

BAB II

RENCANA AWAL

Dalam tahap penyusunan Tugas Merancang Kapal, tahap pertama yang dilakukan yaitu menentukan perhitungan dimensi ukuran kapal pra rancangan atau *Premiliary Design*, dimana dalam tahap ini pra prancangan ini dilakukan beberapa perhitungan, antara lain :

1. Estimasi ukuran utama dan koefisien bentuk kapal.
2. Estimasi daya penggerak kapal.
3. Estimasi stabilitas awal
4. Estimasi DWT dan LWT.

II.1 Estimasi Ukuran Utama Kapal, Koefisien Kapal dan Perkiraan *Displacement* Kapal.

Dalam tahap melakukan perhitungan untuk estimasi sementara ada empat bagian yang harus diestimasikan. Bagian – bagian yang harus diestimasikan adalah sebagai berikut :

1. Estimasi ukuran utama kapal
2. Estimasi koefisien bentuk kapal.
3. Estimasi *Displacement* (Δ) dan *Volume Displacement* (∇) kapal.
4. Estimasi bentuk *midship* kapal.

II.1.1 Estimasi Ukuran Utama Kapal

Estimasi yang dilakukan untuk penentuan ukuran utama dari kapal rancangan ini adalah:

- *Length Between Perpendicular* (LBP)
- *Length Over All* (LOA)
- *Length Water Line* (LWL)
- *Breadth Moulded* (Bmld)
- *Draft Moulded* (Tmld)
- *Heigth Moulded* (Hmld)

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

1. Perhitungan Dasar

A. Panjang Antara Garis Tegak / *Length Between Pendicular(LBP)*

Penentuan LBP berdasarkan buku *Caldwell Screw Tug Design* Hal.30 ,yaitu :

$$LBP = Kg + \sqrt{(2,5 \times BHP - 300)}$$

Dimana koefisien pembanding :

$$LBP \text{ pem} = 56.20 \text{ M}$$

$$= 183.724 \text{ ft}$$

$$BHP = 2 \times 980 \text{ hp}$$

$$\text{Maka : } Kg = LBP \text{ Pem} - \sqrt{(2,5 \times BHP - 300)}$$

$$= 183,724 \text{ ft} - \sqrt{(2,5 \times 1960 - 300)}$$

$$= 115,53 \text{ ft}$$

Dimana untuk perancangan :

$$BHP = \text{Tenaga Penggerak Kapal Rancangan}$$

$$= 2 \times 1100 = 2200 \text{ HP}$$

$$Kg = 115,53 \text{ ft}$$

$$LBP = 115,53 \text{ ft} + \sqrt{(2,5 \times 2200 - 300)}$$

$$= 187,64 \text{ ft}$$

$$= 57,194 \text{ m}$$

Maka ditetapkan harga LBP menjadi 57,00 m

B. Panjang Keseluruhan Kapal / *Length Over All (LOA)*

Penentuan panjang keseluruhan kapal, digunakan perbandingan LOA/LBP dari kapal pembanding, dimana perbandingannya adalah :

$$LOA/LBP = 1,080$$

$$LOA = 1,080 \times LBP$$

$$= 1,080 \times 57,00 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$= 61.50 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas maka ditetapkan harga LOA = 61.50 m

C. Panjang Garis Air / Length Water Line(LWL)

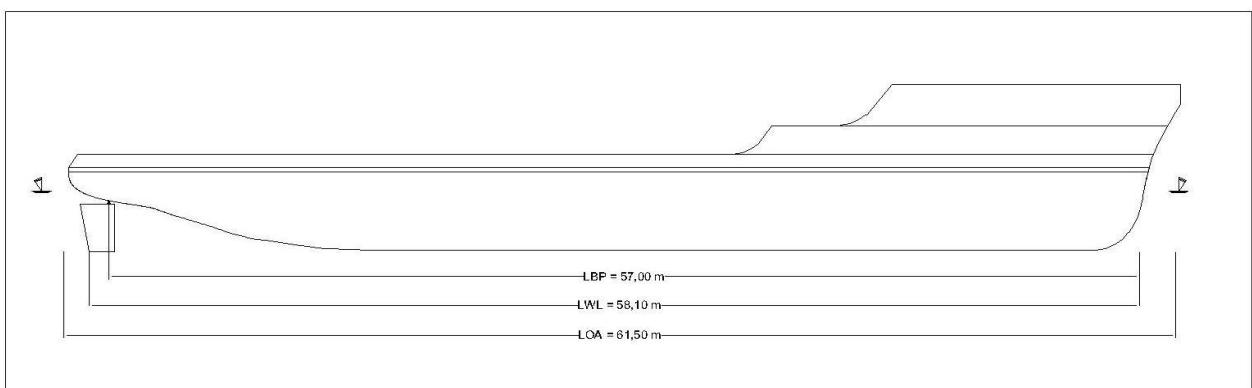
Menentukan LWL atau panjang garis air mengacu pada rumus *Internasional Convention on Load Line (ILLC) tahun 1966 hal.25*, yaitu :

$$\text{LWL} = \text{LBP} + (2\% \times \text{LBP}), \text{ Dari rumus tersebut maka,}$$

$$\text{LWL} = 57 + (2\% \times 57)$$

$$= 58.14 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas maka ditetapkan harga LWL = 58.10 m



Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

Gambar 2 LOA, LWL dan LBP Kapal Rancangan

D. Lebarkapal / Breadth Moulded(Bmld)

Untuk menentukan lebar kapal, digunakan perbandingan LBP/B dari tabel 1 yang terdapat dalam buku *Caldwell Screw Tug Design* Hal.28, yaitu :

$$\frac{\text{LBP}}{B} = 3.5$$

Dimana : B = Lebar kapal Rancangan

LBP = Panjang antara garis tegak buritan dan haluan kapal rancangan

$$= 57 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$B = LBP / 3.5$$

$$= 57 / 3.5$$

$$= 16.28 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $B = 16.00 \text{ m}$

Pengecekan Lebar Kapal (Bmld)

- Dalam buku *caldwell's Screw Tug Design* halaman 28 dan 29 dari tabel I dan tabel II diketahui untuk perbandingan LBP/B adalah antara 3.5 – 4.76, dimana perbandingan LBP/B kapal rancangan adalah 3.5.....Memenuhi.
- Dalam buku *Ir. Martin J Tamaela* dengan judul Merancang Kapal I halaman 131 perbandingan LBP/B untuk tipe kapal tarik minimal 3.5 dan dimana perbandingan LBP/B kapal rancangan adalah 3.5.....Memenuhi.
- Dalam buku Sokarsono N.A dengan judul Perencanaan Kapal halaman 7a untuk kapal tarik perbandingan LBP/B untuk kapal tarik adalah 3 – 5.5, dimana perbandingan LBP/B kapal rancangan adalah 3.5.....Memebuhi.

E. Tinggi Sarat Air / *Draft Moulded(Tmld)*

Untuk menentukan tinggi sarat air, digunakan perbandingan B/T dari tabel 1 yang terdapat dalam buku *Caldwell Screw Tug Design* Hal.28, yaitu :

$$\frac{B \text{ pembd}}{T \text{ pembd}} = 4.6 \text{ atau } \frac{LBP \text{ pembd}}{T \text{ pembd}} = 16.00$$

Dimana : T = Draft kapal rancangan

B = Lebar kapal rancangan

$B = 16 \text{ m}$

$$\text{Maka : } T_R = \frac{B}{T}$$

$$= \frac{16,00}{4.6}$$

$$T = 3,48 \text{ m}$$

Ditetapkan harga $T = 3,50 \text{ m}$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Pengecekan Sarat Air Kapal (T mld) :

- Dalam buku judul Perencanaan Kapal oleh Soekarsono N.A dengan halaman 7a untuk kapal tarik perbandingan B/T untuk kapal tarik 2,2 – 3,5 dimana perbandingan B/T kapal rancangan adalah 3,50.....memenuhi.
- Dalam buku *Principles of Naval Architecture* oleh SNAME Chapter 1 halaman 44, disebutkan untuk perbandingan LBP/T untuk semua kapal antara 10 – 30 dimana perbandingan LBP/T kapal rancangan adalah 16,00....memenuhi.

F. Tinggi Kapal / *Height Moulded*(H mld)

Untuk menentukan *height moulded* (Hmld) digunakan perbandingan H/T, dalam buku judul Perencanaan Kapal oleh Sokarsono N.A dengan halaman 7a untuk kapal tarik / tunda perbandingan H/T adalah 1,2 ~ 1,55.

- Berdasarkan data pembanding nilai aspect ratio (H/T)

$$\text{Tinggi kapal pembanding (H)} = 4,60 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Sarat kapal rancangan (T)} = 3,50 \text{ m}$$

$$H/T = 4,60/3,50$$

$$= 1,315 \quad (1,2 \sim 1,55)$$

- Menurut data kapal pembanding, nilai aspect ratio (L/H)

$$L/H = \frac{56,20}{4,60}$$

$$= 12,23$$

Untuk kapal rancangan :

$$H = \frac{\text{LBP}}{\text{aspect ratio}}$$

$$= \frac{57}{12,23} = 4,64$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga H = 4,60 m

G. *Freeboard* (f)

Untuk menentukan *freeboard* digunakan rumus sebagai berikut :

$$F = H - T$$

$$= 4,60 - 3,50 = 1,10 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

G. Froud Number

Dalam buku “*Ship Design For Efficiency and Economy*“ oleh Schecluth, hal 3 :

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \times lbp}}$$

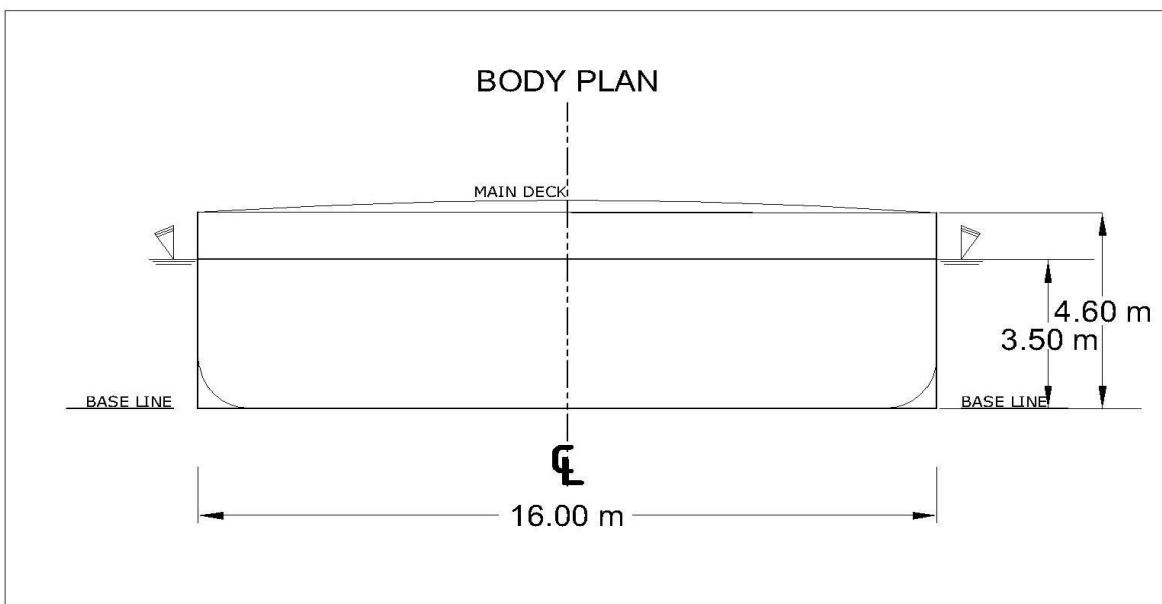
VS = Kecepatan kapal dalam m/dt : 11 knot x 0.5144 = 5.6584 m/dt

g = Percepatan gravitasi 9.81 m/dt

lbp = Panjang antara garis tegak buritan dan haluan kapal rancangan 57 m

$$Fn = \frac{5.6584}{\sqrt{9.81 \times 57}}$$

$$Fn = 0.235$$



Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

Gambar 2.1 B, H dan T Kapal Rancangan

II.1.2 Estimasi Koefisien Bentuk Kapal

Estimasi yang dilakukan untuk koefisien bentuk dari kapal pra rancangan ini adalah :

