m			
Displacement	=	7144,188	Ton	Condition	=	50%
Volume	=	6969,939	m ³	h = Lpp/10	=	12,57882 m

Nomor Section	$\phi = 75^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	0,456	4,089	0,208	16,722	0,095	68,383
-3	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
-2	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
-1	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
0	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
1	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
2	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
3	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
4	8,257	4,089	68,176	16,722	562,926	68,383
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	66,511	36,804	545,619	150,501	4503,500	615,445
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	103,31	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	395,12	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	5118,95	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	1,91	m	$e/2 = 0,96 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	21463,43	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	4751,93	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	16711,50	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	2,40	m	

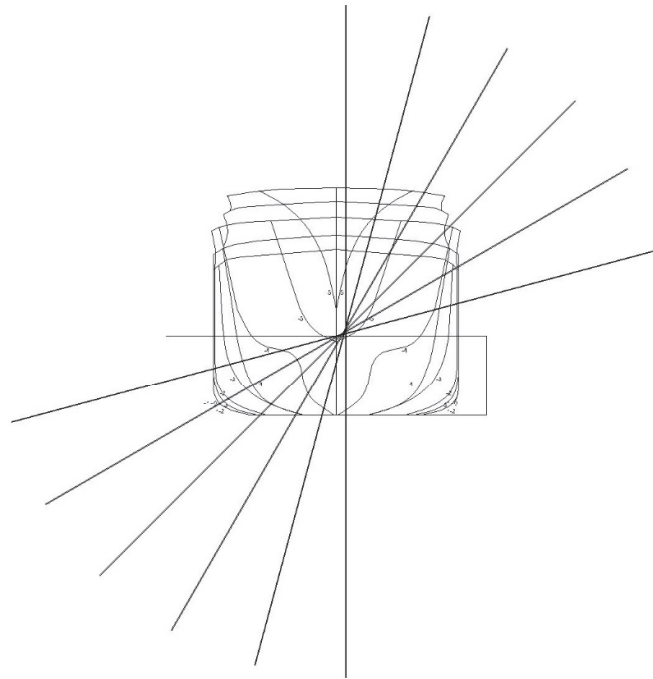
Tabel 5.92 Kurva Silang Kondisi 50% 90°

T	=	3,9505804	m			
LPP	=	125,78818	m			
Displacement	=	7144,1879	Ton	Condition	=	50%
Volume	=	6969,9395	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183 m

Nomor Section	$\phi = 90^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	7,932	0,000	62,917	0,000	499,055	0,000
-4	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
-3	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
-2	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
-1	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
0	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
1	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
2	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
3	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
4	8,071	3,950	65,141	15,603	525,753	61,630
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	80,571	35,550	649,186	140,423	5230,835	554,669
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	116,12	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	508,76	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	5785,50	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	2,19	m	$e/2 = 1,10 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	24258,27	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	7009,72	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	17248,54	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	2,47	m	



3. Kondisi 75%



Gambar 5.27 Kurva Silang Kondisi 75%



Tabel 5.93 Kurva Silang Kondisi 75% 0°

T	=	5,9258706	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	10716,282	Ton	Condition	=	75%	
Volume	=	10454,909	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 0^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-4	6,266	6,266	39,262	39,262	246,009	246,009
-3	8,358	8,358	69,851	69,851	583,795	583,795
-2	9,006	9,006	81,108	81,108	730,459	730,459
-1	9,110	9,110	82,985	82,985	755,958	755,958
0	9,110	9,110	82,985	82,985	755,958	755,958
1	9,109	9,109	82,965	82,965	755,685	755,685
2	9,109	9,109	82,965	82,965	755,685	755,685
3	9,105	9,105	82,901	82,901	754,814	754,814
4	7,390	7,390	54,611	54,611	403,567	403,567
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	76,561	76,561	659,632	659,632	5741,930	5741,930
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	153,12	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	0,00	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	11483,86	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,00	m	$e/2 = 0,000 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 \cdot h \cdot (III)$		=	48151,13	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0,00	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	48151,13	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	4,61	m	

Tabel 5.94 Kurva Silang Kondisi 75% 15°

T	=	5,9258706	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	10716,282	Ton	Condition	=	75%	
Volume	=	10454,909	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 15^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	1,660	0,636	2,756	0,405	4,574	0,257
-4	7,608	4,130	57,882	17,057	440,364	70,445
-3	8,815	8,173	77,704	66,791	684,963	545,859
-2	9,324	9,312	86,937	86,711	810,600	807,449
-1	9,431	9,426	88,944	88,849	838,829	837,495
0	9,431	9,426	88,944	88,849	838,829	837,495
1	9,431	9,430	88,944	88,923	838,829	838,535
2	9,431	9,430	88,944	88,923	838,829	838,535
3	9,430	9,428	88,925	88,887	838,562	838,028
4	7,971	7,216	63,537	52,071	506,452	375,742
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	82,532	76,606	733,515	667,467	6640,830	5989,841
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	159,14	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	66,05	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	12630,67	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,21	m	$e/2 = 0,10$ m
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	52959,64	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	86,20	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	52873,43	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	5,06	m	



Tabel 5.95 Kurva Silang Kondisi 75% 30°

T	=	5,925871	m			
LPP	=	125,7882	m			
Displacement	=	10716,28	Ton	Condition	=	75%
Volume	=	10454,91	m ³	h = Lpp/11	=	12,57882 m

Nomor Section	$\phi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	2,498	0,537	6,242	0,288	15,595	0,155
-4	9,004	3,476	81,070	12,083	729,948	41,999
-3	9,912	7,878	98,252	62,066	973,891	488,969
-2	10,172	9,404	103,470	88,430	1052,493	831,565
-1	10,172	10,138	103,470	102,783	1052,493	1042,036
0	10,172	10,138	103,470	102,783	1052,493	1042,036
1	10,172	10,391	103,470	107,973	1052,493	1121,946
2	10,172	10,391	103,470	107,973	1052,493	1121,946
3	10,172	9,796	103,470	95,954	1052,493	939,925
4	10,172	7,314	103,470	53,498	1052,493	391,292
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	92,619	79,463	909,851	733,829	9086,882	7021,867
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	172,08	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	176,02	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	16108,75	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,51	m	$e/2 = 0,26 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	67543,01	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	566,21	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	66976,80	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	6,41	m	

Tabel 5.96 Kurva Silang Kondisi 75% 45°

T	=	5,9258706	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	10716,282	Ton	Condition	=	75%	
Volume	=	10454,909	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\varphi = 45^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	3,640	0,531	13,247	0,282	48,213	0,149
-4	8,358	3,980	69,856	15,840	583,858	63,045
-3	8,358	7,260	69,856	52,708	583,858	382,657
-2	8,358	8,255	69,856	68,143	583,858	562,517
-1	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
0	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
1	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
2	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
3	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
4	8,358	8,382	69,856	70,258	583,858	588,902
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	78,862	70,318	641,952	558,520	5302,933	4541,780
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	149,18	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	83,43	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	9844,71	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,28	m	$e/2 = 0,14 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 \cdot h \cdot (III)$		=	41278,28	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	146,74	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	41131,55	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,93	m	

Tabel 5.97 Kurva Silang Kondisi 75% 60°

T	=	5,9258706	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	10716,282	Ton	Condition	=	75%	
Volume	=	10454,909	m ³	$h = L_{pp}/11$	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 60^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	7,043	0,383	49,607	0,147	349,390	0,056
-4	7,043	4,962	49,607	24,618	349,390	122,149
-3	7,043	6,680	49,607	44,618	349,390	298,037
-2	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
-1	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
0	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
1	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
2	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
3	7,043	6,844	49,607	46,839	349,390	320,561
4	7,043	6,698	49,607	44,863	349,390	300,494
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	70,432	59,786	496,067	395,281	3493,897	2644,104
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	130,22	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	100,79	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	6138,00	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,39	m	$e/2 = 0,19 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	25736,27	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	245,31	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	25490,96	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	2,44	m	



Tabel 5.98 Kurva Silang Kondisi 75% 75°

T	=	5,925871	m			
LPP	=	125,7882	m			
Displacement	=	10716,28	Ton	Condition	=	75%
Volume	=	10454,91	m ³	h = Lpp/10	=	12,57882 m

Nomor Section	$\phi = 75^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	6,470	0,231	41,857	0,053	270,802	0,012
-4	6,470	5,605	41,857	31,415	270,802	176,077
-3	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
-2	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
-1	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
0	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
1	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
2	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
3	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
4	6,470	6,136	41,857	37,650	270,802	231,023
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	64,697	54,924	418,570	332,672	2708,023	2024,277
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	119,62	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	85,90	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	4732,30	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,36	m	$e/2 = 0,18 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	19842,25	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	193,97	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	19648,28	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	1,88	m	

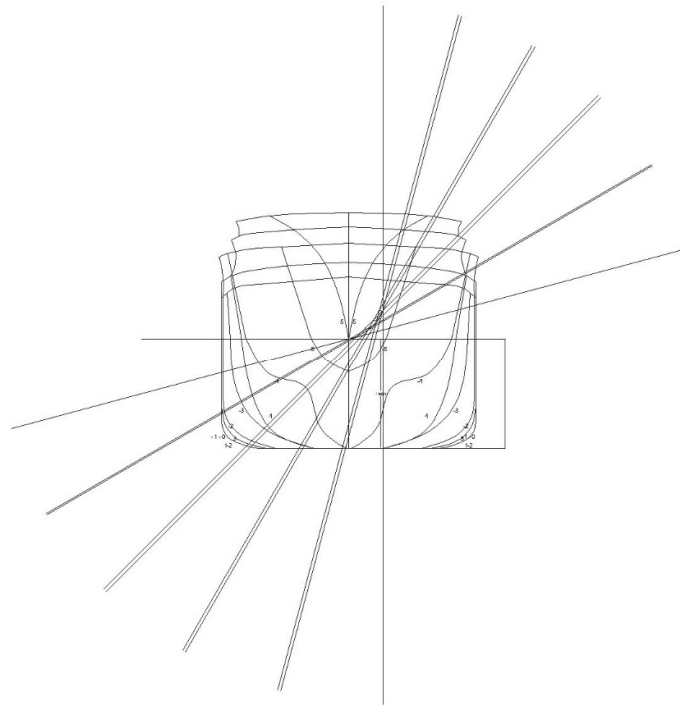
Tabel 5.99 Kurva Silang Kondisi 75% 90°

T	=	5,9258706	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	10716,282		Condition	=	75%	
Volume	=	10454,909	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 90^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	6,383	0,126	40,736	0,016	259,999	0,002
-4	6,383	5,597	40,736	31,324	259,999	175,315
-3	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
-2	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
-1	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
0	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
1	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
2	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
3	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
4	6,383	5,927	40,736	35,129	259,999	208,212
5	5,035	0,000	25,347	0,000	127,613	0,000
Σ	68,860	53,139	432,710	312,375	2727,608	1841,009
I	$\Sigma (Ya + Yb) = 122,00 \text{ m}$					
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2) = 120,34 \text{ m}^2$					
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3) = 4568,62 \text{ m}^3$					
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I) = 0,49 \text{ m}$					
V	$Io = 1/3 h (III) = 19155,93 \text{ m}^4$					
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2 = 373,26 \text{ m}^4$					
VII	$If = (V) - (VI) = 18782,67 \text{ m}^4$					
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume = 1,80 \text{ m}$					



4. Kondisi 100%



Gambar 5.28 Kurva Silang Kondisi 100%

Tabel 5.100 Kurva Silang Kondisi 100% 0°

T	=	7,9011609	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	14288,376	Ton	Condition	=	100%	
Volume	=	13939,879	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 0^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	2,661	2,661	7,083	7,083	18,849	18,849
-4	7,350	7,350	54,017	54,017	397,001	397,001
-3	8,496	8,496	72,189	72,189	613,345	613,345
-2	9,008	9,008	81,137	81,137	730,848	730,848
-1	9,111	9,111	83,010	83,010	756,307	756,307
0	9,111	9,111	83,010	83,010	756,307	756,307
1	9,111	9,111	83,010	83,010	756,307	756,307
2	9,111	9,111	83,010	83,010	756,307	756,307
3	9,110	9,110	82,992	82,992	756,058	756,058
4	7,688	7,688	59,104	59,104	454,384	454,384
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	80,757	80,757	688,562	688,562	5995,713	5995,713
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	161,51	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	0,00	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	11991,43	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,00	m	$e/2 = 0,000$ m
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	50279,32	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0,00	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	50279,32	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,61	m	



Tabel 5.101 Kurva Silang Kondisi 100% 15°

T	=	7,9011609	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	14288,376	Ton	Condition	=	100%	
Volume	=	13939,879	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\varphi = 15^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	3,021	2,407	9,126	5,793	27,571	13,942
-4	8,079	6,676	65,269	44,570	527,299	297,556
-3	8,948	8,621	80,067	74,322	716,437	640,727
-2	9,325	9,325	86,956	86,956	810,861	810,861
-1	9,433	9,429	88,972	88,904	839,229	838,268
0	9,433	9,429	88,972	88,904	839,229	838,268
1	9,433	9,429	88,972	88,904	839,229	838,268
2	9,433	9,429	88,972	88,904	839,229	838,268
3	9,431	9,425	88,944	88,831	838,829	837,229
4	8,324	7,648	69,287	58,492	576,741	447,346
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	84,858	81,818	755,537	714,579	6854,653	6400,734
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	166,68	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	40,96	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	13255,39	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	0,12	m	$e/2 = 0,06$ m
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	55579,03	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	31,65	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	55547,38	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,98	m	



Tabel 5.102 Kurva Silang Kondisi 100% 30°

T	=	7,901161	m				
LPP	=	125,7882	m				
Displacement	=	14288,38	Ton	Condition	=	100%	
Volume	=	13939,88	m ³	h = Lpp/11	=	12,57882	m

Nomor Section	$\phi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	3,691	2,344	13,620	5,494	50,264	12,879
-4	7,781	5,724	60,539	32,764	471,038	187,542
-3	7,781	8,989	60,539	80,802	471,038	726,330
-2	7,781	10,363	60,539	107,392	471,038	1112,901
-1	7,781	10,596	60,539	112,275	471,038	1189,668
0	7,781	10,596	60,539	112,275	471,038	1189,668
1	7,781	10,596	60,539	112,275	471,038	1189,668
2	7,781	10,596	60,539	112,275	471,038	1189,668
3	7,781	10,542	60,539	111,134	471,038	1171,572
4	7,781	8,064	60,539	65,028	471,038	524,387
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	73,717	88,410	558,473	851,715	4289,606	8494,283
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	162,13	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	-293,24	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	12783,89	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	-0,90	m	$e/2 = -0,45$ m
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	53602,08	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	1667,92	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	51934,15	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	3,73	m	



Tabel 5.103 Kurva Silang Kondisi 100% 45°

T	=	7,9011609	m			
LPP	=	125,78818	m			
Displacement	=	14288,376	Ton	Condition	=	100%
Volume	=	13939,879	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183 m

Nomor Section	$\phi = 45^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	4,784	2,464	22,887	6,073	109,490	14,967
-4	5,764	4,928	33,221	24,284	191,481	119,670
-3	5,764	9,127	33,221	83,297	191,481	760,224
-2	5,764	10,393	33,221	108,014	191,481	1122,594
-1	5,764	10,912	33,221	119,070	191,481	1299,275
0	5,764	10,912	33,221	119,070	191,481	1299,275
1	5,764	10,912	33,221	119,070	191,481	1299,275
2	5,764	10,912	33,221	119,070	191,481	1299,275
3	5,764	10,718	33,221	114,876	191,481	1231,236
4	5,764	8,813	33,221	77,669	191,481	684,497
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	56,658	90,091	321,879	890,491	1832,823	9130,288
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	146,75	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	-568,61	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	10963,11	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	-1,94	m	$e/2 = -0,97 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	45967,66	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	6928,47	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	39039,19	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	2,80	m	



Tabel 5.104 Kurva Silang Kondisi 100% 60°

T	=	7,9011609	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	14288,376	Ton	Condition	=	100%	
Volume	=	13939,879	m ³	h = Lpp/11	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\varphi = 60^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	4,813	2,617	23,165	6,848	111,493	17,919
-4	4,813	6,621	23,165	43,838	111,493	290,249
-3	4,813	8,798	23,165	77,403	111,493	680,984
-2	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
-1	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
0	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
1	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
2	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
3	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
4	4,813	9,126	23,165	83,277	111,493	759,949
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	48,130	81,915	231,650	711,024	1114,930	6308,793
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	130,04	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	-479,37	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	7423,72	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	-1,84	m	$e/2 = -0,92 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	31127,22	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	5556,95	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	25570,27	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	1,83	m	



Tabel 5.105 Kurva Silang Kondisi 100% 75°

T	=	7,901161	m			
LPP	=	125,7882	m			
Displacement	=	14288,38	Ton	Condition	=	100%
Volume	=	13939,88	m ³	h = Lpp/10	=	12,57882 m

Nomor Section	$\varphi = 75^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	4,371	1,887	19,106	3,559	83,511	6,714
-4	4,371	8,006	19,106	64,096	83,511	513,153
-3	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
-2	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
-1	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
0	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
1	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
2	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
3	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
4	4,371	8,182	19,106	66,942	83,511	547,705
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	43,710	75,347	191,056	603,190	835,108	4901,505
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	119,06	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	-412,13	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	5736,61	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	-1,73	m	$e/2 = -0,87 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 h (III)$		=	24053,27	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	4486,43	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	19566,84	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	1,40	m	

Tabel 5.106 Kurva Silang Kondisi 100% 90°

T	=	7,9011609	m				
LPP	=	125,78818	m				
Displacement	=	14288,376	Ton	Condition	=	100%	
Volume	=	13939,879	m ³	h = Lpp/10	=	12,5788183	m

Nomor Section	$\phi = 90^\circ$					
	Ya	Yb	Ya ²	Yb ²	Ya ³	Yb ³
-5	4,254	0,436	18,094	0,190	76,966	0,083
-4	4,254	5,149	18,094	26,513	76,966	136,519
-3	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
-2	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
-1	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
0	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
1	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
2	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
3	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
4	4,254	7,903	18,094	62,457	76,966	493,601
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ	42,537	68,809	180,940	526,362	769,663	4085,409
I	$\Sigma (Ya + Yb)$		=	111,35	m	
II	$\Sigma (Ya^2 - Yb^2)$		=	-345,42	m ²	
III	$\Sigma (Ya^3 + Yb^3)$		=	4855,07	m ³	
IV	$e = 1/2 \cdot (II)/(I)$		=	-1,55	m	$e/2 = -0,78 \text{ m}$
V	$Io = 1/3 \cdot h (III)$		=	20357,02	m ⁴	
VI	$df = h \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	3369,83	m ⁴	
VII	$If = (V) - (VI)$		=	16987,20	m ⁴	
VIII	$MB\theta (r\theta) = VII/Volume$		=	1,22	m	



Tabel 5.110 Lengan Stabilitas Kondisi 100%

Kondisi = 100%

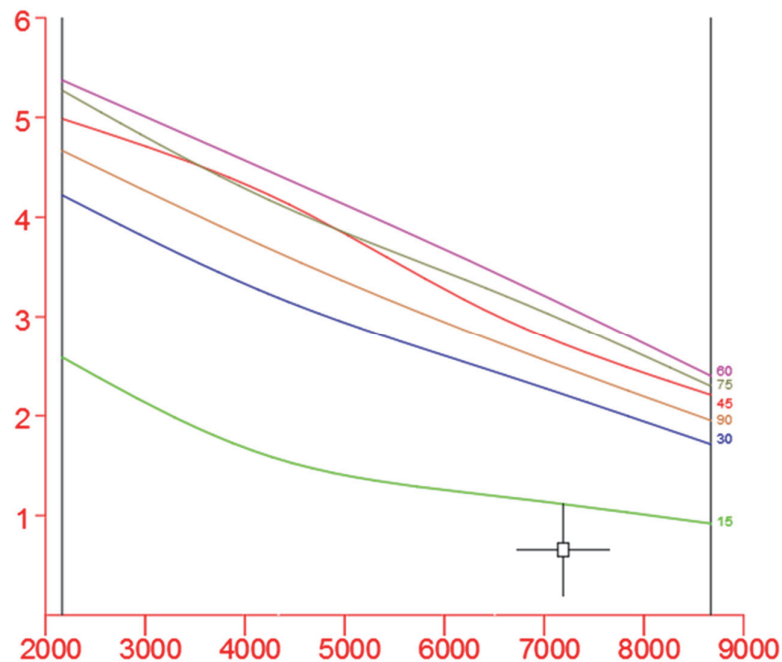
Displacement = 14288,37588 Ton 5,715350353

Volume = 13939,879 m³

Sarat air = 7,901 m

 $d\theta/2 = (\text{Interval sudut} \times \pi)/360$ $= (10^\circ \times \pi)/360$ $= 0,1309$

								Koordinat Titik Bouyancy					Koordinat Titik Metacentre		
θ	MB θ	Cos θ	Sin θ	MB θ .Cos θ	MB θ .Cos θ	MB θ .Sin θ	MB θ .Sin θ	Y θ	Z θ - Zc	Y θ .Cos θ	(Z θ -Zc)Sin θ	LC	Y _m	Z _m - ZC	
1	2	3	4	5=2x3	6	7=2x4	8	9=(d/2)x6	10=(d/2)x8	11=9x3	12=10x4	13=11+12	14=9x7	15=10x5	
0	3,607	1,000	0,000	3,607	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
15	3,985	0,966	0,259	3,849	7,456	1,031	1,031	0,976	0,135	0,943	0,035	0,978	1,007	0,520	
30	3,726	0,866	0,500	3,226	14,531	1,863	3,925	1,902	0,514	1,647	0,257	1,904	3,543	1,658	
45	2,801	0,707	0,707	1,980	19,738	1,980	7,769	2,584	1,017	1,827	0,719	2,546	5,116	2,014	
60	1,834	0,500	0,866	0,917	22,635	1,589	11,337	2,963	1,484	1,481	1,285	2,767	4,707	1,361	
75	1,404	0,259	0,966	0,363	23,916	1,356	14,282	3,131	1,869	0,810	1,806	2,616	4,245	0,679	
90	1,219	0,000	1,000	0,000	24,279	1,219	16,856	3,178	2,206	0,000	2,206	2,206	3,873	0,000	



Gambar 5.29 Kurva Lengan Stabilitas

V.7 Kontruksi dan Kekuatan

V.7.1 Perkiraan Beban

1. Beban geladak cuaca (*Load on Cargo Deck*)

Yang dianggap sebagai geladak cuaca adalah semua geladak yang bebas kecuali geladak yang tidak efektif yang terletak di belakang 0,15L dari garis tegak haluan. (BKI 2001 Vol. II Sec. C.1)

Beban geladak cuaca dihitung berdasar formula :

$$P_D = P_o \frac{20.T}{(10 + z - T)H} \cdot C_D \quad (\text{kN/m}^2)$$

Dimana :

P_o = Basis *external dinamic load* (section 4.A.2.2 BKI 2001)

$$P_o = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_o \times C_L \times f \times C_{RW} \quad \text{kN/m}^2$$

$$C_B = 0,77$$

$$C_o = 10,75 \left[\frac{300 \times L}{100} \right]^{1,5} \quad \text{untuk } 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$= 10,75 \left[\frac{300 \times 125,79}{100} \right]^{1,5}$$

$$C_o = 8,45 \text{ m}$$

$$C_L = 1,0 \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

$$C_{RW} = 1,0$$

f_1 = 1,00 faktor kemungkinan untuk plat kulit dan geladak cuaca

f_2 = 0,75 faktor kemungkinan untuk gading dan *stiffener*

f_3 = 0,60 faktor kemungkinan untuk *deck girder*

Z = jarak vertikal dari pusat beban ke baseline

= H (Tinggi kapal)

= 10,72 m

Jadi

- Untuk Plat Kulit

$$P_{o1} = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_o \times C_L \times f_1 \times C_{RW} \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_{o1} = 2,1 \times (0,77 + 0,7) \times 8,45 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$= 26,085 \text{ KN/m}^2$$

