

## BAB VI

### PERHITUNGAN STABILITAS DAN TRIM

#### 6.1 Pengertian stabilitas

Menurut Elijah Bekker dalam buku yang berjudul “*Introduction To Steel Shipbuilding*” second edition, stabilitas adalah kecenderungan kapal untuk kembali ke posisi semula ketika senget (miring) dari posisinya semula oleh gaya-gaya luar atau lainnya. Keseimbangan dari kapal, merupakan sifat atau kecenderungan dari sebuah kapal untuk kembali kepada kedudukan semula setelah mendapat senget (kemiringan) yang disebabkan oleh gaya-gaya dari luar (Rubianto, 1996). Sedangkan menurut Wakidjo (1972), bahwa stabilitas merupakan kemampuan sebuah kapal untuk menegak kembali sewaktu kapal menyenget oleh karena kapal mendapatkan pengaruh luar, misalnya angin, ombak dan sebagainya.

Secara umum hal-hal yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Faktor internal yaitu tata letak barang/cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukran.
2. Faktor eksternal yaitu berupa angin, ombak, arus dan badai

Dilihat dari sifatnya, stabilitas atau keseimbangan kapal dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu stabilitas statis dan stabilitas dinamis. Stabilitas statis diperuntukkan bagi kapal dalam keadaan diam dan terdiri dari stabilitas melintang dan membujur. Stabilitas melintang adalah kemampuan kapal untuk tegak sewaktu mengalami senget dalam arah melintang yang disebabkan oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya, sedangkan stabilitas membujur adalah kemampuan kapal untuk kembali ke kedudukan semula setelah mengalami senget dalam arah yang membujur oleh adanya pengaruh luar yang bekerja padanya. Stabilitas melintang kapal dapat dibagi menjadi sudut senget kecil ( $0^\circ$ - $15^\circ$ ) dan sudut senget besar ( $>15^\circ$ ). Akan tetapi untuk stabilitas awal pada umumnya diperhitungkan hanya hingga  $15^\circ$  dan pada pembahasan stabilitas melintang saja.

Sedangkan stabilitas dinamis diperuntukkan bagi kapal-kapal yang sedang oleng atau mengangguk ataupun saat menyenget besar. Pada umumnya kapal hanya menyenget kecil saja. Jadi senget yang besar, misalnya melebihi  $20^\circ$  bukanlah hal yang biasa dialami. Senget-senget besar ini disebabkan oleh beberapa keadaan umpamanya badai atau oleng besar ataupun gaya dari dalam antara lain GM yang *negative*.

Dalam stabilitas kapal dikenal 3 jenis stabilitas, yaitu:

1) Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

2) Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

3) Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar , maka timbulah sebuah momen yang dinamakan **MOMEN PENERUS/Heiling Moment** sehingga kapal akan bertambah miring.

## 6.2 Data Awal Perancangan

Dalam menghitung stabilitas kapal rancangan, maka diperlukan data - data awal kapal rancangan sebagai modal yang mana data-data itu diambil dari hasil perhitungan dari Tugas Merancang Kapal I dan II kapal ini sendiri. Adapun data – data yang dimaksud adalah sebagai berikut ini:

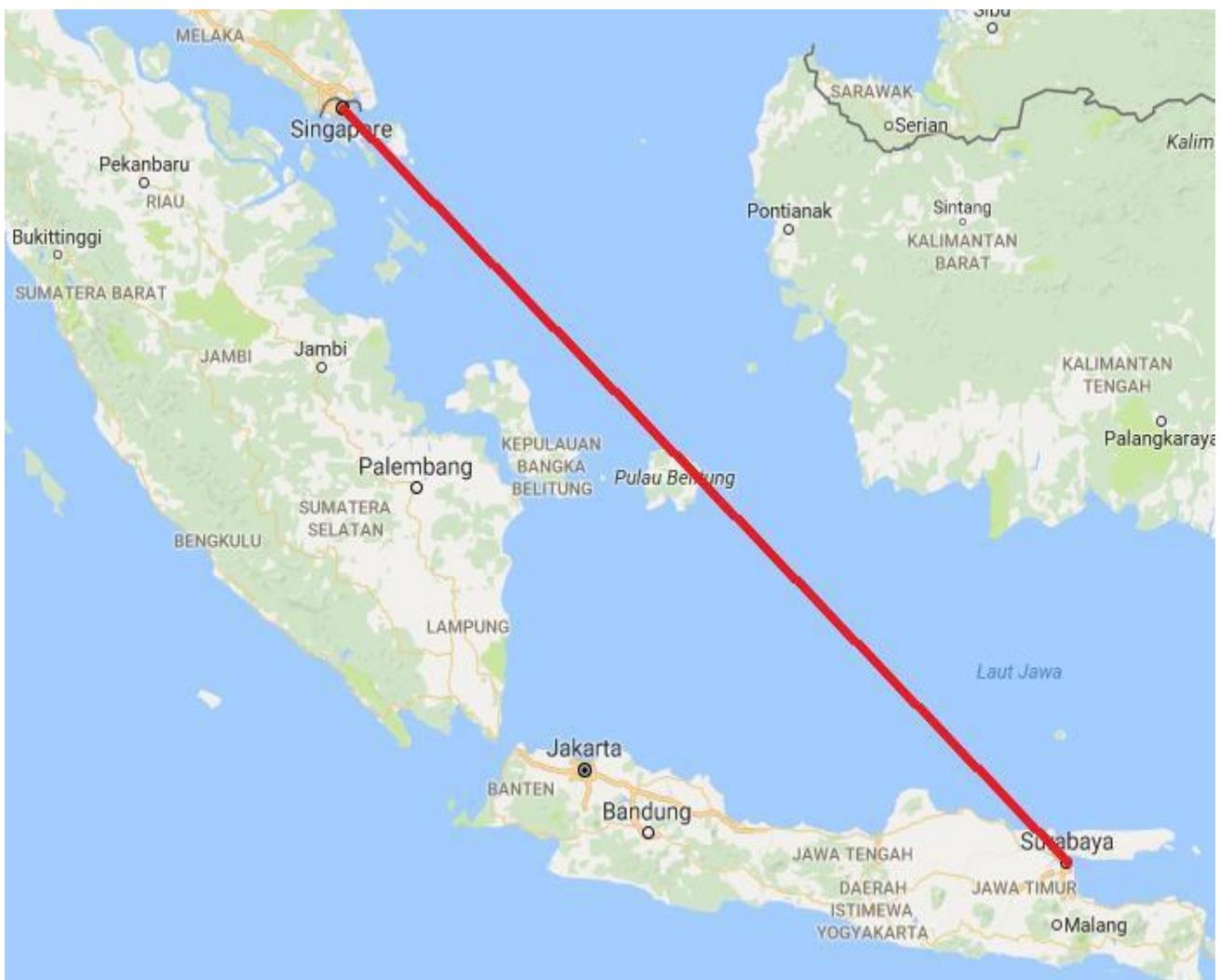
A. Ukuran - Ukuran Utama Kapal

Tipe kapal	: Container
<i>Teus</i>	: 117 Teus
<i>Tonnage</i>	: 3000 DWT
<i>GRT</i>	: 2.380,812 Ton
<i>NRT</i>	: 714,244 Ton
Lintasan	: Tanjung Pinang~Dumai

Radius Pelayaran	: 228 Mil
<i>Pay load</i>	: 722,854 Ton
Jumlah ABK	: 30 Orang
<i>Length Over All ( LOA )</i>	: 90,00 m
<i>Length Water Line ( LWL )</i>	: 86,80 m
<i>Length Between Perpendicullar ( LBP )</i>	: 85,00 m
<i>Breadth ( B )</i>	: 15,00 m
<i>Draft ( T )</i>	: 5,50 m
<i>Height ( H )</i>	: 8,10 m
<i>V<sub>s</sub></i>	: 12 Knot
<i>Coefficient Block ( C<sub>b</sub> )</i>	: 0,67
<i>Coefficient Midship ( C<sub>m</sub> )</i>	: 0,980
<i>Coefficient Prismatic ( C<sub>p</sub> )</i>	: 0,683
<i>Coefficient Waterline ( C<sub>w</sub> )</i>	: 0,803
<i>Displacement ( Δ )</i>	: 4835,098 Ton
<i>Volume Displacement ( ∇ )</i>	: 4698,375 m <sup>3</sup>

### 6.3 Rute Pelayaran

Berdasarkan perencanaan rute pelayaran. Dalam Tugas Merancang Kapal I dan II. Akan melayari rute pelayaran dari Surabaya ke Singapore. Adapun Rute Perkiraan dari jarak tempuh pelayaran di bawah ini bersumber dari hasil pengukuran google earth dan satuan yang digunakan adalah 2740 Sea miles



Sumber: Googleearth.com

Gambar 6. 1 Rute Pelayaran MV Parirodo adsoasdwanri

#### 6.4 Perhitungan Kurva Stabilitas

Kurva silang adalah kumpulan kurva yang menunjukkan besarnya lengan penegak (momen koppel) pada berbagai sudut kemiringan dengan beberapa kondisi *displacement*.

Perhitungan kurva silang ini menggunakan perhitungan dari A.N.Krylov, yaitu dengan menggunakan harga GZ atau  $LC = NB \sin \phi$ . Untuk mendapatkan harga  $LC = NB \sin \phi$  untuk sudut kemiringan pada metode ini didasarkan pada *displacement* yang tetap (konstan). Maka untuk setiap sudut oleng yang digambarkan harus dikoreksi garis airnya, sehingga garis air pada setiap sudut oleng mempunyai *displacement* yang sama.

Untuk menggambarkan garis air tersebut terdapat dua cara, dimana salah satu caranya adalah ; untuk membuat garis air pada sudut oleng ( $d\phi$ ) yang sebenarnya, mula-mula kita lukis garis air bantu pada kemiringan ( $d\phi$ ) yaitu garis air  $W_1'L_1'$ . Garis air  $W_1'L_1'$  ini

memotong garis air  $W_oL_o$  menurut sumbu memanjang kapal yang melalui titik berat ( F ) dari garis air  $W_oL_o$ . selanjutnya dapat dilukiskan garis air pada kemiringan (  $d\phi$  ) yang sebenarnya  $W_1L_1$ , dimana garis air ini sejajar garis  $W_1'L_1'$  pada jarak ( t ), jadi *displacement* kapal dibawah garis  $W_1L_1$  adalah sama dengan displacement kapal bawah garis air  $W_oL_o$ .

Maka didapat volume lapisan diantara  $W_1'L_1'$  dan  $W_1L_1$  :

$$\nabla_{(W_1L_1 - W_1'L_1')} = t \times A_w$$

Dimana :

$t$  = Tebal lapisan antara  $W_1L_1$  dengan  $W_1'L_1'$

$A_w$  = Luas garis air

Dan volume lapisan antara  $W_1L_1$  dengan  $W_1'L_1'$  adalah sama dengan selisih volume baji masuk dan baji keluar yaitu  $V_1 - V_2$ .

$V_1$  = Volume baji yang masuk kedalam air.

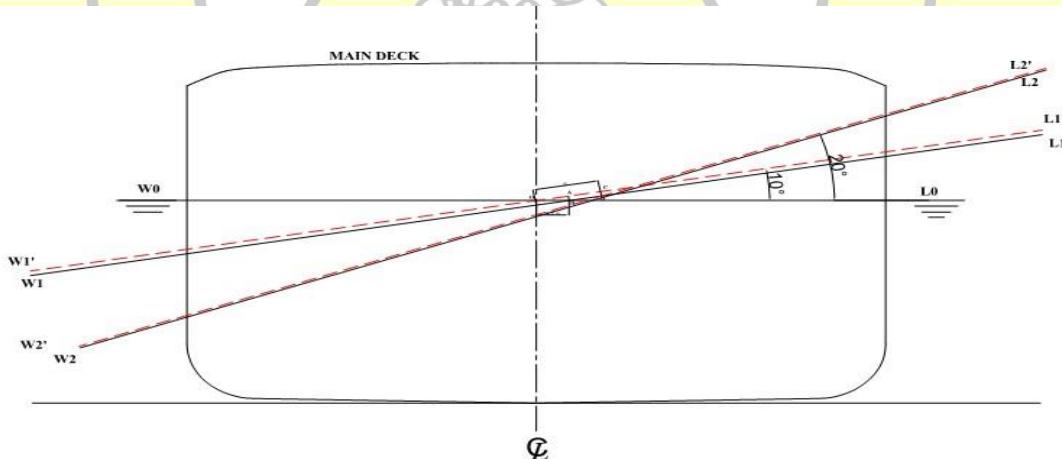
$V_2$  = Volume baji yang keluar dari air.

Jadi :

$$t \times A_w = V_1 - V_2$$

$$t = (V_1 - V_2) / A_w$$

Langkah diatas dilakukan secara berulang-ulang pada kondisi sudut berbeda untuk mencari letak titik berat bidang garis air pada kondisi sudut tertentu tersebut.



Gambar 6.2 Garis Air Bantu dan Garis Air Sebenarnya

(sumber : SNAME, Principles of Naval Architect Volume I Stability and Strength )

## 6.5 Langkah Pembuatan Kurva Silang

Kurva silang merupakan gambaran dari beberapa buah station yang diambil dari proyeksi kapal, dengan jarak masing-masing station diambil dari station tengah kapal (*midship*), ditentukan dengan menggunakan kooifisien *Tchebycheff*.

Untuk melakukan penggambaran kurva silang mengikuti langkah urutan-urutan sebagai berikut :

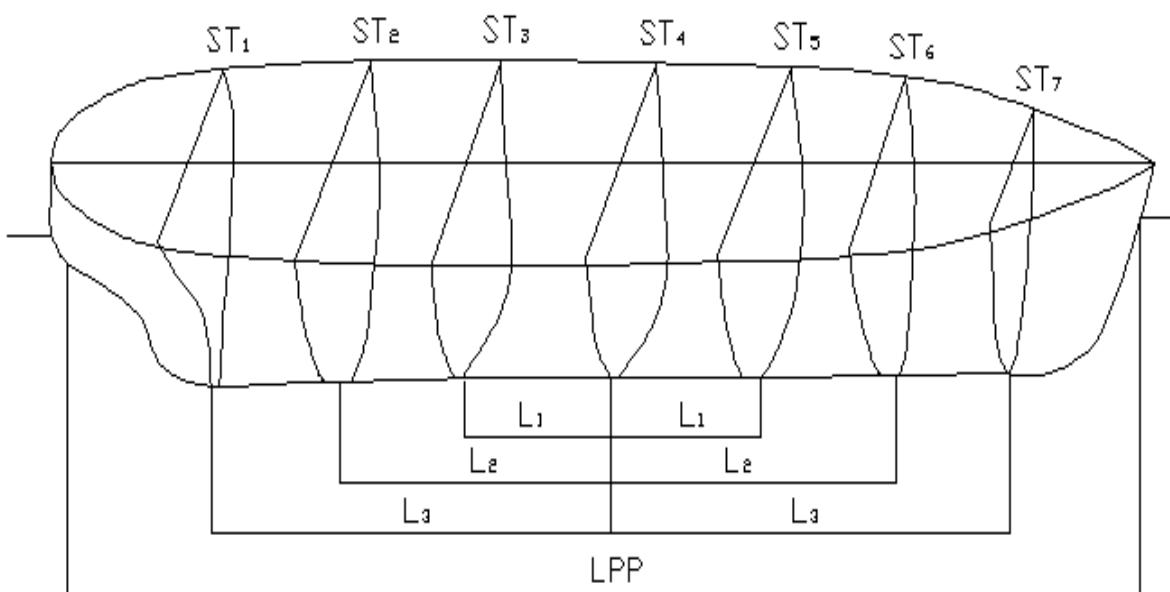
Panjang kapal (LBP) dibagi dalam beberapa penampang melintang menurut metode *Tchebycheff*, yaitu 7 station. Sumber: *K. C. Barnaby, Basic Naval Architecture, Hutchinson Scientific and Technical, London, 1976, Table 2, p. 41.* Dimana jarak station pembagi tersebut terhadap midship adalah :

$$\pm l_1 = 0.16195 \text{ LBP}$$

$$\pm l_2 = 0.26485 \text{ LBP}$$

$$\pm l_3 = 0.44195 \text{ LBP}$$

Menurut pembagian tersebut tiap-tiap penampang melintang digambarkan secara utuh dalam satu *body plan*. Seperti biasanya penampang melintang kapal yang terletak didepan tengah kapal digambarkan dengan garis terputus-putus sedangkan penampang melintang yang terletak dibelakang tengah kapal digambarkan dengan garis penuh.