- *Coefficient Block (Cb)*
- *Coefficient Midship (Cm)*
- *Coefficient Prismatic (Cp)*
- *Coefficinet Waterline (Cw)*

A. Koefisien Blok / *Coefficient Block(Cb)*

Untuk menghitung harga koefisien blok(Cb) digunakan

- Rumus *Alexander* yang terdapat dalam buku *Caldwell Screw Tug Design* Hal.36,

$$C_b = K_A - \frac{V_s}{2\sqrt{LBP}}$$

Harga KA da ambil kapal Pembanding = 1.04

Dimana C_b = *Coefficient Block* kapal pembanding
= 0.69

V_s = Kecepatan Gerak Kapal Pembanding
= 8.00 Knot

LBP = Panjang antara garis tegak buritan dan haluan kapal pembanding
= 56,20 m = 183.27 ft

Maka,

$$K_A = 0.69 + \frac{8}{2\sqrt{183.27}}$$

$$= 0.69 + \frac{8}{27.16}$$

$$= 1.045$$

$$C_b = K_A - \frac{V_s}{2\sqrt{Lbp r}}$$
$$= 1.045 - \frac{10}{2\sqrt{172.11 \text{ ft}}} = 0.62$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

- Rumus Kerlen

$$Cb = 1.179 - \left(0.333 \times \frac{Vs}{\sqrt{Lbp} r} \right)$$

$$= 1.179 - \left(0.333 \times \frac{11}{\sqrt{57}} \right)$$

$$= 0.69$$

- Rumus (*Alexander Formula*) *One Due, Ship Design for Efficiency and Economy*
hal. 26

$$Cb = C - 1.68 \cdot Fn$$

$$C = 1.09 \text{ for twin-screw ships}$$

$$Fn = 0.235$$

Maka :

$$Cb = 1.09 - 1.68 \times 0.235$$

$$= 0.696$$

$$Cb = 0.70$$

Dari buku Soekarsono NA dengan judul perencanaan kapal halaman 7b untuk $VS / \sqrt{LBP} = 0.9 \sim 1.4$ harga Cb -nya adalah $0.68 \sim 0.82$. maka harga dari Kapal rancangan $VS / \sqrt{LBP} = 1.4$ dan $Cb = 0.70$ (memenuhi).

B. Koefisien Bidang Tengah / *Coefficient Midship (Cm)*

Untuk perencanaan *Coefficient Midship (Cm)* digunakan

- rumus rasio pendekatan dari sabit series 60 dari buku (BPKM) merancang kapal I oleh *martin Julyans Tamaela*, yaitu :

$$Cm = 0.08 Cb + 0.93$$

$$Cb = \text{Coefficient Block kapal} = 0.70$$

$$\text{Maka : } Cm = 0.08 \times 0.70 + 0.93$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$= 0.986$$

- Dari buku judul Perencanaan Kapal oleh *Soekarsono, NA* dengan halaman 7b untuk $V / \sqrt{LBP} = 0.9 - 1.3$ harga Cm-nya adalah 0.95 – 0.99 dimana harga dari kapal rancangan adalah $V / \sqrt{LBP} = 1.24$ dan cm = 0.986 ... memenuhi.

C. KoefisienPrismatik / *Coefficient Prismatic(Cp)*

Untuk menentukan *Coefficient Prismatic (Cp)* digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Principles Of Naval Architecture* oleh *SNAME chapter 1* halaman 42, yaitu :

$$\begin{aligned}Cp &= \frac{Cb}{Cm} \\&= \frac{0.70}{0.986} = 0.71\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga Cp = 0.71

- o Dari buku judul Perencanaan Kapal Karangan *Soekarsono NA* dengan halaman 7b untuk $V / \sqrt{LBP} = 0.9 - 1.4$ harga Cp adalah ($Cp = 0.68 \sim 0.82$)..... Memenuhi.

D. KoefisienGaris Air / *Coefficient Waterline(Cw)*

Untuk menentukan *Coefficient Waterline (Cw)* digunakan rumus rasio perbandingan (LWL x B) / Aw dari kapal pembanding, yaitu :

$$c = \frac{LWL \times B}{Aw}$$

Dimana : c = Koefisien perbandingan

Aw = Area Waterline kapal rancangan

$$\begin{aligned}Aw &= (LWL \times B) / c & c \text{ pembanding} = 1.180 \\&= (58,10 \times 16,00) / 1.180 = 787,37 \text{ meter}^2\end{aligned}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Untuk menentukan harga *Coefficient Waterline* (Cw) dengan rumus dalam buku *Principles Of Naval Architecture* oleh SNAME Chapter I halaman 42 maka Cw kapal rancangan

$$\begin{aligned} C_w &= A_w / (LWL \times B) \\ &= 787,37 / (58,10 \times 16,00) \\ &= 0,84 \end{aligned}$$

Untuk menentukan harga *Coefficient Waterline* (Cw) dengan rumus dalam buku *Ship Design for efficiency in economy* halaman 31 maka Cw kapal rancangan

$$\begin{aligned} C_w &= \sqrt{C_b} - 0,025 \\ &= \sqrt{0,70} - 0,025 \\ &= 0,821 \end{aligned}$$

Pengecekan koefisien *waterline*.

Ditetapkan harga Cw = 0,84

Pada buku *Ship Calculation* oleh Overseas Ship Building Cooperation Center Halaman 7, untuk hubungan Cb, Cp dan Cw nilainya harus $C_b < C_p < C_w$, dimana harga untuk kapal rancangan adalah $0.70 < 0.71 < 0.84$ (memenuhi).

II.1.3 Estimasi *Displacement* Dan *Volume Displacement* Kapal

A. *Displacement* (Δ)

Menetukan *displacement* (Δ) pada kapal rancangan maka digunakan rumus dalam buku *Principles Of Naval Architecture* oleh SNAME chapter I halaman 42, yaitu :

$$\begin{aligned} \Delta &= C_b \times L \times B \times T \times \rho_{\text{air}} (\text{laut}) \\ L &= \text{Panjang garis kapal yang terbenam dalam air} \\ &= 57 \text{ m} \\ B &= \text{Lebar kapal rancangan} \\ &= 16,00 \text{ m} \end{aligned}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

T = *Draft* sarat air pada Kapal Rancangan

$$= 3,50 \text{ m}$$

Cb = *Coefficient Block* pada Kapal Rancangan

$$= 0,70$$

Maka :

$$\triangle = 0,70 \times 57 \times 16,00 \times 3,50 \times 1,025$$

$$\triangle = 2290,26 \text{ Ton}$$

B. *Volume Displacement (∇)*

Menentukan *Volume Displacement* pada buku *Buoyancy and stability of ships* karangan *Ir. Scheltema De Heere* dan *Drs. A.R. Beker* pada kapal rancangan dengan rumus :

$$\nabla = Cb \times LBP \times B \times T$$

Dimana : ∇ = *Volume Displacement* kapal rancangan

LBP = Panjang antara garis tegak buritan dan haluan kapal rancangan
= 57 m

B = Lebar kapal rancangan
= 16,00 m

T = *Draft* kapal rancangan
= 3.50

Cb = *Coefficient Block* kapal rancangan
= 0.70

Maka ; ∇ = $0.70 \times 57 \times 16,00 \times 3.50$
= $2234,4 \text{ m}^3$

II.1.4 Estimasi Bentukan *Midship* Kapal

A. Bilga Radius (R)

Perhitungan *Bilga radius* kapal rancangan digunakan perbandingan dari pada harga *bilga radius* dibagi dengan lebar dari kapal pembanding.

$$R = \frac{\sqrt{B \times T (1 - C_m)}}{0.4292}$$

Dimana : C_m = Koefisien rancangan

$$= 0.986$$

B = Lebar dari kapal rancangan

$$= 16,00 \text{ m}$$

T = *Draft* kapal rancangan

$$= 3.50 \text{ m}$$

Maka : $R = \frac{\sqrt{16 \times 3.50 (1 - 0.986)}}{0.4292}$

$$= 0.968$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $R = 0.97$

B. Jarak Keel Plate (b)

Menentukan jarak dari *keel plate* dari kapal rancangan digunakan klas dari *Biro Klasifikasi Indonesia, Volume II for Hull Edition 2017*, yaitu :

$$b = 800 + 5 L$$

Dimana : b = Jarak *keel plate* untuk lebar kapal

L = Panjang dari kapal rancangan

$$= 57 \text{ m}$$

Maka : $b = 800 + 5 \times 57 \text{ m}$

$$= 1085 \text{ mm}$$

$$= 1.08 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $b = 1.08 \text{ m}$

C. *Rise of Floor (r)*

Dalam menghitung *rise of floor*, menggunakan *ratio rise of floor* terhadap lebar kapal pada kapal pembanding.

$$r = \frac{r_{kp}}{B}$$

Dimana: $r_{kp} = \text{Rise Of Floor}$ kapal pembanding

$$= 0,3 \text{ m}$$

$B = \text{Lebar kapal pembanding}$

$$= 16,20 \text{ m}$$

$$\text{Maka, } r_{kp} = \frac{0,3}{16,20}$$

$$= 0,0185$$

Untuk *Rise Of Floor(r)* kapal rancangan

$$r = r_{kp} \times B:$$

$$\text{Dimana: } r_{kp} = 0,00185$$

$B = \text{Lebar kapal rancangan}$

$$= 16 \text{ m}$$

$$\text{Maka: } r = 0,0185 \times 16$$

$$= 0,296 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan **$r = 0,296 \text{ m}$**

D. Menentukan *Chamber*

Untuk menentukan *chamber* digunakan rumus :

$$\text{Chamber} = \frac{B}{50}$$

$$= \frac{16}{50} = 0,32 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **$\text{Chamber} = 0,32 \text{ m}$**

II.2 Estimasi Tenaga Penggerak Kapal

Pada tugas merancang kapal perhitungan hambatan daya mesin penggerak perlu dilakukan, dalam hal tersebut bertujuan selain mengetahui harga hambatan total kapal rancangan, juga untuk memeriksa apakah ukuran pokok dan koefisien bentuk dari kapal rancangan telah memenuhi persyaratan. Sedangkan perhitungan daya mesin penggerak berfungsi untuk koreksi daya mesin utama yang telah ditetapkan. *Metode Admiralty*

- Perkiraan Mesin Induk

Menurut *W. Froude (Resistance and Propulsion of Ship, Harvald, 1992.Pg.53)*.

$$R_f = f \times S \times V^{1,825}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } f &= 0,00871 + \frac{0,053}{(LPP+8,8)} \\ &= 0,00871 + \frac{0,053}{(57+8,8)} \\ &= 0,00915 \end{aligned}$$

Menurut Mumford, dalam buku "*Hambatan Kapal dan Daya Mesin Penggerak*"