- Untuk *frame, stiffener, beam, web* dan *strong*

$$P_{O2} = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_o \times C_L \times f_2 \times C_{RW} \text{ kN/m}^2$$

$$P_{O2} = 2,1 \times (0,77 + 0,7) \times 8,45 \times 1 \times 0,75 \times 1$$

$$= 19,564 \text{ KN/m}^2$$

- Untuk *center deck girder, center girder, dan stringer*

$$P_{O3} = 2,1 \times (C_B + 0,7) \times C_o \times C_L \times f_3 \times C_{RW} \text{ kN/m}^2$$

$$P_{O3} = 2,1 \times (0,77 + 0,7) \times 8,45 \times 1 \times 0,60 \times 1$$

$$= 15,651 \text{ KN/m}^2$$

C_D = faktor distribusi (tabel 4.1 BKI 2001 sec 4.B 1.2)

$C_{D1} = 1,2 - X/L$ dimana $X/L = 0,15$ (untuk buritan kapal)

$$C_{D1} = 1,2$$

$$C_{D1} = 1,2$$

$$C_{D2} = 1,0 \quad (\text{untuk tengah kapal})$$

$$C_{D3} = 1,0 + [C/3 (X/L - 0,7)] \text{ dimana } X/L = 0,85 \text{ (untuk haluan kapal)}$$

Dimana nilai $C = 0,15L - 10$

Apabila $L_{\min} = 100 \text{ m}$

$L_{\max} = 200 \text{ m}$

$$C = (0,15 \times 125,79) - 10$$

$$C = 8,87 \text{ m}$$

$$C_{D3} = 1,0 + [8,87 / 3 (0,85 - 0,7)]$$

$$C_{D3} = 1,65 \text{ m}$$

- a. Beban geladak cuaca untuk menghitung plat kulit

- Beban geladak untuk daerah $0 \leq X/L < 0,2$ buritan kapal adalah :

$$Pd_1 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_1 = 26.085 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,12$$

$$Pd_1 = 128,828 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,2 \leq X/L < 0,7$ tengah kapal adalah :

$$Pd_2 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_2 = 26,085 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,0$$

$$Pd_2 = 115,025 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,7 \leq X/L \leq 1,0$ haluan kapal adalah :

$$Pd_3 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_3 = 26,085 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,65$$

$$Pd_3 = 189,831 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- b. Beban geladak cuaca untuk menghitung *beam*, *stiffener* dan *strong*

$$P_D = P_0 \times \frac{20T}{(10 + z - T)H} \times C_D \quad (\text{kN/m}^2)$$

- Beban geladak untuk daerah $0 \leq X/L < 0,2$ buritan kapal adalah :

$$Pd_1 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_1 = 19,564 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,12$$

$$Pd_1 = 96,621 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,2 \leq X/L < 0,7$ tengah kapal adalah :

$$Pd_2 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_2 = 19,564 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,0$$

$$Pd_2 = 86,269 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,7 \leq X/L \leq 1,0$ haluan kapal adalah :

$$Pd_3 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_3 = 19,564 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,65$$

$$Pd_3 = 142,373 \text{ kN} / \text{m}^2$$

c. Beban geladak cuaca untuk menghitung girder

d. Beban geladak cuaca untuk menghitung girder

$$P_D = P_0 \times \frac{20.T}{(10+z-T)H} \times C_D \quad (\text{kN/m}^2)$$

- Beban geladak untuk daerah $0 \leq X/L < 0,2$ buritan kapal adalah :

$$Pd_1 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_1 = 15,651 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,12$$

$$Pd_1 = 77,297 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,2 \leq X/L < 0,7$ tengah kapal adalah :

$$Pd_2 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_2 = 15,651 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,0$$

$$Pd_2 = 69,015 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban geladak untuk daerah $0,7 \leq X/L \leq 1,0$ haluan kapal adalah :

$$Pd_3 = P_0 \times \frac{20T}{(10 + Z - T) \times H} \times C_D$$

$$Pd_2 = 15,651 \times \frac{20 \times 7,90}{(10 + 0,77 - 7,90) \times 10,72} \times 1,65$$

$$Pd_3 = 113,898 \text{ kN/m}^2$$

2. Beban Pada Bangunan Atas dan Rumah Geladak (Sec. 4.B.5.1)

Untuk geladak-geladak bangunan atas dan rumah geladak berdasar formula sebagai berikut :

$$P_{DA} = P_D \times n \quad (\text{kN/m}^2)$$

dimana :

$$P_{DA} = P_{D1}$$

$$n = 1 - \{(Z - H)/10\}$$

$$n = 1 \text{ untuk forecastle deck}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

- Beban bangunan atas untuk menghitung plat kulit
- Untuk geladak *Poop Deck*

$$PD_A = PD \times n \quad (\text{kN/m}^2)$$

Di mana :

$$PD = P_{d1} = 128,828 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + \frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((11,919-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,88 \quad Z = 11,919 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 128,828 \times 0,88$$

$$PD_A = 113,369 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Navigation Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 128,828 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 2\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((16,719-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (2\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,4 \quad Z = 16,719 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5 \quad \times$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 128,828 \times 0,5$$

$$PD_A = 64,414 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Compass Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 128,828 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 3\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((19,119 - 10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (3\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,16 \quad Z = 19,919 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 128,828 \times 0,5$$

$$PD_A = 64,414 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Compass Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 128,828 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 3\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((19,119 - 10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (3\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,16 \quad Z = 19,919 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 128,828 \times 0,5$$

$$PD_A = 64,414 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak pada *Forecastle Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$n = 1,0$$

$$PD = Pd_3 = 189,831 \text{ kN/m}^2$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 189,831 \times 1$$

$$PD_A = 189,831 \text{ kN/m}^2$$

- c. Beban bangunan atas untuk menghitung *beam*, *stiffener* dan *strong*

- d. Beban bangunan atas untuk menghitung *beam*, *stiffener* dan *strong*

- Untuk geladak *poop deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 96,621 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + \frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((11,919-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,88 \quad Z = 11,919 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 96,621 \times 0,88$$

$$PD_A = 85,027 \text{ kN/m}^2$$

- Untuk geladak *Boat Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 96,621 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 1\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((14,319-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (1\frac{1}{2} \times 2,4) \quad h =$$

tinggi bangunan atas

$$n = 0,64 \quad Z = 14,319 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 96,621 \times 0,64$$

$$PD_A = 61,837 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Navigation Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 96,621 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 2\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((16,719-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (2\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,4 \quad Z = 16,719 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 96,621 \times 0,5$$

$$PD_A = 48,310 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Compass Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 96,621 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 3\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((19,119-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (3\frac{1}{2} \times 2,4) \quad h =$$

tinggi bangunan atas

$$n = 0,16 \quad Z = 19,119 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 96,621 \times 0,5$$

$$PD_A = 48,310 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak pada *Forecastle Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$n = 1,0$$

$$PD = Pd_3 = 142,373 \text{ kN/m}^2$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 142,373 \times 1$$

$$PD_A = 142,373 \text{ kN/m}^2$$

- e. Beban bangunan atas untuk menghitung girder

- f. Untuk geladak *Poop Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 77,297 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + \frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((11,919-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (\frac{1}{2} \times 2,4) \quad h =$$

tinggi bangunan atas

$$n = 0,88 \quad Z = 11,919 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 77,297 \times 0,88$$

$$PD_A = 68,021 \text{ kN/m}^2$$

- Untuk geladak *Boat Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 77,297 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + \frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((14,319-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,64 \quad Z = 14,319 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 77,297 \times 0,64$$

$$PD_A = 49,470 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Navigation Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 77,297 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 2\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((16,719-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (2\frac{1}{2} \times 2,4)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,4 \quad Z = 16,719 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 77,297 \times 0,5$$

$$PD_A = 38,648 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak *Compass Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$PD = Pd_1 = 77,297 \text{ kN/m}^2$$

$$n = 1 - ((Z-H)/10) \quad Z = H + 3\frac{1}{2} h$$

$$n = 1 - ((19,119-10,72)/10) \quad Z = 10,72 + (3\frac{1}{2} \times 2)$$

h = tinggi bangunan atas

$$n = 0,16 \quad Z = 19,119 \text{ m}$$

$$n_{\min} = 0,5$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 77,297 \times 0,5$$

$$PD_A = 38,648 \text{ kN/m}^2$$

- Beban geladak pada *Forecastle Deck*

$$PD_A = PD \times n \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana :

$$n = 1,0$$

$$PD = Pd_3 = 113,898 \text{ kN/m}^2$$

$$PD_A = PD \times n$$

$$PD_A = 113,898 \times 1$$

$$PD_A = 113,898 \text{ kN/m}^2$$

3. Beban sisi kapal (BKI 2001 Vol. Sec. 4. B. 2. 1)

Dibawah garis air muat (LWL)

$$P_s = 10 \cdot (T - Z) + P_o \cdot CF \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Di mana

- Untuk plat kulit

$$P_{o1} = 26,085 \text{ KN/m}^2$$

- Untuk frame dan *stiffener beam*

$$P_{o2} = 19,564 \text{ KN/m}^2$$

- Untuk *girder, web* dan *stringer*

$$P_{o3} = 15,651 \text{ KN/m}^2$$

Z = jarak vertikal dari pusat beban ke *baseline*

$$= 1/3 \times T$$

$$= 1/3 \times 7,90$$

$$= 2,633 \text{ m}$$

$C_f = 1,0 + ((5/C_b) \times (0,2 - x/L))$ untuk $0 \leq x/L \leq 0,2$ pada daerah buritan kapal

$$C_f = 1,0 + ((5/0,77) \times (0,2 - 0,08))$$

$$C_f = 1,78$$

$C_f = 1,0$ untuk $0,2 \leq x/L \leq 0,8$ pada daerah tengah kapal

$C_f = 1,0 + ((20/C_b) \times (x/L - 0,7)^2)$ untuk $0,8 \leq x/L \leq 1,0$ pada daerah haluan kapal

$$C_f = 1,0 + ((20/0,77) \times (0,92 - 0,7)^2)$$

$$C_f = 2,26$$

a. Beban sisi kapal untuk menghitung plat kulit

$$P_s = 10 \times (T - Z) + P_{01} \cdot C_f \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Beban sisi kapal daerah buritan kapal

$$P_{s1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_{s1} = 10(7,90 - 2,63) + 26,085 \times 1,78 \times \left(1 + \frac{2,63}{7,90}\right)$$

$$P_{s1} = 114,559 \text{ kN / m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah tengah kapal

$$P_{s1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_{s1} = 10(7,90 - 2,63) + 26,085 \times \left(1 + \frac{2,63}{7,90}\right)$$

$$P_{s1} = 87,454 \text{ kN / m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah haluan kapal

$$P_{s1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_{s1} = 10(7,90 - 2,63) + 26,085 \times 2,26 \times \left(1 + \frac{2,63}{7,90}\right)$$

$$P_{s1} = 131,184 \text{ kN / m}^2$$

b. Beban sisi kapal untuk menghitung *frame* dan *stiffener*

$$P_s = 10 \times (T - Z) + P_{02} \cdot C_f \cdot \left(1 + \frac{Z}{T}\right) \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Beban sisi kapal daerah buritan kapal

$$P_{s1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_{s1} = 10(7,90 - 2,63) + 19,564 \times 1,78 \times \left(1 + \frac{2,63}{7,90}\right)$$

$$P_{s1} = 99,088 \text{ kN / m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah tengah kapal

$$P_{s1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times \left(1 + \frac{Z}{T}\right)$$

$$P_{s1} = 10(7,90 - 2,63) + 19,564 \times 1,00 \times \left(1 + \frac{2,63}{7,90}\right)$$

$$P_{s1} = 78,759 \text{ kN / m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah haluan kapal

$$P_{S_1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times (1 + \frac{Z}{T})$$

$$P_{S_1} = 10(7,90 - 2,63) + 19,564 \times 2,26 \times (1 + \frac{2,63}{7,90})$$

$$P_{S_1} = 111,556 \text{ kN} / \text{m}^2$$

c. Beban sisi kapal untuk menghitung *web* dan *stringger*

- Beban sisi kapal daerah buritan kapal

$$P_{S_1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times (1 + \frac{Z}{T})$$

$$P_{S_1} = 10(7,90 - 2,63) + 15,651 \times 1,78 \times (1 + \frac{2,63}{7,90})$$

$$P_{S_1} = 89,805 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah tengah kapal

$$P_{S_1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times (1 + \frac{Z}{T})$$

$$P_{S_1} = 10(7,90 - 2,63) + 15,651 \times 1,00 \times (1 + \frac{2,63}{7,90})$$

$$P_{S_1} = 73,542 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban sisi kapal daerah haluan kapal

$$P_{S_1} = 10(T - Z) + P_0 \times C_{f1} \times (1 + \frac{Z}{T})$$

$$P_{S_1} = 10(7,90 - 2,63) + 15,651 \times 2,26 \times (1 + \frac{2,63}{7,90})$$

$$P_{S_1} = 99,780 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Diatas garis air muat (LWL) (Section 4. B. 2. 1. 2 BKI 2001)

$$P_s = P_o \times C_F \times \frac{20}{(10 + Z - T)} \quad \text{kN/m}^2$$

$$C_{F1} = 1,78$$

$$C_{F2} = 1,00$$

$$C_{F3} = 2,26$$

z = Jarak vertikal dari pusat beban ke *baseline*

$$= T + \frac{1}{2} (H - T) = 7,90 + \frac{1}{2} (10,72 - 7,90) = 9,310 \text{ m}$$

$$P_o = 26,085 \text{ kN/m}^2$$

4. Beban sisi kapal untuk menghitung plat kulit

$$P_s = P_o \times C_F \times \left(\frac{20}{10 + Z - T} \right) \quad \text{kN/m}^2$$

- Beban sisi daerah buritan kapal

$$P_s = P_o \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z - T}$$

$$P_s = 26,085 \times \frac{1,78 \times 20}{10 + 9,31 - 7,90}$$

$$P_s = 81,363 \text{ kN/m}^2$$

- Beban sisi daerah tengah kapal

$$P_s = P_o \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z - T}$$

$$P_s = 26,085 \times \frac{1,00 \times 20}{10 + 9,31 - 7,90}$$

$$P_s = 45,726 \text{ kN/m}^2$$

- Beban sisi daerah haluan kapal

$$P_s = P_o \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z - T}$$

$$P_s = 26,085 \times \frac{2,26 \times 20}{10 + 9,31 - 7,90}$$

$$P_s = 103,220 \text{ kN/m}^2$$

5. Beban bangunan atas untuk menghitung *web* dan *stringger*

$$P_{SA} = P_o \times C_F \times \frac{20}{(10 + Z - T)} \quad \text{kN/m}^2$$

- Beban pada *Poop Deck*

$$P_s = P_o \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z_4 - T}$$

$$P_s = 14,597 \times \frac{1,79 \times 20}{10 + 9,46 - 6,78}$$

$$P_s = 41,199 \text{ kN/m}^2$$

- Beban pada *Boat Deck*

$$P_s = P_0 \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z_4 - T}$$

$$P_s = 14,597 \times \frac{1,79 \times 20}{10 + 11,86 - 6,78}$$

$$P_s = 34,64 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban pada *Navigation Deck*

$$P_s = P_0 \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z_4 - T}$$

$$P_s = 14,597 \times \frac{1,79 \times 20}{10 + 14,26 - 6,78}$$

$$P_s = 29,88 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban pada *Compass Deck*

$$P_s = P_0 \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z_4 - T}$$

$$P_s = 14,597 \times \frac{1,79 \times 20}{10 + 16,66 - 6,78}$$

$$P_s = 26,27 \text{ kN} / \text{m}^2$$

- Beban pada *Fore Castle Deck*

$$P_s = P_0 \times \frac{C_{f1} \times 20}{10 + Z_4 - T}$$

$$P_s = 14,597 \times \frac{2,27 \times 20}{10 + 9,46 - 6,78}$$

$$P_s = 52,34 \text{ kN} / \text{m}^2$$

6. Beban Alas Kapal

- a. Beban luar alas kapal (*Load on the ship's bottom*)

Beban luar alas kapal dihitung untuk menentukan konstruksi alas kapal (BKI 2001 Vol. II Sec. 4 B. 3)

$$P_B = 10 \cdot T + P_o \cdot C_f \quad \text{kN/m}^2$$

Dimana :

$$T = 7,90 \text{ m}$$

$$P_{o1} = 26,085 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{o2} = 19,564 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{O3} &= 15,651 \text{ kN/m}^2 \\
 C_{F1} &= 1,78 \quad \text{Buritan kapal} \\
 C_{F2} &= 1,00 \text{ untuk } 0,2 < X/L < 0,7 \text{ (tengah kapal)} \\
 C_{F3} &= 2,26 \text{ Haluan kapal}
 \end{aligned}$$

b. Beban alas kapal untuk menghitung plat kulit

- Beban alas buritan kapal

$$\begin{aligned}
 Pb_1 &= 10 \times T + P_0 \times C_f \\
 Pb_1 &= 10 \times 7,90 + 26,085 \times 1,78 \\
 Pb_1 &= 125,425 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Beban alas tengah kapal

$$\begin{aligned}
 Pb_1 &= 10 \times T + P_0 \times C_f \\
 Pb_1 &= 10 \times 7,90 + 26,085 \times 1,00 \\
 Pb_1 &= 105,096 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

- Beban alas haluan kapal

$$\begin{aligned}
 Pb_1 &= 10 \times T + P_0 \times C_f \\
 Pb_1 &= 10 \times 7,90 + 26,085 \times 2,26 \\
 Pb_1 &= 137,893 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

**V.7.2 Perhitungan Plat Geladak Kekuatan dan Plat kulit
(Section 7.A.7.1 BKI 2001)**

$$T_G = 1,21 \times a + \sqrt{P_D \times k} + t_k$$

Data-data rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 a_{ap} &= 0,6 \quad \text{(jarak gading)} \\
 a_m &= 0,7 \quad \text{(jarak gading)} \\
 a_{fp} &= 0,6 \quad \text{(jarak gading)} \\
 k &= 1 \quad \text{(faktor bahan)} \\
 t_k &= 1,5 \quad \text{(faktor korosi)} \\
 P_{D1} &= 128,828 \text{ kN/m}^2 \\
 P_{D2} &= 115,025 \text{ kN/m}^2 \\
 P_{D3} &= 189,831 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

1. Pelat Geladak (Sec. 7.A. 7.1)

$$T_G = 1,21 \times a + \sqrt{P_D \times k} + t_k$$

$$T_{Gmin} = (5,5 + 0,02L) \sqrt{k}$$

$$\begin{aligned} T_{Gmin} &= (5,5 + (0,02 \times 125,79)) \sqrt{1} \\ &= 8,015 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Tebal plat geladak daerah buritan

$$t_{G1} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{D1} \times k} + t_k$$

$$t_{G1} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{128,828 \times 1} + 1,5$$

$$t_{G1} = 9,740 \text{ mm}$$

- Tebal plat geladak kekuatan pada daerah tengah

$$t_{G2} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{D2} \times k} + t_k$$

$$t_{G2} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{115,025 \times 1} + 1,5$$

$$t_{G2} = 10,584 \text{ mm}$$

- Tebal plat geladak kekuatan pada daerah haluan

$$t_{G3} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{D3} \times k} + t_k$$

$$t_{G3} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{189,831 \times 1} + 1,5$$

$$t_{G3} = 11,502 \text{ mm}$$

2. Plat Geladak Bangunan Atas

$$T_G = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA} \times k} + t_k$$

$$P_{DA1} = 113,369 \text{ kN /m}^2$$

$$P_{DA2} = 82,450 \text{ kN /m}^2$$

$$P_{DA3} = 64,414 \text{ kN /m}^2$$

$$P_{DA4} = 64,414 \text{ kN /m}^2$$

$$P_{DA5} = 189,831 \text{ kN /m}^2$$

- Tebal plat *Poop Deck*

$$t_{GA} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA1} \times k} + t_k$$

$$t_{GA} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{113,369 \times 1} + 1,5$$

$$t_{GA} = 9,23 \text{ mm}$$

- Tebal plat *Boat Deck*

$$t_{GA} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA2} \times k} + t_k$$

$$t_{GA} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{82,450 \times 1} + 1,5$$

$$t_{GA} = 8,092 \text{ mm}$$

- Tebal plat pada *Navigation Deck*

$$t_{GA} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA3} \times k} + t_k$$

$$t_{GA} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{64,414 \times 1} + 1,5$$

$$t_{GA} = 7,326$$

- Tebal plat pada *Compass Deck*

$$t_{GA} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA4} \times k} + t_k$$

$$t_{GA} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{64,414 \times 1} + 1,5$$

$$t_{GA} = 7,326 \text{ mm}$$

- Tebal plat pada *Forecastle Deck*

$$t_{GA} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{DA5} \times k} + t_k$$

$$t_{GA} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{189,831 \times 1} + 1,5$$

$$t_{GA} = 11,502 \text{ mm}$$

3. Plat Alas Kapal (*Bottom Plate*) (Sec. 6.B. 1-1)

Dimana

$$t_{b_l} = 1,83 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_B}{\sigma_{pf}}} + t_k$$

$$t_{b_{II}} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_B \times k} + t_k$$

$$n_f = 1 \text{ (sistem gading melintang)}$$

$$n_f = 0,83 \text{ (sistem gading memanjang)}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{230}{k} = 230 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{LB} = \frac{120}{k} = 120 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pf} = \sqrt{\sigma_{perm}^2 - (3 \times \tau_L^2)} - (0,89 \times \sigma_{LB}) \quad \tau_L = 0$$

$$\sigma_{pf} = \sqrt{(230)^2 - (3 \times 0)} - (0,89 \times 120)$$

$$\sigma_{pf} = 123,2 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{B1} = 125,425 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{B2} = 105,096 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_{B3} &= 137,893 \quad \text{kN/m}^2 \\
 a &= 0,6 \quad (\text{jarak buritan gading}) \\
 a &= 0,7 \quad (\text{jarak mid gading}) \\
 a &= 0,6 \quad (\text{jarak aluangading}) \\
 k &= 1 \quad (\text{faktor bahan}) \\
 tk &= 1,5 \quad (\text{faktor korosi})
 \end{aligned}$$

- Tebal plat alas untuk daerah buritan

$$\begin{aligned}
 t_{b_I} &= 1,83 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{B1}}{\sigma_{pf}}} + t_k \\
 t_{b_I} &= 1,83 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{125,425}{123,2}} + 1,5 \\
 t_{b_I} &= 2,60 \text{ mm} \\
 t_{b_{II}} &= 1,21 \times a \times \sqrt{P_{B1} \times k} + t_k \\
 t_{b_{II}} &= 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{125,425 \times 1} + 1,5 \\
 t_{b_{II}} &= 9,63 \text{ mm} \\
 t_{b_I} &= 9,63 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Tebal plat alas untuk daerah tengah

$$\begin{aligned}
 t_{b_I} &= 1,83 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{B2}}{\sigma_{pf}}} + t_k \\
 t_{b_I} &= 1,83 \times 0,83 \times 0,7 \times \sqrt{\frac{105,096}{123,2}} + 1,5 \\
 t_{b_I} &= 2,52 \text{ mm} \\
 t_{b_{II}} &= 1,21 \times a \times \sqrt{P_{B2} \times k} + t_k \\
 t_{b_{II}} &= 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{105,096 \times 1} + 1,5 \\
 t_{b_{II}} &= 10,574 \text{ mm} \\
 t_{b_2} &= 10,574 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Tebal pelat alas untuk daerah haluan

$$t_{b_I} = 1,83 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{B3}}{\sigma_{pf}}} + t_k$$

$$t_{b_I} = 1,83 \times 1 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{137,893}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{b_I} = 2,66 \text{ mm}$$

$$t_{b_{II}} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{B3} \times k} + t_k$$

$$t_{b_{II}} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{137,893 \times 1} + 1,5$$

$$t_{b_{II}} = 10,025 \text{ mm}$$

$$t_{b3} = 10,025 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

4. Plat Sisi Kapal (*Side Shell Plating*) (sec. 6-3 C.1.2)

$$t_{S1} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_S}{\sigma_{pl}}} + t_k \text{ (mm)}$$

untuk $L \geq 90 \text{ m}$

$$t_{S2} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_S \times k} + t_k \text{ (mm)}$$