Gambar 6.3 Pembagian Tujuh Station Menurut *Tchebycheff*

(sumber : SNAME, Principles of Naval Architect Volume I Stability and Strength )

Dengan kurva *Tchebycheff* dapat di gambarkan perubahan kedudukan titik berat bidang garis air, apabila kapal mengalami kemiringan (*heeling*), dan juga untuk menghitung radius metasenter (BM) pada masing-masing sudut kemiringan.

Untuk membuat diagram lengan stabilitas bentuk dengan ordinat yang sama dengan  $LC = NB \sin \phi$ , maka paling sedikit dibutuhkan empat keadaan *displacement*. Untuk perhitungan kurva silang pada tugas ini ditetapkan displacement pada :

1. Kondisi I, yaitu dengan muatan kapal 100%
2. Kondisi II, yaitu pada sarat kapal dengan bahan bakar 75% dan tangki *ballast* 0% dirty oil dengan muatan 80%.
3. Kondisi III, yaitu pada sarat kapal dengan bahan bakar 50% dan tangki air *ballast* 10% dengan muatan 100%.
4. Kondisi IV, yaitu pada sarat kapal dengan bahan bakar 25% dan tangki *ballast* 20% dengan muatan 40%.

Adapun sudut oleng yang ditinjau meliputi :  $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$  dan  $90^\circ$ . Untuk menentukan titik berat garis air yang merupakan sumbu putar dan harga (BM) untuk suatu keadaan tertentu menggunakan tabel (A). Pada tabel ini dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut.

#### Keterangan perhitungan pada Tabel (A) :

a). Luas Garis air (  $A_w$  )

$$A_w = \int_{-45}^{+45} (Y_a + Y_b) d\phi$$

$$\text{TertulisI} = \sum Y_a + \sum Y_b$$

b). Momen Statis (  $M_x$  )

$$M_x = \int_0^L (Y_a^2 + Y_b^2) d\phi$$

$$\text{TertulisII} = \sum Y_a^2 + \sum Y_b^2$$

c). Moment Inertia (  $I_x$  )

$$I_x = \frac{1}{3} \int_0^L (Y_a^3 + Y_b^3) d\phi$$

$$\text{TertulisIII} = \sum Y_a^3 + \sum Y_b^3$$

d). Titik Berat Garis Air (  $e$  )

$$e = \frac{Mx}{Aw} = \frac{1}{2} \frac{\sum (Ya^2 - Yb^2)}{\sum (Ya + Yb)}$$

$$\text{Tertulis IV} = \frac{1}{2} \times \frac{(II)}{(I)}$$

e). Momen Inertia Garis Air Dihitung Pada :

$$V = Ix = \frac{1}{3} \times \frac{L}{n} \times (III)$$

dimana :  $L = \text{Panjang Kapal (LBP)}$   
 $n = \text{Jumlah Ordinat (7buah)}$

$$\text{Tertulis } V = Ix = \frac{1}{3} \times \frac{L}{n} \times (III)$$

f). Kalau Sumbu  $I_x$  tidak melalui titik berat dari garis air, maka harga  $I_x$  harus dikoreksi.

$$I_{\text{KOR}} = Aw \times e^2$$

$$Aw = \left( \frac{L}{n} \right) \times 1$$

$e$  = Jarak titik berat ke sumbu perhitungan  $I_x$ .

$$\text{Tertulis VI} = I_{\text{KOR}} = \frac{L}{n} \times (I) \times (IV)^2$$

g).  $I_{xo} = I_x - I_{\text{KOREKSI}}$

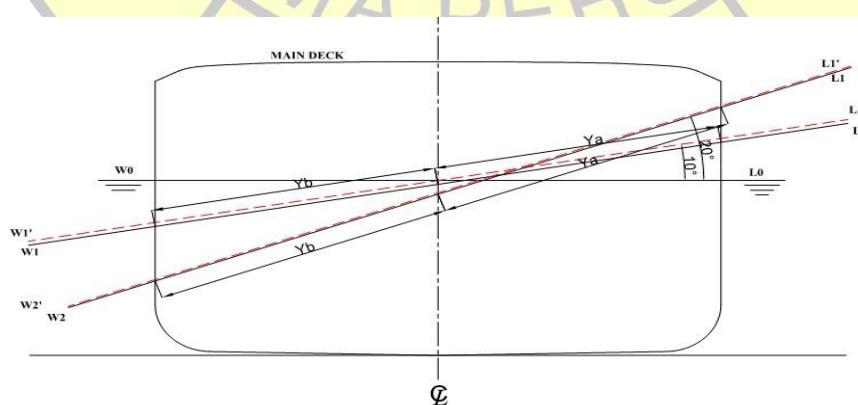
$$\text{Tertulis VII} = I_{xo} = (V) - (VI)$$

h).  $BM\varphi = \frac{I_{xo}}{\text{Volume}}$

$$\text{Tertulis VIII} = BM\varphi = \frac{I_{xo}}{\text{Volume}}$$

Setelah menggunakan tabel (A), maka sekarang secara mengukur ( $Ya$ ) dan ( $Yb$ ); pertama kita gambarkan garis air bantu  $W_1'L_1'$  yang membentuk sudut  $10^\circ$  dengan  $W_oL_o$  pada titik 0. Dari titik 0 ini dilakukan pengukuran harga ( $Ya$ ) dan ( $Yb$ ) untuk setiap ordinat dan memasukkannya dalam tabel (A) untuk sudut  $10^\circ$ . Untuk kapal dalam kondisi tegak harga dari (e) adalah 0.

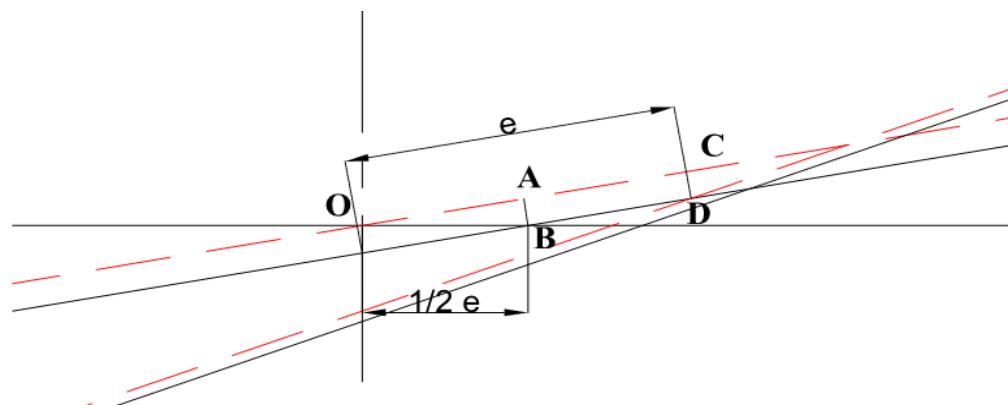
Berikut dibawah ini adalah contoh-contoh cara pembacaan  $Ya$ ,  $Yb$ ,  $Ya'$  dan  $Yb'$ .



Gambar 6.4 Cara Pembacaan Titik  $Ya$  dan  $Yb$  dalam Perhitungan Stabilitas

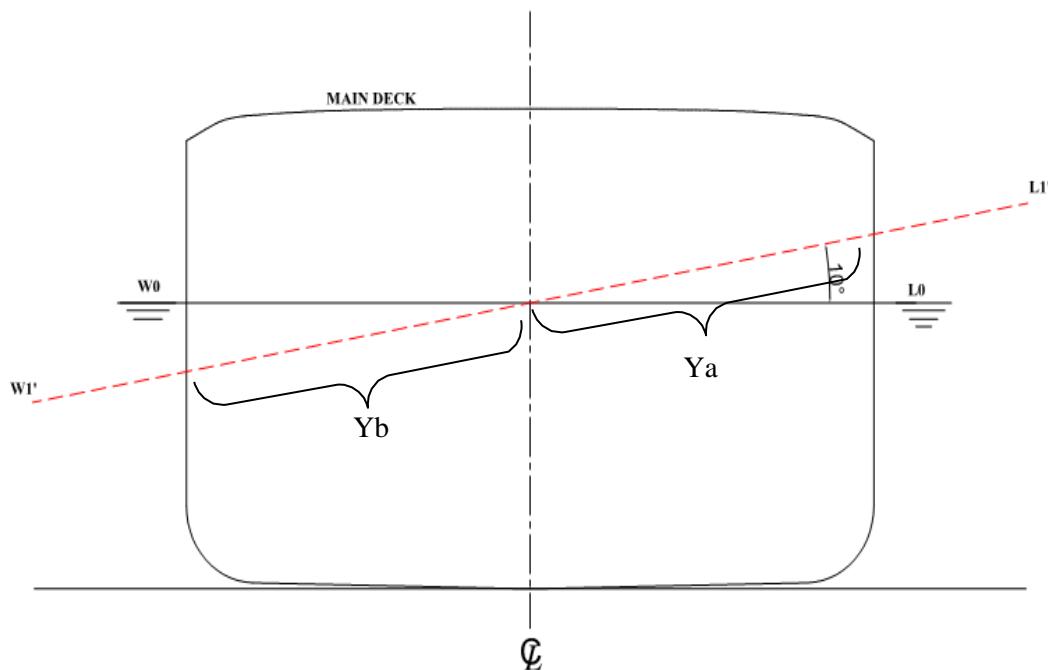
(sumber : SNAME, Principles of Naval Architect Volume I Stability and Strength )

Dari titik berat garis  $W_oL_o$  yaitu 0 kita ukur  $OB = \frac{1}{2} e$  pada  $W_oL_o$ .



Gambar 6.5 Penggambaran Garis Air Pada *Displacement* Sebenarnya  
(sumber : SNAME, Principles of Naval Architect Volume I Stability and Strength )

Pada harga (  $e$  ) positif maka OB diukur kearah bagian yang masuk ( kekanan / ke arah Ya ). Sedangkan bila harga (  $e$  ) negatif maka OB dilakukan kebagian yang keluar ( kekiri / kearah Yb ).



Gambar 6.6 Penggambaran Garis Air Bantu  
(sumber : SNAME, Principles of Naval Architect Volume I Stability and Strength )

Tarik Garis  $W_1L_1$  melalui B sejajar garis air  $W_1L_1$  dan ukurkan OC. Sama dengan (e), dan tarik OC tegak lurus  $W_1'L_1'$  sehingga memotong  $W_1L_1$  di O. Tarik garis bantu  $W_2'L_2'$  melalui O membentuk sudut  $10^\circ$  dengan garis air  $W_1L_1$ . Hal tersebut diulangi sampai dengan  $90^\circ$ .

Setelah ( BM ) didapat dari hasil perhitungan pada tabel ( A ), maka hasil ( BM ) dimasukkan kedalam tabel ( B ) untuk menghitung ( LC ) dan koordinat Metacenter.

#### Keterangan Perhitungan pada Tabel (B) :

Kolom I =  $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ$  dan  $90^\circ$ .

Kolom II = harga ( BM ) didapatkan dari tabel A.

Kolom III =  $\cos = \cos 0^\circ = 1.0000$

$\cos 10^\circ = 0.9848$

$\cos 20^\circ = 0.9397$

$\cos 30^\circ = 0.8660$

Dan seterusnya.....

Kolom IV =  $BM \cos = ( II ) \times ( III )$

Kolom V = Integral BM Cos diintegalkan, yaitu dimana :

$$= 10^\circ = a + b + c = d$$

$$= 20^\circ = c + d + e = f$$

$$= 30^\circ = e + f + g = h$$

Dan seterusnya.....

Kolom VI =  $\sin = \sin 0^\circ = 0.0000$

$\sin 10^\circ = 0.1736$

$\sin 20^\circ = 0.3420$

$\sin 30^\circ = 0.5000$

Dan seterusnya.....

Kolom VII =  $BM \sin = ( II ) \times ( VI )$

Kolom VIII = Integral BM Sin diintegalkan, yaitu dimana :

$$= 10^\circ = a + b + c = d$$

$$= 20^\circ = c + d + e = f$$

$$= 30^\circ = e + f + g = h$$

Dan seterusnya.....

Kolom IX =  $Y = d / 2 \times Kolom V$

$$1^\circ = 0.01745 \text{ rad}$$

Bila  $d = 10^\circ$  maka  $d = 0.1745$

$$D/2 = 0.1745/2 = 0.08725$$

$$Y = 0.08725 \times \text{Kolom V}$$

$$\text{Kolom X} = Z - Z_c = 0.08725 \times \text{Kolom VIII}$$

$$\text{Kolom XI} = Y \cos = \text{Kolom IX} \times \text{Kolom III}$$

$$\text{Kolom XII} = (Z - Z_c) \sin = \text{Kolom X} \times \text{Kolom VI}$$

$$\text{Kolom XIII} = LC = NBSin$$

$$= BR$$

$$= BT + TR$$

$$= Y \cos (Z - Z_c) \sin$$

$$= \text{Kolom XI} + \text{Kolom XII}$$

$$\text{Kolom XIV} = Y_m = Y - BM \sin$$

$$= \text{Kolom IX} - \text{Kolom XII}$$

$$\text{Kolom XV} = Z_m - Z_c = (Z - Z_c) + BM \cos$$

$$= \text{Kolom X} + \text{Kolom IV}$$

Harga LC dari kolom XIII, digunakan untuk menggambar diagram lengan stabilitas bentuk.

Perhitungan-perhitungan stabilitas dengan beberapa kondisi yang dimaksud diatas dapat dilihat pada tabel-tabel perhitungan halaman 10 ~ 33. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program *microsoft excel* dimana dimaksudkan untuk memudahkan hasil perhitungan.

