

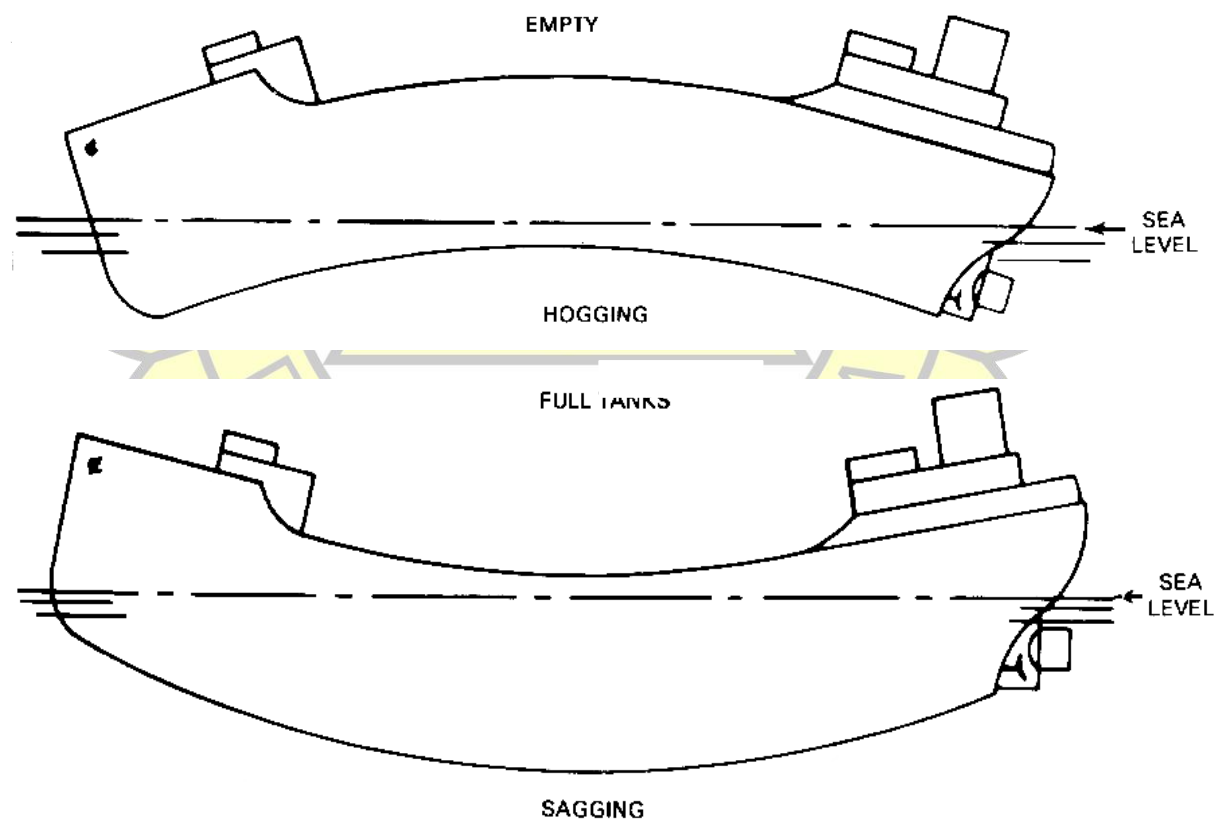
BAB VII

KEKUATAN KAPAL

7.1 PERHITUNGAN KEKUATAN KAPAL

Pada seluruh bangunan konstruksi terapung yang dipengaruhi oleh gelombang akan menerima momen lentur (*bending momen*). Hal ini diakibatkan oleh adanya perbedaan antara distribusi berat kapal dengan daya apung yang dialami pada seluruh bagian konstruksi tersebut.

Ketentuan besar kecilnya momen lentur diperoleh oleh karena keadaan gelombang yang melalui kapal tersebut. Keadaan kritis terjadi apabila kapal mengalami gelombang "*Trochoid*", yaitu gelombang laut yang panjangnya dari puncak ke puncak sama dengan panjang kapal. Sehingga dengan demikian kapal mengalami dua keadaan, yaitu :



(Sumber : Internet)

Gambar 7.1. Kondisi *Hogging* dan *Sagging*

1. Kondisi *Hogging/Wellenberg*

Wellenberg atau *Wellen* dalam bahasa Jerman yang berarti gelombang, kondisi ini memiliki ciri puncak gelombang berada di tengah kapal dan lembah gelombang berada pada haluan dan buritan. Kondisi *Wellenberg* umumnya terjadi apabila ruang mesin berada di tengah kapal. *Wellenberg* juga diartikan *hogging*.

2. Kondisi *Sagging/Wellental*

Sedangkan *wellental* dalam bahasa Jerman memiliki arti palung. Adapun kondisi ini memiliki ciri-ciri puncak gelombang berada pada bagian ujung haluan dan buritan, kemudian lembah gelombang berada pada bagian tengah kapal. Kondisi ini umumnya terjadi apabila ruang mesin berada di buritan kapal.

7.2 LANGKAH Pengerjaan

Untuk memulai perhitungan kekuatan memanjang pada sebuah kapal, maka yang harus diperhatikan adalah hal-hal sebagai berikut :

1. Karena kapal yang akan dihitung menyangkut secara keseluruhan distribusi pembebanan pada kapal itu sendiri, maka perlu diketahui berat kapalnya. Adapun perhitungan berat kapal dapat dilakukan dengan cara :
 - Perhitungan berat kapal kosong, yang dapat dihitung melalui pertolongan *Bonjean Curve* kapal tersebut.
 - Untuk berat bagian bangunan dihitung dengan pengukuran langsung pada bagian bangunan tersebut melalui gambar rencana umum dan gambar konstruksi, sedangkan perlengkapan kapal yang akan dimasukkan dalam pendistribusian kapal diambil yang mempunyai bobot atau berat yang dianggap besar, misalnya *propeller*, *shaft* dan lain sebagainya.
2. Penentuan gelombang yang akan bekerja di kapal tersebut. Gelombang ini bergantung pada ketentuan tersebut di atas, yaitu untuk kapal yang mempunyai kamar mesin yang terletak di belakang, kondisi gelombang yang paling mempengaruhi adalah kondisi *Sagging*. Dengan mengetahui sistem gelombang yang akan digunakan, segera dapat dilakukan penentuan nilai displasemen yang sesuai dengan gelombang tersebut terhadap displasemen kapal itu sendiri.

6.3 BENTUK LENGKUNG TROCHOID

Oleh karena rancangan kapal ini mempunyai kamar mesin di belakang kapal, maka untuk perhitungan kekuatan yang yang dihitung adalah dalam kondisi *Sagging*. Untuk bentuk lengkung *trochoid* atau bentuk poros gelombang pada kapal rancangan diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Y = H \times C$$

Dimana :

$$H = \frac{p}{20}$$

$$H = \frac{85,00}{20} = 4,25 \text{ m}$$

Tabel 7.1. Bentuk Poros Gelombang Kondisi *Hogging* dan *Sagging*

Ordinat	Faktor C	
	Kondisi <i>Hogging</i>	Kondisi <i>Sagging</i>
AP	0,000	1,000
L/20	0,019	0,966
2L/20	0,075	0,871
3L/20	0,166	0,735
4L/20	0,292	0,578
5L/20	0,438	0,422
6L/20	0,594	0,280
7L/20	0,748	0,160
8L/20	0,879	0,072
9L/20	0,968	0,018
10L/20	1,000	0,000
11L/20	0,968	0,018
12L/20	0,879	0,072
13L/20	0,748	0,160
14L/20	0,594	0,280
15L/20	0,438	0,422
16L/20	0,292	0,578

18L/20	0,075	0,871
19L/20	0,019	0,966
FP	0,000	1,000

(Sumber : Tabel 3.39, *Henschke*, hal.882)

Kondisi *sagging* dipilih karena posisi kamar mesin kapal rancangan yang berada di bagian belakang dari kapal. Maka, Perhitungan bentuk poros gelombang kondisi *Sagging* pada kapal adalah :

Tabel 7.2. Perhitungan Bentuk Poros Gelombang *Sagging*

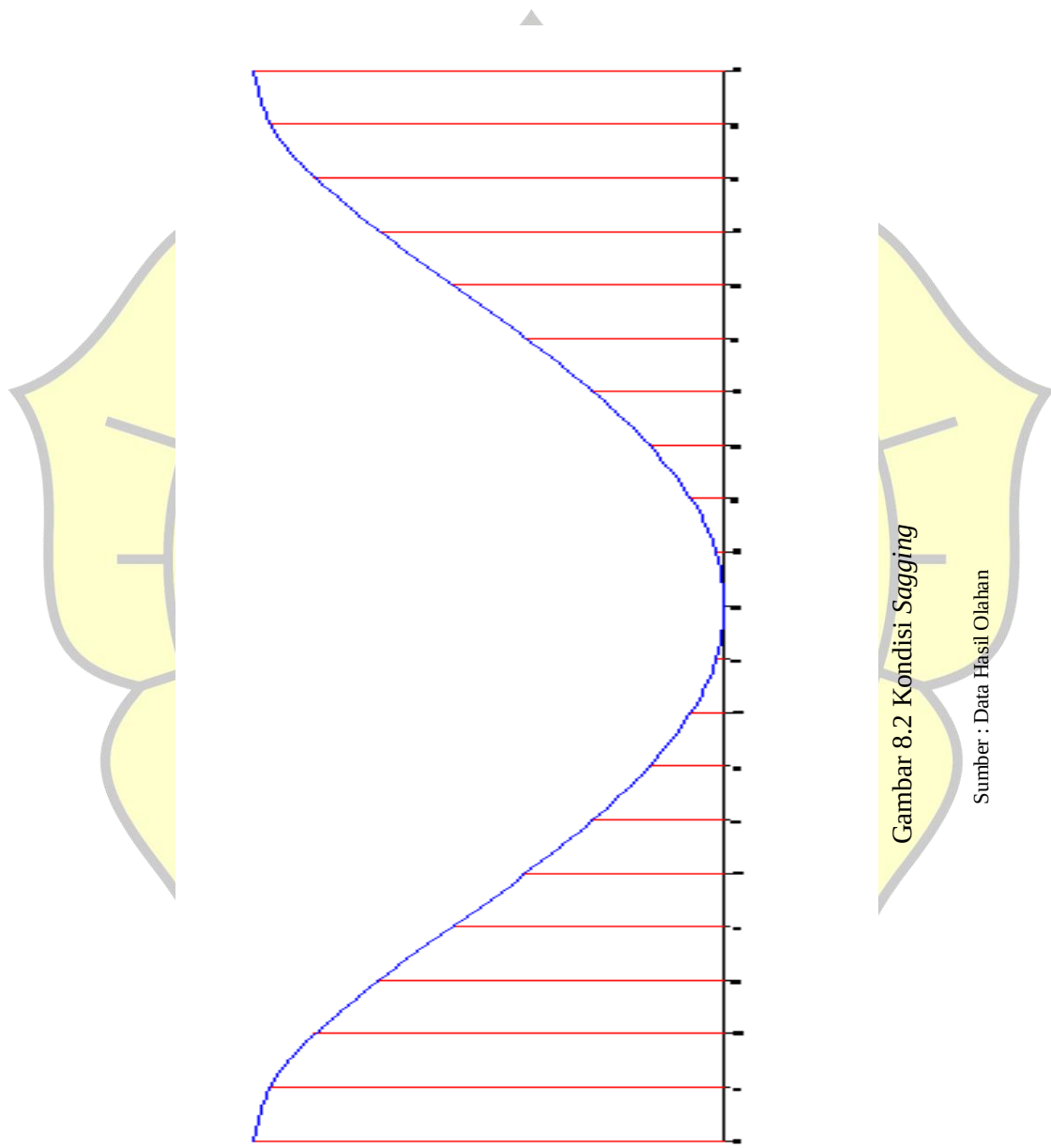
ORD.	Koefisien C	H	$Y = H \times C$
AP	1,000	4,25	4,250
L/20	0,966	4,25	4,106
2L/20	0,871	4,25	3,702
3L/20	0,735	4,25	3,124
4L/20	0,578	4,25	2,457
5L/20	0,422	4,25	1,794
6L/20	0,280	4,25	1,190
7L/20	0,160	4,25	0,680
8L/20	0,072	4,25	0,306
9L/20	0,018	4,25	0,077
10L/20	0,000	4,25	0,000
11L/20	0,018	4,25	0,077
12L/20	0,072	4,25	0,306
13L/20	0,160	4,25	0,680
14L/20	0,280	4,25	1,190
15L/20	0,422	4,25	1,794
16L/20	0,578	4,25	2,457
17L/20	0,735	4,25	3,124
18L/20	0,871	4,25	3,702

Lanjutan Tabel 7.2. Perhitungan Bentuk

Poros Gelombang *Sagging*

ORD.	Koefisien C	H	$Y = H \times C$
19L/20	0,966	4,25	4,106
FP	1	4,25	4,250

(Sumber : Data Perhitungan)



7.4 PENENTUAN TINGGI GELOMBANG

Penentuan tinggi gelombang dicari yang mempunyai harga *displacement* sama dengan *displacement* kapal. Tinggi gelombang ditentukan dengan tinggi yang berbeda, kemudian dibuat sebuah kurva yang menyatakan hubungan antara tinggi gelombang dengan *displacement*.

Tabel 7.3. Perhitungan Tinggi Poros Gelombang T = 3,00 m

No. Ord.	Luasan (m ²)	F.S.	Hasil (m ²)
AP	247.1	1	247.1
1	557.5	4	2230
2	723.7	2	1447.4
3	701	4	2804
4	644.7	2	1289.4
5	578.8	4	2315.2
6	524.5	2	1049
7	477.6	4	1910.4
8	459.4	2	918.8
9	438.7	4	1754.8
10	450.4	2	900.8
11	486.2	4	1944.8
12	552.5	2	1105
13	616.3	4	2465.2
14	700.1	2	1400.2
15	690.3	4	2761.2
16	651.8	2	1303.6
17	535.2	4	2140.8
18	372	2	744
19	203.4	4	813.6
FP	16.8	1	16.8
(Sumber : Data Perhitungan)		$\Sigma_1 =$	316

Tabel 7.4. Perhitungan Tinggi Poros Gelombang T = 4,00 m

No. Ord.	Luasan (m ²)	F.S.	Hasil (m ²)
AP	3.731	1	3.731
1	6.706	4	26.824
2	8.397	2	16.794
3	8.229	4	32.916
4	7.689	2	15.378
5	7.061	4	28.244
6	6.565	2	13.13
7	6.153	4	24.612
8	6.039	2	12.078
9	5.866	4	23.464
10	6.11	2	12.22
11	6.576	4	26.304
12	7.358	2	14.716
13	8.08	4	32.32
14	8.971	2	17.942
15	8.632	4	34.528
16	8.004	2	16.008
17	6.495	4	25.98
18	4.503	2	9.006
19	2.531	4	10.124
FP	0.392	1	0.392
(Sumber : Data Perhitungan)		$\Sigma_2 =$	397

Menentukan *Displacement* untuk :

1. *Displacement* Pada Tinggi Poros Gelombang = 3,00 m (Δ_1)

$$\Delta_1 = 1/3 \times h \times \Sigma \times \gamma_{\text{Air Laut}}$$

$$\text{Dimana : } h = \text{LPP} / 20$$

$$= 85 \text{ m} / 20$$

$$= 4,25 \text{ m}$$

$$\Sigma_1 = 316 \text{ m}^2.$$

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{Air}} &= 1,025 \text{ Ton/m}^3. \\ \text{Maka : } \Delta_1 &= 1/3 \times 4,25 \times 316 \times 1,025 \\ &= 4583.083 \text{ Ton.}\end{aligned}$$

2. *Displacement* Pada Tinggi Poros Gelombang = 4,00 m (Δ_2)

$$\Delta_2 = 1/3 \times h \times \Sigma \times \gamma_{\text{Air Laut}}$$

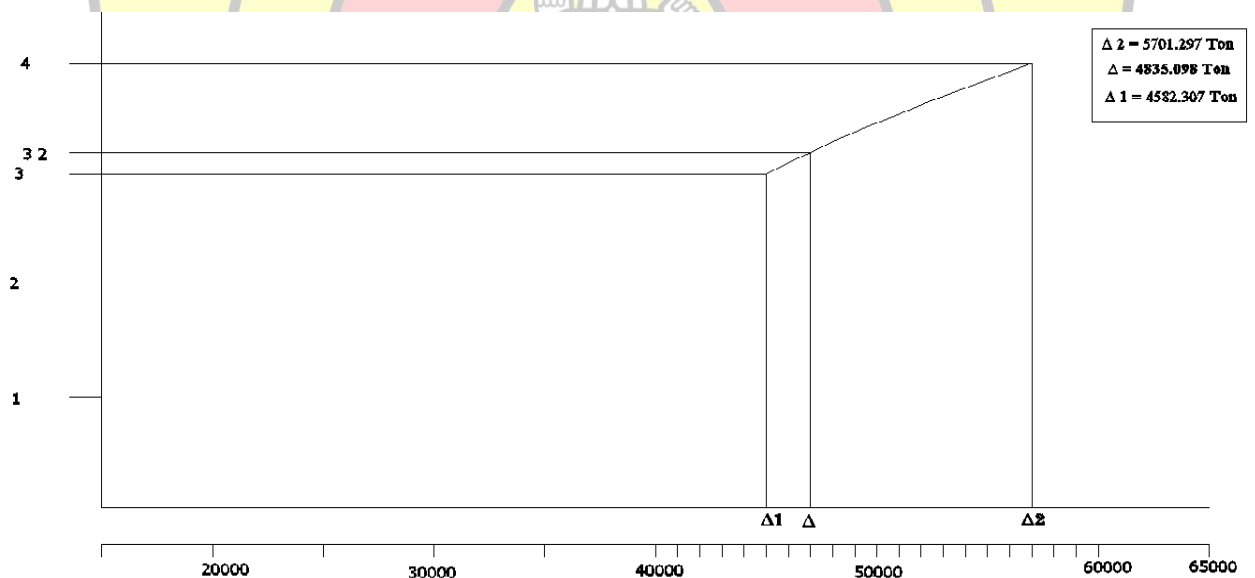
$$\text{Dimana : } h = 4,25 \text{ m}$$

$$\Sigma_2 = 397 \text{ m}^2.$$

$$\gamma_{\text{Air Laut}} = 1,025 \text{ Ton/m}^3.$$

$$\begin{aligned}\text{Maka : } \Delta_2 &= 1/3 \times 4,25 \times 397 \times 1,025 \\ &= 5763.48 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Sementara *displacement* yang ingin dicari yaitu 4835,098 ton dan *displacement* kapal rancangan terletak disekitar Δ_1 dan Δ_2 . Maka untuk mendapatkan *displacement* tersebut dapat dilihat pada gambar tinggi poros gelombang.



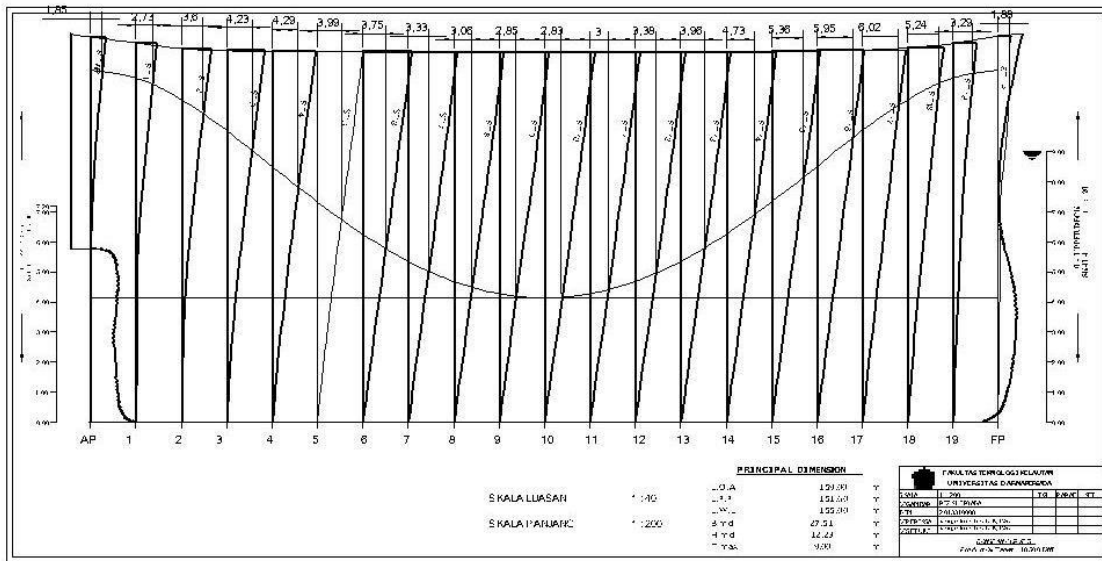
(Sumber : Data Hasil Olahan)

Gambar 7.3 Kurva *Displacement*

Berdasarkan pada gambar tinggi poros gelombang tersebut, maka untuk *displacement* kapal rancangan ini tinggi poros gelombangnya adalah 3,2 m.