Di mana :

$$\sigma_{pl} = \sigma_{perm} - (0,89 \times \sigma_{LS}) \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \sigma_{perm} = 230/k \quad \sigma_{LS} = 120/k$$

$$\sigma_{pl} = 230 - (0,89 \times 120) \quad \sigma_{perm} = 230/1 \quad \sigma_{LS} = 120/1$$

$$\sigma_{pl} = 123,2 \text{ mm}^3$$

$$P_{S1} = 114,559$$

$$P_{S2} = 87,454$$

$$P_{S3} = 131,184$$

a) Tebal pelat sisi kapal dibawah garis muat

- Tebal pelat sisi buritan kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S1}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{114,559}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 12,087 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S1} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{114,559 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 9,27 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

$$t_{S1} = 12 \text{ mm}$$

- Tebal pelat sisi tengah kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S2}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,7 \times \sqrt{\frac{87,454}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 10,861 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S1} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{87,454 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 9,77 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

$$t_{S1} = 11 \text{ mm}$$

- Tebal pelat sisi haluan kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S3}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{131,184}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 12,83 \text{ mm} \approx 13 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S1} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{131,184 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 9,815 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

$$t_{S1} = 13 \text{ mm}$$

1. Tebal pelat sisi kapal diatas garis muat

$$t_{S1} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_S}{\sigma_{pl}}} + t_k \text{ (mm)}$$

untuk $L \geq 90 \text{ m}$

$$t_{S2} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_S \times k} + t_k \text{ (mm)}$$

Di mana :

$$\sigma_{pl} = 123,2 \text{ mm}$$

$$P_{S1} = 81,363 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{S2} = 45,726 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{S3} = 103,220 \text{ kN/m}^2$$

- Tebal pelat sisi buritan kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S1}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{81,363}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 10,423 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S1} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{81,363 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 8,048 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_{S1} = 10 \text{ mm}$$

• Tebal pelat sisi tengah kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S2}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 0,83 \times 0,7 \times \sqrt{\frac{45,726}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 8,269 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S2} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{45,726 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 7,485 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 7 \text{ mm}$$

• Tebal pelat sisi haluan kapal

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S3}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{59,870}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 11,5398 \text{ mm} \approx 11 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S3} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{59,870 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 6,3865 \text{ mm} \approx 6 \text{ mm}$$

$$t_{S3} = 11 \text{ mm}$$

2. Tebal pelat sisi kapal pada Bangunan atas

$$t_{S1} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_S}{\sigma_{pl}}} + t_k \text{ (mm)} \quad \text{untuk } L \geq 90 \text{ m}$$

$$t_{S2} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_S \times k} + t_k \text{ (mm)}$$

$$t_{S1} = 66,219 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S2} = 56,539 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S3} = 49,328 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S4} = 43,749 \text{ kN/m}^2$$

$$t_{S5} = 84,008 \text{ kN/m}^2$$

- Tebal plat sisi pada poop deck

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S1}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 0,83 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{66,219}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 8.818 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_{S1} \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{66,219 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 7,40 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

$$t_s = 9 \text{ mm}$$

- Tebal plat sisi pada boot deck

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_{S2}}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 0,83 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{56,539}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 7,673 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_S \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{57,73743 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 7,76345 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_s = 9 \text{ mm}$$

- Tebal plat sisi pada Navigation Deck

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_s}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 0,83 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{49,328}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 7,266 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

$$t_{SII} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k$$

$$t_{SII} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{49,328 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SII} = 6,599 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

$$t_s = 7 \text{ mm}$$

- Tebal plat sisi pada forecastle deck

$$t_{S1} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_s}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{S1} = 18,3 \times 0,83 \times 0,7 \times \sqrt{\frac{43,7968}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{S1} = 7,6694 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_{S2} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k$$

$$t_{S2} = 1,21 \times 0,7 \times \sqrt{43,7968 \times 1} + 1,5$$

$$t_{S2} = 6,95515 \text{ mm} \approx 7 \text{ mm}$$

$$t_s = 8 \text{ mm}$$

- Tebal plat sisi pada Compass Deck

$$t_{SI} = 18,3 \times n_f \times a \times \sqrt{\frac{P_s}{\sigma_{pl}}} + t_k$$

$$t_{SI} = 18,3 \times 1,0 \times 0,6 \times \sqrt{\frac{84,008}{123,2}} + 1,5$$

$$t_{SI} = 9,025 \text{ mm} \approx 9 \text{ mm}$$

$$t_{SI} = 1,21 \times a \times \sqrt{P_s \times k} + t_k$$

$$t_{SI} = 1,21 \times 0,6 \times \sqrt{84,008 \times 1} + 1,5$$

$$t_{SI} = 8,154 \text{ mm} \approx 8 \text{ mm}$$

$$t_s = 9 \text{ mm}$$

5. Plat Lajur Bilga (sec. 6-2 B.4.1)

Tebal plat lajur bilga

- ❖ Pada sistem gading lintang sama dengan tebal plat sisi

Daerah buritan = 11 mm

Daerah *midship* = 11 mm

Daerah haluan = 12 mm

- ❖ Pada sistem gading bujur sama dengan tebal plat alas

Daerah haluan = 9 mm

Daerah *midship* = 9 mm

Daerah haluan = 10 mm

Lebar plat lajur bilga (BKI Vol. II 2001 Sec. 6 Chap.B.4.2)

$$b = 800 + 5L \quad b_{\max} = 1800 \text{ mm}$$

$$b = 800 + (5 \times 125,79)$$

$$b = 1428,94 \text{ mm} = 1429 \text{ mm}$$

6. Plat Lunas Rata

- Tebal plat lunas pada 0,7L *midship* (BKI Vol. II 2001 Sec. 6 Chap.B.5.1)

$$t_{FK} = t + 2,0 \text{ (mm)}$$

Di mana :

t = tebal plat alas pada 0,4L *midship*

$$t_{FK} = t + 2,0$$

$$t_{FK} = 9 + 2,0$$

$$t_{FK} = 11 \text{ mm}$$

- Tebal plat lunas 0,15L dari AP dan dari FP

$$t_{FK}' = 90\% t_{FK}$$

$$t_{FK}' = 90\% \times 11$$

$$t_{FK}' = 9,9 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

- Lebar plat lunas

$$b = 800 + 5L$$

$$b_{\max} = 1800 \text{ mm}$$

$$b = 800 + (5 \times 125,79)$$

$$b = 1428,94 \text{ mm} \approx 1429 \text{ mm}$$

7. Plat Lajur Atas

- Umumnya plat lajur atas pada 0,4L *midship* tak boleh kurang dari plat sisi yaitu tidak boleh kurang dari 8 mm
- Tebal plat lajur atas di luar 0,4L *midship*, umumnya sama tebal dengan pelat sisi daerah ujung-ujung kapal tetapi tidak lebih besar dari 10%. Tebal plat lajur atas pada 0,1L dari AP (buritan) sama dengan tebal plat sisi daerah buritan. Tebal plat lajur atas pada 0,05L dari FP sama dengan tebal plat sisi pada daerah haluan

- Lebar plat lajur atas

$$b = 800 + 5L \quad b_{\max} = 1800 \text{ mm}$$

$$b = 800 + (5 \times 125,79)$$

$$b = 1428,94 \text{ mm} = 1429 \text{ mm}$$

8. Plat Penguat/penyangga Linggi buritan, Baling-baling dan Lunas Bilga (sec. 6. F.1.1)

- Tebal plat kulit linggi buritan sekurang-kurangnya sama dengan plat sisi tengah kapal = 8 mm.
- Tebal penyangga baling-baling harus dipertebal menjadi :

$$t = 1,5 + t_1$$

$$= 1,5 + 8 = 9,5 \text{ mm}$$

- Lunas Bilga dipasang pada plat kulit bagian bawah yang sekelilingnya dilas kedap air, sehingga jika ada sentuhan dengan dasar air laut pada plat tidak akan rusak

9. Bukaannya Pada Plat Kulit

- Bukaannya untuk jendela, lubang udara dan lubang pembuangan katup laut sudut-sudutnya harus dibulatkan dengan konstruksi kedap air.
- Pada lubang jangkar di haluan plat kulit harus dipertebal dengan *doubling*.
- Di bawah konstruksi pipa duga, pipa limbah, pipa udara dan alas diberi *doubling* plat.

10. Kotak Laut (*Sea Chest*) (sec 8-4 B.5.3)

Tebal plat *sea chest* tidak boleh kurang dari :

$$T = 12 \cdot a \sqrt{P \times k} + t_k$$

$$P = 2 \text{ bar}$$

$$T = 12 \times 0,6 \sqrt{2 \times 1} + 1,5$$

$$= 11,681 \text{ mm} = 12,00 \text{ mm.}$$

11. Plat Senta Geladak

Plat senta geladak digunakan bila tebal geladak lebih kecil dari plat sisi kapal dimana ukurannya sebagai berikut :

$$\text{- Tebal} : \text{setebal plat sisi} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{- Lebar} : \text{selebar plat lajur atas} = 1500 \text{ mm}$$

V.7.3 Kontruksi Dasar Ganda

1. Secara Umum

- Pada kapal *General Cargo*, dasar ganda terletak antara sekat tubrukan dengan sekat kamar mesin
- Dalam tangki ceruk haluan dan ceruk buritan tidak perlu dipasang alas ganda.

2. Penumpu Tengah (*Centre Girder*)

- Penumpu tengah harus kedap air sekurang-kurangnya 0,5 L tengah kapal, jika alas ganda tidak dibagi kedap air oleh penumpu samping.
- Penumpu tengah pada 0,7 L tengah kapal tidak boleh kurang dari (*sec.8.B.2.2*) :

Tinggi penumpu tengah

$$\begin{aligned} h &= 350 + 45 B \\ &= 350 + (45 \times 18,22) \\ &= \mathbf{1169,809 \text{ mm} = 1170 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= (h/100+1) \sqrt{k} \\ &= (1169,809 / 100 +1) \sqrt{1} \\ &= \mathbf{12,698 \text{ mm} = 13 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Untuk 0,15 L pada ujung kapal, tebal penumpu tengah ditambah 10 %.

$$\begin{aligned} t &= 10 + 10\% (13) \\ &= \mathbf{11,269 \text{ mm} = 11 \text{ mm}} \end{aligned}$$

3. Penumpu Samping (*Side Girder*)

- Penumpu samping sekurang-kurangnya dipasang dalam kamar mesin dan 0,25 L bagian haluan. Satu penumpu samping dipasang apabila lebar horizontal dari sisi bawah plat tepi ke penumpu tengah lebih dari 4,5 m.
- Penentuan jumlah *side girder*

Tabel 5.111 Penentuan *Side Girder*

0,5	Side Girder
4,5	1
8	2
10,5	3

Dari tabel diatas, direncanakan jumlah *side girder* sebanyak 2 pasang

- Tebal penumpu samping tidak boleh kurang dari : (*sec.8-B.3.2*)

$$\begin{aligned}
 t &= h^2/120.h \\
 &= 1169,809^2/120 \times 1169,809 \\
 &= \mathbf{9,748 \text{ mm} = 10 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

- Tebal plat alas dalam tidak boleh kurang dari

$$\begin{aligned}
 t_{Bi} &= 1,1 \times a \times \sqrt{P.K} + t_k \\
 t_{Bi} &= 1,1 \times 0,7 \times \sqrt{40,7 \times 1} + 1,5 \\
 &= \mathbf{7,792 \text{ mm} = 8 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

tebal plat alas dalam pada kamar mesin

$$\begin{aligned}
 t &= 8 + 2 \\
 &= \mathbf{8 + 2 = 10 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

4. Alas Ganda dalam Sistem Gading Melintang

- Wrang Alas Penuh (*Wrang Plate*)
 - Pada sistim gading melintang pada alas ganda dianjurkan untuk memasang *wrang* alas penuh pada setiap gading, dimana sistem gadingnya adalah :
 - Di bagian penguat alas haluan
 - Di dalam kamar mesin
 - Di bawah ruang muat
 - Pondasi ketel.

- *Wrang* alas penuh harus dipasang dibawah sekat melintang, di bawah topang ruang muat.
- Jarak terbesar *wrang* alas penuh tidak melebihi :
- 3,2 m untuk kapal $L \geq 60$ m
- 2,9 m untuk kapal $L \geq 100$ m
- 2,6 m untuk kapal $L \leq 140$ m
- 2,4 m untuk kapal $L > 140$ m

- **Tebal *Wrang* Penuh**

- Tebal *wrang* penuh tidak boleh kurang dari (sec.8 B.6.2):

$$\begin{aligned}
 t &= t_m - 2,0 \\
 &= 12,0 - 2,0 \\
 &= \mathbf{10,0 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

- Lubang Peringan

Lubang peringan *wrang* penuh adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang max} &= 0,75 \times h \\
 &= 0,75 \times 1,2 = \mathbf{0,9 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi max} &= 0,5 \times h \\
 &= 0,5 \times 1,2 = \mathbf{0,6 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

- Jarak max. lubang peringan dari penumpu tengah dan plat tepi tidak boleh melebihi dari 0,4 tinggi penumpu tengah.

- **Wrang Alas Kedap Air**

- Tebal *wrang* alas kedap air tidak boleh kurang dari tebal *wrang* alas penuh = 10,0 mm.
- Ukuran stiffener pada *wrang* kedap air

$$W = n \times c \times a \times l^2 \times p \times k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana

$$n = 0,55$$

$$c = 1,0$$

$$l = \text{panjang penegar } \textit{wrang} \text{ alas} = 1,0$$

$$p = 98,673 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

$$w = 0,55 \times 1 \times 0,6 \times (1,0)^2 \times 40,7 \times 1,0 (\text{cm}^3)$$

$$w = 52,799 \text{ cm}^3$$

Profil di ambil $L = 90 \times 60 \times 8$

V.7.4 Perhitungan profil profil gading-gading

1. Gading Utama (*Frame*)

Menurut BKI '01 jarak gading normal antara 0,2 L dari FP sampai sekat ceruk buritan adalah = 600 mm

Di depan sekat tubrukan dan di belakang sekat ceruk buritan jarak gading tidak boleh melebihi 600 mm

Perhitungan gading utama sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 sec 9. A.2.1*)

Modulus gading utama tidak boleh kurang dari:

$$W = n \cdot c \cdot a \cdot l^2 \cdot P_s \cdot C_r \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$a = 0,6 \text{ m} = \text{jarak gading}$$

$$l = (H - h) / 5$$

$$= (18,22 - 1,3) / 5 = 1,884$$

$$C_r = 0,75$$

$$n = 0,90 - 0,0035 L \text{ untuk } L < 100$$

$$= 0,90 - 0,0035 \times 125,79$$

$$= 0,564$$

$$c = 1$$

1.1 Gading-gading pada daerah buritan

Dimana;

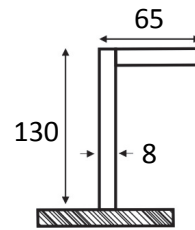
$$P_{S1} = 99,08831 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,564 \times 1 \times 0,6 \times (2,34)^2 \times 81,641 \times 0,75 \times 1$$

$$= 98,09743 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 130 x 65 x 8**



1.2 Gading-gading pada daerah tengah

Dimana;

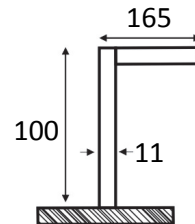
$$P_{S2} = 78,7594 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,564 \times 1 \times 0,6 \times (2,34)^2 \times 73,765 \times 0,75 \times 1$$

$$= 95,07103 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 100 x 165 x 11**



1.3 Gading-gading pada daerah haluan

Dimana;

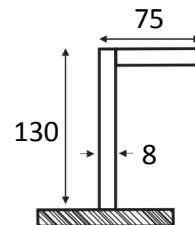
$$P_{S3} = 111,5567 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,564 \times 1 \times 0,6 \times (2,34)^2 \times 88,085 \times 0,75 \times 1$$

$$= 110,4411 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 130 x 75 x 8**



2. Gading-gading bangunan atas(sec.9-A.3.2)

Perhitungan gading utama pada bangunan atas sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 sec 9-2. A.2.1*)

Modulus gading bangunan atas tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,55 \times a \times l^2 \times P \times Cr \times k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$a = 0,6 \text{ m}$ (jarak gading)

$l =$ panjang tak ditumpu

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

$$f = 0,75$$

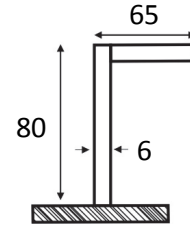
2.1 Poop Deck

$$P_{S1} = 49,6649 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 28,485 \times 0,75 \times 1 \\ &= 59,95085 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang di ambil **L = 80 x 65 x 6**



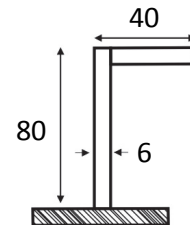
2.2 Boat Deck

$$P_{S2} = 42,40489 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 24,910 \times 0,75 \times 1 \\ &= 51,18724 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang di ambil **L = 90 x 75 x 7**



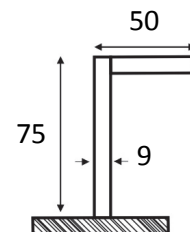
2.3 Navigation Deck

$$P_{S3} = 36,99671 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 22,132 \times 0,75 \times 1 \\ &= 44,65899 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang di ambil **L = 75 x 50 x 9**



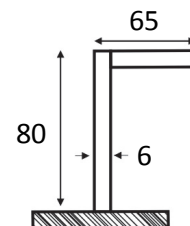
2.4 Compass Deck

$$P_{S3} = 32,81198 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 19,911 \times 0,75 \times 1 \\ &= 39,60757 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

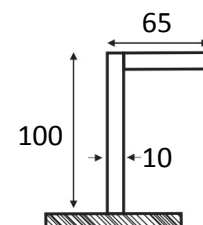
Profil yang di ambil **L = 80 x 65 x 6**



2.5 Fore Castle Deck

$$P_{S5} = 63,00663 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :



$$\begin{aligned}
 W &= 0,55 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 34,268 \times 0,75 \times 1 \\
 &= 76,05574 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Profil yang di ambil **L = 100 x 65 x 10**

3. Gading Memanjang pada ruang muat (*Side Longitudinal*)

Modulus penampang gading memanjang pada daerah tengah kapal adalah:

$$W = n \cdot c \cdot a \cdot l^2 \cdot Pl \cdot Cr \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$a = 0,6 \text{ m jarak gading}$$

$$l = (H - h) / 5$$

$$= (10,72 - 1,3) / 5 = 1,884$$

$$Cr = 0,75$$

$$n = 0,90 - 0,0035 L \text{ untuk } L < 100$$

$$= 0,90 - 0,0035 \times 125,79$$

$$= 0,55$$

$$c = 1$$

$$Pl = 9,81 \times h_1 \times p (1 - av) + 100 P_v \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$h_1 = H - h = 11,7$$

$$p = 1$$

$$av = F \times M$$

$$V_o = 12,5$$

$$F = 0,11 \times V_o / \sqrt{L}$$

$$= 0,11 \times 12,5 / \sqrt{125,79} = 0,122597$$

$$av = 0,122597 \times 1 = 0,122597$$

$$P_{vmin} = 0,2 \text{ bar} = 0,275 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

$$Pl = 9,81 \times 11,7 \times 1 (1 - 0,140) + 100 \times 0,275$$

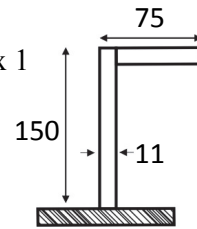
$$= 108,581 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,58 \times 1 \times 0,6 \times (2,34)^2 \times 126,208 \times 0,75 \times 1$$

$$= 179,1586 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 150 x 75 x 11**



4. Gading besar (*Web frame*)

Perhitungan gading besar sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 sec 9-4 A.6.2.1*)

Modulus gading utama tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,8 \times e \times l^2 \times P_s \times k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$k = 1$$

e = Lebar Pembebanan

$$= 4 \times 0,6 = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang tak ditumpu} = 1,884 \text{ m}$$

a. Gading besar pada daerah kamar mesin

$$P_s = 89,80553 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 75,133 \times 1$$

$$= 944,1392 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 340 x 13 FP 170 x 13**

Tebal plat = 11,0

Koreksi modulus ($40 \sim 50$) $t = 50 \times 11 = 550$

$$F = 50 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 34 \times 1,3 = 41,6$$

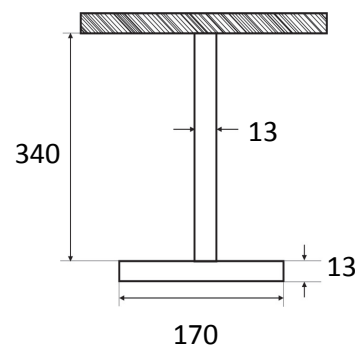
$$f = 17 \times 1,3 = 22,1$$

$$f_s/F = 0,76$$

$$f/F = 0,40$$

$$w = 0,57$$

maka



$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,57 \times 55 \times 32 = 1003,2 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)

b. Gading besar pada daerah tengah kapal

$$P_s = 73,5424 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 68,872 \times 1$$

$$= 773,1625 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 300 x 15 FP 220 x 15**

Tebal plat = 9

$$\text{Koreksi modulus } (40 \sim 50) \text{ t} = 50 \times 11,0 = 550$$

$$F = 50 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 22 \times 1,5 = 45$$

$$f = 22 \times 1,5 = 16,8$$

$$f_s/F = 1,00$$

$$f/F = 0,73$$

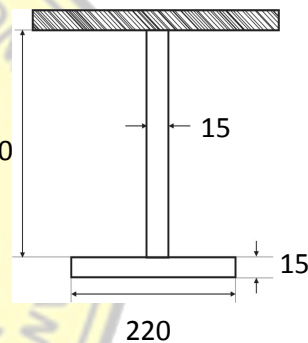
$$w = 0,72$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,72 \times 45 \times 30 = 972 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



c. Gading besar pada daerah haluan kapal

$$P_s = 99,78025 \text{ kN/m}^2 \quad 340$$

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 80,256 \times 1$$

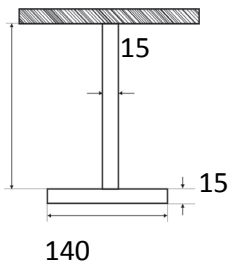
$$= 1049,005 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 340 x 15 FP 140 x 15**

Tebal plat = 12,0

$$\text{Koreksi modulus } (40 \sim 50) \text{ t} = 50 \times 11 = 550$$

$$F = 50 \times 1,2 = 60$$



$$f_s = 34 \times 1,5 = 51$$

$$f = 14 \times 1,5 = 21$$

$$f_s/F = 0,85$$

$$f/F = 0,35$$

$$w = 0,57$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,57 \times 60 \times 32 = 1094,4 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)

5. Gading Besar Pada Bangunan Atas

Perhitungan gading besar pada bangunan atas sesuai dengan ketentuan (BKI 2001 sec 9-4 A.6.2.1)

Modulus gading bangunan atas tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,8 \cdot e \cdot l^2 \cdot P_s \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$k = 1$$

e = Lebar Pembebanan

$$= 4 \times 0,6$$

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

l = panjang tak ditumpu

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

5.1. Poop Deck

$$P_s = \text{beban sisi kapal} = 39,73192 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,4)^2 \times 22,788 \times 1,0 \times 1$$

$$= 439,4033 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 260 x 11 FP 140 x 11**

Tebal plat = 9

$$\text{Koreksi modulus } (40 \sim 50) \quad t = 50 \times 11 = 550$$

$$F = 50 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 26 \times 1,1 = 2,86$$

$$f = 14 \times 1,1 = 15,4$$

$$f_s/F = 0,06$$

$$f/F = 0,34$$

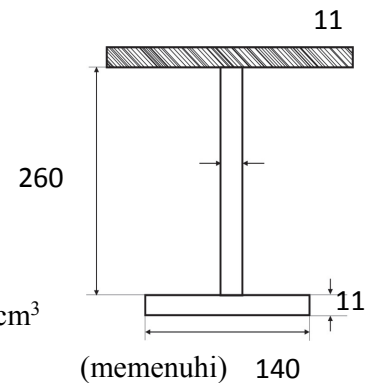
$$w = 0,35$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,35 \times 45 \times 20 = 504 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan



5.2. Boat Deck

Ps = beban sisi kapal = 29,59737 KN/m²

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,4)^2 \times 17,705 \times 1,0 \times 1$$

$$= 327,3232 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 240 x 10 FP 130 x 10**

Tebal plat = 7

Koreksi modulus (40 ~ 50) t = 50 x 7 = 350

$$F = 50 \times 0,7 = 35$$

$$f_s = 24 \times 1,0 = 24$$

$$f = 13 \times 1,0 = 13$$

$$f_s/F = 0,60$$

$$f/F = 0,33$$

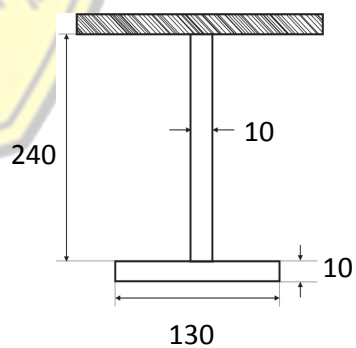
$$w = 0,31$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,31 \times 35 \times 18 = 396,8 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan



5.3. Navigation Deck

Ps = beban sisi kapal = 29,59737 KN/m²

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,4)^2 \times 17,705 \times 1,0 \times 1$$

$$= 327,3232 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 240 x 10 FP 130 x 10**

Tebal plat = 7

Koreksi modulus (40 ~ 50) t = 50 x 7 = 350

$$F = 50 \times 0,7 = 35$$

$$f_s = 24 \times 1,0 = 24$$

$$f = 13 \times 1,0 = 13$$

$$f_s/F = 0,60$$

$$f/F = 0,33$$

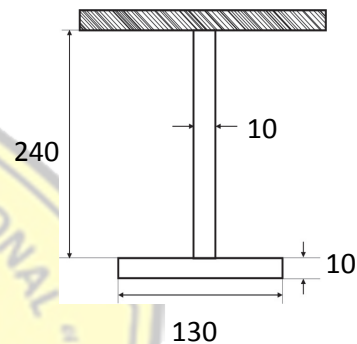
$$w = 0,31$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,31 \times 35 \times 18 = 396,8 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



5.4. Compas Deck

Ps = beban sisi kapal = 26,24958 KN/m²

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,4)^2 \times 15,929 \times 1$$

$$= 290,2994 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 220 x 11,5 FP 120 x 11,5**

Tebal plat = 7

Koreksi modulus (40 ~ 50) t = 50 x 7 = 350

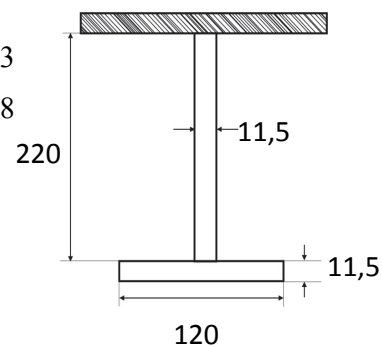
$$F = 50 \times 0,7 = 35$$

$$f_s = 22 \times 1,15 = 2,53$$

$$f = 12 \times 1,15 = 13,8$$

$$f_s/F = 0,07$$

$$f/F = 0,39$$



$$w = 0,37$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,37 \times 35 \times 18 = 414 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)

5.5. Fore Castle Deck

$$P_s = \text{beban sisi kapal} = 52,34746 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,8 \times 2,4 \times (2,4)^2 \times 27,414 \times 1$$

$$= 578,921 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 280 x 13 FP 170 x 13**

Tebal plat = 11

$$\text{Koreksi modulus } (40 \sim 50) \quad t = 50 \times 11 = 550$$

$$F = 50 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 28 \times 13 = 3,64$$

$$f = 17 \times 13 = 22,1$$

$$f_s/F = 0,07$$

$$f/F = 0,40$$

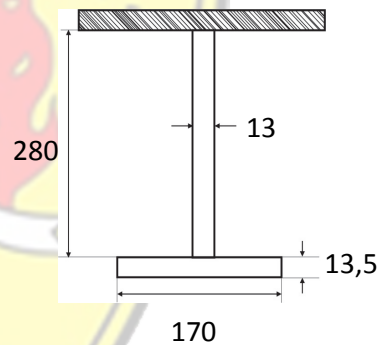
$$w = 0,38$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,38 \times 55 \times 22 = 669 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



V.7.5 Perhitungan Profil Balok-Balok

1. Balok geladak (*Deck beam*)

Perhitungan balok geladak sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 Sec.10.1.B*)

Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang :

$$W = c \cdot a \cdot P_D \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$c = 0,75 \text{ untuk beam}$$

$$a = \text{Jarak gading yang direncanakan} = 0,6 \text{ m}$$

$$k = \text{Faktor material} = 1,00$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} \\ = (0,5 \times B) / 4 = 2,2775 \text{ m}$$

1.1 Balok Geladak pada kamar mesin, ceruk buritan 0,1 L dari AP

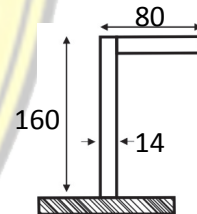
Dimana;

$$P_{D1} = 110,4248 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 110,4248 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ = 257,7484 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 160 x 80 x 14**



1.2 Balok geladak pada daerah 0,1 dari FP :

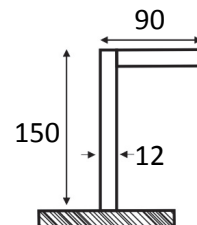
Dimana;

$$P_{D3} = 90,58285 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 90,58285 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ = 211,4342 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 150 x 90 x 12**



2. Balok geladak pada ruang muat (*deck longitudinal*)

Perhitungan balok geladak sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 VOL II sec 9.*)

Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang :

$$W = c \cdot a \cdot P_D \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$c = 0,75$$

$$a = \text{jarak gading} = 0,6 \text{ m}$$

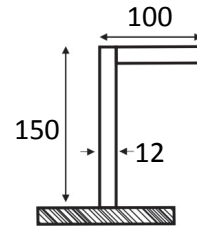
$$l = \text{panjang tak ditumpu} = 2,31 \text{ m}$$

$$P_{D2} = \text{untuk pembujur geladak} = 86,26938 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 0,6 \times 13,276 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ &= \mathbf{234,9269 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang di ambil **L = 150 x 100 x 12**



3. Balok geladak bangunan atas

Perhitungan balok geladak pada bangunan atas sesuai dengan ketentuan

Modulus gading bangunan atas tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot a \cdot P_{DA1} \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$c = 0,75$$

$$a = \text{Jarak gading yang direncanakan} = 0,6 \text{ m}$$

$$k = 1 \quad (\text{Faktor material})$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,31 \text{ m}$$

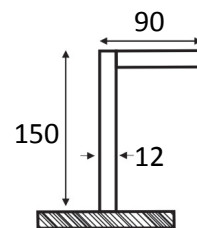
3.1 Poop Deck

$$W = c \cdot a \cdot P_{DA} \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Di mana :

$$P_{DA} = 79,71291 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 12,267 \times (2,31)^2 \times 1,0$$



$$= 217,0725 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 150 x 90 x 12**

3.2 Boat Deck

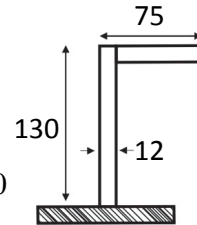
$$W = c \cdot a \cdot P_{DA} \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 57,97303 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 8,922 \times (2,31)^2 \times 1,0$$

$$= 157,8709 \text{ cm}^3$$



Profil yang di ambil **L = 130 x 75 x 12**

3.3 Navigation Deck, Compass Deck

$$W = c \cdot a \cdot P_{DA} \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

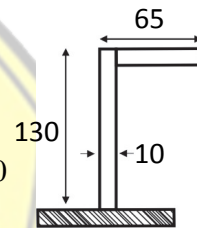
dimana :

$$P_{DA} = 45,29143 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 6,970 \times (2,31)^2 \times 1,0$$

$$= 123,3366 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L = 130 x 65 x 10**



3.4 Fore Castle Deck

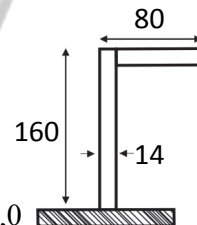
$$W = c \cdot a \cdot P_{DA5} \cdot l^2 \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 110,4248 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,75 \times 0,6 \times 16,595 \times (2,31)^2 \times 1,0$$

$$= 257,7484 \text{ cm}^3$$



Profil yang di ambil **L = 160 x 80 x 14**

4. Balok geladak besar (strong beam)

Perhitungan balok geladak besar sesuai dengan ketentuan (BKI 2001 Sec.10.1.B)

Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang :

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P_D \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$k = 1$$

$$c = 0,75 \text{ untuk beam}$$

$$e = \text{jarak gading besar} = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,2775 \text{ m}$$

4.1 Modulus penampang strong beam untuk daerah 0,1 L dari AP

Dimana;

$$P_D = 90,58285 \text{ KN/m}^2$$

Jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times (2,31)^2 \times 13,940 \times 1 \\ &= \mathbf{845,7369 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 320 x 14 FP 150 x 14**

Tebal plat = 10

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 10 = 500$

$$F = 50 \times 1 = 50$$

$$f_s = 3,2 \times 1,4 = 44,8$$

$$f = 15 \times 1,4 = 21$$

$$f_s/F = 0,90$$

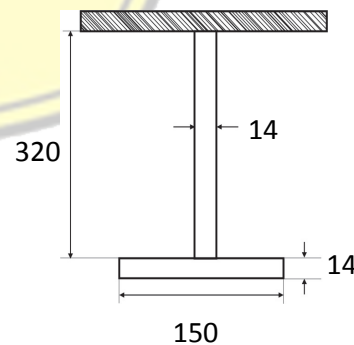
$$f/F = 0,42$$

$$w = 0,57$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,57 \times 50 \times 18 = 912 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$W \text{ rencana} > W \text{ perhitungan} \quad (\text{memenuhi})$$



4.2 Modulus penampang strong beam untuk daerah 0,1L dari FP (haluan)

$$P_D = 110,4248 \text{ kN/m}^2$$

Jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times (2,31)^2 \times 16,595 \times 1 \\ &= \mathbf{1030,994 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 340 x 15 FP 180 x 15**

Tebal plat = 11

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 11 = 400$

$$F = 50 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 34 \times 1,5 = 51$$

$$f = 18 \times 1,5 = 27$$

$$f/F = 0,93$$

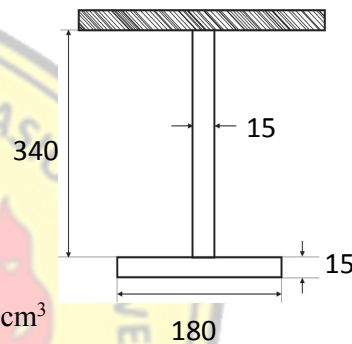
$$f_s/F = 0,49$$

$$w = 0,73$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,73 \times 55 \times 18 = 1284,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



4.3 Modulus penampang strong beam untuk daerah 0,6 L tengah kapal (midship) tidak boleh kurang dari :

Dimana;

$$P_D = 90,58285 \text{ kN/m}^2$$

Jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times (2,31)^2 \times 13,276 \times 1 \\ &= \mathbf{845,7369 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 320 x 14 FP 190 x 14**

Tebal plat = 9

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 9 = 450$

$$F = 50 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 32 \times 1,4 = 44,8$$

$$f = 19 \times 1,4 = 26,6$$

$$f_s/F = 1,00$$

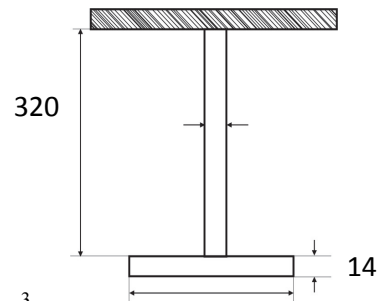
$$f/F = 0,59$$

$$w = 0,61$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,61 \times 45 \times 18 = 878 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}} \quad (\text{memenuhi})$$



5. Strong Beam Untuk Bangunan Atas

Perhitungan strong beam pada bangunan atas sesuai dengan ketentuan

Modulus gading bangunan atas tidak boleh kurang dari:

$$W = 0,75 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$k = 1$$

$$c = 0,75 \text{ untuk beam}$$

$$e = \text{jarak gading besar} = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,31 \text{ m}$$

5.1 Poop Deck

$$W = 0,75 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 79,71291 \text{ KN/m}^2$$

Jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times 12,267 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ &= 744,2485 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 300 x 15 FP 160 x 15**

Tebal plat = 9

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 9 = 450$

$$F = 50 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 30 \times 1,5 = 45$$

$$f = 16 \times 1,5 = 24$$

$$f_s/F = 1,00$$

$$f/F = 0,53$$

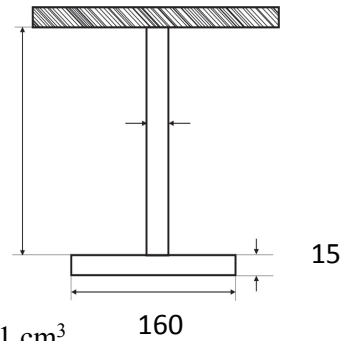
$$w = 0,62$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,62 \times 45 \times 16 = 781 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



5.2 Boat Deck

$$W = 0,75 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 57,97303 \text{ KN/m}^2$$

Jadi

$$W = 0,75 \times 2,4 \times 8,922 \times (2,31)^2 \times 1,0$$

$$= 541,2716 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 280x 12 FP 160 x 12**

Tebal plat = 8

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 8 = 400$

$$F = 50 \times 0,8 = 40$$

$$f_s = 28 \times 1,2 = 33,6$$

$$f = 16 \times 1,2 = 19,2$$

$$f_s/F = 0,84$$

$$f/F = 0,48$$

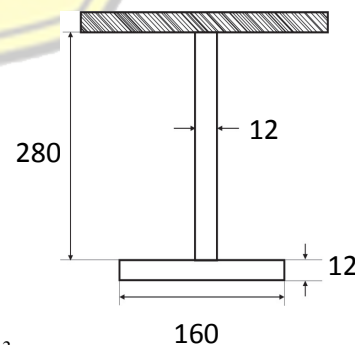
$$w = 0,59$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,59 \times 40 \times 14 = 590 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



5.3 Geladak Navigasi, dan *Compass Deck*

$$W = 0,75 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 45,29143 \text{ KN/m}^2$$

Jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times 7,869 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ &= \mathbf{422,8684 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 260 x 11 FP 150 x 11**

Tebal plat = 7

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 7 = 350$

$$F = 50 \times 0,7 = 35$$

$$f_s = 2,6 \times 1,1 = 28,6$$

$$f = 1,5 \times 1,1 = 16,5$$

$$f_s/F = 0,82$$

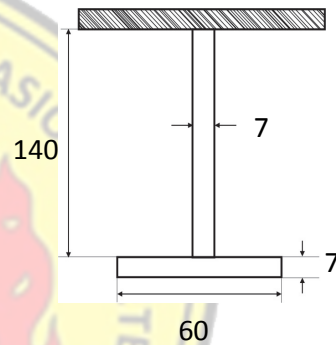
$$f/F = 0,47$$

$$w = 0,57$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,57 \times 35 \times 14 = 499 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



5.4 Fore Castle Deck

$$W = 0,75 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

dimana :

$$P_{DA} = 110,4248 \text{ KN/m}^2$$

jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,4 \times 16,595 \times (2,31)^2 \times 1,0 \\ &= \mathbf{1030,994 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 340 x 15 FP 180 x 15**

Tebal plat = 11

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 11 = 550$

$$F = 50 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 34 \times 1,5 = 51$$

$$f = 18 \times 1,5 = 27$$

$$f/F = 0,93$$

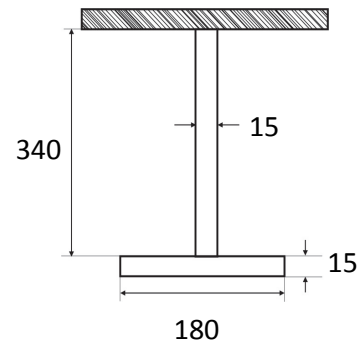
$$f_s/F = 0,49$$

$$w = 0,6$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,6 \times 55 \times 18 = 1122 \text{ cm}^3$$



$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)

V.7.6 Penumpu Geladak (*Deck Girder*)

Tinggi penumpu tidak boleh kurang dari 1/25 panjang tak ditumpu tinggi plat bilah hadap, penumpu yang dilubangi (lubang las) untuk balok geladak yang menerus minimal 1,5 x tinggi geladak.

1. Penumpu Tengah (*Centre Deck Girder*) dan Penumpu samping (*Side Deck Girder*)

Perhitungan *center deck girder* dan *side deck girder* sesuai dengan ketentuan (*BKI 2001 Vol II sec.10 B.4.1*)

Modulus gading utama tidak boleh kurang dari:

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P_D \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$e = \text{lebar pembebanan}$$

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

$$c = 0,75$$

$$l = 2,31 \text{ m}$$

$$k = 1 \text{ (Faktor bahan)}$$

- 1.1 Modulus penampang tengah dan penumpu samping geladak pada daerah 0,05 L dari AP tidak boleh kurang dari :

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P_D \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$P_D = \text{beban geladak} = 72,46628 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 11,152 \times 1 \\ &= \mathbf{696,0372 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 300 x 13 FP 180 x 13**

Tebal plat = 12

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 12 = 480$

$$F = 40 \times 1,2 = 60$$

$$f_s = 30 \times 1,3 = 39$$

$$f = 18 \times 1,3 = 23,4$$

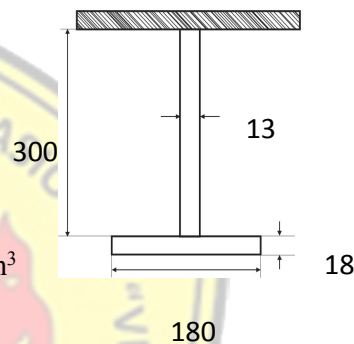
$$f_s/F = 0,65$$

$$f/F = 0,39$$

$$w = 0,4$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,4 \times 60 \times 16 = 768 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)

1.2 Modulus penampang penumpu tengah geladak daerah midship
tidak boleh kurang dari :

Dimana;

$$P_D = \text{beban geladak} = 69,01551 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 10,621 \times 1 \\ &= \mathbf{662,8926 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 300 x 12 FP 180 x 12**

Tebal plat = 9

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 9 = 360$

$$F = 40 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 30 \times 1,2 = 36$$

$$f = 18 \times 1,2 = 21,6$$

$$f_s/F = 0,80$$

$$f/F = 0,48$$

$$w = 0,5$$

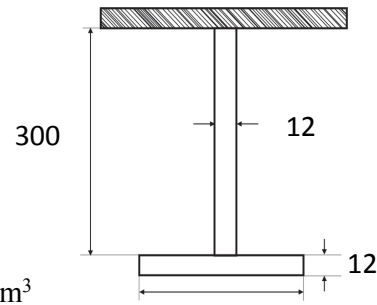
maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,5 \times 45 \times 16 = 720 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan

(memenuhi)



1.3 Modulus penampang penumpu tengah geladak pada daerah haluan kapal tidak boleh kurang dari :

Dimana;

$$P_D = \text{beban geladak} = 88,33985 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 13,276 \times 1$$

$$= 848,5025 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 320 x 13 FP 200 x 13**

Tebal plat = 13

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 13 = 650$

$$F = 32 \times 1,3 = 45$$

$$f_s = 32 \times 1,3 = 41,6$$

$$f = 20 \times 1,3 = 26$$

$$f_s/F = 0,92$$

$$f/F = 0,58$$

$$w = 0,6$$

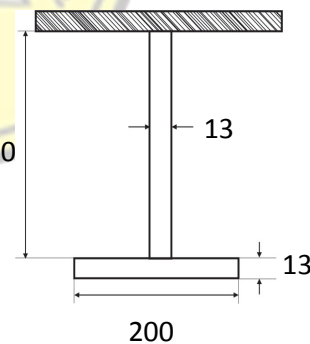
maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,6 \times 45 \times 18 = 864 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan

(memenuhi)



2. Modulus Penumpu Bangunan Atas

Perhitungan center deck girder dan side deck girder pada bangunan atas sesuai dengan ketentuan BKI 2001:

$$W = c \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$k = 1$$

$$c = 0,75$$

$$l = \text{jarak gading besar} = 2,4 \text{ m}$$

$$e = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,31 \text{ m}$$

2.1 Poop Deck

Dimana :

$$P_D = \text{beban geladak} = 63,77033 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 9,8138 \times 1 \\ &= \mathbf{612,5127 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 280 x 14 FP 200 x 14**

Tebal plat = 9

Koreksi modulus (40 ~ 50) t = 50 x 9 = 450

$$F = 50 \times 0,9 = 45$$

$$f_s = 28 \times 1,4 = 28$$

$$f = 20 \times 1,4 = 28$$

$$f_s/F = 0,62$$

$$f/F = 0,62$$

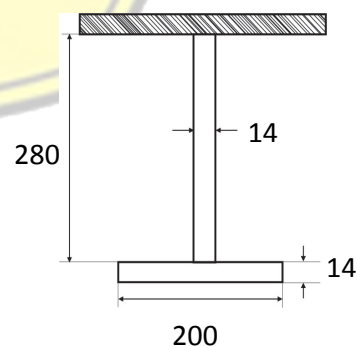
$$w = 0,45$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,45 \times 45 \times 16 = 648 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



2.2 Boat Deck

Dimana :

$$P_D = \text{beban geladak} = 46,37842 \text{ cm}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 7,137 \times 1 \\ &= \mathbf{445,4638 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 260 x 11 FP 200 x 11**

Tebal plat = 8

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 8 = 400$

$$F = 50 \times 0,8 = 40$$

$$f_s = 26 \times 1,1 = 28,6$$

$$f = 20 \times 1,1 = 22$$

$$f_s/F = 0,72$$

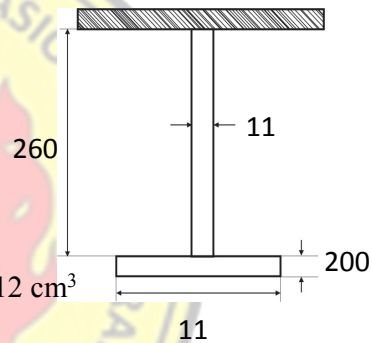
$$f/F = 0,55$$

$$w = 0,4$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,4 \times 40 \times 14 = 512 \text{ cm}^3$$



$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)

2.3 Navigation Deck dan Compass Deck

Dimana :

$$P_D = \text{beban geladak} = 36,23314 \text{ kN/m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} W &= 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 5,576 \times 1 \\ &= \mathbf{348,0186 \text{ cm}^3} \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 240 x 18 FP 180 x 18**

Tebal plat = 7

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 7 = 350$

$$F = 50 \times 0,7 = 35$$

$$f_s = 24 \times 1,8 = 43,2$$

$$f = 18 \times 1,8 = 32,4$$

$$f_s/F = 0,96$$

$$f/F = 0,72$$

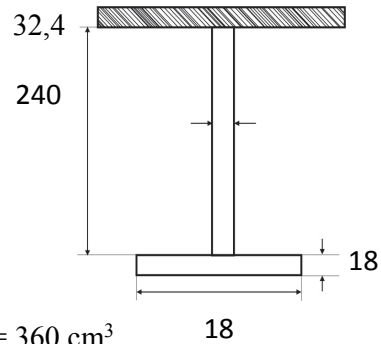
$$w = 0,25$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,25 \times 35 \times 12 = 360 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



2.4 Fore Castle Deck

Dimana :

$$P_D = \text{beban geladak} = 88,33985 \text{ KN/m}^2$$

Jadi :

$$W = 0,75 \times 2,31 \times (2,4)^2 \times 13,276 \times 1$$

$$= 848,5025 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 320 x 14 FP 200 x 14**

Tebal plat = 11

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 11 = 550$

$$F = 50 \times 1,1 = 45$$

$$f_s = 32 \times 1,4 = 28$$

$$f = 20 \times 1,4 = 28$$

$$f_s/F = 0,62$$

$$f/F = 0,62$$

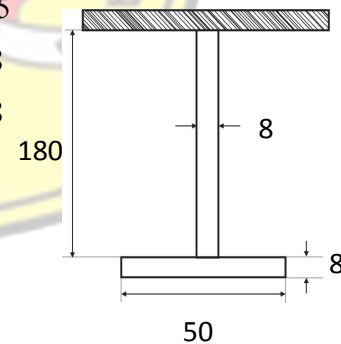
$$w = 0,6$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,6 \times 45 \times 18 = 864 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



V.7.7 Pembujur Alas (Bottom Longitudinal)

Perhitungan pembujur alas sesuai ketentuan (*BKI 2001 VOL II sec 9*)
 Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang :

$$W = c \cdot m \cdot a \cdot l^2 \cdot P \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$c = 1$$

$$m = k \times n$$

$$= 1 \times 0,7$$

$$= 0,7$$

$$a = \text{jarak gading bujur geladak} = 0,7 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang tak ditumpu} = 2,4 \text{ m}$$

$$P = \text{untuk pembujur alas}$$

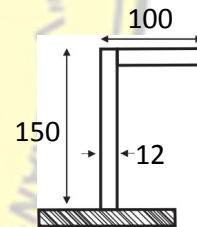
$$= 98,673 \text{ kN/m}^2$$

Modulus pembujur alas pada tengah kapal

$$W = 1 \times 0,7 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 98,673$$

$$W = 238,709 \text{ cm}^3$$

Profil yang diambil



V.7.8 Bulkhead (Sekat Kedap)