Karangan Teguh Sastrodiwongso hal.64

$$\begin{aligned} S &= Lwl \times (1,7 \times T + C_b \times B) \\ &= 58,1 \times (1,7 \times 3,50 + 0,70 \times 16,00) \\ &= 1008,616 \text{ m}^2 \\ &= 10855,73 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} R_f &= 0,00915 \times 10855,73 \times 11^{1,825} \\ &= 8215,446 \text{ kg} \end{aligned}$$

i. Perkiraan Hambatan Sisa (Rr)

$$\begin{aligned} R_r &= 12,5 \times C_b \times \Delta \times \frac{V_s^4}{LPP^2} \\ &= 12,5 \times 0,70 \times 2290,26 \times \frac{11^4}{(57 \times 3,28)^2} \\ &= 5733,178 \text{ kg} \end{aligned}$$

ii. Perkiraan Hambatan Total (Rt)

$$\begin{aligned} R_t &= R_f + R_r \\ &= 8215,446 + 5733,178 \\ &= 13948,62 \text{ kg} \end{aligned}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

iii. Penentuan Besar Tenaga Penggerak (EHP)

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= \frac{Rt \times Vs}{75} \\ &= \frac{13948,62 \times 11 \times 0,5144}{75} \\ &= 1052,717 \text{ HP} \end{aligned}$$

iv. Penentuan Besar *Shaft Horse Power* (SHP)

$$\text{SHP} = \frac{\text{EHP}}{\text{PC}}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{PC} &= 0,50 \sim 0,55 \text{ (menurut buku tahanan kapal karangan } \\ &\quad \text{Ir.Teguh Sastrodiwongso)} \\ &= \frac{1052,717}{0,5} \\ &= 2104,717 \text{ HP} \end{aligned}$$

v. Penentuan Besar Tenaga Penggerak (BHP)

Sea Margin berkisar antara 15%~20%

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{SM}} &= (18\% \times \text{SHP}) + \text{SHP} \\ &= (18\% \times 2104,717) + 2104,717 \\ &= 2504,613 \text{ HP} = 1867,69 \text{ KW} \end{aligned}$$

Faktor MCR : 85% x BHP_{SM}

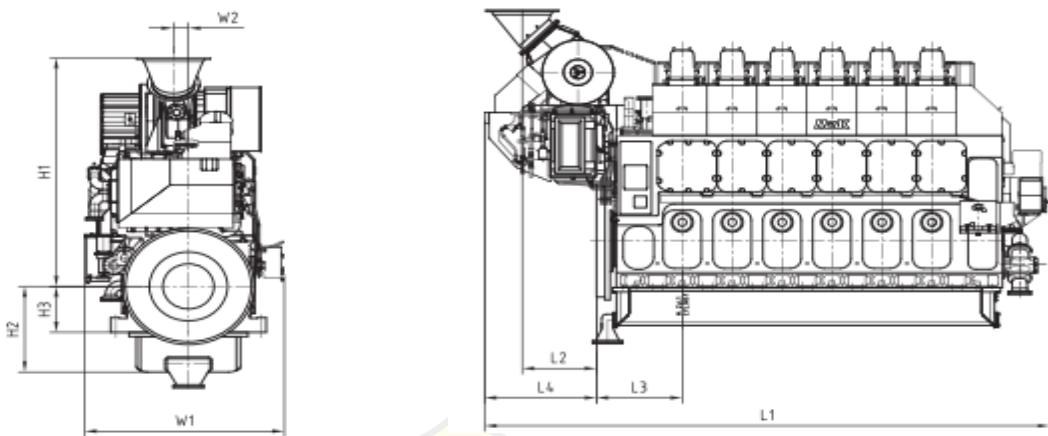
$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{mcr}} &= \frac{85}{100} \times 2502,705 \text{ HP} \\ &= 2128,921 \text{ HP} = 1587,537 \text{ KW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga **BHP = 2200 HP**

Maka ditentukan penggunaan mesin 2200 HP / 2 = 1100 HP

Jadi penggunaan mesin utama kapal rancangan 2 x 1100 HP

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP



Sumber : *Katalog Mesin Caterpillar*

Gambar 2.2 Mesin utama sementara

Untuk kapal rancangan ini menggunakan 2 Mesin utama dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Merk : Caterpillar
- Type : 3508C
- Daya : 1100 HP (820 KW)
- Cylinders : 8
- Bore x Stroke : 170 x 190 mm
- Speed : 1700 rpm
- SFOC : 163.5 g/KWh
- P x L x T : 2310 mm x 1803 mm x 1703 mm

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

- Perkiraan Mesin Bantu

Untuk membantu pengoperasian pada kapal selama kapal tersebut berlayar, seperti menghidupkan mesin-mesin geladak, pompa-pompa hidrolik, lampu-lampu, *Air Condition*, *navigasi* dan lain sebagainya diperlukannya listrik.

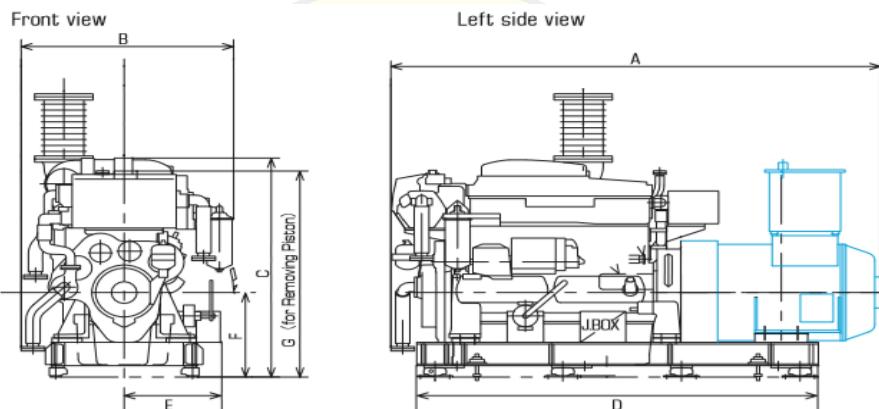
$$\text{PAE} = 10 - 15 \% \times \text{BHP}$$

Dimana : PAE = Daya mesin bantu kapal rancangan

BHP = Daya mesin utama kapal rancangan = $2 \times 1100 \text{ HP}$

$$\text{Maka : PAE} = 10 \% \times 2200 = 220 \text{ HP} = 164,05 \text{ KW}$$

Ditetapkan penggunaan mesin bantu $220 \text{ HP} / 2$ (mesin utama $2 \times 1100 \text{ HP}$) = $110 \text{ HP} = 81,95 \text{ KW}$.



Sumber : Katalog Mesin Yanmar

Gambar 2.3 Mesin bantu sementara

Untuk kapal rancangan ini menggunakan 3 Mesin Bantu, dengan 2 mesin beroperasi dan 1 cadangan mesin bantu, berikut spesifikasi mesin bantu kapal :

- Merk : YANMAR
- Type : 6HAL2-N
- Daya : 122 HP, 80 KW
- Cylinders : 6
- Bore x Stroke : $130 \times 165 \text{ mm}$
- Speed : 1200 rpm
- P x L x T : $1795 \text{ mm} \times 1115 \text{ mm} \times 1331 \text{ mm}$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

II.3 Estimasi Kapasitas Ruang Muat

Penentuan *volume* ruang muat digunakan cara menurut *BKI Vol II* sebagai berikut :

1. Luas penampang kapal

$$\begin{aligned} A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 16,00 \times 3,50 \times 0,986 \\ &= 55,216 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Jarak Gading Normal

$$\begin{aligned} a_o &= (LBP/500) + 0,48 \\ &= (57,00 / 500) \times 0,48 \\ &= 0,594 \text{ m} \end{aligned}$$

Diperhitungan diatas ditetapkan harga $a_o = 0,60 \text{ m}$

3. Jarak Sekat Ceruk Haluan dari *Forepeak*

$$\begin{aligned} S_h &= (5 \sim 8)\% \times Lbp \\ &= 5\% \times 57,00 \\ &= 2,85 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Jarak Ceruk Buritan dari *Afterpeak*

$$\begin{aligned} S_b &= (3 \sim 5)\% \times a_o \\ &= 5 \times 0,60 \\ &= 3 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Panjang Kamar mesin

$$\begin{aligned} Lkm &= (15 \sim 18)\% \times Lbp \\ &= 16 \% \times 57,00 \\ &= 9 \text{ m} \end{aligned}$$

Atau :

$$\begin{aligned} Lkm &= Lmesin + 6 \text{ m} \\ &= 9 + 6 \\ &= 15 \text{ m} \end{aligned}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

6. Tinggi Double Bottom

$$\begin{aligned} \text{Hdb} &= 350 + (45 \times B) \\ &= 350 + (45 \times 16,00) \\ &= 1000 \text{ m} \\ &= 1,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

7. Panjang Deck Muat

$$\begin{aligned} \text{Lrm} &= \text{Lbp} - (\text{Sh} + \text{Sb} + \text{Lkm}) \\ &= 57,00 - (2,85 + 3 + 10,26) \\ &= 36,12 \text{ m} \end{aligned}$$

8. Luas Deck Muat pada Midship

$$\begin{aligned} \text{Arm} &= B \times H \times Cm \\ &= 16,00 \times 4,60 \times 0,986 \\ &= 72,569 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9. Luas Double Bottom pada Midship

$$\begin{aligned} \text{Adbm} &= B \times \text{Hdb} \times \text{Cm} \\ &= 16,00 \times 1,00 \times 0,986 \\ &= 15,776 \end{aligned}$$

10. Volume Main Deck

$$\begin{aligned} \text{Vrm} &= \text{Lrm} \times B \times \text{Dc} \times \text{Cb} \times 0.85 \times H \\ \text{Dc} &= H + (0.5 \times \text{Chamber}) + (1/6 \times \text{Sheer Ap} + \text{Sheer Fp}) - \text{Hdb} \\ &= H + (0.5 \times (1/50 \times B)) + (1/6 \times ((25 \times (\text{Lbp}/3)) + 10) + (50 \times (\text{Lbp}/3) + 10)) - \text{Hdb} \\ &= 45.27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Vrm} &= \text{Lrm} \times B \times \text{Dc} \times \text{Cb} \times 0.85 \times H \\ &= 36,12 \times 16 \times 45,27 \times 0,70 \times 0,85 \times 4,60 \\ &= 71606,59 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

II.4 Estimasi Ukuran *Superstructure*

Dalam buku “*Ship Design for Efficiency and Economi*” second edition, halaman 21 table 1.5 a standardt height (m) of superstructure oleh H. Schneekluth dan V. Betram

Tabel 2.4.1 Standard height (m) of superstructure

L (m)	Raised Quarterdeck	All Other Superstructure
≤ 30	0,90	1,80
75	1,20	1,80
L (m)	Raised Quarterdeck	All Other Superstructure
≥ 125	1,80	2,30

Sumber : Buku *Ship Design for Efficiency and Economi*” second edition

Dari data di atas kita bisa menggunakan formulasi interpolasi, untuk mencari nilai ukuran dari panjang kapal (L) 48 m.