Tabel 6.1 Stabilitas Statis Pada Kondisi 1  
Tabel 9 : STABILITAS STATIS PADA KONDISI I

ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (t)	KG (m)	MOMEN (t-m)	LCG (m)	MOMEN (t-m)
LWT	100%	1820.121	1.420	2585.379	-1.043	-1897.491
CREW + PROVISION + PAY LOAD	100%	2904.503	2.267	6583.660	-1.664	-4831.954
TOTAL (1)		4724.624	1.941	9169.040	-2.706	-6729.444
<b>SUPPLIES</b>						
FUEL OIL TANK (P&S)	100%	84.926	0.066	5.629	-22.202	-1885.527
DIRTY OIL TANK (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	-30.975	0.000
LUBRICATING OIL TANK (P&S)	100%	1.564	0.001	0.002	-27.075	-42.345
FRESH WATER TANK (P&S)	100%	4.840	0.004	0.018	-18.300	-88.565
WATER BALLAST TANK No.1 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.2 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.3 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.4 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.5 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK FP	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK BURITAN	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL (2)		91.330	0.062	5.649	-98.552	-2016.437
DISPLACEMENT [(1)+(2)]		4815.954	2.003	9174.688	-1.816	-8745.881
DISPLACEMENT					=	★ 4815.954 ton
VOLUME					=	4698.491 m <sup>3</sup>
DRAFT					=	5.500 m
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)					=	6.312 m
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG)					=	2.003 m
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG					=	4.309 m
FREE SURFACE (GG')					=	0.025 m
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GMcorr) = GM - GG'					=	4.285 m
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)					=	2.911 m
VBG = KG - KB + GG'					=	-0.884 m
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)					=	-1.816 m
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)					=	-4.484 m
HBG = LCG - LCB					=	2.668 m
MTC					=	63.473 ton-m/m
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)					=	-3.084 m
TRIM ( t ) = DISPLACEMENT x HBG / 100 x MTC					=	2.024 m
tb = LCF x t / Lpp					=	-0.073 m
th = t - tb					=	-2.098 m
Tb = T + tb					=	5.427 m
Th = T - th					=	7.598 m
TR (ROLLING PERIODE) = $(2\pi \times 0.42 \times B) / (9.81 \times GM)^{0.5}$					=	6.102 second

Sumber : Data Hasil Olahan

Gambar 6.7 Garis Air Bantu dan Sebenarnya Kondisi I



**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

Table 1.2. Tabel A Kondisi 1

T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7				
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m				
$\Delta$	=	4835.098 Ton				$\Delta$	=	4835.098 Ton							
Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>				Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>							
No.			$\varphi = 0^\circ$			No.			$\varphi = 10^\circ$						
Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		
3	6.275	6.275	39.376	39.376	247.082	247.082	3	6.816	5.384	46.458	28.987	316.657	156.068		
2	7.068	7.068	49.957	49.957	353.093	353.093	2	7.373	6.701	54.361	44.903	400.805	300.898		
1	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	1	7.616	7.616	58.003	58.003	441.754	441.754		
0	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	0	7.616	7.616	58.003	58.003	441.754	441.754		
-1	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	-1	7.616	7.603	58.003	57.806	441.754	439.496		
-2	5.790	5.790	33.524	33.524	194.105	194.105	-2	6.037	5.612	36.445	31.495	220.021	176.747		
-3	3.240	3.240	10.498	10.498	34.012	34.012	-3	3.423	3.159	11.717	9.979	40.107	31.525		
$\Sigma$	44.873	44.873	302.104	302.104	2093.917	2093.917	$\Sigma$	46.497	43.691	322.992	289.177	2302.852	1988.243		
I	$\Sigma Ya + S Yb$		=	89.746			I	$\Sigma Ya + S Yb$		=	90.188				
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	0.000			II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	33.814				
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	4187.834			III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	4291.095				
IV	$e = (II) / 2 (I)$		=	0.000	$e/2$	=	0.000	IV	$e = (II) / 2 (I)$		=	0.187	$e/2$	=	0.094
V	$Ix = 1/3 \times L \times (III)$		=	16950.759			V	$Ix = 1/3 \times L \times (III)$		=	17368.717				
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0.000			VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	38.487				
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	16950.759			VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	17330.230				
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	3.593			VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	3.674				

T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7				
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m				
$\Delta$	=	4835.098 Ton				$\Delta$	=	4835.098 Ton							
Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>				Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>							
No.			$\varphi = 20^\circ$			No.			$\varphi = 30^\circ$						
Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		
3	7.343	4.216	53.920	17.775	395.932	74.938	3	5.488	3.376	30.118	11.397	165.288	38.478		
2	7.753	6.189	60.109	38.304	466.025	237.062	2	5.488	5.496	30.118	30.206	165.288	166.012		
1	7.753	7.973	60.109	63.569	466.025	506.833	1	5.488	8.059	30.118	64.947	165.288	523.412		
0	7.753	7.981	60.109	63.696	466.025	508.361	0	5.488	8.553	30.118	73.154	165.288	625.685		
-1	7.753	7.645	60.109	58.446	466.025	446.820	-1	5.488	7.490	30.118	56.100	165.288	420.190		
-2	6.428	5.516	41.319	30.426	265.600	167.831	-2	5.488	5.484	30.118	30.074	165.288	164.927		
-3	3.731	3.150	13.920	9.923	51.937	31.256	-3	4.234	3.208	17.927	10.291	75.902	33.014		
$\Sigma$	48.514	42.670	349.595	282.138	2577.569	1973.101	$\Sigma$	37.162	41.666	198.636	276.170	1067.632	1971.717		
I	$\Sigma Ya + S Yb$		=	91.184			I	$\Sigma Ya + S Yb$		=	78.828				
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	67.457			II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	-77.535				
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	4550.670			III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	3039.350				
IV	$e = (II) / 2 (I)$		=	0.370	$e/2$	=	0.185	IV	$e = (II) / 2 (I)$		=	-0.492	$e/2$	=	-0.246
V	$Ix = 1/3 \times L \times (III)$		=	18419.378			V	$Ix = 1/3 \times L \times (III)$		=	12302.129				
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	151.494			VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	231.511				
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	18267.884			VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	12070.618				
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	3.873			VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	2.559				

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	5.500 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	$L = Lpp / n$	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	$L = Lpp / n$	=	12.143 m
$\Delta$	=	4835.098 Ton				$\Delta$	=	4835.098 Ton			
Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>				Volume	=	4717.169 m <sup>3</sup>			

No. Section	$\varphi = 40^\circ$						No. Section	$\varphi = 50^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	3.962	3.146	15.697	9.897	62.193	31.137	3	2.312	3.671	5.345	13.476	12.358	49.471
2	3.962	5.101	15.697	26.020	62.193	132.729	2	2.312	5.457	5.345	29.779	12.358	162.503
1	3.962	7.850	15.697	61.623	62.193	483.737	1	2.312	8.029	5.345	64.465	12.358	517.588
0	3.962	8.371	15.697	70.074	62.193	586.586	0	2.312	8.125	5.345	66.016	12.358	536.377
-1	3.962	7.383	15.697	54.509	62.193	402.438	-1	2.312	7.763	5.345	60.264	12.358	467.831
-2	3.962	5.627	15.697	31.663	62.193	178.168	-2	2.312	6.221	5.345	38.701	12.358	240.758
-3	3.962	3.451	15.697	11.909	62.193	41.099	-3	2.312	4.055	5.345	16.443	12.358	66.676
$\Sigma$	27.734	40.929	109.882	265.695	435.353	1855.894	$\Sigma$	16.184	43.321	37.417	289.144	86.509	2041.205
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$					

No. Section	$\varphi = 60^\circ$						No. Section	$\varphi = 70^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	0.462	4.815	0.213	23.184	0.099	111.632	3	0.000	4.775	0.000	22.801	0.000	108.873
2	0.462	6.504	0.213	42.302	0.099	275.132	2	0.000	6.408	0.000	41.062	0.000	263.128
1	0.462	8.790	0.213	77.264	0.099	679.151	1	0.000	8.547	0.000	73.051	0.000	624.369
0	0.462	8.790	0.213	77.264	0.099	679.151	0	0.000	8.547	0.000	73.051	0.000	624.369
-1	0.462	8.725	0.213	76.126	0.099	664.196	-1	0.000	8.540	0.000	72.932	0.000	622.836
-2	0.462	7.425	0.213	55.131	0.099	409.345	-2	0.000	7.348	0.000	53.993	0.000	396.741
-3	0.462	5.195	0.213	26.988	0.099	140.203	-3	0.000	4.728	0.000	22.354	0.000	105.690
$\Sigma$	3.234	50.244	1.494	378.259	0.690	2958.811	$\Sigma$	0.000	48.893	0.000	359.244	0.000	2746.005
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$					

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T =	5.500 m	Jumlah Station (n) =	7	T =	5.500 m	Jumlah Station (n) =	7
Lpp =	85.000 m	L = Lpp / n	= 12.143 m	Lpp =	85.000 m	L = Lpp / n	= 12.143 m
$\Delta$ =	4835.098 Ton			$\Delta$ =	4835.098 Ton		
Volume =	4717.169 m <sup>3</sup>			Volume =	4717.169 m <sup>3</sup>		

No.	$\varphi = 80^\circ$						No.	$\varphi = 90^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	0.000	4.636	0.000	21.492	0.000	99.639	3	0.000	4.663	0.000	21.744	0.000	101.390
2	0.000	6.326	0.000	40.018	0.000	253.156	2	0.000	6.525	0.000	42.576	0.000	277.806
1	0.000	8.163	0.000	66.635	0.000	543.938	1	0.000	8.085	0.000	65.367	0.000	528.494
0	0.000	8.163	0.000	66.635	0.000	543.938	0	0.000	8.085	0.000	65.367	0.000	528.494
-1	0.000	8.163	0.000	66.635	0.000	543.938	-1	0.000	8.085	0.000	65.367	0.000	528.494
-2	0.000	7.577	0.000	57.411	0.000	435.003	-2	0.000	7.850	0.000	61.623	0.000	483.737
-3	0.000	5.199	0.000	27.030	0.000	140.527	-3	0.000	6.142	0.000	37.724	0.000	231.702
$\Sigma$	0.000	48.227	0.000	345.855	0.000	2560.138	$\Sigma$	0.000	49.435	0.000	359.768	0.000	2680.117
I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 48.227					I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 49.435				
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= -345.855					II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= -359.768				
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 2560.138					III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 2680.117				
IV	$e = (II) / 2 (I)$	= -3.586	$e/2$	= -1.793			IV	$e = (II) / 2 (I)$	= -3.639	$e/2$	= -1.819		
V	$I_x = 1/3 \times L \times (III)$	= 10362.465					V	$I_x = 1/3 \times L \times (III)$	= 10848.091				
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 7529.373					VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 7948.228				
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 2833.092					VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 2899.864				
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 0.601					VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 0.615				

**Tabel 6.3 Tabel Kondisi 1**

**Tabel 5 : KONDISI I**

$$\begin{aligned} T &= 5.500 \text{ m} \\ \Delta &= 4835.098 \text{ Ton} \\ \text{Volume} &= 4717.169 \text{ m}^3 \\ d\varphi &= 10^\circ \\ &= 0.175 \text{ rad.} \\ d\varphi / 2 &= 0.087 \end{aligned}$$

$\varphi$	BM $\varphi$	Cos $\varphi$	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	Integral II x III	Sin $\varphi$	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	Integral II x VI	Koordinat titik B			IX x III	X x VI	XI + XII	Koordinat titik M		
								Y $\varphi$ =	Z $\varphi$ - Z <sub>c</sub> =	Y $\varphi$ Cos $\varphi$ =	(Z $\varphi$ - Z <sub>c</sub> ) Sin $\varphi$ =	L <sub>c</sub> =	Y <sub>m</sub> =	Z <sub>m</sub> - Z <sub>c</sub> =	X <sub>m</sub> - X <sub>c</sub> =	
I	0	3.593	1.000	3.593	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.593	
II	10	3.674	0.985	3.619	7.212	0.174	0.639	0.639	0.627	0.056	0.618	0.010	0.628	-0.012	3.674	
III	20	3.873	0.940	3.640	14.471	0.342	1.324	2.603	1.259	0.226	1.183	0.077	1.261	-0.065	3.867	
IV	30	2.559	0.866	2.216	20.327	0.500	1.279	5.207	1.768	0.453	1.532	0.226	1.758	0.489	2.669	
V	40	1.738	0.766	1.332	23.875	0.643	1.118	7.604	2.077	0.662	1.591	0.425	2.016	0.959	1.993	
VI	50	1.140	0.643	0.733	25.940	0.766	0.874	9.596	2.257	0.835	1.451	0.639	2.091	1.383	1.568	
VII	60	0.831	0.500	0.416	27.089	0.866	0.720	11.189	2.357	0.973	1.178	0.843	2.021	1.637	1.389	
VIII	70	0.658	0.342	0.225	27.729	0.940	0.618	12.527	2.412	1.090	0.825	1.024	1.698	1.794	1.315	
IX	80	0.601	0.174	0.105	28.059	0.985	0.592	13.737	2.441	1.195	0.425	1.177	1.216	1.850	1.300	
X	90	0.615	0.000	0.000	28.163	1.000	0.615	14.943	2.450	1.300	0.000	1.300	0.559	1.835	1.300	

j	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
SIN j	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985	1.000	
LC	0.628	1.261	1.758	2.016	2.091	2.021	1.698	1.216	0.559	
VBG SIN j	-0.153	-0.302	-0.442	-0.568	-0.677	-0.765	-0.830	-0.870	-0.884	
GZ	0.475	0.959	1.316	1.448	1.414	1.256	0.868	0.346	-0.325	DINAMIS
Integral GZ	0.475	1.908	4.183	6.947	9.809	12.479	14.602	15.815	15.837	
d = (dj / 2) VI	0.041	0.166	0.365	0.606	0.856	1.089	1.274	1.380	1.382	STATIS

FREE SURFACE (GG') :

