

## BAB III

### PERHITUNGAN PERENCANAAN KAPAL

#### III.1. PRARANCANGAN

Dalam tahap penyusunan merancang kapal, yang pertama harus dilakukan adalah prarancangan (*Preliminary Design*) yang diawali dengan sketsa rencana umum dari kapal yang akan dirancang dengan mendekati kapal pembanding. Pada tahap prarancangan ini adalah untuk menentukan dimensi atau ukuran utama kapal. Prosedur ini penting sebab hasil penentuan ukuran utama ini, akan digunakan dalam proses perhitungan dan perancangan selanjutnya. Untuk mendapatkan ukuran utama pada rancangan ini menggunakan metode kapal pembanding dan berbagai macam rumus pendekatan. Adapun ukuran – ukuran yang telah ditentukan pada kapal rancangan adalah sebagai berikut :

- Jenis kapal : Kapal Ikan (*Skipjack Pole & Line*)
- Pelabuhan pendaftaran : Bitung, Sulawesi Utara
- Radius Pelayaran :  $\pm 5000$  mil laut
- Kenegaraan/Bendera : Indonesia
- *Gross Register Tonage (GRT)* : 625 GRT
- Kecepatan Dinas (*Vs*) : 13,5 Knot
- Klasifikasi : *Nippon Kaiji Kyokai (NK)*
- Jumlah Anak Buah Kapal (ABK) : 30 Orang

Adapun data-data yang didapat dari kapal pembanding adalah sebagai berikut :

- Nama kapal : KM. MUGESA
- Gross Register Tonage : 567 GRT
- Length Over All (Loa) : 49,40 M
- Length Between Perpendicular (L<sub>pp</sub>) : 43,00 M
- Breadth (B) : 8,10 M
- Depth (D) : 3,55 M
- Draft (T) : 2,99 M
- Kecepatan Dinas (*Vs*) : 13,5 Knot
- Daya Mesin Utama : 1000 HP (:metric)

### III.1.1. Analisa Data Kapal Perbandingan

Dari data-data yang didapat pada kapal perbandingan terhadap kelemahan-kelemahan antara lain adalah bentuk badan kapal lebih besar, ini dapat dilihat dari perbandingan ratio L/B kapal perbandingan dengan kapal rancangan. Hal ini dapat menyebabkan tahanan kapal menjadi besar karena bagian kapal yang tercelup menjadi lebih banyak. Akibat dari tahanan yang besar, maka pemakaian bahan bakar menjadi lebih banyak pula. Tetapi perlu diingat bahwa efisiensi pembuatan kapal tidak hanya tergantung pada satu pertimbangan saja, karena ada beberapa sisi positif bentuk badan kapal yang lebih besar antara lain adalah dapat menghasilkan ruang muat yang lebih besar.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut di atas maka selanjutnya untuk mendapatkan efisiensi yang lebih baik pada kapal rancangan, dilaksanakan prosedur penentuan ukuran utama dan perhitungan lainnya yang disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan sehingga dapat menghasilkan hasil rancangan yang lebih baik. Dengan tidak meninggalkan aspek-aspek positif pada kapal perbandingan, maka pada kapal rancangan ditetapkan ratioa bentuk badan kapal dan harga koefisien garis air lebih kecil dari kapal perbandingan sehingga hambatan yang terjadi pada kapal rancangan tidak terlalu besar dan pemakaian bahan bakar dapat dihemat semaksimal mungkin.

### III.1.2. Prosedur Penentuan Ukuran Utama

Dalam penentuan ukuran utama sebuah kapal adalah tidak ada yang baku dimana setiap prosedur mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing. Maka pemilihan prosedur ini adalah tergantung pada perancangannya, tetapi tentunya tetap berdasarkan syarat-syarat dan ketentuan perancangan yang ada.

Pada umumnya syarat-syarat pertama perancangan yang perlu diperhatikan adalah *Displacement (Δ)*, *Gross Register Tonnage (GRT)*, Kecepatan dinas (*Vs*), Daerah pelayaran, dan lain sebagainya.

Untuk memenuhi semua syarat di atas, harus diupayakan berat lambung pada kondisi kosong seringan mungkin dan tenaga mesin induk seefisien mungkin. Selanjutnya setelah penentuan ukuran utama maka diteruskan dalam perhitungan berat

kapal kosong, berat kapal penuh, perhitungan stabilitas awal, perhitungan lambung timbul, perkiraan kapasitas muatan. Dalam tahap ini bila penentuan utama yang direncanakan dapat memenuhi persyaratan, maka untuk penentuan ukuran utama yang ditentukan itu tidak ada masalah.

### III.1.3. Metode perhitungan

Metode perhitungan yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal ikan (*Skipjack Pole & line*) dalam perancangan kapal ini memakai metode perbandingan (*Comparison Ship Method*) dan metode Iterasi (*Trial and Error*). Maksud pemilihan metode kapal pembanding adalah karena metode ini relatif mudah dan adanya kepastian dan ketelitian terhadap keseluruhan berat dan kontrol harga ukuran utama kapal yang ditentukan terlebih dahulu, sedangkan metode iterasi diperlukan untuk penentuan semua materi yang penting dengan ketelitian yang dikehendaki, adanya kontrol berupa koreksi pada akhir perhitungan.

### III.1.4. Estimasi Sementara

#### III.1.4.1. Estimasi Displasemen Kapal

Menurut Ratio perbandingan *Displacement* dengan *GRT*

$$\text{Koefisien } \textit{displacement} \text{ kapal pembanding } C_d = \frac{\Delta}{GRT}$$

$$\begin{aligned} C_d &= \frac{754,6}{567} \\ &= 1,3308 \end{aligned}$$

Maka *Displacement* kapal rancangan ( $\Delta$ ):

$$\begin{aligned} \Delta &= C_d \times GRT \\ &= 1,3308 \times 625 \\ &= 831,75 \text{ Ton} \end{aligned}$$

### III.1.4.2. Estimasi Ukuran Utama

#### 1. Panjang Kapal ( $L_{pp}$ )

Menurut Prof. Harald Poehls (*Lectures On Ship Design & Ship Theory*, 1979)

$$\begin{aligned}L_{pp} &= \sqrt[3]{\frac{GRT_R}{GRT_p}} \times L_{pp_p} \\ &= \sqrt[3]{\frac{625}{567}} \times 43,00 \\ &= 44,19 \text{ m}\end{aligned}$$

Menurut Yoshiaki Kanasashi (*Fishing boat of The World II*, 1960. pg 78)

$$\begin{aligned}L_{pp} &= 5,80 \sim 5,95 \sqrt[3]{GRT} \\ &= 5,80 \times \sqrt[3]{625} \\ &= 49,589 \text{ m}\end{aligned}$$

dimana :

- $L_{pp_p}$  adalah  $L_{pp}$  kapal pembeding
- $L_{pp_r}$  adalah  $L_{pp}$  kapal rancangan
- $GRT_p$  adalah  $GRT$  kapal pembeding
- $GRT_r$  adalah  $GRT$  kapal rancangan

Ditetapkan  $L_{pp} = 44,50 \text{ m}$

#### 2. Lebar kapal ( $B$ )

Menurut Prof. Harald Poehls (*Lectures On Ship Design & Ship Theory*, 1979)

$$\begin{aligned}B &= \sqrt[3]{\frac{GRT_R}{GRT_p}} \times B_p \\ &= \sqrt[3]{\frac{625}{567}} \times 8,10 \\ &= 8,367 \text{ m}\end{aligned}$$

dimana :  $B_p$  adalah  $B$  kapal pembeding.

Menurut Masatsune Nomura & Tomeyashi Yamasaki (*Fishing Techniques*) :

$$\begin{aligned} B &= (L_{pp} / 4) \times 0,82 \\ &= (44,50 / 4) \times 0,82 \\ &= 9,1225 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut Yoshiaki Kanasashi (*Fishing Boat of The world II*, 1960.pg 78)

$$\begin{aligned} B &= (0,11 \cdot L_{pp}) + (2,9 \sim 3,1) \\ &= (0,11 \times 44,50) + 3,1 \\ &= 7,995 \text{ m} \end{aligned}$$

**Ditetapkan B = 8,50 m**

### 3. Tinggi Kapal (H)

Menurut Yoshiaki Kanasashi (*Fishing Boat of The World II*, 1960.pg78)

$$\begin{aligned} H &= (0,068 \times L_{pp}) + (0,90 \sim 1,1) \\ &= (0,068 \times 44,50) + 1,1 \\ &= 4,126 \text{ m} \end{aligned}$$

Menurut Masatsune Nomura & Tomeyashi Yamazaki (*Fishing Techniques*):

$$\begin{aligned} H &= (B / 2) \times (0,97 \sim 1,1) \\ &= (8,50 / 2) \times 0,97 \\ &= 4,1225 \text{ m} \end{aligned}$$

**Ditetapkan H = 4,15 m**

### 4. Sarat Kapal (T)

Menurut Prof. Harald Poehls (*Lectures On Ship Design & Ship Theory*, 1979)

$$\begin{aligned} T &= \sqrt[3]{\frac{GRT_R}{GRT_p}} \times T_p \\ &= \sqrt[3]{\frac{625}{567}} \times 2,99 \\ &= 3,089 \text{ m} \end{aligned}$$

dimana :  $T_p$  adalah  $T$  kapal perbandingan

Menurut Yoshiaki Kanasashi (*Fishing Boat of The world II*, 1960, pg. 79)

$$\begin{aligned}T &= 0,85 \times H \\ &= 0,85 \times 4,12 \\ &= 3,502 \text{ m}\end{aligned}$$

Ditetapkan  $T = 3,15 \text{ m}$

##### 5. Lambung Timbul ( $fb$ )

$$\begin{aligned}fb &= H - T \\ &= 4,12 - 3,15 \\ &= 0,97 \text{ m}\end{aligned}$$

##### Koreksi Free Board

Menurut Atsushi Takagi (*Fishing Boat of The World II*, 1960, pg. 478) adalah :

$$\begin{aligned}fb &\geq H \cdot 1/25 + 0,15 \\ fb \text{ Minimum} &: fb = 4,12 \times 1/25 + 0,15 \\ &= 0,315 \text{ m}\end{aligned}$$

$fb$  Prarancangan  $\geq$   $fb$  Minimum yang diisyaratkan, maka  $fb$  Prarancangan memenuhi.

##### Koreksi terhadap Estimasi Ukuran Utama

Untuk koreksi terhadap estimasi ukuran utama, seperti  $L/B$ ,  $L/D$ ,  $B/D$  dengan batasan masing-masing yang telah ditentukan adalah memenuhi syarat yaitu :

Menurut Marthin J. Tamaela (*Kapal Ikan Hal. 96*) adalah :

$$\begin{aligned}L/B &= 5,20 \sim 5,70 & ; & L/B = 44,50/8,50 = 5,23 & \text{(Memenuhi batasan)} \\ L/H &= 10,50 \sim 11,10 & ; & L/H = 44,50/4,12 = 10,80 & \text{(Memenuhi batasan)} \\ B/H &= 1,90 \sim 2,15 & ; & B/H = 8,50/4,12 = 2,063 & \text{(Memenuhi batasan)}\end{aligned}$$

##### Koreksi terhadap Kecepatan Dinas Kapal ( $V_s$ )

Koreksi terhadap Harga Froude Number

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \times l_{pp}}}$$

$$\begin{aligned}\text{Dimana : } V_s &= 13,5 \text{ Knot} \times 0,5144 = 6,9444 \text{ m/dt} \\ g &= 9,81 \text{ m/dt}^2 \\ l_{pp} &= 44,50 \text{ m}\end{aligned}$$

$$F_n = \frac{6,9444}{\sqrt{9,81 \times 44,50}}$$

$$= 0,33$$

Maka menurut Grafik No.1 (*Ikeida Masaharu, pg. 115*), harga  $F_n$  kapal rancangan adalah memenuhi persyaratan karena masih terletak pada posisi lembah / *Hollow*. Dimana harga  $F_n$  untuk kapal ikan adalah berkisar  $0,30 \leq F_n \leq 0,35$  dan untuk harga  $F_n = 0,33$  adalah yang terbaik dari segi hambatan (*hollow*).

### III.1.4.3. Estimasi Koefisien Bentuk Kapal

#### 1. Koefisien Blok ( $C_b$ )

Menurut Ratio Perbandingan *Displacement* Harga  $C_b$  adalah :

$$C_b = \frac{\Delta}{L_{pp} \times B \times T \times 1,025}$$

$$= \frac{831,75}{44,50 \times 8,50 \times 3,15 \times 1,025}$$

$$= 0,67$$

Menurut *Yoshiaki Kanasashi (Fishing Boat of The world II, 1960.pg.79)*

batasan harga  $C_b$  adalah berkisar antara 0,66 s/d 0,70

Ditetapkan  $C_b = 0,67$

#### 2. Koefisien Tengah kapal ( $C_m$ )

Menurut *Prof. Harald Poehls (Lectures On Ship Design & Ship Theory, 1979.pg.37)*:

*Acc.Sabit Series 60* :

$$C_m = 0,93 + (0,08 \times C_b)$$

$$= 0,93 + (0,08 \times 0,67)$$

$$= 0,984$$

*Acc. Van Lameren*

$$\begin{aligned}C_m &= 0,90 + 0,10\sqrt{C_b} \\ &= 0,90 + 0,10\sqrt{0,67} \\ &= 0,982\end{aligned}$$

Ditetapkan  $C_m = 0,982$

### 3. Koefisien Prismatic ( $C_p$ )

$$\begin{aligned}C_p &= \frac{C_b}{C_m} \\ &= \frac{0,67}{0,982} \\ &= 0,682\end{aligned}$$

Ditetapkan  $C_p = 0,682$

### 4. Koefisien Water line ( $C_w$ )

Menurut *Prof. Harald Poehls (Ship Design & Ship Theory, 1979.pg.37)*

*Acc. Schneekloth :*

$$\begin{aligned}C_w &= 0,95 \times C_p + 0,17 \sqrt[3]{C_p} \\ &= 0,95 \times 0,682 + 0,17 \sqrt[3]{0,682} \\ &= 0,7975\end{aligned}$$

*Acc. Posdunine :*

$$\begin{aligned}C_w &= \frac{1 + 2 \cdot C_b}{3} \\ &= \frac{1 + 2 \cdot 0,67}{3} \\ &= 0,780\end{aligned}$$



Acc.Amos Ayres :

$$\begin{aligned}C_w &= \frac{1,463 - (1,26 \cdot C_b)}{2,12 - (2 \cdot C_b)} \\&= \frac{1,463 - (1,26 \cdot 0,67)}{2,12 - (2 \cdot 0,67)} \\&= 0,793\end{aligned}$$

Acc.Sabit Series 60 :

$$\begin{aligned}C_w &= 0,18 + (0,86 \cdot C_p) \\&= 0,18 + (0,86 \times 0,682) \\&= 0,766\end{aligned}$$

Ditetapkan  $C_w = 0,797$

#### III.1.4.4. Estimasi Tenaga Penggerak

##### 1. Metode Admiralty

Menurut Sv.Aa.Harvald (*Resistance and Propulsion of Ship, 1992.pg.297*) :

$$BHP = \frac{\Delta^{2/3} \cdot V_s^3}{Ac}$$

Kapal Pembanding

$$\begin{aligned}Ac &= \frac{\Delta^{2/3} \times V_s^3}{BHP} \\&= \frac{(754,6)^{2/3} \times (12,00)^3}{143,226} \\&= 1000\end{aligned}$$

Kapal Rancangan

$$\begin{aligned}BHP &= \frac{(831,75)^{2/3} \times (13,50)^3}{143,226} \\&= 1.519,292 \text{ HP}\end{aligned}$$

d. Perkiraan Daya Kuda Efektif (*EHP*)

$$\begin{aligned} EHP &= \frac{R_f \cdot V_s}{75} \\ &= \frac{7.488,378 \cdot (13,5 \cdot 0,5144)}{75} \\ &= 693,364 \text{ HP} \end{aligned}$$

e. Penentuan Besar Tenaga Penggerak (*BHP*)

$$BHP = \frac{EHP}{PC}$$

Dimana PC kapal ikan diperkirakan 0,5 ~ 0,53

$$\begin{aligned} BHP &= \frac{693,364}{0,53} \\ &= 1.308,234 \text{ HP} \end{aligned}$$

Sea Margin Berkisar antara 15% ~ 20%

$$\begin{aligned} BHP_{SM} &= (20\% \times 1.308,234) + 1.308,234 \\ &= 1.569,880 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor } MCR &= 85\% \\ &= \frac{100}{85} \times 1.569,880 \\ &= 1.846,920 \text{ HP} \end{aligned}$$

Ditetapkan = 2000 HP

Dengan demikian dipilih satu unit mesin Diesel Merk *Yanmar* dengan data sebagai berikut :

Tipe : Z280A-EN  
Jumlah Silinder : 6  
Daya : 2000 HP (metric)

## 2. Perkiraan Tenaga Penggerak Berdasarkan Hambatan Total

### a. Perkiraan Hambatan Gesek ( $R_f$ )

Menurut *W. Froude (Resistance and Propulsion of Ship, Harvald, 1922. pg53)*

$$R_f = f \times s \times v^{1,82}$$

$$\text{Dimana } f = 0,00871 + \frac{0,053}{(L_{pp} + 8,8)}$$

$$= 0,00871 + \frac{0,053}{\{(44,50 \cdot 3,28) + 8,8\}}$$

$$= 0,00905$$

Menurut *Taylor (Resistance and Propulsion of Ship, Harvald, 1922)*

$$\begin{aligned} S &= 15,5 \sqrt{\Delta \times L_{pp}} \\ &= 15,5 \sqrt{831,75 \times (44,50 \times 3,28)} \\ &= 5.400,638 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } R_f &= 0,00905 \times 5.400,638 \times 13,5^{1,825} \\ &= 5.648,755 \text{ lbs} \end{aligned}$$

### b. Perkiraan Hambatan Sisa ( $R_r$ )

$$\begin{aligned} R_r &= 12,5 \times C_b \times \Delta \times \frac{V_s^4}{L_{pp}^2} \\ &= 12,5 \times 0,67 \times 831,75 \times \frac{13,5^4}{(44,50 \cdot 3,28)^2} \end{aligned}$$

$$= 10.860,379 \text{ lbs}$$

### c. Perkiraan Hambatan Total ( $R_T$ )

$$\begin{aligned} R_T &= R_f + R_r \\ &= 5.648,755 + 10.860,379 \\ &= 16.509,134 \text{ lbs} \times 0,45359 \\ &= 7.488,378 \text{ kg} \end{aligned}$$

Putaran per menit ( <i>Rpm</i> )	: 720 Rpm
<i>Bore</i>	: 280 mm
<i>Stroke</i>	: 360 mm
Berat mesin Utama	: 17,95 ton
Pemakaian bahan bakar ( <i>Sfoc</i> )	: 140 g/HPH

### III.1.5. Estimasi Berat Kosong dan Daya Angkut

*Displacement* kapal adalah berat kapal dalam keadaan kosong ditambah dengan daya angkut dari kapal tersebut, dapat ditulis dalam rumus sebagai berikut :

$$\Delta = LWT + DWT \quad (\text{ton})$$

Yang termasuk dalam berat kosong (*Wls*) adalah :

- Berat lambung kapal (*W<sub>hull</sub>*)
- Berat *outfit* dan akomodasi (*W<sub>o+a</sub>*)
- Berat *equipment*/peralatan (*W<sub>eq</sub>*)
- Berat instalasi mesin (*W<sub>ep</sub>*)

Sedangkan yang termasuk dalam Daya Angkut Kapal adalah :

- Berat muatan kapal (*W<sub>pl</sub>*)
- Berat bahan bakar (*W<sub>fo</sub>*)
- Berat minyak pelumas (*W<sub>lo</sub>*)
- Berat air tawar (*W<sub>fw</sub>*)
- Berat bahan makanan (*W<sub>prof</sub>*)
- Berat awak dan barang bawaan (*W<sub>a+bb</sub>*)

#### III.1.5.1. Estimasi Berat Kapal Kosong (*Wls*)

Menurut *John Fyson (Design of Small Fishing Vessel pg. 113)* untuk menentukan *LWT* ditentukan dengan menggunakan rumus pendel.atan :

$$Cn = L_{OA} \times B \times H$$

dimana :  $L_{OA} = (10\% \times L_{pp}) + L_{pp}$

$$= (10\% \times 44,50) + 44,50$$

$$= 48,950 \text{ m}$$

Jadi,

$$Cn = 48,950 \times 8,5 \times 4,12$$

$$= 1.714,229 \text{ m}^3$$

Dimana faktor untuk berat komponen *LWT* adalah :

- Faktor lambung / *hull*  $(C_{hull}) = 72 \text{ kg/m}^3$
- Faktor *outfit* & akomodasi  $(C_{o+a}) = 50 \text{ kg/m}^3$
- Faktor *equipment*/peralatan  $(C_{eq}) = 8 \text{ kg/m}^3$
- Faktor instalasi mesin  $(C_{ep}) = 15 \text{ kg/m}^3$

maka :

1. Berat lambung kapal ( $W_{hull}$ )

$$\begin{aligned} W_{hull} &= C_n \times C_{hull} \\ &= 1.714,229 \times 72 \\ &= 123,425 \text{ Ton} \end{aligned}$$

2. Berat *outfit* & akomodasi ( $W_{o+a}$ )

$$\begin{aligned} W_{o+a} &= C_n \times C_{o+a} \\ &= 1.714,229 \times 50 \\ &= 85,711 \text{ Ton} \end{aligned}$$

3. Berat *equipment*/peralatan ( $W_{eq}$ )

$$\begin{aligned} W_{eq} &= C_n \times C_{eq} \\ &= 1.714,229 \times 8 \\ &= 13,714 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4. Berat instalasi mesin ( $W_{ep}$ )

$$\begin{aligned} W_{ep} &= C_n \times C_{ep} \\ &= 1.714,229 \times 15 \\ &= 25,713 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Dengan rincian sebagai berikut :

a). Mesin Induk ( $ME$ )

$$W_{ME} = 17,95 \text{ Ton (Spesifikasi Mesin Induk)}$$

*Type Reduction Gear* yang digunakan adalah *MGN 233* dengan berat 0,41 Ton.

$$\begin{aligned} W_{ME+RG} &= 17,95 + 0,41 \\ &= 18,36 \text{ Ton} \end{aligned}$$

b). Berat Poros

- Diameter Poros

Menurut Biro Klasifikasi Indonesia

$$d = k \sqrt[3]{Pe/n \times \eta g \times c}$$

Dimana :

Pe = Daya Mesin Utama = 2000 HP (*metric*)

N = Putaran poros dengan *reduction gear ratio* = 1 : 1,79  
= 402,235 Rpm

$\eta g$  = Effisiensi gesekan = 0,98

c = Konstanta untuk bahan poros ST-42 = 1

k = Konstanta = 90

$$d = 90 \sqrt[3]{2000 / 402,235 \times 0,98 \times 1}$$
$$= 150,5 \text{ mm}$$

Jadi diameter poros kapal = 0,1505 m

Panjang poros kapal sesuai pembanding L = 5 m dan ditambah 10 % untuk *flens*, *trust block* serta *propeller shafting*

Jadi berat poros adalah :

$$W_{sh} = (\pi / 4 \times d^2 \times L \times \rho) + 10 \%$$

Dimana :  $\rho$  = Berat jenis untuk bahan poros ST-42 = 7,86

$$W_{sh} = (3,14 / 4 \times (0,1505)^2 \times 5 \times 7,86 + 10 \%)$$
$$= 0,760 \text{ Ton}$$

c). *Propeller*

Menurut *Schneckluth*

$$W_{prop} = D^3 \times k$$

Dimana : D = diameter *propeller*

$$= 0,7 \times T$$

$$= 0,7 \times 3,15$$

$$= 0,15 \text{ (konstanta)}$$

$$W_{prop} = (2,205)^3 \times 0,15$$

$$= 1,600 \text{ Ton}$$

d).Mesin Bantu (*Aux.Engine*)

Daya mesin bantu adalah 30% dari mesin induk

$$\begin{aligned} P_{\text{Aux Eng}} &= 0,3 \times 2000 \text{ HP} \\ &= 600 \text{ HP} \end{aligned}$$

Kemudian dipilih satu unit mesin bantu Merk Yanmar. Adapun data Mesin Bantu (*Auxiliary Engine*) tersebut adalah :

- Daya : 600 HP
  - Tipe : S165L-EN
  - Silinder : 6
  - Putaran per menit (Rprn) : 1200 Rpm
- $$W_{\text{Aux.Eng.}} = 2,90 \text{ Ton}$$

e).Berat Generator

$$\begin{aligned} W_{\text{gen.}} &= W_{\text{ep}} - (W_{\text{ME+RG}} + W_{\text{sh}} + W_{\text{prop.}} + W_{\text{Aux. Eng.}}) \\ &= 25,713 - (18,360 + 0,760 + 1,600 + 2,900) \\ &= 2,093 \text{ Ton.} \end{aligned}$$

Perkiraan berat kapal kosong (LWT) adalah :

- Berat lambung kapal ( $W_{\text{hull}}$ ) = 123,425 Ton
  - Berat *outfit* & akomodasi ( $W_{\text{o+a}}$ ) = 85,711 Ton
  - Berat *equipment*/peralatan ( $W_{\text{eq}}$ ) = 13,714 Ton
  - Berat instalasi mesin ( $W_{\text{ip}}$ ) = 25,713 Ton +
- Total LWT = 248,563 Ton

### III.1.5.2. Estimasi Berat Daya Angkut Kapal (DWT)

Pada perhitungan berat daya angkut kapal ikan, tonage yang diberikan adalah "*Gross Tonage*", *Gross Tonage* dapat diartikan sama dengan "*Bruto Register Tonage*", yaitu suatu harga besaran yang dihitung dengan menggunakan "*Internal Capacity*" suatu kapal, yaitu besarnya ruangan di dalam kapal yang dapat memberikan keuntungan. Satuan *Gross Tonage* adalah satuan Volume yaitu satu *GT* menunjukkan suatu ruangan dalam kapal sebesar 2,83 m<sup>3</sup>.

$$\text{Jadi untuk } 625 \text{ GT} = 625 \times 2,83 = 1768,750 \text{ m}^3$$

## 1. Berat Muatan Kapal ( $W_{pl}$ )

Berat muatan kapal dapat diartikan sebagai berat muatan yang mempunyai harga / berat muatan yang dapat dibayar / *Pay Load* ( $W_{pl}$ ). Dimana besar volume ruang muat kapal ( $V_{rm}$ ) menurut *Yosiakhi Kanasashi (Fishing Boats of The World II, pg. 75)*, maka besar volume ruang muat adalah :

$$\begin{aligned}V_{rm} &= 0,24 \times Cn - 25 \\ &= (0,24 \times 1.714,229) - 25 \\ &= 386,415 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka berat muatan adalah :

$$\begin{aligned}W_{pl} &= V_{rm} \times \gamma_{ikan \text{ cakalang}} \\ &= 386,415 \text{ m}^3 \times 0,76 \text{ ton / m}^3 \\ &= 293,675 \text{ ton.}\end{aligned}$$

## 2. Berat Bahan Bakar ( $W_{fb}$ )

Menurut *Masatsune Nomura dan Tomeyashi Yamazaki (Fishing Techniques pg. 178)* :

- Berat bahan bakar mesin utama ( $W_{fme}$ )

$$W_{fme} = Zc \times BHP \times t$$

Dimana : -  $Zc$  = Spesifik konsumsi bahan bakar = 0,14 kg / HPh

-  $BHP$  = 2000 HP

-  $t$  = lamanya pelayaran = 26 hari

$$\begin{aligned}W_{fme} &= 0,14 \times 2000 \times (26 \text{ hari} \times 24 \text{ jam}) \\ &= 174,720 \text{ ton.}\end{aligned}$$

Berat cadangan bahan bakar 10%  $\times W_{fme} = 17,472$  ton

Jadi berat bahan bakar mesin utama :

$$\begin{aligned}W_{fme} &= 174,720 + 17,472 \\ &= 192,192 \text{ ton.}\end{aligned}$$

- Berat bahan bakar mesin bantu ( $W_{fme}$ )

$$\begin{aligned}W_{ae} &= (0,10 \sim 0,20) \times W_{fme} \\ &= 0,20 \times 192,192 \\ &= 38,4384 \text{ ton.}\end{aligned}$$



Berat total bahan bakar ( $W_{fb}$ ) :

$$\begin{aligned}W_{fb} &= W_{fms} + W_{ae} \\ &= 192,192 + 38,4384 \\ &= 230,63 \text{ ton}\end{aligned}$$

Untuk berat jenis bahan bakar  $\gamma_{fb} = 0,84 \text{ ton/m}^3$

$$\begin{aligned}V_{fb} &= \frac{230.630}{0,84} \\ &= 274,560 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### 3. Berat Minyak Pelumas ( $W_{Lo}$ )

Jumlah Minyak Pelumas diperkirakan 3% dari jumlah Bahan bakar.

$$\begin{aligned}W_{Lo} &= 0,03 \times 274,560 \\ &= 8,237 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Untuk berat Jenis Minyak Pelumas  $\gamma_{lo} = 0,9 \text{ ton/m}^3$

$$\begin{aligned}V_{lo} &= \frac{8,237}{0,9} \\ &= 9,152 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### 4. Berat Air Tawar ( $W_{Fw}$ )

a. Keperluan untuk mandi, cuci dan air minum ( $W_{m+c}$ )

$$W_{m+c} = Z \times Ca \times t$$

Dimana : - Z : awak kapal = 30 orang

- Ca : konsumsi air tawar/orang = 30 kg/hari/orang

- t : lamanya pelayaran = 26 hari

$$\begin{aligned}W_{m+c} &= 30 \times 30 \times 26 \\ &= 23,400 \text{ ton}\end{aligned}$$

b. Berat Air Pendingin Mesin ( $W_{ap}$ )

$$W_{ap} = Cd \times BHP$$

Dimana : Cd = 3 kg/HP

BHP = 2000 HP

$$\begin{aligned}W_{ap} &= 3 \times 2000 \\ &= 6,000 \text{ ton}\end{aligned}$$

Jadi total berat air tawar ( $W_{fw}$ ) :

$$\begin{aligned}W_{fw} &= W_{m+c} + W_{ap} \\ &= 23,400 + 6,000 \\ &= 29,400 \text{ ton}\end{aligned}$$

Berat jenis air tawar  $\gamma_{fw} = 1 \text{ Ton/m}^3$

$$V_{fw} = 29,400 \text{ Ton}$$

#### 5. Berat Bahan Makanan ( $W_{prov.}$ )

$$W_{prov.} = Z \times C_{bm} \times t$$

dimana : Z : awak kapal = 30 orang

$C_{bm}$  : 1,7 ~ 2,0 kg/orang/hari

t : lamanya pelayaran = 26 hari

$$\begin{aligned}W_{prov.} &= 30 \times 2,0 \times 26 \\ &= 1,560 \text{ ton.}\end{aligned}$$

#### 6. Berat awak kapal dan barang bawaan ( $W_{a+bb}$ )

$$W_{a+bb} = Z \times (P + L)$$

Dimana : Z adalah jumlah ABK = 30 orang

P adalah berat rata-rata awak kapal = 75 kg/orang

L adalah berat barang bawaan = 25 kg/orang

$$\begin{aligned}W_{a+bb} &= 30 \times (75+25) \\ &= 3,000 \text{ ton.}\end{aligned}$$

Perkiraan berat total daya angkut kapal ( $DWT$ ) adalah :

- Berat muatan kapal	( $W_{pl}$ )	= 293,870 ton
- Berat bahan bakar	( $W_{co}$ )	= 230,630 ton
- Berat minyak pelumas	( $W_{lo}$ )	= 8,227 ton
- Berat air tawar	( $W_{fv}$ )	= 29,400 ton
- Berat bahan makanan	( $W_{prov.}$ )	= 1,550 ton
- Berat awak kapal dan barang bawaan	( $W_{a+bb}$ )	= 3,000 ton +
Total $DWT$		= 566,7 ton

### III.1.5.3. Koreksi *Displacement* Kapal

- Displasemen Menurut *Hukum Archimedes* ( $\Delta_1$ )

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma_{\text{Air Laut}} \\ &= 44,50 \times 8,50 \times 3,15 \times 0,67 \times 1,025 \\ &= 818,254 \text{ ton.}\end{aligned}$$

- *Displacement* Menurut Berat Total Kapal ( $\Delta_2$ )

$$\begin{aligned}\Delta_2 &= LWT + DWT \\ &= 248,563 + 566,7 \\ &= 815,263 \text{ ton}\end{aligned}$$

Koreksi Displasemen ( $\Delta$ )

$$\begin{aligned}&= \left| \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\Delta_1} \right| \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= \left| \frac{818,254 - 815,263}{818,254} \right| \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= 0,365 \% \leq 0,5 \% \quad (\text{memenuhi})\end{aligned}$$

Serta koreksi *displacement* yang dihitung berdasarkan *Hukum Archimedes* lebih besar dari pada *displacement* yang dihitung berdasarkan jumlah total berat kapal, berarti prarancangan ini cukup memenuhi.