Tabel 7.5. Perhitungan Tinggi Poros Gelombang $T = 3,2$ m

No. Ord.	Luasan (m ²)	F.S.	Hasil (m ²)
Ap	269.8	1	269.8
1	579.8	4	2319.2
2	747	2	1494
3	725.5	4	2902
4	669.6	2	1339.2
5	604.2	4	2416.8
6	550.9	2	1101.8
7	505.5	4	2022
8	488.1	2	976.2
9	468.6	4	1874.4
10	482.2	2	964.4
11	520.1	4	2080.4
12	588.9	2	1177.8
13	654.6	4	2618.4
14	739.4	2	1478.8
15	724.9	4	2899.6
16	680.5	2	1361
17	557.7	4	2230.8
18	387.5	2	775
19	213.2	4	852.8
Fp	20.6	1	20.6
(Sumber : Data Perhitungan)		$\Sigma =$	332



(Sumber : Data Hasil Olahan)

Gambar 7. 4. Kurva Tinggi Poros Gelombang

Displacement Pada Tinggi Poros Gelombang = 3,2m (Δ_2)

$$\Delta_2 = 1/3 \times h \times \sum \gamma_{\text{Air Laut}}$$

Dimana : $h = 4,25 \text{ m}$

$$\Sigma = 9297,2 \text{ m}^2.$$

$$\gamma_{\text{Air Laut}} = 1,025 \text{ Ton/m}^3.$$

Maka : $\Delta_2 = 1/3 \times 4,25 \times 9297,2 \times 1,025$
 $= 5701,297 \text{ Ton}$

7.5 KOREKSI DISPLACEMENT

Setelah didapatkan *displacement* dari poros gelombang(Δ_2), kemudian dikoreksi dengan *displacement* awal (Δ_1). Hasil dari koreksi kedua *displacement* tersebut harus memiliki koreksi $\leq 0,5\%$.

$$\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\Delta_1} \times 100\% = \dots \leq 0,5\%$$

Dimana : Δ_1 = Displacement awal
= 4582,307Ton.

$$\Delta_2 = \text{Displacement dari tinggi poros gelombang } T = 4,16 \text{ m.}$$

$$= 5701,297 \text{ Ton.}$$

$$\begin{aligned}\text{Koreksi} &= \left| \frac{5701,297 - 4582,307}{4582,307} \right| \times 100\% \\ &= |0,0024| \times 100\% \\ &= 0,24\% \leq 0,5\% \dots \dots \dots \text{Memenuhi}\end{aligned}$$

7.6 PERHITUNGAN KURVA DAYA APUNG

Dari luasan sebenarnya di atas diperoleh *ordinat buoyancy* B(x) sebagai kurva daya apung dalam kondisi *sangging* sebagai berikut :

$$B(x) = L \times c \text{ [ton]}$$

Dimana :

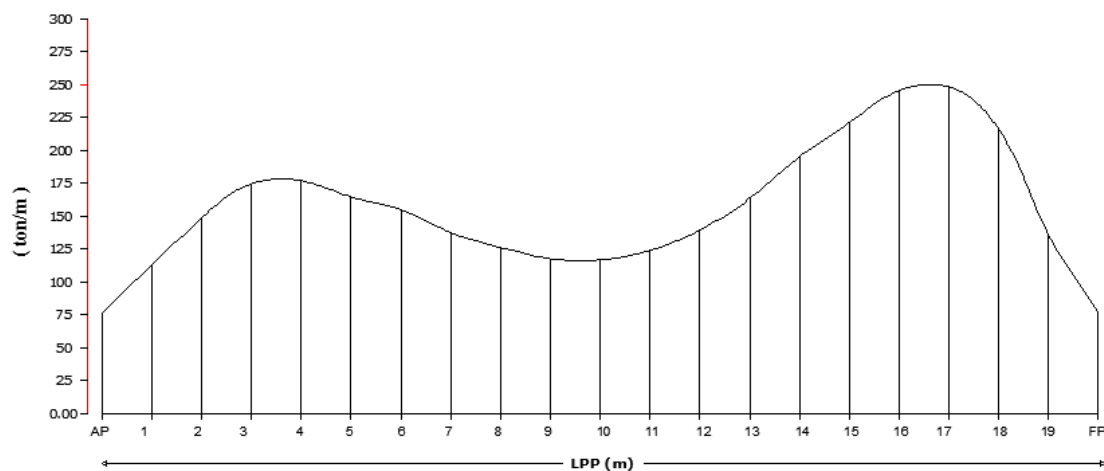
- L = luasan gading pada poros sebenarnya T = 4,16 m
- c = 1,025 ton/m³

Tabel 7.6. Kurva Daya Apung

No. Ord.	Luasan (m ²)	C (ton/m ³)	Hasil (ton/m)
Ap	74,4	1,025	76,26
1	109,6	1,025	112,34
2	144,8	1,025	148,42
3	169,6	1,025	173,84
4	172	1,025	176,3
5	160	1,025	164
6	150,4	1,025	154,16
7	134	1,025	137,35
8	122,8	1,025	125,87
9	114,8	1,025	117,67
10	114	1,025	116,85
11	120,8	1,025	123,82
12	135,6	1,025	138,99
13	159,2	1,025	163,18
14	190	1,025	194,75
15	215,2	1,025	220,58

16	238,8	1,025	244,77
17	241,2	1,025	247,23
18	210,4	1,025	215,66
19	132	1,025	135,3
Fp	75,2	1,025	77,08
$\Sigma =$	3264,42		

Sumber : Data Perhitungan)



(Sumber : Data Hasil Olahan)

Gambar 7. 5. Kurva Daya Apung

7.7 PERHITUNGAN KURVA BERAT KAPAL

1. Ordinat Berat Kapal

$$\text{Ordinat} = \frac{\text{Berat lambung kapal}}{L_{pp}} \times k$$

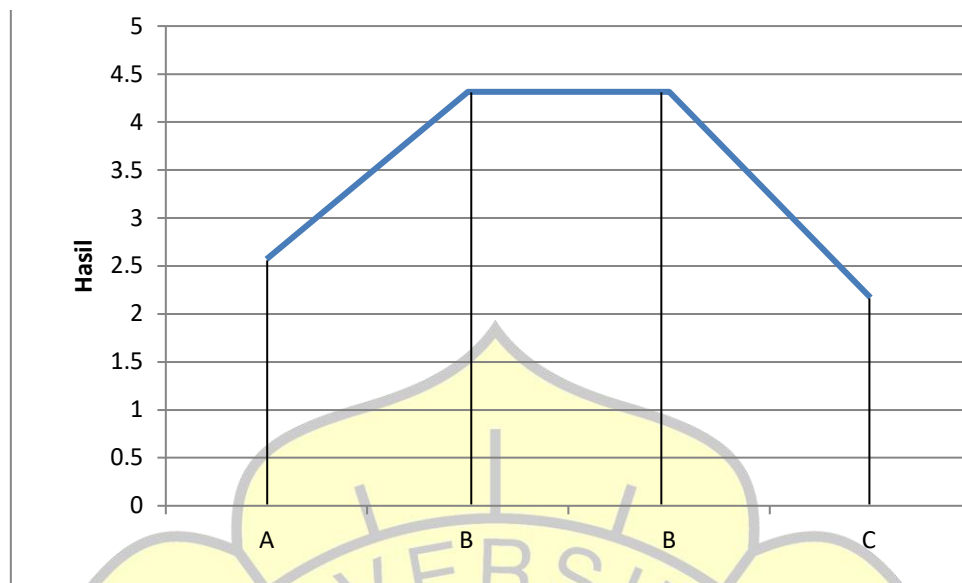
Dimana : Berat Hull (LWT_{Hull}) = 551,975 Ton

Koefisien standar I (*Henschke*) halaman 883 untuk kapal sedang :

Tabel 7.7. Kurva Distribusi Berat Lambung Kapal

Ordinat	Posisi	Jarak	k	Whull / LPP	Hasil
A	AP	0	0,706	3,64	2,56
B	1/3 AP	50,53	1,185	3,64	4,31
B	2/3AP	101,067	1,185	3,64	4,31
C	FP	151,6	0,596	3,64	2,16

(Sumber : Data Perhitungan)



(Sumber : Data Hasil Olahan)

Gambar 7.6. Distribusi Berat Lambung Kapal

2. Kurva Berat Lambung Kapal

1. Perhitungan LWT

1. Berat Kapal kosong sampai *upper deck*

★ 1.1 Antara Ap dan FP

Beban Merata :

$$q = a \times m$$

dimana :

a adalah harga yang merupakan fungsi dari CB dan no.station kapal, dimana harga untuk *after body* berdasarkan grafik no 3 dan harga untuk *fore body* berdasarkan grafik 4.

$$m = 43,3 \times H \times L / 10^4$$

$$H = C1 \times B + C2 \times D + C3 \times d + C4 \times Wo \times Nt + C5 + 2,5 \times h$$

$C1, C2, C3, C4$ = Konstanta yang merupakan fungsi dari jumlah geladak (Nd)

Wo = harga yang merupakan fungsi dari panjang kapal, berdasarkan grafik 1.a

Nt = jumlah sekat melintang

$C5$ = harga yang merupakan fungsi dari panjang kapal, berdasarkan dari grafik 2

h = tinggi pelintang atlas

maka didapat harga-harga :

$$\begin{aligned} C1 &= 2 & C2 &= 0,73 & C3 &= 0,53 & C4 &= 0,44 \\ C5 &= 4,4 & W_o &= 0,385 & N_d &= 5 & N_t &= 9 \\ h &= 1,6 & H &= 74,452 \text{ m} & & & &= 50,863 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

Berdasarkan pembacaan grafik didapatkan harga a sebagai berikut :

Tabel 7.8 . Hasil Pembacaan Grafik a

Station	a	$q = a * m$	$(q_2+q_1)/2$	Station	a	$q = a * m$	$(q_2+q_1)/2$
AP	0.34	4.6103462					13.5598
			5.1188	21	1	13.55984	
1	0.415	5.62733433					13.5598
			6.1358	22	1	13.55984	
2	0.49	6.64432246					13.5259
			7.1698	23	0.995	13.49204	
3	0.5675	7.69521019					13.4581
			8.2207	24	0.99	13.42424	
4	0.645	8.74609793					13.3903
			9.0851	25	0.985	13.35644	
5	0.695	9.42409002					13.3225
			9.7631	26	0.98	13.28864	
6	0.745	10.1020821					13.1869
			10.3394	27	0.965	13.08525	
7	0.78	10.5766766					12.9835
			10.8140	28	0.95	12.88185	
8	0.815	11.051271					12.7124
			11.2716	29	0.925	12.54285	
9	0.8475	11.4919659					12.3734
			11.7123	30	0.9	12.20386	
10	0.88	11.9326607					11.9666
			12.1361	31	0.865	11.72926	
11	0.91	12.339456					11.4920
			12.5429	32	0.83	11.25467	
12	0.94	12.7462512					10.8987
			12.8649	33	0.7775	10.54278	
13	0.9575	12.9835485					10.1868
			13.1022	34	0.725	9.830885	
14	0.975	13.2208457					9.2715
			13.3056	35	0.6425	8.712198	
15	0.9875	13.3903437					8.1529
			13.4751	36	0.56	7.593511	
16	1	13.5598418	1				6.9664

				37	0.4675	6.339226	
17	1	13.5598418	1				5.7121
				38	0.375	5.084941	
18	1	13.5598418	1				4.2849
				39	0.257	3.484879	
19	1	13.5598418	1				2.6916
			13.5598	FP	0.14	1.898378	FP
20	1	13.5598418					

1.2 Diluar Ap dan Fp

a. Diluar AP

$$W = 0,01133 \times m \times L$$

Dimana :

$$m = 11,753 \text{ ton/m}$$

$$L = \text{panjang bangunan di luar ap} \\ = 2 \text{ m}$$

Maka didapat :

$$W = 0,01133 \times 11,753 \text{ ton/m} \times 2 \text{ m} \\ = 2,22 \text{ ton}$$

b. Diluar FP

$$W = 0,00175 \times m \times L$$

Dimana :

$$m = 1,815 \text{ ton/m}$$

$$L = \text{panjang bangunan di luar FP} \\ = 5 \text{ m}$$

Maka didapat :

$$W = 0,00175 \times 1,815 \text{ ton/m} \times 2,1 \text{ m} \\ = 2,125 \text{ ton}$$

Tabel 7.9. Penyebaran Berat Baja Badan Kapal

Station	q	Dist. q	q (total)	Station	q	Dist. q	q (total)
AP				20			
	5.1188	4.63610	9.7549		13.55984		13.5598
1				21			
	6.13583	1.87070	4.2651		13.55984		13.5598
2				22			
	7.16977		7.1698		13.52594		13.5259
3				23			
	8.22065		8.2207		13.45814		13.4581
4				24			
	9.08509		9.0851		13.39034		13.3903
5				25			
	9.76309		9.7631		13.32254		13.3225
6				26			
	10.3394		10.3394		13.18695		13.1869
7				27			
	10.814		10.8140		12.98355		12.9835
8				28			
	11.2716		11.2716		12.71235		12.7124
9				29			
	11.7123		11.7123		12.37336		12.3734
10				30			
	12.1361		12.1361		11.96656		11.9666
11				31			
	12.5429		12.5429		11.49197		11.4920
12				32			
	12.8649		12.8649		10.89872		10.8987
13				33			
	13.1022		13.1022		10.18683		10.1868
14				34			
	13.3056		13.3056		9.271542		9.2715
15				35			
	13.4751		13.4751		8.152855		8.1529
16				36			
	13.5598		13.5598		6.966369		6.9664
17				37			
	13.5598		13.5598		5.712083		5.7121
18				38			
	13.5598		13.5598		4.28491	-1.09715	3.1878
19				39			
	13.5598		13.5598		2.691629	1.951421	4.6430
20				FP			

Sumber : Data Hasil Olahan

2. Berat ruangan-ruangan

II.1. Fore Castle Deck

Berat ruangan dibawah Fore Castle Deck

$$W = (0.0897 * V) * 90\%$$

dimana

V = volume ruangan dibawah Fore Castle Deck

$$= 247,749 \text{ m}^3$$

maka

$$W = 20,00078 \text{ Ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segitiga,
bila panjang forecastle $\leq 0.15 L$.

$$\begin{aligned} \text{Panjang Fore Castle (} = l \text{)} &= 11,11 \text{ m} \\ 0.15 L &= 22,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Penyebaran beban

$$W = (1/2) q * l$$

$$q = 2 * W / l$$

$$= 3,6005 \text{ ton / m}$$

(pada ujung belakang segitiga)

II.1.1. Beban diluar FP (= Q(FP))

$$q * x' = q(FP) * l$$

dimana

x' = panjang segitiga didepan FP

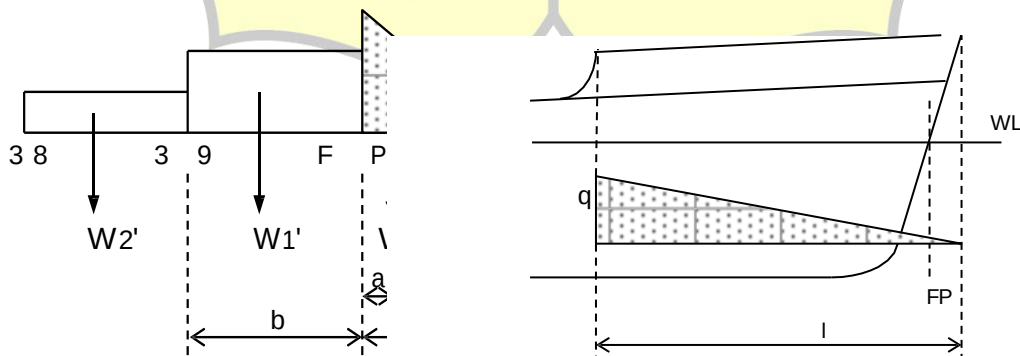
$$= 4 \text{ M}$$

$$q(FP) = (q * x') / l$$

$$= 1,29631 \text{ ton / m}$$

$$Q(FP) = (1/2 * q(FP) * x') * 90\%$$

$$\begin{aligned} W' &= \\ &= 2,333357251 \text{ ton} \end{aligned}$$



Beban didistribusikan ke st. 38 s/d FP.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * a = -W1' (1/2) b - W2' (3/2) b$$

$$\begin{array}{rcl} 2 W' * a & = & -W1' * b - 3 W2' * b \\ \hline W' * b & = & W1' * b + W2' * b \end{array} +$$

$$W' (2a + b) = -2 W2' * a$$

$$W2' = -W' (2a + b) / 2b$$

$$W2' = -Q(FP) (2a + b) / 2b$$

$$\begin{array}{rcl} 2 W' * a & = & -W1' * b - 3 W2' * b \\ \hline 3 W' * b & = & 3 W1' * b + 3 W2' * b \end{array} +$$

$$W' (2a + 3b) = 2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + 3b) / 2b$$

$$W1' = Q(FP) (2a + 3b) / 2b$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segitiga } (= 1/3 * x')$$

$$= 1,333333 \text{ m}$$

$$b = Lpp / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = -1,987561 \text{ ton}$$

$$W1' = 4,320918 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 38 s/d 39)} = 0,5244223 \text{ ton / m}$$

$$q \text{ (st. 39 s/d FP)} = 1,1400839 \text{ ton / m}$$

II.1.2. Beban dalam Fore Castle Deck

diketahui

$$q = 3,6005 \text{ ton / m}$$

$$q(FP) = 1,29631 \text{ ton / m}$$

dengan interpolasi linier

$$b = (a * e + c * d) / (d + e)$$

dimana

$$e = 3,6005 \text{ ton / m}$$

$$d = 1,29631 \text{ ton / m}$$

untuk :

Beban di belakang st 36 didistribusikan ke dalam st. 37 s/d st. 39.

$$W' = W1' + W2'$$

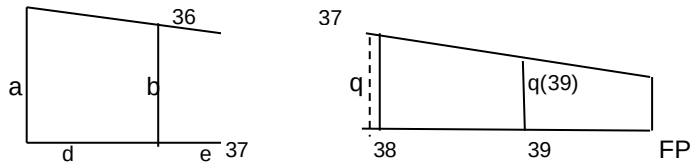
$$W' (-a) = W1' (1/2) b + W2' (3/2) b$$

$$\begin{array}{rcl} -2 W' a & = & W1' * b + 3 W2' * b \\ \hline W' * b & = & W1' * b + W2' * b \end{array} +$$

$$W' (-2a + b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = W' (-2a + b) / (2b)$$

$$\begin{aligned} -2 W' a &= W1' * b + 3 W2' * b \\ W' * b &= W1' * b + W2' * b \\ \hline W' (-2a -b) &= -2 W1' \\ &= * b \\ W1' &= W' (2a + b) / (2b) \end{aligned}$$



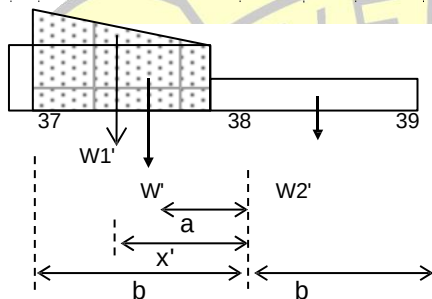
untuk :

$$\begin{aligned} d &= 0,01 \\ e &= 7,58 \\ b(38) &= 3,59746404 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

untuk :

$$\begin{aligned} d &= 3,79 \\ e &= 3,79 \\ b(39) &= 2,448405 \text{ ton / m} \end{aligned}$$

am st. 37 s/d st. 39.



dimana

$$\begin{aligned} b1 &= \text{letak titik berat trapesium} \\ &= 0,0054412 \text{ m} \\ b2 &= L_{pp} / 40 \\ &= 3,79 \text{ m} \\ W' &= 0,0210 \text{ ton} \\ x' &= 0,01 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 0,005 \quad \frac{1}{2}d \\ c &= 0,01 \quad \frac{2}{3}d \end{aligned}$$

sehingg

a :

$$\begin{aligned} W2' &= 0,01047 \text{ ton} \\ W1' &= 1,90044 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q \text{ (st. 38 s/d 39)} &= 0,002763 \text{ ton/m} \\ q \text{ (st. 37 s/d 38)} &= 0,501435 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

Tabel 7.10. Pembebanan *Fore Castle Deck*

Station	Q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
37	0	1,798732022		1,798732
38	3,597464	3,022934385	-0,524422	2,498512
39	2,448405	1,872357155	1,1400839	3,012441
FP	1,29631			

II.2. Poop Deck

Berat ruangan dibawah Poop Deck

$$W = 0.1292 * V$$

dimana

$$V = \text{volume ruangan dibawah Poop Deck} \\ = 970,48 \text{ m}^3$$

maka

$$W = 125,386 \text{ ton}$$

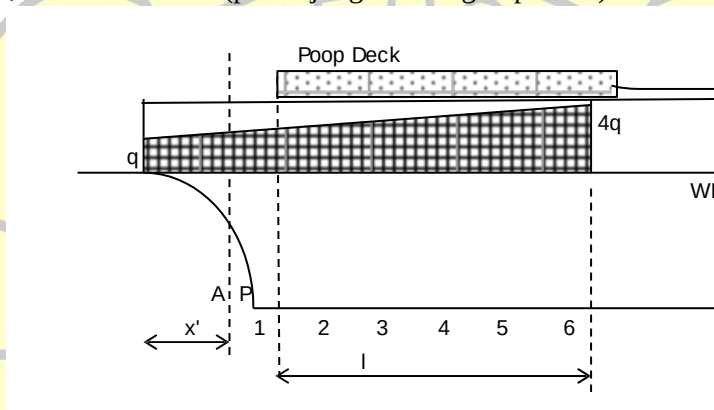
Beban didistribusikan berbentuk trapesium,
dengan ordinat didepan 4 kali ordinat belakang.

Penyebaran beban

$$W = \left(\frac{1}{2} \right) (q + 4q) l \quad \text{dimana } l = 19,2 \text{ m (panjang Poop Deck)}$$

$$q = \frac{2W}{(5 * l)}$$

$$= 2,612209 \text{ ton / m (pada ujung belakang trapesium)}$$



II.2.1. Beban diluar St2 (= Q(st2))

$$q(AP) = [q(1 - x') + 4q * x'] / l$$

dimana

$$x' = 2,18 \text{ m (panjang ruangan dibelakang ST 2)}$$

maka

$$q(st.2) = 3,501992 \text{ ton / m}$$

$$Q(st.2) = (q(AP) + q) x' * 0,5$$

$$W' = 6,664478992 \text{ ton}$$

a = letak titik berat trapesium

$$= (c * A1 + d * A2) / (A1 + A2)$$

dimana

$$A1 = (q(AP) - q) x' * 1/2 = 0,9698641 \text{ Ton}$$

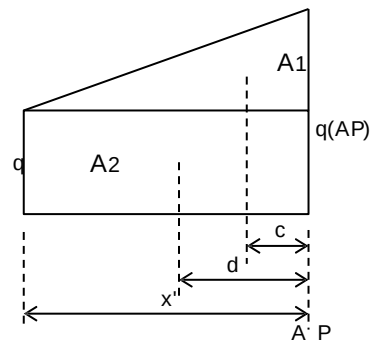
$$A2 = q * x' = 5,6946149 \text{ Ton}$$

$$c = x' * 1/3 = 0,7266667 \text{ M}$$

$$d = x' * 1/2 = 1,09 \text{ M}$$

maka

$$a = \text{letak titik berat trapesium} = 1,03712506 \text{ m}$$



Beban didistribusikan ke dalam st. 2 s/d st. 4

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1' \left(\frac{1}{2} \right) b + W2' \left(\frac{3}{2} \right) b$$

$$-2 W' a = W1' * b + 3 W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W'(-2a - b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = -W' (2a + b) / (2b)$$

$$-2 W' a = W1' * b + 3 W2' * b$$

$$3 W' * b = 3 W1' * b + 3 W2' * b$$

$$W'(-2a - 3b) = -2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + 3b) / (2b)$$

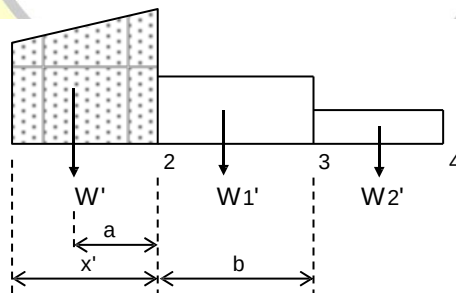
sehingga

$$W2' = -3,592771 \text{ ton}$$

$$W1' = 10,25725 \text{ ton}$$

$$q(\text{st. 3 s/d 4}) = -0,135423 \text{ ton / m}$$

$$q(\text{st. 2 s/d 3}) = 0,3866283 \text{ ton / m}$$



dimana

a = letak titik berat
trapesium

$$= 1,0371251 \text{ m}$$

$$b = (L_{pp} / 40) \times 7$$

$$= 26,53 \text{ m}$$

II.2.2. Beban Ruangan antara st.2 hingga st. 7

diketahui

$$q = 2,612208667 \text{ ton / m}$$

$$q(\text{st.2}) = 3,501992244 \text{ ton / m}$$

dengan interpolasi linier

$$b = \frac{(a * e + c * d)}{(d + e)}$$

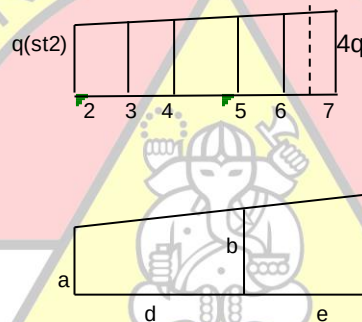
dimana

$$a = 3,501992244 \text{ ton / m}$$

$$c = 4q = 10,44883467 \text{ ton / m}$$

didapat :

Station	d	e	q(st)
3	1,86	15,16	4,2611654
4	5,65	11,37	5,8080827
5	9,44	7,58	7,355
6	13,23	3,79	8,9019173
7	17,02	-1,93	11,337331



Beban di depan station 6 didistribusikan ke dalam station 5 sd 7

$$W = \frac{W1 + W2}{2}$$

$$W * a = \frac{W1 (1/2) - b + W2 (1/2) b}{2}$$

$$2 W * a = -W1 * b + W2 * b$$

$$W * b = \frac{W1 * b + W2 * b}{2} +$$

$$\frac{W (2a + b)}{2} = b$$

$$2 W * a = -W1 * b + W2 * b$$

$$W * b = \frac{W1 * b + W2 * b}{2} -$$

$$W (2a - b) = \frac{-2 W1}{b}$$

$$W2 = \frac{W (2a + b)}{2b}$$

$$W1 = \frac{W (2a - b)}{-2b}$$

diketahui

x= panjang ruangan didepan station 6

$$= 1,86 \text{ m}$$

$$= L_{pp}/40$$

$$\begin{aligned}
 &= 3,79 \\
 A1 &= (4q-q(8)).x.0,5 & c &= (2/3)x \\
 &= -0,826301 \text{ ton} & &= 1,24 \text{ M} \\
 A2 &= (q(8)).x & d &= (1/2)*x \\
 &= 16,55757 \text{ ton} & &= 0,93 \text{ m} \\
 &\text{maka ;} \\
 w &= (4q+q(8)).x.0,5 & \text{Sehingga} \\
 &= 9,717416 & W2 &= 7,2014436 \\
 a &= \text{letak titik berat trapesium} & W1 &= 2,5159726 \\
 &= (c*A1 + d*A2)/(A1+A2) \\
 &= 0,913717 \\
 q(\text{st 6 s/d st 7}) &= 1,900117 \text{ ton/m} \\
 q(\text{st 5 s/d st 6}) &= 0,663845 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Tabel 7.11. Pembebanan *Poop Deck*

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
3	4,26116539	5,034624		5,034624
4	5,80808271	6,5815414		6,581541
5	7,35500003	8,1284587		8,128459
6	8,90191735	10,119624		10,11962
7	11,3373307			

(Sumber : Data Perhitungan)

II.3. Boat Deck

Berat ruangan dibawah Boat

Deck

$$W = 0.1185 * V$$

dimana

V = volume ruangan dibawah Boat

Deck

$$= 970,48 \text{ m}^3$$

maka

$$W = 115,0019 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.