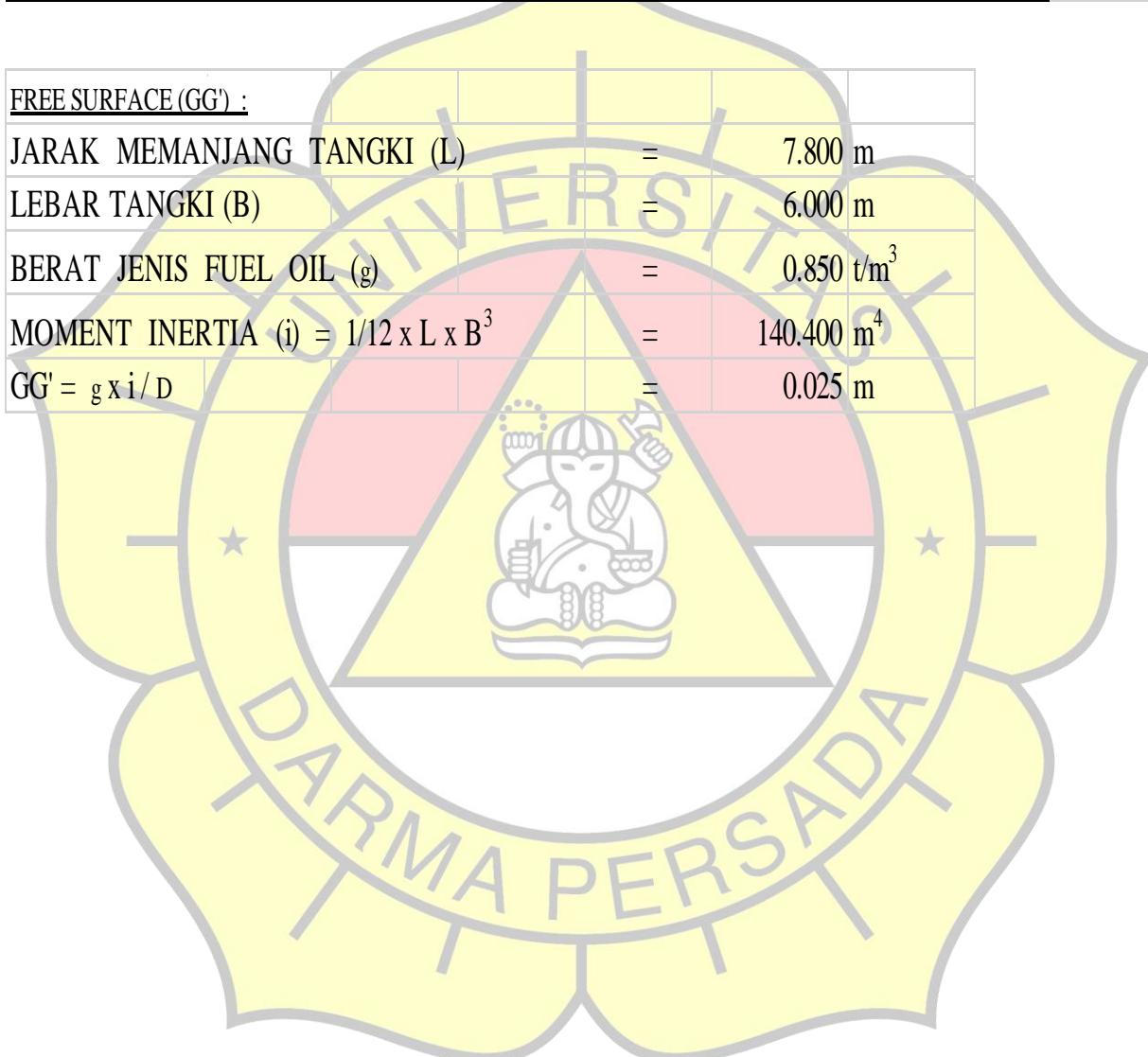
JARAK MEMANJANG TANGKI (L) = 7.800 m

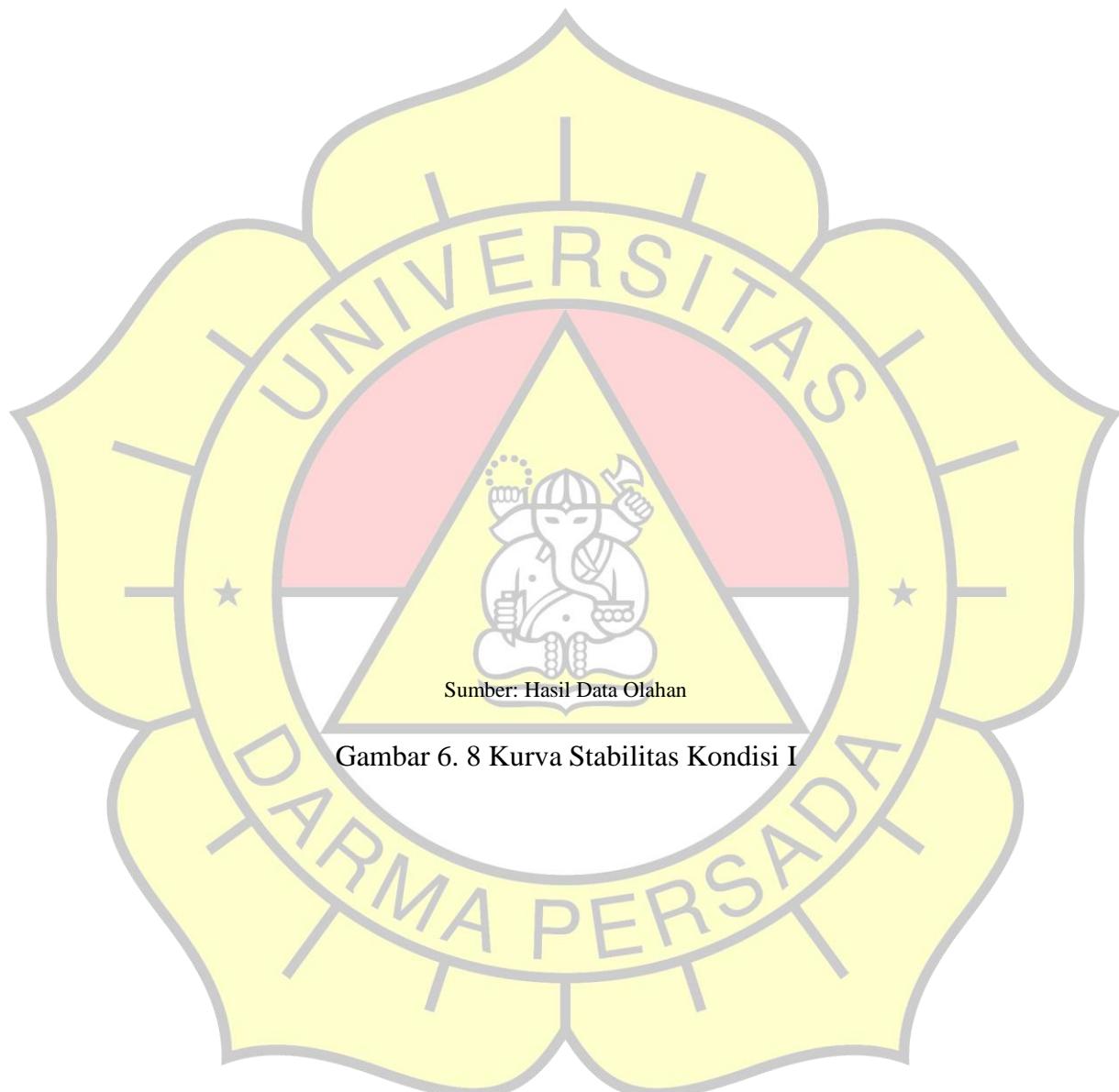
LEBAR TANGKI (B) = 6.000 m

BERAT JENIS FUEL OIL (g) = 0.850 t/m<sup>3</sup>

MOMENT INERTIA (i) =  $1/12 \times L \times B^3$  = 140.400 m<sup>4</sup>

GG' =  $g \times i / D$  = 0.025 m





Gambar 6. 8 Kurva Stabilitas Kondisi I

Tabel 10 : STABILITAS STATIS PADA KONSEP Stabilitas Statis Kondisi 2

ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (t)	KG (m)	MOMEN (t-m)	LCG (m)	MOMEN (t-m)
LWT	100%	1820.121	1.420	2585.379	-0.989	-1799.444
CREW + PROVISION + PAY LOAD	80%	2323.602	1.813	4213.543	-1.262	-2932.659
TOTAL (1)		4143.723	1.641	6798.922	-2.251	-4732.103
<b>SUPPLIES</b>						
FUEL OIL TANK (P&S)	75%	63.695	0.050	3.166	-22.202	-1414.145
DIRTY OIL TANK (P&S)	3%	2.547	0.002	0.005	-30.975	-78.889
LUBRICATING OIL TANK (P&S)	100%	1.564	0.001	0.002	-27.075	-42.345
FRESH WATER TANK (P&S)	75%	3.630	0.003	0.010	-18.300	-66.424
WATER BALLAST TANK No.1 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.2 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.3 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.4 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.5 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK FP	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK BURITAN	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TOTAL (2)		71.435	0.045	3.183	-98.552	-1601.803
DISPLACEMENT [(1)+(2)]		4215.158	1.685	6802.105	-1.503	-6333.906
DISPLACEMENT				= 4215.158	ton	
VOLUME				= 4112.350	m <sup>3</sup>	
DRAFT				= 4.939	m	
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)				= 5.953	m	
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG)				= 1.685	m	
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG				= 4.268	m	
FREE SURFACE (GG')				= 0.028	m	
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GMcorr) = GM - GG'				= 4.239	m	
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)				= 2.616	m	
VBG = KG - KB + GG'				= -0.902	m	
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)				= -1.503	m	
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)				= -4.533	m	
HBG = LCG - LCB				= 3.030	m	
MTC				= 61.344	ton-m/m	
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)				= -3.003	m	
TRIM ( t ) = DISPLACEMENT x HBG / 100 x MTC				= 2.082	m	
tb = LCF x t / Lpp				= -0.074	m	
th = t - tb				= -2.156	m	
Tb = T + tb				= 4.865	m	
Th = T - th				= 7.095	m	
TR (ROLLING PERIODE) = $(2\pi \times 0,42 \times B) / (9,81 \times GM)^{0,5}$				= 6.135	second	

Sumber : Data Hasil Olahan

Gambar 6.9 Garis Air Bantu dan Sebenarnya Kondisi II



Tabel 6.5 A – Kondisi 2

Tabel 2 : TABEL A - KONDISI II

$T$	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7	$T$	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7	
$L_{pp}$	=	85.000 m	$L = L_{pp} / n$	=	12.143 m	$L_{pp}$	=	85.000 m	$L = L_{pp} / n$	=	12.143 m	
$\Delta$	=	4270.882 Ton				$\Delta$	=	4270.882 Ton				
Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>				Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>				
No.			$\varphi = 0^\circ$			No.			$\varphi = 10^\circ$			
Section			$Y_a$	$Y_b$	$Y_a^2$	$Y_b^2$			$Y_a$	$Y_b$	$Y_a^2$	
3			5.845	5.845	34.164	34.164			6.642	4.450	44.116	19.803
2			6.886	6.886	47.417	47.417			7.317	6.366	53.538	40.526
1			7.500	7.500	56.250	56.250			7.616	7.616	58.003	58.003
0			7.500	7.500	56.250	56.250			7.616	7.616	58.003	441.754
-1			7.500	7.500	56.250	56.250			7.616	7.523	58.003	56.596
-2			5.651	5.651	31.934	31.934			5.965	5.431	35.581	29.496
-3			3.108	3.108	9.660	9.660			3.292	3.018	10.837	9.108
$\Sigma$			43.990	43.990	291.924	291.924			46.064	42.020	318.084	271.535
I			$\Sigma Y_a + S Y_b$		=	87.980			I			$\Sigma Y_a + S Y_b$
II			$\Sigma Y_a^2 - S Y_b^2$		=	0.000			II			$\Sigma Y_a^2 - S Y_b^2$
III			$\Sigma Y_a^3 + S Y_b^3$		=	4004.615			III			$\Sigma Y_a^3 + S Y_b^3$
IV			$e = (II) / 2 (I)$		=	0.000	$e/2$	=	0.000			$e = (II) / 2 (I)$
V			$I_x = 1/3 \times L \times (III)$		=	16209.154			V			$I_x = 1/3 \times L \times (III)$
VI			$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	0.000			VI			$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$
VII			$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	16209.154			VII			$I_{xo} = (V) - (VI)$
VIII			$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	3.890			VIII			$BM \varphi = (VII) / Volume$

$T$	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7	$T$	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7	
$L_{pp}$	=	85.000 m	$L = L_{pp} / n$	=	12.143 m	$L_{pp}$	=	85.000 m	$L = L_{pp} / n$	=	12.143 m	
$\Delta$	=	4270.882 Ton				$\Delta$	=	4270.882 Ton				
Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>				Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>				
No.			$\varphi = 20^\circ$			No.			$\varphi = 30^\circ$			
Section			$Y_a$	$Y_b$	$Y_a^2$	$Y_b^2$			$Y_a$	$Y_b$	$Y_a^2$	
3			7.271	3.332	52.867	11.102			6.744	2.527	45.482	6.386
2			7.757	5.656	60.171	31.990			6.744	4.763	45.482	22.686
1			7.981	7.878	63.696	62.063			6.744	7.622	45.482	58.095
0			7.981	7.981	63.696	63.696			6.744	8.247	45.482	68.013
-1			7.981	7.412	63.696	54.938			6.744	7.053	45.482	49.745
-2			6.376	5.289	40.653	27.974			6.744	5.157	45.482	26.595
-3			3.587	2.987	12.867	8.922			4.056	3.010	16.451	9.060
$\Sigma$			48.934	40.535	357.648	260.685			44.520	38.379	289.340	240.579
I			$\Sigma Y_a + S Y_b$		=	89.469			I			$\Sigma Y_a + S Y_b$
II			$\Sigma Y_a^2 - S Y_b^2$		=	96.962			II			$\Sigma Y_a^2 - S Y_b^2$
III			$\Sigma Y_a^3 + S Y_b^3$		=	4478.609			III			$\Sigma Y_a^3 + S Y_b^3$
IV			$e = (II) / 2 (I)$		=	0.542	$e/2$	=	0.271			$e = (II) / 2 (I)$
V			$I_x = 1/3 \times L \times (III)$		=	18127.704			V			$I_x = 1/3 \times L \times (III)$
VI			$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	319.002			VI			$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$
VII			$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	17808.702			VII			$I_{xo} = (V) - (VI)$
VIII			$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	4.274			VIII			$BM \varphi = (VII) / Volume$

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	4.939 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	4270.882 Ton				$\Delta$	=	4270.882 Ton			
Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>				Volume	=	4166.714 m <sup>3</sup>			

No.	$\phi = 40^\circ$						No.	$\phi = 50^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	5.161	2.303	26.636	5.304	137.468	12.215	3	3.972	2.430	15.777	5.905	62.665	14.349
2	5.161	4.230	26.636	17.893	137.468	75.687	2	3.972	4.179	15.777	17.464	62.665	72.982
1	5.161	7.056	26.636	49.787	137.468	351.298	1	3.972	6.493	15.777	42.159	62.665	273.739
0	5.161	7.267	26.636	52.809	137.468	383.765	0	3.972	6.493	15.777	42.159	62.665	273.739
-1	5.161	6.716	26.636	45.105	137.468	302.923	-1	3.972	6.469	15.777	41.848	62.665	270.714
-2	5.161	5.127	26.636	26.286	137.468	134.769	-2	3.972	5.306	15.777	28.154	62.665	149.383
-3	4.924	3.179	24.246	10.106	119.386	32.127	-3	3.972	3.545	15.777	12.567	62.665	44.550
$\Sigma$	35.890	35.878	184.061	207.290	944.194	1292.784	$\Sigma$	27.804	34.915	110.437	190.256	438.658	1099.456
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \phi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \phi = (VII) / Volume$					

No.	$\phi = 60^\circ$						No.	$\phi = 70^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	2.886	2.868	8.329	8.225	24.037	23.591	3	1.164	1.450	1.355	2.103	1.577	3.049
2	2.886	4.544	8.329	20.648	24.037	93.824	2	1.164	5.843	1.355	34.141	1.577	199.484
1	2.886	6.393	8.329	40.870	24.037	261.285	1	1.164	7.402	1.355	54.790	1.577	405.553
0	2.886	6.393	8.329	40.870	24.037	261.285	0	1.164	7.402	1.355	54.790	1.577	405.553
-1	2.886	6.393	8.329	40.870	24.037	261.285	-1	1.164	7.402	1.355	54.790	1.577	405.553
-2	2.886	5.767	8.329	33.258	24.037	191.801	-2	1.164	7.063	1.355	49.886	1.577	352.345
-3	2.886	4.207	8.329	17.699	24.037	74.459	-3	1.164	5.696	1.355	32.444	1.577	184.803
$\Sigma$	20.202	36.565	58.303	202.442	168.262	1167.529	$\Sigma$	8.148	42.258	9.484	282.942	11.040	1956.338
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \phi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \phi = (VII) / Volume$					

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

$T = 4.939 \text{ m}$	Jumlah Station (n) = 7	$T = 4.939 \text{ m}$	Jumlah Station (n) = 7												
$L_{pp} = 85.000 \text{ m}$	$L = L_{pp} / n = 12.143 \text{ m}$	$L_{pp} = 85.000 \text{ m}$	$L = L_{pp} / n = 12.143 \text{ m}$												
$\Delta = 4270.882 \text{ Ton}$		$\Delta = 4270.882 \text{ Ton}$													
Volume = $4166.714 \text{ m}^3$		Volume = $4166.714 \text{ m}^3$													
$\varphi = 80^\circ$															
No.	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	No.	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3		0.000	4.822	0.000	23.252	0.000	112.120	3		0.000	4.646	0.000	21.585	0.000	100.285
2		0.000	6.584	0.000	43.349	0.000	285.410	2		0.000	6.497	0.000	42.211	0.000	274.245
1		0.000	8.175	0.000	66.831	0.000	546.340	1		0.000	8.057	0.000	64.915	0.000	523.022
0		0.000	8.175	0.000	66.831	0.000	546.340	0		0.000	8.057	0.000	64.915	0.000	523.022
-1		0.000	8.175	0.000	66.831	0.000	546.340	-1		0.000	8.057	0.000	64.915	0.000	523.022
-2		0.000	7.855	0.000	61.701	0.000	484.662	-2		0.000	7.832	0.000	61.340	0.000	480.417
-3		0.000	6.212	0.000	38.589	0.000	239.715	-3		0.000	6.034	0.000	36.409	0.000	219.693
$\Sigma$		0.000	49.998	0.000	367.383	0.000	2760.927	$\Sigma$		0.000	49.180	0.000	356.291	0.000	2643.706
I		$\Sigma Ya + S Yb$	= 49.998					I		$\Sigma Ya + S Yb$	= 49.180				
II		$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= -367.383					II		$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= -356.291				
III		$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 2760.927					III		$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 2643.706				
IV		$e = (II) / 2 (I)$	= -3.674	$e/2 =$	= -1.837			IV		$e = (II) / 2 (I)$	= -3.622	$e/2 =$	= -1.811		
V		$I_x = 1/3 \times L \times (III)$	= 11175.181					V		$I_x = 1/3 \times L \times (III)$	= 10700.716				
VI		$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 8194.933					VI		$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 7835.797				
VII		$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 2980.248					VII		$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 2864.919				
VIII		$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 0.715					VIII		$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 0.688				

**Tabel 6.6 Kondisi 2**  
**Tabel 6 : KONDISI II**

$T = 4.939 \text{ m}$   
 $\Delta = 4270.882 \text{ Ton}$   
 Volume =  $4166.714 \text{ m}^3$   
 $d\varphi = 10^\circ$   
 $= 0.175 \text{ rad.}$   
 $d\varphi/2 = 0.087$