Raised Quarterdeck :

$$= 1,20 + \left[\frac{Lwl - 75}{Lwl - 75} \right] \times (1,80 - 1,20)$$

$$= 1,20 + \left[\frac{58,10 - 75}{58,10 - 75} \right] \times (1,80 - 1,20)$$

$$= 1,80 \text{ m}$$

All other Superstructure

$$= 1,8 + \left[\frac{Lwl - 75}{Lwl - 75} \right] \times (2,30 - 1,80)$$

$$= 1,8 + \left[\frac{58,10 - 75}{58,10 - 75} \right] \times (2,30 - 1,80)$$

$$= 2,30 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I

Supply Vessel 2 x 1100 HP

II.5 Pemeriksaan *Freeboard* (F)

Untuk menentukan *Freeboard* (f) digunakan rumus sebagai berikut :

$$F = H - T$$

Dimana : f = *freeboard* kapal rancangan

 T = Draft kapal rancangan

 = 3,50 m

 H = Tinggi kapal rancangan

 = 4,60 m

Maka : f = H - T

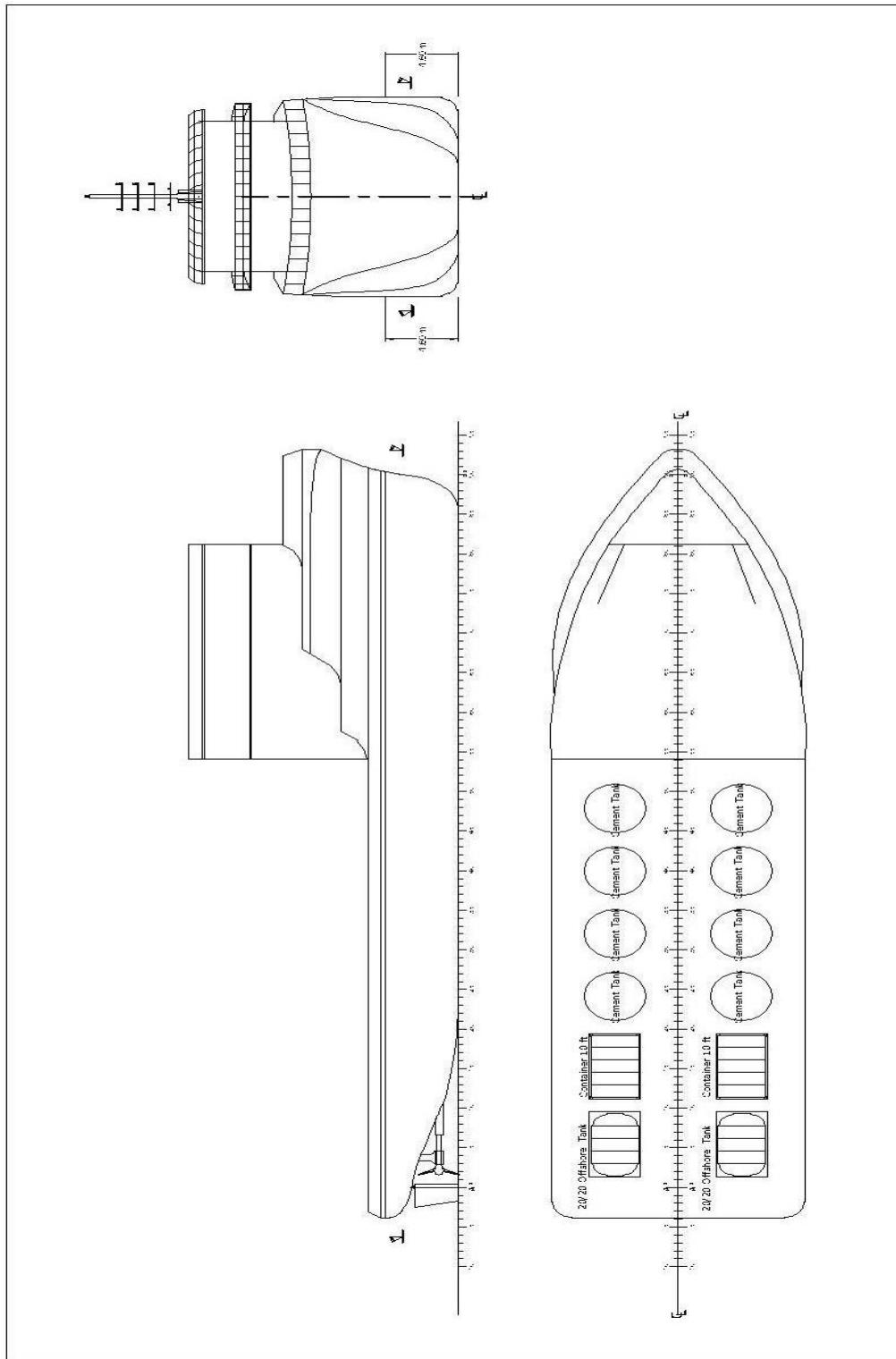
 = 4,60 - 3,50

 = 1,10 m

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga f = 1,10 m

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

II.6 Sketsa Rencana Umum



Sumber : Gambar Pribadi

Gambar 2.4 Sketsa Rencana Umum Kapal Rancangan

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

II.7 Estimasi Berat Kapal (*Dead Weight & Light Weight Tonnage*)

Supply vessel merupakan alat transportasi yang di rancang dan diperuntukan dalam memenuhi kebutuhan pengoperasian pada kegiatan bangunan pengeboran minyak dan gas yang berada di lepas pantai (*Offshore*), berupa *Mobile Offshore Drilling Unit (MODU)* atau *Moveable Offshore Gas Drilling Unit (MOgPU)*. Berupa kebutuhan logistik *Offshore*, *MODU* atau *MogPU* tersebut yang menentukan perancangan kapal dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Diketahui bahwa Displacement kapal rancangan terdiri dari penjumlahan *Dead Weight Ton* (DWT) dengan *Light Weight Ton* (LWT), yaitu :

$$\Delta = \text{DWT} + \text{LWT}$$

Dimana harga dari DWT untuk *supply vessel* rancangan ini terdiri dari :

1. Berat Muatan *Deck* (W_{DC})
2. Berat Bahan Bakar (W_{FO})
3. Berat Minyak Pelumas (W_{LO})
4. Berat Air Tawar (W_{FW})
5. Berat *Liquid Mud* (W_{LM})
6. Berat *Cement* (W_{CT})
7. Berat Makanan (W_{FD})
8. Berat *Crew + Passanger* dan barang bawaan (W_{CP})
9. Berat *Foam* (W_{FM})
10. Berat *Deterjen* (W_{DT})

Sehingga :

$$\text{DWT} = W_{DC} + W_{FO} + W_{LO} + W_{FW} + W_{LM} + W_{CT} + W_{FD} + W_{CP} + W_{FM} + W_{DT}$$

Sedangkan harga untuk *Light Weight Ton* (LWT) untuk *supply vessel* rancangan ini terdiri dari :

- A. Berat Baja Kapal (W_{ST})
- B. Berat Mesin Dan Permesinan (W_{MA})
- C. Berat Perkayuan Dan *Outfitting* (W_{WO})

Sehingga :

$$\text{LWT} = W_{ST} + W_{MA} + W_{WO}$$

II.7.1 Estimasi *Light Weight Ton* (LWT) Kapal

A. Estimasi Berat Baja Kapal (W_{ST})

Untuk menentukan berat baja kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *ship design for efficiency in economy* hal.149, yaitu :

$$W_{ST} = (L \times B \times D_A)C_S$$

$$C_S = C_{SO} + \text{Log}_{10}(\Delta/100xt)$$

$$C_{SO} = \text{Supply Vessel (0,0974)}$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } D_A &= C_b + 0,5 \times \frac{H-T}{T} x(1 - C_b) \\ &= 0,70 + 0,5 \times \frac{4,6-3,5}{3,5} x(1 - 0,70) \\ &= 0,7471 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_S &= C_{SO} + \text{Log}_{10}(\Delta/100xt) \\ &= 0,0974 + \text{Log}(2290,26/100 \times 3,5) \\ &= 1,80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{ST} &= (57 \times 16 \times 0,7471) \times 1,80 \\ &= 1226,51 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{ST} = 1226,51 \text{ ton}$

Koreksi untuk Wst

$$\begin{aligned} a &= (1+0,033 x(\frac{L}{H} - 12)) \\ &= (1+0,033 x(\frac{57}{4,6} - 12)) = 1,012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= (1+0,06 x(a - \frac{H}{4})) \\ &= (1+0,06 x(1,012 - \frac{4,6}{4})) = 0,967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= (1+0,04 x(\frac{L}{B} - 12)) \\ &= (1+0,04 x(\frac{57}{16} - 12)) = 0,662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= (1+0,2 x(\frac{T}{H} - 0,85)) \\ &= (1+0,2 x(\frac{3,5}{4,6} - 0,85)) = 0,982 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= 0,96 + 1,2 x (0,85-Cbd) \\ &= 0,96 + 1,2 x (0,85-0,751) = 0,965 \end{aligned}$$

$$f = 1 + 0,75 x 0,814 x (Cm-0,98)$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$= 1 + 0,75 \times 0,814 \times (0,989-0,98) = 1,005$$

Koreksi untuk Wst :

$$\begin{aligned} Wst &= Cbd \times Wst \times (a) \times (b) \times (c) \times (d) \times (e) \times (f) \\ &= 0,751 \times 1226,51 \times 1,012 \times 0,967 \times 0,662 \times 0,982 \times 0,965 \times 1,005 \\ &= 570,181 \text{ ton} \end{aligned}$$

B. Estimasi Berat Permesinan Kapal (W_{MC})

Untuk menentukan berat permesinan kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Practical Ship Design, 4.5 Machinery Weight for medium speed* halaman 110 yaitu :

- Berat Mesin Utama

$$W_d = 12 \times \left\{ \frac{MCR}{RPM} \right\}^{0,84}$$

Dimana :

W_{d1} = Berat mesin Utama kapal rancangan

MCR = *Maximum* kapasitas 1(satu) tenaga mesin

= 1100 hp (820 kw)

RPM = *Rotasi* putaran torak engkol per menit = 1600

Maka :

$$\begin{aligned} W_{d1} &= 12 \times \left\{ \frac{820}{1600} \right\}^{0,84} \\ &= 6,6 \end{aligned}$$

Dengan 2 (dua) tenaga penggerak = 13,2

- Berat Mesin Bantu

$$W_{d2} = 12 \times \left\{ \frac{MCR}{RPM} \right\}^{0,84}$$

Dimana :

W_{d2} = Berat mesin Bantu kapal rancangan

MCR = *Maximum* kapasitas 1(satu) tenaga mesin = 122 hp (80 kw)

RPM = *Rotasi* putaran torak engkol per menit = 1500

Maka :

$$W_{MC} = 12 \times \left\{ \frac{244}{1500} \right\}^{0,84} = 2,208$$

Dengan 3 (tiga) mesin bantu = 6,625

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

- Berat Mesin *Bow Thruster*

$$W_{d3} = 12 \times \left\{ \frac{MCR}{RPM} \right\}^{0,84}$$

Dimana :

W_{d3} = Berat Mesin *Bow Thruster* kapal rancangan

MCR = *Maximum* kapasitas 1(satu) tenaga mesin

= 268 hp (200 kw)

RPM = Rotasi putaran mesin = 1500

Maka :

$$W_{MC} = 12 \times \left\{ \frac{200}{1500} \right\}^{0,84} = 2,20$$

mesin *bow thruster* = 2,20

$$W_d = W_{d1} + W_{d2} + W_{d3}$$

$$= 13,2 + 6,62 + 2,20 = 22,02$$

Didapat MCR/RPM ditetapkan = 22,02 dengan ketentuan grafik dibawah ini maka berat permesinan kapal rancangan adalah = 287 ton

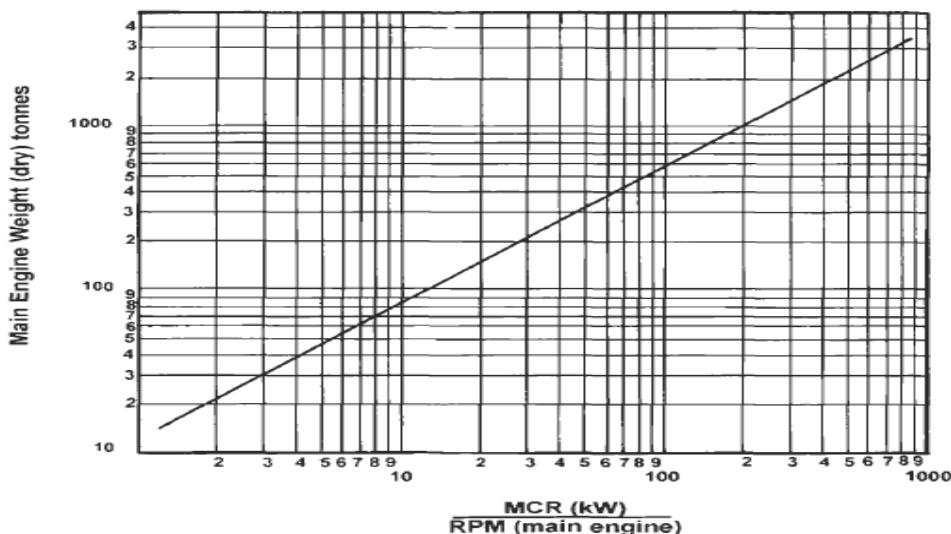


Fig. 4.15. Main engine weight – slow and medium speed diesels (dry).