Penyebaran beban

$$W = q * l$$

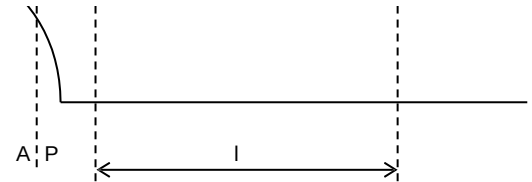
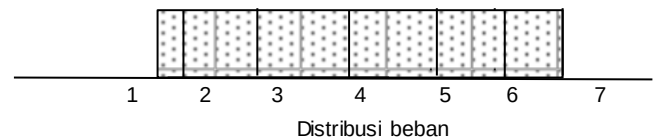
$$q = W / l$$

dimana

$$l = 19,2 \text{ m (panjang Boat Deck)}$$

maka

$$q = 5,989681 \text{ ton / m}$$



II.3.1. Beban dibelakang st. 2

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 2,18 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st. 2)}$$

maka

$$W' = 13,05751 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a - b) = -2W1'*b$$

$$W1' = W'(2a + b) / (2b)$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a + b) = 2W2'*b$$

$$W2' = W'(b - 2a) / (2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 1,09 \text{ m}$$

$$b = Lpp / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

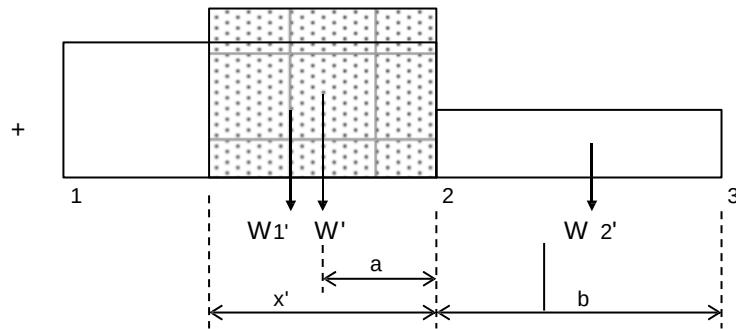
sehingga

$$W2' = 2,773428 \text{ ton}$$

$$W1' = 10,28408 \text{ ton}$$

$$q(\text{st. 1 s/d 2}) = 0,7317752 \text{ ton / m}$$

$$q(\text{st. AP s/d 1}) = 2,7134768 \text{ ton / m}$$



II.3.2. Beban didepan st. 6

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,86 \text{ m (panjang ruangan didepan st. 6)}$$

maka

$$W' = 11,14081 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 5 s/d st. 7

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * a = \frac{W1' * 1/2 * b + W2' * (-1/2 * b)}{b}$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$\frac{W' (2a + b)}{b} = \frac{2 W1' * b}{b}$$

$$W1' = \frac{W' (2a + b)}{(2b)}$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$\frac{W' (2a - b)}{b} = \frac{-2 W2' * b}{b}$$

$$W2' = \frac{W' (2a - b)}{(-2b)}$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,93 \text{ m}$$

$$b = Lpp / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga $W2' = 2,836643503 \text{ ton}$

$$W1' = 8,304163622 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 5 s/d 6)} = 0,7484548 \text{ ton / m}$$

$$q \text{ (st. 6 s/d 7)} = 2,1910722 \text{ ton / m}$$

Tabel 7.12. Pembebanan *Boat Deck*

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
1	0	2,99484063		2,9948406
2	5,98968125	5,98968125		5,9896813
3	5,98968125	5,98968125		5,9896813
4	5,98968125	5,98968125		5,9896813
5	5,98968125	5,98968125		5,9896813
6	5,98968125	5,98968125	0,7484548	6,738136
7	0	2,99484063	2,1910722	5,1859128

(Sumber : Data hasil olahan)

II.4. Bridge Deck

Berat ruangan dibawah Brige
Deck

$$W = 0.1185 * V$$

dimana

V = volume ruangan dibawah Bridge

Deck

$$= 637,36 \text{ m}^3$$

maka

$$W = 75,52716 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.

Penyebaran beban

$$W = q * l$$

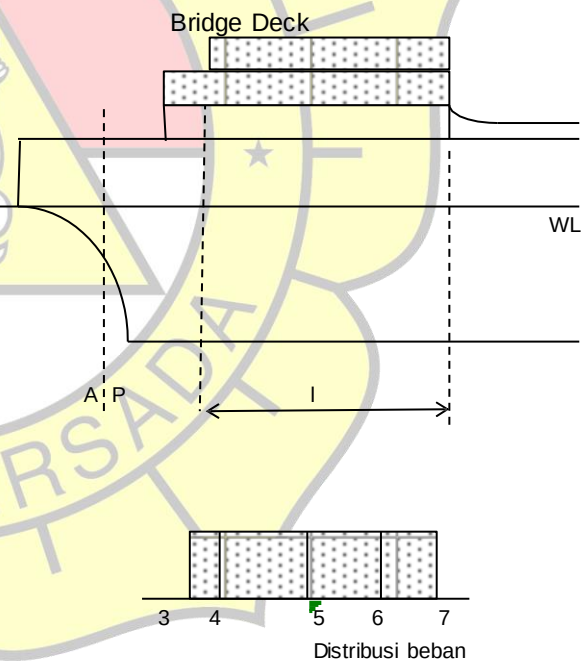
$$q = W / l$$

dimana

$$l = 12 \text{ m (panjang Bridge Deck)}$$

maka

$$q = 6,29393 \text{ ton / m}$$



II.4.1. Beban dibelakang st. 4

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,23 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st. 4)}$$

maka

$$W' = 7,741534 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 3 s/d st. 5.

$$W' = \frac{W1' + W2'}{2}$$

$$W'(-a) = \frac{W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b}{1/2}$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$\frac{W'(-2a-b)}{b} = \frac{-2W1'}{b}$$

$$W1' = \frac{W'(2a+b)}{(2b)}$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$\frac{W'(-2a+b)}{b} = \frac{2W2'}{b}$$

$$W2' = \frac{W'(b-2a)}{(2b)}$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

$$= 0,615 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

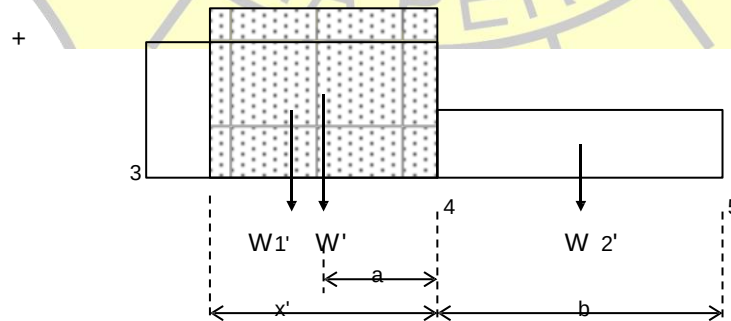
sehingga

$$W2' = 2,614555 \text{ ton}$$

$$q(\text{st.4 s/d 5}) = 0,6898562 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 5,126979 \text{ ton}$$

$$q(\text{st. 3 s/d 4}) = 1,3527649 \text{ ton / m}$$



II.4.2. Beban dibelakang st. 7

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,86 \text{ m (panjang ruangan didepan st. 6)}$$

maka

$$W' = 11,70671 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 5 s/d st. 7.

$$W' = \frac{W1' + W2'}{2}$$

$$W' * a = \frac{W1' * 1/2 b + W2' * (-1/2) b}{1/2}$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$\frac{W' * b}{W' * b} = \frac{W1' * b + W2' * b}{W' * b} +$$

$$\frac{W' (2a + b)}{b} = \frac{2 W1' *}{b}$$

$$W1' = \frac{W' (2a + b)}{(2b)}$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$\frac{W' * b}{W' * b} = \frac{W1' * b + W2' * b}{W' * b} -$$

$$\frac{W' (2a - b)}{b} = \frac{-2 W2'}{b}$$

$$W2' = \frac{W' (2a - b)}{(-2b)}$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,93 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

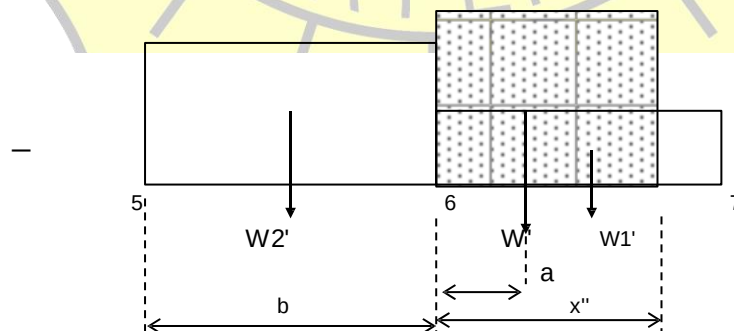
sehingga

$$W2' = 2,980732 \text{ ton}$$

$$q (\text{st. 6 s/d 7}) = 0,7864729 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 8,725978 \text{ ton}$$

$$q (\text{st. 5 s/d 6}) = 2,3023688 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.13. Pembebanan *Bridge Deck*

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
3	0			
4	6,29393	3,146965	1,35276489	4,4997299
5	6,29393	6,29393	0,6898562	6,9837862
6	6,29393	6,29393	2,30236877	8,5962988
7	0	3,146965	0,78647287	3,9334379

(Sumber : Data Perhitungan)

II.5. Navigation Deck

Berat ruangan dibawah Navigation Deck

$$W = 0.1185 * V$$

dimana

$$V = \text{volume ruangan dibawah Navigation Deck}$$

$$= 637,36 \text{ m}^3$$

maka

$$W = 75,52716 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.

Penyebaran beban

$$W = q * l$$

$$q = W / l$$

dimana

$$l = 10 \text{ m (panjang Navigation Deck)}$$

maka

$$q = 7,552716 \text{ ton / m}$$

II.5.1. Beban dibelakang st. 4

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 0,76 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st. 4)}$$

maka

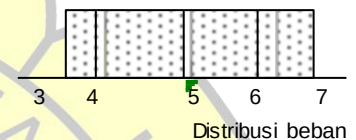
$$W' = 5,740064 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 3 s/d st. 5.

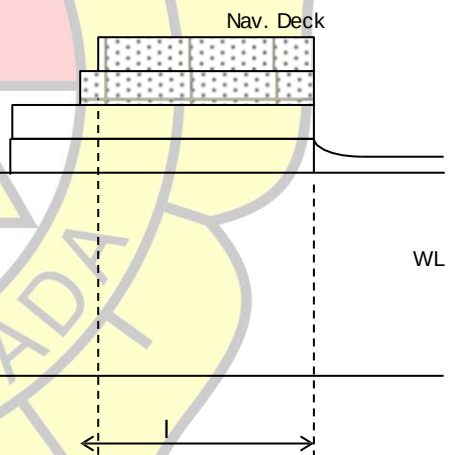
$$W' = \frac{W1' + W2'}{2}$$

$$W' (-a) = \frac{W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b}{2}$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$



Distribusi beban



$$\frac{W' * b = W1' * b + W2' * b}{-}$$

$$\begin{aligned} W' (-2a - b) &= -2 W1' * b \\ &= * b \end{aligned}$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$-2 W' a = -W1' * b + W2' * b$$

$$\frac{W' * b = W1' * b + W2' * b}{+}$$

$$\begin{aligned} W' (-2a + b) &= 2 W2' * b \\ &= b \end{aligned}$$

$$W2' = W' (b - 2a) / (2b)$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

= 0,38 m

b = $L_{pp} / 40$

= 3,79 m

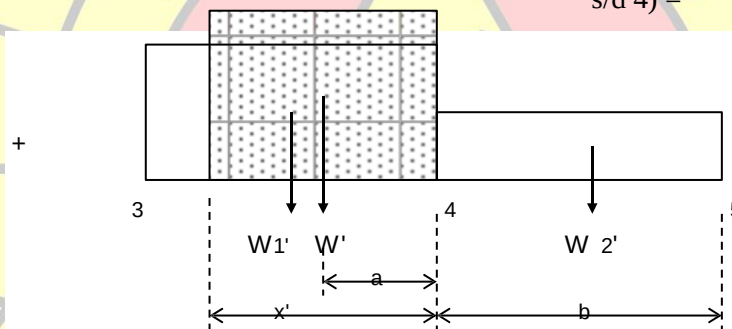
sehingga

$W2' = 2,294511$ ton

q (st.4 s/d 5) = 0,6054119 ton / m

$W1' = 3,445553$ ton

q (st. 3 s/d 4) = 0,9091169 ton / m



II.5.2. Beban didepan st. 6

$$W' = q * x'$$

dimana

$x' = 0,7$ m (panjang ruangan didepan st.7)

maka

$W' = 5,286901$ ton

Beban didistribusikan ke dalam st.5 s/d st. 7.

$$\begin{aligned} W' &= W1' + \\ &= W2' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W' * a &= W1' * 1/2 b + W2' (- \\ &= 1/2) b \end{aligned}$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$\frac{W' * b = W1' * b + W2' * b}{+}$$

$$\begin{aligned} W' (2a + b) &= 2 W1' * b \\ &= b \end{aligned}$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = \frac{W1' * b + W2' * b}{-2}$$

$$W' (2a - b) = -2 W2'$$

$$W2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,35 \text{ m}$$

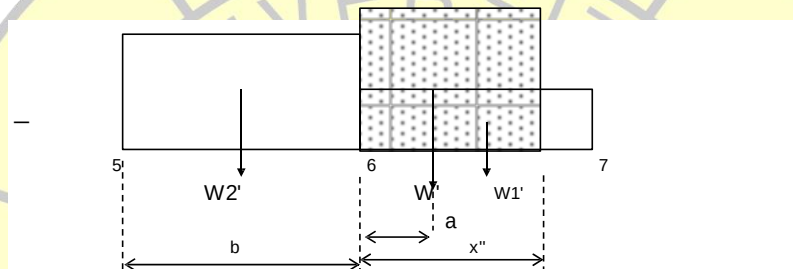
$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 2,155214 \text{ ton} \quad q(\text{st. 5 s/d 6}) = 0,5686581 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 3,131687 \text{ ton} \quad q(\text{st. 6 s/d 7}) = 0,8263026 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.14. Pembebanan *Navigation Deck*

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
3	0			
4	7,552716	3,776358	0,90911689	4,6854749
5	7,552716	7,552716	0,60541191	8,1581279
6	7,552716	7,552716	0,56865814	8,1213741
7	0	3,776358	0,8263026	4,6026606

II.6. Top Deck

Berat ruangan dibawah Top Deck

$$W = 0.0538 * V$$

dimana

$$\begin{aligned} V &= \text{volume ruangan dibawah} \\ &\text{Top Deck} \\ &= 208,2562 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

maka

$$W = 11,20418 \text{ Ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.

Penyebaran beban

$$W = q * l$$

$$q = W / l$$

dimana

$$l = 10,2 \text{ m (panjang Top Deck)}$$

maka

$$q = 1,098449 \text{ ton / m}$$

II.6.1. Beban dibelakang st. 4

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 0,76 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st. 4)}$$

maka

$$W' = 0,834822 \text{ Ton}$$

II.6.1. Beban dibelakang st. 4

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 0,76 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st. 4)}$$

maka

$$W' = 0,834822 \text{ ton}$$

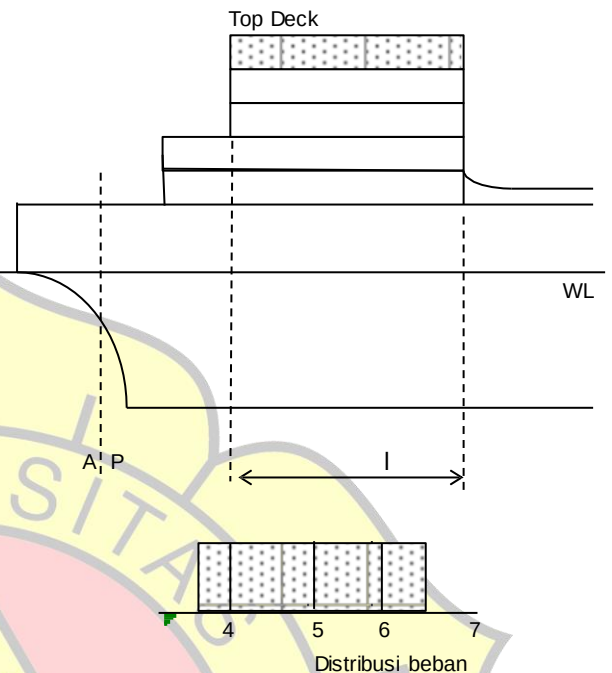
Beban didistribusikan ke dalam st. 3 s/d st. 5.

$$W' = \begin{matrix} W1' + \\ W2' \end{matrix}$$

$$W' (-a) = \begin{matrix} W1' (-1/2) b + W2' (\\ 1/2) b \end{matrix}$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$



$$\begin{aligned} W'(-2a - b) &= -2W1' \\ W1' &= W'(2a + b) / (2b) \end{aligned}$$

$$-2W'a = -W1' * b + W2' * b$$

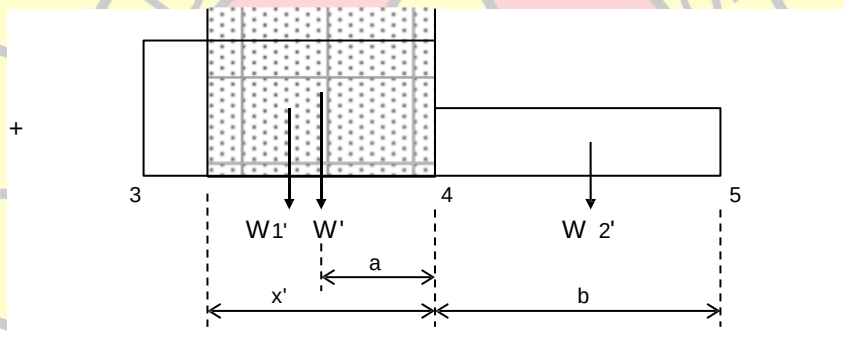
$$\begin{aligned} W'(-2a + b) &= -W1' * b + W2' * b \\ W2' &= W'(b - 2a) / (2b) \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned} a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\ &= 0,38 \text{ m} \\ b &= Lpp / 40 \\ &= 3,79 \text{ m} \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned} W2' &= 0,333708 \text{ ton} & q(\text{st. 4 s/d 5}) &= 0,0880497 \text{ ton / m} \\ W1' &= 0,501113 \text{ ton} & q(\text{st. 3 s/d 4}) &= 0,1322198 \text{ ton / m} \end{aligned}$$



II.6.2. Beban didepan st. 6

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,86 \text{ m (panjang ruangan didepan st. 6)}$$

maka

$$W' = 2,043116 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 5 s/d st. 7.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * a = W1' * 1/2 b + W2' * (-1/2) b$$

$$2W'a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$\begin{aligned} W'(2a + b) &= 2W1' * b \\ W1' &= W'(2a + b) / (2b) \end{aligned}$$

$$2W'a = W1' * b - W2' * b$$

$$\begin{aligned} W' * b &= W1' * b + W2' * b \\ W' (2a - b) &= -2 W2' * b \\ W2' &= W' (2a - b) / (-2b) \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned} a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\ &= 0,93 \text{ m} \\ b &= L_{pp} / 40 \\ &= 3,79 \text{ m} \end{aligned}$$

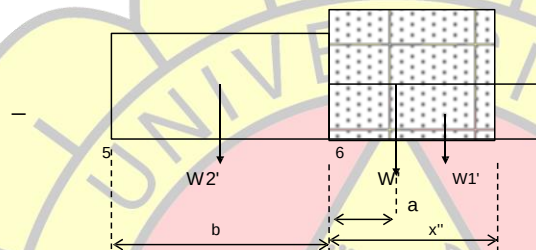
sehingga

$$W2' = 0,520213 \text{ ton}$$

$$q (\text{st. 5 s/d 6}) = 0,1372593 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 1,522903 \text{ ton}$$

$$q (\text{st. 6 s/d 7}) = 0,4018214 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.15 Pembebanan Top Deck

Station	Q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
3	0	0,54922468	0,1322198	0,681445
4	1,09845	1,09844937	0,0880497	1,186499
5	1,09845	1,09844937	0,1372593	1,235709
6	1,09845	0,54922468	0,4018214	0,951046
7	0			

(Sumber : Data Perhitungan)

II.7. Baling-baling dan Poros diluar Kamar Mesin

Disini termasuk : shaft tunnel structures, shaft tools.

$$Ws = ls (0.0164 * L_{pp} + S)$$

dimana

$$Ls = 1,7 \text{ m (panjang poros diluar kamar mesin, dari sekat s/d pusat baling-baling)}$$

$$ls / L = 0,011214$$

$$S = 5,3 \text{ (dari tabel 5(a) untuk harga } ls / L \text{)}$$

maka

$$Ws = 13,23661 \text{ ton}$$

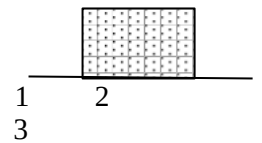
Beban didistribusikan berbentuk segiempat.