$\varphi$	BM $\varphi$	Cos $\varphi$	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	Integral	Sin $\varphi$	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	Integral	Koordinat titik B		Y $\varphi$ Cos $\varphi$ = (Z $\varphi$ - Zc) Sin $\varphi$ = IX x III	Lc = XI + XII	Koordinat titik M		
								Y $\varphi$ =	Z $\varphi$ - Zc =			X x VI	XI + XII	Ym = Zm - Zc = IX - VII
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
0	3.890	1.000	3.890	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.890
10	3.966	0.985	3.906	7.797	0.174	0.690	0.690	0.678	0.060	0.668	0.010	0.679	-0.012	3.966
20	4.274	0.940	4.018	15.721	0.342	1.462	2.842	1.368	0.247	1.286	0.085	1.370	-0.094	4.265
30	3.428	0.866	2.969	22.707	0.500	1.714	6.018	1.975	0.524	1.711	0.262	1.973	0.262	3.492
40	2.168	0.766	1.660	27.336	0.643	1.394	9.125	2.378	0.794	1.822	0.510	2.332	0.984	2.454
50	1.420	0.643	0.913	29.909	0.766	1.088	11.607	2.602	1.010	1.673	0.773	2.447	1.514	1.923
60	1.031	0.500	0.515	31.338	0.866	0.893	13.587	2.726	1.182	1.363	1.024	2.232	1.834	1.698
70	0.830	0.342	0.284	32.137	0.940	0.780	15.261	2.796	1.328	0.956	1.248	1.795	2.015	1.612
80	0.715	0.174	0.124	32.546	0.985	0.705	16.746	2.831	1.457	0.493	1.435	1.153	2.127	1.581
90	0.688	0.000	0.000	32.670	1.000	0.688	18.138	2.842	1.578	0.000	1.578	0.483	2.155	1.578

j	10	20	30	40	50	60	70	80	90
SIN j	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.939	0.985	1.000
LC	0.679	1.370	1.973	2.332	2.447	2.232	1.795	1.153	0.483
VBG SIN j	-0.157	-0.308	-0.451	-0.580	-0.691	-0.781	-0.848	-0.888	-0.902
GZ	0.522	1.062	1.522	1.752	1.756	1.451	0.947	0.265	-0.419
Integral GZ	0.522	2.106	4.690	7.965	11.473	14.681	17.079	18.291	18.137
d = (dj / 2) VI	0.046	0.184	0.409	0.695	1.001	1.281	1.490	1.596	1.582

<u>FREE SURFACE (GG')</u> :	
JARAK MEMANJANG TANGKI (L)	= 7.800 m
LEBAR TANGKI (B)	= 6.000 m
BERAT JENIS FUEL OIL (g)	= 0.850 t/m <sup>3</sup>
MOMENT INERTIA (i) = $1/12 \times L \times B^3$	= 140.400 m <sup>4</sup>
GG' = $g \times i / D$	= 0.028 m

Sumber: Hasil Data Olahan

Gambar 6. 10 Kurva Stabilitas Kondisi II

Tabel 6.7 Stabilitas Statis Kondisi III

Tabel 11 : STABILITAS STATIS PADA KONDISI III

ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (t)	KG (m)	MOMEN (t-m)	LCG (m)	MOMEN (t-m)
LWT	100%	1820.121	1.420	2585.379	-0.921	-1676.834
CREW + PROVISION + PAY LOAD	60%	1742.702	1.360	2370.118	-0.882	-1537.219
TOTAL (1)		3562.823	1.391	4955.497	-1.803	-3214.054
<b>SUPPLIES</b>						
FUEL OIL TANK (P&S)	50%	42.463	0.033	1.407	-22.202	-942.764
DIRTY OIL TANK (P&S)	6%	5.094	0.004	0.020	-30.975	-157.777
LUBRICATING OIL TANK (P&S)	100%	1.564	0.001	0.002	-27.075	-42.345
FRESH WATER TANK (P&S)	50%	2.420	0.002	0.005	-18.300	-44.282
WATER BALLAST TANK No.1 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.2 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.3 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.4 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK No.5 (P&S)	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK FP	0%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
WATER BALLAST TANK BURITAN	15%	31.951	0.025	0.797	-38.448	-1228.442
TOTAL (2)		83.491	0.027	2.231	-137.000	-2415.611
DISPLACEMENT [(1)+(2)]		3646.314	1.418	4957.728	-1.544	-5629.664
DISPLACEMENT					= 3646.314	ton
VOLUME					= 3557.380	m <sup>3</sup>
DRAFT					= 4.374	m
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)					= 5.476	m
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG)					= 1.418	m
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG					= 4.058	m
FREE SURFACE (GG')					= 0.033	m
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GMcorr) = GM - GG'					= 4.026	m
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)					= 2.320	m
VBG = KG - KB + GG'					= -0.870	m
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)					= -1.544	m
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)					= -4.580	m
HBG = LCG - LCB					= 3.036	m
MTC					= 59.253	ton-m/m
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)					= -2.940	m
TRIM (t) = DISPLACEMENT x HBG / 100 x MTC					= 1.868	m
tb = LCF x t / Lpp					= -0.065	m
th = t - tb					= -1.933	m
Tb = T + tb					= 4.309	m
Th = T - th					= 6.307	m
TR (ROLLING PERIODE) = $(2\pi \times 0.42 \times B) / (9.81 \times GM)^{0.5}$					= 6.296	second

Sumber : Data Hasil Olahan

Gambar 6.11 Garis Air Bantu dan Sebenarnya Kondisi III



**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

**Tabel 6.8 A – Kondisi III**  
**Tabel 3 : TABEL A - KONDISI III**

T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	3696.015 Ton				$\Delta$	=	3696.015 Ton			
Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>				Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>			

No. Section	$\varphi = 0^\circ$						No. Section	$\varphi = 10^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	4.900	4.900	24.010	24.010	117.649	117.649	3	6.359	3.379	40.437	11.418	257.138	38.580
2	6.621	6.621	43.838	43.838	290.249	290.249	2	7.209	5.921	51.970	35.058	374.649	207.580
1	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	1	7.616	7.616	58.003	58.003	441.754	441.754
0	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	0	7.616	7.616	58.003	58.003	441.754	441.754
-1	7.499	7.499	56.235	56.235	421.706	421.706	-1	7.616	7.382	58.003	54.494	441.754	402.274
-2	5.477	5.477	29.998	29.998	164.296	164.296	-2	5.855	5.226	34.281	27.311	200.715	142.728
-3	2.961	2.961	8.768	8.768	25.961	25.961	-3	3.151	2.860	9.929	8.180	31.286	23.394
$\Sigma$	42.458	42.458	275.348	275.348	1863.611	1863.611	$\Sigma$	45.422	40.000	310.627	252.467	2189.052	1698.064
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$					

T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	3696.015 Ton				$\Delta$	=	3696.015 Ton			
Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>				Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>			

No. Section	$\varphi = 20^\circ$						No. Section	$\varphi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	7.153	2.354	51.165	5.541	365.986	13.044	3	7.981	1.815	63.696	3.294	508.361	5.979
2	7.736	4.986	59.846	24.860	462.966	123.953	2	7.981	3.967	63.696	15.737	508.361	62.429
1	7.981	7.657	63.696	58.630	508.361	448.927	1	7.981	7.075	63.696	50.056	508.361	354.144
0	7.981	7.981	63.696	63.696	508.361	508.361	0	7.981	7.691	63.696	59.151	508.361	454.934
-1	7.981	7.099	63.696	50.396	508.361	357.760	-1	7.981	6.562	63.696	43.060	508.361	282.559
-2	6.315	5.022	39.879	25.220	251.837	126.657	-2	6.970	4.791	48.581	22.954	338.609	109.971
-3	3.436	2.807	11.806	7.879	40.566	22.117	-3	3.881	2.800	15.062	7.840	58.456	21.952
$\Sigma$	48.583	37.906	353.786	236.223	2646.437	1600.819	$\Sigma$	50.756	34.701	382.125	202.092	2938.868	1291.967
I	$\Sigma Ya + S Yb$						I	$\Sigma Ya + S Yb$					
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$						II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$					
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$						III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$					
IV	$e = (II) / 2 (I)$						IV	$e = (II) / 2 (I)$					
V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$						V	$Ix = 1/3 \times L x (III)$					
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$						VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$					
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$						VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$					
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$						VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$					

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	3696.015 Ton				$\Delta$	=	3696.015 Ton			
Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>				Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>			

No.	$\varphi = 40^\circ$						No.	$\varphi = 50^\circ$					
	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>
3	6.670	1.468	44.489	2.155	296.741	3.164	3	5.826	1.361	33.942	1.852	197.748	2.521
2	6.670	3.204	44.489	10.266	296.741	32.891	2	5.826	2.882	33.942	8.306	197.748	23.938
1	6.670	5.793	44.489	33.559	296.741	194.406	1	5.826	4.670	33.942	21.809	197.748	101.848
0	6.670	5.793	44.489	33.559	296.741	194.406	0	5.826	4.670	33.942	21.809	197.748	101.848
-1	6.670	5.704	44.489	32.536	296.741	185.583	-1	5.826	4.670	33.942	21.809	197.748	101.848
-2	6.670	4.419	44.489	19.528	296.741	86.292	-2	5.826	4.124	33.942	17.007	197.748	70.138
-3	4.586	2.787	21.031	7.767	96.450	21.648	-3	5.826	2.855	33.942	8.151	197.748	23.271
$\Sigma$	44.606	29.168	287.965	139.369	1876.896	718.391	$\Sigma$	40.782	25.232	237.596	100.743	1384.234	425.411
I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	73.774				I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	66.014			
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	148.596				II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	136.853			
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	2595.286				III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	1809.645			
IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	1.007	$e/2$	=	0.504	IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	1.037	$e/2$	=	0.518
V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	10504.730				V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	7324.753			
VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	908.597				VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	861.253			
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	9596.133				VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	6463.500			
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	2.661				VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	1.792			

No.	$\varphi = 60^\circ$						No.	$\varphi = 70^\circ$					
	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>
3	5.546	1.262	30.758	1.593	170.585	2.010	3	6.016	1.116	36.192	1.245	217.733	1.390
2	5.546	2.598	30.758	6.750	170.585	17.535	2	6.016	2.039	36.192	4.158	217.733	8.477
1	5.546	3.763	30.758	14.160	170.585	53.285	1	6.016	2.585	36.192	6.682	217.733	17.274
0	5.546	3.763	30.758	14.160	170.585	53.285	0	6.016	2.585	36.192	6.682	217.733	17.274
-1	5.546	3.763	30.758	14.160	170.585	53.285	-1	6.016	2.585	36.192	6.682	217.733	17.274
-2	5.546	3.625	30.758	13.141	170.585	47.635	-2	6.016	2.585	36.192	6.682	217.733	17.274
-3	5.546	2.862	30.758	8.191	170.585	23.443	-3	6.016	2.400	36.192	5.760	217.733	13.824
$\Sigma$	38.822	21.636	215.307	72.154	1194.092	250.477	$\Sigma$	42.112	15.895	253.346	37.892	1524.128	92.785
I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	60.458				I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	58.007			
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	143.152				II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	215.454			
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	1444.569				III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	1616.914			
IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	1.184	$e/2$	=	0.592	IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	1.857	$e/2$	=	0.929
V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	5847.064				V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	6544.650			
VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	1028.974				VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	2429.345			
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	4818.090				VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	4115.305			
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	1.336				VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	1.141			

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	4.374 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	3696.015 Ton				$\Delta$	=	3696.015 Ton			
Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>				Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>			

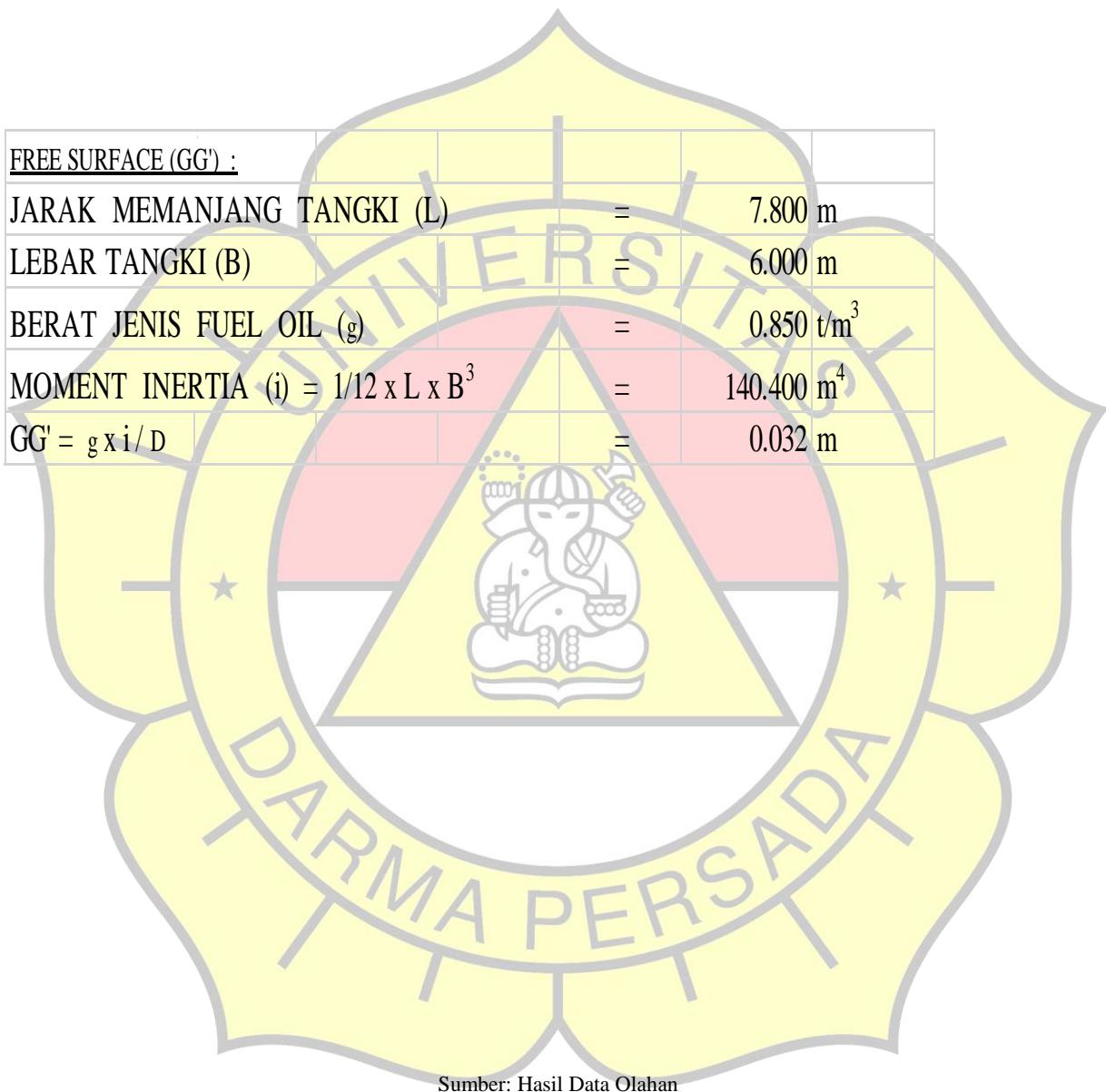
No.	$\varphi = 80^\circ$						No.	$\varphi = 90^\circ$						
	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3		2.442	0.000	5.963	0.000	14.563	0.000	3	3.452	0.000	11.916	0.000	41.135	0.000
2		0.203	0.000	0.041	0.000	0.008	0.000	2	1.630	0.000	2.657	0.000	4.331	0.000
1		8.272	0.000	68.426	0.000	566.020	0.000	1	8.054	0.000	64.867	0.000	522.438	0.000
0		8.272	0.000	68.426	0.000	566.020	0.000	0	8.054	0.000	64.867	0.000	522.438	0.000
-1		8.272	0.000	68.426	0.000	566.020	0.000	-1	8.054	0.000	64.867	0.000	522.438	0.000
-2		8.272	0.000	68.426	0.000	566.020	0.000	-2	0.275	0.000	0.076	0.000	0.021	0.000
-3		0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3	2.337	0.000	5.462	0.000	12.764	0.000
$\Sigma$		35.754	0.000	279.709	0.000	2278.650	0.000	$\Sigma$	31.856	0.000	214.711	0.000	1625.565	0.000
I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	35.754					I	$\Sigma Ya + S Yb$	=	31.856			
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	279.709					II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	=	214.711			
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	2278.650					III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	=	1625.565			
IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	3.912	$e/2$	=	1.956		IV	$e = (II) / 2 (I)$	=	3.370	$e/2$	=	1.685
V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	9223.107					V	$Ix = 1/3 x L x (III)$	=	6579.667			
VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	6642.766					VI	$I_{kor} = L . (I) . (IV)^2$	=	4393.178			
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	2580.340					VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	=	2186.488			
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	0.716					VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	=	0.606			