Gambar.2.5 berat permesinan kapalEstimasi Berat Kayu dan *Outfitting* (W_{wo})

Untuk menentukan berat kayu dan *outfitting* kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Caldwell's Screw Tug Design* halaman 183,

$$W_{wo} = \frac{LBP \times B}{73}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Dimana :

W_{wo} = Berat kayu dan *outfitting* kapal rancangan

LBP = Panjang kapal rancangan (ft)

$$= 187,006 \text{ ft} = 57,00 \text{ m}$$

B = Lebar kapal rancangan (ft)

$$= 52,492 \text{ ft} = 16,00 \text{ m}$$

Maka :

$$W_{wo} = \frac{187,006 \times 52,492}{73}$$

$$= 134,470 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{MC} = 134,470 \text{ ton}$

D. Estimasi Total *Light Weight Ton* (LWT)

Untuk menentukan berat LWT kapal rancangan adalah didapat dari penjumlahan komponen-komponen LWT, yaitu :

$$LWT = W_{ST} + W_{MC} + W_{MO}$$

Table 2.7.1 Komponen LWT

No	Komponen Berat LWT	Berat (Ton)
1	Berat Baja Kapal Rancangan (W_{ST})	570,182
2	Berat Permesinan Kapal Rancangan (W_{MC})	287,000
3	Berat Kayu dan <i>Outfitting</i> Kapal Rancangan (W_{MO})	134,470
Berat Total LWT		991,652

Sumber : analisa tugas merancang kapal I

II.7.2 Estimasi *Dead Weight Ton* (DWT) Kapal

Untuk mengetahui berapa besarnya harga DWT dari pada kapal rancangan digunakan rumus *Displacement*, yaitu *Displacement* dikurangi dengan LWT.

$$DWT = \Delta - LWT$$

Dimana :

DWT = *Dead Weight Ton* kapal rancangan

Δ = *Displacement* kapal rancangan

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$\begin{aligned} &= 2290,26 \text{ ton} \\ \text{LWT} &= 991,650 \text{ ton} \\ \text{Maka} &: \\ \text{DWT} &= 2290,26 - 991,650 \\ &= 1115,937 \text{ ton} \end{aligned}$$

Menentukan komponen – komponen DWT terdiri dari perhitungan dibawah ini :

A. Estimasi Berat Bahan Bakar (W_{FO})

Untuk menentukan berat dari bahan bakar rancangan digunakan rumus pendekatan *NJ Van Drimmelen* yang terdapat dalam buku *Soekarsono N.A* dengan judul *merancang kapal* halaman 2,

$$W_{FO} = (Foc_{ME} + Foc_{AM}) \times \left(\frac{S}{Vs \times 24}\right) \times (BHP \times 10^{-6} \text{ton/gr})$$

Dimana :

W_{FO}	= Berat bahan bakar dari kapal rancangan
Foc_{ME}	= <i>Fuel consuption</i> untuk <i>Main engine</i>
	= 163,5 gr/HP/jam (1x1100 HP)
	= 327 gr/HP/jam menggunakan dua mesin
Foc_{AM}	= <i>Fuel consuption</i> untuk <i>Auxiliary engine</i>
	= 48 gr/HP/jam (1 x 122 HP)
	= 144 gr/HP/jam menggunakan tiga mesin
S	= Jarak pelayaran
	= 1900 mil laut
Vs	= Kecepatan kapal rancangan
	= 11,00 knot
M_E	= 1100 HP (820 KW), 1 mesin
A_E	= 122 HP (80 KW), 1 mesin

Menurut *Van Lameren* dalam buku karangan *Soekarsono N.A* dengan judul Merancang kapal pada halaman 2, bahwa $\left(\frac{S}{Vs \times 24}\right)$ adalah kebutuhan bahan bakar sehingga :

$$\left(\frac{1900}{11 \times 24}\right) = 7,196 \text{ hari}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Dari perhitungan diatas ditetapkan kebutuhan bahan bakar untuk kapal rancangan ini adalah 7 hari. Nilai koefisien penggunaan mesin (24 jam x 70-80%)19,2 jam

Maka :

$$\begin{aligned} W_{FO} &= (327 + 90) \times (7 \times 19) \times ((2200+366) \times (10^{-6})) \\ &= 142,31 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga W_{FO} = 142,31 ton

B. Estimasi Berat Minyak Pelumas (W_{LO})

Untuk menentukan berat minyak pelumas dari kapal rancangan digunakan rumus pendekatan *Harald Poehls, 1979.*

$$\begin{aligned} W_{LO} &= 0,054 \times W_{FO} \\ \text{Dimana : } W_{do} &= 0,054 \times 142,31 \text{ ton} \\ &= 7,67 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga W_{do} = 7,67 ton

C. Estimasi Berat Air Tawar (W_{FW})

Untuk menentukan berat air tawar dari kapal rancangan digunakan rumus pendekatan *NJ Van Drimmelen* yang terdapat dalam buku *Soekarsono N.A* dengan judul merancang kapal halaman 2, menurut *NJ Van Drimmelen* pemakaian air tawar untuk tiap anak buah kapal sebesar 150 kg/Hari/Orang.

$$W_{FW} = \text{Crew} \times T \times 150$$

Dimana :

$$\begin{aligned} W_{FW} &= \text{Berat air tawar dari kapal rancangan} \\ \text{Crew} &= 30 \text{ orang} \\ \text{Passenger} &= 38 \text{ orang} \\ T &= \text{Waktu pengisian bahan bakar} = 7 \text{ hari} \\ \text{Maka : crew} &= 30 \times 7 \times 150 = 31,5 \text{ ton} \\ \text{passenger} &= 38 \times 7 \times 150 = 39,9 \text{ ton} \\ W_{FW} &= 31,5 + 39,9 = 65,1 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk kebutuhan air minum para ABK dan *Crew Offshore* selama 7 hari diperkirakan W_{FW} = 65,1 ton.

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

D. Estimasi Berat *Crew* dan barang bawaan (W_{CP})

Untuk menentukan berat crew dan barang bawaan dari kapal rancangan, digunakan rumus pendekatan *NJ Van Drimmelen* yang terdapat dalam buku *Soekarsono N.A* dengan judul *Merancang Kapal* halaman 3, menurut *NJ Van Drimmelen* untuk kapal tarik *modern* diambil sebesar 0,25 ton/orang.

$$W_{CP} = \text{Crew} \times 0,25$$

Dimana :

$$W_{CP} = \text{Berat } crew \text{ dan barang bawaan}$$

$$\text{Crew} = 24 \text{ orang} \quad passenger = 38 \text{ orang}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_{CP1} &= 24 \times 0,25 & W_{CP2} &= 38 \times 0,25 \\ &= 6,00 \text{ ton} & &= 9,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{CP1} = 6$ ton, $W_{CP2} = 9,5$ ton

E. Estimasi Berat Makanan (W_{FD})

Untuk menentukan berat makanan dari kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Soekarsono N.A* dengan judul *Merancang Kapal* halaman 3, diambil harganya sebesar 75 kg/hari/orang.

$$W_{FD} = 75 \times T \times \text{Crew}$$

Dimana :

$$W_{CP} = \text{Berat makanan untuk kapal rancangan}$$

$$T = \text{Waktu pelayaran} = 7 \text{ Hari}$$

$$\text{Crew} = 24 \text{ orang} \quad Passenger Ship = 38 \text{ orang}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_{FD} &= 75 \times 7 \times 62 \\ &= 32550 \text{ kg} \\ &= 32,55 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{CP} = 32,55$ ton

F. Estimasi Berat *Cement Tank* (W_{CT})

Untuk menentukan berat dari *cement tank* harus menentukan dahulu volume dari

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

cement tank. Untuk menentukan *Volume Cement tank* digunakan rumus dalam buku *Pressure Vessels the ASME Code Simplified* pada hal 196.

1. *Volume Elliptical Heads*

$$V_{CB\ TK\ 1} = 2 \times D^3 \times 0,954$$

Dimana :

$$V_{CB\ TK\ 1} \quad = \text{Volume kepala cement tank}$$

$$D \quad = \text{Diameter cement tank (ft)}$$

$$= 3,950 \text{ m} = 12,959 \text{ ft}$$

$$2 \quad = \text{untuk kedua buah Elliptical Heads}$$

Maka :

$$V_{CB\ TK\ 1} = 2 \times 12,959^3 \times 0,954$$

$$= 4152,339 \text{ US gallons}$$

$$= 4152,339 \times 0,003785341178$$

$$= 15,718 \text{ m}^3$$

2. *Volume Badan*

$$V_{CB\ TK\ 2} = 3,14 \times r^2 \times h$$

$$V_{CB\ TK\ 2} \quad = \text{Volume badan cement tank}$$

$$R \quad = \text{Jari-jari cement tank} = 1,975 \text{ m}$$

$$H \quad = \text{Tinggi badan cement tank} = 2,250 \text{ m}$$

Maka :

$$V_{CB\ TK\ 2} = 3,14 \times 1,975^2 \times 2,250 = 27,558 \text{ m}^3$$

3. *Volume Total Cement Tank*

$$\begin{aligned} V_{CT\ TK\ C} &= (V_{CB\ TK\ 1} + V_{CB\ TK\ 2}) \\ &= (15,718 + 27,558) \\ &= 43,276 \text{ m}^3 \times 4 \text{ buah} = 173,104 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berat dari *cement tank* adalah :

$$W_{CT} = \text{volume} \times \gamma$$

Dimana :

$$W_{CT} = \text{Berat total cement tank kapal rancangan}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$= \text{Density cement} = 1,44 \text{ ton/m}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_{CT} &= 173,104 \times 1,44 \\ &= 216,38 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{CT} = 216,38$ ton

G. Estimasi Berat *fresh water Tank* (W_{FT})

Untuk menentukan *Volume fresh water tank* digunakan rumus dalam buku *Pressure Vessels the ASME Code Simplified* pada hal 196.