Penyebaran beban

$$W_s = q \cdot l$$

$$q = W_s / l$$

$$= 7,78624 \text{ ton / m}$$



Distribusi
beban

II.7.1. Beban dibelakang st. 2

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 0,09 \text{ m (panjang poros dibelakang st. 2)}$$

maka

$$W' = 0,700762 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1s/d st. 3.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$- 2 W' a = - W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (-2a - b) = - 2 W1' \cdot b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$- 2 W' a = - W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (-2a + b) = 2 W2' \cdot b$$

$$W2' = W' (b - 2a) / (2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,045 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 0,34206 \text{ ton} \quad q (\text{st.2 s/d 3}) = 0,0902534 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 0,358701 \text{ ton} \quad q (\text{st. 1 s/d 2}) = 0,0946441 \text{ ton / m}$$

II.7.1. Beban di dibelakang st. 2

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 2,18 \text{ m (panjang poros dibelakang st. 2)}$$

maka

$$W' = 16,974 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3

$$W' = \frac{W1' + W2'}{2}$$

$$W'(-a) = \frac{W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b}{1}$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a - b) = -2W1'*b$$

$$W1' = \frac{W'(2a + b)}{(2b)}$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a + b) = 2W2'*b$$

$$W2' = \frac{W'(2a - b)}{(-2b)}$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

= 1,09 m

b = $L_{pp} / 40$

= 3,79 m

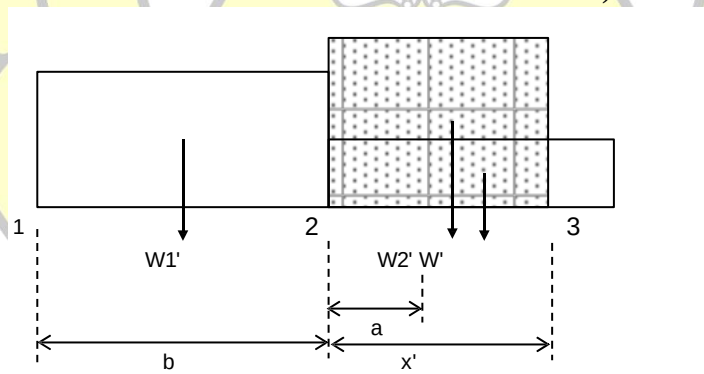
sehingga

W2' = 3,605296 ton

W1' = 13,36871 ton

q (st. 2 s/d 3) = 0,95127 ton / m

q (st. 1 s/d 2) = 3,5273633 ton / m



Tabel 7.16. Pembebanan Baling-baling dan Poros diluar Kamar Mesin

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
1	0	3,89312	0,094644113	3,987764
2	7,78624	7,78624	3,527363326	11,3136
3	7,78624			

(Sumber : Data Perhitungan)

II.8. Kamar Mesin dan Pump Room

Termasuk berat mesin dan berat konstruksi pendukungnya, funnel, dsb.

$$W = W_m + (0.044 L_{pp} - 1.17) l_e$$

dimana

$$l_e = 24,64 \text{ m (panjang kamar mesin dan pump room)}$$

$$W_m = \text{berat mesin induk dan peralatan pendukung}$$

$$= W_{me} + W_{rc}$$

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

$$W_{rc} = 0.56 * BHP^{0.7}$$

$$BHP = 9044$$

$$RPM = 500$$

maka

$$W_{me} = 114 \text{ ton}$$

$$W_{rc} = 329,34 \text{ ton}$$

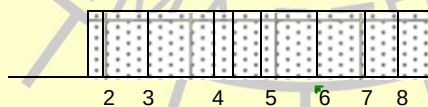
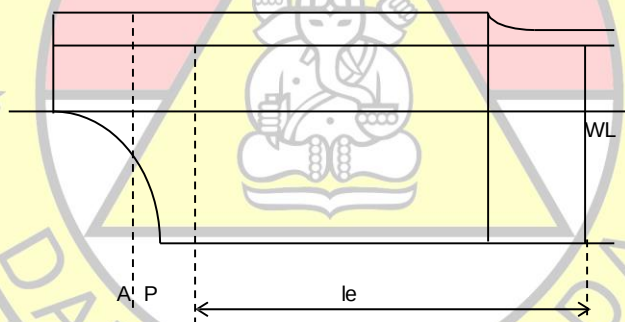
$$W_m = 443,34 \text{ ton}$$

$$W = 578,8668 \text{ ton}$$

Penyebaran beban

$$W = q * l_e$$

$$q = W / l_e$$



Distribusi beban

Beban didistribusikan kedalam st. 2 s/d st.7

II.8.1. Beban dibelakang st. 2

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 2,18 \text{ m (panjang ruangan dibelakang st.3)}$$

maka

$$W' = 51,21467 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3.

$$W' = W_1' + W_2'$$

$$W'(-a) = \frac{W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b}{b}$$

$$\begin{array}{rcl} -2W'a & = & -W1' * b + W2' * b \\ W' * b & = & W1' * b + W2' * b \end{array}$$

$$W'(-2a - b) = -2W1' * b$$

$$W1' = \frac{W'(-2a - b)}{(2b)}$$

$$\begin{array}{rcl} -2W'a & = & -W1' * b + W2' * b \\ W' * b & = & W1' * b + W2' * b \end{array} \quad +$$

$$W'(-2a + b) = 2W2' * b$$

$$W2' = \frac{W'(b - 2a)}{(2b)}$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

= 1,09 m

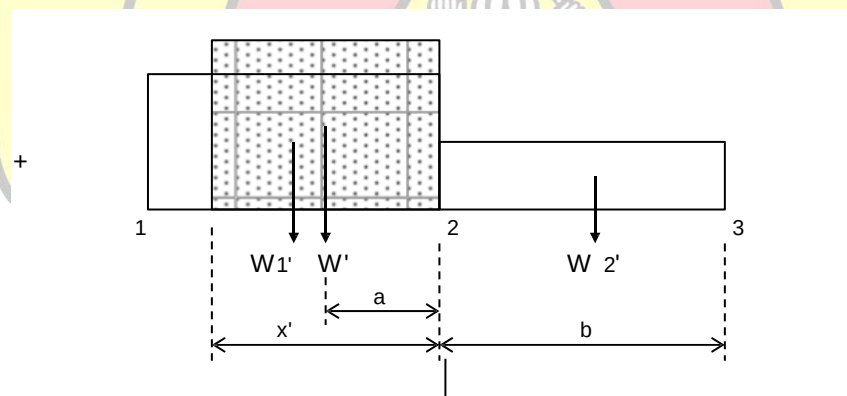
b = $L_{pp} / 40$

= 3,79 m

sehingga

$W2' = 10,87805 \text{ ton}$ $q(\text{st. 2 s/d 3}) = 2,8701981 \text{ ton / m}$

$W1' = 40,33662 \text{ ton}$ $q(\text{st.1 s/d 2}) = 10,642908 \text{ ton / m}$



II.6.2. Beban didepan st. 8

$$W' = q * x'$$

dimana

$x' = 2,51 \text{ m}$ (panjang ruangan didepan st. 8)

maka

$$W' = 58,96735 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 7 s/d st. 9

$$W' = \frac{W1' + W2'}{2}$$

$$W' * a = \frac{W1' * 1/2 b + W2'(-1/2)b}{b}$$

$$2W'a = W1' * b - W2' * b$$

$$\begin{array}{rcl} W' * b & = & W1' * b + W2' * b \end{array} \quad +$$

$$\begin{array}{rcl} W'(2a + b) & = & 2W1' * b \\ & = & b \end{array}$$

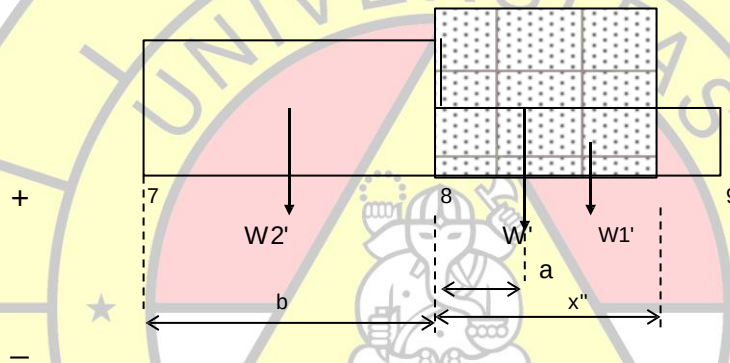
$$\begin{aligned}
 W1' &= W' (2a + b) / (2b) \\
 2 W' a &= W1' * b - W2' * b \\
 W' * b &= W1' * b + W2' * b \\
 \hline
 W' (2a - b) &= -2 W2' \\
 &= * b \\
 W2' &= W' (2a - b) / (-2b)
 \end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned}
 a &= \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x' \\
 &= 1,255 \text{ m} \\
 b &= L_{pp} / 40 \\
 &= 3,79 \text{ m}
 \end{aligned}$$

sehingga

$$\begin{aligned}
 W2' &= 9,957548 \text{ ton} & q \text{ (st. 7 s/d 8)} &= 2,6273213 \text{ ton / m} \\
 W1' &= 49,00981 \text{ ton} & q \text{ (st. 8 s/d 9)} &= 12,931347 \text{ ton / m}
 \end{aligned}$$



Tabel 7.17. Pembebanan Kamar mesin

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
1	0	11,7464848	10,642908	22,389393
2	23,49296965	23,4929697	2,8701981	26,363168
3	23,49296965	23,4929697		23,49297
4	23,49296965	23,4929697		23,49297
5	23,49296965	23,4929697		23,49297
6	23,49296965	23,4929697		23,49297
7	23,49296965	23,4929697		23,49297
8	23,49296965	23,4929697	2,6273213	26,120291
9	0	11,7464848	12,931347	24,677832

(Sumber : Data Perhitungan)

II.9. Peralatan pada Ujung

Kapal

Peralatan disini termasuk didalamnya : jangkar, *cable howser*, *windlass*, *capstans*, *bollards* dan *steering gear*.

II.9.1. Peralatan di Ujung Depan

$$W' = 43.75 * L^2 / 10^4$$

$$= 100,5487 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.
Pembebanan ditentukan sepanjang 0.02 Lpp
Letak titik berat ditentukan 0.035 Lpp dibelakang FP

$$l = 3,032 \text{ m}$$

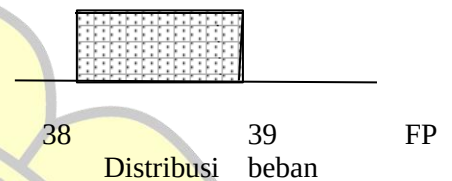
$$x' = 5,306 \text{ m}$$

Penyebaran beban :

$$W' = q * l$$

$$q = W' / l$$

$$= 33,1625 \text{ ton / m}$$



Beban didistribusikan ke dalam st. 38 s/d st. FP.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (-2a - b) = - 2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (-2a + b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = W' (b - 2a) / (2b)$$

dimana

a = letak titik berat segi empat thd st. 39

$$= 1,516 \text{ m}$$

b = Lpp / 40

$$= 3,79 \text{ m}$$

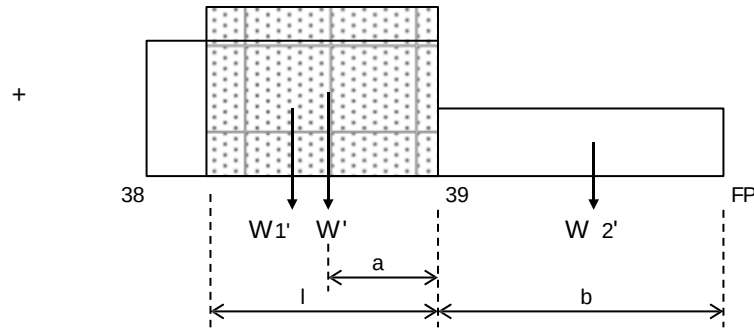
sehingga

$$W2' = 10,05487 \text{ ton}$$

$$W1' = 90,49383 \text{ ton}$$

$$q (\text{st. 39 s/d FP}) = 2,653 \text{ ton / m}$$

$$q (\text{st. 38 s/d 39}) = 23,877 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.18. Pembebanan Peralatan di Ujung Depan

Station	q	q (rata-rata)	q(dist.)	q (total)
38	0	16,58125	23,877	40,45825
39	33,1625	16,58125	2,653	19,23425
FP	0			

(Sumber : Data Perhitungan)

II.9.2. Peralatan di Ujung Belakang

$$W'' = 10.94 * L^2 / 10^4$$

$$= 25,14292 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan berbentuk segi empat.
Pembebanan ditentukan sepanjang 0.02 Lpp
Letak titik berat tepat pada AP

$$l = 3,032 \text{ M}$$

$$x'' = 1,516 \text{ M}$$

Penyebaran beban :

$$W'' = q * l$$

$$q = W'' / l$$

$$= 8,29252 \text{ ton / m}$$

Beban didistribusikan ke dalam station AP s/d 2

$$W'' = W1'' + W2''$$

$$W'' * a = W1'' * (1/2) * b + W2'' * (3/2) * b$$

$$2 W'' * a = W1'' * b + 3 W2'' * b$$

$$W'' * b = W1'' * b + W2'' * b$$

$$W'' (2a - b) = 2 W2'' * b$$

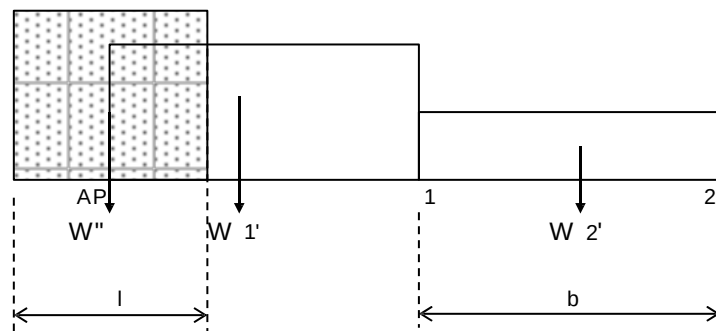
$$W2'' = W'' (2a - b) / (2b)$$

$$2 W'' * a = W1'' * b + 3 W2'' * b$$

$$3 W'' * b = 3 W1'' * b + 3 W2'' * b$$

$$W'' (2a - 3b) = - 2 W1'' * b$$

$$W1'' = W'' (2a - 3b) / (- 2b)$$



dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat terhadap AP} \\ = 0 \text{ m}$$

$$b = \frac{(L_{pp} / 40)}{40} \\ = 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W2'' = 12,57146 \text{ ton} \quad q(\text{st. 1 s/d 2}) = 3,317008 \text{ ton / m} \\ W1'' = 37,71438 \text{ ton} \quad q(\text{st. AP s/d 1}) = 9,951024 \text{ ton / m}$$

Tabel 7.19. Pembebanan Peralatan di Ujung Belakang

Station	q	q (rata-rata)	q(dist.)	q (total)
AP	0			
1	8,29252	4,14626	9,951024	9,951024
2	0	4,14626	-3,317008	-3,317008

(Sumber : Data Perhitungan)

II.10. Tangki Ceruk Haluan

$$W_s = 0,161 * V \text{ [ton]}$$

Volume Tangki (V)

Ordinat	Area	FS	Hasil	FM	Hasil
37	25,367	1	130,922	0	0
38	20,159	4	839002	1	839002
39	10,688	1	43,745	2	87,49
		S1 =	3175,336	S2 =	12681,83

$$V = \frac{1}{3} * S1 * h \\ = 635,0672 \text{ m}^3 \\ W_s = 34,1666154 \text{ ton} \\ h = \text{Jarak ordinat} \\ = 0,6 \text{ m}$$

$$l = \text{panjang tangki ceruk haluan} \\ = 6$$

Titik berat tangki ceruk haluan :

$$a = (S2 / S1) * h \\ = 2,396313 \text{ m (dari ujung belakang tangki)}$$

Titik berat terhadap F :

$$FG = L_{pp} / 2 - (l - a) \\ = 72,196313 \text{ m}$$

Perhitungan beban pada tiap-tiap ordinat

Ordinat	q (ton/m)	q (rata-rata) (qr)	Jarak ordinat (y)	qr * y
37	4,084	3,665	0,325	1,191
38	3,246	2,483	0,325	0,807
39	1,721	0,860	1,375	1,183
W =				3,181

dimana

$$q = 0.0538 * \text{Area} \quad [\text{ton/m}]$$

II.10.2. Beban di belakang st. 37

Beban didistribusikan ke st. 37 s/d 39.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * (-a) = \frac{W1' * (-1/2) * b + W2' * (1/2) * b}{b}$$

$$-2 W' * a = -W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = \frac{W1' * b + W2' * b}{-}$$

$$W' * (-2a - b) = -2 W1' * b$$

$$W1' = \frac{W' * (2a + b)}{(2b)}$$

$$-2 W' * a = -W1' * b + W2' * b$$

$$W' * b = \frac{W1' * b + W2' * b}{+}$$

$$W' * (-2a + b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = \frac{W' * (b - 2a)}{(2b)}$$

$$l = 1,02 \text{ m (dibelakang st. 38)}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

$$W' = (q1 + q3) * l * 0.5$$

$$= 2,960476 \text{ ton}$$

a = letak titik berat trapesium

$$= (c * A1 + d * A2) / (A1 + A2)$$

$$= 0,579212 \text{ m}$$

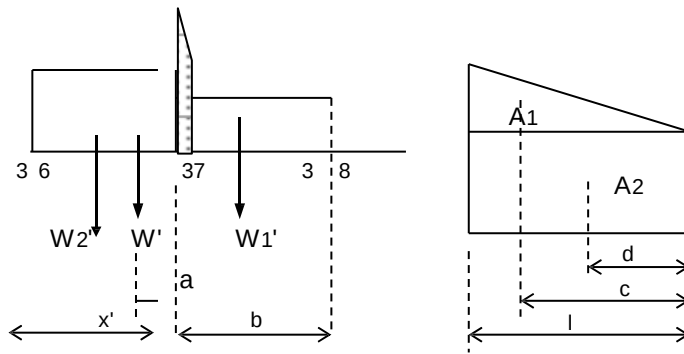
dimana

$$A1 = (q(1) - q(3)) * l * 1/2 = 1,2052927 \text{ Ton}$$

$$A2 = q(3) * l = 1,7551834 \text{ Ton}$$

$$c = l * 2/3 = 0,68 \text{ M}$$

$$d = l * 1/2 = 0,51 \text{ M}$$



a(letak titik berat trapesium)= 0,57921176

dimana

$l = \text{bangunan didepan st}$
 39

$= 1,19 \text{ m}$

sehingga

$W2' = 11,86175 \text{ ton}$

$W1' = 22,3049 \text{ ton}$

$b = L_{pp} / 40$

$= 3,79 \text{ m}$

$q \text{ (st. 37 s/d 38)} = 3,1297492 \text{ ton / m}$

$q \text{ (st. 38 s/d 39)} = 5,8851889 \text{ ton / m}$

Tabel 7.20. Pembebanan Tangki Ceruk Haluan

Station	q	q (rata-rata)	q(dist.)	q (total)
37	4,084			
		2,9024275	3,1297492	6,0321767
38	1,720768			
		1,720768	5,8851889	7,6059569
39	1,7			

(Sumber : Data Perhitungan)

II.11. Tangki Ceruk Buritan

$W = 0.0538 * V \text{ [ton]}$

dimana

$V = 270,496 \text{ m}^3$

Ordinat	Area	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0	1	0	2	0
1	43,676	4	174,704	1	174,704
2	47,062	1	47,062	0	0
		S1 =	221,766	S2 =	174,704

$l = 3,4 \text{ m (panjang Cant Part)}$

$h = 1 / 2 \text{ (jarak ordinat bantuan)}$

$= 1,7 \text{ m}$

$V_{cp} = 1/3 * S1 * h$

Titik berat cant part :

$$= 125,6674 \text{ m}^3$$

$$W_{cp} = 6,760906 \text{ ton}$$

$$a = S2 / S1 * h$$

$$= 1,339235 \text{ m (dari AP)}$$

Distribusi beban berbentuk parabola.

Beban didistribusikan ke station AP s/d st. 2.

$$W = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

$$- W * a = \frac{W_1 (1/2) c + W_2 (3/2) c}{2}$$

$$- 2 W * a = W_1 * c + 3 W_2 * c$$

$$\frac{W * c = W_1 * c + 3 W_2 * c}{-}$$

$$\frac{W (-2a - c)}{2} = \frac{2 W_2 * c}{2}$$

$$- 2 W * a = W_1 * c + 3 W_2 * c$$

$$\frac{3 W * c = 3 W_1 * c + 3 W_2 * c}{-}$$

$$\frac{W (-2a - 3c)}{3} = \frac{- 2 W_1 * c}{3}$$

$$W_2 = - W (c + 2a) / 2c$$

$$W_1 = W (3c + 2a) / 2c$$

diketahui

$$c = (L_{pp} / 40)$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

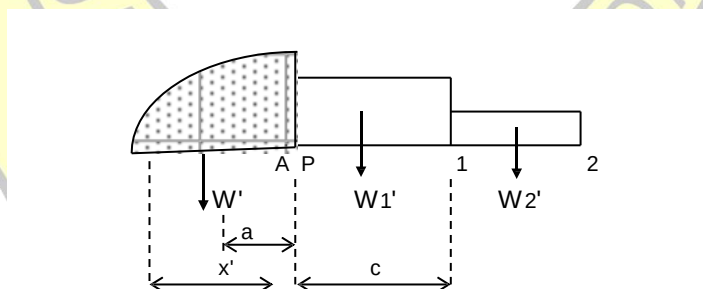
maka didapat :

$$W_2 = -5,769488 \text{ ton}$$

$$W_1 = 12,53039 \text{ ton}$$

$$q (\text{st.1 s/d 2}) = -1,5222923 \text{ ton / m}$$

$$q (\text{st. AP s/d 1}) = 3,3061726 \text{ ton / m}$$



II.11.2. Bagian antara AP s/d Sekat belakang Kamar Mesin

Ordinat	Area	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	36,0	1	36,0	0	0
1	60	4	240	1	240
2	78	1	78,0	2	156
S1 =			354,0	S2 =	
				396	

$$V = 1/3 * S1 * h$$

$$W = 0,0538 * V$$

$$= 318,6 \quad = 17,14068 \text{ ton}$$

dimana :

l = panjang antara AP s/d
sekat belakang KM

$$= 5,4 \text{ m}$$

$$h = 2,7$$

Titik berat bagian terhadap AP :

$$a = S2 / S1$$

$$= 1,11864407 \text{ M}$$

Perhitungan beban pada tiap-tiap ordinat

Ordinat	q (ton/m)	q (rata-rata) (qr)	Jarak ordinat (y)	qr * y
AP	5,796			
1	9,660	7,728	2,700	20,866
2	12,558	11,109	0,800	8,887
			W =	29,753

dimana

$$q = 0.0538 * \text{Area} \text{ [ton/m]}$$

$$q(\text{st } 1) = 9,45875 \text{ ton/m}$$

II.11.3. Beban di depan st. 1.

Beban didistribusikan ke st. AP s/d 2.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * a = W1' (1/2) b + W2' (-1/2) b$$

$$2 W' * a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (2a + b) = 2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

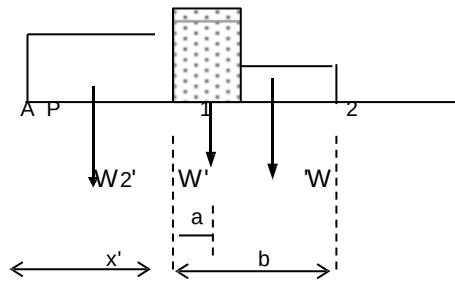
$$2 W' * a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (2a - b) = 2 W2' * b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

$$a \text{ (letak titik berat persegi panjang)} = 1,15$$



dimana

$$l = \text{bangunan didepan st 1} \\ = 1,61 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40 \\ = 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W_2' = 5,848506 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. AP s/d 1)} = 1,5431413 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 23,9043 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 1 s/d 2)} = 6,3072017 \text{ ton / m}$$

Tabel 7.21. pembebanan sekat ceruk buritan

Station	q	q (rata-rata)	q(dist.)	q (total)
AP	5,796	7,63	1,54	2,85
1	9,459	4,73	6,31	11,037
2	0,000			

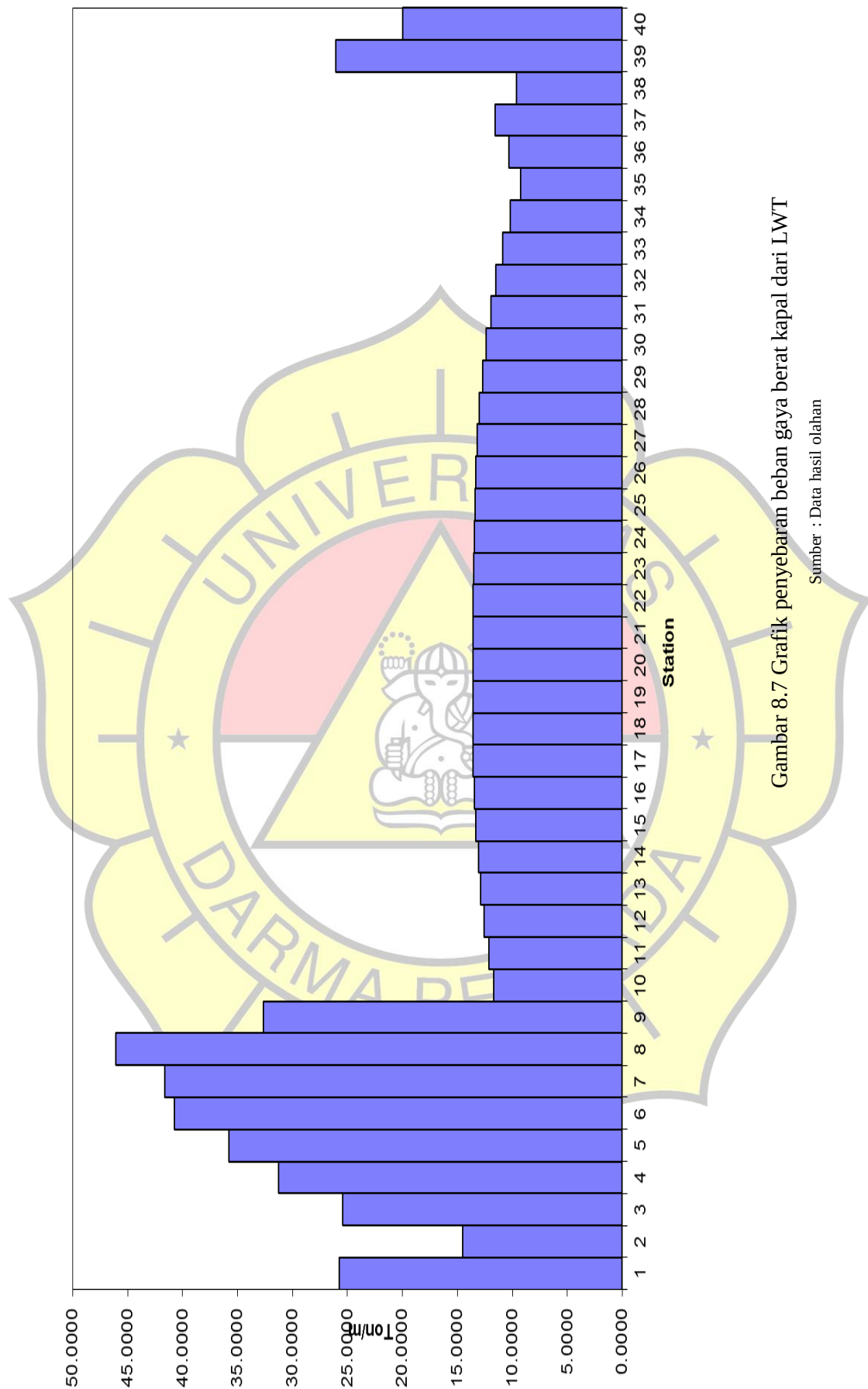
(Sumber : Data Perhitungan)