1. Sekat kedap air

Sebuah kapal harus mempunyai sekat tubrukan pada haluan, sekat buritan, sekat ruang mesin dan sekat antar ruang muat. (*BKI' 2001 Vol II Sec. 11 B 2.1*)

2. Sekat Tubrukan

Tebal sekat kedap air pada double bottom

Tebal sekat kedap air pada double bottom

$$t_s = C_p \cdot a \cdot \sqrt{P} + t_k \quad (\text{mm})$$

Dimana:

$$C_p = 1,1 \sqrt{f}$$

Dimana

$$f = \frac{235}{Re \ h}$$

$$Re \ H = 265 \text{ N/mm}^2$$

$$f = 235/265 \text{ N/mm}^2$$

$$= 0,887 \text{ N/mm}^2$$

$$C_p = 1,1 \times \sqrt{0,887} = 1,036$$

$$a = 0,6 \text{ (Frame spacing)}$$

$$P = 9,81 \times h'$$

$$h' = 2/3 (H + 1)$$

$$= 2/3 (13 + 1)$$

$$= 9,33 \text{ m}$$

$$P = 9,1 \times 9,33 = 84,90 \text{ kN/m}^2$$

$$t_k = 1,5 \text{ (Corrosion Factor)}$$

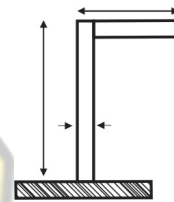
Maka :

$$t_s = 1,036 \times 0,6 \times \sqrt{84,90} + 1,5 \text{ (mm)}$$

$$= 7,23 \text{ mm, diambil } 8 \text{ mm}$$

$$t_{smin} = 6,0 \times \sqrt{k}$$

$$= 6,0 \text{ mm}$$



2. Modulus penampang penegar sekat kedap air

2.1 Modulus penampang penegar sekat tubrukan tidak boleh kurang dari : (BKI Vol II 2001, Sec 11. B. 3. 1)

$$W = C_s \cdot a \cdot l^2 \cdot P \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

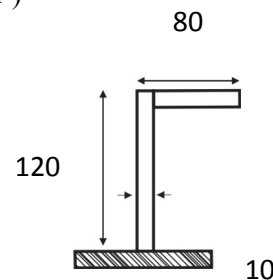
$$C_s = 0,45 \cdot f$$

$$= 0,45 \times 0,887$$

$$= 0,399$$

$$l = 2,31 \text{ m}$$

$$P = 98,673 \text{ kN/m}^2$$



Maka :

$$W = 0,399 \times 0,6 \times (2,31)^2 \times 98,673$$

$$= \mathbf{126,051 \text{ cm}^3}$$

Profil yang di ambil **L 120 x 80 x 10**

2.2 Stiffener Bangunan Atas : (BKI 2001. Vol II sec.16. C.3.1)

$$W = 0,35 \cdot a \cdot l^2 \cdot P_A \cdot k$$

Dimana :

$$l = 2,4 \text{ m}$$

$$a = 0,6 \text{ m (jarak stiffener)}$$

$$k = 1,0$$

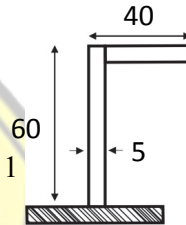
a. Poop Deck

$$P_{A1} = 12,267 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,35 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 12,267 \times 1$$

$$= \mathbf{14,838 \text{ cm}^3}$$

Profil yang di ambil **L 60 x 40 x 5**

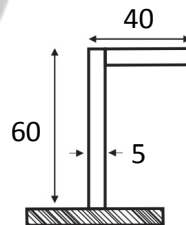


b. Boat Deck

$$P_{A2} = 8,922 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,35 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 8,922 \times 1$$

$$= \mathbf{10,792 \text{ cm}^3}$$



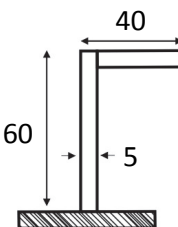
c. Navigation Deck

$$P_{A3} = 7,869 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,35 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 7,869 \times 1$$

$$= \mathbf{9,790 \text{ cm}^3}$$

Profil yang di ambil **L 60 x 40 x 5**



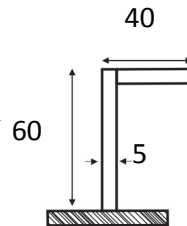
d. *Compas Deck*

$$P_{A4} = 7,869 \text{ kN/m}^2$$

$$W = 0,35 \times 0,6 \times (2,4)^2 \times 7,869 \times 1$$

$$= 9,518 \text{ cm}^3$$

Profil yang di ambil **L 60 x 40 x 5**



V.7.9 *Web Stifener*

1. *WEB STIFFENER*

a. Modulus web stiffener sekat tubrukan

$$W = C_s \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana

$$C_s = 0,399$$

e = lebar pembebanan = 2,4

l = panjang tak ditumpu

$$= 13 - 1,3 / 5 = 2,34 \text{ m}$$

$$P = 9,81 \times h \quad h = \left(\frac{H - h_{DB}}{2} \right) + 1$$

$$P = 9,81 \times 6,85 \quad h = \left(\frac{13 - 1,3}{2} \right) + 1$$

$$P = 67,198 \text{ kN/m}^3 \quad h = 6,85$$

jadi

$$W = 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 67,198 \times 1$$

$$= 352,348 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 240 x 11 FP 80 x 11**

Tebal plat = 8,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 8,0 = 320$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

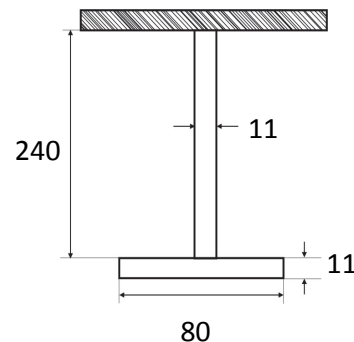
$$f_s = 24 \times 1,1 = 26,4$$

$$f = 8 \times 1,1 = 8,8$$

$$f/F = 0,275$$

$$f_s/F = 0,825$$

$$w = 0,50$$



maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,50 \times 32 \times 24 = 384 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)

b. Modulus *web stiffener* sekat kamar mesin dan sekat lain pada tengah kapal

$$W = C_s \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana:

$$C_s = 0,399$$

$$e = \text{lebar pembebanan} = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang tak ditumpu} = 2,34 \text{ m}$$

$$p = 48,069 / \text{m}^2$$

$$k = 1$$

jadi

$$W = 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 48,069 \times 1$$

$$= 252,047 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 220 x 10 FP 70 x 10**

Tebal plat = 8,0

$$\text{Koreksi modulus (40 ~ 50) } t = 40 \times 8,0 = 320$$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

$$f_s = 22 \times 1,0 = 22$$

$$f = 7 \times 1,0 = 7$$

$$f/F = 0,22$$

$$f_s/F = 0,687$$

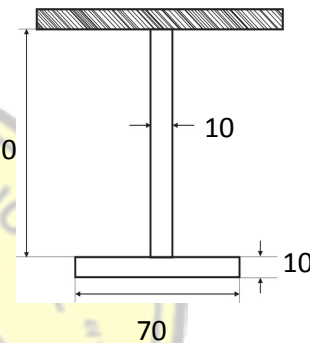
$$w = 0,39$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,39 \times 32 \times 22 = 274,56 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



c. *Web Stiffener* Bangunan Atas

♦ *Poop Deck*

$$W = C_s \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Di mana :

$$C_s = 0,399$$

$$e = \text{lebar pembebanan} \\ = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang tak ditumpu} = 2 \text{ m}$$

$$p = 31,855 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

jadi

$$W = 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 31,855 \times 1 \\ = 167,030 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 180 x 9 FP 60 x 9**

Tebal plat = 8,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 8,0 = 320$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

$$f_s = 18 \times 0,9 = 16,2$$

$$f = 6 \times 0,9 = 5,4$$

$$f/F = 0,168$$

$$f_s/F = 0,506$$

$$w = 0,31$$

maka

$$W = w \times F \times h \\ = 0,31 \times 32 \times 18 = 178,56 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)

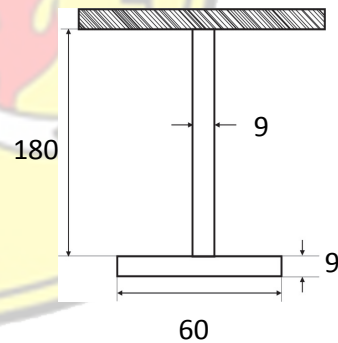
♦ *Boat Deck*

Dimana:

$$p = 28,051 \text{ KN/m}^2$$

jadi

$$W = 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 28,051 \times 1$$



$$= 147,083 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 180 x 9 FP 50 x 9**

Tebal plat = 8,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 8,0 = 320$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

$$f_s = 18 \times 0,9 = 16,2$$

$$f = 5 \times 0,9 = 4,5$$

$$f/F = 0,14$$

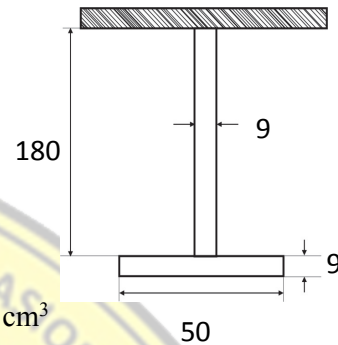
$$f_s/F = 0,506$$

$$w = 0,26$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,26 \times 32 \times 18 = 149,76 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



♦ *Navigation Deck dan Compass Deck*

Dimana:

$$p = 25,059 \text{ KN/m}^2$$

jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 25,059 \times 1 \\ &= 131,395 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 180 x 8 FP 45 x 8**

Tebal plat = 8,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 8,0 = 320$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

$$f_s = 18 \times 0,8 = 14,4$$

$$f = 4,5 \times 0,8 = 3,6$$

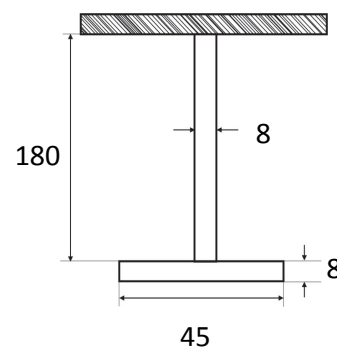
$$f/F = 0,1125$$

$$f_s/F = 0,45$$

$$w = 0,25$$

maka

$$W = w \times F \times h$$



$$= 0,25 \times 32 \times 18 = 144 \text{ cm}^3$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)

♦ *Fore Castle Deck*

Dimana:

$$p = 38,322 \text{ KN/m}^2$$

jadi

$$\begin{aligned} W &= 0,399 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 38,322 \times 1 \\ &= 200,939 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Profil yang direncanakan **T 200 x 9 FP 70 x 9**

Tebal plat = 8,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 40 \times 8,0 = 320$

$$F = 40 \times 0,8 = 32$$

$$f_s = 20 \times 0,9 = 18$$

$$f = 7 \times 0,9 = 6,3$$

$$f/F = 0,197$$

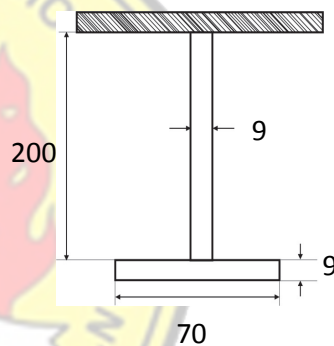
$$f_s/F = 0,562$$

$$w = 0,34$$

maka

$$\begin{aligned} W &= w \times F \times h \\ &= 0,34 \times 32 \times 20 = 217,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

W rencana > W perhitungan (memenuhi)



V.7.10 Senta Sisi (*Stringers*)

Perhitungan senta sisi sesuai dengan ketentuan (BKI 2001 Sec.9A..5.3B)

Modulus penampang balok geladak tidak boleh kurang :

$$W = 0,6 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

a. Modulus senta sisi pada tengah kapal

$$W = 0,6 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

e = jarak web frame

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

l = Panjang tak ditumpu

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

$$p = 68,872 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

jadi

$$W = 0,6 \cdot 2,4 \cdot (2,34)^2 \cdot 68,872 \cdot 1$$

$$= 543,046 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 280 x 12 FP 100 x 12**

Tebal plat samping = 11,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 11,0 = 500$

$$F = 50 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 28 \times 1,2 = 33,6$$

$$f = 10 \times 1,2 = 12$$

$$f/F = 0,611$$

$$f_s/F = 0,218$$

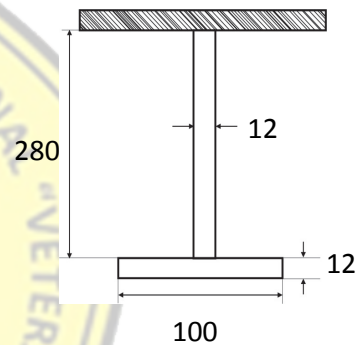
$$w = 0,37$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,37 \times 55 \times 28 = 569,8 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



b. Modulus senta sisi pada kamar mesin

$$W = 0,6 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$e = \text{jarak web frame} = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,34 \text{ m}$$

$$p = 75,133 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

jadi

$$W = 0,6 \times 2,4 \times (2,34)^2 \times 75,133 \times 1$$

$$= 592,413 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 280 x 13 FP 100 x 13**

Tebal plat samping = 11,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 11 = 550$

$$F = 55 \times 1,1 = 55$$

$$f_s = 28 \times 1,3 = 36,4$$

$$f = 10 \times 1,3 = 13$$

$$f/F = 0,236$$

$$f_s/F = 0,662$$

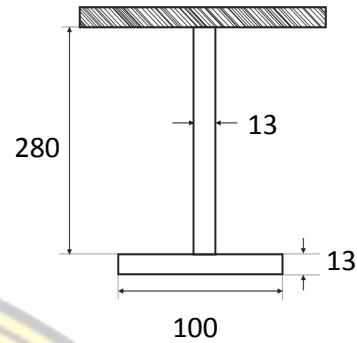
$$w = 0,41$$

maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,41 \times 55 \times 28 = 631,4 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$ (memenuhi)



d. Modulus senta sisi pada kamar haluan kapal

$$W = 0,6 \cdot e \cdot l^2 \cdot P \cdot k \quad (\text{cm}^3)$$

Dimana :

$$e = \text{jarak web frame} = 2,4 \text{ m}$$

$$l = \text{Panjang tak ditumpu} = 2,34 \text{ m}$$

$$p = 80,256 \text{ kN/m}^2$$

$$k = 1$$

jadi

$$W = 0,6 \cdot 2,4 \cdot (2,34)^2 \cdot 80,256 \cdot 1$$

$$= 632,808 \text{ cm}^3$$

Profil yang direncanakan **T 280 x 14 FP 100 x 14**

Tebal plat samping = 12,0

Koreksi modulus (40 ~ 50) $t = 50 \times 12 = 600$

$$F = 50 \times 1,2 = 60$$

$$f_s = 28 \times 1,4 = 39,2$$

$$f = 10 \times 1,4 = 14$$

$$f/F = 0,23$$

$$f_s/F = 0,65$$

$$w = 0,39$$

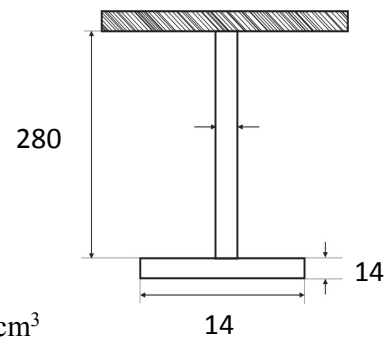
maka

$$W = w \times F \times h$$

$$= 0,39 \times 60 \times 28 = 655,2 \text{ cm}^3$$

$W_{\text{rencana}} > W_{\text{perhitungan}}$

(memenuhi)



V.8 Perhitungan Kekuatan

V.8.1 Kekuatan Kapal *Buckling Sagging*

Total *Bending Moment*

BKI Vol II : Section V-B. 3.1

$$M_{tot} = M_{SW} + M_{WV}$$

M_{SW} = permissible vertical still water bending moment (kNm)

M_{WV} = vertical wave bending moment (kNm)

$$C_{WV} = L^2 \times B \times C_0 \times C_I \times C_L \times C_m \text{ (kNm)}$$

$C_0 C_L$ = see Section 4.A.2.2

C_I = hogging/sagging condition as follows :

C_{IH} = 0,19 CB for hogging condition

C_{IH} = 0,15 for hogging condition

C_{IS} = -0,11 (CB + 0,7) sagging condition

C_{IS} = -0,16 sagging condition

C_M = distribution, see also fig. 5.3

C_{MS} = sagging condition

$$= C_v \times 2,5 \times \frac{x}{L} \text{ for } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,4$$

$$= C_v \times 2,5 \times \frac{x}{L} \text{ for } 0,4 \leq \frac{x}{L} < 0,65 \times C_v$$

$$= C_v \times \frac{\frac{x}{L} - 0,65 \times C_v}{1 - 0,65 \times C_v} \text{ for } 0,65 \times C_v < \frac{x}{L} \leq 1$$

C_{MS} = influence with regard to speed v_0 of the vessel

$$= \sqrt[3]{\frac{v_0}{1,4 \times \sqrt{L}}} \geq 1,0$$

For L the value need not be less than 1,00

$$= 1,0 \text{ for damaged condition}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= \text{wave coefficient} = 1,0 \\ &= \left[\frac{L}{25} + 4,1 \right]_{CRW} \quad \text{for } L < 90\text{m} \\ &= \left[10,75 - \left[\frac{300-L}{100} \right]^{1,5} \right]_{CRW} = 8,59 \\ &= \text{for } 90 \leq L \leq 300\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_L &= \text{length coefficient} \\ &= \sqrt{\frac{L}{90}} \quad \text{For } L < 90\text{m} \\ &= 1,0 \text{ for } L \geq 90\text{m} = 1,00 \end{aligned}$$

Sagging Condition

$$M_{WV} = L^2 \times B \times C_0 \times C_i \times C_L \times C_m \text{ (kNm)}$$

Dimana :

$$C_0 = 9,25$$

$$C_{is} = -0,16$$

$$C_L = 1$$

$$C_{MS} = 1$$

$$M_{WV} = L^2 \times B \times C_0 \times C_i \times C_L \times C_m \text{ (kNm)}$$

$$= -18223 \text{ kNm}$$

$$M_{SW} = 1/3 \times M_{WV} \text{ kNm}$$

$$= -6074 \text{ kNm}$$

$$M_{tot} = M_{SW} + M_{WV}$$

$$= -24298 \text{ kNm}$$

*Sagging Condition**Elastic Buckling*

Untuk plat geladak

Diketahui :

$$t = 11,00 \text{ mm}$$

$$= 0,011$$

$$W_{\text{deck}} = I_{\text{XNA}}/Y_{\text{deck}}$$

$$= 21,36/8,73 = 2,45 \text{ m}^3$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{sw}} + M_{\text{wv}} = -24298 \text{ kNm}$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{deck}}$$

$$= -24298/2,45 = 9932,70 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 109,26 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *bottom*

Diketahui :

$$t = 11 \text{ mm}$$

$$= 0,011$$

$$W_{\text{bottom}} = I_{\text{XNA}}/Y_{\text{bottom}}$$

$$= 21,36/2,97 = 7,19 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{bottom}}$$

$$= 3379,17 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 37,17 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *inner bottom*

Diketahui :

$$t = 11 \text{ mm}$$

$$= 0,011$$

$$W_{\text{inner bottom}} = I_{XNA} / Y_{\text{inner bottom}}$$

$$= 21,36 / 2,12 = 10,07 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} + M_{\text{inner bottom}}$$

$$= -24298 / 10,07 = 2412,07 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 26,53 \text{ kN/m}$$

Untuk plat sisi di bawah garis air

Diketahui :

$$t = 12 \text{ mm}$$

$$= 0,012$$

$$W_{\text{sisi}} = I_{XNA} / Y_{\text{sisi}}$$

$$= 21,36 / 1,85 = 11,54 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} + M_{\text{sisi}}$$

$$= -24298 / 11,54 = 2104,87 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 25,26 \text{ kN/m}$$

Untuk plat sisi di atas garis air

Diketahui :

$$t = 13\text{mm}$$

$$= 0,013$$

$$W_{\text{sisi}} = I_{XNA}/Y_{\text{sisi}}$$

$$= 21,36/6,40 = 3,34 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} + M_{\text{sisi}}$$

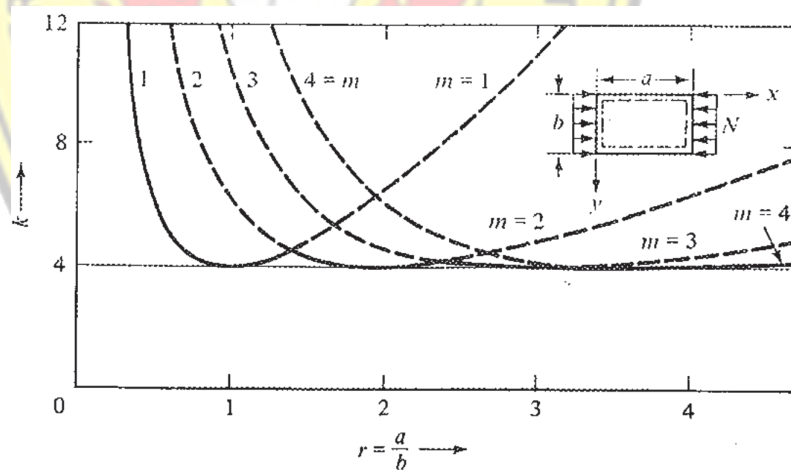
$$= -24298/3,34 = 7281,71 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 94,66 \text{ kN/m}$$

Dari persamaan

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$



$$r = a/b$$

$$= 5,0$$

$$K = (m/r + r/m)^2 \quad m=3$$

$$= 4,20$$

Untuk plat geladak

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)} \quad \text{dimana : } E = 206 \text{ Gpa, } \nu = 0,3$$

$$= 25109$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 1851431,20 \text{ N/m} = 1851,43 \text{ kN/m} > 109,26 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *bottom*

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 25109$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 1851431,20 \text{ N/m} = 1851,43 \text{ kN/m} > 37,17 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *inner bottom*

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 25109$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 1851431,20 \text{ N/m} = 1851,43 \text{ kN/m} > 26,53 \text{ kN/m}$$

Untuk plat sisi di bawah garis air

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 32598$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 2403661,24 \text{ N/m} = 2403,66 \text{ kN/m} > 25,26 \text{ kN/m}$$

Untuk pelat sisi di air garis air

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 41445$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 3056043,84 \text{ N/m} = 3056,04 \text{ kN/m} > 94,66 \text{ kN/m}$$



Tabel 5.112 Nilai Profil

No	Item	n	Hor	Ver	Luas (A)	Lengan Ver (t _v)	Lengan Hor (t _h)	A _{tV}	A _{tH}	A _{tV} ²	A _{tH} ²	I _{oV}	I _{oH}
1	Keel Plate	1	0,900	0,011	0,010	0,005	0,000	4,9E-05	0	2,47E-07	0	6,680E-04	9,981E-08
2	Bottom Plate	2	5,975	0,011	0,066	0,005	3,433	0,00033	0,22563	1,64E-06	0,7746	3,911E-01	1,325E-06
3	Bilge Plate	2	3,370	0,011	0,037	0,474	8,016	0,01757	0,29715	8,33E-03	2,38198	3,84E-02	7,476E-07
4	Inner Bottom Plate	2	7,500	0,010	0,075	1,200	0,000	0,09	0	1,08E-01	0	7,031E-01	1,250E-06
5	Side plate	2	0,013	8,700	0,113	6,050	8,900	0,68426	1,00659	4,14E+00	8,95865	3,186E-06	1,427E+00
6	Deck plate	2	5,911	0,015	0,089	10,756	5,950	0,95364	0,52753	1,03E+01	3,13882	3,016E-02	3,325E-06
7	1. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	0,704	0,00019	0,00141	1,81E-05	0,00099	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	0,749	0,00018	0,00067	3,42E-05	0,0005	1,215E-06	1,500E-08
8	2. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	1,405	0,00019	0,00281	1,81E-05	0,00395	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	1,450	0,00018	0,00131	3,42E-05	0,00189	1,215E-06	1,500E-08
9	3. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	2,982	0,00019	0,00596	1,81E-05	0,01778	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	3,027	0,00018	0,00272	3,42E-05	0,00825	1,215E-06	1,500E-08
10	4. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	3,682	0,00019	0,00736	1,81E-05	0,02711	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	3,727	0,00018	0,00335	3,42E-05	0,0125	1,215E-06	1,500E-08
11	5. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	5,260	0,00019	0,01052	1,81E-05	0,05534	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	5,305	0,00018	0,00477	3,42E-05	0,02533	1,215E-06	1,500E-08
12	6. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	5,260	0,00019	0,01052	1,81E-05	0,05534	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	5,305	0,00018	0,00477	3,42E-05	0,02533	1,215E-06	1,500E-08