### III.1.6. Estimasi Stabilitas Awal

#### 1. Perkiraan Letak Titik Berat ( $\overline{KG}$ )

Perkiraan letak titik berat kapal ini berdasarkan berat kapal sementara secara Keseluruhan dan titik berat ini diukur vertikal dari garis dasar.

Menurut Soekarsono N.A. (*Merancang Kapal Ikan* pg.23) :

$$\begin{aligned}\overline{KG} / H &= 0,70 \\ \overline{KG} &= 0,70 \times H \\ &= 0,70 \times 4,12 \\ &= 2,884 \text{ m}\end{aligned}$$

## 2. Perkiraan Tinggi Metcentra ( $\overline{GM}$ )

Perhitungan stabilitas awal dapat ditentukan dengan menghitung tinggi atau

Jarak Metacentra ( $\overline{GM}$ ), dimana :

$$\overline{GM} = \overline{KB} + \overline{BM} - \overline{KG}$$

a. Perkiraan  $\overline{KB}$

$$\begin{aligned}\overline{KB} &= T \times \frac{C_w}{C_w + C_b} \\ &= 3,15 \times \frac{0,797}{0,797 + 0,67} \\ &= 1,711 \text{ m}\end{aligned}$$

b. Perkiraan  $\overline{BM}$

$$\begin{aligned}\overline{BM} &= \frac{C_w \cdot (C_w + 0,04) \cdot B^2}{12 \cdot C_b \cdot T} \\ &= \frac{0,797 \cdot (0,797 + 0,04) \cdot 8,50^2}{12 \cdot 0,67 \cdot 3,15} \\ &= 1,903 \text{ m}\end{aligned}$$

Maka jarak Metacentra adalah :

$$\begin{aligned}\overline{GM} &= \overline{KB} + \overline{BM} - \overline{KG} \\ &= 1,711 + 1,903 - 2,884 \\ &= 0,73 \text{ m}\end{aligned}$$

## 3. Pengecekan *Rolling Periode* (Periode Ayun)

Periode ayun adalah waktu yang diperlukan oleh kapal untuk melakukan satu kali olengan.

Menurut *Atsushi Takagi (Fishing Boat of The World II, 1960, pg. 480)* :

$$\begin{aligned}Tr &= \frac{2\pi \cdot m \cdot B}{\sqrt{g \cdot \overline{GM}}} \\ &= \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,45 \cdot 8,50}{\sqrt{9,81 \cdot 0,730}} \\ &= 8,976 \text{ detik}\end{aligned}$$

Dimana Batasan Harga  $m$  untuk Kapal Baja = 0,39 ~ 0,45

Untuk nilai *Rolling Periode* diisyaratkan antara 7 ~ 14 detik, maka Periode Ayun kapal rancangan ini memenuhi syarat.

### III.1.7. Perhitungan Kurva Stabilitas Awal

Menurut *Metode Prohaska* (*Schiffbau Technisches Handbuch, Henschke, 1964, pg. 169*)

$$\begin{aligned} Sf &= 50 [L_{pp} / 3 + 10] \\ &= 50 [44,50 / 3 + 10] \\ &= 1242 \text{ mm} \\ &= 1,242 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sa &= 25 [L_{pp} / 3 + 10] \\ &= 25 [44,50 / 3 + 10] \\ &= 620,833 \text{ mm} \\ &= 0,621 \text{ m} \end{aligned}$$

*Hid* = Tinggi Ideal Free Board

$$\begin{aligned} Hid &= H + [(Sf + Sa) / 6] \\ &= 4,00 + [(1,242 + 0,621) / 6] \\ &= 4,4305 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Hid / B &= 4,302 / 8,00 \\ &= 0,537 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan  $hf^*$  dan dalam perhitungan kurva lengan stabilitas maka harus ditetapkan terlebih dahulu yaitu :

$$\begin{aligned} T / B &= 3,15 / 8,50 \\ &= 0,371 \end{aligned}$$

$$\overline{BM} = 1,903 \text{ m}$$

$$\overline{GM} = 0,730 \text{ m}$$

Sedangkan untuk harga  $hf^*$  dapat dilihat dari grafik Prohaska (*Schiffbau Technisches Handbuch, band I. Henschke. 1964*)

Tabel 3.1.1 Perhitungan Kurva Lengan Stabilitas Awal

No.	$\phi$	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1.	Sin $\phi$	0,259	0,500	0,707	0,866	0,966	1,000
2.	h $\phi^*$	0,009	-0,040	-0,160	-0,300	-0,460	-0,605
3.	h $\phi^*$ BM	0,018	-0,078	-0,314	-0,588	-0,903	-1,187
4.	GM Sin $\phi$	0,198	0,382	0,540	0,662	0,738	0,764
5.	GZ=(3)+(4)	0,216	0,304	0,226	0,074	-0,165	-0,423

### III.1.8. Pengecekan Stabilitas Awal

Rekomendasi IMO mengenai Stabilitas

1. GM  $\geq 0,15$  m
2. h 30°  $\geq 0,20$  m
3.  $\phi$  h<sub>maks</sub>  $\geq 25^\circ$
4.  $\phi$ <sub>range</sub>  $\geq 60^\circ$
5.  $\Delta h$  30°  $\geq 0,055$  m.rad
6.  $\Delta h$  40°  $\geq 0,090$  m.rad
7.  $\Delta h$  40° -  $\Delta h$  30°  $\geq 0,030$  m.rad

Berdasarkan Stabilitas pra rancangan diperoleh :

1.  $\overline{GM}$  = 0,730 m
2. h 30° = 0,304 m
3.  $\phi$  h<sub>maks</sub> = 30°
4.  $\phi$ <sub>range</sub> = 65°

Tabel 3.1.2 Koreksi Stabilitas  $\phi$  sampai dengan 40° :

	5°	10°	15°	20°	25°	30°
h (m)	0,075	0,150	0,216	0,270	0,300	0,304
Faktor Simpson	4	2	4	2	4	1
Hasil	0,300	0,300	0,864	0,540	1,200	0,304
						$\Sigma_i = 3,508$

Tabel 3.1.3 Koreksi Stabilitas  $\phi$  sampai dengan  $40^\circ$  :

	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$
h (m)	0,304	0,280	0,255
Faktor Simpson	1	4	1
Hasil	0,304	0,960	0,255
			$\Sigma_2 = 1,519$

$$\begin{aligned}\Sigma_3 &= \Sigma_1 + \Sigma_2 \\ &= 3,508 + 1,519 \\ &= 5,027\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}5. \Delta h 30^\circ &= \frac{C \times 1 \times \Sigma_1}{57,3} \\ &= \frac{1/3 \times 5^\circ \times 3,508}{57,3} \\ &= 0,102 \text{ m.rad}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}6. \Delta h 40^\circ &= \frac{C \times 1 \times \Sigma_3}{57,3} \\ &= \frac{1/3 \times 5^\circ \times 5,027}{57,3} \\ &= 0,146 \text{ m.rad}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}7. \Delta h 40^\circ - \Delta h 30^\circ &= 0,146 - 0,102 \\ &= 0,044 \text{ m.rad}\end{aligned}$$

Ternyata stabilitas kapal rancangan masih memenuhi persyaratan IMO.

GAMBAR 3.1.1 KURVA LENGAN STABILITAS AWAL





### III.1.9.Momen Pengganggu Stabilitas

Dalam hal ini ditinjau beberapa macam gangguan yang ditimbulkan oleh faktor Luar, yang dapat mempengaruhi stabilitas kapal. Adapun faktor gangguan itu adalah :

- A. Momen Cikar ( $M_c$ )
- B. Momen Angin ( $M_w$ )
- C. Momen Pengganggu ( $M_p$ )
- D. Momen Stabilitas ( $M_s$ )

#### A. Momen Cikar ( $M_c$ )

Menurut *Van Lamern (Buoyancy and Stability of Ship)* :

$$M_c = 0,233 \times \frac{\gamma \times \nabla \times (0,8 \times V_s)^2}{L_{pp}} \times (\overline{KG} - 0,5 \times T)$$

dimana :

$\gamma$	= Kepadatan air laut	= 104 kg/m <sup>4</sup>
$\nabla$	= Volume Displasemen	= 798,297 m <sup>3</sup>
$V_s$	= 13,5 knot	= 6,944 m/s
$T$	= 3,15 m	
$L_{pp}$	= 44,50 m	
$\overline{KG}$	= 2,884 m	

$$M_c = 0,233 \times \frac{104 \times 798,297 \times (0,8 \times 6,944)^2}{44,50} \times (2,884 - 0,5 \times 3,15)$$

$$= 17.560,335 \text{ kg.m}$$

$$= 17,560 \text{ Ton.m}$$

#### B. Momen Angin ( $M_w$ )

$$M_w = S \times 0,5 \times \gamma \times V_w^2 \times A \times a$$

dimana :

$S$	= Faktor kekuatan angin	= 1,3
$\gamma$	= Kepadatan udara	= $1,25 \times 10^{-4} \text{ Ton.s}^2/\text{m}^4$
$V_w$	= Kecepatan angin	= 20 m/s
$A$	= $[B(H-T) + A^*]$	= 85,966 m <sup>2</sup>
$a$	= Jarak titik tangkap diatas $f_b$	= 3 m

$$M_w = 1,3 \times 0,5 \times 1,25 \times 10^{-4} \times 20^2 \times 85,966 \times 3$$

$$= 8,382 \text{ Ton.m}$$

### C. Momen Pengganggu ( $M_p$ )

Dari harga-harga yang didapat maka total momen pengganggu adalah :

$$\begin{aligned}M_p &= M_c + M_w \\ &= 17,560 + 8,382 \\ &= 25,942 \text{ Ton.m}\end{aligned}$$

### D. Momen Stabilitas ( $M_s$ )

$$\begin{aligned}M_s &= h_{\max} \times \nabla \\ &= 0,304 \times 798,297 \\ &= 242,682 \text{ Ton.m}\end{aligned}$$

Salah satu ketentuan dalam stabilitas adalah  $M_s \geq M_p$ , maka kapal rancangan ini stabilitasnya masih memenuhi.

### III.1.10. Penilaian Awal Trim

Trim adalah perbedaan sarat air kapal bagian haluan dan buritan. Penilaian Trim ini berdasarkan kondisi kapal dalam keadaan muatan penuh yaitu pada waktu kapal kembali / pulang dengan membawa muatan. Dengan keadaan bahan bakar dan kebutuhan oahan makanan telah berkurang. Untuk perkiraan nilai awal Trim digunakan rumus pendekatan sebagai berikut :

Menurut *John F. Machmillan (Principle of Naval Architecture)* :

$$t = \frac{\Delta \times BG}{MTC \text{ 1 cm}}$$

dimana :  $\Delta$  = Displasemen

$$BG = LCB - LCG$$

#### A. Perkiraan Titik Tekan Memanjang ( $LCB$ )

Titik tekan memanjang ( $LCB$ ) adalah titik tekan yang ditimbulkan oleh air terhadap lambung kapal.

Untuk menentukan titik tekan ( $LCB$ ) adalah didasarkan atas besarnya angka *Froude* ( $F_n$ ) yaitu jika :

- Angka *Froude* ( $F_n$ ) = 0 ~ 0,22  $LCB$  berada didepan *midship*
- Angka *Froude* ( $F_n$ ) = 0,23  $LCB$  berada ditengah kapal
- Angka *Froude* ( $F_n$ ) = Lebih besar dari 0,23  $LCB$  berada dibelakang *midship*

Untuk kapal yang dirancang mempunyai  $F_n = 0,33$  maka  $LCB$  terletak dibelakang *Midship*. Besarnya adalah  $0 \sim 2 \% L_{pp}$  ( $0 \sim 0,90$  m) dibelakang *Midship*. Untuk menentukan  $LCB$  dapat menggunakan grafik *Ikeda Masharu halaman 151* yaitu :  $lcb = LCB / L_{pp}$ , dimana didapat  $lcb = 0,0089$  ( $2 \% L_{pp}$ ). Maka  $LCB$  kapal sebenarnya adalah :

$$\begin{aligned} LCB &= lcb \times L_{pp} \\ &= 0,0089 \times 44,50 \\ &= 0,398 \text{ m dibelakang } midship. \end{aligned}$$

#### B. Perkiraan: Letak Titik Berat Memanjang ( $LCG$ )

Menurut *Yoshiaki Kanasashi (Fishing Boat of The world II, 1960 pg.86)* :

$LCG$  berada  $7 \% \sim 8 \%$  dari  $L_{pp}$ , maka :

$$\begin{aligned} LCG &= 7 \% L_{pp} \\ &= 0,07 \times 45,50 \\ &= 3,115 \text{ m dibelakang } Midship \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } BG &= LCB - LCG \\ &= 0,398 - 3,115 \\ &= 2,719 \text{ m dibelakang } Midship. \end{aligned}$$

#### C. Momen to Change Trim one centimeter ( $MTC$ )

Menurut *John.F.Machmillan (Principle of Naval Architecture)* :

$$MTC = \frac{\Delta \times GM_L}{100 \times L}$$

Karena  $BG$  kecil jika dibandingkan dengan  $GM_L$  sehingga :

$$\begin{aligned} BML &= GML \\ BML &= \frac{L^2}{6 \times T} \\ &= \frac{44,50^2}{6 \times 3,00} = 104,775 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$MTC = \frac{818,254 \times 104,775}{100 \times 44,50}$$
$$= 19,266 \text{ ton.m/cm}$$

Maka :

$$t = \frac{818,254 \times 2,719}{19,266} = 115,480 \text{ cm kearah belakang } \textit{Midship}$$

Spesifikasi Kapal berdasarkan perhitungan rancangan ini adalah sebagai berikut .

Panjang kapal	(Lpp) = 44,50 m
Lebar kapal	(B) = 8,50 m
Tinggi kapal	(D) = 4,12 m
Sarat kapal	(T) = 3,15 m
Koefisien blok	(Cb) = 0,676
Koefisien tengah kapal	(Cm) = 0,982
Koefisien prismatic	(Cp) = 0,682
Koefisien garis air	(Cw) = 0,797
Displasemen	(Δ) = 818,254 Ton
GRT	= 625 Ton
Mesin Utama	(M/U) = 2000 HP (metric)
Kecepatan	(Vs) = 13,5 Knot

### III.2.PERENCANAAN UTAMA

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

Panjang kapal	(Lpp) = 44,50 m
Lebar kapal	(B) = 8,50 m
Tinggi kapal	(D) = 4,12 m
Sarat kapal	(T) = 3,15 m
Koefisien blok	(Cb) = 0,670
Koefisien tengah kapal	(Cm) = 0,982
Koefisien prismatic	(Cp) = 0,682
Koefisien garis air	(Cw) = 0,797

#### III.2.1.Perencanaan Kurva Prismatic

##### 1.Perhitungan Kuva Prismatic

Sebelum pembuatan gambar garis air kapal, terlebih dahulu dibuat perhitungan kurva prismatic yang dimaksudkan untuk mendapatkan luasan pada tiap-tiap ordinat yang telah ditentukan. Perhitungan kurva prismatic ini akan sangat menentukan sekali bentuk badan kapal, dimana badan kapal tersebut dibuat *Stream Line*.

Adapun perhitungan kurva prismatic adalah sebagai berikut :

a. Panjang Keseluruhan Kapal (*Loa*) :

$$\begin{aligned}Loa &= (10\% \times Lpp) + Lpp \\ &= (10\% \times 44,50) + 44,50 \\ &= 48,950 \text{ m}\end{aligned}$$

**Ditetapkan = 49,00 m**

b.Panjang Garis Air Kapal (*Lwl*)

$$\begin{aligned}Lwl &= (2\% \times Lpp) + Lpp \\ &= (2\% \times 44,50) + 44,50 \\ &= 45,390 \text{ m}\end{aligned}$$

**Ditetapkan = 45,50 m**

c. Volume Displasemen Kapal ( $\nabla Disp$ )

$$\begin{aligned}\nabla Disp &= Lpp \times B \times T \times Cb \\ &= 44,50 \times 8,50 \times 3,15 \times 0,670 \\ &= 798,297 \text{ m}^3\end{aligned}$$

d. Luas *Midship* Kapal ( $A_m$ )

$$\begin{aligned}A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 8,50 \times 3,15 \times 0,982 \\ &= 26,293 \text{ m}^2\end{aligned}$$

e. Titik Tekan Memanjang Kapal ( $LCB$ )

Penentuan letak titik tekan memanjang kapal ( $LCB$ ), dimana penentuannya didasarkan pada letak titik berat kapal dan juga mendapatkan tahanan yang sekecil mungkin. Dengan menggunakan grafik no.38 menurut Ikeda Masaharu halaman 151 ditentukan  $lcb = LCB/Lpp$ , dari grafik tersebut didapatkan  $lcb = -0,0089$  maka  $LCB$  kapal sebenarnya adalah :

$$\begin{aligned}LCB &= lcb \times Lpp \\ &= -0,0089 \times 44,50 \\ &= -0,396 \text{ m dibelakang midship}\end{aligned}$$

f. Koefisien Prismatic depan dan belakang

Setelah letak  $LCB$  ditentukan, selanjutnya dihitung harga  $C_{pf} - C_{pa}$  dengan menggunakan rumus  $C_p = \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2}$ , dimana sebelumnya dicari terlebih dahulu dari grafik no.39 dalam *Ikeda Masaharu* halaman 53. Dari grafik tersebut didapat harga  $C_{pf} - C_{pa} = -0,0366$  maka dilakukan perhitungan :

- Koefisien Prismatic Depan ( $C_{pf}$ ) :

$$\begin{aligned}C_{pf} &= C_p + \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2} = 0,682 + \frac{(-0,0366)}{2} \\ &= 0,6637\end{aligned}$$

- Koefisien Prismatic Belakang ( $C_{pa}$ ) :

$$C_{pa} = C_p - \frac{(C_{pf} - C_{pa})}{2} = 0,682 - \frac{(-0,0366)}{2}$$

$$= 0,7003$$

## 2. Langkah-langkah pembuatan Kurva Prismatic

Setelah mendapatkan prosentase luasan yang diketahui dengan grafik no.40 – 41 dalam *Ikeda Masuharu halaman 53 – 54* maka langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :

- 1). Membuat garis *Horizontal* dengan panjang seukuran dengan panjang kapal ( $L_{pp}$ ) yaitu 44,50 meter dengan menggunakan skala 1 : 250, kemudian dibagi menjadi 10 ordinat dengan panjang yang sama antar ordinat.
- 2). Membuat garis *Vertikal* dengan panjang yang telah diprosentasikan terhadap luasan  $A_m$  dengan menggunakan skala 1 : 250.
- 3). Pada ordinat 5 ditarik garis *vertikal* tegak lurus sepanjang luasan  $A_m$ , dimana pada skala adalah panjang 100 % dari luasan kapal..
- 4). Dari ordinat  $AP$  sampai ordinat  $FP$  kita harus tentukan nilainya, dimana nilai vertikal tersebut bila ditarik garis dari ordinat ke ordinat harus *Stream Line*.
- 5). Setelah didapatkan bentuk kurva prismatic, maka pada setiap station didapatkan nilainya kemudian dimasukkan kedalam tabel luasan.

Tabel 3.1.4 Luasan Tiap Section

Station	Prosentase (%)	Luas Tiap Section (m <sup>2</sup> )
AP	1,400	0,368
0,5	13,700	3,602
1	33,880	8,500
1,5	54,500	14,400
2	72,300	20,000
3	86,200	24,400
4	100,000	26,293
5	100,000	26,293
6	96,600	25,300
7	91,000	22,700
8	66,400	18,000
8,5	46,800	12,305
9	28,000	7,362
9,5	10,000	3,210
FP	0,000	0,000

6). Dari tabel tersebut dilanjutkan pada perhitungan Volume displasemen dan letak LCB kapal pada luasan *Main part* dan *Can! part*. Kemudian dilakukan perhitungan koreksi terhadap nilai Volume *displacement* dan LCB.

Tabel 3.1.5 Perhitungan Volume *Displacement* dan *LCB Main Part* dari grafik *CSA*.

Ordinat	Luas (m <sup>2</sup> )	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,368	0,5	0,082	- 5	- 0,410
0,5	3,602	2	7,190	-- 4,5	- 32,355
1	8,500	1	10,050	- 4	- 40.200
1,5	14,400	2	30,098	- 3,5	- 105,343
2	20,000	1,5	29,230	- 3	- 87,690
3	24,400	4	89,556	- 2	- 179,112
4	26,293	2	46,654	- 1	- 46,654
5	26,293	4	105,172	0	0,000
6	25,300	2	46,274	1	46,274
7	22,700	4	85,572	2	171,144
8	18,000	1,5	24,471	3	73,413
8,5	12,305	2	24,638	3,5	86,233
9	7,362	1	8,103	4	32,412
9,5	3,210	2	8,360	4,5	37,620
FP	0,00	0,5	0,000	5	0,000
			$\Sigma_1 = 536,838$		$\Sigma_2 = -48.251$

$$\begin{aligned}
 h_1 &= L_{pp} / 10 \\
 &= 44,50 / 10 \\
 &= 4,45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Volume *Displasemen Main Part* ( $V_{mp}$ )

$$\begin{aligned}
 V_{mp} &= 1 / 3 \times h_1 \times \Sigma_1 \\
 &= 1 / 3 \times 4,45 \times 536,838 \\
 &= 796,3097 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



*LCB Displasemen Main Part (LCE<sub>mp</sub>)*

$$\begin{aligned}
 LCB_{mp} &= \frac{\sum_2}{\sum_1} \times h_1 \\
 &= \frac{-48,251}{536,838} \times 4,45 \\
 &= 0,399 \text{ m dibelakang Midship}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.1.6 Perhitungan Volume *Displacement* dan *LCB Cant Part* dari grafik *CSA*.

Ordinat	Luas (m <sup>2</sup> )	FS	Hasil	FM	Hasil
AP	0,368	1	0,368	0	0,000
PP	0,148	4	0,592	-1	-0,592
AE	0,000	1	0,000	-2	0,000
			$\Sigma_3 = 0,960$		$\Sigma_3 = -0,592$

$$\begin{aligned}
 h_2 &= \frac{(L_{wl} - L_{pp})}{2} \\
 &= \frac{(45,50 - 44,50)}{2} \\
 &= 0,50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Volume *Cant Part* ( $V_{cp}$ )

$$\begin{aligned}
 V_{cp} &= 1 / 3 \times h_2 \times \Sigma_3 \\
 &= 1 / 3 \times 0,50 \times 0,592 \\
 &= 0,1424 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCB_{cp} &= \frac{\Sigma_4}{\Sigma_3} \times h_2 \\
 &= \frac{-0,592}{0,960} \times 0,50 \\
 &= -0,308 \text{ m dibelakang AP}
 \end{aligned}$$

Volume Displasemen Total :

$$\begin{aligned} \nabla_{Total} &= \nabla_{mp} + \nabla_{cp} \\ &= 796,309 + 0,160 \\ &= 796,469 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

LCB gabungan :

$$\begin{aligned} LCB_{gabungan} &= \frac{[(LCB_{mp} \times \nabla_{mp}) - \{LCB_{cp} + (Lpp / 2) \times \nabla_{cp}\}]}{\nabla_{Total}} \\ &= \frac{[(-0,399 \times 796,309) - \{-0,308 + (44,50 / 2) \times 0,160\}]}{796,469} \\ &= -0,403 \text{ m dibelakang Midship.} \end{aligned}$$

### 3.Perhitungan Koreksi

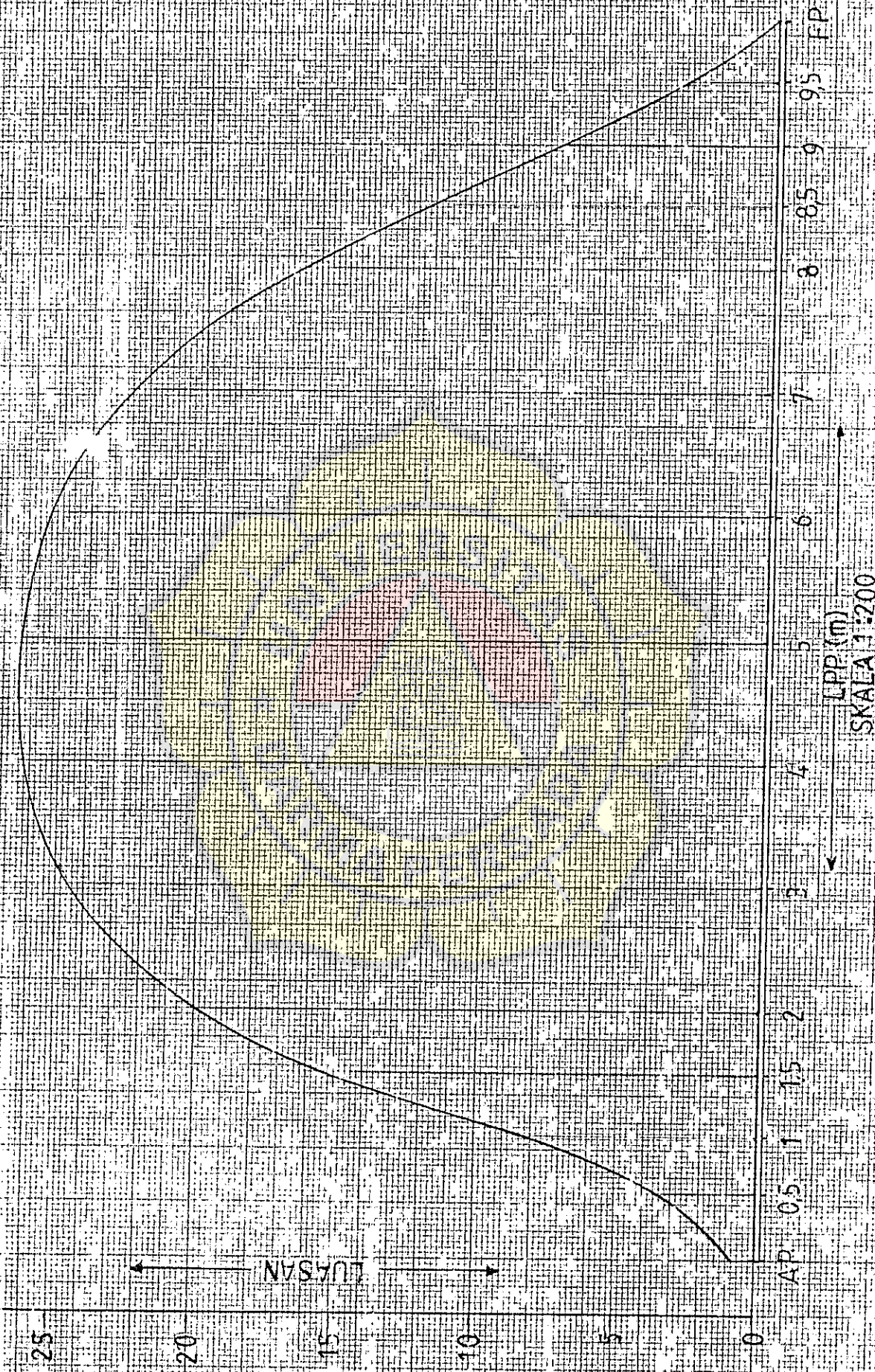
Untuk volume Displasemen ( $\nabla_{displasemen}$ )

$$\begin{aligned} \nabla_{disp} &= \left| \frac{\nabla_{disp \text{ perhitungan}} - \nabla_{disp \text{ CSA}}}{\nabla_{disp \text{ perhitungan}}} \right| \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= \left| \frac{798,297 - 796,469}{798,297} \right| \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= 0,228 \% \leq 0,5 \% \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Untuk LCB :

$$\begin{aligned} LCB &= \left| \frac{LCB_{perhitungan} - LCB_{dari \text{ CSA}}}{Lpp} \right| \times 100 \% \leq 0,1 \% \\ &= \left| \frac{(-0,396) - (-0,403)}{44,50} \right| \times 100 \% \leq 0,1 \% \\ &= 0,0001 \leq 0,1 \% \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

GAMBAR 13.13. CURVE SECTION AREA (CSA)



### III.2.2. Perencanaan Kurva Luas Bidang Garis Air ( $A_{wl}$ )

#### 1. Perhitungan Luas Garis Air ( $A_{wl}$ )

Setelah perhitungan dan pembuatan *Curve Sectional Area (CSA)* selesai, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan luas bidang garis air pada sarat maksimum ( $A_{wl}$ ) dimana luas bidang garis air tersebut adalah :

$$\begin{aligned} A_{wl} &= Lwl \times B \times Cw \\ &= 45,50 \times 8,50 \times 0,797 \\ &= 308,240 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Hasil  $A_{wl}$  dan  $Cw$  perhitungan ini harus dibandingkan dengan  $A_{wl}$  dan  $Cw$  perencanaan, dengan toleransi kesalahan yang diijinkan sebesar 0,5 %. Bila hasil perencanaan dan hasil perhitungan terhadap  $A_{wl}$  dan  $Cw$  telah memenuhi persyaratan yang diijinkan, maka selanjutnya dilakukan penggambaran *Body Plan* untuk kapal yang direncanakan tersebut.

#### 2. Langkah-langkah pembuatan kurva ( $A_{wl}$ )

- 1). Membuat garis horizontal dengan panjang seukuran panjang kapal ( $L_{pp}$ ) dalam rancangan ini adalah 44,50 meter dengan menggunakan skala 1 : 200, kemudian dibagi menjadi 10 ordinat dengan panjang yang sama antar ordinat.
- 2). Membuat garis vertikal dengan panjang seukuran  $\frac{1}{2}$  lebar kapal yaitu 4,250 meter dengan menggunakan skala 1 : 100.
- 3). Dari ordinat  $AP$  sampai ordinat 2 dan dari ordinat  $FP$  sampai dengan ordinat 8 harus ditentukan nilainya, sehingga apabila dilakukan koreksi terhadap  $Cw$  perencanaan hasilnya adalah sama. Dalam kapal rancangan ini tidak menggunakan *bulbous bow*, sehingga dari ordinat  $FP$  nilainya adalah nol.