1. *Volume Elliptical Heads*

$$V_{FB\ TK\ 1} = 2 \times D^3 \times 0,954$$

Dimana :

$V_{FB\ TK\ 1}$ = Volume kepala *Fresh water tank*

D = Diameter *fresh water tank* (ft)

= 2,697 m = 8,848 ft

2 ⋆ = untuk kedua buah *Elliptical Heads*

Maka :

$$V_{FB\ TK\ 1} = 2 \times 8,848^3 \times 0,954$$

= 1935,800 US gallons

= 1935,800 × 0,003785341178

= 7,328 m³

2. Volume Badan

$$V_{CB\ TK\ 2} = 3,14 \times r^2 \times h$$

$V_{FB\ TK\ 2}$ = Volume badan *Fresh water tank*

R = Jari-jari *fresh water tank* = 1,343 m

H = Tinggi badan *fresh water tank* = 2,250 m

Maka :

$$V_{FB\ TK\ 2} = 3,14 \times 1,343^2 \times 2,250 = 12,743 \text{ m}^3$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

3. Volume *Total Fresh Water Tank*

$$\begin{aligned}V_{FT\ TK\ \circlearrowleft} &= (V_{CB\ TK\ 1} + V_{CB\ TK\ 2}) \\&= (7,328 + 12,743) \\&= 20,070\ m^3 \times 2\ buah = 40,141\ m^3\end{aligned}$$

Berat dari *Fresh Water tank* adalah :

$$W_{FT} = \text{volume} \times \gamma$$

Dimana :

$$\begin{aligned}W_{FT} &= \text{Berat total } Fresh\ water\ tank\ \text{kapal rancangan} \\&= Density\ Fresh\ water = 1,00\ \text{ton}/m^3\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}W_{FT} &= 40,141 \times 1,00 \\&= 40,141\ \text{ton}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{FT} = 40,141$ ton

G. Estimasi Berat Muatan (W_{Pi})

- Perencanaan Muatan di *deck*

Offshore Tank 20/20 = 3 Unit, spesifik katalog pada lampiran

Container 10/20 Ft dnv Offshore = 4 Unit, Spesifik katalog pada lampiran

- Perencanaan Berat Muatan di *deck*

Offshore Tank 20/20' = 60 ton

Container 10/20 Ft dnv Offshore = 100 ton

Jangkar platform = 46,125 ton

Pipa pengeboran = 55,27 ton

Suku cadang = 61,321 ton

Bahan bakar rig Ae = 100,026 ton

Curah kering = 120,566 ton

Sack penyimpanan = 135,895 ton

Maka :

$$W_{Pi} = (60 + 100 + 46,125 + 55,27 + 61,321 + 100,0126 + 120,566 + 135,895) = 679,203\ \text{ton}$$

H. Estimasi Berat *Liquid Mud* (W_{LM})

Untuk menentukan berat *liquid mud* dari kapal rancangan digunakan *persentase* dari pada kapal pembanding, yaitu :

$$W_{LM} = 14\% \times DWT$$

Dimana :

$$W_{LM} = \text{Berat lumpur (*liquid mud*) kapal rancangan}$$

$$DWT = 1115,937 \text{ ton}$$

Maka :

$$W_{LM} = 14\% \times 1115,937 \text{ ton}$$

$$= 103,9$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $W_{LM} = 103$ ton

I. Estimasi Berat *Foam* (W_{FM})

Untuk menentukan berat *foam* dari kapal rancangan digunakan *persentase* dari Pada kapal pembanding yaitu :

$$W_{FM} = 1\% \times DWT$$

$$\text{Dimana : } W_{FM} = \text{Berat *foam* kapal rancangan}$$

$$DWT = 1115,937 \text{ ton}$$

$$\text{Maka : } W_{FM} = 1,2\% \times 1115,937 \text{ ton}$$

$$= 8,42 \text{ ton}$$

Dari perhitungan datas ditetapkan harga $W_{FM} = 8,42$ ton

J. Estimasi Berat Deterjen (W_{DT})

Untuk menentukan berat dari deterjen kapal rancangan digunakan persentase dari pada kapal pembanding, yaitu :

$$W_{DT} = 1\% \times DWT$$

$$\text{Dimana : } W_{DT} = \text{Berat *Deterjen* kapal rancangan}$$

$$DWT = 1115,937 \text{ ton}$$

$$\text{Maka : } W_{DT} = 1,2\% \times 1115,937 \text{ ton} = 8,42 \text{ ton}$$

Dari perhitungan datas ditetapkan harga $W_{DT} = 8,42$ ton

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

K. Estimasi Berat Deck (W_{DC})

$$W_{DC} = (W_{CT} + W_{LM} + W_{PI}) - DWT$$

DWT = *Dead Weight Ton* dari kapal rancangan = 295,000 ton

W_{CT} = Berat *total cement tank* kapal rancangan = 216,38 ton

W_{PI} = Berat Muatan dideck = 679,203 ton

W_{LM} = Berat lumpur (*liquid mud*) kapal rancangan = 103 ton

$$\text{Maka : } W_{DC} = 1025.19 - 295,000 = 780,128 \text{ ton}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga W_{DC} = 699,82 ton

- Estimasi DWT

Tabel 2.7.2 Perhitungan *Consufable* kapal

No	Komponen DWT	Berat (Ton)
1	Bahan Bakar (W_{FO})	142,310
2	Minyak Pelumas (W_{LO})	7,67
3	Air Tawar <i>crew</i> (W_{FW})	31,5
4	Air Tawar <i>Passenger</i> (W_{FT})	39,9
5	<i>Crew</i> dan barang bawaan (W_{CP1})	6,0
6	<i>Passenger</i> dan barang bawaan (W_{CP2})	9,5
7	Makanan (W_{FD})	32,55
8	<i>Foam</i> (W_{FM})	8,42
9	<i>Deterjent</i> (W_{DT})	8,42
Total (DWT)		285,96

Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

- Estimasi *Payload*

Tabel 2.7.3 Komponen *payload* kapal

No	Komponen Berat Muatan	Berat (Ton)
1	<i>Cement Tank</i> (W_{CT})	216,38
2	Muatan Deck (W_{PI})	679,203
3	<i>Liquid Mud</i> (W_{LM})	103
Total		998,584

Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

- Estimasi *Displacement* (Δ_2) dari DWT dan LWT

$$\Delta_2 = \text{DWT} + \text{LWT} + \text{PayLoad}$$

Dimana :

$$\text{DWT} = \text{Dead Weight Ton consufable}$$

$$= 285,960 \text{ ton}$$

$$\text{Payload} = \text{muatan bersih}$$

$$= 998,584 \text{ ton}$$

$$\text{LWT} = \text{Light Weigh Ton}$$

$$= 991,47 \text{ ton}$$

Maka:

$$\Delta_2 = 285,960 + 991,47 + 998,584$$

$$= 2285,054 \text{ ton}$$

II.7.3 Koreksi *Displacement* kapal

Setelah didapatkan *Displacement* baru (Δ_2) dari penjumlahan DWT dengan LWT, kemudian dikoreksi dengan *displacement* awal (Δ_1) dari perhitungan pra rancangan. Hasil dari koreksi kedua *Displacement* tersebut haru $\leq 0,5\%$

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

Dimana :

$$(\Delta_1) = \text{Displacement awal kapal rancangan}$$

$$= 2290,26 \text{ ton}$$

$$\Delta_2 = \text{Displacement baru kapal rancangan}$$

$$= 2285,054 \text{ ton}$$

$$\left| \frac{2290,26 - 2285,054}{2290,26} \right| \times 100\% = \dots \leq 0,5\%$$

$$= 0,227 \% \leq 0,5\% \dots \dots \dots \text{Memenuhi.}$$

II.8 Perkiraan Stabilitas Awal Kapal

II.8.1 Estimasi Posisi Titik-titik Stabilitas Awal

Dalam tahap pra rancangan , menentukan posisi dari titik – titik stabilitas awal perlu dilakukan. Hal ini berguna untuk mengetahui letak posisi titik – titik dari stabilitas kapal tersebut.Selain itu, hasil dari perhitungan ini berguna untuk melakukan perhitungan selanjutnya. Letak posisi titik – titik stabilitas yang perlu diketahui pada tahap pra rancangan ini adalah :

- A. Posisi KB.
- B. Posisi BM.
- C. Posisi KG.
- D. Posisi GM.

- a. Posisi KB.

KB atau *center of buoyancy* diatas titik *keel* atau *base line*. Untuk menentukan tinggi KB dari pada kapal rancangan digunakan rumus ketentuan *Morrish* yang terdapat dalam buku *Cadwells Screw Tug Design* halaman 49, yaitu :

$$KB = T \times \left(\frac{5}{6} - \frac{Cb}{3 \times Cw} \right)$$

Dimana : T = Draft kapal rancangan

$$= 3.5m$$

 Cb = *Coefficient block* kapal rancangan

$$= 0.70$$

 Cw = *Coefficient waterline* kapal rancangan

$$= 0.84$$

Maka : KB = $3.5 \times \left(\frac{5}{6} - \frac{0.70}{3 \times 0.84} \right)$

$$= 2,23 m$$

Dari perhitungan di atas ditetapkan harga KB = 2.23 m.

b. Posisi BM.

BM (*Radius Metacenter Melintang*) adalah titik *metacenter* diatas titik *center of buoyancy* untuk menentukan jarak BM dari pada kapal rancangan digunakan rumus pendekatan menurut *Posidiunine* yang terdapat dalam buku *Bouyancy and Stability of ships* halaman 81, yaitu :

$$BM = \frac{B^2}{T} \times \frac{Cw(Cw+0.04)}{12 \times Cb}$$

Dimana : Cb = *Coefficient block* kapal rancangan
 = 0.70

Cw = *Coefficient Water* kapal rancangan
 = 0.84

B = Lebar kapal rancangan
 = 16.00 m

T = *Draft* kapal rancangan
 = 3.5 m

$$BM = \frac{16^2}{3,5} \times \frac{0.84(0.84+0.04)}{12 \times 0.70}$$
$$= 6,43 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas ditetapkan harga BM = 6,43 m.

c. Posisi KG.

KG adalah *center of gravity* diatas dititik *keel* atau *base line*. Untuk menentukan jarak KG digunakan rumus dalam buku *Japan Technology – Shipbuilding* oleh *itsuo Takehana* halaman 32, yaitu :

$$KG = (0,80 \sim 0,85) \times H$$

Dimana : H = Tinggi kapal rancangan
 = 4,60 m

$$KG = 0,82 \times 4,60$$
$$= 3,818 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas di tetapkan harga KG = 3,818 m.

d. Posisi GM.