**Tabel 6.8 A – Kondisi III**  
**Tabel 7 : KONDISI III**

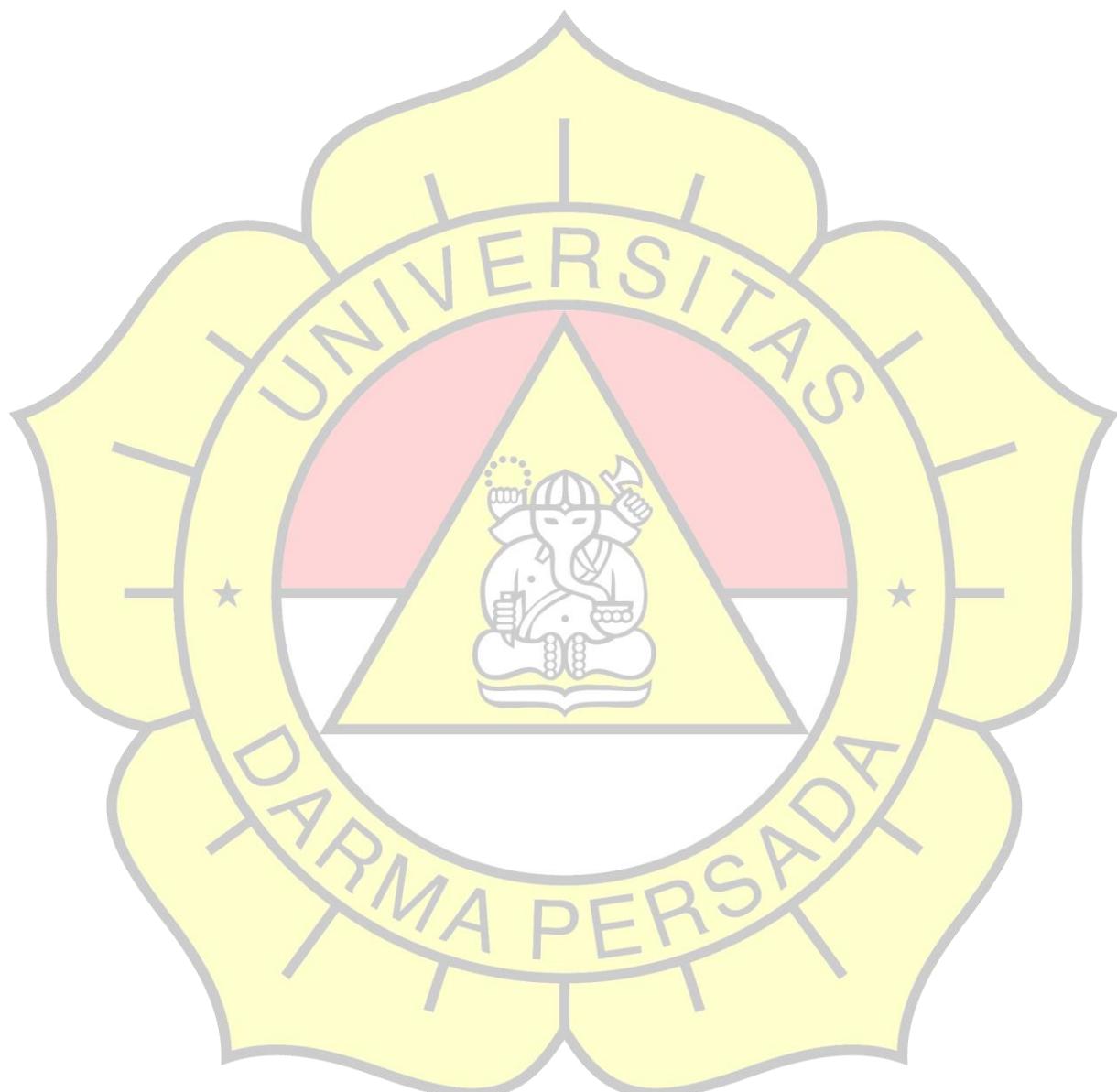
T	=	4.374 m
$\Delta$	=	3696.015 Ton
Volume	=	3605.868 m <sup>3</sup>
$d\varphi$	=	$10^\circ$
	=	0.175 rad.
$d\varphi / 2$	=	0.087

$\varphi$	BM $\varphi$	Cos $\varphi$	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	Integral	Sin $\varphi$	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	Integral	Koordinat titik B		Y $\varphi$ = Z $\varphi$ - Z $c$ =	Y $\varphi$ Cos $\varphi$ = (Z $\varphi$ - Z $c$ ) Sin $\varphi$ =	Lc =	Koordinat titik M				
								II x III	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	II x VI	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	d $\varphi$ / 2 x V	IX x III	X x VI	XI + XII	IX - VII	X + IV
I	0	4.184	1.000	4.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.184
10	10	4.330	0.985	4.265	8.449	0.174	0.753	0.753	0.735	0.735	0.066	0.724	0.011	0.735	-0.018	4.331	
20	20	4.633	0.940	4.355	17.069	0.342	1.585	3.091	1.485	1.485	0.269	1.396	0.092	1.488	-0.100	4.624	
30	30	4.430	0.866	3.836	25.260	0.500	2.215	6.891	2.198	2.198	0.599	1.903	0.300	2.203	-0.017	4.436	
40	40	2.661	0.766	2.039	31.135	0.643	1.711	10.817	2.709	2.709	0.941	2.075	0.605	2.680	0.998	2.980	
50	50	1.792	0.643	1.153	34.326	0.766	1.373	13.901	2.986	1.209	1.920	0.926	2.847	1.613	2.362		
60	60	1.336	0.500	0.668	36.147	0.866	1.157	16.431	3.145	1.430	1.572	1.238	2.520	1.988	2.098		
70	70	1.141	0.342	0.390	37.205	0.940	1.073	18.661	3.237	1.624	1.107	1.526	1.814	2.164	2.014		
80	80	0.716	0.174	0.125	37.720	0.985	0.705	20.439	3.282	1.778	0.571	1.752	1.063	2.577	1.903		
90	90	0.606	0.000	0.000	37.845	1.000	0.606	21.750	3.292	1.892	0.000	1.892	0.285	2.686	1.892		

j	10	20	30	40	50	60	70	80	90
SIN j	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.939	0.985	1.000
LC	0.735	1.488	2.203	2.680	2.847	2.520	1.814	1.063	0.285
VBG SIN j	-0.152	-0.299	-0.438	-0.563	-0.671	-0.758	-0.823	-0.862	-0.876
GZ	0.583	1.189	1.765	2.117	2.176	1.762	0.991	0.201	-0.591
Integral GZ	0.583	2.355	5.309	9.191	13.485	17.424	20.177	21.369	20.979
d = (dj / 2) VI	0.051	0.205	0.463	0.802	1.177	1.520	1.760	1.864	1.830



Gambar 6. 12 Kurva Stabilitas Kondisi III



Tabel 12 : STABILITAS STATIS PADA KONDISI IV, Statis Kondisi I

ITEM	LOAD (%)	WEIGHT (t)	KG (m)	MOMEN (t-m)	LCG (m)	MOMEN (t-m)
LWT	100%	1820.121	1.420	2585.379	-0.851	-1549.521
CREW + PROVISION + PAY LOAD	40%	1161.801	0.907	1053.386	-0.543	-631.336
TOTAL (1)		2981.922	1.220	3638.765	-1.395	-2180.857
<b>SUPPLIES</b>						
FUEL OIL TANK (P&S)	10%	8.493	0.007	0.056	-22.202	-188.553
DIRTY OIL TANK (P&S)	10%	8.490	0.007	0.056	-30.975	-262.962
LUBRICATING OIL TANK (P&S)	100%	1.564	0.001	0.002	-27.075	-42.345
FRESH WATER TANK (P&S)	10%	0.484	0.000	0.000	-18.300	-8.856
WATER BALLAST TANK No.1 (P&S)	20%	13.361	0.010	0.139	-20.618	-275.485
WATER BALLAST TANK No.2 (P&S)	20%	36.831	0.029	1.059	-10.342	-380.904
WATER BALLAST TANK No.3 (P&S)	20%	60.626	0.047	2.868	6.354	385.218
WATER BALLAST TANK No.4 (P&S)	20%	25.258	0.020	0.498	32.216	813.712
WATER BALLAST TANK No.5 (P&S)	20%	16.659	0.013	0.217	40.202	669.725
WATER BALLAST TANK FP	20%	1.872	0.001	0.003	16.675	31.216
WATER BALLAST TANK BURITAN	20%	42.601	0.033	1.416	-38.448	-1637.923
TOTAL (2)		216.238	0.029	6.315	-72.513	-897.159
DISPLACEMENT [(1)+(2)]		3198.160	1.249	3645.079	-0.962	-3078.017
DISPLACEMENT				= 3198.160	ton	
VOLUME				= 3120.157	m <sup>3</sup>	
DRAFT				= 3.814	m	
METACENTRE ABOVE BASELINE (KM)				= 5.134	m	
CENTRE OF GRAVITY ABOVE BASELINE (KG)				= 1.249	m	
METACENTRIC HEIGHT (GM) = KM - KG				= 3.885	m	
FREE SURFACE (GG')				= 0.037	m	
METACENTRIC HEIGHT CORRECTION (GMcorr) = GM - GG'				= 3.847	m	
CENTRE OF BOUYANCY ABOVE BASELINE (KB)				= 2.025	m	
VBG = KG - KB + GG'				= -0.738	m	
LONGITUDINAL CENTRE GRAVITY (LCG)				= -0.962	m	
LONGITUDINAL CENTRE BOUYANCY (LCB)				= -4.654	m	
HBG = LCG - LCB				= 3.692	m	
MTC				= 57.230	ton-m/m	
LONGITUDINAL CENTRE FLOATATION (LCF)				= -2.910	m	
TRIM (t) = DISPLACEMENT x HBG / 100 x MTC				= 2.063	m	
tb = LCF x t / Lpp				= -0.071	m	
th = t - tb				= -2.134	m	
Tb = T + tb				= 3.743	m	
Th = T - th				= 5.948	m	
TR (ROLLING PERIODE) = $(2\pi \times 0.42 \times B) / (9.81 \times GM)^{0.5}$				= 6.440	second	



**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

**Tabel 6.11 A – Kondisi IV**  
**Tabel 4 : TABEL A - KONDISI IV**

T = 3.814 m	Jumlah Station (n) = 7	T = 3.814 m	Jumlah Station (n) = 7
Lpp = 85.000 m	L = Lpp / n = 12.143 m	Lpp = 85.000 m	L = Lpp / n = 12.143 m
$\Delta$ = 3116.815 Ton		$\Delta$ = 3116.815 Ton	
Volume = 3040.795 m <sup>3</sup>		Volume = 3040.795 m <sup>3</sup>	

No. Section	$\varphi = 0^\circ$						No. Section	$\varphi = 10^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	3.411	3.411	11.635	11.635	39.687	39.687	3	5.790	2.148	33.524	4.614	194.105	9.911
2	6.254	6.254	39.113	39.113	244.610	244.610	2	7.029	5.331	49.407	28.420	347.281	151.505
1	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	1	7.616	7.581	58.003	57.472	441.754	435.692
0	7.500	7.500	56.250	56.250	421.875	421.875	0	7.616	7.616	58.003	58.003	441.754	441.754
-1	7.443	7.443	55.398	55.398	412.329	412.329	-1	7.616	7.186	58.003	51.639	441.754	371.075
-2	5.282	5.282	27.900	27.900	147.365	147.365	-2	5.699	4.992	32.479	24.940	185.096	124.551
-3	2.797	2.797	7.823	7.823	21.882	21.882	-3	2.995	2.688	8.970	7.225	26.865	19.422
$\Sigma$	40.187	40.187	254.368	254.368	1709.622	1709.622	$\Sigma$	44.361	37.544	298.390	232.312	2078.609	1553.909
I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 80.374					I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 81.905				
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= 0.000					II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= 66.077				
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 3419.245					III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 3632.518				
IV	$e = (II) / 2 (I)$	= 0.000	$e/2 = 0.000$				IV	$e = (II) / 2 (I)$	= 0.403	$e/2 = 0.202$			
V	$Ix = 1/3 \times L \cdot x (III)$	= 13839.800					V	$Ix = 1/3 \times L \cdot x (III)$	= 14703.048				
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 0.000					VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 161.829				
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 13839.800					VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 14541.219				
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 4.551					VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 4.782				

T = 3.814 m	Jumlah Station (n) = 7	T = 3.814 m	Jumlah Station (n) = 7
Lpp = 85.000 m	L = Lpp / n = 12.143 m	Lpp = 85.000 m	L = Lpp / n = 12.143 m
$\Delta$ = 3116.815 Ton		$\Delta$ = 3116.815 Ton	
Volume = 3040.795 m <sup>3</sup>		Volume = 3040.795 m <sup>3</sup>	

No. Section	$\varphi = 20^\circ$						No. Section	$\varphi = 30^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	6.958	1.594	48.414	2.541	336.863	4.050	3	7.903	1.277	62.457	1.631	493.601	2.082
2	7.684	4.169	59.044	17.381	453.693	72.460	2	8.420	3.197	70.896	10.221	596.948	32.676
1	7.981	7.319	63.696	53.568	508.361	392.062	1	8.660	6.394	74.996	40.883	649.462	261.407
0	7.981	7.856	63.696	61.717	508.361	484.847	0	8.660	6.744	74.996	45.482	649.462	306.727
-1	7.981	6.713	63.696	45.064	508.361	302.517	-1	8.660	5.994	74.996	35.928	649.462	215.353
-2	6.228	4.710	38.788	22.184	241.572	104.487	-2	6.908	4.344	47.720	18.870	329.653	81.973
-3	3.277	2.619	10.739	6.859	35.191	17.964	-3	3.698	2.564	13.675	6.574	50.571	16.856
$\Sigma$	48.090	34.980	348.073	209.314	2592.400	1378.387	$\Sigma$	52.909	30.514	419.736	159.589	3419.158	917.075
I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 83.070					I	$\Sigma Ya + S Yb$	= 83.423				
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= 138.760					II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$	= 260.147				
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 3970.787					III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$	= 4336.233				
IV	$e = (II) / 2 (I)$	= 0.835	$e/2 = 0.418$				IV	$e = (II) / 2 (I)$	= 1.559	$e/2 = 0.780$			
V	$Ix = 1/3 \times L \cdot x (III)$	= 16072.235					V	$Ix = 1/3 \times L \cdot x (III)$	= 17551.418				
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 703.630					VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$	= 2462.716				
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 15368.605					VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$	= 15088.702				
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 5.054					VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$	= 4.962				

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	3.814 m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	3.814 m	Jumlah Station (n)	=	7
Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m	Lpp	=	85.000 m	L = Lpp / n	=	12.143 m
$\Delta$	=	3116.815 Ton				$\Delta$	=	3116.815 Ton			
Volume	=	3040.795 m <sup>3</sup>				Volume	=	3040.795 m <sup>3</sup>			