Tabel 3.1.7 Luasan Area Garis Air ( $A_{wl}$ )

Station	Panjang ½ B	FS	Hasil
AP	0,903	0,5	0,451
0,5	2,220	2	4,440
1	3,200	1	3,200
1,5	3,810	2	7,620
2	4,140	1,5	6,210
3	4,250	4	17,000
4	4,250	2	8,500
5	4,250	4	17,000
6	4,160	2	8,320
7	3,910	4	15,600
8	3,370	1,5	5,055
8,5	2,500	2	5,000
9	1,610	1	1,610
9,5	0,750	2	1,500
FP	0,000	0,5	0,000
			$\Sigma_1 = 101,546$

Luas Load Water Plane ( $A_w$ )

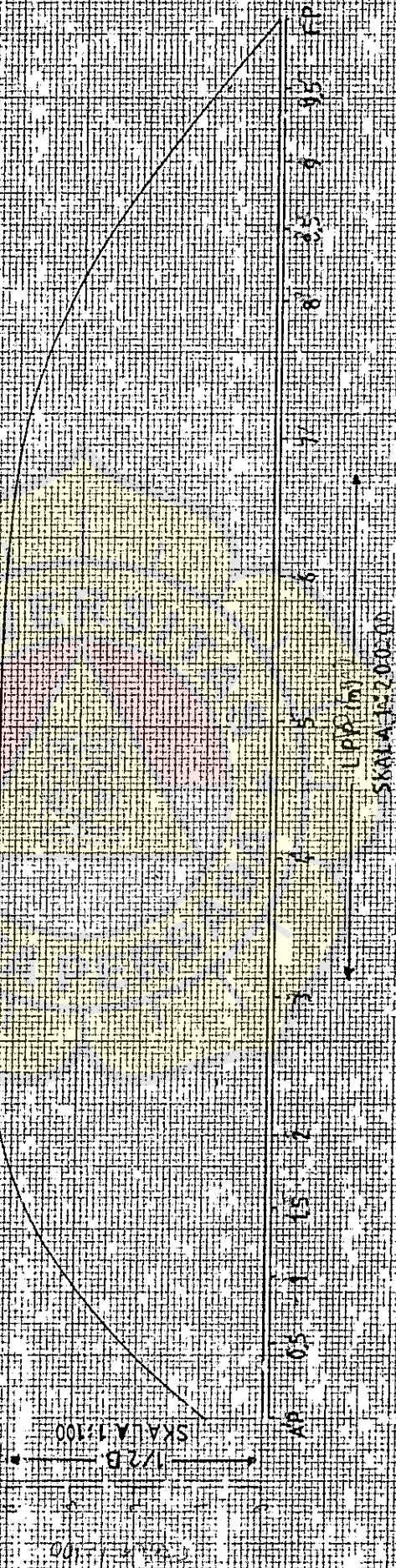
$$A_{wl} = 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{L_{wl}}{10} \times \Sigma_1$$

$$A_{wl} = 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{45,50}{10} \times 101,546$$

$$= 308,022 \text{ m}^2$$

GAMBAR 3.2.2 KURVA AREA WATER LINE (AWL)

AREA WATER LINE (AWL)



### 3. Perhitungan Koreksi terhadap $C_w$ perhitungan

$C_w$  perencanaan = 0,797

$$\begin{aligned} C_w \text{ perhitungan : } C_w &= \frac{A_{wl}}{L_{wl} \times B} \\ &= \frac{308,022}{45,50 \times 8,50} = 0,796 \quad (\text{sesuai}) \end{aligned}$$

### 4. Perhitungan Koreksi $A_{wl}$

$$\begin{aligned} \text{Koreksi} &= \frac{|\text{Luas perhitungan} - \text{Luas total}|}{\text{Luas perhitungan}} \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= \frac{308,240 - 308,022}{308,240} \times 100 \% \leq 0,5 \% \\ &= 0,070 \% \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

### III.2.3. Perencanaan *Body Plan*

Setelah perhitungan dan penggambaran kurva prismatic dan kurva luasan garis air selesai, maka selanjutnya adalah perencanaan pembuatan *Body Plan* sebagai awal untuk membuat Rencana Garis (*Lines Plan*). Untuk itu sebelum pembuatan *Body Plan* perlu dihitung terlebih dahulu yaitu :

#### 1. Jari-jari Bilga (*Radius of Bilga*)

Dalam menghitung jari-jari bilga menggunakan rumus pendekatan *Harald Poehls* (*Lectures on Ship design and Ship Theory, 1979*) :

$$R = \sqrt{\frac{B \times T \times (1 - Cm)}{0,4292}}$$

$$R = \sqrt{\frac{8,50 \times 3,15 \times (1 - 0,982)}{0,4292}}$$

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

#### 2. Kemiringan Alas (*Rise of Floor*)

$$\text{Rise of Floor} = \frac{1}{10} \times T$$

$$= \frac{1}{10} \times 3,15$$

$$= 0,315 \text{ m}$$

ditetapkan *Rise of Floor* = 0,300 m.

#### 3. Langkah-Langkah Pembuatan *Body Plan*

- 1). Membuat empat persegi panjang dengan sisi mendatar adalah lebar kapal dan sisi vertikal adalah sarat air kapal.
- 2). Pada sarat air maksimum ditengah kapal, ditarik garis diagonal dengan sudut sembarang kearah setengah lebar kapal, dalam penggambaran ini ditentukan sudutnya 45°.
- 3). Pada ½ lebar kapal ditentukan titik dengan menggunakan rumus  $(B \times Cm)/2$  kemudian, pada garis diagonal ditentukan panjang maksimum, garis tersebut dengan mengambil tinggi maksimum dari kurva prismatic (untuk *section 5*) kemudian dihubungkan antara kedua titik tersebut.



- 4). Untuk section berikutnya pada garis diagonal diambil dari kuva prismatic untuk tiap-tiap section dan dibuat sejajar dengan *section: 5* dan ditarik tegak lurus bidang setengah lebar.
- 5). Setelah semua garis pembagi untuk setiap section selesai dilakukan, dilanjutkan dengan mengukur panjang setiap section dari luas bidang garis air ( $A_{wl}$ ). Dengan menggunakan *Planimeter* dan gambar kapal perbandingan dilakukan *Zero Setting*.

### III.2.4. Rencana Garis

Setelah pembentukan *Body Plan* kapal selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan penggambaran rencana garis kapal. Adapun perhitungan - perhitungan yang perlu dilakukan untuk penggambaran rencana garis adalah :

#### 1. Menentukan *Sheer*

Menurut BKI (*Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi kapal laut, 1978*):

##### Bagian Haluan

$$\begin{aligned}
 FP, &= 50 (L / 3 + 10) \\
 &= 50 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 1241,666 \text{ mm} \\
 1/3L \text{ dari } FP &= 5,6 (L / 3 + 10) \\
 &= 5,6 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 139,066 \text{ mm} \\
 1/6L \text{ dari } FP &= 22,2 (L / 3 + 10) \\
 &= 22,2 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 551,300 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

##### Bagian Buritan

$$\begin{aligned}
 AP &= 25 (L / 3 + 10) \\
 &= 25 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 620,833 \text{ mm} \\
 1/3L \text{ dari } AP &= 2,8 (L / 3 + 10) \\
 &= 2,8 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 69,533 \text{ mm} \\
 1/6L \text{ dari } AP &= 11,1 (L / 3 + 10) \\
 &= 11,1 (44,50 / 3 + 10) \\
 &= 275,650 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

## 2. Menentukan Tinggi Camber

$$\begin{aligned} \text{Camber} &= 1 / 50 \times B \\ &= 1 / 50 \times 8,50 \\ &= 0,17 \text{ m} \end{aligned}$$

## 3. Rencana Linggi Burivan

### Rencana Kemudi

- Luas Daun Kemudi ( $A_{rudder}$ ):

Menurut *Det Norske Veritas 1974 (Soekarsono N.A. 1995)* :

$$\begin{aligned} A_{rudder} &= \geq \frac{T \times L}{100} [1 + 25 (B / L)^2] \\ A_{rudder} &= \geq \frac{3,15 \times 44,50}{100} [1 + 25 (8,50 / 44,50)^2] \\ &= \geq 2,680 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Tinggi Daun Kemudi ( $H_{rudder}$ ):

$$\begin{aligned} H_{rudder} &= > D_{propeller} \\ &= > (0,6 \sim 0,7) \times T \\ &= > 0,7 \times 3,15 \\ &= > 2,205 \text{ m} \\ H_{rudder} &= 2,500 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar Daun Kemudi ( $B_{rudder}$ ):

$$\begin{aligned} B_{rudder} &= \frac{A_{rudder}}{H_{rudder}} \\ &= \frac{2,680}{2,50} \\ &= 1,072 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak minimum antara propeller dengan buritan (*Propeller Clearance*)

Menurut BKI (*Peraturan Konstruksi Lambung, jilid II.1978, pg69*) :

$$a = 0,10 \times D_{prop} = 0,10 \times 2205 \text{ mm} = 220,50 \text{ mm}$$

$$b = 0,10 \times D_{prop} = 0,10 \times 2205 \text{ mm} = 220,50 \text{ mm}$$

$$c = 0,17 \times D_{prop} = 0,17 \times 2205 \text{ mm} = 374,85 \text{ mm}$$

$$d = 0,15 \times D_{prop} = 0,15 \times 2205 \text{ mm} = 330,75 \text{ mm}$$

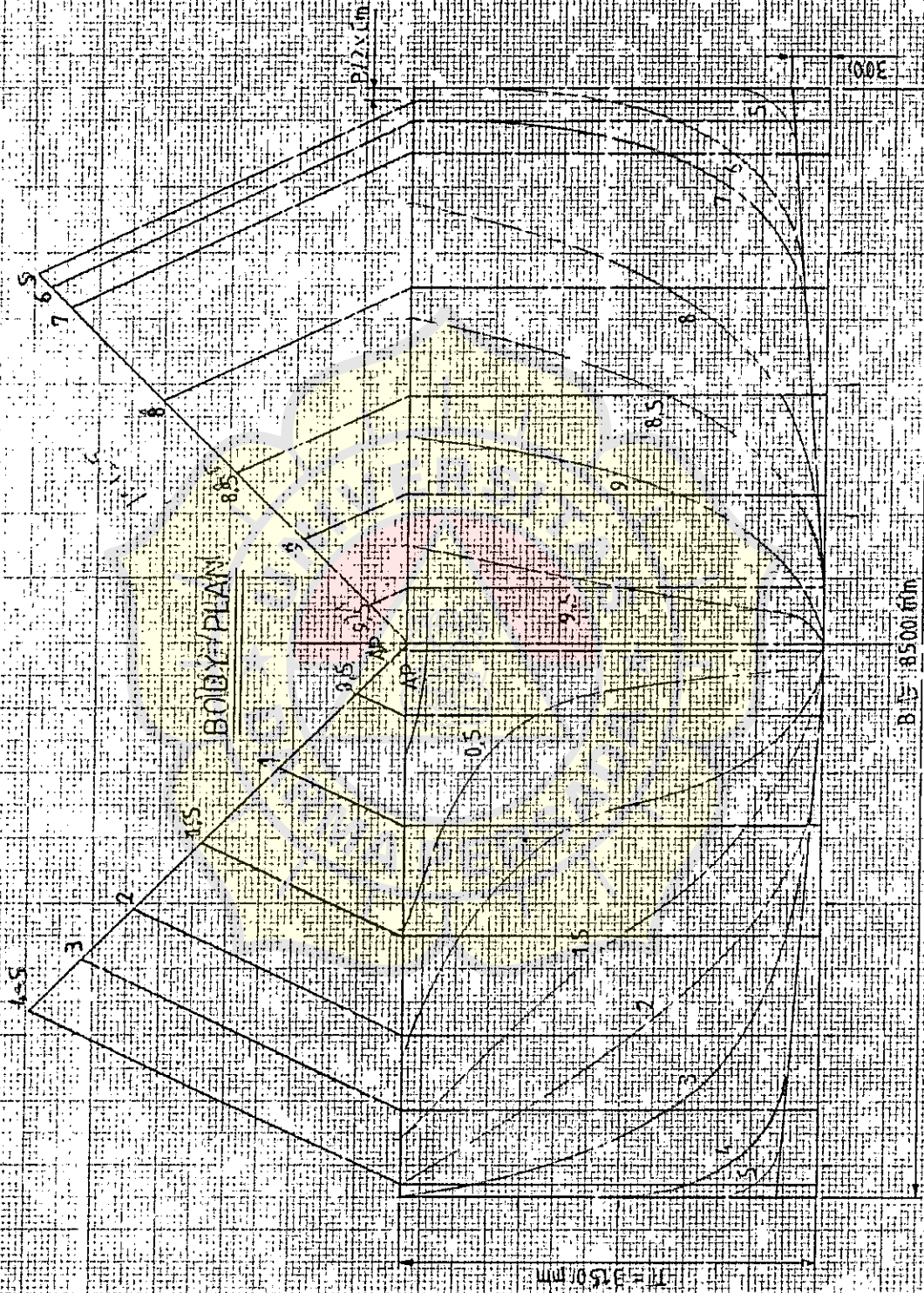
$$e = 0,18 \times D_{prop} = 0,18 \times 2205 \text{ mm} = 396,90 \text{ mm}$$

$$f = 0,04 \times D_{prop} = 0,04 \times 2205 \text{ mm} = 88,20 \text{ mm}$$

#### 4. Langkah-langkah Pembuatan Rencana Garis (*Lines Plan*)

- 1). Gambar *Body Plan* yang sudah dikoreksi dipindahkan ke kertas yang akan digambar *Lines Plan*.
- 2). Pengaturan bagian-bagian *lines plan*, seperti *Half Breadth Plan* dan *Sheer Plan* yang akan diproyeksikan dari *Body Plan*.
- 3). Proyeksi pertama kali dilakukan dengan mengambil ukuran dari *station* pada *body plan per water line* kemudian dipindahkan ke gambar *Half Breadth Plan*; selanjutnya diproyeksikan lagi ke gambar *sheer plan* yang akan menghasilkan *buttock line* pada bagian belakang kapal dari *midship* dan *Bow Line* pada bagian depan kapal dari *midship*.
- 4). Setelah proyeksi selesai dilanjutkan dengan menggambar *sheer* dan *camber*. *Sheer* adalah bagian lengkungan kapal secara membujur, sedangkan *camber* adalah bagian lengkungan kapal secara melintang.
- 5). Setelah itu dibuat serta yaitu garis diagonal pada *body plan* dan diproyeksikan pada *Half Breadth Plan*.

GAMBAR 3.23 BODY PLAN



### III.2.5.1 Perhitungan Hidrostatik Kapal

Kurva hidrostatik merupakan kurva yang menggambarkan karakteristik dari sebuah kapal yang diperlukan untuk mendesain, membangun dan pengoperasian kapal tersebut. Kurva hidrostatik menunjukkan kemampuan apung serta berbagai parameter dalam berbagai kondisi kapal tersebut.

Untuk pembuatan kurva hidrostatik dibuat dahulu perhitungan hidrostatik atau yang biasa disebut dengan *Hydrostatic Calculation*, dan data-data perhitungan tersebut diambil dari *Offset Table* pada gambar rencana garis (*Lines Plan*).

Hasil dari perhitungan hidrostatik adalah penjumlahan hasil dari *Main Part* ditambah dengan hasil perhitungan dari *Cant Part*, dan dari hasil perhitungan tersebut yang digunakan untuk penggambaran kurva hidrostatik.

Cara penggambaran kurva hidrostatik adalah dengan membuat dua sumbu yang saling tegak lurus, yaitu sumbu y sebagai sarat air (*Draft*) kapal dan sumbu x sebagai hasil dari kurva hidrostatik.

Adapun kurva-kurva yang digunakan dalam diagram tersebut adalah meliputi :

No.	Nama Leengkungan	Simbol	1 Cm
1.	Luas garis air ( <i>Water Plane Area</i> )	<i>WPA</i>	m <sup>2</sup>
2.	Luas section <i>midship</i> ( <i>Midship Section Area</i> )	<i>MSA</i>	m <sup>2</sup>
3.	<i>Displacement moulded</i>	$\Delta mla$	Ton
4.	Luas permukaan bidang basah ( <i>Wetted Surface Area</i> )	<i>WSA</i>	m <sup>2</sup>
5.	Luas permukaan ( <i>Water Plane Area</i> )	<i>WPA</i>	m <sup>2</sup>
6.	Letak titik berat garis air terhadap penampang tengah kapal ( <i>Longitudinal Centre of Floatation</i> )	<i>LCF</i>	m
7.	Letak titik tekan terhadap penampang tengah ( <i>Longitudinal Centre of Bouyancy</i> )	<i>LCB</i>	m
8.	Letak titik tekan terhadap <i>keel</i> ( <i>Vertical Centre of Bouyancy</i> )	<i>KB</i>	m
9.	<i>Coeffisien block</i>	<i>Cb</i>	
10.	<i>Coeffisien prismatic</i>	<i>Cp</i>	
11.	<i>Coeffisien midship</i>	<i>Cm</i>	
12.	<i>Coeffisien waterline</i>	<i>Cw</i>	
13.	<i>Metacentra</i> melintang diatas garis air	<i>TKM</i>	m
14.	<i>Metacentra</i> memanjang diatas garis air	<i>LKM</i>	m
15.	Momen inerti memanjang pada setiap luasan garis air ( <i>Longitudinal Bouyancy Metacentre</i> )	<i>LBM</i>	m



### HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

No. Ord.	M.L. n	S.M. S	0,75 mWL				1,125 mWL				1,50 mWL				1,5 mWL				Half Girth g	Product g S									
			S' = 1		S' = 4		S' = 1		S' = 1		S' = 1		S' = 1		S' = 1		Function of Area of S Y'S'	Moment S (Y'S) S			Cubes of Ordinates Y <sup>3</sup>	Function of CG of WP YSn	Function of Moment (Y'S)n						
			Y	YS	Y	YS	Y	YS	Y	YS	Y	YS	Y	YS	Y	YS													
AP	-5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,5	-4,5	2	0,250	0,500	1,200	0,300	0,600	0,350	0,700	0,400	0,800	0,450	0,900	0,500	1,000	1,800	3,600	0,066	-3,150	14,175	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,200		
1	-4	1	0,900	0,900	1,050	1,050	1,050	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	6,350	6,350	1,953	-5,000	20,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,100		
1,5	-3,5	2	1,600	3,200	1,950	7,800	3,900	3,900	2,250	4,500	2,250	4,500	2,250	4,500	2,250	11,650	23,300	11,391	-15,750	55,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,600		
2	-3	1,5	2,350	3,525	2,750	11,900	4,125	3,650	4,575	4,575	4,575	4,575	4,575	4,575	16,400	24,600	22,781	12,725	41,175	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,325		
3	-2	4	3,450	13,800	3,800	15,200	15,200	3,950	15,800	3,950	15,800	3,950	15,800	3,950	22,600	90,400	42,559	13,725	41,175	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,800	
4	-1	2	4,075	8,150	4,250	17,000	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	25,325	50,650	76,766	-8,500	8,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,000	
5	0	4	4,250	17,000	4,250	17,000	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	24,975	49,950	74,088	8,400	8,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	21,000	
6	1	2	4,075	8,150	4,175	16,700	8,350	4,200	8,400	4,200	8,400	4,200	8,400	4,200	22,075	44,150	55,962	176,600	176,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,050	
7	2	4	3,450	13,800	3,700	14,800	14,800	3,825	15,300	3,825	15,300	3,825	15,300	3,825	22,075	88,300	223,849	148,176	8,400	8,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,800	
8	3	1,5	2,250	3,375	2,625	10,500	3,938	2,850	4,275	2,850	4,275	2,850	4,275	15,600	23,400	23,149	70,200	23,149	34,724	30,800	61,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,100	
8,5	3,5	2	1,600	3,200	1,900	7,600	3,800	2,075	4,150	2,075	4,150	2,075	4,150	11,275	22,550	8,934	78,925	8,934	17,868	12,825	38,475	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,400	
9	4	1	0,975	0,975	1,100	4,400	1,100	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	6,575	6,575	1,728	26,300	1,728	1,728	4,800	19,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,100	
9,5	4,5	2	0,290	0,580	0,360	1,440	0,720	0,425	0,850	0,425	0,850	0,425	0,850	2,155	4,310	0,077	19,395	0,077	0,154	3,825	17,213	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,250	
FP	5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Function of WL S Y'S			77,155		83,083				86,500						495,985	-7,030		1200,990	-2,750	397,500								108,725	
S.M. (S)			1,000		4,000				1,000						(1)	(3)		(5)	(6)	(7)								b	
S (Y'S)S'			77,155		322,330				86,500						485,935														
M.L. (n)			-1,000		0,000				1,000						(1)														
S (Y'S)S'n			-77,155		0,000				86,500						9,345														

**HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART**

No. Ord.	M.L. n	S.M. S	1,50 mWL		1,875 mWL		2,25 mWL		2,25 mWL		Function of Cubes of Ordinates Y <sup>3</sup>	Moment S (YS) Sn	Function of CG of WP YSh	Function of Moment (YSn)h	Half Girth g	Product g S			
			S' = 1		S' = 4		S' = 1		Function of Area of S YS	Function of S (YS) S							Function of Cubes of Y <sup>3</sup> S	Function of (6)	Function of (7)
			Y = YS'	YS	Y	YS'	Y = YS'	YS											
AP	5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
0,5	4,5	2	0,350	0,700	0,450	0,900	0,625	1,250	2,775	5,550	-24,975	-5,625	25,313	2,400	4,800				
1	4	1	1,250	1,250	1,500	1,500	1,850	1,850	9,100	9,100	-36,400	-7,400	29,600	3,075	3,075				
1,5	3,5	2	2,250	4,500	2,550	5,100	2,875	5,750	15,325	30,650	-107,275	-20,125	70,438	3,750	7,500				
2	3	1,5	3,050	4,575	3,325	4,988	3,560	5,340	19,910	29,865	-39,595	-16,020	48,060	4,450	6,675				
3	2	4	3,950	15,800	4,075	16,300	4,150	16,600	24,400	97,600	-195,200	-33,200	66,400	5,250	21,000				
4	1	2	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500	25,500	51,000	-51,000	-8,500	8,500	5,750	11,500				
5	0	4	4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000	25,500	102,000	0,000	0,000	0,000	6,000	24,000				
6	1	2	4,200	8,400	4,250	8,500	4,250	8,500	25,450	50,900	50,900	8,500	8,500	5,750	11,500				
7	2	4	3,825	15,300	3,950	15,800	4,000	16,000	23,625	94,500	189,000	32,000	64,000	6,200	20,500				
8	3	1,5	2,850	4,275	3,050	4,575	3,200	4,800	18,250	27,375	82,125	14,400	43,200	4,200	6,300				
8,5	3,5	2	2,075	4,150	2,250	4,500	2,350	4,700	13,425	26,850	93,975	16,450	57,575	3,500	7,000				
9	4	1	1,200	1,200	1,325	1,325	1,450	1,450	7,950	7,950	31,800	5,800	23,200	2,900	2,900				
9,5	4,5	2	0,425	0,850	0,500	1,000	0,575	1,150	3,000	6,000	27,000	5,175	23,288	2,375	4,750				
FP	5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
Function of WL			86,500	86,500	89,968	89,968	92,890	92,890	539,340	39,340	-29,645	-9,545	468,073		131,800				
S YS							(4)		(1)	(3)	(5)	(6)	(7)		(8)				
S.M. (S)			1,000	1,000	4,000	4,000	1,000	1,000	539,340										
S (YS) S'			66,500	66,500	359,960	359,960	92,890	92,890	(1)										
M.L. (n)			-1,000	-1,000	0,000	0,000	1,000	1,000	(2)										
S (YS) S'n			-86,500	-86,500	0,000	0,000	92,890	92,890	6,390										



### HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

No. Ord.	M.L. n	S.M. S	2,25 mWL			2,7 mWL			3,15 mWL			Function of Area S (Y'S) S	Moment S (Y'S) Sn	Cubes of Ordinates Y <sup>3</sup>	Function of Cubes of Y'S	Function for CG of W/P YSn	Function of Moment (Y'S)n	Half Girth g	Product g S
			S' = 1			S' = 4			S' = 1										
			Y = Y'S'	YS	YS	Y	Y = Y'S'	YS	YS	Y = Y'S'	YS								
AP	-5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,800	0,800	0,400	0,800	0,400	0,400	0,800	-2,000	0,512	0,256	-2,000	10,000	0,800	0,400
0,5	4,5	2	0,525	1,250	1,300	2,600	2,150	4,300	7,975	15,950	7,975	-71,775	9,938	19,877	-19,350	87,075	4,225	8,450	
1	-4	1	1,850	1,850	2,500	2,500	3,100	3,100	14,950	14,950	14,950	-59,800	29,791	29,791	-12,400	49,600	4,625	4,625	
1,5	-3,5	2	2,875	5,750	3,275	6,550	3,700	7,400	19,675	39,350	19,675	-137,725	50,653	101,306	-25,900	90,650	5,000	10,000	
2	-3	1,5	3,550	5,325	3,850	5,775	4,100	6,150	23,050	34,575	23,050	-102,770	68,921	103,382	-18,450	55,350	5,500	8,250	
3	-2	4	4,150	16,600	4,225	16,900	4,250	17,000	25,300	101,200	25,300	-202,400	76,766	307,063	-34,000	68,000	6,150	24,600	
4	-1	2	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500	25,500	51,000	25,500	-51,000	76,766	153,531	-8,500	8,500	6,650	13,300	
5	0	4	4,250	17,000	4,250	17,000	4,250	17,000	25,500	102,000	25,500	0,000	76,766	307,063	0,000	0,000	6,900	27,600	
6	1	2	4,250	8,500	4,250	8,500	4,250	8,500	25,500	51,000	25,500	51,000	76,766	153,531	8,500	8,500	6,650	13,300	
7	2	4	4,000	16,000	4,050	16,200	4,125	16,500	24,325	97,300	24,325	194,600	70,189	280,758	33,000	66,000	6,100	24,400	
8	3	1,5	3,200	4,800	3,350	5,025	3,500	5,250	20,100	30,150	20,100	90,450	42,875	64,313	15,750	47,250	5,150	7,725	
8,5	3,5	2	2,350	4,700	2,500	5,100	2,700	5,400	15,250	30,500	15,250	106,750	19,683	39,366	18,900	66,150	4,450	8,900	
9	4	1	1,450	1,450	1,600	1,600	1,750	1,750	9,600	9,600	9,600	39,400	5,359	5,359	7,000	28,000	3,850	3,850	
9,5	4,5	2	0,575	1,150	0,675	1,350	0,800	1,600	4,075	8,150	4,075	36,675	0,512	1,024	7,200	32,400	3,300	6,600	
FP	5	0,5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Function of WL S/S			92,890		97,600		102,850		102,850		580,140		-110,595		1566,618		617,475		162,000
S.M. (S)			1,000		4,300		1,000		102,850		(1)		(3)		(5)		(7)		(8)
S (Y'S)S'			52,880		330,490		596,140		596,140		(1)		(3)		(5)		(7)		(8)
M.L. (n)			-1,000		0,000		1,000		1,000		(2)		(3)		(5)		(7)		(8)
S (Y'S)S'			-92,890		0,000		102,850		102,850		(2)		(3)		(5)		(7)		(8)

# HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

Lpp =	44,500 m	B =	8,500 m	T =	3,150 m
Draft 0 =	0,000 m	Draft 1 =	0,750 m	Draft 2 =	1,500 m
a =	4,450 m	Lwl 1 =	41,700 m	Lwl 2 =	41,950 m
				Lwl 3 =	42,300 m
				Draft 4 =	3,150 m
				Lwl 4 =	45,500 m
*1					
(1)	402,115	0 - KB =	0,000 m	(1)	495,985
(2)	55,155	VOLo =	0,000 m <sup>3</sup>	(2)	9,345
(3)	-4,065	MSAo =	0,000 m <sup>2</sup>	(3)	-7,030
(4)	77,155	DIFWSA =	0,000 m <sup>2</sup>	(4)	86,500
(5)	960,916	DIFSH =	0,000 Ton	(5)	1200,990
(6)	0,210			(6)	-2,750
(7)	319,070			(7)	397,500
(8)	84,125			(8)	108,725
(9)	24,200			(9)	25,500
Lwl =	41,700 m	B =	8,500 m	Lwl =	41,950 m
a =	4,450 m	b =	0,38 m	a =	4,450 m
				d =	1,500 m
VOLUME = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times b \times (1)$					
DISPLACEMENT = $1,025 \times \text{VOLUME}$	149,118 m <sup>3</sup>				
KB = $(0 - \text{KB}) + (2) \times b / (1)$	152,846 Ton				
OB = $(3) \times a / (1)$	0,426 m				
WPA = $2 \times 1/3 \times a \times (4)$	-0,045 m <sup>2</sup>				
CW = WPA / LWL x B	228,893 m <sup>2</sup>				
MSA = $2 \times 1/2 \times h \times (9)$	0,646				
MSA 0 mWL = $0,5 \text{ mWL} = \text{MSAo} + \text{MSAa}$	6,050 m <sup>2</sup>				
CO = MSA / B x d	6,050 m <sup>2</sup>				
VOLUME = $0 - 0,5 \text{ mWL} = \text{VOLo} + \text{VOLa}$	0,949				
CB = VOLUME / LWL x B x d	149,118 m <sup>2</sup>				
lt = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times (5)$	0,561				
TBM = lt / VOLUME	950,239 m <sup>4</sup>				
OF = $(6) \times a / (4)$	6,372 m				
$(6)^2 / (4) =$	0,012 m				
lt = $((7) - (6)^2 / (4)) \times 2/3 \times a^3$	18744,505 m <sup>6</sup>				
LBM = lt / VOLUME	125,703 m				
WSA = $2 \times 1/3 \times a \times (8)$	248,571 m <sup>2</sup>				
DIFFERENCE OF WSA	0,000 m <sup>2</sup>				
WSA 0 mWL = $0,5 \text{ mWL}$	249,571 m <sup>2</sup>				
SHELL DISPLACEMENT = $1,025 \times 0,014 \times \text{WSA}$	3,581 Ton				
DIFFERENCE OF SHELL DISPLACEMENT	0,000 Ton				
TOTAL SHELL DISPLACEMENT	3,581 Ton				
*2					
0 - KB =	0,426 m				
VOLo =	149,118 m <sup>3</sup>				
MSAo =	6,050 m <sup>2</sup>				
DIFWSA =	249,571 m <sup>2</sup>				
DIFSH =	3,581 Ton				
VOLUME = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times b \times (1)$					
DISPLACEMENT = $1,025 \times \text{VOLUME}$	183,928 m <sup>3</sup>				
KB = $(0 - \text{KB}) + (2) \times b / (1)$	189,526 Ton				
OB = $(3) \times a / (1)$	1,132 m				
WPA = $2 \times 1/3 \times a \times (4)$	-0,063 m				
CW = WPA / LWL x B	256,617 m <sup>2</sup>				
MSA = $2 \times 1/2 \times h \times (9)$	0,720				
MSA 0 mWL = $1,5 \text{ mWL} = \text{MSAo} + \text{MSAa}$	6,375 m <sup>2</sup>				
CO = MSA / B x d	12,425 m <sup>2</sup>				
VOLUME = $0 - 1,5 \text{ mWL} = \text{VOLo} + \text{VOLa}$	0,975				
CB = VOLUME / LWL x B x d	333,045 m <sup>2</sup>				
lt = $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times (5)$	0,623				
TBM = lt / VOLUME	1187,646 m <sup>4</sup>				
OF = $(6) \times a / (4)$	3,566 m				
$(6)^2 / (4) =$	-0,141 m				
lt = $((7) - (6)^2 / (4)) \times 2/3 \times a^3$	23346,962 m <sup>6</sup>				
LBM = lt / VOLUME	70,101 m				
WSA = $2 \times 1/3 \times a \times (8)$	322,551 m <sup>2</sup>				
DIFFERENCE OF WSA	249,571 m <sup>2</sup>				
WSA 0 mWL = $1,5 \text{ mWL}$	72,980 m <sup>2</sup>				
SHELL DISPLACEMENT = $1,025 \times 0,014 \times \text{WSA}$	1,047 Ton				
DIFFERENCE OF SHELL DISPLACEMENT	3,581 Ton				
TOTAL SHELL DISPLACEMENT	4,629 Ton				