Tabel 5.113 Nilai Profil

13	1. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	0,704	0,00151	0,00141	1,14E-03	0,00099	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	0,750	0,00059	0,00068	3,85E-04	0,00051	1,215E-06	1,500E-08
14	2. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	1,404	0,00151	0,00281	1,14E-03	0,00394	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	1,450	0,00059	0,00131	3,85E-04	0,00189	1,215E-06	1,500E-08
15	3. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	2,982	0,00151	0,00596	1,14E-03	0,01778	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	3,027	0,00059	0,00272	3,85E-04	0,00825	1,215E-06	1,500E-08
16	4. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	3,682	0,00151	0,00736	1,14E-03	0,02711	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	3,727	0,00059	0,00335	3,85E-04	0,0125	1,215E-06	1,500E-08
17	5. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	5,259	0,00151	0,01052	1,14E-03	0,05531	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	5,304	0,00059	0,00477	3,85E-04	0,02532	1,215E-06	1,500E-08
18	6. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	5,959	0,00151	0,01192	1,14E-03	0,07102	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	6,005	0,00059	0,0054	3,85E-04	0,03245	1,215E-06	1,500E-08
19	7. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	7,537	0,00151	0,01507	1,14E-03	0,11361	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	7,582	0,00059	0,00682	3,85E-04	0,05174	1,215E-06	1,500E-08
20	8. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	8,237	0,00151	0,01647	1,14E-03	0,1357	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	8,282	0,00059	0,00745	3,85E-04	0,06173	1,215E-06	1,500E-08
21	Center girder	1	0,013	0,849	0,011	0,424	0,000	0,00468	0	1,98E-03	0	1,554E-07	6,630E-04
	1. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	2,777	0,35062	2,29637	1,49E-01	6,37703	1,307E-01	9,934E-02
	2. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	4,555	0,35062	3,76665	1,49E-01	17,1571	1,307E-01	9,934E-02
	3. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	6,832	0,35062	5,64956	1,49E-01	38,5978	1,307E-01	9,934E-02

Tabel 5.114 Nilai Profil

22	1. Deck Long L 150x100x12	2	0,012	0,150	0,002	10,809	8,226	0,01946	0,01481	2,10E-01	0,1218	4,320E-08	6,750E-06
		2	0,100	0,012	0,001	10,730	8,176	0,01288	0,00981	1,38E-01	0,08022	2,000E-06	2,880E-08
23	2. Deck Long L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,814	7,528	0,01947	0,01355	2,10E-01	0,10201	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	10,745	7,478	0,01289	0,00897	1,39E-01	0,0671	2,000E-06	2,880E-08
24	3. Deck Long L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,835	5,948	0,0195	0,01071	2,11E-01	0,06368	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,917	5,898	0,0119	0,00708	1,18E-01	0,04174	2,000E-06	2,880E-08
25	4. Deck Long L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	9,993	5,423	0,01799	0,00976	1,80E-01	0,05294	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,924	5,193	0,01191	0,00623	1,18E-01	0,03236	2,000E-06	2,880E-08
26	5. Deck Long L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,003	3,670	0,01801	0,00661	1,80E-01	0,02424	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,940	2,918	0,01193	0,0035	1,19E-01	0,01022	2,000E-06	2,880E-08
27	6. Deck Long L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,018	1,392	0,01803	0,00251	1,81E-01	0,00349	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,949	1,342	0,01194	0,00161	1,19E-01	0,00216	2,000E-06	2,880E-08
28	Deck girder T340x180x12	2	0,012	0,340	0,004	10,780	0,000	0,04398	0	4,74E-01	0	9,792E-08	7,861E-05
		2	0,180	0,120	0,022	10,604	0,000	0,22905	0	2,43E+00	0	1,166E-04	5,184E-05
29	Top-Hatch Girder L600x300x20	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
		2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
30	Below-Hatch Girder L800x420x20	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
		2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
				S	2,966		S	3,28026	14,0249	1,98E+01	78,8421	1,556E+00	1,726E+00

$$\begin{aligned}
 \text{Neutral Axis (z) / KG} &= \sum \ell V / \sum A \\
 &= 3,280261238 / 2,966 \\
 &= 1,11 \text{ m}
 \end{aligned}$$

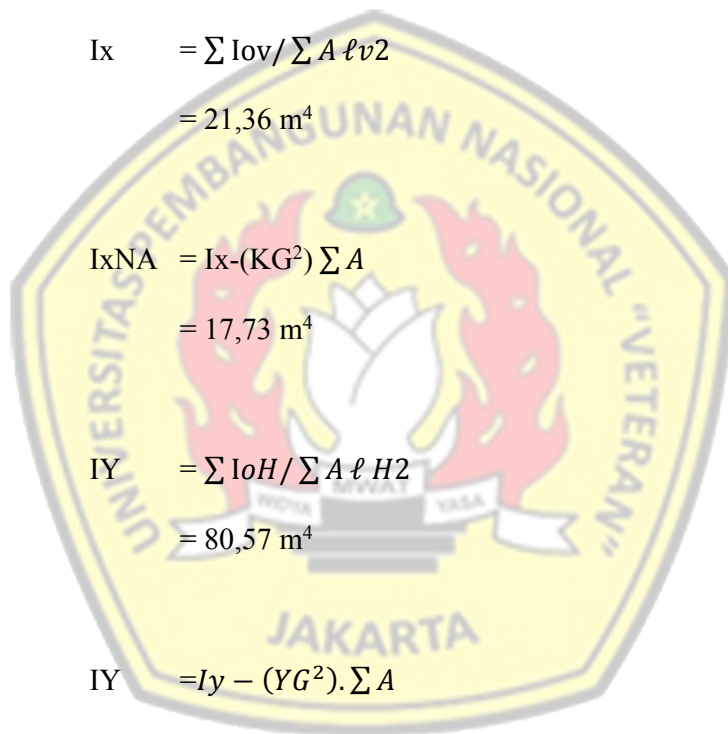
$$\begin{aligned}
 YG &= \sum A \ell H / \sum A \\
 &= 14,02486716 / 2,966 \\
 &= 4,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_x &= \sum I_{ov} / \sum A \ell v^2 \\
 &= 21,36 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{xNA} &= I_x - (KG^2) \sum A \\
 &= 17,73 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_Y &= \sum I_{oH} / \sum A \ell H^2 \\
 &= 80,57 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_Y &= I_y - (YG^2) \cdot \sum A \\
 &= 14,24 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$



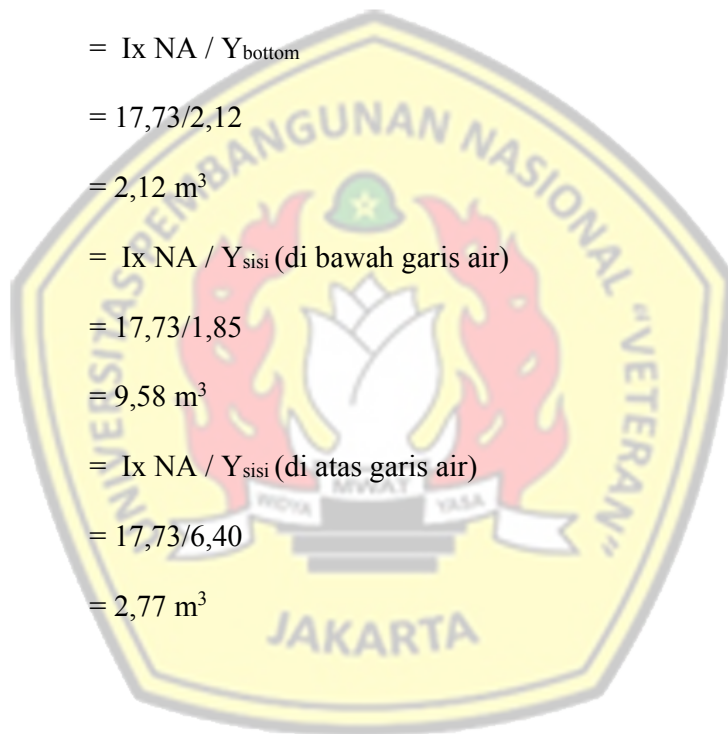
$$\begin{aligned}
 W_{\text{deck}} &= I_x NA / Y_{\text{deck}} \\
 &= 17,73/8,73 \\
 &= 2,03 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{bottom}} &= I_x NA / Y_{\text{bottom}} \\
 &= 17,73/2,97 \\
 &= 8,36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{inner}} &= I_x NA / Y_{\text{bottom}} \\
 &= 17,73/2,12 \\
 &= 2,12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{ sisi}} &= I_x NA / Y_{\text{ sisi}} \text{ (di bawah garis air)} \\
 &= 17,73/1,85 \\
 &= 9,58 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{ sisi}} &= I_x NA / Y_{\text{ sisi}} \text{ (di atas garis air)} \\
 &= 17,73/6,40 \\
 &= 2,77 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Momen Inertia Deck Plate

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

Dimana :

$$L = 5910,73 \text{ mm}$$

$$= 5,91073 \text{ m}$$

$$a = 3$$

$$\sin a = 0,14112$$

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

$$= 1,51E-02$$

Momen Inertia Bilge Plate

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

Dimana :

$$L = 2202,27 \text{ mm}$$

$$= 2,20227 \text{ m}$$

$$a = 51$$

$$\sin a = 0,67023$$

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

$$= 1,92E-02$$

V.8.2 Kekuatan Kapal *Buckling Hogging*

Total Bending Moment

BKI Vol II : Section V-B. 3.1

$$M_{tot} = MSW + MWV$$

$$MSW = \text{permissible vertical still water bending moment (kNm)}$$

$$MWV = \text{vertical wave bending moment (kNm)}$$

$$C_{WV} = L^2 \times B \times C_0 \times C_I \times C_L \times C_m \text{ (kNm)}$$

$$C_0 C_L = \text{see Section 4.A.2.2}$$

$$C_I = \text{hogging/sagging condition as follows :}$$

$$C_{IH} = 0,19 \text{ CB for hogging condition}$$

$$C_{IH} = 0,15 \text{ for hogging condition}$$

$$C_{IS} = -0,11 \text{ (CB + 0,7) sagging condition}$$

$$C_{IS} = -0,16 \text{ hogging condition}$$

$$C_M = \text{distribution, see also fig. 5.3}$$

$$C_{MS} = \text{hogging condition}$$

$$= C_v \times 2,5 \times \frac{x}{L} \text{ for } 0 \leq \frac{x}{L} < 0,4 = 0,5$$

$$= C_v \times 2,5 \times \frac{x}{L} \text{ for } 0,4 \leq \frac{x}{L} < 0,65 \times C_v = 1$$

$$= C_v \times \frac{\frac{x}{L} - 0,65 \times C_v}{1 - 0,65 \times C_v} \text{ for } 0,65 \times C_v < \frac{x}{L} \leq 1 = 0,57$$

$$C_{MS} = \text{influence with regard to speed } v_0 \text{ of the vessel}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{V_0}{1,4 \times \sqrt{L}}} \geq 1,0$$

For L the value need not be less than 1,00

$$= 1,0 \text{ for damaged condition}$$

$$\begin{aligned}
 C_0 &= \text{wave coefficient} = 1,0 \\
 &= \left[\frac{L}{25} + 4,1 \right]_{\text{CRW}} \quad \text{for } L < 90\text{m} \\
 &= \left[10,75 - \left[\frac{300-L}{100} \right]^{1,5} \right]_{\text{CRW}} = 8,55 \\
 &= \text{for } 90 \leq L \leq 300\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_L &= \text{Length Coefficient} \\
 &= \sqrt{\frac{L}{90}} \text{ For } L < 90\text{m} \\
 &= 1,0 \text{ for } L \geq 90\text{m} = 1,00
 \end{aligned}$$

Hogging Condition

$$M_{WV} = L^2 \times B \times C_0 \times C_I \times C_L \times C_m \text{ (kNm)}$$

Dimana :

$$C_0 = 8,55$$

$$C_{Is} = 0,15$$

$$C_L = 1$$

$$C_{MS} = 1$$

$$\begin{aligned}
 M_{WV} &= L^2 \times B \times C_0 \times C_I \times C_L \times C_m \text{ (kNm)} \\
 &= 360576 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$M_{WV} = 1/3 \times M_{WV} \text{ kNm}$$

$$= 120192 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{sw}} + M_{\text{WV}}$$

$$= 480768 \text{ kNm}$$

*Hogging Condition**Elastic Buckling*

Untuk plat geladak

Diketahui :

$$t = 9,00 \text{ mm}$$

$$= 0,009$$

$$W_{\text{deck}} = I_{\text{XNA}}/Y_{\text{deck}}$$

$$= 17,72/8,73 = 2,03 \text{ m}^3$$

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{sw}} + M_{\text{wv}} = 480768 \text{ kNm}$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{deck}}$$

$$= 4809768,20/2,03 = 236835,12 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 2231,52 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *bottom*

Diketahui :

$$t = 11 \text{ mm}$$

$$= 0,011$$

$$W_{\text{bottom}} = I_{\text{XNA}}/Y_{\text{bottom}}$$

$$= 17,72/2,12 = 8,36 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{bottom}}$$

$$= 480768,20/8,36 = 57513,24 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 632,65 \text{ kN/m}$$

Untuk plat *inner bottom*

Diketahui :

$$t = 11\text{mm}$$

$$= 0,011$$

$$W_{\text{inner bottom}} = I_{XNA} / Y_{\text{inner bottom}}$$

$$= 17,72 / 2,97 = 5,97 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{inner bottom}}$$

$$= 480768,20 / 5,97 = 80572,79 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 886,30 \text{ kN/m}$$

Untuk plat sisi di bawah garis air

Diketahui :

$$t = 12\text{mm}$$

$$= 0,012$$

$$W_{\text{sisi}} = I_{XNA} / Y_{\text{sisi}}$$

$$= 17,72 / 1,85 = 9,58 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{sisi}}$$

$$= 480768 / 9,58 = 50188,44 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 602,26 \text{ kN/m}$$

Untuk plat sisi di atas garis air

Diketahui :

$$t = 13\text{mm}$$

$$= 0,013$$

$$W_{\text{sisi}} = I_{XNA}/Y_{\text{sisi}}$$

$$= 17,72/6,40 = 2,77 \text{ m}^3$$

$$\sigma = M_{\text{tot}} / M_{\text{sisi}}$$

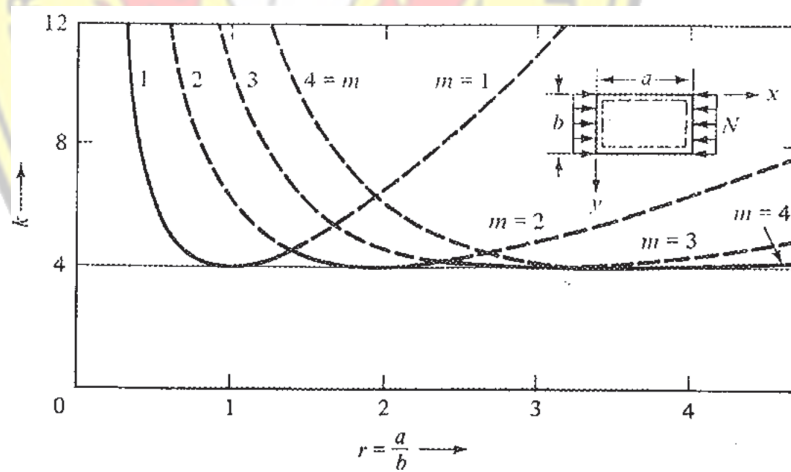
$$= 480768/2,77 = 173624,86 \text{ KN/m}^2$$

$$N = \sigma \times \text{tebal}$$

$$= 2257,12 \text{ kN/m}$$

Dari persamaan

$$N_{\text{cr}} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$



$$r = a/b$$

$$= 4,0$$

$$K = (m/r + r/m)^2 \quad m=3$$

$$= 4,00$$

Untuk plat geladak

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)} \quad \text{dimana : } E = 206 \text{ Gpa, } \nu = 0,3$$

$$= 13752$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 965182,24 \text{ N/m} = 965,18 \text{ kN/m} > 2131,52 \text{ kN/m}$$

(memenuhi)

Untuk plat *bottom*

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 25109$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 1762218,87 \text{ N/m} = 1762,22 \text{ kN/m} > 632,65 \text{ kN/m}$$

(memenuhi)

Untuk plat *inner bottom*

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 25109$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 1762218,87 \text{ N/m} = 1762,22 \text{ kN/m} > 886,30 \text{ kN/m}$$

(memenuhi)

Untuk plat sisi di bawah garis air

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 32598$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 2287839,37 \text{ N/m} = 2287,84 \text{ kN/m} > 602,26 \text{ kN/m}$$

(memenuhi)

Untuk plat sisi di air garis air

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$= 41445$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{b^2} \left(\frac{m}{r} + \frac{r}{m} \right)^2 = k^2 \frac{\pi^2 D}{b^2}$$

$$= 2908786,52 \text{ N/m} = 2908,79 \text{ kN/m} > 2257,12 \text{ kN/m}$$

(memenuhi)



Tabel 5.115 Nilai Profil

No	Item	n	Hor	Ver	Luas (A)	Lengan Ver (v _v)	Lengan Hor (h _h)	A _V	A _h	A _V ²	A _h ²	I _{ov}	I _{oh}
1	Keel Plate	1	0,900	0,011	0,010	0,005	0,000	4,9E-05	0	2,47E-07	0	6,680E-04	9,981E-08
2	Bottom Plate	2	5,975	0,011	0,066	0,005	3,433	0,00033	0,22563	1,64E-06	0,7746	3,911E-01	1,325E-06
3	Bilge Plate	2	3,370	0,011	0,037	0,474	8,016	0,01757	0,29715	8,33E-03	2,38198	3,84E-02	7,476E-07
4	Inner Bottom Plate	2	7,500	0,010	0,075	1,200	0,000	0,09	0	1,08E-01	0	7,031E-01	1,250E-06
5	Side Plate	2	0,013	8,700	0,113	6,050	8,900	0,68426	1,00659	4,14E+00	8,95865	3,186E-06	1,427E+00
6	Deck Plate	2	5,911	0,015	0,089	10,756	5,950	0,95364	0,52753	1,03E+01	3,13882	2,467E-02	3,325E-06
7	1. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	0,704	0,00019	0,00141	1,81E-05	0,00099	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	0,749	0,00018	0,00067	3,42E-05	0,0005	1,215E-06	1,500E-08
8	2. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	1,405	0,00019	0,00281	1,81E-05	0,00395	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	1,450	0,00018	0,00131	3,42E-05	0,00189	1,215E-06	1,500E-08
9	3. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	2,982	0,00019	0,00596	1,81E-05	0,01778	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	3,027	0,00018	0,00272	3,42E-05	0,00825	1,215E-06	1,500E-08
10	4. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	3,682	0,00019	0,00736	1,81E-05	0,02711	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	3,727	0,00018	0,00335	3,42E-05	0,0125	1,215E-06	1,500E-08
11	5. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	5,260	0,00019	0,01052	1,81E-05	0,05534	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	5,305	0,00018	0,00477	3,42E-05	0,02533	1,215E-06	1,500E-08
12	6. Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,095	5,260	0,00019	0,01052	1,81E-05	0,05534	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,195	5,305	0,00018	0,00477	3,42E-05	0,02533	1,215E-06	1,500E-08

Tabel 5.116 Nilai Profil

13	1. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	0,704	0,00151	0,00141	1,14E-03	0,00099	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	0,750	0,00059	0,00068	3,85E-04	0,00051	1,215E-06	1,500E-08
14	2. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	1,404	0,00151	0,00281	1,14E-03	0,00394	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	1,450	0,00059	0,00131	3,85E-04	0,00189	1,215E-06	1,500E-08
15	3. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	2,982	0,00151	0,00596	1,14E-03	0,01778	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	3,027	0,00059	0,00272	3,85E-04	0,00825	1,215E-06	1,500E-08
16	4. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	3,682	0,00151	0,00736	1,14E-03	0,02711	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	3,727	0,00059	0,00335	3,85E-04	0,0125	1,215E-06	1,500E-08
17	5. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	5,259	0,00151	0,01052	1,14E-03	0,05531	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	5,304	0,00059	0,00477	3,85E-04	0,02532	1,215E-06	1,500E-08
18	6. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	5,959	0,00151	0,01192	1,14E-03	0,07102	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	6,005	0,00059	0,0054	3,85E-04	0,03245	1,215E-06	1,500E-08
19	7. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	7,537	0,00151	0,01507	1,14E-03	0,11361	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	7,582	0,00059	0,00682	3,85E-04	0,05174	1,215E-06	1,500E-08
20	8. Inner Bottom Longt. L200x100x10	2	0,010	0,200	0,002	0,754	8,237	0,00151	0,01647	1,14E-03	0,1357	3,333E-08	1,333E-05
		2	0,090	0,010	0,001	0,654	8,282	0,00059	0,00745	3,85E-04	0,06173	1,215E-06	1,500E-08
21	Center girder	1	0,013	0,849	0,011	0,424	0,000	0,00468	0	1,98E-03	0	1,554E-07	6,630E-04
	1. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	2,777	0,35062	2,29637	1,49E-01	6,37703	1,307E-01	9,934E-02
	2. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	4,555	0,35062	3,76665	1,49E-01	17,1571	1,307E-01	9,934E-02
	3. Side girder	2	0,974	0,849	0,827	0,424	6,832	0,35062	5,64956	1,49E-01	38,5978	1,307E-01	9,934E-02

Tabel 5.117 Nilai Profil

22	1. Deck Long. L 150x100x12	2	0,012	0,150	0,002	10,809	8,226	0,01946	0,01481	2,10E-01	0,1218	4,320E-08	6,750E-06
		2	0,100	0,012	0,001	10,730	8,176	0,01288	0,00981	1,38E-01	0,08022	2,000E-06	2,880E-08
23	2. Deck Long. L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,814	7,528	0,01947	0,01355	2,10E-01	0,10201	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	10,745	7,478	0,01289	0,00897	1,39E-01	0,0671	2,000E-06	2,880E-08
24	3. Deck Long. L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,835	5,948	0,0195	0,01071	2,11E-01	0,06368	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,917	5,898	0,0119	0,00708	1,18E-01	0,04174	2,000E-06	2,880E-08
25	4. Deck Long. L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	9,993	5,423	0,01799	0,00976	1,80E-01	0,05294	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,924	5,193	0,01191	0,00623	1,18E-01	0,03236	2,000E-06	2,880E-08
26	5. Deck Long. L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,003	3,670	0,01801	0,00661	1,80E-01	0,02424	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,940	2,918	0,01193	0,0035	1,19E-01	0,01022	2,000E-06	2,880E-08
27	6. Deck Long. L 150x100x12	2	0,150	0,012	0,002	10,018	1,392	0,01803	0,00251	1,81E-01	0,00349	6,750E-06	4,320E-08
		2	0,100	0,012	0,001	9,949	1,342	0,01194	0,00161	1,19E-01	0,00216	2,000E-06	2,880E-08
28	Deck girder T340x180x12	2	0,012	0,340	0,004	10,780	0,000	0,04398	0	4,74E-01	0	9,792E-08	7,861E-05
		2	0,180	0,120	0,022	10,604	0,000	0,22905	0	2,43E+00	0	1,166E-04	5,184E-05
29	Top-Hatch Girder L600x300x20	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
		2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
30	Below-Hatch Girder L800x420x20	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
		2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	0,00E+00	0	0,000E+00	0,000E+00
				Σ	2,966		Σ	3,28026	14,0249	1,98E+01	78,8421	1,550E+00	1,726E+00

$$\begin{aligned}
 \text{Neutral Axis (z) / KG} &= \sum \ell V / \sum A \\
 &= 3,280261238 / 2,966 \\
 &= 1,11 \text{ m}
 \end{aligned}$$