No. Section	$\varphi = 40^\circ$						No. Section	$\varphi = 50^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	7.961	0.932	63.378	0.869	504.548	0.810	3	7.566	0.721	57.244	0.520	433.111	0.375
2	7.961	2.417	63.378	5.842	504.548	14.120	2	7.566	1.793	57.244	3.215	433.111	5.764
1	7.961	4.532	63.378	20.539	504.548	93.083	1	7.566	2.958	57.244	8.750	433.111	25.882
0	7.961	4.532	63.378	20.539	504.548	93.083	0	7.566	2.958	57.244	8.750	433.111	25.882
-1	7.961	4.532	63.378	20.539	504.548	93.083	-1	7.566	2.958	57.244	8.750	433.111	25.882
-2	7.928	3.725	62.853	13.876	498.300	51.687	-2	7.566	2.806	57.244	7.874	433.111	22.093
-3	4.301	2.392	18.499	5.722	79.562	13.686	-3	5.346	2.093	28.580	4.381	152.787	9.169
$\Sigma$	52.034	23.062	398.239	87.925	3100.605	359.551	$\Sigma$	50.742	16.287	372.046	42.238	2751.452	115.047
I	$\Sigma Ya + S Yb$			75.096			I	$\Sigma Ya + S Yb$			67.029		
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$			310.315			II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$			329.808		
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$			3460.156			III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$			2866.499		
IV	$e = (II) / 2 (I)$			2.066	$e/2$	= 1.033	IV	$e = (II) / 2 (I)$			2.460	$e/2$	= 1.230
V	$Ix = 1/3 \times Lx (III)$			14005.392			V	$Ix = 1/3 \times Lx (III)$			11602.494		
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$			3892.676			VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$			4926.284		
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$			10112.716			VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$			6676.210		
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$			3.326			VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$			2.196		

No. Section	$\varphi = 60^\circ$						No. Section	$\varphi = 70^\circ$					
	Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>
3	7.902	0.549	62.442	0.301	493.414	0.165	3	3.503	0.000	12.271	0.000	42.985	0.000
2	7.902	1.034	62.442	1.069	493.414	1.106	2	0.641	0.000	0.411	0.000	0.263	0.000
1	7.902	1.434	62.442	2.056	493.414	2.949	1	8.608	0.000	74.098	0.000	637.833	0.000
0	7.902	1.434	62.442	2.056	493.414	2.949	0	8.608	0.000	74.098	0.000	637.833	0.000
-1	7.902	1.434	62.442	2.056	493.414	2.949	-1	8.608	0.000	74.098	0.000	637.833	0.000
-2	7.902	1.434	62.442	2.056	493.414	2.949	-2	8.608	0.000	74.098	0.000	637.833	0.000
-3	7.429	1.322	55.190	1.748	410.007	2.310	-3	0.082	0.000	0.007	0.000	0.001	0.000
$\Sigma$	54.841	8.641	429.840	11.344	3370.488	15.377	$\Sigma$	38.658	0.000	309.079	0.000	2594.580	0.000
I	$\Sigma Ya + S Yb$			63.482			I	$\Sigma Ya + S Yb$			38.658		
II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$			418.496			II	$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$			309.079		
III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$			3385.865			III	$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$			2594.580		
IV	$e = (II) / 2 (I)$			3.296	$e/2$	= 1.648	IV	$e = (II) / 2 (I)$			3.998	$e/2$	= 1.999
V	$Ix = 1/3 \times Lx (III)$			13704.691			V	$Ix = 1/3 \times Lx (III)$			10501.872		
VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$			8375.156			VI	$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$			7501.727		
VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$			5329.535			VII	$I_{xo} = (V) - (VI)$			3000.144		
VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$			1.753			VIII	$BM \varphi = (VII) / Volume$			0.987		

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

T	=	3.814	m	Jumlah Station (n)	=	7	T	=	3.814	m	Jumlah Station (n)	=	7			
Lpp	=	85.000	m	L = Lpp / n	=	12.143	m	Lpp	=	85.000	m	L = Lpp / n	=	12.143	m	
$\Delta$	=	3116.815	Ton					$\Delta$	=	3116.815	Ton					
Volume	=	3040.795	$m^3$					Volume	=	3040.795	$m^3$					
No.		$\varphi = 80^\circ$						No.		$\varphi = 90^\circ$						
Section		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	Section		Ya	Yb	Ya <sup>2</sup>	Yb <sup>2</sup>	Ya <sup>3</sup>	Yb <sup>3</sup>	
3		3.517	0.000	12.369	0.000	43.503	0.000	3		3.383	0.000	11.445	0.000	38.717	0.000	
2		1.471	0.000	2.164	0.000	3.183	0.000	2		1.510	0.000	2.280	0.000	3.443	0.000	
1		8.191	0.000	67.092	0.000	549.555	0.000	1		8.066	0.000	65.060	0.000	524.777	0.000	
0		8.191	0.000	67.092	0.000	549.555	0.000	0		8.066	0.000	65.060	0.000	524.777	0.000	
-1		8.191	0.000	67.092	0.000	549.555	0.000	-1		8.066	0.000	65.060	0.000	524.777	0.000	
-2		0.093	0.000	0.009	0.000	0.001	0.000	-2		0.197	0.000	0.039	0.000	0.008	0.000	
-3		1.708	0.000	2.917	0.000	4.983	0.000	-3		1.808	0.000	3.269	0.000	5.910	0.000	
$\Sigma$		31.362	0.000	218.736	0.000	1700.333	0.000	$\Sigma$		31.096	0.000	212.214	0.000	1622.409	0.000	
I		$\Sigma Ya + S Yb$		=	31.362			I		$\Sigma Ya + S Yb$		=	31.096			
II		$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	218.736			II		$\Sigma Ya^2 - S Yb^2$		=	212.214			
III		$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	1700.333			III		$\Sigma Ya^3 + S Yb^3$		=	1622.409			
IV		$e = (II) / 2 (I)$		=	3.487	$e/2$	=	1.744		$e = (II) / 2 (I)$		=	3.412	$e/2$	=	1.706
V		$I_x = 1/3 \times L \times (III)$		=	6882.300			V		$I_x = 1/3 \times L \times (III)$		=	6566.892			
VI		$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	4631.265			VI		$I_{kor} = L \cdot (I) \cdot (IV)^2$		=	4396.454			
VII		$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	2251.035			VII		$I_{xo} = (V) - (VI)$		=	2170.438			
VIII		$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	0.740			VIII		$BM \varphi = (VII) / Volume$		=	0.714			

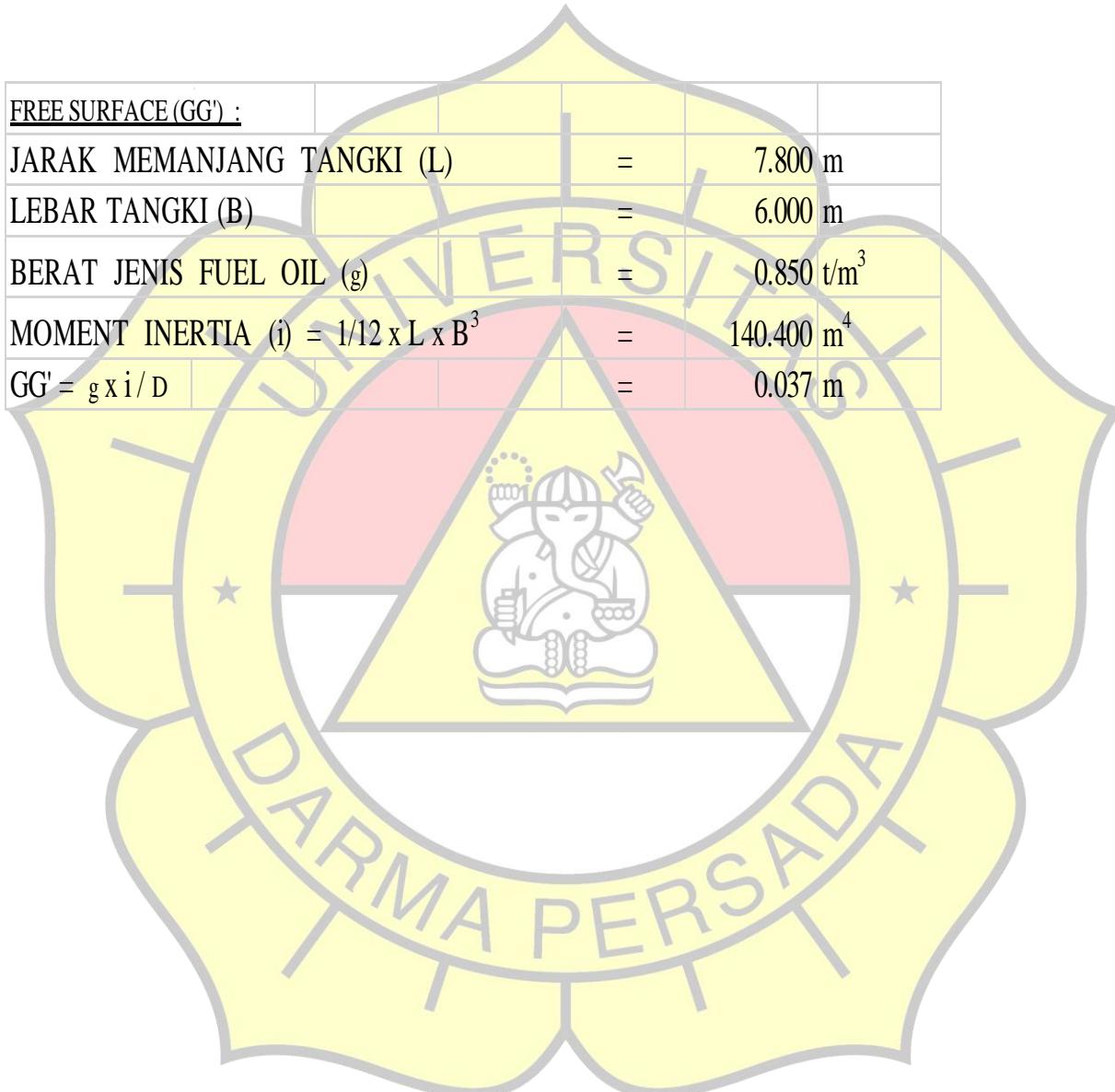
**Tabel 6.12 Kondisi IV**  
**Tabel 8 : KONDISI IV**

$$\begin{aligned} T &= 3.814 \text{ m} \\ \Delta &= 3116.815 \text{ Ton} \\ \text{Volume} &= 3040.795 \text{ } m^3 \\ d\varphi &= 10^\circ \\ &= 0.175 \text{ rad.} \\ d\varphi/2 &= 0.087 \end{aligned}$$

$\varphi$	BM $\varphi$	Cos $\varphi$	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	Integral	Sin $\varphi$	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	Integral	Koordinat titik B		Y $\varphi$ =	$Z_\varphi \cdot Z_c =$	Y $\varphi$ Cos $\varphi$ = $(Z_\varphi \cdot Z_c) \sin \varphi$ =	Lc =	Ym =	Zm - Zc =	Koordinat titik M	
								II x III	BM $\varphi$ Cos $\varphi$	II x VI	BM $\varphi$ Sin $\varphi$	d $\varphi/2$ x V	d $\varphi/2$ x VII	IX x III	X x VI	XI + XII	IX - VII
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV			
0	4.551	1.000	4.551	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.551		
10	4.782	0.985	4.710	9.262	0.174	0.832	0.832	0.806	0.072	0.794	0.013	0.806	-0.026	4.783			
20	5.054	0.940	4.751	18.723	0.342	1.729	3.393	1.629	0.295	1.531	0.101	1.487	-0.100	5.046			
30	4.962	0.866	4.297	27.771	0.500	2.481	7.602	2.416	0.661	2.092	0.331	2.234	-0.065	4.959			
40	3.326	0.766	2.547	34.616	0.643	2.138	12.222	3.012	1.063	2.307	0.684	2.685	0.873	3.611			
50	2.196	0.643	1.412	38.575	0.766	1.682	16.042	3.356	1.396	2.158	1.069	2.637	1.674	2.807			
60	1.753	0.500	0.876	40.863	0.866	1.518	19.241	3.555	1.674	1.778	1.450	2.134	2.037	2.550			
70	0.987	0.342	0.337	42.077	0.940	0.927	21.687	3.661	1.887	1.252	1.774	1.469	2.733	2.224			
80	0.740	0.174	0.129	42.543	0.985	0.729	23.343	3.701	2.031	0.644	2.000	0.779	2.972	2.160			
90	0.714	0.000	0.000	42.672	1.000	0.714	24.786	3.712	2.156	0.000	2.156	0.125	2.999	2.156			

j	10	20	30	40	50	60	70	80	90
SIN j	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.939	0.985	1.000
LC	0.806	1.487	2.234	2.685	2.637	2.134	1.469	0.779	0.125
VBG SIN j	-0.128	-0.252	-0.369	-0.474	-0.565	-0.639	-0.693	-0.727	-0.738
GZ	0.678	1.235	1.865	2.211	2.072	1.495	0.776	0.052	-0.613
Integral GZ	0.678	2.591	5.690	9.766	14.049	17.616	19.887	20.715	20.154
$d = (dj / 2) VI$	0.059	0.226	0.496	0.852	1.226	1.537	1.735	1.807	1.758

<u>FREE SURFACE (GG')</u> :				
JARAK MEMANJANG TANGKI (L)	=	7.800	m	
LEBAR TANGKI (B)	=	6.000	m	
BERAT JENIS FUEL OIL (g)	=	0.850	t/m <sup>3</sup>	
MOMENT INERTIA (i) = $1/12 \times L \times B^3$	=	140.400	m <sup>4</sup>	
$GG' = g \times i / D$	=	0.037	m	



Sumber: Hasil Data Olahan

Gambar 6. 14 Kurva Stabilitas Kondisi IV



## 6.6 Perhitungan Momen Penganggu Stabilitas

Dalam hal ini terdapat beberapa macam gangguan yang ditimbulkan oleh faktor luar. Faktor gangguan ini ditinjau kembali dari perhitungan stabilitas awal dengan perhitungan stabilitas dari masing-masing kondisi yang telah ditentukan.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan perhitungan moment penganggu stabilitas adalah :

- A. Menentukan momen Cikar ( MC )
- B. Menentukan momen Angin ( MW )
- C. Menentukan momen Penganggu ( MP )
- D. Menentukan MomenStabilitas ( MS )

### A. Momen Cikar ( MC )

Untuk menentukan momen cikar kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Buoyancy And Stability Of Ships* karangan IR. R. F. Scheltema De Heere dan DRS. A. R. Bakker, halaman 142 :

#### KONDISI

$$M_C = 0,233 \times \frac{\rho \times \nabla \times (0,8 \times V_s)^2}{LBP} \times (KG - 0,5 \times T)$$

Dimana :

$\rho$  = Kepadatan air laut.

= 104,5 Kg/sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

$\nabla$  = Volume displacement kapal rancangan.

= 4717,169 m<sup>3</sup>

$V_s$  = Kecepatan kapal rancangan.

= 12 knots = 6,173 m/s

$T$  = *Draft* kapal rancangan.

= 5,500 m.

$KG$  = *Center of gravity* diatas *base line*.

= 1.986 m.

LBP = Panjang kapal rancangan.

= 85,00 m.