# HYDROSTATIC CALCULATION OF MAIN PART

\*3

(1) 539,340  
 (2) 6,390  
 (3) -29,645  
 (4) 92,890  
 (5) 1355,579  
 (6) -8,545  
 (7) 468,073  
 (8) 131,800  
 (9) 25,500

0 - KB = 1,132 m  
 VOLO = 333,045 m<sup>3</sup>  
 MSAo = 12,425 m<sup>3</sup>  
 DIFWSA = 72,980 m<sup>3</sup>  
 DIFSH = 4,629 Ton

LWL = 42,300 m  
 a = 4,450 m

B = 8,500 m  
 b = 0,375 m

VOLUME =  $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times b \times (1)$   
 DISPLACEMENT =  $1,025 \times \text{VOLUME}$   
 $KB = (0 - KB) + (2) \times b / (1)$   
 $CB = (3) \times a / (1)$   
 $WPA = 2 \times 1/3 \times a \times (4)$   
 $CW = WPA / LWL \times B$   
 $MSA = 2 \times 1/3 \times b \times (9)$   
 $MSA 0 \text{ mWL} \sim 2,5 \text{ mWL} = \text{MSAo} + \text{MSAe}$   
 $CO = \text{MSA} / B \times d$   
 $\text{VOLUME} = 0 \text{ m} \sim 2,5 \text{ mWL} = \text{VOLO} + \text{VOLA}$   
 $CB = \text{VOLUME} / \text{LWL} \times B \times d$   
 $I_t = 2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times (5)$   
 $\text{TBM} = I_t / \text{VOLUME}$   
 $OF = (6) \times a / (4)$   
 $(6)^2 / (4) = 0,786$   
 $I_L = ((7) - (6)^2 / (4)) \times 2/3 \times a^3$   
 $\text{LDM} = I_L / \text{VOLUME}$

WSA =  $2 \times 1/3 \times a \times (6)$   
 DIFFERENCE OF WSA  
 WSA 0 mWL ~ 2,5 mWL

SHELL DISPLACEMENT =  $1,025 / 1,000 \times 0,014 \times \text{WSA}$   
 DIFFERENCE OF SHELL DISPLACEMENT  
 TOTAL SHELL DISPLACEMENT

\*4

(1) 586,140  
 (2) 9,960  
 (3) -110,595  
 (4) 162,850  
 (5) 1566,618  
 (6) -30,250  
 (7) 617,475  
 (8) 162,000  
 (9) 25,500

0 - KB = 1,879 m  
 VOLO = 533,051 m<sup>3</sup>  
 MSAo = 16,600 m<sup>3</sup>  
 DIFWSA = 318,027 m<sup>3</sup>  
 DIFSH = 9,192 Ton

LWL = 45,500 m  
 a = 4,450 m

B = 8,500 m  
 b = 0,450 m

VOLUME =  $2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times b \times (1)$   
 DISPLACEMENT =  $1,025 \times \text{VOLUME}$   
 $KB = (0 - KB) + (2) \times b / (1)$   
 $CB = (3) \times a / (1)$   
 $WPA = 2 \times 1/3 \times a \times (4)$   
 $CW = WPA / LWL \times B$   
 $MSA = 2 \times 1/3 \times b \times (9)$   
 $MSA 0 \text{ mWL} \sim 3,9 \text{ mWL} = \text{MSAo} + \text{MSAa}$   
 $CO = \text{MSA} / B \times d$   
 $\text{VOLUME} = 0 \sim 3,9 \text{ mWL} = \text{VOLO} + \text{VOLA}$   
 $CB = \text{VOLUME} / \text{LWL} \times B \times d$   
 $I_t = 2 \times 1/3 \times 1/3 \times a \times (5)$   
 $\text{TBM} = I_t / \text{VOLUME}$   
 $OF = (6) \times a / (4)$   
 $(6)^2 / (4) = 8,897$   
 $I_L = ((7) - (6)^2 / (4)) \times 2/3 \times a^3$   
 $\text{LBM} = I_L / \text{VOLUME}$

WSA =  $2 \times 1/3 \times a \times (8)$   
 DIFFERENCE OF WSA  
 WSA 0 mWL ~ 3,9 mWL

SHELL DISPLACEMENT =  $1,025 / 1,000 \times 0,014 \times \text{WSA}$   
 DIFFERENCE OF SHELL DISPLACEMENT  
 TOTAL SHELL DISPLACEMENT

d = 3,150 m

= 200,005 m<sup>3</sup>  
 = 205,005 Ton  
 = 1,879 m  
 = -0,245 m  
 = 275,574 m<sup>3</sup>  
 = 0,766  
 = 6,375 m<sup>3</sup>  
 = 18,800 m<sup>3</sup>  
 = 0,983  
 = 533,051 m<sup>3</sup>  
 = 0,659  
 = 1341,506 m<sup>3</sup>  
 = 2,517 m  
 = -0,409 m  
 = 27451,871 m<sup>4</sup>  
 = 51,500 m  
 = 391,007 m<sup>2</sup>  
 = 72,890 m<sup>2</sup>  
 = 318,027 m<sup>2</sup>  
 = 4,564 Ton  
 = 4,629 Ton  
 = 9,192 Ton

= 260,832 m<sup>3</sup>  
 = 267,353 Ton  
 = 2,708 m  
 = -0,840 m  
 = 305,122 m<sup>3</sup>  
 = 0,807  
 = 7,650 m<sup>3</sup>  
 = 26,450 m<sup>3</sup>  
 = 0,988  
 = 793,883 m<sup>3</sup>  
 = 0,666  
 = 1549,212 m<sup>4</sup>  
 = 1,951 m  
 = -1,309 m  
 = 35752,382 m<sup>4</sup>  
 = 45,035 m  
 = 480,600 m<sup>2</sup>  
 = 318,027 m<sup>2</sup>  
 = 162,573 m<sup>2</sup>  
 = 2,333 Ton  
 = 9,192 Ton  
 = 11,525 Ton

**HAYASE'S FORMULA**

$$m = 2/5 h$$

$$n = 2/5 l$$

**SECTIONAL AREA AND V.C.B. AT STATION AP**

Half Breadth	S.M	Product
0,850	1	0,850
0,540	4	2,160
0,000	1	0,000

$$S_1 = 3,010$$

$$h = 0,5$$

$$\text{Area} = 2 \times 1/3 \times h/2 \times S_1 = 0,502 \text{ m}^2$$

$$\text{V.C.B. Below WL} = 2/5 \times h = 0,200 \text{ m}$$

**SECTIONAL AREA AND V.C.B. AT STATION MIDSHIP CANT PART**

Half Breadth	S.M	Product
0,500	1	0,500
0,300	4	1,200
0,000	1	0,000

$$S_2 = 1,700$$

$$l = 0,25$$

$$\text{Area} = 2 \times 1/3 \times l/2 \times S_2 = 0,142 \text{ m}^2$$

$$\text{V.C.B. Below WL} = 2/5 \times l = 0,100 \text{ m}$$

Number of Ordinates	Displacement		L.C.B.		V.C.B.	
	Sectional Area	Simpsons Multiplier	Lever from AP	Function of Longitudinal	V.C Below 1/3L	Function of Vertical Moment
AP	0,502	1	0	0,000	0,200	0,100
Midship c	0,142	4	1	0,567	0,100	0,057
AFT END	0,000	1	2	0,000	0,000	0,000
		$S_1 = 1,068$	$S_2 =$	$S_3 =$		
$1/3 \times k/2 \times 1,025 = 0,171 \times$ D Cant Part = 0,183 Ton  Vol. Cant Part = $0,183 \times 1,025 = 0,178 \text{ m}^3$						
$S_2 / S_1 = 0,530$ $k/2 = 0,500 \times$ $L_{pp}/2 = 22,25 +$ $Mids Bc = 22,515 \text{ m}$  V.C.B. Below = 3,150 WL  $KBc = 6,12 - S_3 / S_1 = 2,153 \text{ m}$						
$k = \text{Length of Cant Part} = 1,000 \text{ m}$  $L_{pp} = 44,500 \text{ m}$						

Number of Ordinates	Water Plane Area		O.F.c		I <sub>o</sub>		I <sub>c</sub>	
	Half Breadth of WL (b1)	Simpsons Multiplier (S)	Lever From AP (Lc1)	Mc1 = Net Lc1	Mc1 = Lc1	b1 <sup>3</sup>	Simpsons Multiplier (S)	b1 <sup>3</sup> · S
AP	0,850	1	0	0,000	0,000	0,614	1	0,614125
Midship c	0,500	4	-1	-2,000	2,000	0,125	4	0,5
AFT END	0,000	1	-2	0,000	0,000	0,000	1	0,000
		$S_1 = 2,850$	$S_2 =$	$S_3 =$	$S_3$			
$1/3 \times k/2 \times 2 = 0,333 \times$ W.P.Ac = 0,950 m <sup>2</sup>								
$S_2 / S_1 = -0,702$ $k/2 = 0,500 \times$ $L_{pp}/2 = 22,250 +$ $Mids Fc = 21,899 \text{ m}$								
$S_2^2 / S_1 = 1,404$ $S_3 - S_2^2 / S_1 = 0,596$ $2 \times 1/3 \times (k/2)^2 = 0,063 \times$ $I_{oc} = 0,050 \text{ m}^4$								
$2 \times 1/3 \times 1/3 \times k/2 = 0,111 \times$ $I_{tc} = 0,12379 \text{ m}^4$								

Number of Ordinates	To 3,150 WL		
	Half Girth (g)	Simpsons Multiplier (S)	Product (g . S)
AP	0,800	1	0,800
Midship c	0,500	4	2,000
AFTER END	0,000	1	0,000
S =			2,800
$2 \times 1/3 \times k/2 = 0,333 \times$ Wetted Surface Area = $0,9333333 \text{ m}^2$ $1,025 / 1,000 \times t = 0,014 \times$ Shell Displacement = $0,013 \text{ Ton}$			

k = Length of Cant Part  
= 1,000 m

t = Plate Thickness of Cant Part  
= 0,014 m

**TOTAL VALUE FOR MAIN SHELL DISPLACEMENT**

**A. WETTED SURFACE AREA AND SHELL DISPLACEMENT**

	Wetted Surface Area			Shell Displacement		
	Main Part	Cant Part	Total (m <sup>2</sup> )	Main Part	Cant Part	Total (Ton)
To 3,15 WL	162,573	0,9333333	151,735	11,525	0,013	0,154

**B. CENTRE OF FLOATAION AND WATER PLANE AREA**

	At 3,150 WL		
	O.F	Water Plane Area	Product
Main Part	-1,309	305,122	-399,3504167
Cant Part	21,899	0,950	20,804
S <sub>1</sub> =		306,072	S <sub>2</sub> =
Water Plane Area (Including Cant Part)		S <sub>1</sub> =	306,072 m <sup>2</sup>
Centre of Floation (Including Cant Part)		S <sub>2</sub> / S <sub>1</sub> =	-1,237 m

### C. LONGITUDINAL METACENTRE ABOVE CENTRE OF BUOYANCY

LONGITUDINAL MOMENT OF INERTIA =

$$I_L = I_{LP}(1) + I_{LC}(2) + A_{WP}(\text{Mids}_F - \text{Mids}_{FP})^2(3) + A_{WC}(\text{Mids}_{FC} - \text{Mids}_F)^2(4)$$

$$L.B.M = I_L / \text{Volume}$$

Longitudinal Moment of Inertia of Main Part = $I_{LP}$	(1)	23346,962
Longitudinal Moment of Inertia of Cant Part = $I_{LC}$	(2)	0,050
Corrected Midship $F$	-1,237	
Midship $_{FP}$	-1,309	
(Midship $_F$ - Midship $_{FP}$ )	0,072	
(Midship $_F$ - Midship $_{FP}$ ) <sup>2</sup>	0,005	
Water Plane Area of Main Part ( $A_{WP}$ )	305,122	
$A_{WP}(\text{Mids}_F - \text{Mids}_{FP})^2$	(3)	1,583
Midship $_{FC}$	21,899	
Corrected Midship $_F$	-1,237	
(Midship $_{FC}$ - Midship $_F$ )	23,136	
(Midship $_{FC}$ - Midship $_F$ ) <sup>2</sup>	535,270	
Water Plane Area of Cant Part ( $A_{WC}$ )	0,950	
$A_{WC}(\text{Mids}_{FC} - \text{Mids}_F)^2$	(4)	508,507
Corrected Longitudinal Moment of Inertia $I_L = (1) + (2) + (3) + (4)$		23857,102
L.B.M = $I_L / \text{Volume} = I_L / (\text{Vol}_P + \text{Vol}_C)$	=	30,044 m
Vol. <sub>P</sub> =	793,883	
Vol. <sub>C</sub> =	0,178	

### D. LONGITUDINAL METACENTRE ABOVE CENTRE OF BUOYANCY

TRANSVERSE MOMENT OF INERTIA :  $I_T = I_{TP} + I_{TC}$

$$T.B.M. = I_T / \text{Volume}$$

Transverse Moment of Inertia of Main Part : $I_{TP}$	1549,212
Transverse Moment of Inertia of Cant Part : $I_{TC}$	0,123791667
Corrected Transverse Moment of Inertia : $I_T$	1549,335
T.B.M = $I_T / \text{Volume} = I_T / (\text{Vol}_P + \text{Vol}_C)$	= 1,951 m

**E. MOULDED DISPLACEMENT AND CENTRE OF BUOYANCY**

	Moulded Displacement (Ton)	VERTICAL		HORIZONTAL	
		K.B. (m)	Moment	Midship B. (m)	Moment
TO 0,8 WL					
0 WL ~ 0,75WL	152,846 (1)	0,426 a	65,179 (2)	-0,045 b	-6,876 (3)

a      K.B. = (2) / (1) =            0,426 m

b      Mids. B = (3) / (1) =        -0,045 m

TO 1,5 WL					
	(1)	a	(2)	b	(3)
0 WL ~ 0,75WL	152,846	0,426	65,179	-0,045	-6,876
0,75 WL ~ 1,5 WL	188,526	1,132	213,424	-0,063	-13,461
<b>TOTAL</b>	<b>341,372</b> (4)		<b>278,603</b> (5)		<b>-20,337</b> (6)

c      K.B. = (5) / (4) =            0,816 m

d      Mids. B = (6) / (4) =        -0,060 m

TO 2,3 WL					
	(4)	c	(5)	d	(6)
0,75 WL ~ 1,5 WL	341,372	0,816	278,603	-0,060	-20,337
1,5 WL ~ 2,25 WL	205,005	1,879	335,293	-0,245	-50,143
<b>TOTAL</b>	<b>546,377</b> (7)		<b>663,898</b> (8)		<b>-70,481</b> (9)

e      K.B. = (8) / (7) =            1,215 m

f      Mids. B = (9) / (7) =        -0,129 m

TO 3,2 WL					
	(7)	e	(8)	f	(9)
1,5 WL ~ 2,25 WL	546,377	1,215	663,898	-0,129	-70,481
2,25 WL ~ 3,15 WL	267,353	2,708	723,898	-0,840	-224,481
CANT PART	0,183	2,153	0,393	-22,515	-4,109
<b>TOTAL</b>	<b>813,913</b> (10)		<b>1388,189</b> (11)		<b>-299,071</b> (12)

g      K.B. = (11) / (10) =        1,706 m

h      Mids. B = (12) / (10) =      -0,367 m



RESULT OF HYDROSTATIC CALCULATION

WATER PLANE				MIDSHIP SECTION			
MULTIPLIER $\times 3 \times a = 2,96666667$							
Water Lines	Function of Water Line	Water Plane Area (W.P.A.)	Water Plane Coefficient $C_w = WPA / Lwl \times B$	TPC = $WPA \times 1,0125 / 1,000$	Midship Section Area (M.S.A.)	Midship Coefficient $C_{mids.} = A_{mids.} / (B \times d)$	Water Lines
0,75 m	77,155	228,893	0,646	2,346	6,050	0,949	0,75 m
1,50 m	86,500	256,617	0,720	2,630	12,425	0,975	1,50 m
2,25 m	92,890	275,574	0,766	2,825	18,800	0,983	2,25 m
3,15 m	102,850	305,122	0,807	3,127	26,450	0,988	3,15 m

Water Lines	KB (m)	TBM (m)	TKM (KB + TBM) (m)	MIDSHIP B (m)	MIDSHIP F (m)	LSM (m)	LKM (LBM + KB) (m)	Water Lines
0,75 m	0,426	5,372	6,799	-0,045	0,012	125,703	126,129	0,75 m
1,50 m	0,816	3,536	4,352	-0,060	-0,141	70,101	70,918	1,50 m
2,25 m	1,215	2,517	3,732	-0,129	-0,409	51,300	52,715	2,25 m
3,15 m	1,706	1,951	3,657	-0,367	-1,309	45,035	46,740	3,15 m

Water Lines	Displacement Moulded (Ton)	Block Coefficient $C_b$	$C_p = C_b / C_{mids.}$	WSA (m <sup>2</sup> )	Shell Displacement (Ton)	Displacement (Ton)	Water Lines
0,75 m	152,846	0,561	0,591	122,318	3,581	156,427	0,75 m
1,50 m	341,372	0,623	0,639	215,100	4,629	346,000	1,50 m
2,25 m	546,377	0,659	0,670	314,993	9,192	555,569	2,25 m
3,15 m	813,913	0,668	0,675	331,099	11,525	825,433	3,15 m

Water Lines	Moment To Change Trim One Centimetre $MTC = \frac{LBM \times D}{Lpp \times 100}$	Displacement Due To Trim One Centimetre $DOT = \text{Midship F} \times (TPC / Lpp)$	Water Lines
0,75 m	4,419	0,001	0,75 m
1,50 m	5,451	-0,008	1,50 m
2,25 m	6,430	-0,023	2,25 m
3,15 m	8,354	-0,092	3,15 m

### III.2.6. Perhitungan Kurva *Bonjean*

Kurva *bonjean* adalah kurva yang dibentuk dari luasan tiap-tiap ordinat garis air yang terbenam pada kondisi sarat yang telah ditentukan dan diteruskan sampai ke bangunan atas (*super structure*) kapal atau dengan kata lain bahwa kurva *bonjean* itu adalah kurva yang menunjukkan luasan tiap station sebagai fungsi dari sarat air.

Untuk menggambarkan kurva *bonjean* terlebih dahulu menghitung tiap-tiap *station* untuk beberapa macam tinggi sarat. Karena kurva *bonjean* digambarkan sampai ke garis geladak kapal (*sheer*), maka kita harus menghitung luas sampai garis geladak disamping kapal (*sheer*).

Cara penggambaran kurva *bonjean*, mula-mula digambarkan garis dasar, tinggi dan bentuk dari haluan dan buritan kapal, garis geladak, letak station dan garis-garis air. Skala tinggi sarat air kapal tidak perlu sama dengan skala panjang kapal.

Kegunaan dari kurva *bonjean* (*Bonjean Curve*) dapat digunakan untuk perencanaan kapal, seperti :

1. Perhitungan peluncuran kapal
2. Perhitungan rencana kapasitas
3. Perhitungan *displacement* kapal tanpa kulit untuk kapal baja dalam berbagai macam keadaan sarat air.
4. Perhitungan *GRT* dan *NRT* dan lain-lain.

BONJEAN CALCULATION

Number of Ordinates	0 m WL ~ 0,75 m WL g = 2 x 1/3 x b : 0,250			0,75 m WL ~ 1,50 m WL g = 2 x 1/3 x b : 0,250			1,50 m WL ~ 2,25 m WL g = 2 x 1/3 x b : 0,250			2,25 m WL ~ 3,15 m WL g = 2 x 1/3 x b : 0,300		
	FUNCTION OF AREA (F)	AREA (F x g)	TOTAL AREA 0 m ~ 0,75 m WL	FUNCTION OF AREA (F)	AREA (F x g)	TOTAL AREA 0 m ~ 1,50 m WL	FUNCTION OF AREA (F)	AREA (F x g)	TOTAL AREA 0 m ~ 2,25 m WL	FUNCTION OF AREA (F)	AREA (F x g)	TOTAL AREA 0 m ~ 3,15 m WL
AP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,800	0,240	0,240
0,5	1,360	0,340	0,340	1,800	0,450	0,790	2,775	0,694	1,484	7,975	2,393	3,876
1	4,165	1,041	1,588	6,350	1,588	2,629	2,275	2,275	4,904	14,950	4,485	9,389
1,5	7,050	1,763	2,913	11,650	2,913	4,675	15,325	3,831	8,506	19,675	5,903	14,409
2	11,500	2,875	4,100	16,400	4,100	6,975	19,910	4,978	11,953	23,060	6,918	18,871
3	17,600	4,400	5,650	22,600	5,650	10,050	24,400	6,100	15,150	25,300	7,590	23,740
4	22,175	5,544	6,331	25,325	6,331	11,875	25,500	6,375	18,250	25,500	7,650	25,900
5	24,200	6,050	6,375	25,500	6,375	12,425	25,500	6,375	18,900	25,500	7,650	26,450
6	22,675	5,669	6,244	24,975	6,244	11,913	25,450	6,362	18,275	25,500	7,650	25,925
7	17,675	4,419	5,519	22,075	5,519	9,938	23,625	5,908	15,844	24,325	7,298	23,141
8	10,150	2,538	3,900	15,600	3,900	6,438	18,250	4,563	11,000	20,100	6,030	17,030
8,5	6,950	1,738	2,819	11,275	2,819	4,556	13,425	3,356	7,913	15,250	4,575	12,488
9	4,375	1,094	1,644	6,575	1,644	2,738	7,950	1,988	4,725	9,600	2,880	7,605
9,5	1,390	0,348	0,539	2,155	0,539	0,886	3,000	0,750	1,636	4,075	1,223	2,859
FP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	b = 0,38			b = 0,38			d = 0,38			b = 0,45		

BONJEAN CALCULATION

Number of Ordinates	3.15 m WL ~ Upper Deck										AREA 0 ~ 3.15 m WL	TOTAL AREA 0 ~ UPPER DECK
	S = 1		S = 4		S = 1		h (H-3.15 m)	2/3 x h/2	AREA (2/3 x h/2 x S Y.S)	AREA		
	Y <sub>1</sub> = Y <sub>1</sub> - S	Y <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub> - S	Y <sub>3</sub> = Y <sub>3</sub> - S	Y <sub>3</sub>	S Y.S						
AP	0.800	2.800	11.200	3.450	15.450	1.200	0.400	6.180	0.240	6.420		
0.5	2.150	3.550	14.200	3.900	20.250	1.025	0.342	6.919	3.876	10.795		
1	3.100	3.950	15.800	4.100	23.000	0.900	0.300	6.900	9.389	16.289		
1.5	3.700	4.150	16.600	4.200	24.500	0.885	0.295	7.228	14.409	21.636		
2	4.100	4.250	17.000	4.250	25.350	0.875	0.292	7.394	18.871	26.264		
3	4.250	4.250	17.000	4.250	25.500	0.875	0.292	7.438	23.740	31.178		
4	4.250	4.250	17.000	4.250	25.500	0.875	0.292	7.438	25.900	33.338		
5	4.250	4.250	17.000	4.250	25.500	0.875	0.292	7.438	26.450	33.888		
6	4.250	4.250	17.000	4.250	25.500	0.375	0.125	3.188	25.925	29.113		
7	4.125	4.225	16.900	4.250	25.275	0.375	0.125	3.159	23.141	26.301		
8	3.500	3.575	14.300	3.650	21.450	0.425	0.142	3.039	17.030	20.069		
8.5	2.700	3.000	12.000	3.025	17.725	0.475	0.158	2.806	12.488	15.294		
9	1.750	2.150	8.600	2.200	12.550	0.510	0.170	2.134	7.605	9.739		
9.5	0.800	1.175	4.700	1.225	6.725	0.550	0.183	1.233	2.859	4.092		
5P	0.000	0.100	0.400	0.200	0.600	0.550	0.183	0.110	0.000	0.110		

### III.3. PERHITUNGAN DAYA MESIN DAN PEMILIHAN ALAT PROPULSI KAPAL

#### III.3.1. Hambatan Kapal

Kapal yang berlayar diibaratkan seperti sebuah benda yang bergerak melalui media air dan udara, ini berarti bahwa benda itu akan mengalami gaya hambat (*resistance force*) dari media yang dilaluinya.

Hambatan-hambatan yang dialami sebuah kapal yang bergerak melalui air dan udara itu dapat diuraikan atas :

- Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*)
- Hambatan Gelombang (*Wave Making Resistance*)
- Hambatan Tekan (*Eddy Making Resistance*)
- Hambatan Udara (*Air Resistance*)
- Hambatan Tambahan (*Appendage Resistance*)

##### a. Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*)

Hambatan gesek ini terjadi karena adanya suatu lapisan atau volume air yang melekat pada bagian kapal yang terbentuk pada permukaan bidang basah kapal yang sedang bergerak dan biasa disebut lapisan batas (*boundary layer*). Di dalam daerah lapisan batas tersebut kecepatan gerak dari partikel-partikel zat cair dalam hal ini air laut, bervariasi dari 0 (nol) pada permukaan kulit kapal menjadi maksimum sama dengan besarnya kecepatan gerak aliran zat cair pada tepi dari lapisan batas tersebut. Perubahan atau variasi kecepatan partikel-partikel zat cair inilah yang mencerminkan adanya pengaruh insentif gaya-gaya viskositas pada lapisan batas yang menyebabkan timbulnya tahanan gesek pada kapal tersebut.

##### b. Hambatan Gelombang (*Wave Making Resistance*)

Kapal yang bergerak dalam air akan mengalami hambatan sehingga menimbulkan gelombang yang terbentuk akibat terjadinya variasi tekanan air terhadap lambung kapal pada saat kapal bergerak dengan suatu kecepatan tertentu. Ada tiga jenis gelombang yang biasanya terbentuk pada saat kapal bergerak, yaitu : *gelombang haluan, gelombang melintang pada kiri dan kanan lambung kapal serta gelombang buritan.*

c. Hambatan Tekan (*Eddy Making Resistance*)

Partikel-partikel air yang bergerak melintasi lambung kapal akan terpecah dan membentuk volume air tertentu dimana partikel-partikel air tadi bergerak dalam satuan pusaran. Karena terjadinya pusaran ini, maka tekanan air pada buritan kapal akan berkurang dan timbullah satu gaya yang melawan arah gerak maju dari kapal. Gaya hambatan inilah yang merupakan tahanan bentuk yang dialami oleh kapal yang bergerak maju.

d. Hambatan Udara (*Air Resistance*)

Kapal yang berlayar, bagian atasnya (sebagian lambung dan bangunan atasnya) akan mengalami gaya hambatan dari udara. Hambatan udara ini juga terdiri dari komponen-komponen gesek dan komponen bentuk. Tekanan udara yang dialami kapal berkisar antara 2 s/d 4 % dari tahanan total yang dialaminya. Untuk menghitung besarnya hambatan-hambatan kapal tersebut, dapat dipergunakan berbagai cara misalnya dengan percobaan memakai model towing tank atau dengan cara pendekatan. Yang dimaksud dengan cara pendekatan adalah cara perhitungan dengan menggunakan rumus pendekatan.

Dalam tugas merancang kapal ini, perhitungan hambatan yang digunakan adalah perhitungan yang terdapat dalam *Harvald terjemahan Sutomo Jusuf* (1992:95 - 134).

III.3.1.1. Diagram *Guldhammer* dan *Harvald*

Hambatan ( $R$ ) dan daya efektif ( $P_E$ ) untuk kapal dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R = C_r \times (1/2 \times \rho \times V^2 \times S) \quad (\text{N})$$

$$P_E = R \times V_s \quad (\text{kW})$$

Dalam hal ini koefisien hambatan totalnya adalah :

$$C_T = C_R + C_F + C_A$$

Dimana :

$C_R$  = Koeffisien hambatan sisa untuk bentuk kapal standar, dapat diambil dari diagram  $L/\nabla^{1/3}$

$C_F$  = Koefisien hambatan gesek dan dapat dihitung dengan memakai :

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut *ITTC* 1957 dalam *Harvald* (1992:129), dimana koefisien tahanan gesek  $C_F$  sebagai fungsi panjang kapal  $L$  dan kecepatan  $V$ .

Penambahan hambatan tersebut harus dicari dengan mengalikan penyimpangan  $LCB$  dari harga  $LCB_{standar}$ , yaitu :

$$\Delta LCB = LCB - LCB_{standar} \quad (\text{dalam } \% L)$$

Dengan faktor  $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$ , dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam *Harvald* (1992:130) dan ini hanya berlaku untuk  $LCB$  yang berada di depan  $LCB_{standar}$ . Mengenai  $LCB$  yang berada dibelakang  $LCB_{standar}$ , semua sumber yang ada mempunyai pendapat yang saling bertentangan, namun demikian karena kecenderungannya kecil maka pengabaian koreksi dalam hal ini tidak akan memberi kesalahan yang berarti. Karena kapal pada umumnya berbeda dengan standar yang ada dengan perbedaan tertentu, lebih besar maupun lebih kecil maka harus dilakukan koreksi, adapun koreksi tersebut adalah sebagai berikut :

- **Koreksi  $LCB$**

Semua kurva ( $C_R$ ) tersebut dimaksudkan untuk kapal yang letak titik benam memanjangnya dekat dengan letak yang saat ini dipandang sebagai letak yang terbaik dan memungkinkan.

Letak ( $LCB$ ) yang optimum merupakan kuantitas yang masih agak meragukan dan semua kepustakaan yang ada menunjukkan pendapat yang berbeda-beda sehingga memberikan gambaran yang membingungkan, namun demikian ketergantungan hambatan kapal pada ( $LCB$ ) nampak jelas pada kecepatan tinggi. Sebagai upaya untuk mengatasi kerancuan tersebut maka semua informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas dalam diagram  $LCB_{standar}$  dalam *Harvald* (1992:130).

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karena letak  $LCB_{standar}$  dianggap merupakan letak yang memberikan hambatan yang paling kecil maka letak yang lain pada prinsipnya akan memberikan hambatan yang lebih besar. Adapun nilai koreksi tersebut adalah :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(standar)} + \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB} |\Delta LCB|$$

- **Koreksi B/T**

Karena diagram tersebut dibuat berdasarkan ratio lebar-sarat  $B/T = 2,5$  maka harga  $C_R$  untuk kapal yang mempunyai ratio lebar-sarat lebih besar atau lebih kecil daripada harga tersebut harus dikoreksi.

Berdasarkan hasil pemeriksaan materi pengujian yang ada saat ini disarankan memakai rumus koreksi berikut ini :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(B/T=2,5)} + 0,16 (B/T - 2,5)$$

Hasil koreksi ini dapat mempunyai harga yang negatif atau positif.

- **Koreksi Bentuk Penampang Melintang**

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, kurva hambatan yang diperoleh berdasarkan diagram  $L/\nabla^{1/3}$  dan *ITTC-57* dalam *Harvald* (1992) dianggap berlaku untuk kapal yang mempunyai bentuk standar, yaitu penampangnya bukan benar-benar berbentuk (U) ataupun (V). Karenanya dalam menghitung daya efektif untuk perancangan awal umumnya tidak diperlukan koreksi untuk bentuk penampang badan kapal.

Jika penampang tersebut merupakan penampang (U) atau (V) yang ekstrem maka untuk harga  $10^3 C_R$  dapat dikoreksi sebagai mana berikut :

<b>Badan depan</b>	<b>ekstrem U</b>	<b>ekstrem V</b>
	- 0,1	+ 0,1
<b>Badan belakang</b>	<b>ekstrem U</b>	<b>ekstrem V</b>
	+ 0,1	- 0,1



Koreksi ini berlaku untuk kecepatan  $V/\sqrt{gL}$  dalam rentang 0,20 ~ 0,25. Selain itu, bentuk standar harus dipandang sebagai bentuk yang mempunyai garis yang di rancang dengan baik, jika garis perancangan tersebut harus diubah untuk menyesuaikan kebutuhan operasional kapal atau besarnya daya harus diberikan kelonggaran, maka disarankan agar  $C_R$  dinaikkan sebesar 10% dan untuk garis perancangan yang tidak optimal diberikan 20%.