Tabel 7.22. Penyebaran Beban Gaya Berat Kapal dari LWT

TUGAS MERANCANG KAPAL III
ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)

Station	Hull	F'castle deck	Poop deck	Boat deck	Bridge deck	Nav. deck	Top deck	Baling ² & Poros di luar KM	Kamar Mesin	Tangki ² Ceruk	Peralatan pada Ujung Kpl	LWT
AP - 1	9.7549		1.3169	1.5717				4.6839		2.8500	5.5794	25.7569
1 - 2	4.2651		1.3612	2.1725				7.4426		1.1179	-1.8598	14.4996
2 - 3	7.1698		1.7233	1.9347				3.8584	10.7421			25.4283
3 - 4	8.2207		2.0174	1.9347					19.0834			31.2562
4 - 5	9.0851		2.3115	1.9347	2.3522	2.3307			17.7907			35.8049
5 - 6	9.7631		2.6056	1.9347	3.5305	3.4982	1.6182		17.7907			40.7410
6 - 7	10.3394		2.8997	1.9347	3.1668	3.1378	2.3527		17.7907			41.6217
7 - 8	10.8140		3.3446	2.1484	3.8602	3.8248	2.3352		19.7556			46.0829
8 - 9	11.2716		1.8569	1.391	1.933	1.9155	1.5119		12.7908			32.6709
9 - 10	11.7123											11.7123
10 - 11	12.1361											12.1361
11 - 12	12.5429											12.5429
12 - 13	12.8649											12.8649
13 - 14	13.1022											13.1022
14 - 15	13.3056											13.3056
15 - 16	13.4751											13.4751
16 - 17	13.5598											13.5598
17 - 18	13.5598											13.5598
18 - 19	13.5598											13.5598
19 - 20	13.5598											13.5598
20 - 21	13.5598											13.5598
21 - 22	13.5598											13.5598
22 - 23	13.5259											13.5259
23 - 24	13.4581											13.4581
24 - 25	13.3903											13.3903
25 - 26	13.3225											13.3225
26 - 27	13.1869											13.1869
27 - 28	12.9835											12.9835
28 - 29	12.7124											12.7124
29 - 30	12.3734											12.3734
30 - 31	11.9666											11.9666
31 - 32	11.4920											11.4920
32 - 33	10.8987											10.8987
33 - 34	10.1868											10.1868
34 - 35	9.2715											9.2715
35 - 36	8.1529	2.187										10.3403
36 - 37	6.9664	2.99								1.6031		11.5599
37 - 38	5.7121	2.2686								1.6390		9.6197
38 - 39	3.1878	0.1763									22.6844	26.0485
39 - FP	4.6430	4.5170									10.7844	19.9444

(Sumber : Data Hasil Olahan)



Gambar 8.7 Grafik penyebaran beban gaya berat kapal dari LWT

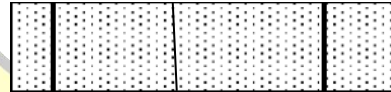
Sumber : Data hasil olahan

2. Perhitungan DWT

1. FOT 1

V (fuel oil) : 66,447 m³
g (fuel oil) : 0,85 ton/m³
W : 56,4800 ton

pembebanan fuel
oil



q = W/l
di mana

(l) : 19,2 m
q = 2,9416641 ton/m

Beban dibelakang st. 2

$$W = q * x$$

dimana

x = 2,18 m (panjang pembebanan dibelakang st. 2)

maka

$$W' = 6,412828 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 1 s/d st. 3.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W'(-a) = W1'(-1/2)b + W2'(1/2)b$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a - b) = -2W1'*b$$

$$W1' = \frac{W'(2a + b)}{(2b)}$$

$$-2W'a = -W1'*b + W2'*b$$

$$W'*b = W1'*b + W2'*b$$

$$W'(-2a + b) = 2W2'*b$$

$$W2' = \frac{W'(b - 2a)}{(2b)}$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = 1/2 x'

$$= 1,09 \text{ m}$$

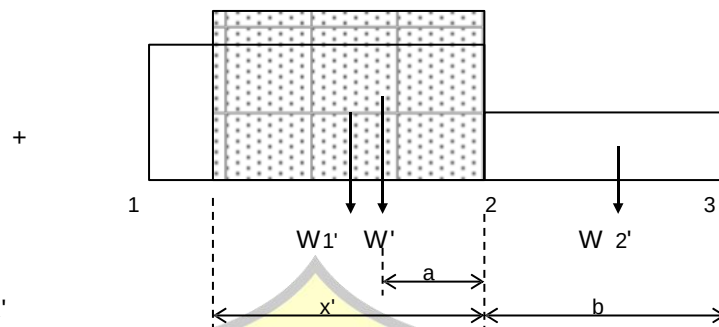
b = Lpp / 40

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W2' = 1,362091 \text{ ton} \quad q(\text{st. 2 s/d 3}) = 0,359390861 \text{ ton / m}$$

$$W1' = 5,050736 \text{ ton} \quad q(\text{st. 1 s/d 2}) = 1,332648099 \text{ ton / m}$$



letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

Beban didepan st. 4

$$W' = q \cdot x'$$

dimana

$$x' = 3,44 \text{ m (panjang pembebanan didepan st. 12)}$$

maka

$$W' = 10,11932 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st.3 s/d st. 5.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' \cdot a = W1' \cdot \frac{1}{2} b + W2' \cdot \left(-\frac{1}{2} \right) b$$

$$2 W' a = W1' \cdot b - W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (2a + b)$$

$$= 2 W1' \cdot b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' a = W1' \cdot b - W2' \cdot b$$

$$W' \cdot b = W1' \cdot b + W2' \cdot b$$

$$W' (2a - b)$$

$$= -2 W2' \cdot b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 1,72 \text{ m}$$

$$b = Lpp / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

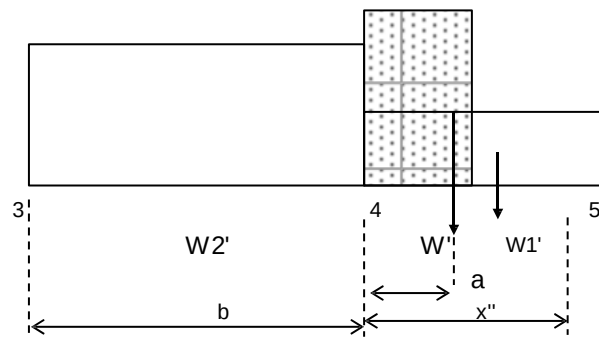
sehingga

$$W2' = 0,467251 \text{ ton}$$

$$W1' = 9,652073 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 3 s/d 4)} = 0,123285257 \text{ ton / m}$$

$$q \text{ (st. 4 s/d 5)} = 2,546721174 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.23. Pembebanan Fuel Oil Tank 1

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
1	0	1,470832	1,332648	2,80348
2	2,941664	2,9416641	0,359391	3,301055
3	2,941664	2,9416641	0,123285	3,064949
4	2,941664	1,470832	2,546721	4,017553
5	0			

(Sumber : Data Perhitungan)

2. ★ FOT 2

V (fuel oil) : 6,635 m³

γ (fuel oil) : 0,85 ton/m³

W : 5,63975 ton

pembebanan fuel oil



5

6

q = W/l

di mana (l) : 1,2 m
q = 4,699792 ton/m

Beban didepan st. 5

$$W = q * x$$

dimana

x = 0,25 m (panjang pembebanan dibelakang st. 5)

maka

$$W' = 1,174948 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 5 s/d st. 7.

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' (-a) = W1' (-1/2) b + W2' (1/2) b$$

$$- 2 W' a = - W1' * b + W2' * b$$

$$\begin{aligned}
 W' \cdot b &= W_1' \cdot b + W_2' \cdot b \\
 W' (-2a - b) &= -2 W_1' \cdot b \\
 W_1' &= \frac{W' (2a + b)}{(2b)} \\
 -2 W' a &= -W_1' \cdot b + W_2' \cdot b \\
 W' \cdot b &= W_1' \cdot b + W_2' \cdot b \quad + \\
 W' (-2a + b) &= 2 W_2' \cdot b \\
 W_2' &= \frac{W' (b - 2a)}{(2b)}
 \end{aligned}$$

dimana

$a =$ letak titik berat segi empat $= 1/2 x'$

$= 0,125 \text{ m}$

$b = L_{pp} / 40$

$= 3,79 \text{ m}$

sehingga

$W_2' = 0,548722 \text{ ton} \quad q (\text{st. 6 s/d 7}) = 0,144782 \text{ ton / m}$

$W_1' = 0,626226 \text{ ton} \quad q (\text{st.5 s/d 6}) = 0,165231 \text{ ton / m}$

Beban didepan st. 5

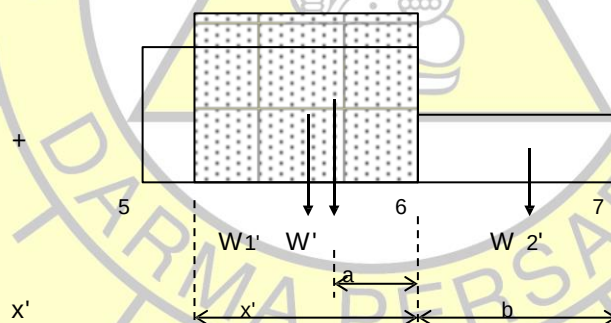
$W' = q \cdot x'$

dimana

$x' = 4,04 \text{ m}$ (panjang pembebanan dibelakang st. 6)

maka

$W' = 18,98716 \text{ ton}$



Tabel 7.24. Pembebanan *Fuel Oil Tank 2*

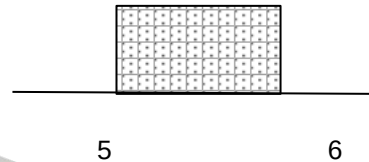
Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
5	0			
6	2,941664	1,470832	0,165231	1,636063
7	0	1,470832	0,144782	1,615614

(Sumber : Data Perhitungan)

3. LOT

V (lub oil) : 0,618 m³
 γ (lub oil) : 0,88 ton/m³
 W : 0,54384 ton

pembebanan lub oil



$q = W/l$
 di mana
 (l) :

$q = 1,2 \text{ M}$
 $0,4532 \text{ ton/m}$

$W' = q * x'$

dimana

$x' = 0,25 \text{ m}$ (panjang pembebanan didepan st. 5)

maka

$W' = 0,1133 \text{ ton}$

Beban didistribusikan ke dalam st. 5 s/d st. 7:

$$W' = W_1' + W_2'$$

$$W' * a = W_1' * 1/2 * b + W_2' * (-1/2) * b$$

$$2 W' * a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$$

$$W' (2a + b) = 2 W_1' * b$$

$$W_1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' * a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$$

$$W' (2a - b) = -2 W_2' * b$$

$$W_2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$

$= 0,125 \text{ m}$

$b = L_{pp} / 40$

$= 3,79 \text{ m}$

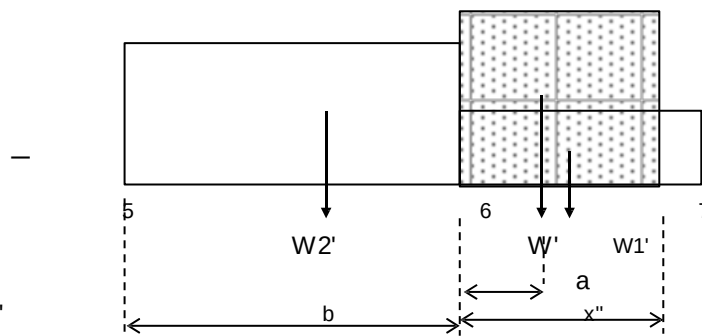
sehingga

$W_2' = 0,052913 \text{ ton}$

$q \text{ (st. 5 s/d 6)} = 0,013961265 \text{ ton / m}$

$W_1' = 0,060387 \text{ ton}$

$q \text{ (st. 6 s/d 7)} = 0,015933195 \text{ ton / m}$



letak titik berat segi empat = $1/2 \times$

Tabel 7.25. Pembebanan *Lubricating Oil Tank*

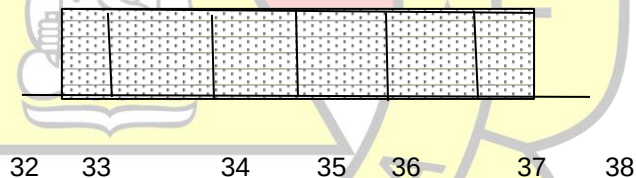
Station	Q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
5	0			
6	0,4532	0,0139613	0,013961	0,027923
7	0	0,0159332	0,015933	0,031866

(Sumber : Data Perhitungan)

4. COT 1

V (ruang muat) : 3883,674 m³
 γ (muatan) : 0,76 ton/m³
 W : 2951,5922 ton

pembebanan ruang muat I



$q = W/l$
 di mana
 (l) :

$q = \frac{2951,592}{20,72} = 142,45136 \text{ ton/m}$

Beban dibelakang st. 33

$W = q \times x$
 dimana
 $x = 2,79 \text{ m}$ (panjang pembebanan dibelakang st. 33)
 maka
 $W' = 397,4393 \text{ ton}$

Beban didistribusikan ke dalam st. 32 s/d st. 34.

$$\begin{aligned}
 W' &= W_1' + W_2' \\
 W'(-a) &= W_1'(-1/2)b + W_2'(1/2)b \\
 -2W'a &= -W_1' \cdot b + W_2' \cdot b \\
 W' \cdot b &= W_1' \cdot b + W_2' \cdot b \\
 W'(-2a - b) &= -2W_1' \cdot b \\
 &=
 \end{aligned}$$

$$W_1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$- 2 W' a = - W_1' * b + W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b \quad +$$

$$W' (-2a + b) = 2 W_2' * b$$

$$W_2' = W' (b - 2a) / (2b)$$

dimana

a = letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

$$= 1,395 \text{ m}$$

b = $L_{pp} / 40$

$$= 3,79 \text{ m}$$

sehingga

$$W_2' = 52,43263 \text{ ton}$$

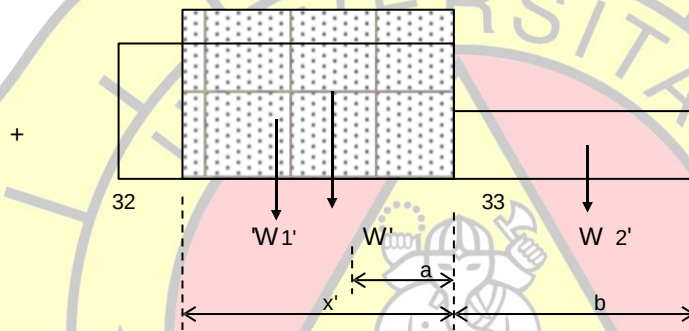
$$q \text{ (st. 33 s/d 34)} =$$

$$13,83446588 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 345,0067 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 32 s/d 33)} =$$

$$91,03078547 \text{ ton / m}$$



Beban didepan st. 37

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 2,77 \text{ m (panjang pembebanan didepan st. 37)}$$

maka

$$W' = 394,5903 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 36 s/d st. 38.

$$W' = W_1' + W_2'$$

$$W' * a = W_1' * 1/2 b + W_2' * (-1/2) b$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b \quad +$$

$$W' (2a + b) = 2 W_1' * b$$

$$W_1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b \quad -$$

$$W' (2a - b) = -2 W_2' * b$$

$$W_2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 1,385 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

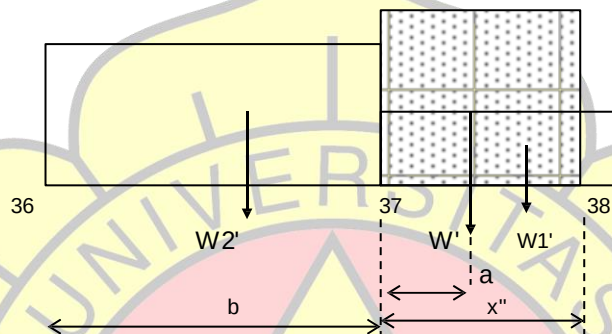
sehingga

$$W_2' = 53,0979 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 36 s/d 37)} = 14,00999996 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 341,4924 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 37 s/d 38)} = 90,10352915 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.26. Pembebanan Ruang Muat I

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
32	0	71,225681	91,03079	162,2565
33	142,4514	142,45136	13,83447	156,2858
34	142,4514	142,45136		142,4514
35	142,4514	142,45136		142,4514
36	142,4514	142,45136	14,01	156,4614
37	142,4514	71,225681	90,10353	161,3292
38	0			

(Sumber : Data Perhitungan)

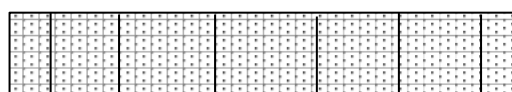
5. COT 2

$$V \text{ (ruang muat) : } 5190,635 \text{ m}^3$$

$$\gamma \text{ (muatan) : } 0,76 \text{ ton/m}^3$$

$$W : 3944,8826 \text{ ton}$$

pembebanan ruang muat II



27 28 29 30 31 32

$q = W/l$
di mana

(l) : $20,72 \text{ m}$
 $q = 190,39009 \text{ ton/m}$

Beban dibelakang st. 27

$W = q * x$

dimana

$x = 0,77 \text{ m}$ (panjang pembebanan dibelakang st. 27)

maka

$W' = 146,6004 \text{ ton}$

Beban didistribusikan ke dalam st.26 s/d st. 28.

$W' = W_1' + W_2'$

$W'(-a) = W_1'(-1/2)b + W_2'(1/2)b$

$-2W'a = -W_1'b + W_2'b$

$W'b = W_1'b + W_2'b$

$W'(-2a - b) = -2W_1'b$

$W_1' = W'(2a + b) / (2b)$

$-2W'a = -W_1'b + W_2'b$

$W'b = W_1'b + W_2'b$

$W'(-2a + b) = 2W_2'b$

$W_2' = W'(b - 2a) / (2b)$

dimana

$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$

$= 0,385 \text{ m}$

$b = Lpp / 40$

$= 3,79 \text{ m}$

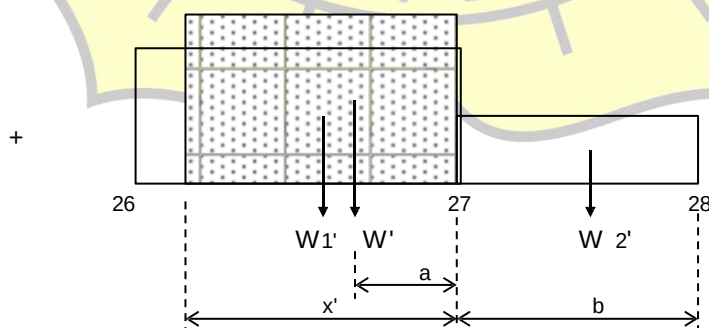
sehingga

$W_2' = 58,40806 \text{ ton}$

$q \text{ (st. 27 s/d 28)} = 15,41109809 \text{ ton / m}$

$W_1' = 88,19231 \text{ ton}$

$q \text{ (st.26 s/d 27)} = 23,26973751 \text{ ton / m}$



Beban didepan st. 27

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1 \text{ m (panjang pembebanan didepan st. 27)}$$

maka

$$W' = 190,3901 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 26 s/d st. 28.

$$W' = W_1' + W_2'$$

$$W' * a = W_1' * \frac{1}{2} b + W_2' * \left(-\frac{1}{2}\right) b$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b \quad +$$

$$W' (2a + b) = \frac{2 W_1' * b}{b}$$

$$W_1' = \frac{W' (2a + b)}{(2b)}$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b \quad -$$

$$W' (2a - b) = \frac{-2 W_2' * b}{b}$$

$$W_2' = \frac{W' (2a - b)}{(-2b)}$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = \frac{1}{2} x'$$

$$= 0,5 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

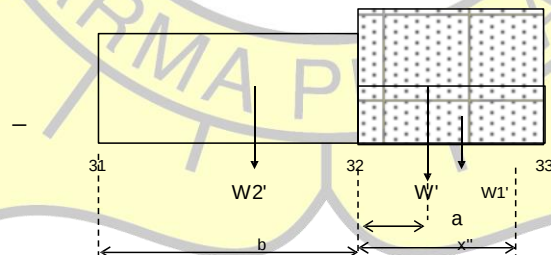
sehingga

$$W_2' = 70,07762 \text{ Ton}$$

$$q \text{ (st. 31 s/d 32)} = 18,4901366 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 120,3125 \text{ Ton}$$

$$q \text{ (st. 32 s/d 33)} = 31,74471481 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.27. Pembebanan Ruang Muat II

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
26	0			
27	190,3901	95,195043	23,26974	118,4648
28	190,3901	190,39009	15,4111	205,8012
29	190,3901	190,39009		190,3901

30	190,3901	190,39009		190,3901
31	190,3901	190,39009		190,3901
32	190,3901	190,39009	18,49014	208,8802
33	0	95,195043	31,74471	126,9398

(Sumber : Data Perhitungan)

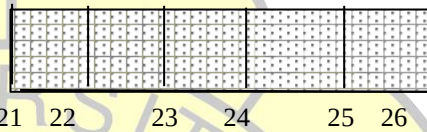
6. COT 3

V (ruang muat) : 5700,437 m³

γ (muatan) : 0,76 ton/m³

W : 4332,3321 ton

pembebanan
ruang muat III



$q = W/l$
di mana
(l) :

$q = 195,1501$ ton/m

Beban dibelakang st. 21

$W = q * x$

dimana

$x = 0,23$ m (panjang pembebanan dibelakang st.21)

maka

$W' = 44,88452$ ton

Beban didistribusikan ke dalam st. 20 s/d st. 22.