GM adalah tinggi titik dari titik *center of gravity* ke titik *metacentra* (tinggi Metacentra awal) untuk menentukan jarak KG dari pada kapal rancangan digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Screw Tug Design* halaman 49,yaitu:

$$GM = KB + BM - KG$$

Dimana : KB = Tinggi dari titik *keel* ke titik *buoyancy*

$$= 2.23 \text{ m}$$

BM = Tinggi dari titik *Buoyancy* ke titik *metacentra*
= 6,43 m

KG = Tinggi dari titik *Keel* ke titik *Gravity*
= 3.818 m

$$GM = 2.23 + 6,43 - 3.818$$

$$GM = 4.85 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga GM = 4.85 m

Pengecekan GM

- Menurut *Simpson A.S.N.A.M.E Volume 59* dalam buku *Caldwell's Screw Tug Design* halam 44 harga GM *minimum* adalah 2,50 ft, dimana untuk GM kapal rancangan ini adalah 4,9 m = 16,07 ft
- Menurut *Regulation Of USSR* dalam buku *caldwell's Screw Tug Design* halaman 44 harga GM minimum adalah 2.30 ft untuk LBP>82.00 ft, dimana harga untuk kapal rancangan LBP = 57 m = 187 ft dan GM = 4,85 = 15,909 ft
- Dalam buku *Harald Poehls* dengan judul *Ship Design and Ship Theory* halaman 35 harga GM minimum untuk kapal tipe tarik adalah 1,00 m dimana harga untuk kapal rancangan GM = 4,85 m

II.8.2 Perhitungan Kurva Stabilitas Awal

Untuk menentukan kurva stabilitas awal dari pada kapal rancangan digunakan cara *Prohaska* yang terdapat dalam buku *IR. R F. Scetlema De Heere* dan *DRS. A. R. Bakker*. Dengan judul buku tersebut adalah *Buoyancy And Stability Of Ship* halaman 103, yaitu :

- *Metacenter Floatation (MF)*
- Tinggi GM
- Perbandingan B/T
- *Ideal Freeboard (Hid)*
- Perbandingan Hid/B

A. *Metacentra Floatation (MF)*

$$MF = \frac{B^2}{12 \times T}$$

Dimana: B = Lebar kapal rancangan
= 16,00 m

T = *Draft* kapal rancangan
= 3,5 m

Maka : MF = $\frac{15.00^2}{12 \times 3.26}$
= 6,09 m

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga MF = 6,09 m.

B. Tinggi *Metacentra* (GM)

$$GM = 4,85 \text{ m}$$

C. Perbandingan T/B

Dimana : B = Lebar kapal rancangan
= 16,00 m

T = Sarat air kapal rancangan
= 3,5 m

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$\text{Maka : } \frac{T}{B} = \frac{3.5 \text{ m}}{16.00 \text{ m}} \\ = 0,219$$

D. *Ideal Freeboard (Hid)*

Pengecekan dalam *Henscke, 1978 (scifffbautechnishes Handbuch band I : 169*

$$H_i = H + \frac{Sa + Sf}{6}$$

Dimana : H_i = *ideal Freeboard*

H = Tinggi kapal rancangan

$$= 4,60$$

$$Sh = 50 + \frac{Lpp}{3} + 10$$

$$= 50 + \frac{57}{3} + 10$$

$$= 80 \text{ mm}$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

$$Sf = 25 + \frac{Lpp}{3} + 10$$

$$= 25 + \frac{57}{3} + 10$$

$$= 55 \text{ mm}$$

$$= 0,055 \text{ m}$$

$$\text{Maka : } H_i = 4,60 + \frac{0,080 + 0,055}{6} \\ = 4,7 \text{ m}$$

E. *Ideal Freeboard (Hid/B)*

Dimana : H_i = *Ideal Freeboard*
 $= 4,7 \text{ m}$

B = Lebar kapal rancangan

$$= 16,00 \text{ m}$$

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$\text{Maka : } \frac{Hid}{B} = \frac{4,7}{16,00} = 0,30$$

F. Kurva Stabilitas Awal

Untuk penggambaran kurva stabilitas awal digunakan rumus dan *grafik prohaska* yang terdapat dalam buku *IR. R. F. Sceltema De Heere dan DRS. A. R. Bakker*. Judul buku tersebut adalah *Buoyancy and Stability Of Ship* halaman 105, yaitu :

$$GZ = (hF \times MF) + (GM \times \sin \phi)$$

$$\text{Dimana : } hF = h^* \times MF$$

$$\begin{aligned} GM &= \text{Tinggi Metacenter} \\ &= 4,85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$MF = 6,09 \text{ m.}$$

h^* = diambil dari *grafik Prohaska* halaman 105, yang pembacaannya berdasarkan pertemuan antara garis dari “T/B” dengan “Hi/B”.

ϕ = Sudut yang diambil sesuai *grafik Prohaska* halaman 105 yaitu $0^0, 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0, 90^0$.

Selanjutnya untuk memudahkan perhitungan, dilakukan dengan mempergunakan tabel seperti dibawah ini

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

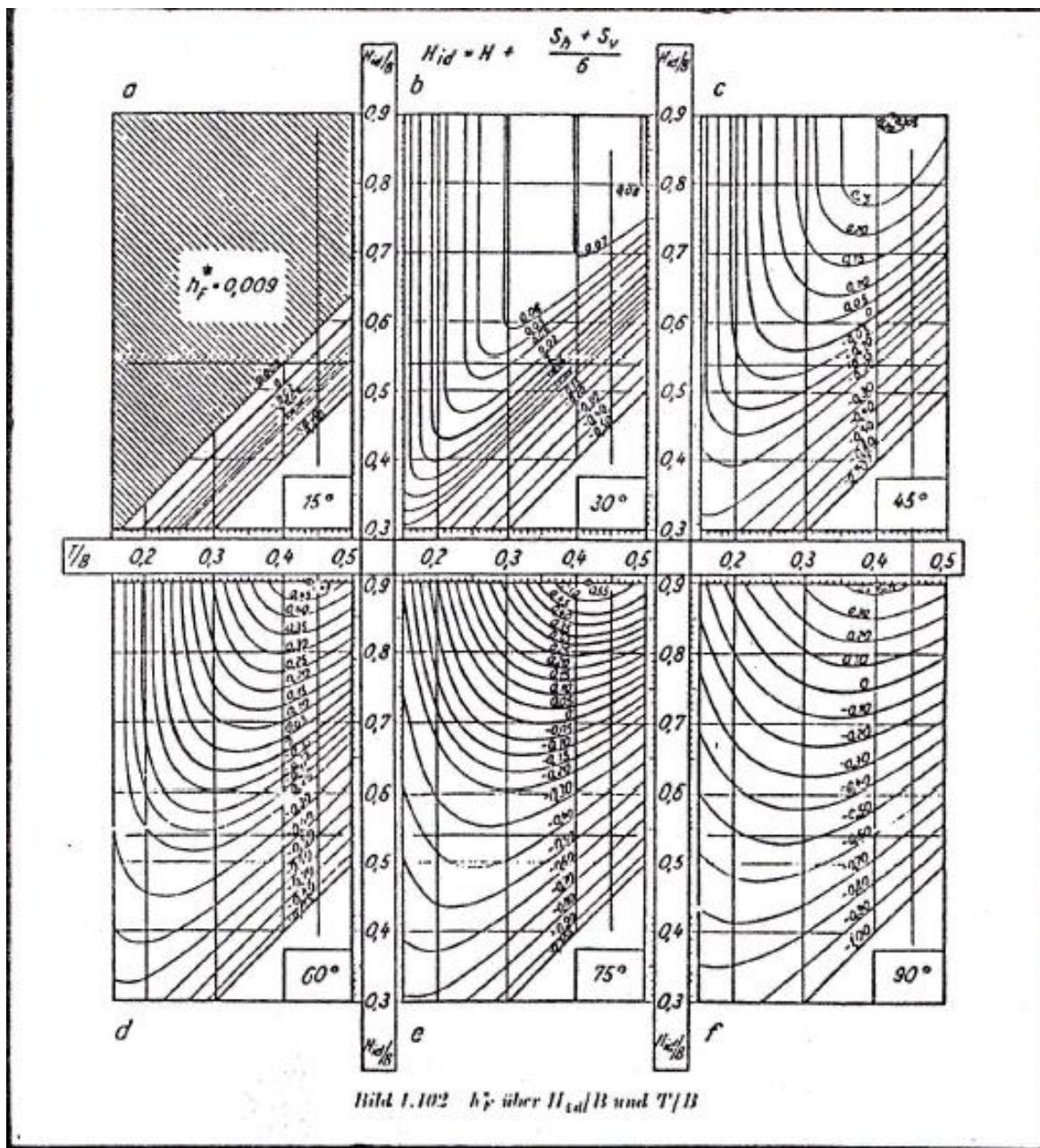
Tabel 2.8.1 Kurva Stabilitas Awal

No	φ	0^0	15^0	30^0	45^0	60^0	75^0	90^0
1	$\text{Sin } \varphi$	0	0,259	0,500	0,707	0,866	0,966	1,00
2	$GM \times \text{Sin } \varphi$	0	1,256	2,424	3,428	4,199	4,684	4,849
3	h^*	0	-0,0196	-0,19	-0,44	-0,638	-0,76	-0,87
4	$h^* \times MF$	0	-0,119	-1,158	-2,681	-3,888	-4,632	-5,302
5	$\textcircled{2} + \textcircled{4}$	0	1,136	1,266	0,746	0,3106	0,052	-0,453

Sumber : analias Tugas Merancang Kapal I

Untuk penggambaran kurva stabilitas awal digunakan harga yang terdapat dalam baris No.5. gambar dari kurva stabilitas awal kapal rancangan, dapat dilihat pada gambar 9. Sedangkan untuk harga h^* dari grafik Prohaska dalam buku *Bouyancy and stability of ship* karangan Ir. R. F. Scheltema De Heere hal 105

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP



Sumber : Buku Bouyancy and stability of ship

Gambar 2.6. Grafik Prohaska

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

II.8.3 Pengecekan Kurva Stabilitas Awal

Setelah kurva stabilitas awal didapatkan, kurva stabilitas tersebut harus diperiksa berdasarkan *standart* dari *IMO* (*International Of Maritime Organization*) yaitu :

a. $GM > 0,15$

Dimana $GM = 1,256 \text{ m} > 0,15 \text{ m}$ memenuhi

b. $GZ - 30^\circ > 0,20$

Dimana GZ kapal rancangan pada titik $30^\circ = 1,35 \text{ m}$ memenuhi

c. $\Delta GZ - 30^\circ > 0,055 \text{ m} - \text{rad}$

Pengecekan Kurva Stabilitas Awal $GZ - 30^\circ$

Tabel 2.8.2 Tinggi kurva $GZ 0^\circ - 30^\circ$

No	ϕ	GZ	FS	$GZ \times FS$
1	0°	0,000	1	0
2	5°	0,477	4	1,908
3	10°	0,87	2	1,74
4	15°	1,13	4	4,52
5	20°	1,27	2	2,52
6	25°	1,31	4	5,24
7	30°	1,26	1	1,26
			$\Sigma 1$	17,18

Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

$$\text{Dimana : } \Delta GZ - 30^\circ = \frac{\left(\frac{1}{3}\right) \times 5^\circ \times \Sigma 1}{57,3^\circ} = \frac{\left(\frac{1}{3}\right) \times 5^\circ \times 17,18}{57,3^\circ} \\ = 0,49$$

Maka $\Delta GZ - 30^\circ = 0,49 \text{ m-rad} > 0,055 \text{ m-rad}$ memenuhi

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

d. $\Delta GZ \ 30^\circ - 40^\circ > 0,09 \text{ m} - \text{rad}$

Tabel 2.8.3 Pengecekan Kurva Stabilitas Awal ($\Delta GZ \ 30^\circ - 40^\circ > 0,09 \text{ m} - \text{rad}$)

No	ϕ	GZ	FS	GS x FS
1	30°	1,26	1	1,26
2	35°	1,13	4	4,52
3	40°	0,942	1	0,942
Σ_2				6,722

Sumber : analisa Tugas Merancang Kapal I

Dimana :

$$\begin{aligned}\Delta GZ - 40^\circ &= \frac{\left(\frac{1}{3}\right)x5^\circ x \Sigma^2}{57,3^\circ} + \Delta Gz - 30^\circ \\ &= \frac{\left(\frac{1}{3}\right)x5^\circ x 6.722}{57,3^\circ} + 0,49 \\ &= 0,696\end{aligned}$$