- **Koreksi Anggota Badan Kapal**

Daun Kemudi : Tidak ada koreksi, karena bentuk standar sudah mencakup daun kemudi.

Lunas Bilga (Lunas Sayap) : Tidak ada koreksi.

Boss Baling-baling : Untuk kapal penuh,  $C_R$  dinaikkan sebesar 3% - 5%.

Braket & poros baling-baling : Untuk bentuk kapal ramping,  $C_R$  dinaikkan sebesar 5% - 8%.

- **Koreksi Hambatan Tambahan**

Pemberian koreksi pada  $C_{FS}$  untuk kapal merupakan cara yang umum dilakukan dalam praktek dan sudah bertahun-tahun lamanya diterapkan untuk memperhitungkan pengaruh kekasaran permukaan kapal mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model.

Untuk kapal dengan	$L \leq 100$ m,	$10^3 C_A = 0,40$
	$L = 150$ m	$10^3 C_A = 0,20$
	$L = 200$ m	$10^3 C_A = 0$
	$L = 250$ m	$10^3 C_A = -0,20$
	$L \geq 300$ m	$10^3 C_A = -0,30$

- **Koreksi Anggota Badan Kapal**

Koreksi pada anggota badan kapal, digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_F = C_F \frac{S_1}{S}$$

Dimana :  $S$  = Luas permukaan basah badan kapal dan

$S_1$  = Permukaan basah badan dan anggota badan kapal

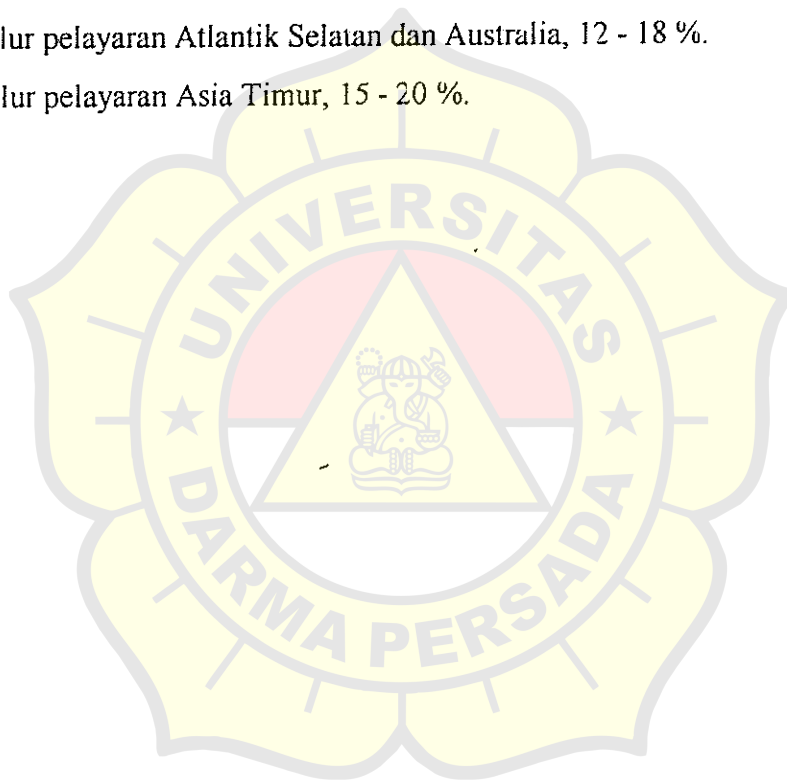
- **Koreksi Hambatan Udara dan Kemudi**

Koreksi hambatan udara =  $10^3 C_{AA} = 0,07$

Koreksi hambatan kemudi =  $10^3 C_{AS} = 0,04$

- **Koreksi Pelayaran Dinas**

- Jalur pelayaran Atlantik Utara, ke Timur, untuk musim panas 15 % dan musim dingin 20 %.
- Jalur pelayaran Atlantik Utara, ke Barat, untuk musim panas 20 % dan musim dingin 30 %.
- Jalur pelayaran Pasifik, 15 - 30 %.
- Jalur pelayaran Atlantik Selatan dan Australia, 12 - 18 %.
- Jalur pelayaran Asia Timur, 15 - 20 %.



### III.3.1.2. Data-Data Kapal Rancangan

Dimensi ukuran utama Kapal Ikan (Skipjack Pole & Line) 625 GRT adalah :

Panjang garis tegak	$l_{pp}$	=	44,50	m
Panjang antara garis air	$L_{wl}$	=	45,50	m
	$\sqrt{g \times L_{wl}}$	=	21,127	
Lebar kapal	$B$	=	8,50	m
Sarat air kapal	$T$	=	3,15	m
Kecepatan Dinas	$V_s$	=	13,5	Knot
Displasemen	$\Delta$	=	825,438	Ton
Volume displasemen	$\nabla$	=	805,305	m <sup>3</sup>
	$\nabla^{1/3}$	=	9,303	
Ratio Lebar – Sarat Air	$B/T$	=	2,698	
Koefisien Blok	$C_b$	=	0,666	
Koefisien penampang tengah	$C_m$	=	0,988	
Koeffisien prismatik	$C_p$	=	0,675	
Ratio panjang - volume displ.	$L/\nabla^{1/3}$	=	4,783	
Wetted Surface Area	$S$	=	331,099	m <sup>2</sup>
Posisi titik tekan memanjang	$LCB$	=	- 0,367	m
		=	0,807 % di belakang	⊗

### III.3.1.3. Perhitungan Hambatan Kapal Pada Kecepatan 13,5 Kuot

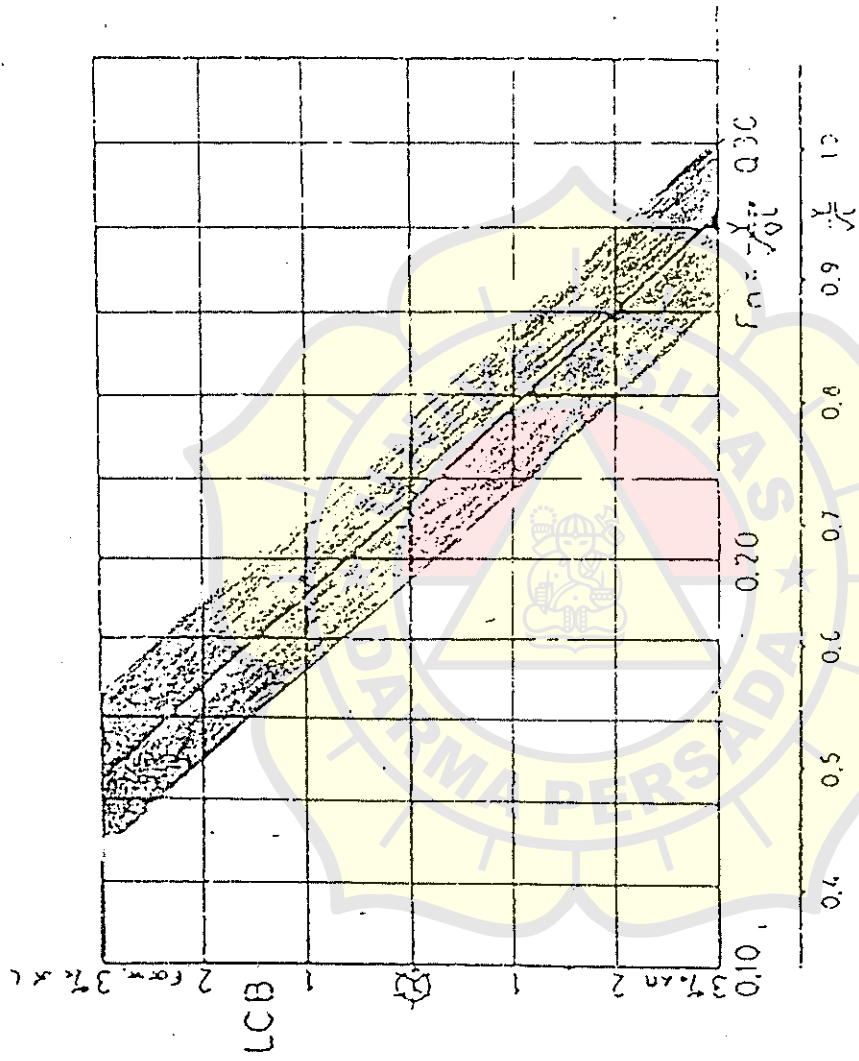
$$1. \quad Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L}}$$

dimana :

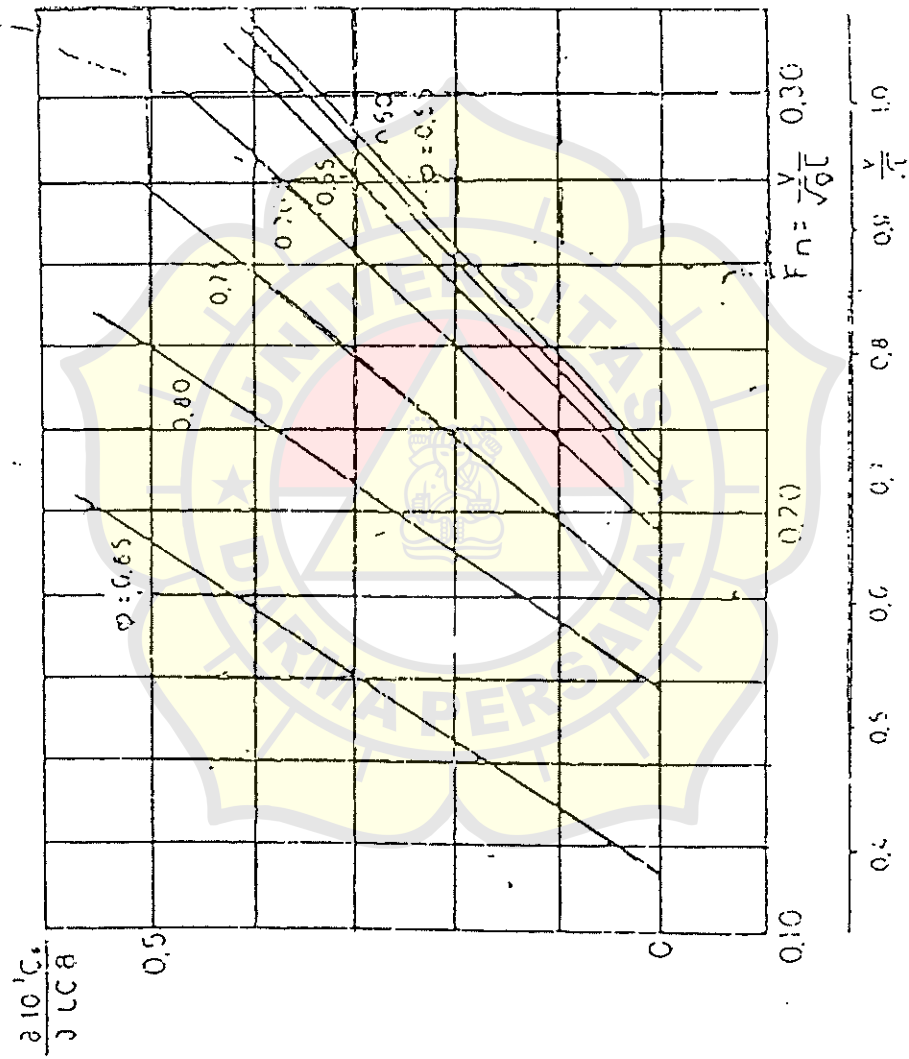
$$\begin{aligned} V_s &= \text{kecepatan kapal (m/dt)} \\ &= 13,5 \times 0,5144 = 6,9444 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= \text{Gaya gravitasi (m/dt}^2\text{)} \\ &= 9,81 \text{ m/dt}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \text{Panjang garis air kapal (m)} \\ &= 45,50 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 3.1.3. Grafik LCB Standard



Gambar 3.1.4. Grafik Koreksi Koefisien Tahanan Sisa Untuk  $KCB$  1% di depan Standard.

maka :

$$Fn = \frac{6,9444}{\sqrt{9,81 \times 45,50}}$$
$$= 0,328$$

2.  $V_s = 13,5$  Knot
3.  $V_s = 6,9444$  m/dt
4.  $V_s^2 = (6,9444)^2$   
 $= 48,225$  m<sup>2</sup>/dt<sup>2</sup>
5.  $1/2 \rho.S.V_s^2$

dimana :

$$\rho = \text{Massa jenis (kg dt}^2/\text{m}^4)$$
$$= \frac{1.025 \text{ kg/m}^3}{9,81 \text{ m/dt}} = 104,5 \text{ kg dt}^2/\text{m}^4$$

$$S = \text{Luas permukaan bidang basah dari Hydrostatic Curve}$$
$$= 331,099 \text{ m}^2$$

$$\therefore 1/2 \rho.S.V_s^2$$
$$= 1/2 \times 104,5 \times 331,099 \times 48,225$$
$$= 834288,774 \text{ kg}$$

6.  $L/\nabla^{1/3} = 4,500$        $Fn = 0,328$        $10^3 C_R = 8,675$
- $L/\nabla^{1/3} = 5,000$        $Fn = 0,328$        $10^3 C_R = 7,850$
- $L/\nabla^{1/3} = 4,783$        $Fn = 0,328$        $10^3 C_R = \dots\dots$

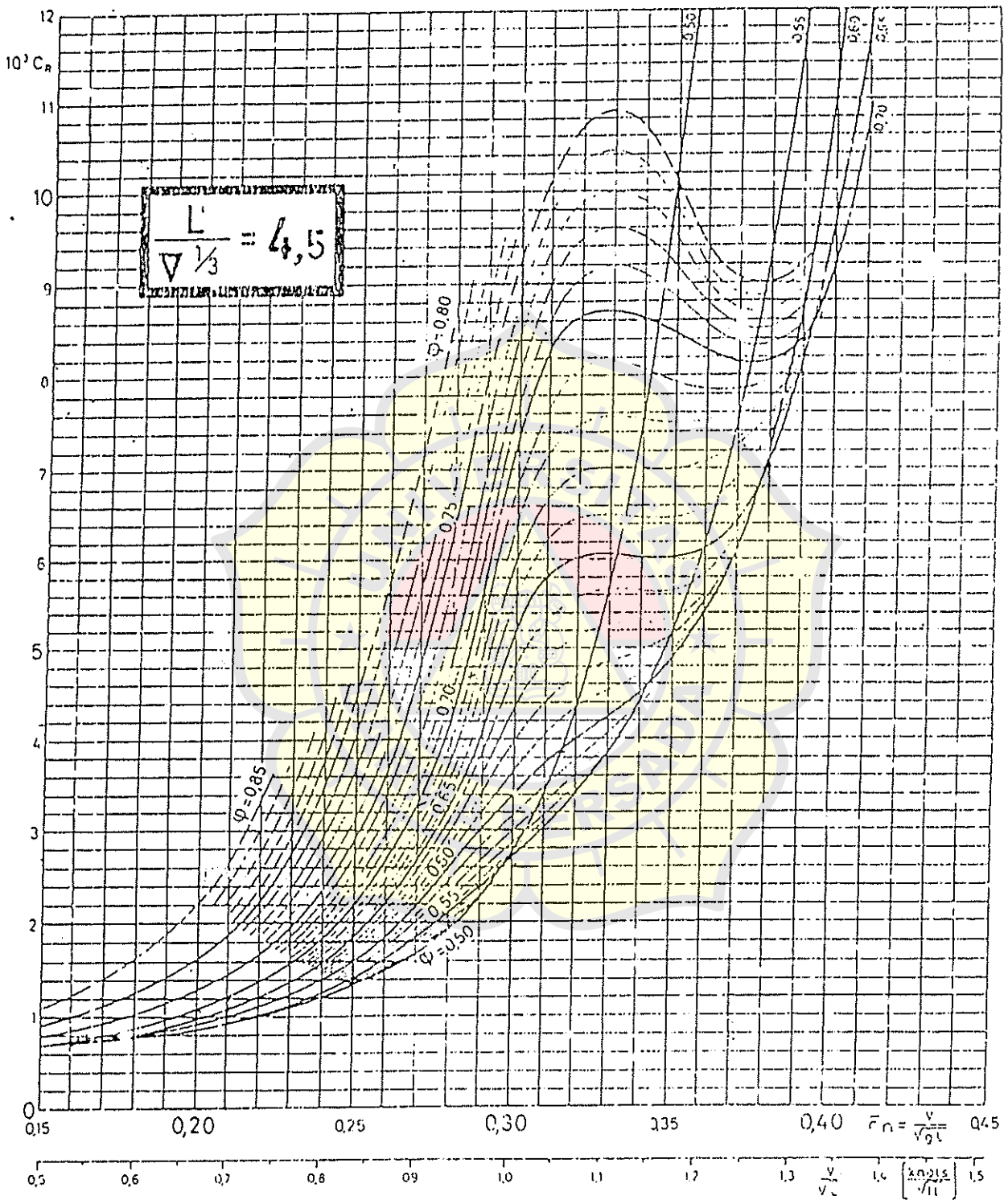
$$10^3 C_R = 8,675 + \left[ \frac{4,783 - 4,500}{5,000 - 4,500} \right] (7,850 - 8,675)$$
$$= 8,208$$

7. Koreksi  $B/T$

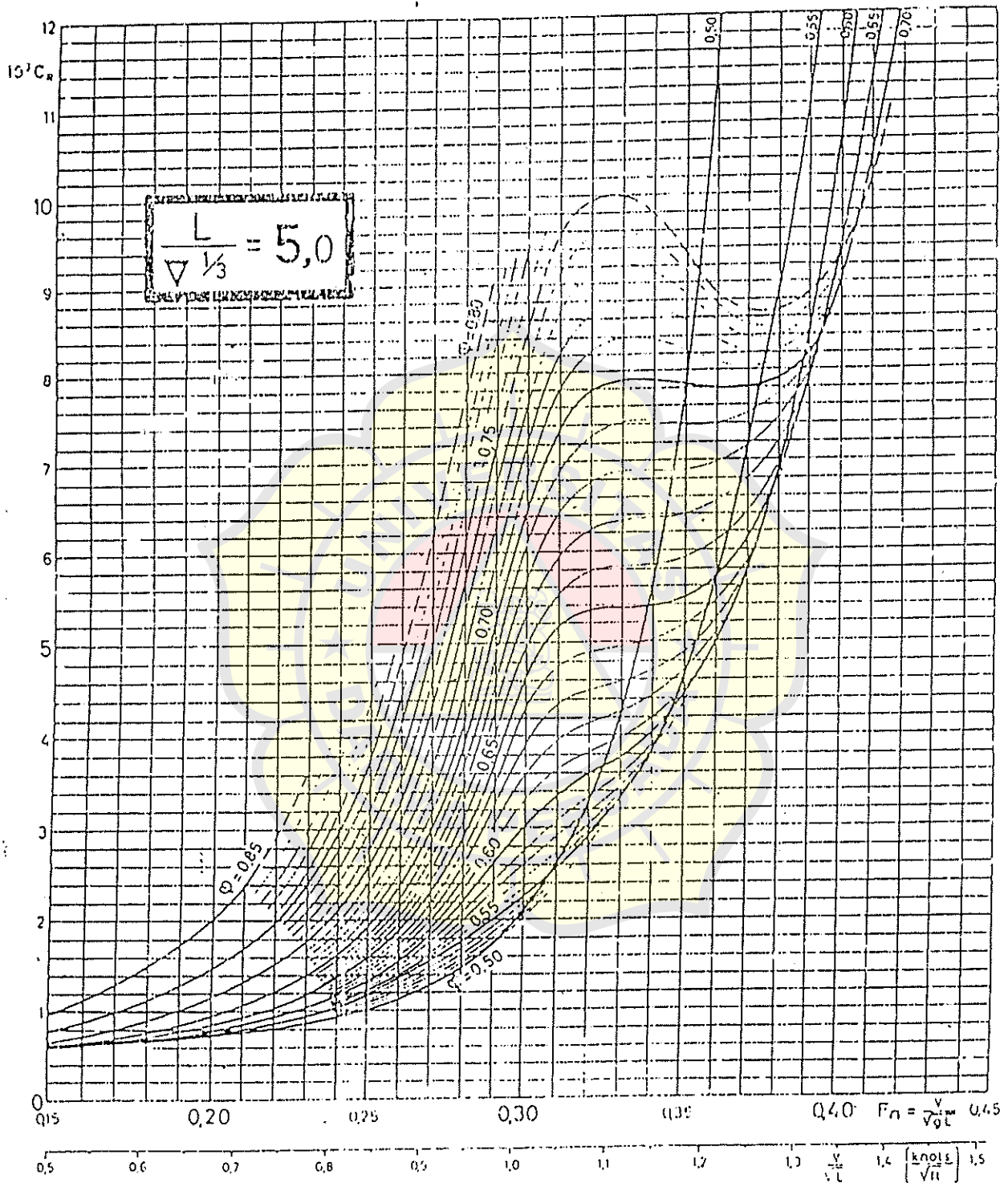
$$B/T = 8,50 / 3,15$$
$$= 2,698$$

$B/T > 2,50$ , maka koreksi:

$$= 0,16 (B/T - 2,50)$$
$$= 0,16 (2,698 - 2,50)$$
$$= 0,032 \cdot 10^{-3}$$



Gambar 3.1.1. Kurva Tabanan  $\frac{L}{\Delta^{1/3}} = 4,5$  Terhadap Ratio Kecepatan-Panjang.



Gambar 3.1.2. Kurva Tahanan  $\frac{L}{\Delta^{1/3}} = 5.0$  Terhadap Ratio Kecepatan-Panjang.





$$\begin{aligned}
 - \text{Shaft Bracket} &= 5 \% \sim 8 \% \\
 &= 8 \% \times C_R \\
 &= 8 \% \times 8,208 \\
 &= 0,6566
 \end{aligned}$$

$$- \text{Lunas Bilga} = 0 \% \text{ (tidak ada koreksi)}$$

$$- \text{Daun kemudi} = 0 \% \text{ (tidak ada koreksi)}$$

12. Resultan  $10^3 C_R$

$$10^3 C_R = (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11)$$

$$\begin{aligned}
 10^3 C_R &= 8,208 + 0,032 + 3,369 + 0 + 0 + (0,4104 + 0,6566) \\
 &= 12,676
 \end{aligned}$$

13.  $10^{-6} Rn$

$$\begin{aligned}
 10^{-6} Rn &= 10^{-6} \frac{V \times L}{V} \\
 &= 10^{-6} \frac{6,9444 \times 45,50}{1,188 \times 10^6} \\
 &= 265,968
 \end{aligned}$$

14.  $10^3 C_F$  dari gambar 5.5.14 menurut *ITTC-1957* dalam *Harvald*, 1992.

$$L = 45,50 \text{ m} \quad V = 6,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,856$$

$$L = 45,50 \text{ m} \quad V = 7,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,845$$

$$L = 45,50 \text{ m} \quad V = 6,9444 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = \dots\dots$$

$$\begin{aligned}
 10^3 C_F &= 1,856 + \left[ \frac{6,9444 - 6,0}{7,0 - 6,0} \right] (1,845 - 1,856) \\
 &= 1,846
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15. \quad 10^3 C_F &= \frac{S^1}{S} 10^3 C_F \\
 &= \frac{332,166}{331,099} \times 1,846
 \end{aligned}$$

$$10^3 C_F = 1,851$$

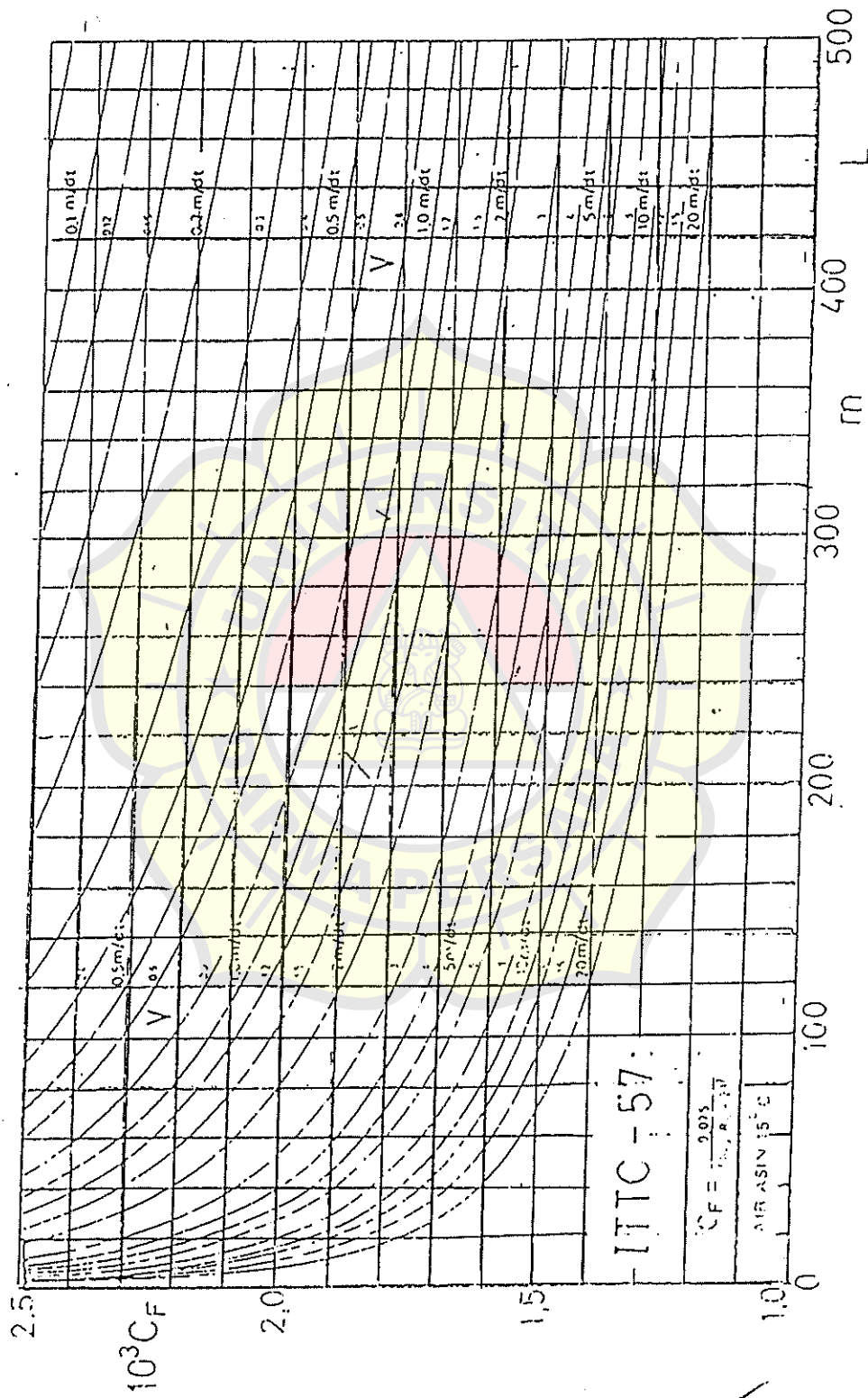
16.  $10^3 C_A$  (Hambatan Tambahan)

$$\text{Untuk } L \leq 100 \text{ m} \quad 10^3 C_A = 0,4$$

$$C_A = 0,4 \times 10^{-3}$$

17.  $10^3 C_{A1} = 0,13$  (untuk hambatan udara)

18.  $10^3 C_{A2} = 0,04$  (untuk hambatan kemudi)



Gambar 3.1.5. Kurva Koefisien Tahanan Gesek ( $C_f$ ) Terhadap Fungsi  $\frac{L}{V}$ .