$W' = W_1' + W_2'$

$W' (-a) = W_1' (-1/2) b + W_2' (1/2) b$

$- 2 W' a = - W_1' * b + W_2' * b$

$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$

$W' (-2a - b) = - 2 W_1' * b$

=

$W_1' = W' (2a + b) / (2b)$

$- 2 W' a = - W_1' * b + W_2' * b$

$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$

$W' (-2a + b) = 2 W_2' * b$

=

$W_2' = W' (b - 2a) / (2b)$

dimana

$a =$ letak titik berat segi empat = $1/2 x'$

= 0,115 m

$b = L_{pp} / 40$

= 3,79 m

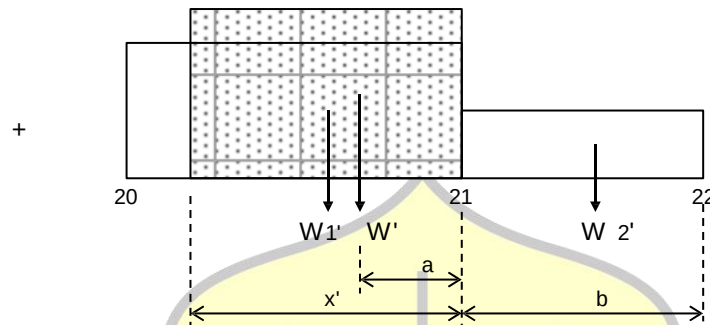
sehingga

$$W_2' = 21,08033 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 21 s/d 22)} = 5,562092237 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 23,80419 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st.20 s/d 21)} = 6,280789548 \text{ ton / m}$$



Beban didepan st. 26

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 3,02 \text{ m (panjang pembebanan didepan st. 26)}$$

maka

$$W' = 589,3533 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. 16 s/d st. 18

$$W' = W_1' + W_2'$$

$$W' * a = W_1' * \frac{1}{2} b + W_2' * \left(-\frac{1}{2} \right) b$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$$

$$W' (2a + b) = 2 W_1' * b$$

$$W_1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' a = W_1' * b - W_2' * b$$

$$W' * b = W_1' * b + W_2' * b$$

$$W' (2a - b) = -2 W_2' * b$$

$$W_2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = \frac{1}{2} x'$$

$$= 1,51 \text{ m}$$

$$b = L_{pp} / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

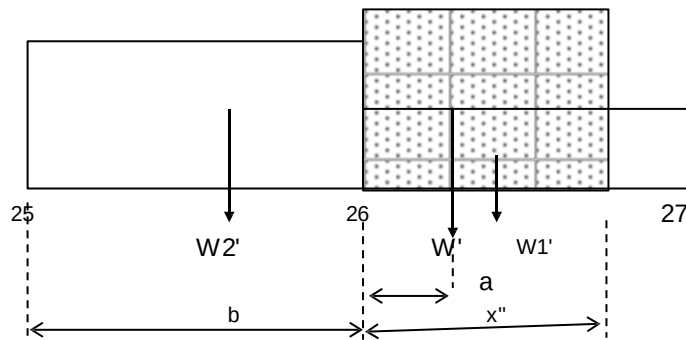
sehingga

$$W_2' = 59,86834 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 25 s/d 26)} = 15,7963963 \text{ ton / m}$$

$$W_1' = 529,4849 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. 26 s/d 27)} = 139,7057906 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.28. Pembebanan Ruang Muat III

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
20	0			
		97,575048	6,28079	103,8558
21	195,1501			
		195,1501	5,562092	200,7122
22	195,1501			
		195,1501		195,1501
23	195,1501			
		195,1501		195,1501
24	195,1501			
		195,1501		195,1501
25	195,1501			
		195,1501	15,7964	210,9465
26	195,1501			
		97,575048	139,7058	237,2808
27	0			

(Sumber : Data Perhitungan)

Tabel 7.29. Pembebanan crew, bagasi & provision

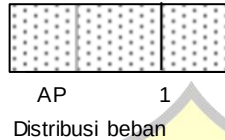
Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
1	0			
		0,126849	0,260858	0,387707
2	0,2537			
		0,2536979	-0,114932	0,138766
3	0,2537			
		0,2536979		0,253698
4	0,2537			
		0,2536979		0,253698
5	0,2537			
		0,2536979	0,031701	0,285399
6	0,2537			
		0,126849	0,092805	0,219654
7	0,0000			

(Sumber : Data Perhitungan)

7. FWT 1

Berat air tawar (w) = 35 ton (dari perhitungan RU)
Panjang ruangan (l) = 8,4 m

Penyebaran beban: $W = q \cdot L$
 $q = W/l = 4,1667 \text{ ton /m}$
Asumsi : Beban adalah merata



Beban dibelakang st. AP

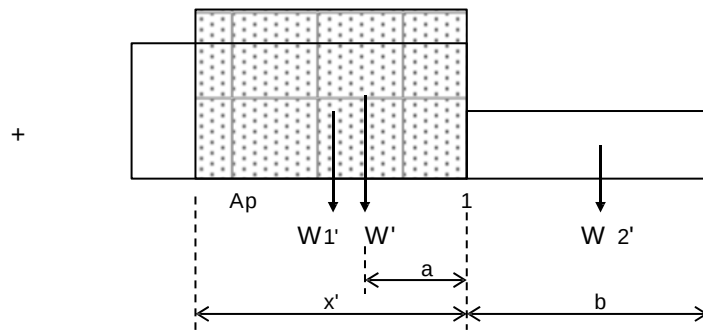
$W' = q \cdot x'$
dimana
 $x' = 3 \text{ m}$ (panjang ruangan dibelakang st.ap)
maka
 $W' = 12,5 \text{ ton}$

Beban didistribusikan ke dalam st. ap s/d st. 2.

$$\begin{aligned} W' &= W_1' + W_2' \\ W'(-a) &= W_1'(-1/2)b + W_2'(3/2)b \\ -2W'a &= W_1'b + 3W_2'b \\ W'b &= W_1'b + W_2'b \\ W'(-2a - b) &= 2W_2'b \\ W_2' &= -W'(2a + b) / (2b) \\ -2W'a &= W_1'b + 3W_2'b \\ W'b &= W_1'b + W_2'b + \\ W'(-2a - 3b) &= -2W_1'b \\ W_1' &= W'(2a + 3b) / (2b) \end{aligned}$$

dimana
 $a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$
 $= 1,5 \text{ m}$
 $b = L_{pp} / 40$
 $= 3,79 \text{ m}$
sehingga

$$\begin{aligned} W_2' &= -11,1972 \text{ ton} & q(\text{st. 1 s/d 2}) &= -2,95441413 \text{ ton / m} \\ W_1' &= 23,69723 \text{ ton} & q(\text{st.Ap s/d 1}) &= 6,252567164 \text{ ton / m} \end{aligned}$$



Beban didepan st. 1

$$W' = q * x'$$

dimana

$$x' = 1,6 \text{ m (panjang ruangan didepan st. 15)}$$

maka

$$W' = 6,666667 \text{ ton}$$

Beban didistribusikan ke dalam st. AP s/d st. 2

$$W' = W1' + W2'$$

$$W' * a = W1' * 1/2 b + W2' * (-1/2) b$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (2a + b) = 2 W1' * b$$

$$W1' = W' (2a + b) / (2b)$$

$$2 W' a = W1' * b - W2' * b$$

$$W' * b = W1' * b + W2' * b$$

$$W' (2a - b) = -2 W2' * b$$

$$W2' = W' (2a - b) / (-2b)$$

dimana

$$a = \text{letak titik berat segi empat} = 1/2 x'$$

$$= 0,8 \text{ m}$$

$$b = Lpp / 40$$

$$= 3,79 \text{ m}$$

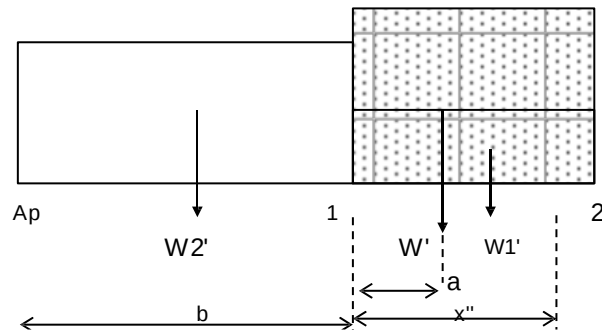
sehingga

$$W2' = 1,926121 \text{ ton}$$

$$W1' = 4,740545 \text{ ton}$$

$$q \text{ (st. AP s/d 1)} = 0,508211444 \text{ ton / m}$$

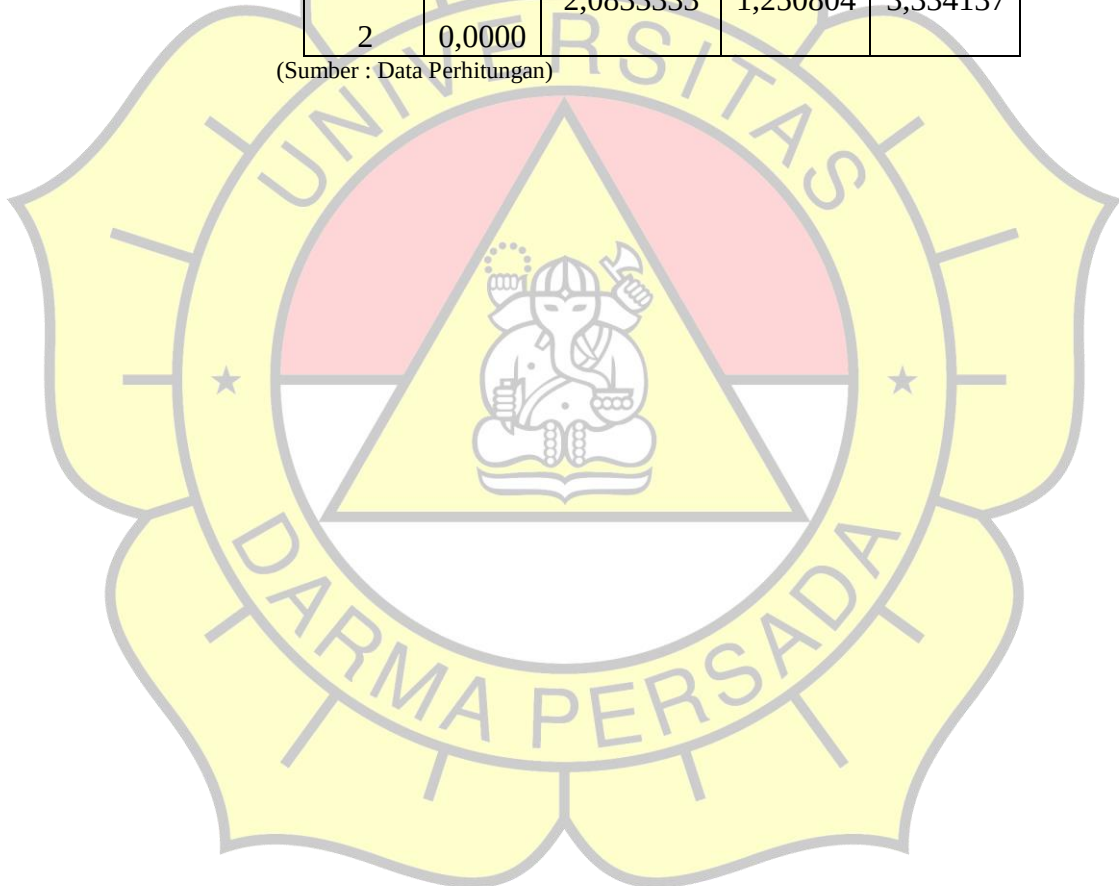
$$q \text{ (st. 1 s/d 2)} = 1,250803508 \text{ ton / m}$$



Tabel 7.30. Pembebanan air tawar 1

Station	q	q (rata-rata)	q (dist.)	q (total)
AP	0,0000	2,0833333	6,252567	8,3359
1	4,1667	2,0833333	1,250804	3,334137
2	0,0000			

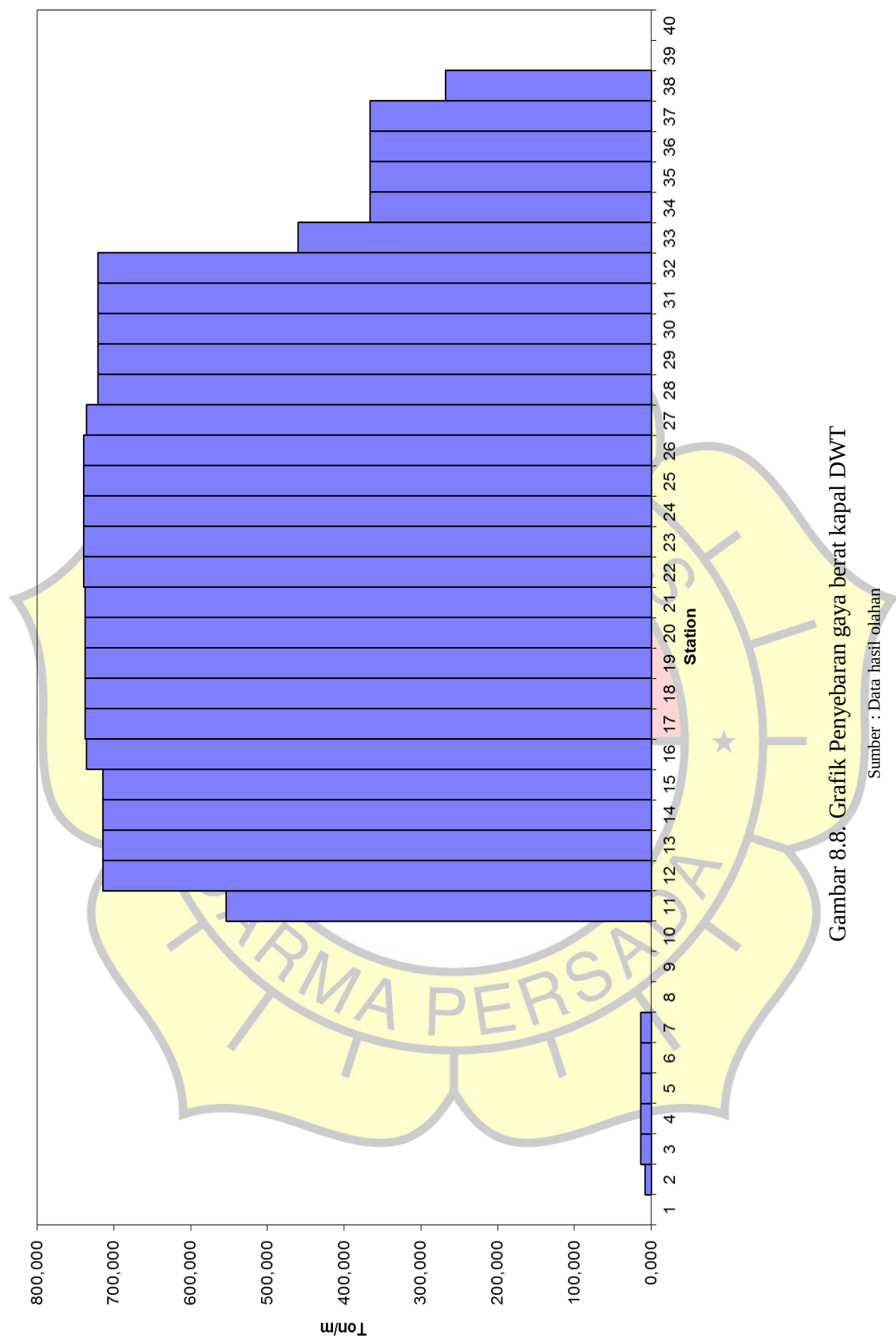
(Sumber : Data Perhitungan)

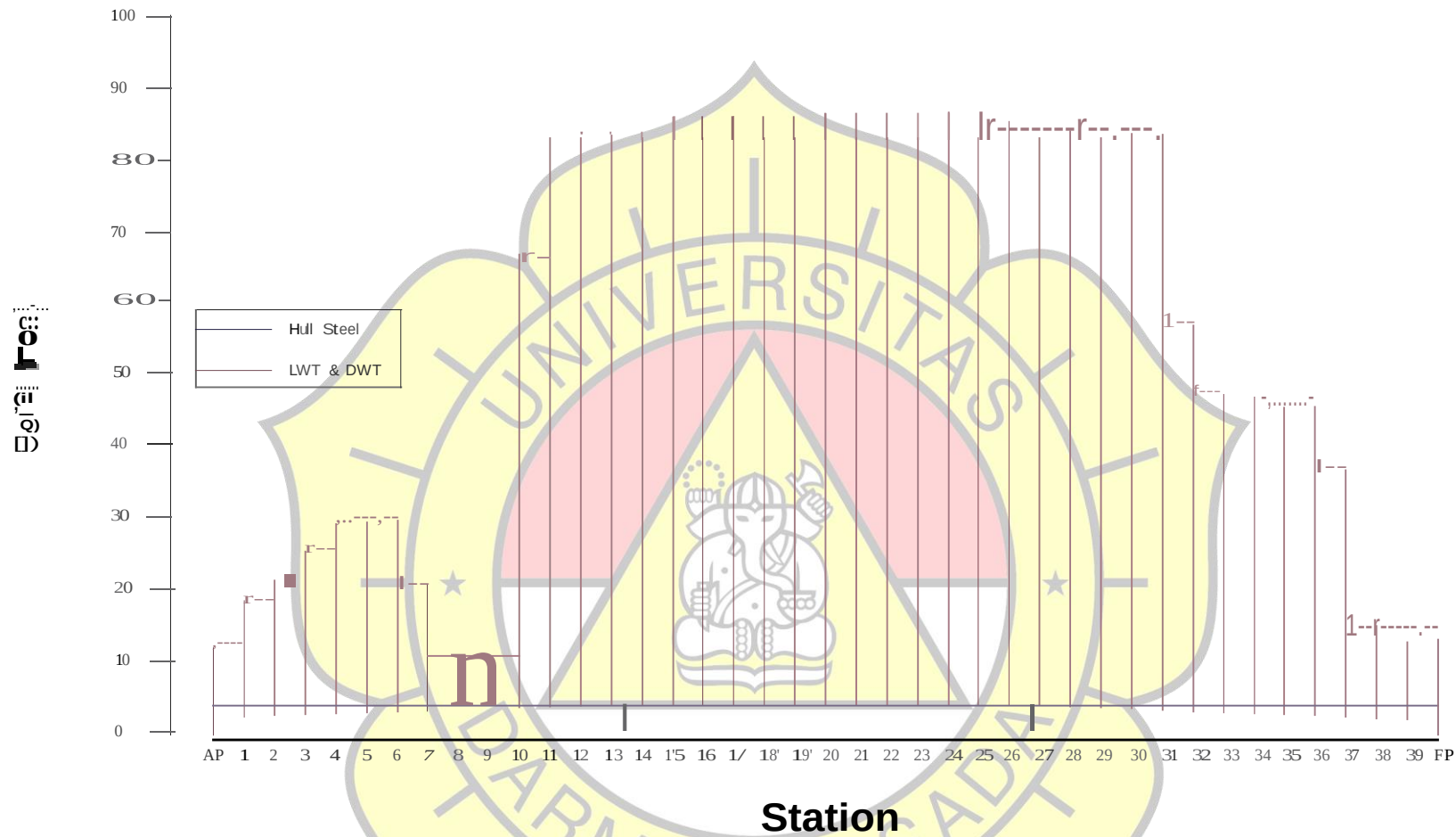


Tabel 7.31. Penyebaran Gaya Berat Kapal DWT

Station	FOT	FAEOT	LOT	Crew Provision & bagasi	Cargo Hold I	Cargo Hold II	Cargo Hold III	Fresh Water	DWT
AP - 1				0.808					0.808
1 - 2				0.030					0.030
2 - 3				0.343					0.343
3 - 4				0.343					0.343
4 - 5				0.343					0.343
5 - 6				0.343					0.343
6 - 7		4.395	1.306	0.343					6.044
7 - 8		7.738	1.327	0.343					9.408
8 - 9	7.315	3.630		0.38					11.326
9 - 10	14.834			0.25			58.632		73.712
10 - 11	11.878						61.414		73.292
11 - 12	13.3						55.306		68.606
12 - 13	11.671						55.306		66.977
13 - 14							55.306		55.306
14 - 15							55.306	2.1076	57.414
15 - 16							55.306	0.7727	56.079
16 - 17							55.306		55.306
17 - 18							68.323		68.323
18 - 19						65.436			65.436
19 - 20						60.792			60.792
20 - 21						60.792			60.792
21 - 22						60.792			60.792
22 - 23						60.792			60.792
23 - 24						60.792			60.792
24 - 25						60.792			60.792
25 - 26						60.792			60.792
26 - 27						67.102			67.102
27 - 28						41.965			41.965
28 - 29					42.555				42.555
29 - 30					38.553				38.553
30 - 31					38.553				38.553
31 - 32					38.553				38.553
32 - 33					38.553				38.553
33 - 34					38.553				38.553
34 - 35					38.553				38.553
35 - 36					41.899				41.899
36 - 37					45.866				45.866
37 - 38									0
38 - 39									0
39 - FP									0

(Sumber : Data hasil olahan)





(Sumber : AnalisaData)

Gambar 8.9. Kurva Berat Kapal

7.8 PERHITUNGAN KURVA MOMEN LENTUR DAN GAYA LINTANG

Kurva $P(x)$ adalah selisih antara kurva berat $q(x)$ dengan kurva daya apung $b(x)$.

Jadi $P(x) = q(x) - b(x)$

$$\Delta L = \frac{LBP}{\text{Ordinat}}$$

$$= \frac{151,6}{20}$$

$$= 7,58 \text{ m}$$

$$(\Delta L)^2 = (7,58)^2$$

$$= 57,4564 \text{ m}^2.$$

$Q(x)$ curve adalah kurva integral pertama beban $P(x)$ tiap-tiap satuan panjang, maka :

$$Q(x) = \int P(x) dx \text{ (Ton)}$$

$M(x)$ curve adalah kurva bidang momen, yaitu :

$$M(x) = \int Q(x) dx$$

$$= \int P(x) dx$$

Syarat batas :

$$Q(0) = 0,00, \text{ dan}$$

$$M(0) = 0,00$$

$$Q = -\frac{(\Delta Mr)}{L}$$

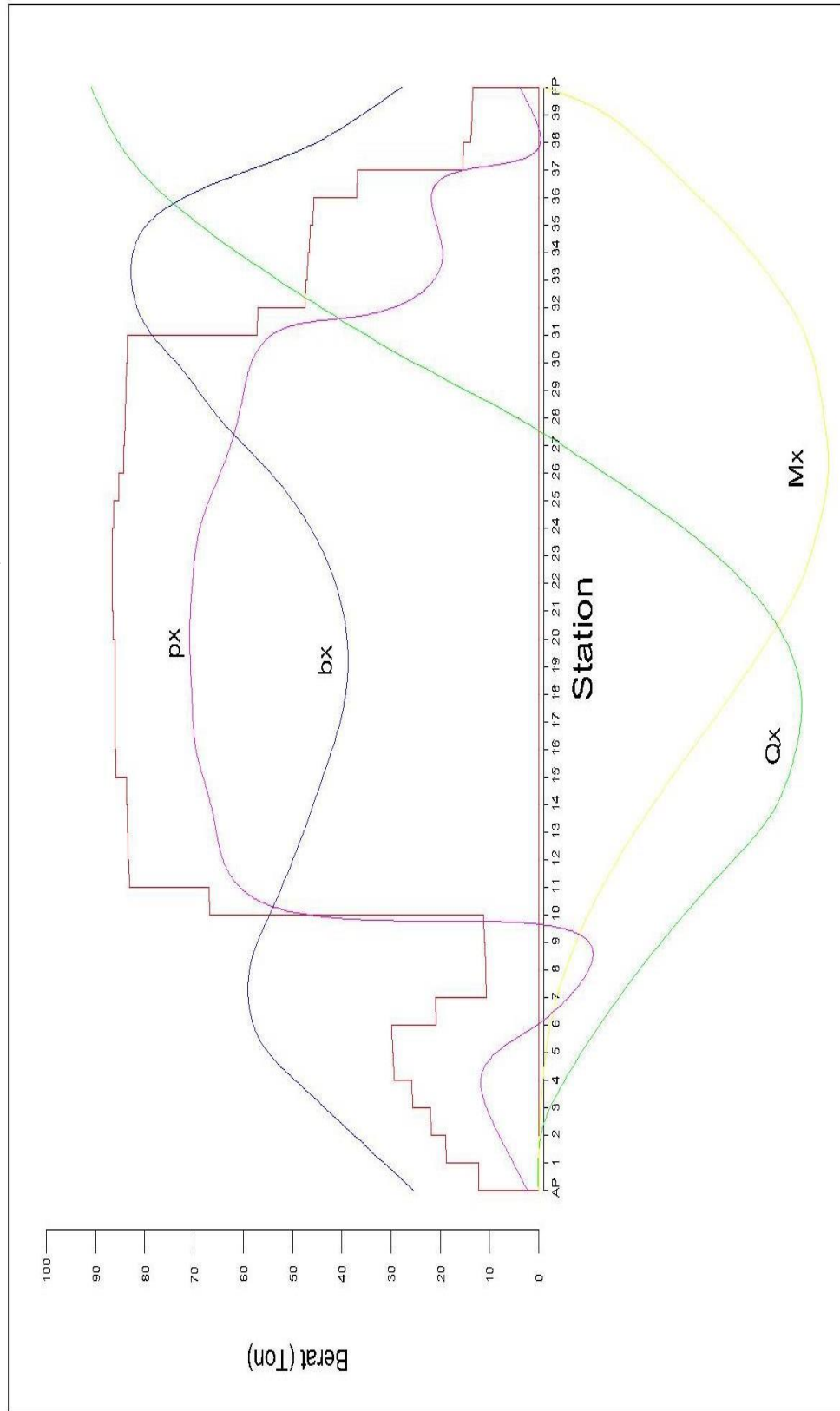
$$= -\frac{(\text{Akhir } 7)}{L}$$

Menurut *Hensche*, untuk mencari x dari $x = 1 \cos \left(\frac{2\pi x}{L} \right)$.