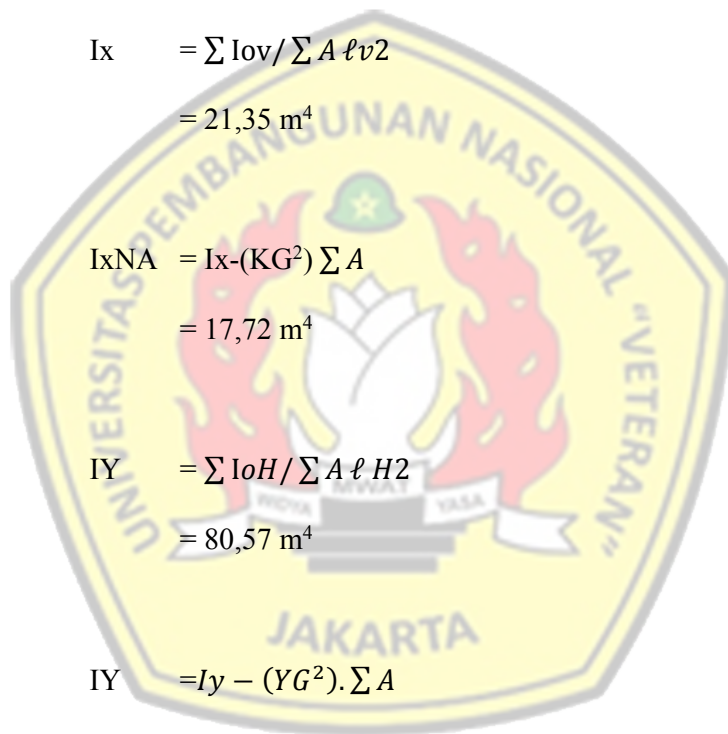
$$\begin{aligned}
 YG &= \sum A \ell H / \sum A \\
 &= 14,02486716 / 2,966 \\
 &= 4,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_x &= \sum I_{ov} / \sum A \ell v^2 \\
 &= 21,35 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{xNA} &= I_x - (KG^2) \sum A \\
 &= 17,72 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_y &= \sum I_{oH} / \sum A \ell H^2 \\
 &= 80,57 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_y &= I_y - (YG^2) \cdot \sum A \\
 &= 14,24 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$



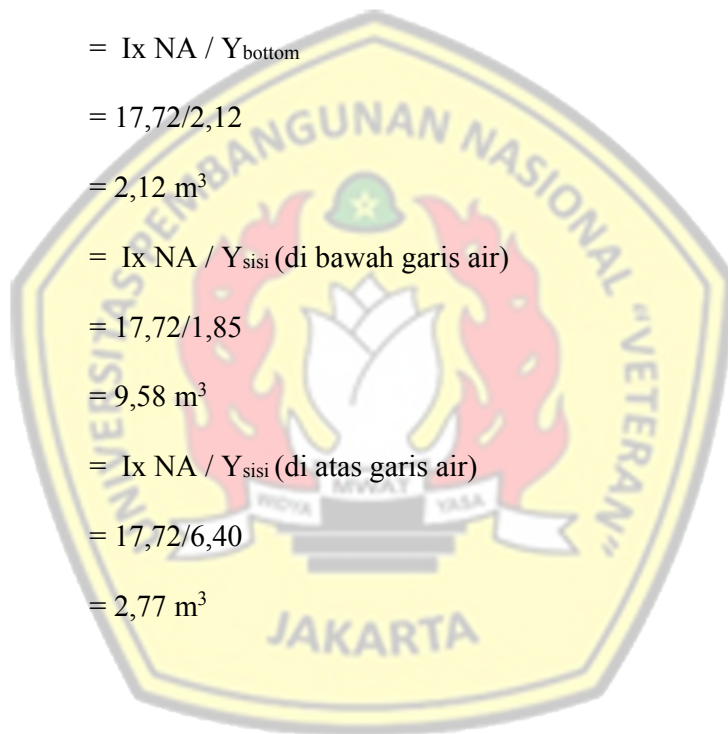
$$\begin{aligned}
 W_{\text{deck}} &= I_x NA / Y_{\text{deck}} \\
 &= 17,72/8,73 \\
 &= 2,03 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{bottom}} &= I_x NA / Y_{\text{bottom}} \\
 &= 17,72/2,97 \\
 &= 8,36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{inner}} &= I_x NA / Y_{\text{bottom}} \\
 &= 17,72/2,12 \\
 &= 2,12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{ sisi}} &= I_x NA / Y_{\text{ sisi}} \text{ (di bawah garis air)} \\
 &= 17,72/1,85 \\
 &= 9,58 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{ sisi}} &= I_x NA / Y_{\text{ sisi}} \text{ (di atas garis air)} \\
 &= 17,72/6,40 \\
 &= 2,77 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Momen Inertia Deck Plate

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

Dimana :

$$L = 5910,73 \text{ mm}$$

$$= 5910,73 \text{ m}$$

$$a = 3$$

$$\sin a = 0,14112$$

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

$$= 1,23E-02$$

Momen Inertia Bilge Plate

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

Dimana :

$$L = 2202,27 \text{ mm}$$

$$= 2202,27 \text{ m}$$

$$a = 51$$

$$\sin a = 0,670229176$$

$$I_x = t \times (1/3 L^3 \sin^2 a)$$

$$= 1,92E-02$$

V.9 Perhitungan *Freeboard*

Lambung timbul atau *freeboard* menurut *Load Line Convention* adalah jarak vertikal yang diukur secara vertikal ke arah bawah dari ujung atas garis deck sampai ke ujung atas garis beban pada bagian tengah kapal.

V.9.1 *Dimension Freeboard*

a. Panjang (L_1)

Yaitu 96 % dari total panjang garis air kapal pada ketinggian 0,85 H atau panjang kapal menurut garis tegak dipilih yang lebih besar.

Tabel 5.118 Tinggi Garis Air

L1 pada 0,85 H				
Tinggi Garis Air		L		
Pada Nilai T	7,90	Nilai Bawah	129,56	Lwl
Pada Nilai 0.85 H	9,11	Nilai X	131,89	
Pada Nilai H	10,72	Nilai Atas	134,97	Loa
L_1	131,89	m		

$$\text{LWL pada } 0,85H = 131,89 \text{ m}$$

$$\text{LPP} = 125,79 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } L_1 = 131,89 \text{ m}$$

b. Lebar (B_1)

Adalah lebar maksimum kapal yang diukur pada midship

$$B_1 = 18,22 \text{ m}$$

c. Tinggi (H_i)

$$H_i = H + t + S_p$$

$$\text{dengan, } H = 10,79 \text{ m}$$

$$t = \text{wood cover}$$

$$= 60 \text{ mm}$$

$$S_p = 5 + 0,03L$$

$$= 5 + (0,03 \times 125,79)$$

$$= 8,77 \text{ mm}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_i &= 10,72 \text{ m} + 60 \text{ mm} + 8,77 \text{ mm} \\ &= 10,79 \text{ m} \end{aligned}$$

V.9.2 Tabular Freeboard

Menurut “*International Load Line Convention 1966*”, maka minimum *freeboard* untuk *passenger*, *cargo*, dan *cargo ship* dengan L yang diperoleh dari basic Freeboard tabel Load Line

Tabel 5.119 Tinggi Garis Air

L1 pada 0,85 H			
Tinggi Garis Air		LWL	
L bawah	129,56	Freeboard Bawah :	269,76
L ₁	131,89	Nilai X :	270,51
L atas	134,97	Freeboard Atas :	271,50
Fb _{min}	270,51	mm	
	0,27	m	

Setelah dihitung sesuai dengan tabel freeboard yang ada di *International Load Convention 1966* maka didapatkan Fb min = 270,51 mm = 0,27 m.

V.9.3 Koreksi Freeboard

a. Koreksi Cb

Bila $C_b > 0,68$ maka dikoreksi dengan faktor pengoreksi berikut ini :

$$\begin{aligned} C_1 &= \left(\frac{cb - 0,68}{1,36} \right) \\ &= \left(\frac{0,77 - 0,68}{1,36} \right) \\ &= 0,066 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{bmin} \times C_1 &= 270,51 \times 0,066 \\ &= 17,90 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} f_{bmin} &= 270,51 + 0,066 \\ &= 270,574 \text{ mm } (fb_2) \end{aligned}$$

b. Koreksi Tinggi Kapal

Pada rancangan kapal dengan panjang kapal lebih dari 90 meter *freeboard* yang disyaratkan adalah

$$f_{bmin} = 270,574 \text{ mm}$$

$$f_b = H - T$$

$$= 10,72 - 7,90$$

$$= 2,82 > f_{bmin} \text{ (memenuhi)}$$

Dari perselisihan ini maka tinggi kapal (H) dapat dipakai dalam perancangan kapal. Bila $H > \frac{L}{15}$, maka *freeboard* ditambah faktor koreksi C_2 yang besarnya :

$$\text{Rumus } C_2 = \left(H - \frac{L}{15}\right)R$$

Dimana :

$$R = 250 \text{ mm jika } L \geq 120 \text{ m}$$

$$H_i = H + t + Sp$$

Sehingga

$$C_2 = \left(H - \frac{L}{15}\right)R$$

$$= \left(10,72 - \frac{8,39}{15}\right)250$$

$$= 600,69 \text{ mm}$$

Jadi *freeboard* menjadi

$$fb_3 = fb_2 + C_2$$

$$= 270,574 + 600,69$$

$$= 871,267 \text{ mm} = 0,871 \text{ m}$$

c. Koreksi Bangunan Atas

2. Untuk $L = 24 \text{ m}$ faktor reduksi 350 mm

Untuk $L = 85 \text{ m}$ faktor reduksi 850 mm

Kapal rancangan memiliki $L = 100,62 \text{ m}$, sehingga dengan interpolasi

Tabel 5.120 Faktor Reduksi

fb_4	753,106	mm	
	0,753	m	
$l_{\text{kamar mesin}}$	13,88	m	
$l_{\text{forcastle}}$	11,22	m	> 7% Lpp
$l_{\text{rata2 Superstructure}}$	25,1	m	
hs	2,3	Tinggi superstructure standar	
hsr	28,1628	Tinggi superstructure asli	
$hsr > hs$	Tidak Ada Penambahan Panjang		
maka			
$E = S$	25,1	m	
$S E/L$	0,20		
Faktor Reduksi			
E/L		reduksi %	
E/L (1)	0,2	reduksi Bawah :	10,00%
E/L	0,20	Nilai X :	9,98%
E/L (2)	0,3	reduksi Atas :	15,00%
Sehingga faktor reduksi didapat		9,98%	

Tabel 5.121 Faktor Reduksi

Faktor Reduksi			
L		reduksi (mm)	
L (1)	24,00	reduksi Bawah :	350
L	125,79	Nilai X :	1184,34
L (2)	85,00	reduksi Atas :	850
Sehingga faktor reduksi didapat		1184,344	mm
	F_{S_3}	118,161	mm

Faktor reduksi yang didapat sebesar 1184,344 mm

Faktor redksi bangunan atas (F_{S_3}) = 11,05 % $\times$ 118,116 mm

= 118,161 mm

Jadi freeboardnya menjadi

$$\begin{aligned}
 Fb_4 &= Fb_3 - Fs_3 \\
 &= 871,267 - 118,161 \\
 &= 753,106 \text{ mm} \\
 &= 0,753 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Koreksi *Chamber*

Kapal rancangan menggunakan *chamber standard*, yakni :

$$\begin{aligned}
 \frac{B}{50} &= \frac{18,22}{50} \\
 &= 0,36
 \end{aligned}$$

Sehingga tidak ada faktor koreksi

e. Koreksi Sheer

Untuk kapal rancangan, perencanaan sheer menggunakan *sheer standard*. Jadi tidak ada koreksi untuk *sheer*, $C = 0$

$$AP = 25 (L_{pp}/3 + 10) = 1298,25 \text{ mm} = 1,29$$

m

$$1/3L \text{ dari AP} = 11,1 (L_{pp}/3 + 10) = 576,42 \text{ mm} =$$

0,57642 m

$$1/6L \text{ dari AP} = 2,8 (L_{pp}/3 + 10) = 145,40 \text{ mm} =$$

0,14540 m

$$\text{Midship} = 0 = 0 \text{ mm} = 0 \text{ m}$$

$$1/6L \text{ dari FP} = 5,6 (L_{pp}/3 + 10) = 290,81 \text{ mm} =$$

0,29081 m

$$1/3L \text{ dari FP} = 22,2 (L_{pp}/3 + 10) = 1152,85 \text{ mm} =$$

1,15285 m

$$AP = 50 (L_{pp}/3 + 10) = 2596,50 \text{ mm} =$$

2,59650 m

Tabel 5.122 Koreksi *Sheer*

Posisi	Sheer Standar	Sheer Standard	FK	HK1	HK2
FP	2596,50	0	1	2596,5	0
1/3 dari FP	1152,85	0	3	3458,54	0
1/6 dari FP	290,81	0	3	872,424	0
Midship	0	0	1	0	0
				S 1	S 2
				6927,5	0
Midship	0	0	1	0	0
1/6 dari AP	145,40	0	3	436,212	0
1/3 dari AP	576,42	0	3	1729,27	0
AP	1298,25	0	1	1298,25	0
				S 3	S 4
				3463,7	0

$$T_{FH} = \Sigma_2 - \Sigma_1 / 8 = -865,93 \text{ mm}$$

$$T_{AH} = \Sigma_4 - \Sigma_3 / 8 = -3463,7 \text{ mm}$$

Oleh karena $T_{FH} < 0$ dan $T_{AH} < 0$, maka

$$\text{Difference Sheer} = (T_{AH} - T_{FH}) / 2 = -2164,8 \text{ mm}$$

$$\text{Koreksi Sheer} = (-1 \times \text{Difference Sheer}) \times (0,75 - S / 2Li)$$

$$FS_4 = 2164,8 \times 0,75 - \left(\frac{25,1}{2 \times 125,79} \right) = 1,40 \text{ m}$$

V.9.4 *Plimsol Mark*

Summer Freeboard

- Basic/tabulor Freeboard* = 270,508 mm
- Koreksi terhadap Cb ($Fb_{min} \times C_1$) = 270,574 mm
- Koreksi terhadap L/H (Fb_3) = 871,27 mm
- Koreksi terhadap bangunan atas = 118,161 mm
- Koreksi terhadap sheer = 1407,639 mm
- Koreksi chamber = 0
- Tinggi summer freeboard (Fso) = 2938,15 mm
- Sarat air pada summer freeboare To = $H_i - Fso$
= 10,72 –
(2938,15/1000)
= 7,78 m

Tanda Lambung Timbul / *Freeboard*

a. *Summer freeboard*

$$\begin{aligned} S &= F_{so} \\ &= 2938,15 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. *Tropical freeboard (T)*

$$\begin{aligned} T &= F_{so} - 1/48 T_o \\ &= 2938,15 - (1/48 \times (7,78 \times 10000)) \\ &= 2776,03 \text{ mm} \end{aligned}$$

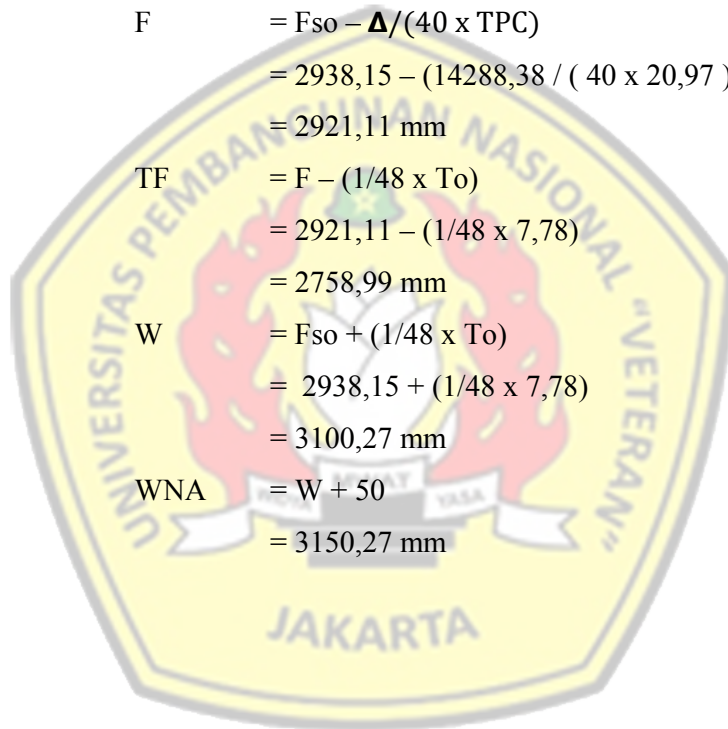
c. *Fresh water (F & TF)*

$$\begin{aligned} F &= F_{so} - \Delta / (40 \times TPC) \\ &= 2938,15 - (14288,38 / (40 \times 20,97)) \\ &= 2921,11 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TF &= F - (1/48 \times T_o) \\ &= 2921,11 - (1/48 \times 7,78) \\ &= 2758,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= F_{so} + (1/48 \times T_o) \\ &= 2938,15 + (1/48 \times 7,78) \\ &= 3100,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WNA &= W + 50 \\ &= 3150,27 \text{ mm} \end{aligned}$$



V.10 Perhitungan *Floodable Lenght*

V.10.1 *Floodable Lenght*

Floodable Lenght atau Diagram Kebocoran adalah lengkung atau garis dari letak panjang maksimal ruangan yang dibatasi oleh sekat melintang, bila ruangan tersebut tergenang air (mengalami kebocoran) dan sarat air dari kapal tepat menyinggung garis batas tenggelam (*Margin Line*), dimana kapal masih tepat dapat terapung atau pada saat kapal akan tenggelam.

Tujuan dibuatnya *floodable length* ini untuk menjamin keamanan konstruksi kapal terutama keselamatan kapal dan penumpang saat kapal tersebut mengalami kebocoran pada salah satu ruang kompartmennya. Dari perhitungan *floodable length* ini, seorang arsitek kapal dapat menentukan jenis kompartmen kapal rancangannya berdasarkan jumlah dan letak kompartmen, yaitu :

- *One compartment ship*, jika kapal digenangi air laut pada satu ruangnya, maka kapal masih dapat terapung.
- *Two compartment ship*, jika kapal digenangi air laut pada dua ruangan sekaligus maka kapal masih dapat terapung.

V.10.2 Pembuatan *Floodable Lenght*

Kapal yang mengangkut lebih dari 12 orang dapat dikategorikan sebagai kapal penumpang, dengan demikian letak sekat kedap air harus sedemikian rupa sehingga permukaan air tidak akan melampaui garis singgung batas tenggelam (*Margin Line*), sekalipun beberapa ruangan yang letaknya berurutan terisi penuh oleh air bocor. *Margin Line* ini letaknya 3 inchi (76 mm) di bawah garis geladak (*Upper Deck Side Line*).

Jarak antara dua buah sekat kedap air yang boleh terisi penuh tanpa melalui *Margin Line* disebut panjang isian. Pada saat menentukan panjang isian ini, maka permeabilitas dari ruangan yang dimaksud harus diperhatikan. Permeabilitas ruangan adalah perbandingan *volume* air yang masuk ke dalam ruangan dengan *volume* ruangan yang bocor. *Volume* air yang masuk ke dalam

ruangan di sini merupakan selisih *volume* ruangan kosong dengan *volume* barang-barang, konstruksi, orang dan peralatan-peralatan lain yang ada di dalam ruangan tersebut.

Panjang isian dari kapal dengan panjang lebih dari 131 meter dan kapal penumpang lebih dari 79 meter harus diperbanyak dengan faktor untuk mendapatkan panjang isian yang diizinkan untuk menjaga keselamatan dan stabilitas kapal beserta barang dan penumpang yang dibawanya. Kalau dari tiap-tiap ruang kedap air telah dihitung panjang isian yang diizinkan maka hasil-hasil ini diukurkan secara tegak pada setiap garis tengah dari masing-masing ruangan tersebut. Dengan menggunakan titik tadi terbentuklah sebuah garis lengkung sekat kedap air (*Curve of Floodable Length*). Hasil dari *Floodable Length* dan faktor pembagian memberikan pedoman untuk menentukan panjang isian yang diizinkan. Kompartemen yang akan dibuat tidak boleh melebihi panjang isian yang diizinkan.

Secara singkat untuk menggambarkan kurva *floodable length* dengan menggunakan metode Webster. Metode Webster ini merupakan metode yang menentukan panjang genangan dengan bantuan table. Rumus yang digunakan adalah :

$$L = m (a + f)$$

Dimana :

L = dinyatakan dalam % terhadap tinggi buritan

F = perbandingan antara lambung bebas terhadap H

m dan a = didapat dari tabel yang tergantung dari perbandingan *sheer* terhadap H

Langkah-Langkah Pembuatan *Floodable Length*

a. Menentukan rasio lambung timbul

- Untuk koreksi tinggi kapal adalah :

$$H' = H + t - ML$$

Dimana :

H = tinggi kapal

ML = tinggi *margin line* (0,076)

t = tebal (tinggi) *papan pelapis* (0,009)

maka :

$$H' = H + t - ML$$

$$= 8,226 + 0,009 - 0,076$$

$$= 10,75 \text{ m}$$

- Koreksi untuk perkiraan lambung timbul

$$fb = H' - T$$

$$= 10,75\text{m} - 7,90$$

$$= 2,850 \text{ m}$$

- Rasio lambung timbul

$$f = fb / H'$$

$$= 2,850 / 10,75$$

$$= 0,265$$

- b. Menentukan rasio *sheer* depan dan belakang

- *Sheer* buritan

$$Za' = (Za + t - ML) - H'$$

Dimana :

Za = tinggi *sheer* dari *base line* diburitan AP

Maka :

$$Za' = (Za + t - ML) - H'$$

$$= (12,312 + 0,1058 - 0,076) - 10,75$$

$$= 1,592 \text{ m}$$

- Rasio *sheer* buritan

$$Za'' = \frac{Za'}{H'}$$

$$= \frac{1,592}{10,75}$$

$$= 0,148$$

- *Sheer* haluan

$$\begin{aligned} Zf' &= (Zf + t - ML) - H' \\ &= (14,22 + 0,1085 - 0,076) - 10,75 \\ &= 3,5\text{m} \end{aligned}$$

- Rasio *sheer* haluan

$$\begin{aligned} Zf' &= \frac{Zf'}{H'} \\ &= \frac{3,50}{10,75} \\ &= 0,325 \end{aligned}$$

c. Menentukan permeabilitas

Pada kapal rancangan H adalah 10,72 m sehingga tinggi yang diizinkan untuk tergenang (sampai dengan margin line) adalah : $10,72 - 0,076 = 10,644$ m. Untuk masing masing ruangan permeabilitas yang dipakai juga berbeda-beda. Dalam rancangan dipakai :

μ untuk ruang mesin = 0,85

μ untuk ruang akomodasi = 0,63

μ untuk ruang muat = 1

d. Menentukan nilai m dan a

Untuk menentukan nilai m dan a perancangan menggunakan tabel *Webster*.