19. Kelonggaran Dinas (*Sea Margin*)

Kelonggaran dinas rata-rata untuk pelayaran diuas untuk daya efektif pada jalur pelayaran Asia Timur 15 - 20 %

20.  $10^3 C_T$  (Koefisien Hambatan Total)

$$\begin{aligned} 10^3 C_T &= C_R + C_F + C_A + C_{A1} + C_{AS} \\ &= (12) + (15) + (16) + (17) + (18) \\ &= 12,676 + 1,851 + 0,4 + 0,13 + 0,04 \end{aligned}$$

$$10^3 C_T = 15,097$$

21.  $R_T$  (Hambatan Total)

$$\begin{aligned} R_T &= C_T (1/2 \rho \cdot V^2 \cdot S) \\ &= 15,097 \cdot 10^{-3} \times (834288,774) \end{aligned}$$

$$R_T = 12595,257 \text{ kg}$$

$$= 12,595 \text{ Ton}$$

22.  $EHP$  (*Efectif Horse Power*)

$$\begin{aligned} EHP &= \frac{V_s \times R_T}{75} \\ &= \frac{6,9444 \times 12595,257}{75} \end{aligned}$$

$$EHP = 1166,220 \text{ HP}$$

23.  $BHP$  (*Brake Horse Power*)

$$BHP = EHP / P_c$$

$$\text{Dimana } P_c = \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_{po}$$

Faktor arus ikut ( $w$ ) menurut *Taylor* untuk kapal berbaling-baling tunggal (*single screw*):

$$\begin{aligned} w &= -0,05 + (0,50 \times C_b) \\ &= -0,05 + (0,50 \times 0,666) \\ &= 0,283 \end{aligned}$$

Faktor pengisapan ( $t$ ) menurut *Taylor* untuk kapal berbaling-baling tunggal (*single screw*):

$$\begin{aligned} t &= k \times w && \text{dimana } k = 0,55 \sim 0,70 \\ &= 0,55 \times 0,283 \\ &= 0,155 \end{aligned}$$

Efisiensi lambung kapal ( $\eta_H$ ) :

$$\begin{aligned}\eta_H &= \frac{1-t}{1-w} \\ &= \frac{1-0,155}{1-0,283} \\ &= 1,178\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_H &= \text{Efisiensi lambung kapal} \\ &= 1,178\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{rr} &= \text{Efisiensi rotary relatif} \\ &= 1,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{po} &= \text{Efisiensi baling-baling} = 0,55 \sim 0,60 \\ &= 0,60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}BHP &= \frac{1166,220}{1,178 \times 1,00 \times 0,60} \\ &= 1650,000 \text{ HP}\end{aligned}$$

Koreksi pemakaian *Gear Box*  $\eta_r = 3\%$

Koreksi letak kamar mesin  $\eta_{rm} = 3\%$

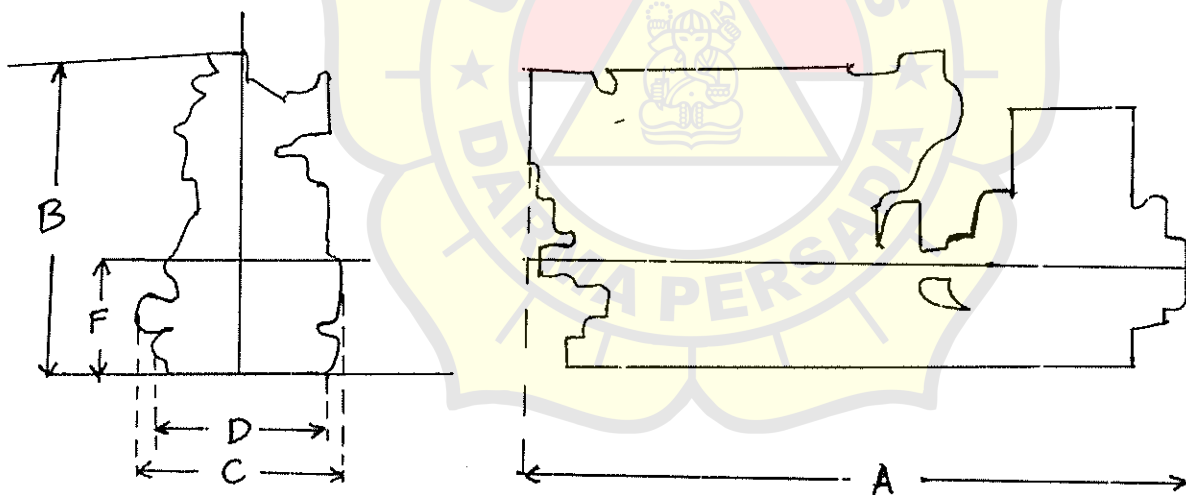
Kelonggaran dinas (*sea margin*) = 15% ~ 20%

$$\begin{aligned}MCR &= (100 + 3 + 3 + 15) \% \times BHP \\ &= (100 + 3 + 3 + 15) \% \times 1650,000 \\ &= 1996,500 \text{ HP} \times 0,736 \\ &= 1469,424 \text{ kW}\end{aligned}$$

Dari tabel hasil perhitungan hambatan dengan menggunakan metode harvald, maka dapat ditentukan besarnya daya mesin yang digunakan untuk kapal rancangan. Dimana besarnya daya mesin dan dimensi mesin yang dipilih adalah sebagai berikut :

- Merk : YANMAR
- Tipe : Z280A – EN
- Daya : 2000 HP
- Putaran mesin : 720 rpm
- Bore x Stroke : 280 mm x 360 mm
- Dry weight : 17.950 kg

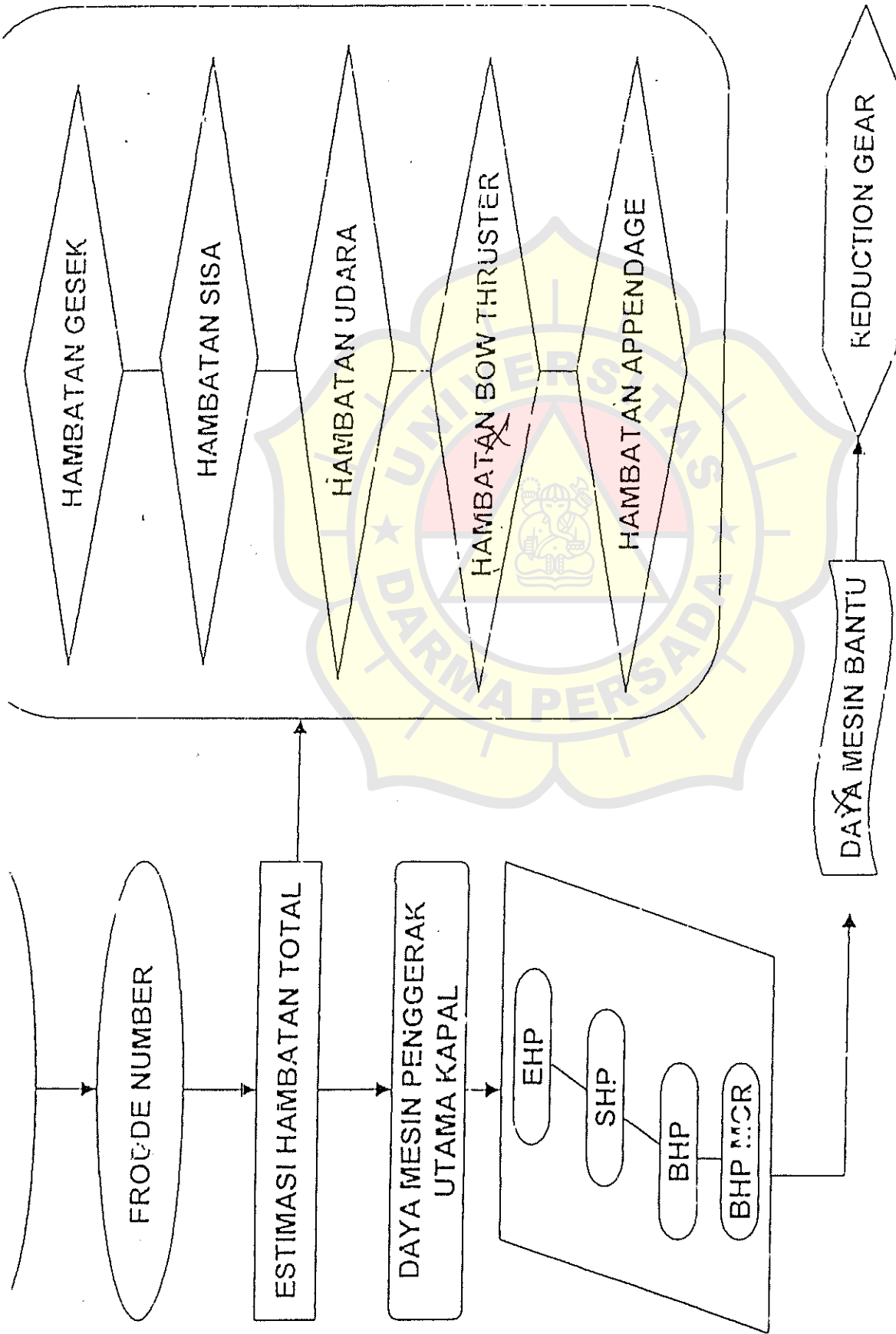
Dengan telah dipilihnya mesin induk untuk kapal rancangan, maka berdasarkan kurva daya-kecepatan untuk daya mesin 2000 HP kecepatan kapal rancangan ini = 13,51 knot.



Gambar 3.1.6. Dimensi mesin induk YANMAR DIESEL (Z280A-EN)

Keterangan :

- |             |             |
|-------------|-------------|
| A = 5144 mm | E = 1985 mm |
| B = 515 mm  | F = 250 mm  |
| C = 1160 mm | G = 2504 mm |
| D = 1540 mm |             |



Gambar 3.3.1. FLOW CHART HAMBATAN.

Tabel

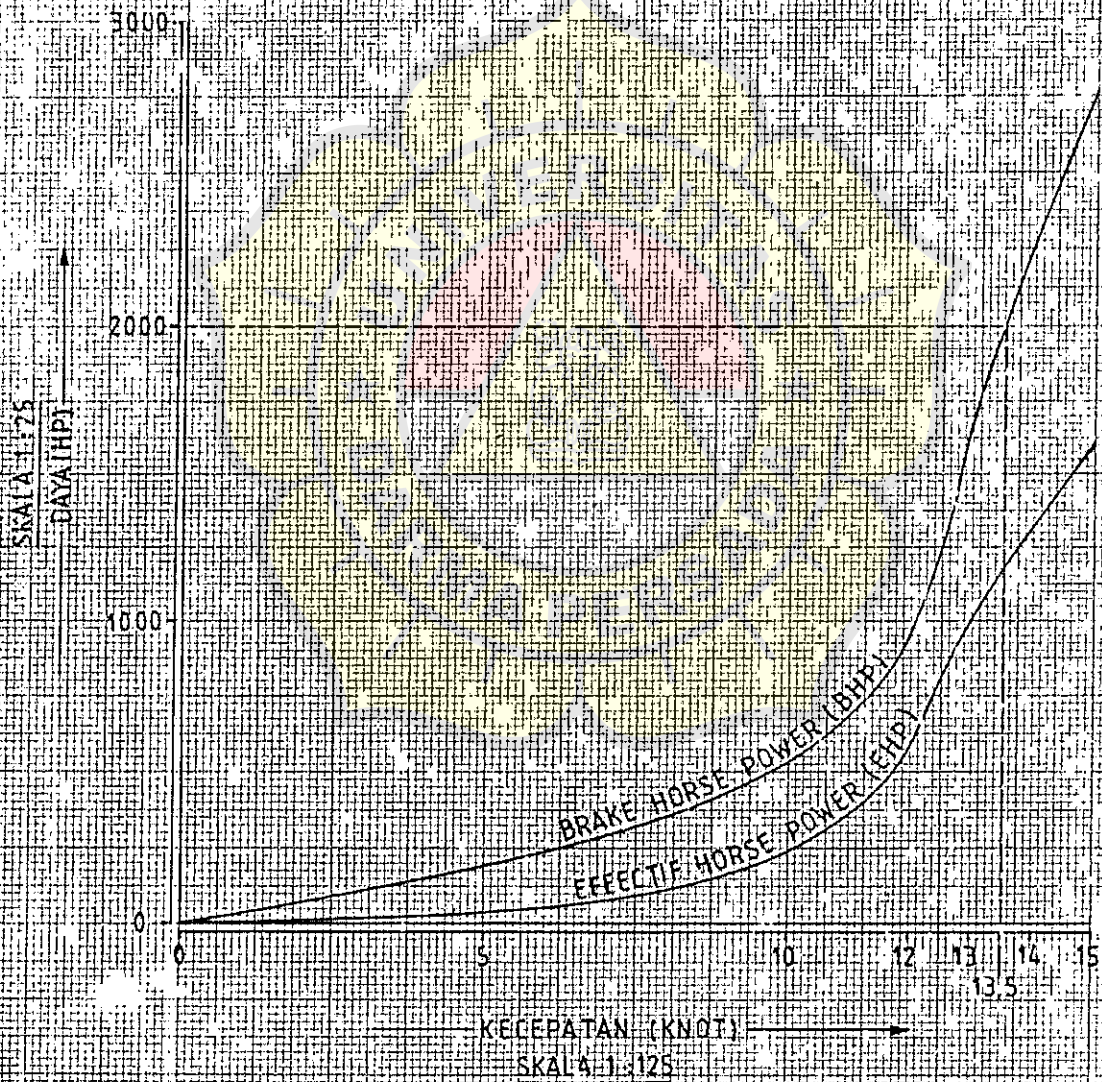
TABEL PERHITUNGAN DAYA MESIN KAPAL PADA 5 KECEPATAN

No.	RUMUS	Satuan / Sumber Rumus	Kecepatan - Knot				
			12	13	13,5	14	15
1.	$V_s$	Knot*	12	13	13,5	14	15
2.	$V_s$	m / dt	12	13	13,5	14	15
3.	$V_s^2$	$m^2 / dt^2$	6,1728	6,6872	6,9444	7,2016	7,716
4.	$F_n = V / gL$		38,103	44,719	48,225	51,863	59,537
5.	$1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$	Kg	0,292	0,317	0,329	0,341	0,365
6.	$10^3 C_R (L / V^{1/3})$	Gbr. 5.5.9 - 5.5.10	659186,912	773629,084	834283,435	897226,630	1029979,550
7.	Koreksi B/T	Gbr. 5.5.17	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
8.	Koreksi LCB	Gbr 5.5.15 - 5.5.16	2,612967033	3,135560	3,367824176	3,542021978	3,745252747
9.	Koreksi Grs. Penampang	5.5.20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10.	Koreksi Bentuk Haluan	5.5.21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11.	Koreksi Anggota Badan	5.5.22	0,5746	1,0395	1,0670	1,0634	1,0366
12.	Resultan $10^3 C_R$	$6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11$	7,639	12,203	12,675	12,817	12,787
13.	$10^6 R_n$	V.L / v	231,220	250,489	265,968	269,757	289,025
14.	$10^3 C_F$ ITTC - 1957	Gbr. 5.5.14	1,854	1,848	1,846	1,834	1,806
15.	$10^3 C_f'$	$S_1 / S \times 10^3 C_f$	1,857	1,854	1,852	1,840	1,811
16.	$10^3 C_A$	5.5.23	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
17.	$10^3 C_{AA}$	5.5.26	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
18.	$10^3 C_{AS}$	5.5.27	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
19.	$10^3 C_T = C_R + C_f + C_A + C_{AA} + C_{AS}$	$12 + 15 + 16 + 17 + 18$	10,067	14,627	15,096	15,227	15,168
20.	$R_T = C_T 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$	Kg	6635,777	11316,019	12594,427	13661,777	15623,120
21.	$EHP = V \cdot R_T / 75$	HP	546,151	1008,956	1156,143	1311,822	1507,307
22.	PC		0,707	0,707	0,707	0,707	0,707
23.	BHP = EHP / PC	HP	772,962	1427,980	1650,431	1856,608	2274,805
24.	Koreksi Gear Box = 3%		23,189	42,839	49,513	55,698	68,244
25.	Koreksi Letak Kamar Mesin = 3%		23,189	42,839	49,513	55,698	68,244
26.	Sea Margin = 15%		92,755	171,358	198,052	222,793	272,977
27.	BHP (MCK)	HP	935,284	1727,856	1997,021	2246,496	2752,514

\*1 Knot = 0,5144 m/s



GAMBAR 3.31 KURVA DAYA - KECEPATAN



Gambar

### III.3.2.1 Perencanaan Baling-Baling Kapal

Perencanaan penentuan dimensi baling-baling akan sangat menentukan terhadap hasil kinerja kapal rancangan. Adapun perencanaan baling-baling tersebut adalah sebagai berikut.

#### A. Faktor Arus Ikut ( $w$ )

Untuk menentukan faktor arus ikut atau *wake friction* dari kapal rancangan digunakan rumus *Taylor* dalam buku *Propulsi Kapal* oleh *Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE, halaman 99* untuk kapal *single screw* adalah :

$$w = -0,05 + (0,50 \times C_b)$$

Dimana :  $w$  = *Wake friction*  
 $C_b$  = *Coefficient Block* kapal rancangan  
= 0,690

Maka :  $w = -0,05 + (0,50 \times 0,666)$   
= 0,283

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $w = 0,283$ .

#### B. *Advance Speed of Propeller* ( $V_a$ )

Untuk menentukan *advance speed of propeller* dari kapal rancangan digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh *Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE, halaman 27* adalah :

$$V_a = (1 - w) \times V_s$$

Dimana :  $V_a$  = *Advance speed of propeller* (Knot).  
 $w$  = *Wake friction*  
= 0,283  
 $V_s$  = Kecepatan kapal rancangan.  
= 13,5 Knot

Maka :  $V_a = (1 - 0,283) \times 13,5$   
= 9,679 Knot.

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $V_a = 9,679$  Knot.

### C. Kecepatan Air Masuk Ke Baling-baling ( $v_e$ )

Untuk menentukan kecepatan air yang masuk ke baling-baling dari kapal rancangan digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.Si, halaman 27 adalah :

$$v_e = (1 - w) \times V_s$$

Dimana :  $v_e$  = Kecepatan air masuk ke baling-baling (m/s).

$W$  = *Wake friction*

$$= 0,283$$

$V_s$  = Kecepatan kapal rancangan.

$$= 13,5 \text{ Knot}$$

Maka :  $v_e = (1 - 0,283) \times 13,5 \times 0,5144$

$$= 4,979 \text{ m/s}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $v_e = 4,979 \text{ m/s}$ .

### D. Koreksi RPM Baling-baling ( $N_K$ )

Akibat adanya *wake fraction*, *thrust deduction*, gesekan pada bantalan poros dan penempatan dari mesin induk akan mengurangi putaran mesin yang sampai ke baling-baling. Untuk itu dilakukan koreksi *Scale Effect*.

Untuk kapal dengan *propeller single screw* koreksinya adalah :

$$N_K = C \times Rpm$$

Dimana :  $N_K$  = Rpm koreksi mesin utama kapal.

$C$  = Koefisien koreksi Rpm.

$$C = 0,98$$

$Rpm$  = Rpm mesin utama kapal rancangan.

$$= 720 \text{ rpm.}$$

= digunakan *reduction gear* 1 : 1,79

$$Rpm = \frac{720}{1,79}$$

$$= 402,234 \text{ rpm.}$$

Maka :  $N_K = 0,98 \times 402,234$

$$= 394,190 \text{ Rpm.}$$

$$n = \frac{394,190 \text{ Rpm}}{60}$$

$$= 6,570 \text{ Rps.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $N = 394,190 \text{ Rpm.}$

#### E. Shaft Horse Power (SHP)

Untuk menentukan *Shaft Horse Power* (SHP) digunakan beberapa koreksi, yaitu :

- Koreksi 3% BHP = Untuk letak kamar mesin yang berada di belakang
- Koreksi HP ke HP Metric =  $\frac{75}{76}$
- Koreksi *density* dari air =  $\frac{1,000}{1,025}$

Maka :

$$SHP = \left( BHP - \left( \frac{3}{100} \times BHP \right) \right) \times \frac{75}{76} \times \frac{1,000}{1,025}$$

$$= \left( 2000 - \left( \frac{3}{100} \times 2000 \right) \right) \times \frac{75}{76} \times \frac{1,000}{1,025}$$

$$= 1867,779 \text{ HP.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $SHP = 1867,779 \text{ HP.}$

#### F. Diameter Baling-baling Tentative (D)

Untuk menentukan diameter *propeller tentative* digunakan rumus, yaitu :

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

Dimana :  $D$  = Diameter *Propeller Tentative*

$T$  = *Draft* kapal rancangan.

$$= 3,15 \text{ m.}$$

Maka :  $D = 0,7 \times 3,15$

$$= 2,205 \text{ m.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $D = 2,205 \text{ m.}$

### G. Gaya Dorong Atau *Thrust* ( $T$ )

Untuk menentukan gaya dorong atau *thrust* (  $T$  ) digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE pada halaman 28, yaitu :

$$T = \frac{R_T}{1-t}$$

Dimana :  $T$  = *Trust* atau Angka Dorong.

$R_T$  = Hambatan total kapal rancangan.

$$= 12594,427 \text{ Kg}$$

$$t = 0,155$$

Maka :  $T = \frac{12594,427}{1-0,155}$

$$= 14904,647 \text{ Kg.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $T = 14904,647 \text{ Kg.}$

### H. Penentuan Jumlah Daun Baling-Baling ( $Z$ )

1. Bila harga koefisien  $K'd \leq 2$  atau  $K'n \geq 1,0$  ; maka disarankan memilih jumlah daun  $Z = 3$ .
2. Bila harga koefisien  $K'd \leq 2$  atau  $K'n \leq 1,0$  ; maka disarankan memilih jumlah daun  $Z = 4$ .

Untuk kapal rancangan ini adalah :

$$K'd = D \times v_e \times \sqrt{\frac{\rho}{T}}$$

Dimana :  $D$  = Diameter *Propeller*.

$$= 2,205 \text{ m.}$$

$v_e$  = *Advance speed of propeller*.

$$= 4,979 \text{ m/s}$$

$T$  = Gaya dorong ( *Thrust* ).

$$= 14904,647 \text{ Kg.}$$

$\rho$  = *Density* air laut.

$$= 1025 \text{ Kg. s}^2/\text{m}^4$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } K'd &= 2,205 \times 4,979 \times \sqrt{\frac{104,5}{14904,647}} \\ &= 0,919 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk nilai  $K'n$  untuk kapal rancangan ini adalah :

$$K'n = \frac{ve}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\rho}{T}}$$

Dimana :  $ve$  = Advance speed of propeller.  
= 4,979 m/s

$T$  = Gaya dorong atau Thrust  
= 14904,647 Kg.

$\rho$  = Density air laut.  
= 104,5 Kg.s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

$n$  = Koreksi putaran baling-baling per detik  
= 6,570 Rps.

$$\begin{aligned} \text{Maka : } K'n &= \frac{4,979}{\sqrt{6,570}} \times \sqrt{\frac{104,5}{14904,647}} \\ &= 0,162 \end{aligned}$$

Karena  $K'd \leq 2$  dan  $K'n \leq 1.0$ , maka dipilih baling-baling berdaun 4 untuk kapal rancangan.

## I. Diameter Optimum, Pitch Ratio dan Propeller Efficiency

### 1. Koefisien Baling-Baling

Untuk menentukan koefisien baling-baling menggunakan rumus, yaitu :

$$Bp = \frac{N_k \times \sqrt{SHP}}{Va^{2.5}}$$

Dimana :  $N_k$  = Koreksi Putaran baling-baling  
= 394,190 Rpm.

$SHP$  = Shaft Horse Power  
= 1857,779 HP.

$Va$  = Advance speed of propeller.  
= 9,679 Knot.

$$\begin{aligned} \text{Maka : } B_p &= \frac{394,190 \times \sqrt{1867,779}}{9,679^{2,5}} \\ &= 58,451 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $B_p = 58,451$ .

Untuk perencanaan baling-baling ini menggunakan perbandingan dari beberapa jenis *propeller* tipe B, yaitu B4-40, B4-55 dan B4-70 dalam buku *Principles of Naval Architecture* halaman 414-115. Dari grafik  $B_p$ - $\delta$  diagram itu didapatkan untuk harga  $B_p = 58,451$  adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2.1 Jenis *propeller* tipe B, untuk B4-40, B4-55 dan B4-70

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Advance Coefficient ( $\delta$ )	302	292	279
2	Pitch Ratio ( $H_o/D_o$ )	0,55	0,59	0,67
3	Propeller Efisiensi ( $\eta_p$ )	51%	47,8%	46%

### 3. Koreksi Advance Coefficient ( $\delta_K$ )

Dalam perencanaan baling-baling tunggal (*single screw*) ( $\delta$ ) ini dari "Open condition" menjadi "Behind condition" perlu dilakukan koreksi. Untuk menentukan koreksi *advance Coefficient* ( $\delta_K$ ) digunakan pernyataan yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 116 untuk kapal dengan *single screw*, yaitu :

$$\delta_K = \delta - (5\%)$$

Dimana :  $\delta_K$  = Koreksi Advance Coefficient.

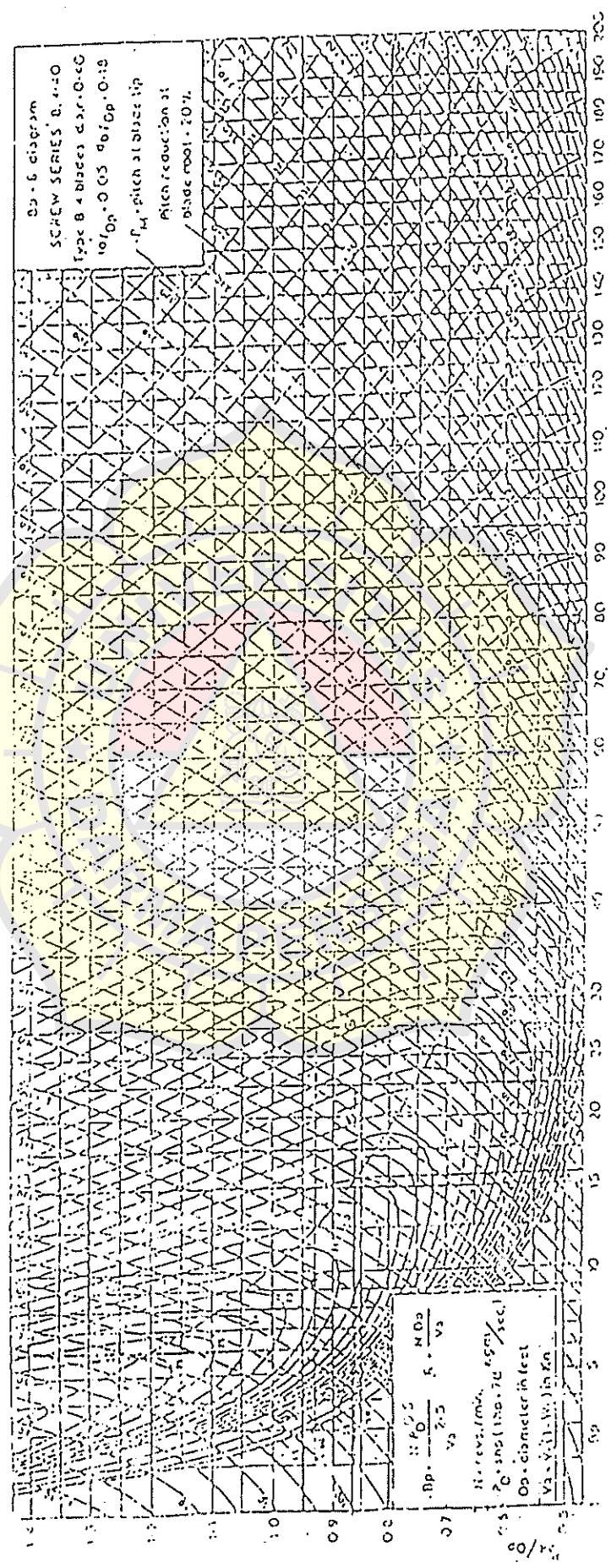
% = Persentase koreksi.

Tabel 3.2.2 Koreksi Advance Coefficient ( $\delta_K$ )

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Advance Coefficient ( $\delta$ )	302	292	279
2	Koreksi	5%	5%	5%
3	( $\delta_K$ )	301,95	291,95	278,95

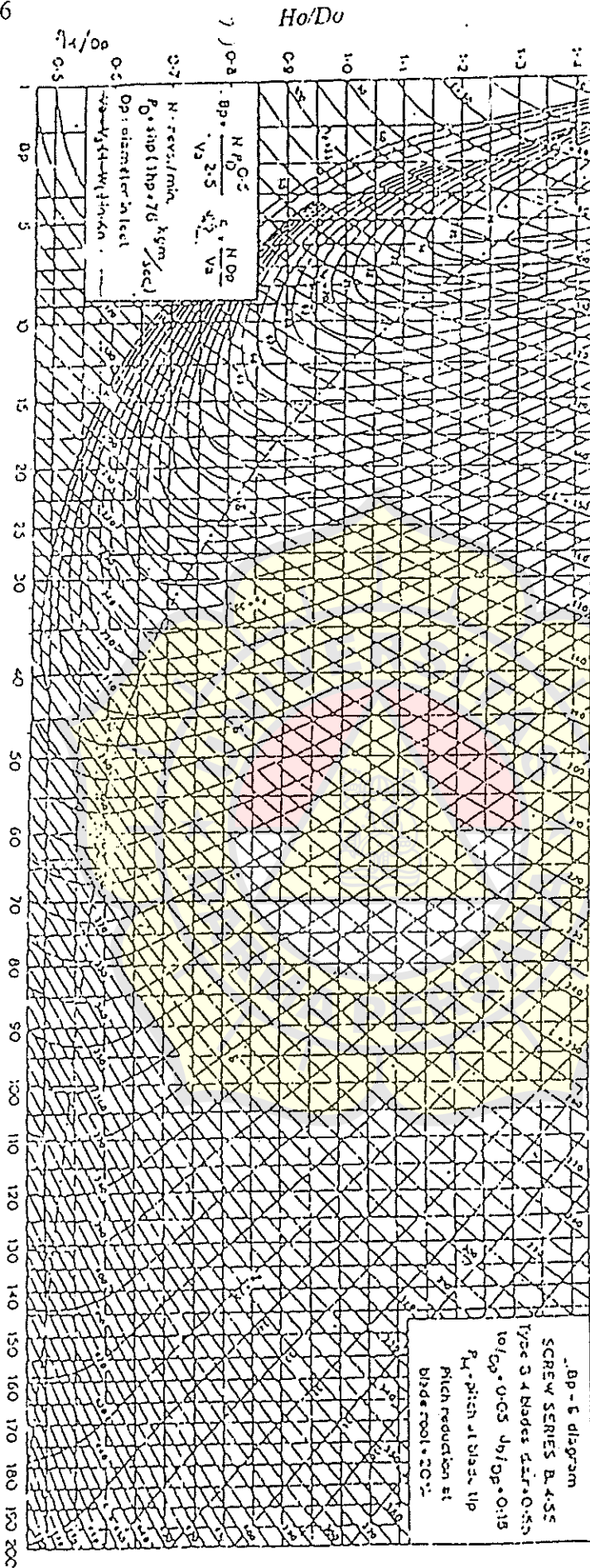
HP

δ

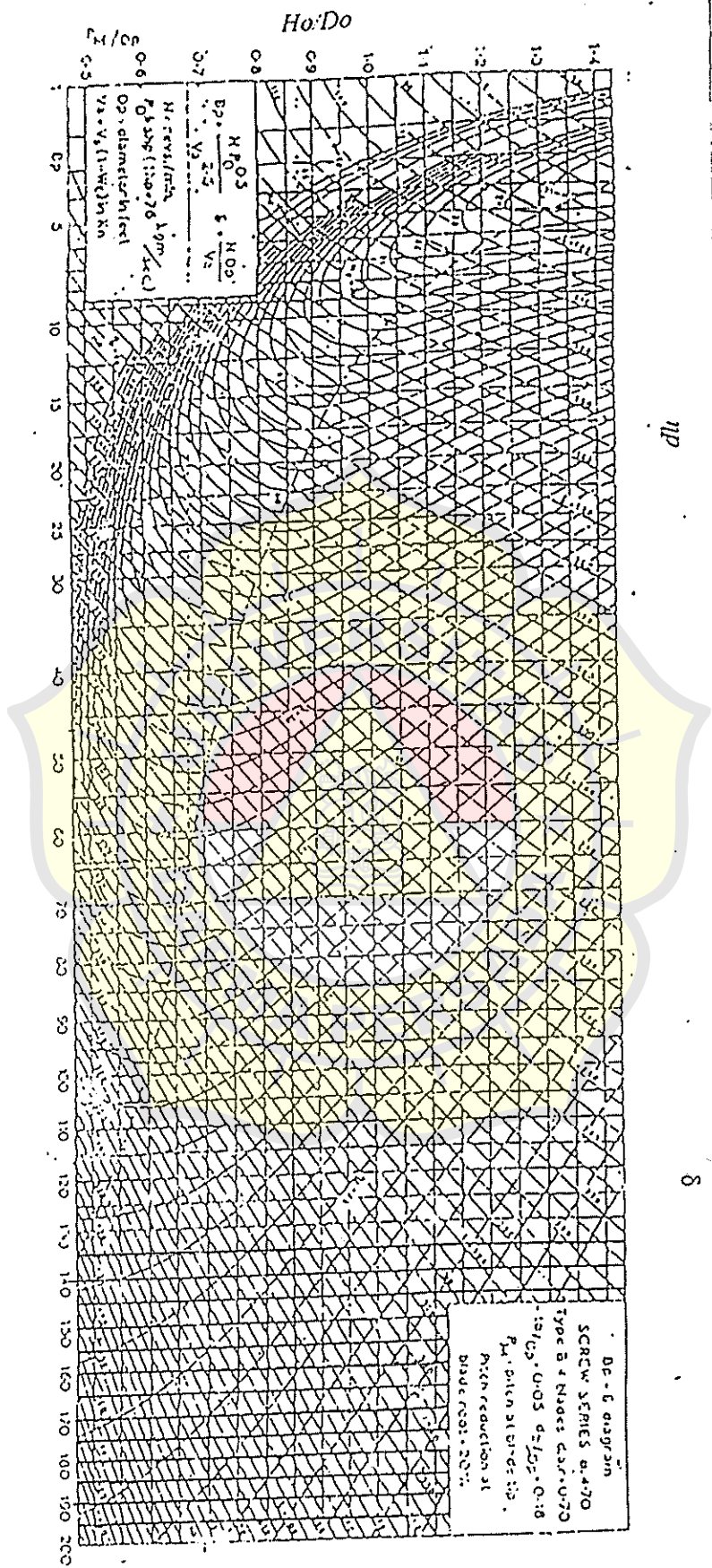


Gambar 3.2.1. Diagram BP-δ B4-40.





Gambar 3.2.2. Diagram BP-5 B4-55.



Gambar 3.2.3. Diagram BP-S B4-70.

### 3. Diameter Optimum ( $D_o$ )

Untuk menentukan diameter optimum (  $D_o$  ) digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 117, yaitu :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_k} \times 0,3048 \dots\dots\dots(m)$$

- Dimana :
- $D_o$  = Diameter Optimum.
  - $\delta_k$  = Koreksi *Advance Coefficient*.
  - $V_a$  = *Advance Speed* dari *propeller*.  
= 9,679 Knot.
  - $N_k$  = Koreksi Putaran baling-baling  
= 394,190 *Rpm*.