Tabel 7.32. Perhitungan Momen Lentur dan Gaya

No.	b(x)	q(x)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Ordinat			$P(x) = q(x) - b(x)$	$\sum P(x)$	Koreksi End (2)/20 x No.Ord.	$P'(x)$ (2) + (3)	$\sum \sum P(x)$	$QL(x)$ $Lpp/20 \times (4)$	$ML(x)$ $(Lpp/20)^2 \times (5)$	x	$q \times 8$	$e \times 8$	$Lpp/20 \times 10$	$Q(x)$ (6) + (9)	$M(x)$ (7) + (11)
AP	76,220	69,684	-6,536	-6,536	0,000	-6,536	-6,536	-49,540	-375,510	0,000	0,000	0,000	0,000	-49,540	-375,510
1L/20	112,476	192,958	80,482	73,947	396,551	470,498	463,962	3566,372	26657,589	0,049	-4632,067	-4632,067	-35111,067	-1065,695	-8453,477
2L/20	148,320	266,185	117,865	191,811	793,102	984,913	1448,875	7465,641	83247,149	0,191	-18055,607	-22687,674	-171972,571	-10589,966	-88725,421
3L/20	174,276	175,565	1,289	193,101	2379,305	2572,405	4021,280	19498,833	231048,300	0,412	-38947,174	-61634,848	-467192,150	-19448,342	-236143,851
4L/20	176,748	73,618	-103,130	89,971	3172,406	3262,377	7283,658	24728,820	418492,755	0,691	-65321,595	-126956,444	-962329,844	-40592,775	-543837,089
5L/20	164,388	631,231	466,843	556,814	3965,508	4522,322	11805,980	34279,199	678329,086	1,000	-94531,976	-221488,420	-1678882,222	-60252,777	-1000553,135
6L/20	154,500	794,370	639,870	1196,684	4758,610	5955,294	17761,273	45141,127	1020498,829	1,309	-123742,357	-345230,776	-2616849,285	-78601,230	-1596350,456
7L/20	137,196	796,132	658,936	1855,621	5551,711	7407,332	25168,605	56147,575	1446097,448	1,588	-150116,778	-495347,554	-3754734,461	-93969,203	-2308637,013
8L/20	126,072	820,098	694,026	2549,647	6344,813	8894,460	34063,065	67420,004	1957141,080	1,809	-171008,345	-666355,899	-5050977,713	-103588,340	-3093836,633
9L/20	117,420	820,098	702,678	3252,325	7137,914	10390,239	44453,304	78758,015	2554126,836	1,951	-184431,885	-850787,784	-6448971,402	-105673,870	-3894844,566
10L/20	116,596	823,917	707,321	3959,646	7931,016	11890,662	56343,967	90131,221	3237321,491	2,000	-189063,952	-1039851,736	-7882076,159	-98932,731	-4644754,667
11L/20	123,600	825,521	701,921	4661,567	8724,118	13385,685	69729,652	101463,491	4006414,751	1,951	-184431,885	-1224283,621	-9280069,848	-82968,394	-5273655,097
12L/20	139,256	825,521	686,265	5347,832	9517,219	14865,051	86042,692	112677,088	4943703,325	1,809	-171008,345	-1395291,966	-10576313,100	-58331,257	-5632609,775
13L/20	163,152	818,040	654,888	6002,720	10310,321	16313,040	102355,732	123652,846	5880991,898	1,588	-150116,778	-1545408,744	-11714198,276	-26463,932	-5833206,378
14L/20	194,876	803,050	608,174	6610,894	11103,422	17714,316	120070,048	134274,516	6898792,726	1,309	-123742,357	-1669151,100	-12652165,339	10532,159	-5753372,613
15L/20	220,832	802,485	581,653	7192,547	11896,524	19089,071	139159,119	144695,157	7995582,013	1,000	-94531,976	-1763683,076	-13368717,717	50163,181	-5373135,705
16L/20	245,140	539,411	294,271	7486,818	12689,625	20176,443	159335,563	152937,441	9154847,819	0,691	-65321,595	-1829004,672	-18863855,411	87615,846	-4709007,592
17L/20	248,024	440,997	192,973	7679,791	13482,727	21162,518	180498,081	160411,890	10370769,941	0,412	-38947,174	-1867951,846	-14159074,990	121464,715	-3788305,049
18L/20	215,888	432,585	216,697	7896,488	14275,829	22172,317	202670,398	168066,161	11644711,441	0,191	-18055,607	-1886007,453	-14295936,494	150010,553	-2651225,054
19L/20	135,548	131,423	-4,125	7892,363	15068,930	22961,293	225631,691	174046,603	12963984,692	0,049	-4632,067	-1890639,520	-14331047,561	169414,536	-1367062,869
FP	77,456	116,109	38,653	7931,016	15862,032	23793,048	249424,739	180351,302	14331047,561	0,000	0,000	-1890639,520	-14331047,561	180351,302	0,000

(Sumber : Data Hasil Olahan)

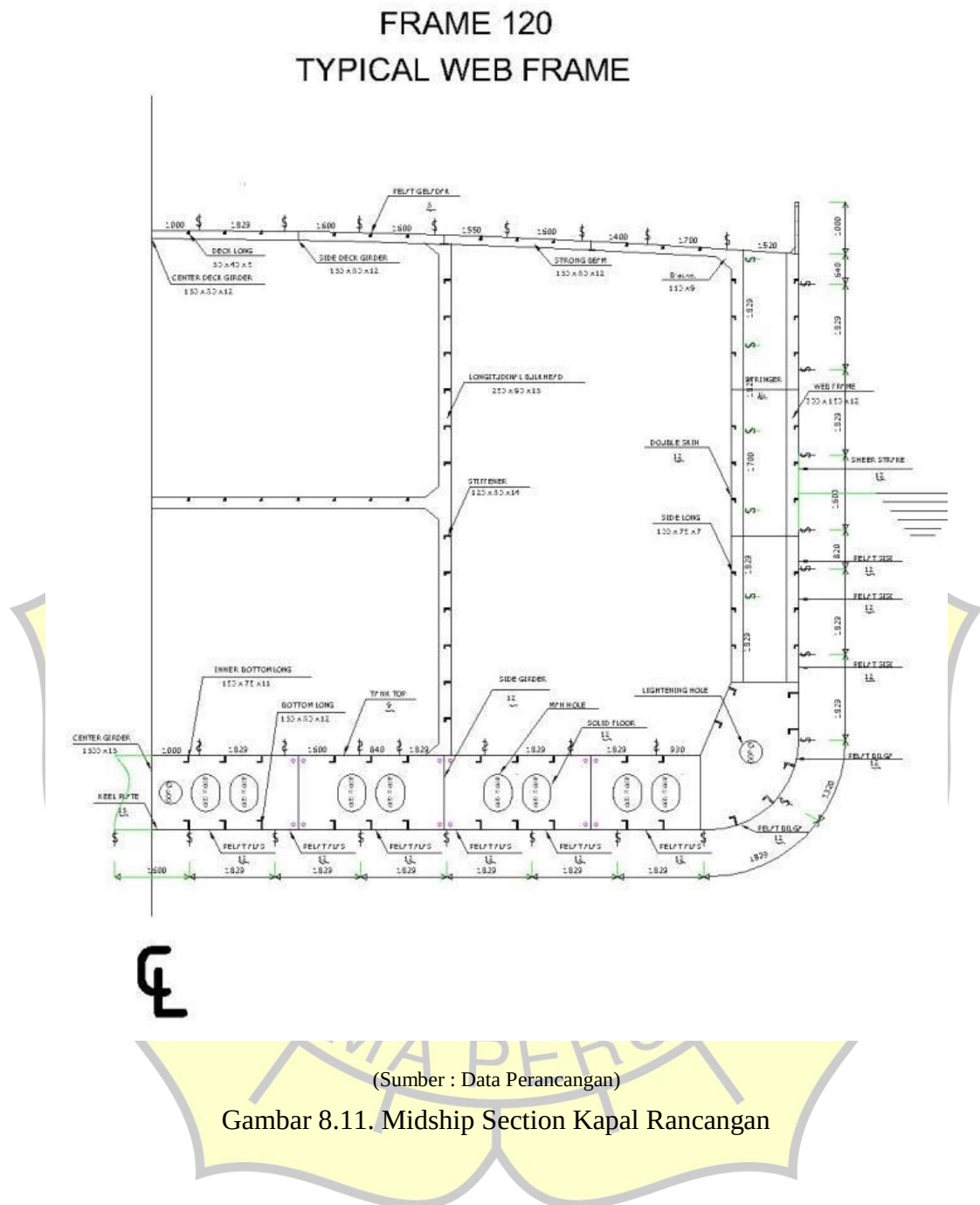


(Sumber : analisa data)

Gambar 8.10. Kurva $a(x)$, $p(x)$, $Q(x)$ dan $M(x)$

MV. PARIRODOADSOASDWIANRI 117 TEUS

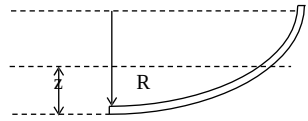
305



8.9.1 Perhitungan Luas, Titik Berat dan Momen Inersia Pelat dan Profil

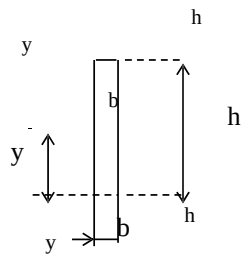
a. Pelat Bilga

Panjang pelat (l)	=	3149,00 mm	=	314,9 cm
Ukuran (R = r+t)	=	1920,00 mm	=	192 cm
(t = tebal)	=	12,00 mm	=	1,2 cm
Luas (A) = l * t	=		=	377,88 cm ²
Titik berat (z) = 0,5 * R	=		=	96 cm
Momen Inersia (I _{xx}) = 0.051*t*D ³	=		=	3465333,96 cm ⁴



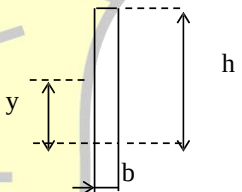
b. Pelat Sisi

Ukuran (h = tinggi)	=	8776,00 mm	=	877,6 cm
(b = lebar)	=	12,00 mm	=	1,2 cm
Luas (A) = b*h	=		=	1053,12 cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)	=		=	438,8 cm
Momen Inersia (I _{xx}) = 1/12*(b*h ³)	=		=	67591151,3 cm ⁴



c. Pelat Lajur Atas (Shear Strake)

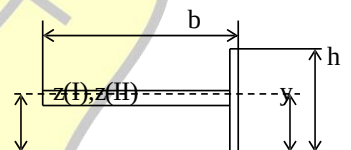
Ukuran (h = tinggi)	=	1600,00 mm	=	160 cm
(b = lebar)	=	12,00 mm	=	1,2 cm
Luas (A) = b*h	=		=	192 cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)	=		=	80 cm
Momen Inersia (I _{xx}) = 1/12*(b*h ³)	=		=	409600 cm ⁴



d. Senta Sisi (Side Stringer)

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	25	1,6	40	0,8	32	8,533333
II	1,6	9	14,4	4,5	64,8	97,2
		S1 =	54,4	S2 =	96,8	105,7333

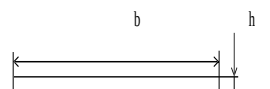
Luas (A) = S1	=	54,4 cm ²
Titik berat (y) = S2/S1	=	1,779411765 cm
Momen Inersia (I _{xx}) = S3	=	105,7333333 cm ⁴



e. Pelat Geladak

Ukuran (h = tinggi)	=	8,00 mm	=	0,8 cm
(b = lebar)	=	13800,00 mm	=	1380 cm
Luas (A) = b*h	=		=	1104 cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)	=		=	0,4 cm
Momen Inersia (I _{xx}) = 1/12*(b*h ³)	=		=	58,88 cm ⁴

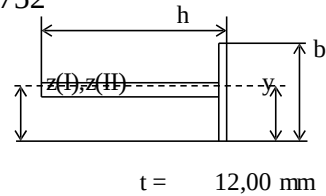
t = 16,00 mm



f. Center Deck Girder

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	8	1,2	9,6	0,6	5,76	1,152
II	1,2	16	19,2	8	153,6	409,6
S1 =			28,8	S2 =	159,36	410,752

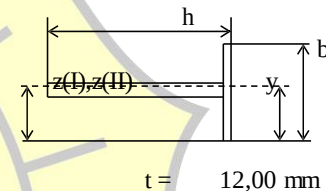
Luas (A) = S1 = 28,8 cm²
 Titik berat (y) = S2/S1 = 5,533333333 Cm
 Momen Inersia (Ixx) = S3 = 410,752 cm⁴



g. Side Deck Girder

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	8	1,2	9,6	0,6	5,76	1,152
II	1,2	16	19,2	8	153,6	409,6
S1 =			28,8	S2 =	159,36	410,752

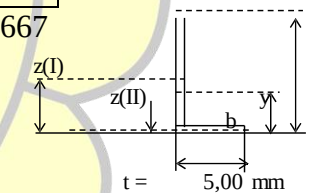
Luas (A) = S1 = 28,8 cm²
 Titik berat (y) = S2/S1 = 5,533333333 Cm
 Momen Inersia (Ixx) = S3 = 410,752 cm⁴



h. Deck Longitudinal

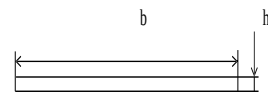
No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	4	0,5	2	0,25	0,5	0,041667
II	0,5	6	3	3	9	9
S1 =			5	S2 =	9,5	9,041667

Luas (A) = S1 = 5 cm²
 Titik berat (y) = S2/S1 = 1,9 Cm
 Momen Inersia (Ixx) = S3 = 9,041666667 cm⁴



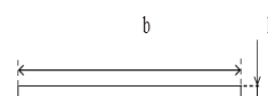
i. Pelat Alas Dalam

Ukuran (h = tinggi) = 9,00 mm = 0,9 cm
 (b = lebar) = 11686,00 mm = 1168,6 cm
 Luas (A) = b*h = 1051,74 cm²
 Titik berat (y) = 1/2*(h) = 0,45 cm
 Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h³) = 70,99245 cm⁴



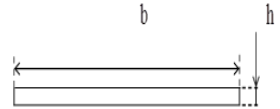
j. Pelat Alas

Ukuran (h = tinggi) = 12,00 mm = 1,2 cm
 (b = lebar) = 10974,00 mm = 1097,4 cm
 Luas (A) = b*h = 1316,88 cm²
 Titik berat (y) = 1/2*(h) = 0,6 cm
 Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h³) = 158,0256 cm⁴



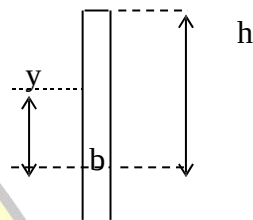
k. Pelat Lunas

Ukuran	(h = tinggi)	=	16,00	mm	=	1,6	cm
	(b = lebar)	=	1600,00	mm	=	160	cm
Luas (A) = b*h		=			=	256	cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)		=			=	0,8	cm
Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h ³)		=			=	54,6133333	cm ⁴



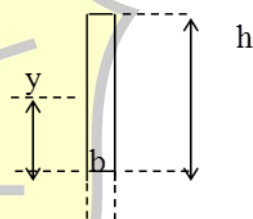
l. Centre girder

Ukuran	(h = tinggi)	=	1600,00	mm	=	160	cm
	(b = lebar)	=	16,00	mm	=	1,6	cm
Luas (A) = b*h		=			=	256	cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)		=			=	80	cm
Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h ³)		=			=	546133,333	cm ⁴



m. Side girder

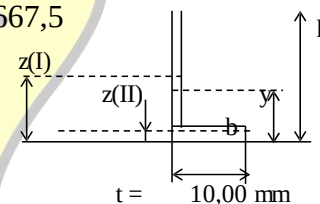
Ukuran	(h = tinggi)	=	1600,00	mm	=	160	cm
	(b = lebar)	=	12,00	mm	=	1,2	cm
Luas (A) = b*h		=			=	192	cm ²
Titik berat (y) = 1/2*(h)		=			=	80	cm
Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h ³)		=			=	409600	cm ⁴



n. Bottom Longitudinal

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	10	1	10	0,5	5	0,833333
II	1	20	20	10	200	666,6667
	S1 =	30	S2 =	205	667,5	

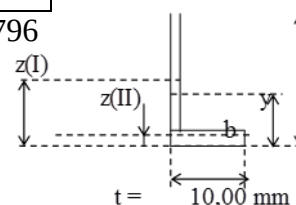
Luas (A) = S1	=	30	cm ²
Titik berat (y) = S2/S1	=	6,833333333	Cm
Momen Inersia (Ixx) = S3	=	667,5	cm ⁴



n. Inner Bottom Longitudinal

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	1,2	15	18	7,5	135	337,5
II	9	1,2	10,8	0,6	6,48	1,296
	S1 =	28,8	S2 =	141,48	338,796	

Luas (A) = S1	=	28,8	cm ²
Titik berat (y) = S2/S1	=	4,9125	Cm
Momen Inersia (Ixx) = S3	=	338,796	cm ⁴



Tabel 7.33. Perhitungan Modulus Penampang Badan Kapal

No	Nama Bagian	Jumlah	Luas (A)	<1>*<2>	Titik berat terh. Dsr	<3>*<4>	<3>*<4>^2	Moment
		<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>
A	Bilga Plate	2	377,880	755,76	96	72552,96	6965084,16	3465333,965
B	Sheel Plate	2	1053,12	2106,24	2358,8	4968198,912	11718987593,626	67591151,258
C	Sheer Strake	2	192	384	720	276480	199065600	409600,000
D	Side Stringer	2	54,4	108	398,221	43326,4	17253464,494	105,733
E	Deck Plate	2	1104	2208	1279,6	2825356,8	3615326561,28	58,880
F	Center Deck Girder	1	28,8	28	1274,467	36704,64	46778840,192	410,752
G	Side Deck Girder	6	28,8	172	1274,467	220227,84	280673041,152	410,752
H	Deck Longitudinal	24	5	120	1278,1	153372	196024753,2	9,042
I	Inner Bottom	2	1051,74	2103,48	159,55	335610,234	53546612,835	70,992
J	Bottom Shell Plating	2	1316,88	2633,76	0,6	1580,256	948,154	158,026
K	Plat Lunas	1	256	256	0,8	204,8	163,84	54,613
L	Center Girder	1	256	256	80	20480	1638400	546133,333
M	Side Girder	6	192	1152	80	92160	7372800	409600,000
N	Bottom Longitudinals	22	30	660	6,833	4510	30818,333	667,500
O	Inner Bottom Longitudinals	22	28,8	633,6	155,088	98263,44	15239431,251	338,796
mber : (Sumber : Data Hasil Olahan)				13579,240		9149028,28	16158904112,5	72424103,642

$$\begin{aligned}
 \text{Titik berat } Y(na) = Z1 &= (\Sigma 2 / \Sigma 1) = 673,751 \text{ cm} \\
 Z2 &= H - Z1 = 606,249 \text{ cm} \\
 I_{xx} &= \Sigma 3 + \Sigma 4 = 16231328216,159 \text{ cm}^4 \\
 I_{na} &= I_{xx} - Z1^2 \cdot \Sigma 1 = 10067160081,209 \text{ cm}^4 \\
 W_{\text{Bottom}} &= I_{na} / Z1 = 14941956,528 \text{ cm}^3 \\
 W_{\text{Deck}} &= I_{na} / Z2 = 16605655,802 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

7.10 PEMERIKSAAN KEKUATAN MEMANJANG KAPAL

7.10.1 Perhitungan dan Pengecekan Tegangan

$$H = 1230 \text{ cm} \quad Y(na) = 673,75 \text{ cm} \quad I_{na} = 1,007E+10 \text{ cm}^4$$

$$L = 151,6 \text{ m} \quad k = 1$$

□ Pada Kondisi Air Tenang

Dari table kondisi air tenang didapat $M_{max} = -5875902,483 \text{ ton.m}$ atau $-5,876E+11 \text{ kg.cm}$

- Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 556,25 \text{ cm}$$

$$\text{Maka } W_{deck} = 18098302,0505 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Deck} = \frac{M_{max}}{W_{Deck}} = -32466,5953 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3181,7 \text{ N/mm}^2$$

- Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)
 $W_{Bottom} = \frac{I_{na}}{Y_{bott}}$, dimana $Y_{bott} = Y(na) = 673,75 \text{ cm}$

$$\text{maka } W_{Bottom} = 14941956,5278 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Bottom} = \frac{M_{max}}{W_{Bottom}} = -39324,8533 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3853,8 \text{ N/mm}^2$$

□ Pada Kondisi Sagging

Dari tabel momen kondisi Sagging didapat $M_{max} = -5875902,4826 \text{ ton.m}$

atau $-5,8759E+11 \text{ kg.cm}$

- Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 556,2488709 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{Deck} = 18098302,05 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Deck} = \frac{M_{max}}{W_{Deck}} = -32466,5953 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3181,726339 \text{ N/mm}^2$$

- Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)
 $W_{Bottom} = \frac{I_{na}}{Y_{bott}}$, dimana $Y_{bott} = Y(na) = 673,7511291 \text{ cm}$

$$\text{maka } W_{Bottom} = 14941956,53 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Bottom} = \frac{M_{max}}{W_{Bottom}} = -39324,85329 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3853,835622 \text{ N/mm}^2$$

□ Pada Kondisi Hogging

Dari tabel momen kondisi Hogging didapat $M_{max} = 5875902,4826 \text{ ton.m}$

atau $-5,8759E+11 \text{ kg.cm}$

- Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 556,2488709 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{Deck} = 18098302,05 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Deck} = \frac{M_{max}}{W_{Deck}} = -32466,5953 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } = -3181,726339 \text{ N/mm}^2$$

- Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)
 $W_{Bottom} = \frac{I_{na}}{Y_{bott}}$, dimana $Y_{bott} = Y(na) = 673,7511291 \text{ cm}$

$$\text{maka } W_{Bottom} = 14941956,53 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Bottom} = \frac{M_{max}}{W_{Bottom}} = -39324,85329 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{atau } = -3853,835622 \text{ N/mm}^2$$

- Perhitungan Tegangan Ijin Kapal menurut BKI 2014 Vol. II bab V ayat C.1.2

$$\sigma_p = \frac{175}{\text{◆}} [\text{N/mm}^2] = 175 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{untuk } L > 90 \text{ m})$$

- Pengecekan Tegangan

Dari ketiga tegangan menurut kondisi air tenang, sagging dan hogging tersebut dibandingkan dengan klasifikasi maka :

$$\sigma_{Deck} (\text{Air Tenang, Sagging, dan Hogging}) < \sigma_p$$

$$\sigma_{Bottom} (\text{Air Tenang, Sagging dan Hogging}) < \sigma_p$$

7.10.2 Perhitungan dan Pengecekan Modulus

Modulus Penampang Kapal Minimum menurut BKI 2014 Vol. II Bab V ayat C.2

$$W_{min} = k \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0.7) \times 10^{-6} [\text{m}^3]$$

dimana :

$$C = c_o = 10.75 - \left[\frac{(300 - \text{◆})}{100} \right]^{1.5} \quad \text{untuk } L < 300 \text{ m}$$

$$= 8,94$$

$$L = 151,6 \text{ m}$$

$$k = 1$$

$$B = 27,6 \text{ m}$$

$$C_b = 0,784$$

sehingga :

$$W_{min} = 8,418 \text{ m}^3$$

- Modulus Penampang Kapal dari Perhitungan Pelat dan Profil (W Kapal)

- Pada Deck

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 556,2488709 \text{ cm}$$

$$W_{Deck} = 18098302,05 \text{ cm}^3 \text{ atau } = 18,09830205 \text{ m}^3$$

□ Pada Bottom

$$W_{Bott} = \frac{I_{na}}{Y_{bottom}}, \text{ dimana } Y_{bottom} = Y(na) = 673,7511291 \text{ cm}$$

$$W_{Bott} = 14941956,53 \text{ cm}^3 \text{ atau } = 14,94195653 \text{ m}^3$$

□ Pengecekan Modulus

Dari ketiga modulus menurut klasifikasi tersebut dibandingkan dengan perhitungan pelat dan profil maka :

$$W_{Pelat \& Profil} > W_{Klasifikasi}$$

7.10.3 Perhitungan dan Pengecekan Momen Inersia

Momen Inersia Minimum menurut BKT 2014 Vol. II Bab V ayat C.3

$$J = 3 \times 10^{-2} \times W_{min} \times \frac{L}{k} \text{ [m}^4\text{]}$$

dimana :

W = Modulus penampang terbesar dari BKT06 Vol. II Bab V di atas

$$= 8,4175 \text{ m}^3$$

$$L = 151,6 \text{ m}$$

$$k = 1$$

sehingga :

$$J = 38,283 \text{ m}^4$$

□ Momen Inersia dari Perhitungan Pelat dan Profil (I_{na})

$$I_{na} = 10067160081 \text{ cm}^4 \text{ atau } = 100,6716008 \text{ m}^4$$

□ Pengecekan Momen Inersia

Dari momen inersia menurut klasifikasi tersebut dibandingkan dengan perhitungan pelat dan profil maka :

$$J < I_{na}$$

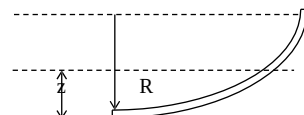
Dari perhitungan untuk Tegangan, Modulus dan Momen Inersia semuanya memenuhi syarat yang ditentukan BKT 2014 untuk Konstruksi Lambung.