Maka:

$$\Delta GZ - 40^\circ = 0,696 \text{ m-rad} > 0,09 \text{ m-rad} \dots\dots\dots \text{memenuhi}$$

e. $(\Delta GZ - 40^\circ) - (\Delta GZ - 30^\circ) > 0,03 \text{ m} - \text{rad}$

Dimana :

$$\Delta GZ - 40^\circ = 0,696 \text{ m} - \text{rad}$$

$$\Delta GZ - 30^\circ = 0,5 \text{ m} - \text{rad}$$

Maka :

$$(\Delta GZ - 40^\circ) - (\Delta GZ - 30^\circ) = (0.696) - (0.5)$$

$$= 0,195$$

$$= 0,195 > 0,03 \text{ m} - \text{rad} \dots\dots\dots \text{memenuhi}$$

f. Perhitungan Momen Stabilitas Melintang

Pemeriksaan momen pengganggu stabilitas kapal dari kapal yang akan dirancang perlu dipertimbangkan, karena dalam kenyatannya kapal tidaklah selalu berlayar dalam keadaan kondisi pada saat air tenang (*still water*). Langkah – langkah yang dilakukan untuk melakukan perhitungan momen pengganggu stabilitas adalah dengan menentukan jenis momen – momen penganggungnya, yaitu :

- Momen Cikar (Mc)
- Momen Angin (Mw)
- Momen Pengganggu (Mp)
- Momen Stabilitas (Ms)

1. Momen Cikar (Mc)

Momen cikar adalah *momen* yang terjadi pada saat kapal melakukan olah gerak yaitu belok kanan maupun kekiri. Untuk menentukan momen cikar kapal rancangan ini digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Buoyancy And Stability Of Ships* karangan IR. R. FScheltema De Heere dan DRS. A.R. Bakker, halaman 142, yaitu :

$$Mc = 0,233 \times (\rho \times \nabla \times (0,8 \times Vs)^2) / LBP \times (KG - 0,5 \times T)$$

Dimana :

Mc = Momen cikar kapal rancangan

ρ = Kepadatan air laut

= 104 Kg/sec²/m⁴

∇ = Volume displacement kapal rancangan

= 2234,4 m³

Vs = Kecepatan kapal rancangan

= 11 knot

= 5,658 m/s

KG = *Center Of Gravity* diatas *baseline*

= 3,818 m

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

T = Draft kapal rancangan
= 3,50 m

LBP = panjang kapal rancangan
= 57 m

Maka :

$$Mc = 0.233 \times \frac{104.5 \times 2234,4 \times (0.8 \times 5.658)^2}{57} \times (3.818 - 0.5 \times 3.50)$$
$$= 33,429 \text{ ton meter}$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai **Mc = 33,429 ton meter**

2. Momen Angin (Mw)

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

$$Mw = \xi \times 0,5 \times \rho \times Vw^2 \times A \times a$$

Dimana :

Mw = Momen angin kapal rancangan

ξ = Faktor kekuatan angin 1,2 ~ 1,3
= 1,3

ρ = Kepadatan udara = $1,3 \times 10^{-4} \text{ton.sec}^2/\text{m}^4$

Vw = Kecepatan angin
= 20 m/s

A = Luas bidang tangkap angin
= $104,172 \text{ m}^2$

a = Jarak titik tangkap angin diatas lambung kapal
= $0,5 \times T$

= $0,5 \times 3,50 \text{ m}$

= 1,75 m

Maka Mw = $1,3 \times 0,5 \times 1,3 \times 10^{-4} \times 20^2 \times 104,172 \times 1,75$
= 6,161 ton meter.

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga Mw = 6.161 ton meter.

3. Momen Penganggu (Mp)

Untuk menentukan momen penganggu kapal rancangan adalah dengan menjumlahkan momen cikar dan momen angin.

$$Mp = Mc + Mw$$

Dimana :

Mp = Momen penganggu kapal rancangan

Mc = Momen cikar kapal rancangan

= 33,429 ton meter

Mw = Momen angin kapal rancangan

= 6,161 ton meter

Maka :

$$Mp = 33,429 + 6,161$$

= 39,596 ton meter

Dari perhitungan diatas diketahui nilai **Mp = 39,596 ton meter**

4. Momen Stabilitas (Ms)

Untuk menentukan momen stabilitas kapal rancangan adalah dengan mengalihakan hmak dari kurva stabilitas awal dengan volume displacement dari kapal rancangan.

$$Ms = hmak \times \nabla$$

Dimana :

Ms = momen stabilitas kapal rancangan

h mak = h tertinggi pada kurva stabilitas awal

= 1.31m

∇ = Volume displacement kapal rancangan

= 2234,4 m³

Maka :

$$Ms = 1.31 \text{ m} \times 2234,4$$

= 2927,06 ton meter.

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

Dari hasil perhitungan momen pengganggu dan momen stabilitas, selanjutnya dilakukan koreksi pada momen stabilitas terhadap momen pengganggu. Menurut standar *IMO* bahwa momen stabilitas harus lebih besar daripada momen pengganggu. Momen stabilitas (MS) > Momen Pengganggu (Mp).

Dimana :

Ms = momen stabilitas kapal rancangan

= 2927,06 ton meter

Mp = Momen pengganggu kapal rancangan

= 39,596 ton meter

Maka : = 2927,06 ton meter > 39,596 ton meter

Dari hasil pengecekan dengan menggunakan kriteria stabilitas untuk *offshore supply vessel 4.5.6* yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization (IMO)* bahwa semua perhitungan telah memenuhi syarat, dan dapat diketahui bahwa kapal rancangan ini mempunyai stabilitas awal yang baik.

II.8.4 Estimasi Periode Oleng (T_R)

Untuk menentukan periode oleng atau *rolling periode* dari kapal rancangan digunakan rumus pendekatan yang terdapat dalam buku *Code On Intact Stability* oleh *International Maritime Organization (IMO)*, yaitu:

$$T_R = \frac{2 \times c \times B}{\sqrt{GM}}$$

Dimana : T_R = Periode oleng kapal rancangan

c = $0.373 + \left(0.023 \times \frac{B}{T} \right) - \left(0.043 \times \frac{LWL}{100} \right)$

B = Lebar kapal rancangan

= 16.00 m

T = Draft kapal rancangan

= 3,50 m

LWL = Panjang garis air kapal rancangan

= 58,10 m

TUGAS MERANCANG KAPAL I
Supply Vessel 2 x 1100 HP

$$c = 0.373 + \left(0.023 \times \frac{16}{3.50} \right) - \left(0.043 \times \frac{58,10}{100} \right)$$
$$= 0.453$$

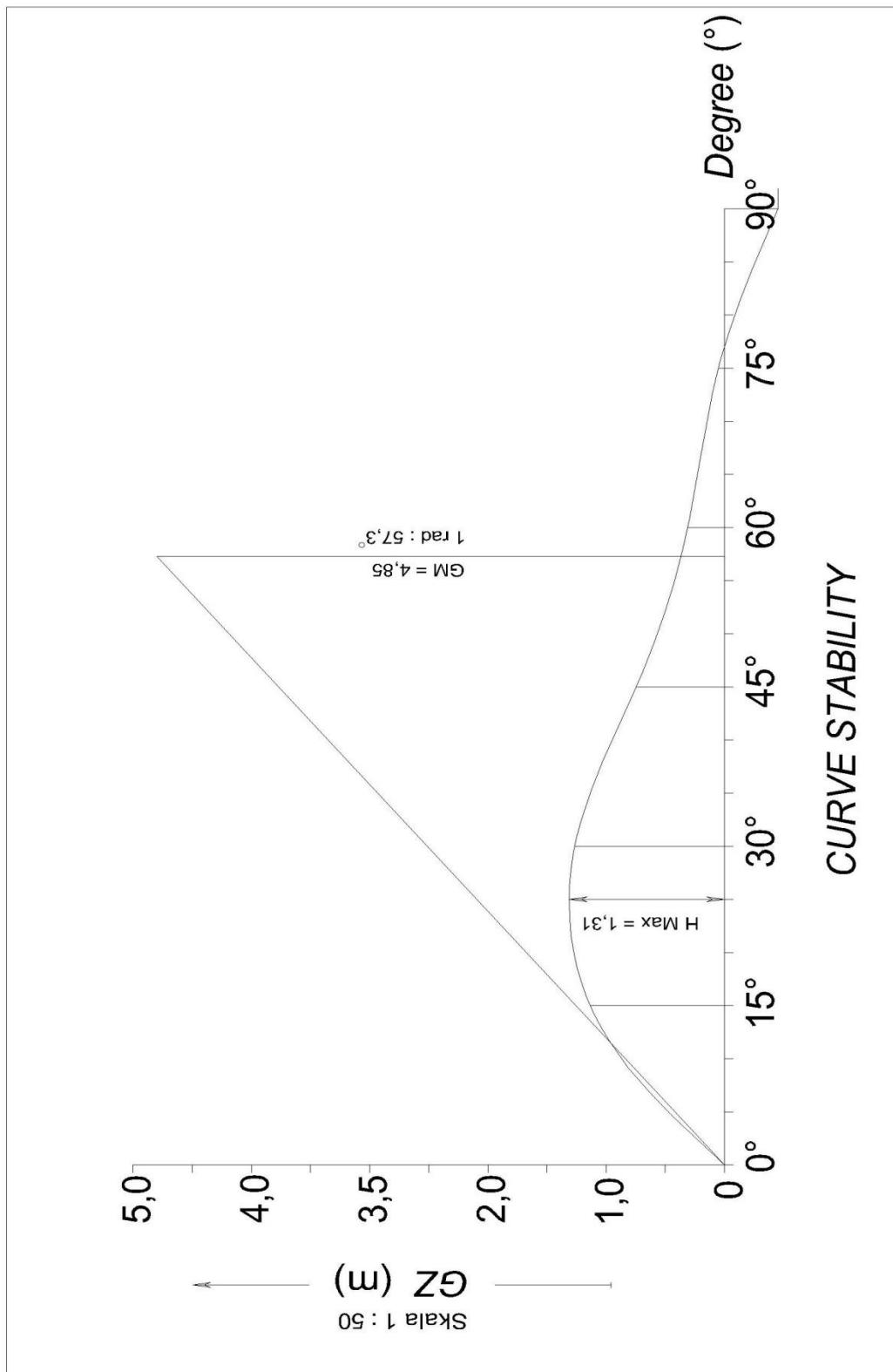
$$GM = \text{Tinggi Metacenter}$$
$$= 4.85 \text{ m}$$

$$\text{Maka : } T_R = \frac{2 \times 0.453 \times 15}{\sqrt{4.85}}$$
$$= 6.5 \text{ detik}$$

II.8.5 Pengecekan Periode Oleng

Dari buku *Applied Naval Architecture* karangan W.J Loveet halaman 403, bahwa periode oleng kapal itu antara 4 detik sampai dengan 12 detik, dimana *periode* kapal rancangan adalah 6.44 detik. Hasil Perkiraan Sabilitas Kapal Rancangan :

1. *Center Of Buoyancy* (KB) = 2.23 m
2. *Buoyancy Metacenter* (BM) = 6,43 m
3. *Center of Gravity* (KG) = 3,818 m
4. Tinggi Metacenter (GM) = 4,85 m
5. *Metacenter Flotation* (MF) = 6,09 m
6. *Rolling Periode* (T_R) = 6,5 detik



Gambar 2.7 Kurva Stabilitas Awal