Maka Diameter Optimumnya (  $D_o$  ) adalah :

- Untuk B4-40

$$D_o = \frac{301,950 \times 9,679}{394,190} \times 0,3048$$

$$= 2,259 \text{ m}$$

- Untuk B4-55

$$D_o = \frac{291,950 \times 9,679}{394,190} \times 0,3048$$

$$= 2,184 \text{ m}$$

- Untuk B4-70

$$D_o = \frac{278,950 \times 9,679}{394,190} \times 0,3048$$

$$= 2,087 \text{ m}$$

Tabel 3.2.3 Diameter Optimumnya (  $D_o$  )

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Kor. <i>Advance Coef.</i> ( $\delta_k$ )	301,95	291,95	278,95
2	Diameter optimum ( $D_o$ )	2,259	2,184	2,087

### III.3.2.2 Perhitungan Kavitas

Untuk mengatasi atau mengurangi resiko kerusakan pada baling-baling akibat kavitas, maka perlu dirancang bentuk dan dimensi baling-baling yang sesuai atau baling-baling bebas kavitas.

Oleh sebab itu untuk menentukan diameter baling-baling yang optimal, bebas kavitas, serta mempunyai efisiensi yang cukup baik, maka harus diadakan perhitungan-perhitungan untuk penentuan diameter baling-baling.

Kavitas sendiri terjadi karena gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena berkurangnya suatu tekanan sampai di bawah tekanan uap jenuhnya dimana ini berlangsung saat zat cair mengalir di daerah baling-baling kapal. Bila baling-baling ini mengalami kavitas maka akan menimbulkan suara berisik dan getaran pada baling-baling yang mengurangi unjuk kerjanya secara optimum. Pemilihan ukuran baling-baling dengan resiko kavitas terkecil dengan memakai diagram kavitas (*Burrill*).

#### A. Konstanta Kavitas

Untuk menentukan kavitas pada propeller yaitu pada posisi  $\sigma_{0,7}$  digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi kapal* oleh *Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE*, yaitu :

$$\sigma_{0,7} = \frac{(P - P_v) - \left(0,7 \times \frac{D}{2} \times \gamma\right)}{0,5 \times \rho \left(V_a^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2\right)}$$

$P - P_v$  = Beda tekanan statik pada sumbu *propeller*.

$D_o$  = Diameter optimum.

$\rho$  = Kerapatan air laut.

$$= 104,5 \text{ Kg.s}^2/\text{m}^4.$$

$V_a$  = *Advance Speed* dari *propeller*.

$$= 9,679 \text{ Knot.}$$

$n$  = Koreksi putaran baling-baling perdetik

$$= 6,570 \text{ Rps.}$$

## B. Beda tekanan statik pada sumbu baling-baling ( $P-P_v$ )

Untuk menentukan beda tekanan statik pada sumbu baling-baling digunakan cara yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 125, yaitu :

1. Tekanan statik pada sumbu baling-baling adalah :

- a. Draft  $T = 3,150$  m
  - b. Tinggi Poros baling-baling  $h_1 = 1,300$  m
  - c. Tinggi Gelombang (0,75 % Lpp)  $h_2 = 0,333$  m
- Tinggi tekanan ( $h = T - h_1 + h_2$ )  $h = 2,183$  m
- d. Tekanan air ( $h \times 1025$ )  $= 2237,575$  kg/m<sup>2</sup>
  - e. Tekanan udara  $= 10100,00$  kg/m<sup>2</sup>
  - f. Tekanan uap  $= 200,00$  kg/m<sup>2</sup> +

---

$$\text{Tekanan statik} = 12537,575 \text{ kg/m}^2$$

Dari perhitungan ditetapkan harga  $P-P_v = 12537,575 \text{ kg/m}^2$

Maka konstanta kavitasiya adalah :

- Untuk B4-40 dan  $Do = 2,259$  m

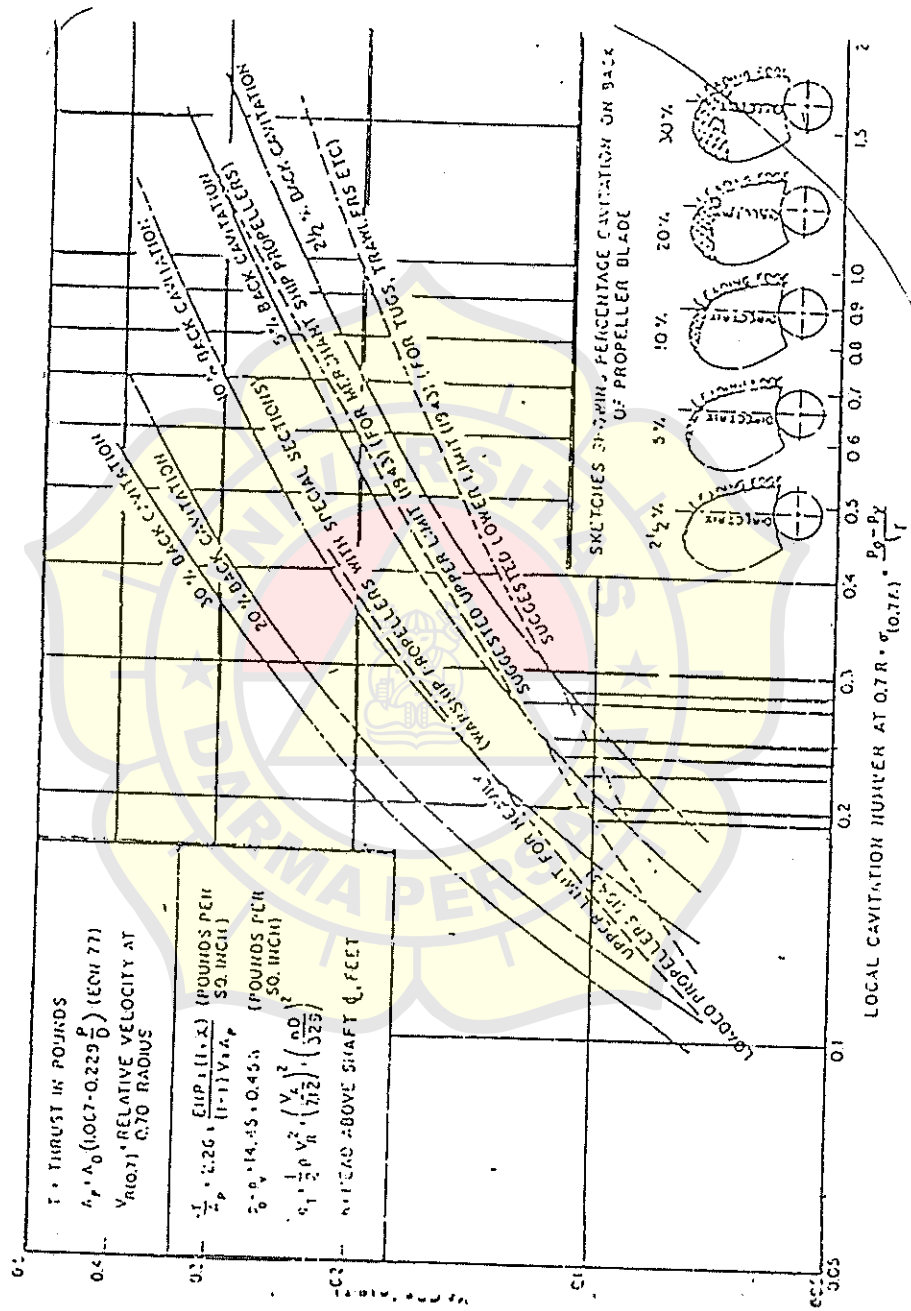
$$\sigma_{0,7} = \frac{12537,575 - \left(0,7 \times \frac{2,259}{2} \times 1,025\right)}{0,5 \times 104,5 \times \left(9,679^2 + \left(0,7 \times 3,14 \times 2,259 \times 6,570\right)^2\right)}$$
$$= 0,207$$

- Untuk B4-55 dan  $Do = 2,184$  m

$$\sigma_{0,7} = \frac{12537,575 - \left(0,7 \times \frac{2,184}{2} \times 1,025\right)}{0,5 \times 104,5 \times \left(9,679^2 + \left(0,7 \times 3,14 \times 2,184 \times 6,570\right)^2\right)}$$
$$= 0,220$$

- Untuk B4-70 dan  $Do = 2,087$  m

$$\sigma_{0,7} = \frac{12537,575 - \left(0,7 \times \frac{2,087}{2} \times 1,025\right)}{0,5 \times 104,5 \times \left(9,679^2 + \left(0,7 \times 3,14 \times 2,087 \times 6,570\right)^2\right)}$$
$$= 0,239$$



Gambar 3.2.4. Grafik Kavitasi.

### C. Koefisien Gaya Dorong ( $\tau$ )

Untuk menentukan koefisien gaya dorong ini digunakan diagram *Burril* pada buku *Principles of Naval Architecture* halaman 409. Dari diagram tersebut didapatkan harganya adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2.4 Jenis *propeller* tipe B, untuk B4-40, B4-55 dan B4-70 dari diagram *Burril*

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Diameter optimum ( $D_o$ )	2,259	2,184	2,087
2	Konstanta kavitasi ( $\sigma_{0.7}$ )	0,207	0,220	0,239
3	<i>Thrust Coefficient</i> ( $\tau$ )	0,109	0,112	0,120

### D. Penentuan *Trust* ( $T$ )

Untuk menentukan *trust* digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal ( Ship Propulsion )* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 126, yaitu :

$$T = \frac{SHP \times \eta_p \times \eta_{rr} \times 75}{v_e}$$

$T$  = *Thrust*.

$SHP$  = *Shaft Horse Power*  
= 1867,779 HP.

$\eta_p$  = *Propulsive Efficiency*.

$\eta_{rr}$  = *Rotative Efficiency*.  
= 1,00

$v_e$  = *Advance speed of propeller*.  
= 4,979 m/s

- Untuk B4-40 dan  $\eta_p = 51\%$

$$T = \frac{1867,779 \times 0,510 \times 1 \times 75}{4,979}$$

= 14348,774 kg.

- Untuk B4-55 dan  $\eta_P = 47,8\%$

$$T = \frac{1867,779 \times 0,478 \times 1 \times 75}{4,979}$$

$$= 13448,458 \text{ kg.}$$

- Untuk B4-70 dan  $\eta_P = 46\%$

$$T = \frac{1867,779 \times 0,460 \times 1 \times 75}{4,979}$$

$$= 12942,031 \text{ kg.}$$

### E. Penentuan *Project Blade Area* ( $Fp'$ )

Untuk menentukan *project blade area* digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal ( Ship Propulsion )* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 126, yaitu :

$$Fp' = \frac{T}{\tau_c \times 0,5 \times \rho \times (Va^2 + (0,7 \times \pi \times Do \times n)^2)}$$

Dimana :  $Fp'$  = *Project blade area.*

$T$  = *Gaya dorong ( thrust ).*

$\tau_c$  = *Thrust Coeffisient.*

$Do$  = *Diameter optimum.*

$\rho$  = *Kerapatan air laut.*

=  $104,5 \text{ Kg.s}^2/\text{m}^4$ .

$Va$  = *Advance Speed dari prop. Iler.*

=  $9,679 \text{ Knot.}$

$n$  = *Koreksi putaran baling-baling perdetik*

=  $6,570 \text{ Rps.}$

- Untuk B4-40

$Do = 2,259 \text{ m, } \tau_c = 0,109 \text{ dan } T = 14348,774 \text{ Kg.}$

$$Fp' = \frac{14348,774}{0,109 \times 0,5 \times 104,5 \times (9,679^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,259 \times 6,570)^2)}$$

$$= 2,175 \text{ m}^2.$$



- Untuk B4-55

$$D_o = 2,184 \text{ m } \tau_c = 0,112 \text{ dan } T = 13448,458 \text{ Kg.}$$

$$Fp' = \frac{13448,458}{0,112 \times 0,5 \times 104,5 \times (9,679^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,184 \times 6,570)^2)}$$

$$= 2,111 \text{ m}^2.$$

- Untuk B4-70

$$D_o = 2,087 \text{ m } \tau_c = 0,120 \text{ dan } T = 12942,031 \text{ Kg}$$

$$Fp' = \frac{12942,031}{0,120 \times 0,5 \times 104,5 \times (9,679^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,087 \times 6,570)^2)}$$

$$= 2,060 \text{ m}^2.$$

Tabel 3.2.5 *project blade area ( Fp' )*

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Diameter optimum ( <i>Do</i> )	2,259	2,184	2,087
2	Thrust Coefficient ( $\tau_c$ )	0,109	0,112	0,120
3	Project blade area ( <i>Fp'</i> )	2,175	2,111	2,060

#### F. *Developed Blade Area ( Fp/Fa )*

Untuk menentukan *developed blade area ( F )* digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Propulsi Kapal* oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso M.SE halaman 125, yaitu :

$$\frac{Fp}{Fa} = 1,067 - \left( 0,229 \times \frac{H_o}{D} \right)$$

- Untuk B4-40 dengan  $H_o/D = 0,55$

$$\frac{Fp}{Fa} = 1,067 - (0,229 \times H_o/D)$$

$$= 1,067 - (0,229 \times 0,55)$$

$$= 0,902$$

#### *Developed Blade Ratio*

$$\frac{Fa}{F} = \frac{\text{Expanded Area of The Blades}}{\text{Disc Area of The Screw}}$$

$$= 0,40$$

**Developed Blade Area (  $F_a$  )**

$$\begin{aligned} F_a &= 0,55 \times F \\ &= 0,55 \times 3,744 \\ &= 2,059 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Project Area of The Blade (  $F_p$  )**

$$\begin{aligned} F_p &= F_a \times (F_p/F_a) \\ &= 2,059 \times 0,931 \\ &= 1,917 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**- Untuk B4-70 dan  $H_o/D = 0,67$**

$$\begin{aligned} \frac{F_p}{F_a} &= 1,067 - (0,229 \times H_o/D) \\ &= 1,067 - (0,229 \times 0,67) \\ &= 0,913 \end{aligned}$$

**Developed Blade Ratio**

$$\begin{aligned} \frac{F_p}{F} &= \frac{\text{Expanded Area of The Blades}}{\text{Disc Area of The Screw}} \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

**Disc Area of The Screw (  $F$  )**

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 2,087^2 \\ &= 3,419 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Developed Blade Area (  $F_a$  )**

$$\begin{aligned} F_a &= 0,70 \times F \\ &= 0,70 \times 3,419 \\ &= 2,393 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Disc Area of The Screw ( F )**

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 2,259^2 \\ &= 4,005 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Developed Blade Area ( Fa )**

$$\begin{aligned} Fa &= 0,40 \times F \\ &= 0,40 \times 4,005 \\ &= 1,602 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

**Project Area of The Blade ( Fp )**

$$\begin{aligned} Fp &= Fa \times (Fp/Fa) \\ &= 1,602 \times 0,902 \\ &= 1,445 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Untuk B4-55 dan  $Ho/D = 0,59$

$$\begin{aligned} \frac{Fp}{Fa} &= 1,067 - (0,229 \times Ho/D) \\ &= 1,067 - (0,229 \times 0,59) \\ &= 0,931 \end{aligned}$$

**Developed Blade Ratio**

$$\begin{aligned} \frac{Fp}{F} &= \frac{\text{Expanded Area of The Blades}}{\text{Disc Area of The Screw}} \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

**Disc Area of The Screw ( F )**

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 2,184^2 \\ &= 3,744 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

*Project Area of The Blade ( Fp )*

$$\begin{aligned} F_p &= F_a \times ( F_p/F_a ) \\ &= 2,393 \times 0,913 \\ &= 2,184 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

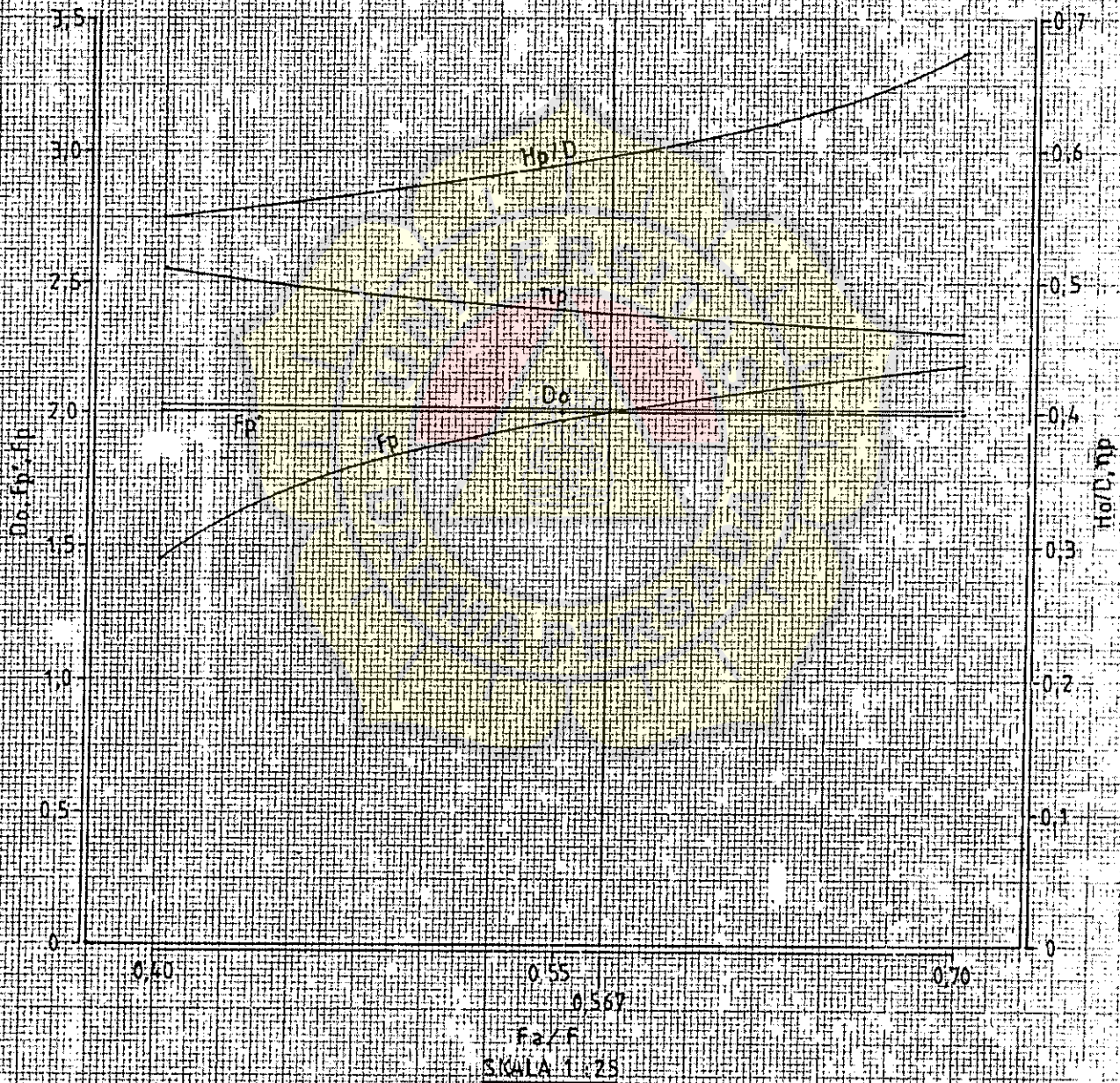
**III.3.2.3 Tabel Perhitungan Kavitasasi**

Setelah didapat dilakukan perhitungan kavitasasi diatas, langkah selanjutnya adalah untuk melakukan penggambaran grafik rancangan baling-baling. Berikut dibawah ini adalah tabel hasil perhitungan kavitasasi.

Tabel 3.2.4 Rencana baling-baling, untuk B4-40, B4-55 dan B4-70 dari perhitungan kavitasasi

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Diameter optimum (Do)	2,259	2,184	2,087
2	Pitch Ratio (Ho/D)	0,55	0,59	0,67
3	Propeller Efisiensi ( $\eta_p$ )	51%	47,8%	46%
4	Konstanta Kavitasasi ( $\sigma_{0,7}$ )	0,207	0,220	0,239
5	Thrust Coeffisient ( $\tau_c$ )	0,109	0,112	0,120
6	Kavitasasi	< 5 %	< 5 %	< 5 %
7	Project blade area (Fp')	2,175	2,111	2,060
8	Developed Blade Area (Fp/Fa)	0,902	0,931	0,913
9	Developed Blade Ratio (Fa/F)	0,40	0,55	0,70
10	Disk Area of The Screw (F)	4,005	3,744	3,419
11	Developed Blade Area (Fa)	1,602	2,059	2,393
12	Projected Blade Area (Fp)	1,445	1,917	2,184

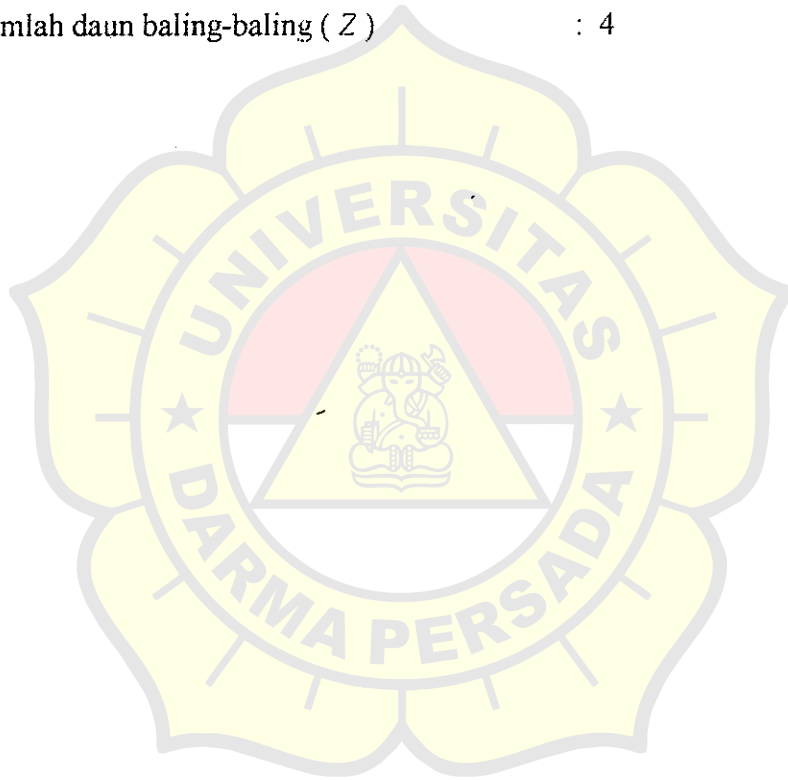
GAMBAR 33.2 KURVA PERENCANAAN BALING-BALING



### III.3.3 Pemilihan Baling-Baling

Dari gambar kurva perencanaan baling-baling didapatkan harga-harga perbandingan yang diperoleh dari proyeksi perpotongan kurva  $Fp$  dan  $Fp'$ . Dengan demikian spesifikasi baling-baling yang diperlukan untuk penggerak kapal rancangan ini adalah sebagai berikut:

- Tipe baling-baling berada pada : B4-55
- Diameter baling-baling ( $D$ ) : 2,100 m
- *Pitch Ratio* baling-baling ( $Hc/D$ ) : 0,595
- *Developed Blade Ratio* ( $F'a/F'$ ) : 0,567
- Effisiensi baling-baling ( $\eta_p$ ) : 47,5 %
- Jumlah daun baling-baling ( $Z$ ) : 4



### III.4. RENCANA UMUM (*GENERAL ARRANGEMENT*)

#### III.4.1. Penentuan Letak Sekat

a. Sekat Tubrukan (*Collision Bulkheads*)

Untuk jarak sekat tubrukan pada kapal rancangan ini  $0,05 \times L_{pp} = 2,225$  m dari FP.

b. Sekat Buritan (*After Peak Bulkheads*)

Diletakkan pada jarak 3,3 m dari AP, sekurang-kurangnya 3 kali jarak gading dari ujung depan *Boss*.

c. Jarak Gading (*Frame Spacing*)

Berdasarkan peraturan klasifikasi dan konstruksi kapal dari *Nippon Kaiji Kyokai* (NK) 1997 Part C Chapter 7.2.1, standar dari jarak gading adalah :

$$\begin{aligned}Fs &= 450 + 2 I && (\text{mm}) \\ &= 450 + (2 \times 44,50) \\ &= 539 \text{ mm} \approx 550 \text{ mm} \\ &= 0,55 \text{ m.}\end{aligned}$$

#### III.4.2. Susunan Anak Buah Kapal

1. Nahkoda ( <i>Master</i> )	1 orang
2. Dinas <i>Deck</i>	
- <i>Fishing Master</i>	1 orang
- Mualim I ( <i>Chief Officer</i> )	1 orang
- Mualim II ( <i>2<sup>nd</sup> Officer</i> )	1 orang
- Bosun	1 orang
- Operator Radio ( <i>Radio Officer</i> )	1 orang
- Anak Buah Kapal ( <i>Deck Crews</i> )	16 orang
3. Pelayan	
- Juru Masak	1 orang
- Pelayan ( <i>Boys</i> )	1 orang
4. Dinas Mesin	
- Kepala Kamar Mesin ( <i>Chief Engineer</i> )	1 orang
- Masinis I ( <i>1<sup>st</sup> Engineer</i> )	1 orang
- Juru Teknik Listrik ( <i>Electricians</i> )	1 orang

- Juru Teknik Pendingin	1 orang
- Juru Oli ( <i>Oiler</i> )	2 orang
<hr/>	
Jumlah keseluruhan Anak Buah Kapal	30 orang

### III.4.3. Perlengkapan dan Peralatan *Deck*

#### 1. Jangkar dan Peralatannya

##### a. Jangkar

Untuk menentukan ukuran jangkar yang digunakan, haruslah menentukan *Equipment Number* (EN). Dalam peraturan klasifikasi dan konstruksi kapal *Class NK 1997 Part C Chapter 27.1.2, Equipment Number* (EN) adalah :

$$EN = W^{2/3} + 2.0hB + 0.1A$$

dimana :

$W$  = *Displacement full load* = 825,438 Ton

$h$  = Tinggi efektif diukur dari garis muat sampai puncak teratas rumah geladak.

$$h = f + h'$$

dimana :  $f$  = Tinggi lambung timbul  
= 1,0 m

$h'$  = Tinggi dari *uppermost continuous deck* sampai ke puncak *uppermost superstructure* = 4,60 m.

$$h = 1,0 + 4,60$$

$$= 5,60 \text{ m}$$

$B$  = Lebar kapal = 8,5 m

$$A = fL + \Sigma h''l$$

dimana :  $A$  = Luas pandangan samping lambung kapal atau bangunan atas di atas garis muat.

$$fL = 1,0 \times 44,5$$

$$= 44,5 \text{ m}^2$$

$\Sigma h''l$  = Jumlah perkalian tinggi dan panjang dari tiap bangunan atas.



$$\begin{aligned}
 \text{Poop Deck} &= (2,6 \times 28,1) &= 73,06 \text{ m}^2 \\
 \text{Deck House} &= (2,6 \times 2,75) + (2,0 \times 21,5) &= 50,15 \text{ m}^2 \\
 \text{Forecastle} &= (0,9 \times 8,2) &= 7,38 \text{ m}^2 + \\
 \hline
 \Sigma h^2 L &= 130,59 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$A = 44,5 + 130,59 = 175,09 \text{ m}^2.$$

$$EN = (825,438^{2/3}) + 2,0 (5,60) (8,5) + 0,1 (175,09)$$

$$EN = 200,703 \text{ m}^2$$

Dari angka  $EN$  tersebut diatas ditentukan jangkar yang digunakan berdasarkan tabel C 27.1, peraturan klasifikasi dan konstruksi kapal *Class NK 1997 Part C* hal. 135 :

Untuk  $EN = (175 - 205)$  :

Jumlah jangkar tanpa tongkat (*Stockless*) = 2 buah

berat tiap jangkar = 570 kg

b. Rantai jangkar

Berdasarkan Tabel C 27.1 untuk  $EN = (175 - 205)$

Diameter rantai = 26 mm dengan *grade 1*

Panjang total = 302,5 m

c. Tali Tambat

Berdasarkan Tabel C 27.1 untuk  $EN = (175 - 205)$

Panjang = 120 m

Beban putus = 64 kN

Jumlah = 3 buah

## 2. Bak Penyimpanan Rantai Jangkar (*Chain locker*)

Dalam buku *Sistem dan Perlengkapan Kapal*, yang disusun oleh Soekarsono N.A, perhitungan volume *chain locker* adalah sebagai berikut :

$$Sm = d^2$$

dimana :

$Sm$  = volume *chain locker* untuk panjang rantai jangkar 100 *fathoms* (183 m) dalam  $\text{m}^3$ .

$d$  = diameter rantai dalam milimeter = 24 mm.

Dengan diameter 24 mm didapatkan volume *chair locker* dari gambar 28 ialah 0,80 m<sup>3</sup>.

### 3. Mesin Jangkar dan Mesin Tambat

#### a. Mesin Jangkar

Tipe : *Electro Hydraulic*  
Lokasi : Haluan  
Jumlah : 2 buah  
Jumlah roda rantai : 4 buah

Mesin jangkar harus mampu mengangkat 2 buah jangkar dan 80 meter rantai pada kecepatan yang ditetapkan.

Tiap roda rantai jangkar dan drum penggulung harus dipasangkan alat pengerem (*hand brake*) dan kopling yang dioperasikan dengan tangan.

#### b. Mesin Tambat

Tipe : *Electro Hydraulic*  
Lokasi : Buritan dan Haluan  
Jumlah : 2 buah  
Jumlah drum penggulung tali : 4 buah (2 haluan & 2 buritan)

Tiap drum penggulung harus dilengkapi dengan kopling dan rem (*hand brake*) yang dioperasikan dengan tangan.

### 4. Tutup Palka

Tipe : Tutup palka kedap cuaca, *single skinned, single pull*.  
Pengoperasian : Dengan tarikan kawat baja oleh keran geladak.

Tabel 4.1.1 dimensi tutup palka

Nomor Palkah	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi Ambang Palkah (mm)
No. 1	1300	2500	900
No. 2	1650	1650	900
No. 3	1300	1100	900

### 5. Keran Geladak

Kapal dilengkapi dengan 1 (satu) keran geladak yang dioperasikan secara manual dengan kapasitas 1 ton pada radius 5,5 m .

Keran tersebut dipasang antara lubang palka dan dilengkapi dengan lampu-lampu kerja (*cargo lamp*) dan perlengkapan lain yang diperlukan.

### III.4.4. Mesin Kemudi dan *Instrument Nautis*

#### 1. Mesin Kemudi

Mesin Kemudi :

Jumlah : 1 set

Tipe : *Electro Hydraulic, trunk piston type.*

Pompa :

Pompa : 2 set

Tipe : *Vane*

Motor :

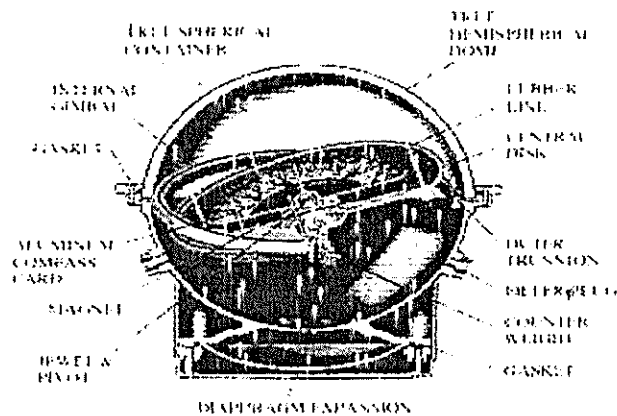
Motor : 2 set

Mesin kemudi harus dipasang di dalam ruang mesin kemudi dan dilengkapi 2 (dua) unit pompa *hydraulic* yang dapat bekerja sendiri dan tidak saling berkaitan. Kedua pompa mempunyai kapasitas yang sama dan mampu menggerakkan daun kemudi dari posisi 35° pada salah satu sisi ke sisi lain 30° dalam waktu 28 detik saat kapal melaju pada kecepatan yang ditentukan.