Maka:

$$M_C = 0,233 \times \frac{104,5 \times 4717,169 \times (0,8 \times 6,173)^2}{85,00} \times (1.986 - 0,5 \times 5,500)$$

$$= 33711,873 \text{ kg.m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $M_C = 33.712 \text{ ton.m.}$

### KONDISI II

$$M_C = 0,233 \times \frac{\rho \times \nabla \times (0,8 \times V_s)^2}{LBP} \times (KG - 0,5 \times T)$$

Dimana :

$$\rho = 104,5 \text{ Kg/sec}^2/\text{m}^4$$

$$\nabla = 4166,714 \text{ m}^3.$$

$$V_s = 12 \text{ knots} = 6,173 \text{ m/s}$$

$$T = 4,939 \text{ m.}$$

$$KG = 1,683 \text{ m.}$$

$$LBP = 85,00 \text{ m.}$$

Maka:

$$M_C = 0,233 \times \frac{104,5 \times 4166,714 \times (0,8 \times 6,173)^2}{85,00} \times (1,683 - 0,5 \times 4,939)$$

$$= 25135,171 \text{ kg.m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $M_C = 25,135 \text{ ton.m.}$

### KONDISI III

$$M_C = 0,233 \times \frac{\rho \times \nabla \times (0,8 \times V_s)^2}{LBP} \times (KG - 0,5 \times T)$$

Dimana :

$$\rho = 104,5 \text{ Kg/sec}^2/\text{m}^4$$

$$\nabla = 3605,868 \text{ m}^3.$$

$$V_s = 12 \text{ knots} = 6,173 \text{ m/s}$$

$$T = 4,374 \text{ m.}$$

$$KG = 1,435 \text{ m.}$$

$$LBP = 85,00 \text{ m.}$$

Maka:

$$M_C = 0,233 \times \frac{104,5 \times 3605,868 \times (0,8 \times 6,173)^2}{85,00} \times (1,435 - 0,5 \times 4,374) \\ = 17557,732 \text{ kg.m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $M_C = 17,557 \text{ ton.m.}$

#### KONSIDI IV

$$M_C = 0,233 \times \frac{\rho \times \nabla \times (0,8 \times V_s)^2}{LBP} \times (KG - 0,5 \times T)$$

Dimana :

$$\rho = 104,5 \text{ Kg/sec}^2/\text{m}^4$$

$$\nabla = 3040,795 \text{ m}^3.$$

$$V_s = 12 \text{ knots} = 6,173 \text{ m/s}$$

$$T = 3,814 \text{ m.}$$

$$KG = 1,270 \text{ m.}$$

$$LBP = 85,00 \text{ m.}$$

Maka:

$$M_C = 0,233 \times \frac{104,5 \times 3040,795 \times (0,8 \times 6,173)^2}{85,00} \times (1,270 - 0,5 \times 3,814) \\ = 11152,501 \text{ kg.m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $M_C = 11,152 \text{ ton.m.}$

#### B. Moment Angin ( MW )

Untuk menentukan moment angin dari kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Buoyancy And Stability Of Ships* karangan *IR. R. F. Scheltema De Heere dan DRS. A. R. Bakker*, halaman 85 dan 138, yaitu :

#### KONDISI I

$$M_w = \xi \times 0,5 \times \rho \times V_w^2 \times A \times a$$

Dimana :  $M_w$  = Moment angin

$$\xi = \text{Faktor kekuatan angin} = 1,3$$

$$\rho = \text{Kepadatan udara.}$$

$$= 1,3 \times 10^{-4} \text{ T sec}^2/\text{m}^4$$

VW = Kecepatan angin.

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

A = Luas bidang tangkap angin.

$$= 112,130 \text{ m}^2$$

a = Jarak titik tangkap angin diatas lambung timbul

$$= 0,5 \times T$$

$$= 0,5 \times 5,50 \text{ m.}$$

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

$$\text{Maka : } M_w = 1,3 \times 0,5 \times 1,3 \times 10^{-4} \times 20^2 \times 112,130 \times 2,75 \\ = 10,422 \text{ ton.m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga M<sub>w</sub> = 10,422 ton.m.

### C. Moment Penganggu( M<sub>p</sub> )

Untuk menentukan moment penganggu kapal adalah dengan menjumlahkan momen cikar dan momen angin :

$$M_p = M_c + M_w$$

Maka :

#### KONDISI I

$$\begin{aligned} M_p &= M_c + M_w \\ &= 33,711 + 10,422 \\ &= 44,133 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

#### KONDISI II

$$\begin{aligned} M_p &= M_c + M_w \\ &= 25,135 + 10,422 \\ &= 35,557 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

#### KONDISI III

$$\begin{aligned} M_p &= M_c + M_w \\ &= 17,557 + 10,422 \\ &= 27,979 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

#### **KONDISI IV**

$$\begin{aligned}Mp &= Mc + Mw \\&= 11.152 + 10.422 \\&= \mathbf{21,574 \text{ ton.m}}\end{aligned}$$

#### **D. Moment Stabilitas ( Ms )**

Untuk menentukan moment stabilitas kapal adalah dengan mengalikan  $h_{max}$  dengan *volume displacement* dari kapal rancangan, yaitu :

$$\begin{aligned}Ms &= h_{max}\nabla \\ \text{Dimana : } Ms &= \text{Moment stabilitas kapal} \\ h &= \text{Tinggi maksimum pada stabilitas masing-masing kondisi} \\ \nabla &= \text{Volume displacement kapal pada masing-masing kondisi}\end{aligned}$$

Maka :

#### **KONDISI I**

$$\begin{aligned}Ms &= h_{max}\nabla \\&= 5,500 \times 4717,169 \\&= \mathbf{25944,43 \text{ ton.m}}\end{aligned}$$

#### **KONDISI II**

$$\begin{aligned}Ms &= h_{max}\nabla \\&= 4,939 \times 4166,714 \\&= \mathbf{20579,400 \text{ ton.m}}\end{aligned}$$

#### **KONDISI III**

$$\begin{aligned}Ms &= h_{max}\nabla \\&= 4,374 \times 3605,868 \\&= \mathbf{15772,070 \text{ ton.m}}\end{aligned}$$

#### **KONDISI IV**

$$\begin{aligned}Ms &= h_{max}\nabla \\&= 3,814 \times 3040,795 \\&= \mathbf{11597,590 \text{ ton.m}}\end{aligned}$$

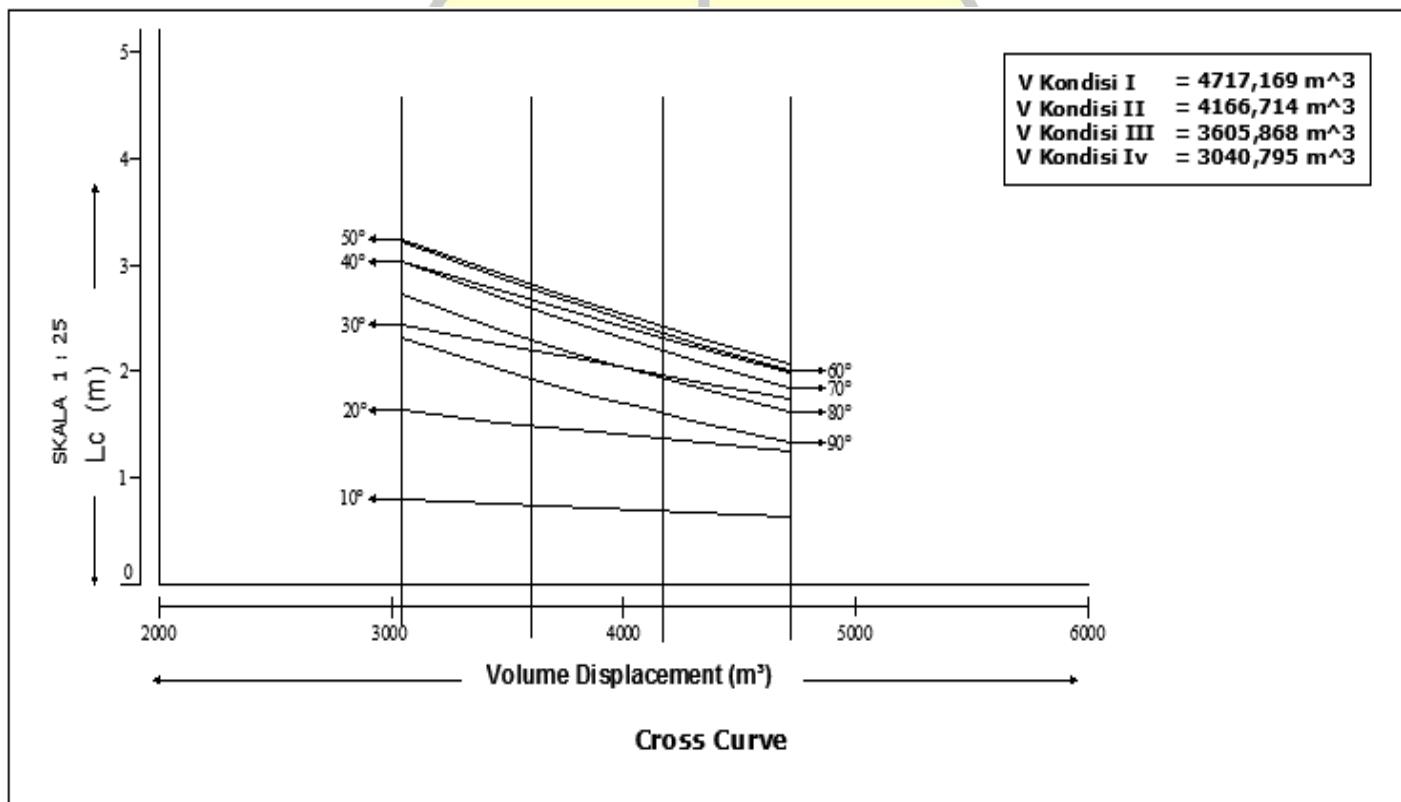
Dari perhitungan tersebut diatas, maka berdasarkan standar IMO bahwa koreksi stabilitas pada moment stabilitas harus lebih besar dari pada moment penggangu :

Moment Stabilitas (  $M_s$  ) > Moment Penganggu (  $M_p$  ).

Maka perhitungan stabilitas kapal rancangan diatas telah memenuhi syarat dan dapat diketahui stabilitas dari kapal rancangan ini mempunyai stabilitas yang baik.

### 6.7 Cross Curve

Dalam membuat *cross curve*, maka dibutuhkan data-data dari LC berdasarkan perhitungan dari kondisi-kondisi stabilitas diatas.



Sumber: Hasil Data Olahan  
Gambar 6. 15 *Cross Curve*

### 6.8 Perhitungan Trim Kapal

*Trim* terjadi karena garis yang menghubungkan titik berat kapal dan titik tekan keatas dari kapal yang dipindahkan tidak tegak lurus pada garis air yang rata (even Keel). Terutama han ini disebabkan oleh perpindahan titik berat kapal ( G ) secara memenjang. Dimana titik berat ini sangat dipengaruhi oleh pergesearan atau perpindahan muatan atau benda-benda yang berada didalam kapal atau pun saat bongkar muat.

Jarak antara titik tekan air ( B ) dengan *Metacentra* ( M ) tergantung pada momen inertia bidang air terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat ( G ). Besaran tersebut jauh lebih besar dari momen inertia terhadap *center line*. Besaran ini menyebabkan BM<sub>L</sub> juga menjadi besar dan sulit bagi kapal untuk tetap menjadi stabil bila terjadi kemiringan (Inklinasi) memanjang.

Tinggi metacenter arah memanjang dari garis dasar kapal adalah :

$$KM_L = KB + BM_L$$

$$KM_L = KB + \left( \frac{I_L}{\nabla} \right)$$

Dimana :

KML = *Longitudinal Keel Metacentre*, KB

= Letak titik tekan terhadap *Keel*.

BML = *Longitudinal Buoyancy Metacentre*.

IL = Momen inertia arah memanjang.

$\nabla$  = *Volume displacement*.

Kapal yang terapung pada garis air W<sub>o</sub>L<sub>o</sub> mempunyai titik berat ( G ) dan titik apung ( B ) yang terletak pada satu garis tegak lurus. Jika kapal diberikan momen dengan memindahkan suatu berat ( W ) dalam suatu jarak ( h ) kearah depan, maka momen yang terjadi adalah W<sub>h</sub>, dan berat kapal akan mengalami perpindahan titik berat dari G ke G<sub>1</sub>. perpindahan tersebut sebesar :

$$GG_1 = \frac{W_h}{W}$$

Maka kapal tidak lagi dalam keadaan seimbang karena terdapat momen sebesar WGG<sub>1</sub>, yang berusaha untuk mengembalikannya. Kapal mengalami trim depan dan garis airnya menjadi W<sub>1</sub>L<sub>1</sub>. Perpindahan air adalah tetap dan titik apung ( B ) bergeser ke ( B<sub>1</sub> ) sedangkan titik berat kapal akan menjadi G<sub>1</sub>.

Karena bentuk kapal tidaklah simetris terhadap bentuk tengah kapal, maka kedua garis air tersebut tidak berpotongan di midship melainkan di titik *Center of Flotatin*. Titik F sedemikian rupa sehingga volume W<sub>o</sub>FG<sub>1</sub> = Volume W<sub>o</sub>FL<sub>1</sub>. Pada sudut trim kecil ( F ) dapat dianggap titik berat ( G ) bidang garis air. Pada inklinasi memanjang. Sudut inklinasi dapat dicari dengan :

$$\tan \theta = \frac{T}{L}$$

$$\tan \theta = \frac{GG_1}{GM_L}$$

$$\tan \theta = \frac{W_h}{W \times GM_L}$$

Dimana :

$T$  = trim kapal

$$W_h = \frac{T \times W \times GM_L}{L}$$

= Momen Penyebab trim sebesar  $T$ .

= MTC

Jika kapal mengalami hal-hal sebagai berikut :

1. Kapal akan terbenam tegak lurus kedalam air, sebesar beban yang diletakkan.
2. Kapal mengalami trim kearah beban yang diletakkan tersebut.

Metode ini dipakai dalam praktek menggambar diagram trim dari pada kapal rancangan. Perhitungan-perhitungan yang dilakukan untuk keempat keadaan pembebahan, yaitu :

1. Beban ( $P$ ) didepan kapal.
2. Beban ( $P$ ) dibelakang kapal.
3. Beban ( $P$ ) baru turun dikeluarkan.
4. Beban ( $P$ ) dibelakang dikeluarkan.

Perhitungan dibuat dalam bentuk tabel dan kemudian dapat digambarkan diagram trimnya.

Perhitungan stabilitas dan trim kapal adalah menurut persamaan berikut :

1. Menentukan jarak *Gravity Metacenter*.....m

$$GM = KM - KG$$

2. Menentukan Trim kapal.....m

$$Trim = \frac{\Delta \times BG}{100 \times MTC}$$

3. Menentukan trim dibelakang ( $tb$ )....m

$$tb = \frac{t \times LCF}{LBP}$$

4. Menentukan trim didepan ( $th$ ).....m

$$th = t - tb$$

5. Menentukan sarat dibelakang ( Tb ).....m

$$Tb = T + tb$$

6. Menentukan sarat didepan ( Th ).....m

$$Th = T + th$$

Berikut perhitungan *trim* tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Beban (P) = 10,000 Ton

Lpp = 85,000 m

Displacement ( ) = 4835,098 Ton

Tabel 6.13 Perhitungan Trim

No.	Notasi	Satuan	Keterangan	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III	Kondisi IV
1	T	M		5,500	4,939	4,374	3,814
2	MTC	t-m/m		63,473	61,344	59,253	57,230
3	LCB	M		-4,484	-4,533	-4,580	-4,654
4	lh	M	Lpp/2 -	38,016	37,967	37,920	37,846
5	Momen	t-m	P x lh	380,160	379,670	379,200	378,460
6	t	M	P x lh/MTC	5,989	6,189	6,400	6,613
7	LCG	M		-0,844	-0,662	-0,439	-0,245
8	lb	M	Lpp/2 +	41,656	41,838	42,061	42,255
9	lb / Lpp		LCG	0,490	0,492	0,495	0,497
10	tb	M	t x lb/Lpp	2,935	3,046	3,167	3,287
11	th	M	t - tb	3,054	3,143	3,233	3,326
12	dT	t/m <sup>2</sup>	P/ x T	0,011	0,010	0,009	0,008
13	Th	M	th + dT	3,066	3,153	3,242	3,333
14	Tb	M	tb - dT	2,924	3,036	3,158	3,280

**TUGAS MERANCANG KAPAL III**  
**ASRIZAL DWIYANSYAH R (2014310904)**

15	lb	M	Lpp/2 + LCB	46,984	47,033	47,080	47,154
16	P x lb	t-m		469,840	470,330	470,800	471,540
17	t	M	P x lb/MTC	7,402	7,667	7,946	8,239
18	tb	M	t x lb/Lpp	3,628	3,774	3,932	4,096
19	th	M	t - tb	3,775	3,893	4,014	4,143
20	Tb	M	tb + dT	3,639	3,784	3,941	4,104
21	Th	M	th - dT	3,763	3,883	4,005	4,136