Rumusan Ekstrapolasi terdapat pada tabel 60 berikut ini :

Tabel 5.123 Rumusan Ekstrapolasi

	a	b	D = (((A-B)/(C-B)x(F-E))+E)
1	A	D	
2	B	E	
3	C	F	

Dari tabel rumusan ekstrapolasi diatas akan dicari nilai m dan a dari Cb 0,81, sebagaimana pada tabel 61 dan 62 dibawah ini :

Tabel 5.124 Ekstrapolasi *Webster* Cb = 0,77

	Za "	AP		15%Lpp		20%Lpp		30%Lpp		40%Lpp		45%Lpp	
		m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a
0,76	0,15	39,654	0,202	51,825	0,039	51,628	0,037	62,446	0,043	90,785	0,020	105,673	0,002
	0,15	39,700	0,203	51,900	0,040	51,700	0,038	62,500	0,044	90,900	0,020	105,700	0,002
	0,08	38,000	0,180	49,100	0,013	49,000	0,013	60,500	0,017	86,600	0,015	104,700	0,001
0,78	0,15	39,657	0,189	51,120	0,039	51,028	0,040	62,446	0,047	90,787	0,023	106,073	0,005
	0,15	39,700	0,190	51,200	0,040	51,100	0,041	62,500	0,048	90,900	0,023	106,100	0,005
	0,08	38,100	0,166	48,200	0,013	48,400	0,015	60,500	0,020	86,700	0,018	105,100	0,004
0,77	0,15	39,656	0,196	51,472	0,039	51,328	0,039	62,446	0,045	90,786	0,021	105,873	0,003
	0,15	39,700	0,197	51,550	0,040	51,400	0,040	62,500	0,046	90,900	0,022	105,900	0,004
	0,08	38,050	0,173	48,650	0,013	48,700	0,014	60,500	0,019	86,650	0,017	104,900	0,003

Tabel 5.125 Ekstrapolasi *Webster* Cb = 0,77

	Za "	50%Lpp		60%Lpp		70%Lpp		80%Lpp		85%Lpp		100%Lpp	
		m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a
0,76	0,26	105,371	0,005	79,371	0,029	56,886	0,052	49,314	0,061	52,929	0,068	37,771	0,297
	0,30	105,600	0,006	81,000	0,029	58,200	0,056	51,000	0,064	54,900	0,070	38,400	0,303
	0,16	104,800	0,004	75,300	0,028	53,600	0,042	45,100	0,054	48,000	0,062	36,200	0,283
0,78	0,26	106,800	0,007	79,986	0,029	58,000	0,055	49,043	0,062	52,171	0,063	37,771	0,283
	0,30	107,000	0,008	81,100	0,030	59,400	0,059	50,700	0,065	54,200	0,065	38,400	0,288
	0,16	106,300	0,006	77,200	0,028	54,500	0,046	44,900	0,054	47,100	0,059	36,200	0,269
0,77	0,26	106,086	0,006	79,679	0,029	57,443	0,054	49,179	0,062	52,550	0,066	37,771	0,290
	0,30	106,300	0,007	81,050	0,030	58,800	0,058	50,850	0,065	54,550	0,068	38,400	0,296
	0,16	105,550	0,005	76,250	0,028	54,050	0,044	45,000	0,054	47,550	0,061	36,200	0,276

Dari perhitungan Ekstrapolasi di atas akan didapatkan hasil nilai m dan a dari Cb = 0,81 sebagai berikut ini :

Tabel 5.126 Hasil Perhitungan *Webster* Cb = 0,77

	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
m	39,66	51,47	51,33	62,45	90,79	105,87	106,09	79,68	57,44	49,18	52,55	37,77
a	0,196	0,039	0,039	0,045	0,021	0,003	0,006	0,029	0,054	0,062	0,066	0,290

e. Mencari panjang genangan l'

Setelah didapat nilai m dan a yang dapat dilihat pada tabel 63, selanjutnya mencari nilai l' pada masing masing jarak

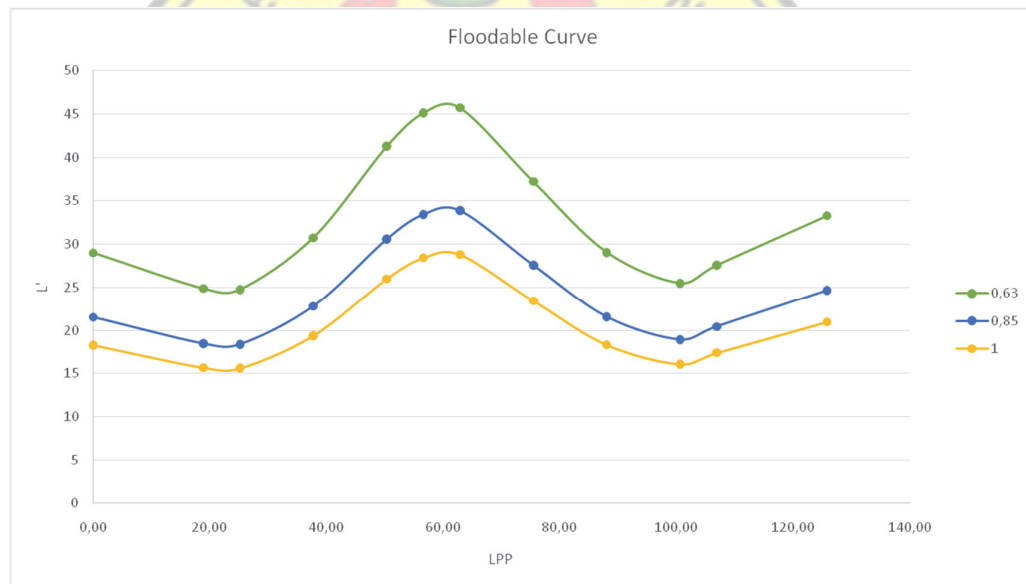
dalam % Lpp dan membaginya dengan factor permeabilitas seperti dibawah ini

$$l' = \frac{m \times (a + f)}{\mu}$$

Maka didapatkan nilai panjang genangan (l') dibawah ini :

Tabel 5.127 *Floodable Curve*

μ	f	AP	15%	20%	30%	40%	45%	50%	60%	70%	80%	85%	FP
		0,00	18,87	25,16	37,74	50,32	56,61	62,90	75,47	88,05	100,63	106,92	125,79
		L'											
0,63	0,2651	29,0162	24,8684	24,761	30,7638	41,2815	45,1349	45,7231	37,2053	29,0629	25,495	27,5765	33,2767
0,85		21,5062	18,4318	18,3523	22,8014	30,5969	33,4529	33,8889	27,5757	21,5408	18,8963	20,439	24,6639
1		18,2802	15,6671	15,5994	19,3812	26,0074	28,435	28,8056	23,4394	18,3097	16,0618	17,3732	20,9643



Gambar 5.30 *Floodable Length*

V.11 Perhitungan Peluncuran Kapal

V.11.1 Koefisien Gesek Peluncuran

Harga rata-rata koefisien gesek selama peluncuran adalah sebagai berikut :

1. $\mu = 0,024$; berlaku untuk tekanan rata-rata landasan 30 ton/ m²
2. $\mu = 0,032$; berlaku untuk tekanan rata-rata landasan 20 ton/ m²
3. $\mu = 0,040$; berlaku untuk tekanan rata-rata landasan 10 ton/ m²

Harga koefisien gesek pada saat berhenti untuk selama tekanan rata-rata $\mu = 0,040 - 0,080$

V.11.2 Sudut Kemiringan Peluncuran

Sudut kemiringan peluncuran dianggap sama dengan sudut kemiringan landasan terhadap permukaan air. Tangensial sudut kemiringan landasan terhadap permukaan air disebut “afseket”, yang besarnya adalah sebagai berikut :

1. $\tan \beta = 0,042 - 0,056$ untuk kapal berukuran besar
2. $\tan \beta = 0,056 - 0,063$ untuk kapal berukuran sedang
3. $\tan \beta = 0,063 - 0,083$ untuk kapal berukuran kecil

oleh karena kapal rancangan termasuk kapal dengan ukuran besar maka direncanakan :

$$\tan \beta = 0,050$$

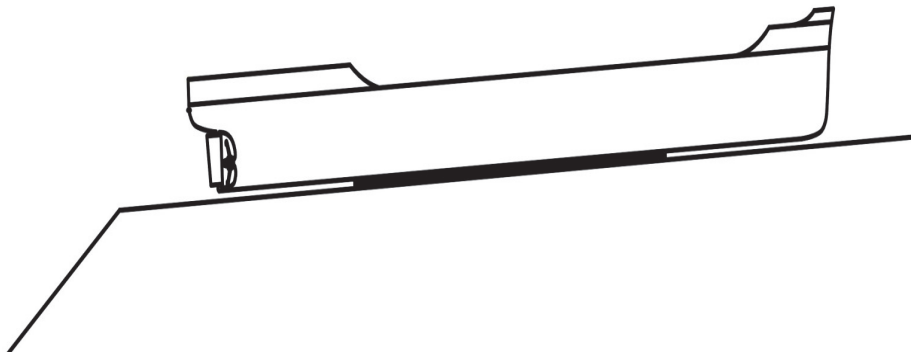
$$\begin{aligned}\beta &= \arctan 0,050 \\ &= 2,86^\circ\end{aligned}$$

V.11.3 Periode Peluncuran

Peluncuran memanjang dibagi dalam 4 fase, yaitu :

1. Periode I

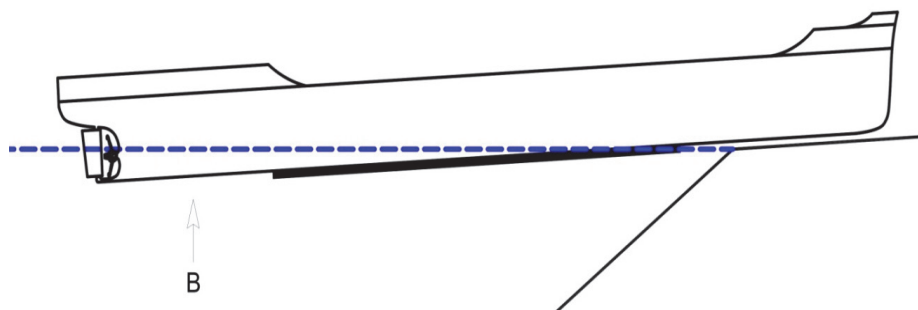
Dimulai pada saat kapal mulai bergerak dengan hingga kapal menyentuh permukaan air.



Gambar 5.31 Ilustrasi Periode I

2. Periode II

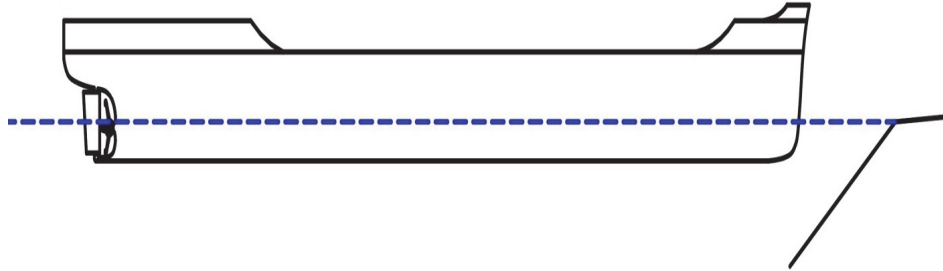
Dimulai pada saat kapal menyinggung permukaan air dan berakhir pada saat kapal mulai mendapatkan gaya apung.



Gambar 5.32 Ilustrasi Periode II

3. Periode III

Dimulai pada saat kapal mulai terapung dan berakhir pada saat kapal meninggalkan landasan.



Gambar 5.33 Ilustrasi Periode III

4. Periode IV

Dimulai pada saat kapal lepas dari landasan dan berakhir pada saat kapal terapung bebas.

V.11.4 Perhitungan Berat Peluncuran

berat peluncuran adalah berat kapal pada saat kapal diluncurkan ditambah dengan berat peralatan peluncuran.

1. Berat Kapal Pada Saat Diluncurkan

Umumnya pada saat diluncurkan kapal belum seutuhnya selesai, dimana mesin-mesin banyu belum dipasang seluruhnya.

Berat kapal pada saat diluncurkan diperkirakan sebagai berikut

:

$$G = C \times \text{LWT (Light Weight Tonnage)}$$

Dimana : C = koefisien peluncuran = 0,85

LWT = 4493,008 ton

Maka G = 0,85 x 4493,008 [ton]

= **3819,0568 ton**

2. Berat Peralatan Peluncuran

Berat peralatan peluncuran adalah 7% - 16% berat kapal pada saat diluncurkan. Diasumsikan diambil harga yang terbesar yaitu 16%. Maka :

$$\begin{aligned} M &= 16\%G \text{ [ton]} \\ &= 0,16 \times 3819,0568 \\ &= \mathbf{611,049088 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Setelah didapat berat kapal dan peralatan peluncuran, maka berat peluncuran adalah :

$$\begin{aligned} W &= G + M \\ &= 3819,0568 + 611,049088 \\ &= \mathbf{4430,10589 \text{ ton}} \end{aligned}$$

V.11.5 Perancangan Sepatu peluncuran

1. Nilai $\bar{\alpha}$ d (ton/ m²)

Untuk Lpp = 100 m $\bar{\alpha}$ d = 20 ton/ m²

Untuk Lpp = 200 m $\bar{\alpha}$ d = 30 ton/ m²

Maka dengan interpolasi untuk Lpp = 100,62 m adalah :

Tabel 5.128 Interpolasi Tekan Rata-Rata Pada Landasan

Interpolasi Tekan Rata-Rata Pada Landasan tertera pada hydrodynamika I & II hal 60			
lpp		s(t/m) ²	
lpp1	100	radius bawah	20
lpp	125,79	nila x	16,52472713
lpp2	200	radius atas	30

Berlaku untuk tekanan rata-rata landasan diambil nilai $\bar{\alpha}$ d = 19,94 ton/ m². Untuk koefisien gesek peluncuran didapatkan μ = 0,023 dari perhitungan interpolasi dibawah ini

Tabel 5.129 Interpolasi Koefisien Gesek Peluncuran

Interpolasi Tekan Rata-Rata Pada Landasan tertera pada hydrodynamika I & II hal 60			
p(t/m) ²		fo (koefisien gesek)	
lpp1	20	fo bawah	0,032
lpp	125,79	nila x	0,02316484
lpp2	30	fo atas	0,024

2. Panjang balok peluncur (Ls)

Ls = (80% - 90%) Lpp; diambil 90%

$$= 90\% \times 125,79 \text{ m}$$

$$= \mathbf{113,211 \text{ m}}$$

3. Lebar minimum sepatu peluncur

$$b_{min} = \left(\frac{W}{n.Ls.ad} \right) [\text{m}]$$

Dimana :

W = berat peluncuran = 4430,11 ton

n = jumlah sepatu peluncuran (3 buah)

Ls = panjang sepatu peluncuran = 113,211 m

Maka :

$$b_{min} = \mathbf{0,789 \text{ m}}$$

4. Tinggi sepatu peluncur

Tinggi sepatu peluncuran dapat dicari dengan :

$$t = \left(\frac{Ws}{n.b.s,\gamma} \right) [\text{m}]$$

Dimana :

Ws = berat sepatu peluncur

$$= 0,8 \times M$$

$$= 0,8 \times 611,049088 = 488,839 \text{ ton}$$

γ = berat jenis sepatu peluncur

$$= 0,85 \text{ ton/m}^3$$

Maka :

$$t = \left(\frac{488,839}{3 \times 0,789 \times 113,211 \times 0,85} \right)$$

$$= 2,1452 \text{ m}$$

Dalam perancangan sepatu ini maka diambil tinggi dari landasan sampai lunas kapal adalah setengah dari tinggi sepatu yaitu $t = 1,67 \text{ m}$. Pada kondisi sebenarnya tinggi sepatu tidaklah harus mengikuti perhitungan yang ada karena dengan menggunakan perhitungan tersebut tinggi sepatu dapat menjadi terlalu tinggi.

V.11.6 Perhitungan Beban Landasan

Beban rata-rata yang bekerja pada landasan per meternya adalah :

$$q = \frac{W}{s} [\text{ton/m}]$$

Dimana :

W = berat peluncuran

$$= 4430,105 \text{ ton}$$

s = panjang sepatu peluncur

$$= 113,211 \text{ m}$$

Maka :

$$q = \frac{4430,105}{113,211} [\text{ton/m}]$$

$$q = 39,1314085 \text{ ton/m}$$

V.11.7 Perhitungan Peluncuran

Fase I

Besarnya gaya peluncuran :

$$K = W \sin \beta - \mu N [\text{ton}]$$

$$K = W \sin \beta - \mu \cos \beta$$

Dimana

$$\beta = 2,86^\circ$$

N = gaya normal [ton]

$$= w \cos \beta$$

$$\mu = 0,023$$

Maka :

$$K = 4430,10589 (\sin 2,86 - 0,023 \cos 2,86)$$

$$K = 221,020 \text{ ton}$$

Akibat gaya K tersebut akan timbul percepatan peluncuran sebesar

:

$$a = \frac{K}{m} [\text{m/s}^2]$$

Dimana :

m = massa berat peluncuran = W/g

$$= 451,74508 \text{ ton s}^2/\text{m}$$

Maka :

$$a = \frac{221,020}{451,74508} \text{ [m/ s}^2\text{]}$$

$$a = 0,489 \text{ m/ s}^2$$

fase ini berakhir ketika AP pada baseline menyentuh permukaan air. Jarak yang ditempuh peluncuran sampai menyentuh permukaan air (titik B tergenang air), merupakan tangent sudut β antar tinggi AP dari permukaan air.

$$\tan \beta = \frac{\text{tinggi AP}}{S}$$

maka :

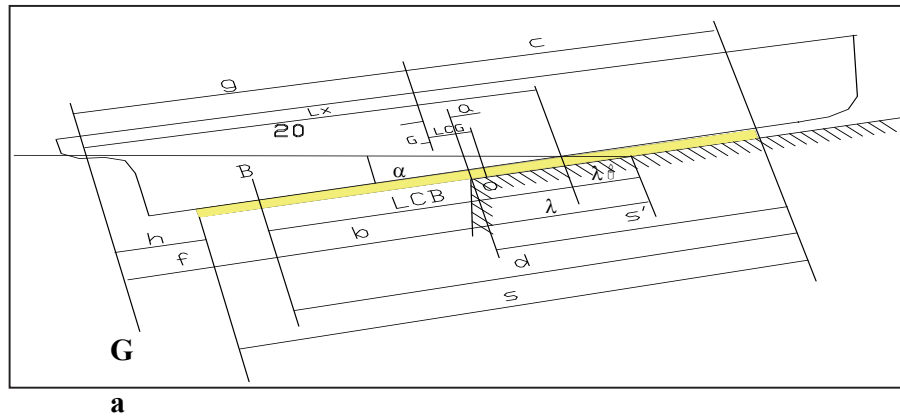
$$S = \frac{\text{tinggi AP}}{\tan \beta} = \frac{1,669}{0,050} = 33,39 \text{ m}$$

- Fase I

Diharapkan kapal dapat langsung meluncur ketika kunci peluncuran dilepas. Syaratnya adalah $G \sin \beta > \mu N$; maka : Ternyata hasil yang didapatkan $G \sin \beta > \mu N$ sehingga kapal dapat meluncur sendiri.

- Fase II

Fase dua ini dimulai pada saat titik AP *base line* menyentuh permukaan air hingga kapal ulai terapung. Pada fase ini kita menganggap permukaan air tetap rata, dan karena sudut kecil, maka ada keadaan dimana titik berat G telah melewati ujung landasan, sebagian dari sepatu peluncur masih berada pada ujung landasan dan karena itu terjadi gaya gesek. Pada periode ini kemungkinan terjadinya *tipping* pada kapal semakin besar. *Tipping* baru terjadi jika titik berat kapal sudah melewati ujung landasan. Untuk lebih mempermudah pemahamannya maka gambar berikutnya dijadikan acuan dalam perhitungan peluncuran



Gambar 5.34 Sketsa Perhitungan Peluncuran

Dapat dilihat dalam gambar bahwa panjang landasan :

$L_b = \overline{AB} + 0,8 L_{pp}$; dimana $\overline{AB}$ = panjang sepatu peluncur

$$\begin{aligned} L_b &= 113,211 \text{ m} + (0,8 \times 125,79) \text{ m} \\ &= 113,221 + 100,632 \\ &= 213,843 \text{ m} \end{aligned}$$

Dapat diketahui bahwa panjang lintasan setelah sepatu peluncuran adalah 125,76 m dan panjang lintasan dari awal hingga kapal mulai menyentuh permukaan air seperti yang telah dijelaskan pada fase I adalah 33,39 m, maka panjang sisa lintasan yang harus ditempuh yakni :

$$\begin{aligned} S_r &= 100,632 \text{ m} - 33,39 \text{ m} \\ &= 67,242 \text{ m} \end{aligned}$$

Total jarak yang dibutuhkan pada fase I adalah :

$$\begin{aligned} S \text{ fase I} &= 113,211 \text{ m} + 33,39 \text{ m} \\ &= 146,601 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari sisi maka kapal secara bertahap mulai mendapat gaya apung akibat air mulai menggenangi lambung kapal setelah menempuh jarak 33,39. Untuk jarak gading yang tergenang air harus sebanding dengan tinggi waterline yang tergenangi air. Pada perancangan kapal ini hubungan yang akan diambil adalah setiap 5 x jarak gading sehingga

- $S_0 = 33,39 \text{ m}$
- $S_1 = 33,39 + (5 \times 8) = 73,39 \text{ m}$
- $S_2 = 78,39 + (5 \times 8) = 113,39 \text{ m}$
- $S_3 = 113,39 + (5 \times 8) = 153,39 \text{ m}$
- $S_4 = 153,39 + (5 \times 8) = 193,39 \text{ m}$
- $S_5 = 193,39 + (5 \times 8) = 238,39 \text{ m}$

Setelah dilakukan perhitungan maka diplot ke dalam suatu grafik peluncuran dan dari sini dapat menentukan fase-fase yang terjadi selama peluncuran. Fase 2 akan berakhir pada saat kapal mulai melakukan royasi karena gaya apung ke atas. Saat ini kapal telah menempuh jarak $S_1 + S_2$ dimana besar jarak yang ditempuh diperoleh dari diagram peluncuran, tepat pada pertemuan titik grafik W_m (berat peluncuran) dan D_m (displacement).

$$S_1 + S_2 = 73,39 + 113,39 = 186,78 \text{ m}$$

1. Trim pada keadaan ini, t :

$$\begin{aligned} t &= L_{pp} \cdot \tan \alpha \\ &= 125,79 \times (1/18) \\ &= 6,98 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Jarak penurunan titik A, MA :

$$\begin{aligned} MA &= (S_1 + S_2) \tan \alpha \\ &= 186,78 \times (1/18) \\ &= 10,376 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Sarat air pada haluan, Th :

$$\begin{aligned} Th &= MA - f \tan \alpha - (O + e) \\ &= 10,376 - 0,36 - (11,04 + 2,020) \\ &= 10,376 - 0,36 - 13,06 \\ &= -3,043 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Sarat air pada buritan, Tb :

$$\begin{aligned} Tb &= Th + L_{pp} \tan \alpha \\ &= (-3,433) + 6,988 \\ &= 3,945 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Sarat air pada titik A, ThA :

$$\begin{aligned}\text{ThA} &= \text{MA} - (\text{O} + \text{e}) \\ &= 10,376 - 13,06 \\ &= -2,683 \text{ m}\end{aligned}$$

- Fase III

Fase III berlangsung pada saat kapal mulai bergerak rotasi sampai kapal meninggalkan landasannya. Selama fase ini kapal melanjutkan peluncurannya dan menggunakan ujung depan dari peluncuran sebagai sumbu putar. Pada saat kapal akan mengapung bebas displacement kapal akan sama dengan berat kapal dalam peluncuran.

- Fase IV

Fase IV dimulai pada saat kapal lepas landas dan berakhir saat kapal terapung bebas.

Dengan demikian jarak landasan yang dilalui sampai kapal terapung bebas adalah 171,78 m, sedangkan panjang landasan yang disediakan yakni sebesar 171,04 m. Karena panjang landasan lebih besar dari jarak landasan maka bahaya terbenturnya buritan kapal tidak akan terjadi sehingga kapal cukup aman untuk diluncurkan.

Berikut ini adalah tabel hasil analisa peluncuran :

BAB VI

PENUTUP

Adapun spesifikasi perencanaan kapal *General Cargo* 11800 DWT berdasarkan hasil perhitungan desain, sebagai berikut:

1. Ringkasan spesifikasi teknis :

- Panjang Antara Garis Tegak (Lpp) : 129,56 m
- Lebar (B) : 18,22 m
- Tinggi (H) : 10,72 m
- Sarat Air (T) : 7,90 m
- Koeffisien Blok (Cb) : 0,77
- Koeffisien Tengah Kapal (Cm) : 0,98
- Koeffisien Prismatic (Cp) : 0,78
- Koeffisien Garis Air (Cw) : 0,84

2. Dalam rancangan, kapal dikontrol terhadap stabilitas, trim, panjang genangan dan rencana pemuatan serta berat kapal, dimana semua hasil perhitungan harus memenuhi ketentuan yang berlaku.
3. Dalam menentukan ukuran utama yang akan diambil dalam perencanaan kapal, terlebih dahulu perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan secara umum terutama dalam hal yang berhubungan dengan tahanan, stabilitas, free board, ruang muatan, kekuatan kapal, ekonomi dan teknologi pembuatannya.
4. Jumlah sekat kedap air ditentukan berdasarkan aturan dalam klasifikasi yang digunakan, yaitu sesuai dengan panjang kapal (Lpp).