7.11 PERHITUNGAN MODULUS PENAMPANG MELINTANG KAPAL

7.11.1 Perhitungan Luas, Titik Berat dan Momen Inersia Pelat dan Profil

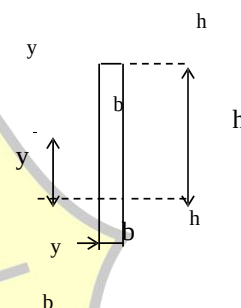
a. Pelat Bilga

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang pelat (l)} &= 3149,00 \text{ mm} = 314,9 \text{ cm} \\
 \text{Ukuran (R = r+t)} &= 1920,00 \text{ mm} = 192 \text{ cm} \\
 \text{(t = tebal)} &= 12,00 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm} \\
 \text{Luas (A) = l * t} &= 377,88 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat (z) = 0,5 * R} &= 96 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia (Ixx) = 0.051*t*D}^3 &= 3465333,96 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



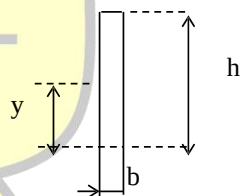
b. Pelat Sisi

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran (h = tinggi)} &= 8776,00 \text{ mm} = 877,6 \text{ cm} \\
 \text{(b = lebar)} &= 12,00 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm} \\
 \text{Luas (A) = b*h} &= 1053,12 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat (y) = 1/2*(h)} &= 438,8 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h}^3) &= 67591151,3 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



c. Pelat Lajur Atas (Shear Strake)

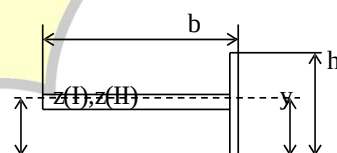
$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran (h = tinggi)} &= 1600,00 \text{ mm} = 160 \text{ cm} \\
 \text{(b = lebar)} &= 12,00 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm} \\
 \text{Luas (A) = b*h} &= 192 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat (y) = 1/2*(h)} &= 80 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h}^3) &= 409600 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



d. Senta Sisi (Side Stringer)

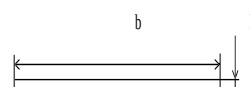
No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	25	1,6	40	0,8	32	8,533333
II	1,6	9	14,4	4,5	64,8	97,2
S1 =			54,4	S2 =		105,7333

$$\begin{aligned}
 \text{Luas (A) = S1} &= 54,4 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat (y) = S2/S1} &= 1,779411765 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia (Ixx) = S3} &= 105,7333333 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



e. Pelat Geladak

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran (h = tinggi)} &= 8,00 \text{ mm} = 0,8 \text{ cm} \\
 \text{(b = lebar)} &= 13800,00 \text{ mm} = 1380 \text{ cm} \\
 \text{Luas (A) = b*h} &= 1104 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat (y) = 1/2*(h)} &= 0,4 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h}^3) &= 58,88 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



$$t = 16,00 \text{ mm}$$

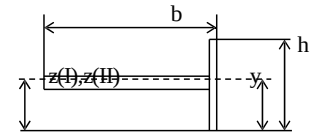
f. Web Frame (Gading Besar)

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	25	1,6	40	0,8	32	8,533333
II	1,6	9	14,4	4,5	64,8	97,2
S1 =			54,4	S2 =	96,8	10

Luas (A) = S1 = 54,4 cm²

Titik berat (y) = S2/S1 = 1,779411765 cm

Momen Inersia (Ixx) = S3 = 105,733 cm⁴



t = 16,00 mm

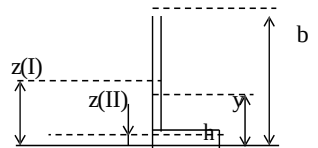
g. Ordinary Frame (Gading Kecil)

No	b	h	A = b*h	z	A*z	o
I	13	1	13	0,5	6,5	1,083333
II	1	6	6	3	18	18
		S1 =	19	S2 =	24,5	19,0833

Luas (A) = S1 = 19 cm²

Titik berat (y) = S2/S1 = 1,289473684 cm

Momen Inersia (Ixx) = S3 = 19,0833 cm⁴



t = 10,00 mm

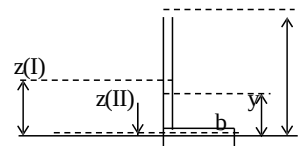
h. Deck Beam

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	0,9	7,5	6,75	3,75	25,313	31,64063
II	10	0,9	9	0,45	4,05	0,6075
S1 =			15,75	S2 =	29,363	32,248

Luas (A) = S1 = 15,75 cm²

Titik berat (y) = S2/S1 = 1,864 cm

Momen Inersia (Ixx) = S3 = 32,248 cm⁴



t = 9,00 mm

i. Pelat Alas Dalam

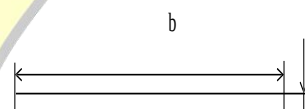
Ukuran (h = tinggi) = 9,00 mm = 0,9 cm

(b = lebar) = 11686,00 mm = 1168,6 cm

Luas (A) = b*h = 1051,74 cm²

Titik berat (y) = 1/2*(h) = 0,45 cm

Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h³) = 70,99245 cm⁴



j. Pelat Alas

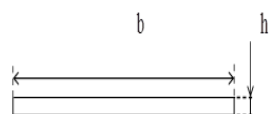
Ukuran (h = tinggi) = 12,00 mm = 1,2 cm

(b = lebar) = 10974,00 mm = 1097,4 cm

Luas (A) = b*h = 1316,88 cm²

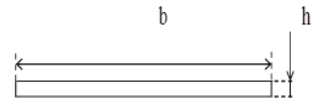
Titik berat (y) = 1/2*(h) = 0,6 cm

Momen Inersia (Ixx) = 1/12*(b*h³) = 158,0256 cm⁴



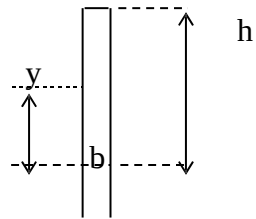
k. Pelat Lunas

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran } (h = \text{tinggi}) &= 16,00 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm} \\
 (b = \text{lebar}) &= 1600,00 \text{ mm} = 160 \text{ cm} \\
 \text{Luas } (A) = b \cdot h &= 256 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat } (y) = 1/2 \cdot (h) &= 0,8 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia } (I_{xx}) = 1/12 \cdot (b \cdot h^3) &= 54,6133333 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



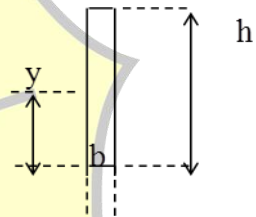
l. Centre girder

$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran } (h = \text{tinggi}) &= 1600,00 \text{ mm} = 160 \text{ cm} \\
 (b = \text{lebar}) &= 16,00 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm} \\
 \text{Luas } (A) = b \cdot h &= 256 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat } (y) = 1/2 \cdot (h) &= 80 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia } (I_{xx}) = 1/12 \cdot (b \cdot h^3) &= 546133,333 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



m. Side girder

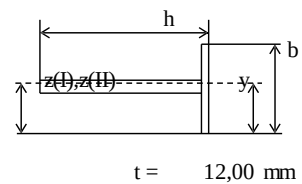
$$\begin{aligned}
 \text{Ukuran } (h = \text{tinggi}) &= 1600,00 \text{ mm} = 160 \text{ cm} \\
 (b = \text{lebar}) &= 12,00 \text{ mm} = 1,2 \text{ cm} \\
 \text{Luas } (A) = b \cdot h &= 192 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat } (y) = 1/2 \cdot (h) &= 80 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia } (I_{xx}) = 1/12 \cdot (b \cdot h^3) &= 409600 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



n. Strong Beam

No	b	h	A = b*h	z	A*z	Io
I	1,2	160	192	80	15360	409600
II	1,2	8	9,6	4	38,4	51,2
S1 =			201,6	S2 =		
				15398,4		
				409651,2		

$$\begin{aligned}
 \text{Luas } (A) = S1 &= 201,6 \text{ cm}^2 \\
 \text{Titik berat } (y) = S2/S1 &= 76,38095238 \text{ cm} \\
 \text{Momen Inersia } (I_{xx}) = S3 &= 409651,2 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$



Tabel 7.34. Perhitungan Modulus Penampang Badan Kapal

No	Nama Bagian	Jumlah	Luas (A)	<1>*<2>	Titik berat terh. Dsr	<3>*<4>	<3>*<4>^2	Moment
		<1>	<2>	<3>	<4>	<5>	<6>	<7>
a	Bilga Plate	2	377,880	755,76	96	72552,96	6965084,16	3465333,965
b	Sheel Plate	2	1053,12	2106,24	2358,8	4968198,912	11718987593,626	67591151,258
c	Sheer Strake	2	192	384	720	276480	199065600	409600,000
d	Side Stringer	2	54,4	108	398,221	43326,4	17253464,494	105,733
e	Deck Plate	2	1104	2208	1279,6	2825356,8	3615326561,28	58,880
f	Web Frame	1	54,400	54,400	756,000	41126,400	31091558,400	105,733
g	Ordinary Frame	1	19,000	19,000	756,000	14364,000	10859184,000	19,083
h	Deck Beam	1	15,750	15,750	1278,136	20130,638	25729686,740	32,248
i	Inner Bottom	2	1051,74	2103,48	159,55	335610,234	53546612,835	70,992
j	Bottom Shell Plating	2	1316,88	2633,76	0,6	1580,256	948,154	158,026
k	Plat Lunas	1	256	256	0,8	204,8	163,84	54,613
l	Center Girder	1	256	256	80	20480	1638400	546133,333
m	Side Girder	6	192	1152	80	92160	7372800	409600,000
n	Strong Beam	1	201,600	201,600	1203,619	242649,600	292057680,457	409651,200
ber : (Sumber : Data Hasil Olahan)				12254,790		8954221,000	15979895337,985	72832075,065

$$\begin{aligned}
 \text{Titik berat } Y(na) = Z1 &= (\Sigma 2 / \Sigma 1) = 730,866 \text{ cm} \\
 Z2 &= H - Z1 = 549,134 \text{ cm} \\
 I_{xx} &= \Sigma 3 + \Sigma 4 = 16107023333,051 \text{ cm}^4 \\
 I_{na} &= I_{xx} - Z1^2 \cdot \Sigma 1 = 9510197304,053 \text{ cm}^4 \\
 W_{\text{Bottom}} &= I_{na} / Z1 = 13012232,004 \text{ cm}^3 \\
 W_{\text{Deck}} &= I_{na} / Z2 = 17318535,069 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

7.12 PEMERIKSAAN KEKUATAN MELINTANG KAPAL

7.12.1 Perhitungan dan Pengecekan Tegangan

$$H = 1230 \text{ cm} \quad Y(na) = 730,671 \text{ cm} \quad I_{na} = 9510136825,379 \text{ cm}^4$$

$$L = 151,6 \text{ m} \quad k = 1$$

□ Pada Kondisi Air Tenang

Dari table kondisi air tenang didapat $M_{max} = -5875902,483 \text{ ton.m}$ atau $-5,876E+11 \text{ kg.cm}$

➤ Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 499,33 \text{ cm}$$

$$\text{Maka } W_{deck} = 19045837,3153 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Deck} = \frac{M_{max}}{W_{Deck}} = -30851,3739 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3023,434642 \text{ N/mm}^2$$

➤ Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)

$$W_{Bottom} = \frac{I_{na}}{Y_{bottom}}, \text{ dimana } Y_{bott} = Y(na) = 730,671 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{Bottom} = 13015619,0776 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Bottom} = \frac{M_{max}}{W_{Bottom}} = -45145,0096 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -4424,210 \text{ N/mm}^2$$

□ Pada Kondisi Sagging

Dari tabel momen kondisi Sagging didapat $M_{max} = -5875902,4826 \text{ ton.m}$

atau $-5,8759E+11 \text{ kg.cm}$

➤ Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 499,33 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{Deck} = 19045837,32 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Deck} = \frac{M_{max}}{W_{Deck}} = -30851,3739 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3023,434642 \text{ N/mm}^2$$

➤ Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)

$$W_{Bottom} = \frac{I_{na}}{Y_{bottom}}, \text{ dimana } Y_{bott} = Y(na) = 730,671109 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{Bottom} = 13015619,08 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Bottom} = \frac{M_{max}}{W_{Bottom}} = -45145,0096 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -4424,210941 \text{ N/mm}^2$$

□ Pada Kondisi Hogging

Dari tabel momen kondisi Hogging didapat $M_{max} = 5875902,4826 \text{ ton.m}$

atau $-5,8759E+11 \text{ kg.cm}$

- Pada geladak (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tekan)

$$W_{\text{Deck}} = \frac{I_{na}}{Y_{\text{deck}}}, \text{ dimana } Y_{\text{deck}} = H - Y(na) = 499,328891 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{\text{Deck}} = 19045837,32 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{Deck}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_{\text{Deck}}} = -30851,3739 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -3023,434642 \text{ N/mm}^2$$

- Pada bottom (dalam hal ini kondisi geladak mengalami beban tarik)

$$W_{\text{Bottom}} = \frac{I_{na}}{Y_{\text{bottom}}}, \text{ dimana } Y_{\text{bott}} = Y(na) = 730,671109 \text{ cm}$$

$$\text{maka } W_{\text{Bottom}} = 13015619,08 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{Bottom}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_{\text{Bottom}}} = -45145,0096 \text{ kg/cm}^2 \text{ atau } -4424,210941 \text{ N/mm}^2$$

- Perhitungan Tegangan Ijin Kapal menurut BKI 2014 Vol. II bab V ayat C.1.2

$$\sigma_p = \frac{175}{k} \text{ N/mm}^2 = 175 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{untuk } L > 90 \text{ m})$$

- Pengecekan Tegangan

Dari ketiga tegangan menurut kondisi air tenang, sagging dan hogging tersebut dibandingkan dengan klasifikasi maka :

$$\sigma_{\text{Deck}} (\text{Air Tenang, Sagging, dan Hogging}) < \sigma_p$$

$$\sigma_{\text{Bottom}} (\text{Air Tenang, Sagging dan Hogging}) < \sigma_p$$

7.12.2 Perhitungan dan Pengecekan Modulus

Modulus Penampang Kapal Minimum menurut BKI 2014 Vol. II Bab V ayat C.2

$$W_{\text{min}} = k \times C \times L^2 \times B \times (C_b + 0.7) \times 10^{-6} [\text{m}^3]$$

dimana :

$$C = c_0 = 10,75 - \left[\frac{(300 - L)}{100} \right]^{1,5} \quad \text{untuk } L < 300 \text{ m}$$

$$= 8,94$$

$$L = 151,6 \text{ m}$$

$$k = 1$$

$$B = 27,6 \text{ m}$$

$$C_b = 0,784$$

sehingga :

$$W_{\text{min}} = 8,418 \text{ m}^3$$

- Modulus Penampang Kapal dari Perhitungan Pelat dan Profil (W Kapal)

- Pada Deck

$$W_{Deck} = \frac{I_{na}}{Y_{deck}}, \text{ dimana } Y_{deck} = H - Y(na) = 499,32889 \text{ cm}$$

$$W_{Deck} = 19045837,32 \text{ cm}^3 \text{ atau } = 19,04583732 \text{ m}^3$$

- Pada Bottom

$$W_{Bott} = \frac{I_{na}}{Y_{bottom}}, \text{ dimana } Y_{bottom} = Y(na) = 673,7511291 \text{ cm}$$

$$W_{Bott} = 13015619,08 \text{ cm}^3 \text{ atau } = 13,01561908 \text{ m}^3$$

- Pengecekan Modulus

Dari ketiga modulus menurut klasifikasi tersebut dibandingkan dengan perhitungan pelat dan profil maka :

$$W_{Pelat \& Profil} > W_{Klasifikasi}$$

7.12.3 Perhitungan dan Pengecekan Momen Inersia

Momen Inersia Minimum menurut BKI 2014 Vol. II Bab V ayat C.3

$$J = 3 \times 10^{-2} \times W_{min} \times \frac{L}{k} \text{ [m}^4\text{]}$$

dimana :

$$W = \text{Modulus penampang terbesar dari BKI'06 Vol. II Bab V di atas}$$

$$= 8,4175 \text{ m}^3$$

$$L = 151,6 \text{ m}$$

$$k = 1$$

sehingga :

$$J = 38,283 \text{ m}^4$$

- Momen Inersia dari Perhitungan Pelat dan Profil (I_{na})

$$I_{na} = 9510136825 \text{ cm}^4 \text{ atau } = 95,10136825 \text{ m}^4$$

- Pengecekan Momen Inersia

Dari momen inersia menurut klasifikasi tersebut dibandingkan dengan perhitungan pelat dan profil maka :

$$J < I_{na}$$

Dari perhitungan untuk Tegangan, Modulus dan Momen Inersia semuanya memenuhi syarat yang ditentukan BKI 2014 untuk Konstruksi Lambung.

BAB VIII

PENUTUP

Dengan diselesaikannya penyusunan Tugas Merancang Kapal ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan yang berhubungan dengan perencanaan kapal *MV. PARIRODOADSOASDWIANRI 117 TEUS*, sebagai sarana penunjang armada perkapalan Indonesia. Adapun kesimpulan penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kapal yang dirancang adalah jenis Pengangkutan barang dengan tipe *Container*, maka memerlukan *handling equipment* seperti: *crane* dan perlengkapan peralatan bongkar muat.
2. Jalur pelayaran Surabaya - Singapura (2740 mil laut) merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan pelayanan jasa transportasi laut secara efektif dan efisien dalam rangka pembangunan ekonomi di wilayah jalur persimpangan perdagangan.

Ukuran utama dari *MV. Gloryland General Cargo 3000 DWT* yang direncanakan untuk pelayaran Tanjung Pinang ~ Dumai adalah :

Tipe kapal	: <i>Container</i>
Teus	: 117 Teus
Tonnage	: 3000 DWT
GRT	: 2.380,812 Ton
NRT	: 714,244 Ton
Jumlah ABK	: 30 Orang
Length Over All (LOA)	: 90,00 m
Length Water Line (LWL)	: 86,80 m
Length Between Perpendicular (LBP)	: 85,00 m
Breadth (B)	: 15,00 m
Draft (T)	: 5,50 m
Height (H)	: 8,10 m
Vs	: 12 Knot
Coefficient Block (Cb)	: 0,67
Coefficient Midship (Cm)	: 0,980
Coefficient Prismatic (Cp)	: 0,683
Coefficient Waterline (Cw)	: 0,803

<i>Displacement (Δ)</i>	: 4835,098 Ton
<i>Volume Displacement (∇)</i>	: 4698,375 m ³

3. Rencana Umum

- Jarak gading bagian buritan dan haluan : 0,60 m
- Jarak gading bagian tengah kapal : 0,65 m
- Jumlah sekat kedap air : 5 buah
- Tinggi *double bottom* : 1200 mm
- Perlengkapan kapal :
- Pintu kedap : 10 buah
- Jendela kedap : 24 buah
- Berat jangkar : 1740 kg (3 buah)
- Panjang rantai jangkar : 440 meter
- Panjang tali tambat : 160 meter
- Volume total *chain locker* : 7,819 m³
- Mesin jangkar : 2 buah tipe *Electro Hydraulic*
- *Bollard* : Ø 480 mm, tinggi 510 mm
- Lampu Navigasi : Lampu Tiang (*Masthead Light*), Lampu Lambung (*Side Light*), Lampu Buritan (*Stern Light*), Lampu Keliling, Lampu Jangkar (*Anchor Light*), Lampu Kelip (*Flashing Light*), Lampu Morse (*Morse Signal Light*), Lampu Sorot (*Search Light*), Lampu Geladak / Sekoci
- Tangga samping : Width = 800 mm, Height = 1000 mm.
- Instrumen navigasi : Kompas Magnit (*Magnetic Compass*), *VHF Radio Telephone*, *SSB Radio Telephone*, *Echo Sounder*, *Navtex*, *Epirb (Emergency Position Indicating Radio Beacon)*, *SART (Search and Rescue Radar Transponder)*
- Ventilasi : Ventilasi alarm dan mekasnis
- Sistem keselamatan kapal : Rakit Penolong (*Life Boat*), Dewi-Dewi, Rakit Penolong (*Life Raft*), Baju Penolong (*Life Jacket*), Pelampung Penolong (*Life Buoy*),

4. Total <i>Capacity Plan</i>	: 1.055,316 m ³ / tangki
5. <i>GRT</i>	: 2.380,812 Ton
6. <i>NRT</i>	: 714,244 Ton

7. Lambung Timbul : 907,50 mm

8. Perhitungan *Scantling, Midship Contruction, Shell Expansion, Contruction Profil* menggunakan *Classification* Biro Klasifikasi Indonesia *Rules for Hull 2014 Volume II* (BKI) *A * 100 * SM * ① * L

9. Dalam perencanaan kapal *General Cargo* ini dilakukan perhitungan stabilitas, dimana dalam perhitungan tersebut digunakan 4 (empat) kondisi untuk mengetahui stabilitas dari kapal *General Cargo*. Kondisi yang dimaksudkan adalah:

- Kondisi I dimana kapal dalam keadaan 100% atau *full displacement* dengan *draft* 5,50 m.
- Kondisi II, yaitu pada sarat kapal 4,939 m dengan bahan bakar 75% dan tangki *ballast* 0% serta muatan 80%.
- Kondisi III, yaitu pada sarat kapal 4,374 m dengan bahan bakar 50% dan tangki air *ballast* 0% serta muatan 60%.
- Kondisi IV, yaitu pada sarat kapal 3,814 m dengan bahan bakar 10% dan tangki *ballast* 0% serta muatan 40%.
- Dalam perencanaan kapal *General Cargo* ini dilakukan perhitungan kekuatan memanjang kapal, dimana dalam perhitungan tersebut untuk menghitung LWT dan DWT memakai *Lloyd's Register of Shipping, 1964 (Distribution of Light Weight for Still Water Bending Moment Calculation, SR 64/17)* dan perhitungan gaya tekan ke atas, gaya lintang dan momen serta perkiraan slope dan defleksi pada kondisi *sagging, hogging* dan air tenang sebagai dasar perhitungan kekuatan kapal. Dan untuk koreksi tegangan digunakan *rules BKI Volume II 2014* sebagai referensi untuk mengetahui kekuatan memanjang kapal *General Cargo* ini memenuhi syarat atau tidak dengan *rules* yang dipersyaratkan.