#### 2. *Instrument Nautis*

*Instrument Nautis* harus sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku dan standar yang ditentukan Pabrik. Adapun *Instrument Nautis* yang dipakai adalah sebagai berikut :

a. Kompas Magnit (*Magnetic Compass*)



\*Sumber : Internet, <http://oceanograph.co.id>, 2002.

Satu Standar Kompas Magnit yang dilengkapi dengan alat baringan antara lain 1 (satu) *shadow pin*, 1 (satu) *azimuth mirror*, 1 (satu) *course magnifier* dan 1 (satu) *azimuth circle*.

b. Instrumen Lainnya

- 1 (satu) *Sextant*
- 1 (satu) *Prismatic Binooculars*
- 1 (satu) *Chronometer*
- 1 (satu) *Radio Clock* di ruang radio
- 1 (satu) *Stop Watch*
- 1 (satu) *Thermometer* air laut 5° C sampai 60° C
- 1 (satu) *Thermometer atmospher* -20° C sampai 60° C
- 1 (satu) *Clinometer* tipe jam di ruang kemudi
- 1 (satu) *Clinometer* tipe pendulum 300 mm di ruang mesin
- 2 (dua) Mistar sejajar
- 2 (dua) Jangka semat
- 8 (delapan) pemberat peta
- 2 (dua) *Hand Lead*, 3,2 kg
- 1 (satu) *Deep sea lead*, 12,7 kg
- 1 (satu) *barometer*
- 1 (satu) set Radar
- 1 (satu) set *Echo sounder* dan 1 (satu) set *Anemometer*

c. Bendera dan Buku Isyarat

- 1 (satu) *Intenational signal flag set*, 0,86 x 0,71 m
- 1 (satu) *Ships name flag set*, 0,86 x 0,71 m
- 1 (satu) *Blue peter*, 0,86 x 0,71 m
- 1 (satu) *Quarantine flag*, 0,86 x 0,71 m
- 1 (satu) *Pilot flag*, 0,86 x 0,71 m
- 1 (satu) *National flag*, 1,20 x 1,80 m dan 0,90 x 1,20 m
- 1 (satu) *Signal code book*
- 1 (satu) *Register book*
- 1 (satu) *Tide table, domestic issue and foreign issue each*
- 1 (satu) *Nautical almanac*
- 1 (satu) Daftar ilmu pelayaran
- 1 (satu) set peta laut

d. Isyarat dan Komunikasi

1.) Lampu navigasi dan lampu isyarat

- Lampu Tiang (*Masthead Light*)

Lampu berwarna putih yang ditempatkan di atas sumbu tengah muka dan belakang kapal yang memperlihatkan cahaya yang tidak terputus meliputi busur cakrawala 225° dipasang sedemikian rupa sehingga memperlihatkan cahaya dari lurus ke muka sampai 22,5° lebih ke belakang dari arah melintang pada setiap sisi kapal. Daya tampak dari lampu tiang harus dapat dilihat pada jarak minimum 6 mil.

- Lampu Lambung (*Side Light*)

Lampu hijau di lambung kanan dan merah di lambung kiri masing-masing memperlihatkan cahaya yang tidak terputus meliputi busur cakrawala sebesar 122,5° dan dipasang sedemikian rupa sehingga memperlihatkan cahaya dari lurus ke muka 22,5° lebih ke belakang dari arah melintang pada sisi masing-masing. Daya tampak dari lampu lambung harus dapat dilihat pada jarak minimum 3 mil.

- **Lampu Buritan (*Stern Light*)**  
Lampu yang ditempatkan sedekat mungkin yang dapat dilaksanakan di buritan memperlihatkan cahaya yang tidak terputus meliputi busur cakrawala dari  $135^{\circ}$  dan dipasang sedemikian rupa hingga memperlihatkan cahaya  $67,5^{\circ}$  dari lurus ke belakang pada masing-masing sisi kapal. Daya tampak dari lampu buritan harus dapat dilihat pada jarak minimum 3 mil.
- **Lampu Keliling**  
Sebuah lampu yang memperlihatkan cahaya yang tidak terputus-putus meliputi busur cakrawala dari  $360^{\circ}$ . Daya tampak dari lampu keliling harus dapat dilihat pada jarak minimum 3 mil.
- **Lampu Jangkar (*Anchor Light*)**  
Sebuah lampu yang nampak jelas pada seluruh bidang Horizontal dengan sudut  $360^{\circ}$  dengan warna putih, dengan jarak pandang minimum 3 mil laut.
- **Lampu Kelip (*Flashing Light*)**  
Adalah Lampu yang berketap-kelip dengan selang waktu yang teratur pada frekuensi 120 kelipan per menit.
- **Lampu Morse (*Morse Signal Light*)**  
Adalah Lampu yang dipergunakan untuk mengirim isyarat *morse* dan harus dapat dipakai baik malam atau siang hari.
- **Lampu Sorot (*Search Light*)**  
Adalah lampu yang dipasang dan dilengkapi dengan *Reflector* yang dipasang pada anjungan kapal yang dipergunakan untuk menerangi suatu objek pada jarak yang jauh dari kapal.
- **Lampu Geladak / Sekoci**  
Adalah sebuah lampu yang dipergunakan untuk penerangan geladak sekoci pada waktu malam hari, jika terjadi kejadian darurat pada kapal.

2). *VHF Radio Telephone*

Dipasang sebuah *VHF Transceiver* 25 watt output dan 55 Channel, *Direct Control Synthesized, duplex dual watch* dengan kontrol yang dekat dengan kedua kaki kemudi, suplay tenaga diambil dari baterai untuk komunikasi.

3). *SSB Radio Telephone*

Dipasang sebuah *SSB radio Telephone* dengan suatu daerah frekuensi 1.6 MHz sampai 1.8 MHz, *Output* 150 Watt .

4). *Radio Buoy*

Dipasang sebuah *Radio Buoy* yang berfungsi untuk mengetahui posisi dari masing-masing *buoy* pelampung tali pancing yang telah dilepas.

5). *Echo Sounder*



\*Sumber : Internet, <http://oceanograph.co.id>, 2002.

Dipasang dirumah kemudi sebuah *digital depth indicator* untuk kedalaman 0-800 meter dan sebuah alarm kedalaman.

#### III.4.5. Instrumen Kapal Ikan

Dalam industri perikanan modern berhasilnya operasi penangkapan tergantung pada peralatan elektronik, terutama *Instrumen Akustik* serta pengelolaan alat penangkap ikan tersebut antara lain :

1. *Sonar Fish Finder*

*Sonar* digunakan untuk mendeteksi kelompok Ikan dengan menggunakan beam yang umumnya diarahkan secara horizontal dari 0° - 360° keseluruhan arah, sehingga dengan demikian diharapkan efisiensi penangkapan ikan akan lebih baik.

## 2. *Integrated Fish Finding Console*

Komponen ini adalah gabungan dari sebuah *echo sounder*, *search light sonar*, *echo scale expander* dan *automatic course recorder*. Fungsi daripada alat ini adalah untuk mengamati dan mengontrol operasi penangkapan ikan secara keseluruhan.

### III.4.6. Alat-Alat Keselamatan Pelayaran

Kapal ini harus dilengkapi dengan peralatan keselamatan yang diperlukan untuk memenuhi peraturan keselamatan jiwa di laut. Alat keselamatan ini harus dilengkapi dengan sertifikat yang berlaku.

#### 1. Rakit Penolong ( *Life Raft* )

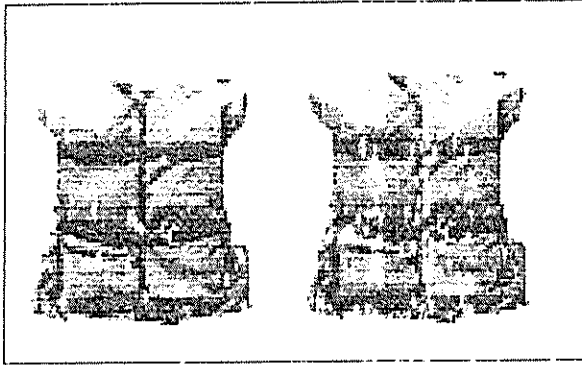


\*Sumber : Internet, <http://oceanograph.co.id>, 2002.

Merk : *Switlik CLR - 1*  
Tipe : *Coastal Inflatable Liferaft*  
Jumlah : 2 unit  
Kapasitas : 1 unit maksimal 15 Orang.



## 2. Baju Penolong (*Life Jacket*)



\*Sumber : Internet, <http://oceanograph.co.id>, 2002.

Merk : *Viking – PFD L 1*

Ukuran : Panjang 28,56cm x lebar 55,93cm x Tebal 16,4cm

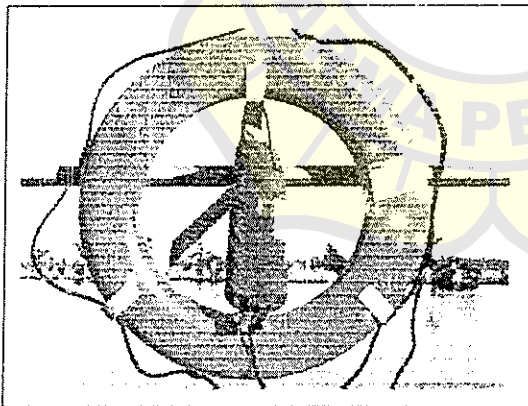
Sesuai dengan *Torremolinos International Convention For The Safety Of Fishing Vessels*, 1977, jumlah *life jacket* harus ditambah 5% dari jumlah awak kapal, maka :

*Life jacket* = 105% x awak kapal

= 105% x 30 orang

= 32 unit.

## 3. Pelampung Penolong (*Life Buoy*)



\*Sumber : Internet, <http://oceanograph.co.id>, 2002.

Merk : *Viking – RB 30s*

Tipe : *Line Throwing*

Ukuran : Diameter 30 cm x tebal 15 cm

Panjang Tali : 27,5 m

Jumlah : Dua unit

Selain dua unit Pelampung penolong (*Life buoy*) yang menggunakan tali (*Line Throwing*) yang diletakkan disisi kiri dan kanan kapal, dilengkapi dengan dua unit pelampung (*Life buoy*) yang tidak mempunyai tali tetapi menggunakan lampu penerangan. Jadi total pelampung yang dimiliki pada kapal rancangan adalah 4 unit.

#### III.4.7. Pemadam Kebakaran

Secara umum sistim pemadam kebakaran harus dilengkapi sebagai berikut:

1. Ruang muat

Sistim pemadam dengan CO<sub>2</sub>, sistim pemadam dengan air laut dan sistim deteksi asap.

2. Ruang mesin

Sistim pemadam dengan, sistim pemadam dengan air laut, pemadam kebakaran jinjing dan sistem deteksi asap.

3. Ruang akomodasi dan gudang

Sistim pemadam dengan air laut, pemadam kebakaran jinjing dan sistim deteksi asap untuk koridor, anak tangga dan lorong-lorong.

Di atas sistim pemadam kebakaran harus dilengkapi dengan peralatan-peralatan lain sesuai persyaratan pemadam kebakaran.

#### III.4.8. Perencanaan dan Pengaturan Ruangan di Kapal

Rencana Umum suatu kapal dapat didefinisikan sebagai penempatan ruangan-ruangan untuk berbagai fungsi dan peralatan yang diperlukan diatas kapal, dengan mengatur lokasi serta jalan atau gang-gang yang sebaik-baiknya. Penempatan ruangan yang perlu diperhatikan adalah :

1). Ruang Pendingin (*Air Freezing Room*)

Merupakan ruangan yang digunakan untuk mendinginkan ikan sehingga mencapai titik bekunya. Proses pendinginan yang dilakukan adalah proses pendinginan cepat (*Quick Freezing*). Pada rancangan ini mempunyai empat buah ruangan *freezer* dengan masing-masing volumenya adalah sebesar 23,65 m<sup>3</sup> dan kapasitas maksimum pada satu ruangan adalah 4 ton / hari atau sekitar

186 ekor ikan sehingga volume total ruangan *freezer* adalah 94,60 m<sup>3</sup> dan kapasitas totalnya adalah 16 ton/hari atau sekitar 744 ekor.

Pada ruangan pendingin ini dirancang titik pembekuan pada suhu -1°C. Fluida yang digunakan adalah *R-134a* yang mempunyai laju alir volume rendah. Pengaturan suhu udara penting karena mutu ikan cakalang tetap lebih segar dan tahan lama tanpa merusak daging ikan tersebut adalah tergantung pada cara mendinginkannya dan pada saat proses pembersihannya.

Tabel 4.1.2 Pelapis (*Insulating*) yang digunakan pada ruangan *Freezer*

Posisi Konstruksi	Pelapis ( <i>Insulating</i> )	Tebal (cm)
Batas Atas	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	0,9 / 0,2
	<i>Urethane</i>	15
	Plat Baja	0,6
Batas Bawah	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	5,5 / 0,2
	<i>Urethane</i>	12
	Plat baja	0,6
Batas Kiri	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	1,2 / 0,2
	<i>Urethane</i>	18
	Plat baja	0,6
Batas Kanan	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	1,2 / 0,2
	<i>Urethane</i>	18
	Plat baja	0,6
Batas Belakang	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	1,2 / 0,2
	<i>Urethane</i>	18
	Plat baja	0,6
Batas Depan	<i>Plywood / Stainless Steel</i>	1,2 / 0,2
	<i>Urethane</i>	18
	Plat baja	0,6

\*Sumber : Kapal Ikan Samudra 17

## 2). Ruang Muat (*Fish Hold*)

Ikan yang telah mengalami pendinginan cepat sampai mencapai titik bekunya diruang *freezer*, selanjutnya akan mengalami proses pembekuan di *fish hold*. Proses yang terjadi disini meliputi proses-proses pelapisan kalor laten hingga seluruh ikan menjadi beku, proses pembekuan hingga mencapai temperatur beku ikan yang diinginkan serta mempertahankan kondisi beku ikan selama pelayaran.

Ruang muat harus direncanakan dengan baik agar dapat mendukung sebagai tempat penyimpanan hasil tangkapan.

Pembagian ruang muat pada rancangan kapal ini direncanakan sebanyak tiga buah ruang yaitu: *Fish hold* no.1 (kanan dan kiri), *Fish hold* no.2 dan *Fish hold* no.3.

Adapun kapasitas Ruang Muat yang direncanakan adalah sebesar 519,084 m<sup>3</sup> dengan perincian sebagai berikut:

- a. Ruang muat no.1 kanan dan kiri (fr 59 s/d 70) masing-masing volume ruang muat 56,792 m<sup>3</sup>.
- b. Ruang muat no.2 (fr 42 s/d 59), dengan volume ruang 207,265 m<sup>3</sup>
- c. Ruang muat no.3 (fr 23 s/d 42), dengan volume ruang 198,232 m<sup>3</sup>

Temperatur pendingin pada ketiga ruangan ini dirancang pada suhu -30°C.

Tabel 4.1.3 Pelapis (*Insulating*) yang digunakan pada ruang muat

Posisi Konstruksi	Pelapis ( <i>Insulating</i> )	Tebal (cm)
Batas Atas	Plywood / Stainless Steel	0,9 / 0,2
	Urethane	15
	Plywood	0,6
	Plat Baja	6,5
Batas Bawah	Plywood / Stainless Steel	2,1 / 0,2
	Urethane	10
	Plywood	0,9
	Plat Baja	0,6
Batas Kiri	Plywood / Stainless Steel	1,2 / 0,2
	Urethane	18
	Plat Baja	0,8
Batas Kanan	Plywood / Stainless Steel	1,2 / 0,2
	Urethane	18
	Plat Baja	0,8
Batas Belakang	Plywood / Stainless Steel	1,2 / 0,2
	Urethane	18
	Plat Baja	0,8
Batas Depan	Plywood / Stainless Steel	1,2 / 0,2
	Urethane	18
	Plat Baja	0,8

\*Sumber : Kapal Ikan Samudra 17

### 3). Ruang Mesin (*Engine Room*)

Instalasi ruang permesinan dipasang menurut Class BKI, permesinan dan perlengkapannya harus cocok dipakai untuk daerah tropis. Lay Out dari kamar mesin, sistem pipa dan semua perlengkapan disusun sedemikian rupa sehingga

masih tersedia ruangan yang memudahkan untuk perawatan dan pengoperasian instalasi mesin. Panjang kamar mesin minimum menurut pedoman adalah dua kali panjang mesin utama. Adapun Ruangan ini berukuran Panjang 6,60 m, lebar 2,60 m dan tinggi maksimum 2,85 m.

- Mesin Induk

Dalam perancangan ini digunakan satu unit mesin Induk merk Yanmar, tipe Z280-EN, dengan ukuran panjang 4947,5 mm, lebar 1540 mm dan tinggi 2658 mm dan berat 17,95 ton .

- Mesin Bantu

Mesin bantu digunakan pada saat pelayaran dan pada saat operasi penangkapan dilaksanakan yaitu, sebagai sumber tenaga listrik seperti pada sistem penerangan dikapal, sistem *air condition*, sistem pompa-pompa, peralatan tangkap, dll. Dalam perancangan ini digunakan dua unit mesin bantu dimana salah satunya dijadikan cadangan.

Adapun Mesin Bantu yang digunakan adalah merk Yanmar, tipe S165L-EN, mempunyai 6 silinder, dan berat 2,90 ton. Ukuran panjang 2181 mm, lebar 1070 mm dan tinggi 1581 mm.

5). Ruang Mesin Pendingin (*Refrigerated Machine Room*)

Merupakan ruangan yang digunakan untuk meletakkan mesin pendingin beserta peralatan pendingin lainnya sesuai dengan sistem yang digunakan. Dalam hal ini sistem absorpsi yang menggunakan alat-alat seperti *evaporator*, *kondensor*, generator uap, *absorber* dll. Mesin dan perlengkapan pendingin ditempatkan tidak kurang 100 mm dari partisi. Ruang mesin pendingin diletakkan dalam kompartemen yang berbeda dengan ruangan mesin utama. Bahan-bahan pelapis (*Insulating*) yang digunakan pada ruangan ini adalah *Foam Plastic FS-7* dengan Konduktivitas termal 0,058 W/(m.deg) dan menggunakan bahan dasar campuran antara *phenolformaldehyde resin*, *asbestos*, *urotropine* dan *fiberglass*. Bahan ini dipilih karena mempunyai konduktivitas termal yang rendah, tidak terbakar, stabil, tidak terserang jamur (*fungi*) dan tidak membutuhkan perlakuan yang khusus dalam pemasangan. Panjang ruangan ini 2,7 m lebar 3,4 m tinggi maksimum 2,3 m.

- Mesin Pendingin.

Mesin pendingin adalah mesin yang digunakan untuk mendinginkan ruangan muat, ruangan preparasi, ruangan *freezer*. Layout dari mesin ini diatur sedemikian rupa sehingga dapat memaksimalkan fungsi kerja dari alat-alat pendingin.

Adapun sistem pendingin yang digunakan adalah sistem *Absorpsi* yaitu sistem pendingin yang memanfaatkan panas gas buang motor diesel. Sistem ini mempunyai siklus refrigerasi (*Refrigeration Cycle*) dan siklus kerja (*Power Cycle*). Pada siklus refrigerasi dilengkapi dengan *Evaporator* dan *Kondensor*, sedangkan pada siklus kerjanya dilengkapi dengan *Absorber* dan Generator uap (*Vapour generator*, semacam *boiler*) yang memerlukan energi dalam bentuk panas. Fluida yang digunakan adalah *R-134a*, yang dapat terevaporasi pada suhu sebelum mencapai  $-30^{\circ}\text{C}$ .

6). Ruang Akomodasi

Perencanaan dan penempatan ruangan untuk anak buah kapal, harus memperhatikan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi. Adapun ruangan-ruangan tersebut adalah :

a). Ruang Tidur

- Akomodasi untuk *deck engine* dan *steward departemen* dirancang terpisah
- Luas ruangan  $2,8 \text{ m}^2 / \text{orang}$  atau  $6 \text{ m}^2 / 3 \text{ orang}$
- Tinggi bebas diatas kepala minimal 191 cm
- Susunan tempat tidur maksimal 2 (dua) tingkat dan mempunyai ukuran minimal  $76 \times 193 \text{ cm}$ .

b). Ruang *saniter*

- Harus tersedia minimal 1 toilet, 1 *wash basin* dan 1 *shower* untuk 8 orang ABK. Tiap ruang toilet harus ada *wash basin*.
- Toilet dan *shower* untuk *deck, engine* dan *stewards* harus terpisah.

c). Ruang Umum / *Mess Room* (ruang makan perwira ABK)

- Harus diletakkan dekat dengan dapur / *galley*
- Harus tersedia cukup untuk menampung ABK.

- d). Ruang Dapur / *Galley*
- Diletakkan dekat dengan *Mess Room*, bila berjauhan harus ada *Pantry*
  - Harus dilengkapi dengan *Exhaust Fan* untuk menghisap debu dan asap keluar ruangan
  - Harus terhindar dari asap dan debu serta tidak boleh ada *opening* langsung antara *galley* dan ruangan tidur.

e). Ruang Gudang Makanan (*Provision Store*)

Dalam merancang ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. *Dry Provision Store* yaitu, gudang yang dirancang untuk menyimpan barang-barang berbentuk curah atau berbentuk lain yang tidak memerlukan pendingin
2. *Freezing Provision Store* yaitu, gudang yang dirancang untuk menyimpan bahan makanan dan bahan mentah lainnya yang memerlukan pendingin agar tetap segar dan baik selama pelayaran.

f). Ruang Navigasi (*Navigation Room*)

Pada kapal rancangan ini Ruang Navigasi terdiri dari :

a. *Wheel House*

- Terletak pada *deck* teratas
- Pandangan dari *Wheel house* ke arah samping dan depan tidak boleh terhalang dan pandangan ke arah haluan harus memotong garis air, tidak boleh lebih dari 1,25 panjang kapal.
- Mempunyai pintu samping kiri dan kanan dan mempunyai *flying bridge* sampai ke sisi kapal.

b. *Chart Room*

- Terletak tepat dibelakang *Wheel house*
- Meja peta harus terletak melintang kapal dan merapat dengan dinding depan. Panjang meja sekitar 1,2 – 1,8 m.
- Antara *Chart room* dengan *wheel house* dihubungkan dengan jendela atau pintu geser untuk hubungan secara langsung.

c. *Radio Room*

- Ditempatkan setinggi mungkin diatas kapal dan harus terlindung dari air dan gangguan suara.
- Ruangan ini harus terpisah dari kegiatan-kegiatan lainnya.

Dengan mengikuti persyaratan-persyaratan untuk kapal ikan diatas maka Rencana Umum kapal rancangan ini digambar mengikuti acuan terselut.





### III.5. TONNAGE DAN LAMBUNG TIMBUL

#### III.5.1. Pengertian *Tonnage*

Kapal dalam fungsinya sebagai alat angkut yang dipergunakan dalam kegiatan ekonomi, maka kapal tersebut tentulah dikenakan pajak-pajak serta memerlukan biaya sehubungan dengan kegiatannya itu. Dapat dimaklumi, bahwa makin besar sebuah kapal, akan makin besar pula pajak serta ongkos-ongkos yang harus dikeluarkannya. Sebagaimana diketahui, pertambahan besar kapal itu sangat bervariasi baik terhadap panjang, lebar maupun tingginya.

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

Dapat disimpulkan guna *tonnage* adalah :

- a. Untuk menunjukkan ukuran besarnya kapal, yaitu kapasitas muainya.
- b. Bagi pemerintah adalah untuk dasar pegangan dalam memungut pajak diantaranya adalah pajak pelabuhan sebagai imbalan atas pelayanan yang telah diterima oleh kapal itu.
- c. Bagi pemilik kapal adalah untuk memperkirakan pendapatan maupun pengeluaran (pajak-pajak dan ongkos-ongkos) yang harus dikeluarkan pada kala waktu tertentu.
- d. *Tonnage* dipergunakan pula sebagai batasan-batasan terhadap berlakunya syarat-syarat keselamatan kapal ataupun beberapa syarat lain.
- e. Di galangan kapal, *tonnage* banyak digunakan sebagai pedoman dalam menetapkan tarif *docking* dan reparasi kapal.

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

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

*Tonnage* adalah suatu besaran volume, karena itu satuannya adalah satuan volume dimana 1 *RT* (satuan *register*) menunjukkan suatu ruangan sebesar 100 *Cubic feet* atau  $\frac{1}{0,353} \text{ m}^3$  atau sama dengan 2,8328  $\text{m}^3$ .

Untuk menghitung besarnya *Gross Register Tonnage* dan *Netto Register Tonnage* kapal dipakai peraturan *International Convention On Tonnage Measurement Of Ship* 1969, dimana *Gross Tonnage* (*GT*) dari sebuah kapal ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$GT = K_1 \times V$$

dimana :

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

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

Sedangkan *Net Tonnage* dari sebuah kapal ditentukan dengan rumus sebagai

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

dimana :  $V_c$  = Volume total dari ruang muat dalam  $\text{m}^3$ .

$$K_2 = 0,2 + 0,002 \text{ Log } V_c$$

$H$  = Tinggi Kapal (m).

$T$  = Sarat kapal (m).

### III.5.2. Perhitungan *Gross Register Tonnage* (*GRT*)

Ruangan-ruangan yang termasuk dalam perhitungan muatan untuk mendapatkan volume *Gross Register Tonnage* adalah :

- Ruangan-ruangan di bawah *tonnage deck*.
- Ruangan-ruangan yang berada diantara *poop deck* dan *tonnage deck*.
- Ruangan-ruangan pada *upper deck* yang mempunyai cara penutupan yang permanen, yang dapat dipergunakan untuk muatan, akomodasi awak kapal.
- Ruangan-ruangan tertutup, sebagai ruang palka.

### 1. Ruangan di bawah *Tonnage Deck*

Adalah seluruh ruangan yang tertutup kulit kapal di bawah *tonnage deck*, dimana yang dimaksud dengan *tonnage deck* adalah ruangan yang diukur sampai dengan *upper deck*.

Perhitungan volume di bawah *tonnage deck* :

- a. Volume *Main Part*.
- b. Volume *Cant Part* :
  1. Volume di belakang AP.
  2. Volume di depan FP.

#### a. Volume *Main Part*

No. Ordinat	Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
AP	8,460	0,5	4,230
0,5	11,615	2	23,230
1	16,619	1	16,619
1,5	21,843	2	43,686
2	26,410	1,5	39,615
3	31,323	4	125,292
4	33,483	2	66,966
5	34,033	4	136,132
6	29,175	2	58,350
7	26,313	4	105,252
8	20,069	1,5	30,103
8,5	15,504	2	31,008
9	10,166	1	10,166
9,5	4,784	2	3,568
FP	0,798	0,5	0,399
$\Sigma =$			694,616

$$h = \frac{L_{pp}}{\text{Ordinat}}$$

$$= \frac{44,5}{10} = 4,45 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \frac{1}{3} \times h \times \Sigma$$

$$= \frac{1}{3} \times 4,45 \times 694,616$$

$$= 1030,347 \text{ m}^3$$

b. Volume *Cant Part*

1. Volume di belakang *AP*

No. Ordinat	Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
AP	8,460	1	8,460
PP	2,842	4	11,368
FP	0,000	1	0
$\Sigma =$			19,828

$$h = \text{Length of can't part} / 2$$

$$h = 3,3 / 2 \text{ m} = 1,65 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1} &= \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \\ &= \frac{1}{3} \times 1,65 \times 19,828 \\ &= 10,905 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Bagian depan FP

No. Ordinat	Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
FP	0,798	1	0,798
A	0,068	4	0,272
B	0	1	0
$\Sigma =$			1,070

$$h = 0,25 / 2 = 0,125 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 2} &= \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \\ &= \frac{1}{3} \times 0,125 \times 1,070 \\ &= 0,044 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total di bawah Tonnage Deck} &= 1030,347 + 10,905 + 0,044 \\ &= 1041,296 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume ruangan di atas *Tonnage Deck* terdiri dari :

- a. Volume ruangan di bawah *Poop deck*.
- b. Volume ruangan di bawah *Compass deck*.
- c. Volume ruangan di bawah *Forecastle deck*.
- d. Volume Ambang Palkah (*Hatch Coaming*).
- e. Volume Cerobong Asap (*Funnel*).

Adapun volume dari ruangan-ruangan tersebut adalah :

**a. Volume Ruangan di bawah *Poop deck***

Frame	Area (m <sup>2</sup> )	FS	Hasil
AP	15,087	1	15,087
1	15,087	4	60,348
2	15,087	2	30,174
3	15,087	4	60,348
4	15,087	2	30,174
5	17,638	4	70,552
6	17,638	2	35,276
7	17,638	4	70,552
8	17,638	2	35,276
9	17,638	4	70,552
10	17,638	1	17,638
		Σ =	495,975

$$L = 23,00 \text{ m}$$

$$h = \frac{L}{Ord} = \frac{23,00}{10} = 2,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 1} &= 2 \times \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \\ &= 2 \times \frac{1}{3} \times 2,30 \times 495,975 \\ &= 760,495 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Frame	Area (m <sup>2</sup> )	FS	Hasil
AP	15,087	1	15,087
-1	14,732	4	58,928
-2	14,377	2	28,754
-3	12,247	4	48,988
-4	0,000	1	0,000
		$\Sigma =$	151,757

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 2 \times \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 2,30 \times 151,757 \\
 &= 232,694 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Total ruangan di bawah Poop Deck} &= 760,495 + 232,694 \\
 &= 993,189 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**b. Volume ruangan dibawah-Compass deck.**

Bagian I

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= P \times L \times T \\
 &= 3,0 \times 5,5 \times 2,5 \\
 &= 41,250 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian II

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= P \times L \times T \\
 &= 1,6 \times 4,40 \times 2,5 \\
 &= 17,600 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian III

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= P \times L \times T \\
 &= 2,75 \times 5,00 \times 2,5 \\
 &= 34,375 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian IV

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P \times L \times T \\ &= 9,90 \times 4,6 \times 2 \\ &= 91,080 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Bagian V

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= P \times L \times T \\ &= 3,0 \times 5,20 \times 2,5 \\ &= 39,000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume Total ruangan dibawah *Compass deck* :

$$\begin{aligned} V_{\text{Tot.}} &= 41,250 + 17,600 + 34,375 + 91,080 + 39,000 \\ &= 223,305 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Volume ruangan di bawah *Forecastle deck*

Frame	Area (m <sup>2</sup> )	FS	Hasil
71	8,970	1	8,970
72	7,810	4	31,240
73	7,310	2	14,620
74	6,987	4	17,948
75	6,820	2	13,640
76	6,380	4	25,520
77	6,050	2	12,100
78	5,500	4	22,000
79	4,950	2	9,900
80	4,290	4	17,160
81	3,825	2	7,650
82	2,497	4	9,988
83	0,850	2	1,700
84	0,200	4	0,800
85	0,000	1	0,000
		$\Sigma =$	193,236

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 2 \times \frac{1}{3} \times h \times \Sigma \\
 &= 2 \times \frac{1}{3} \times 0,55 \times 193,236 \\
 &= 70,853 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

d. **Volume Ambang Palkah (*Hatch Coaming*)**

$$\begin{aligned}
 \text{Cargo Hold I (P)} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 1,300 \times 1,000 \times 0,8 \\
 &= 1,040 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cargo Hold I (S)} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 1,300 \times 1,000 \times 0,8 \\
 &= 1,040 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cargo Hold II} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 1,650 \times 1,650 \times 0,8 \\
 &= 2,178 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cargo Hold III} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\
 &= 1,300 \times 1,000 \times 0,8 \\
 &= 1,040 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Total} &= 1,040 + 1,040 + 2,178 + 1,040 \\
 &= 5,298 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

e. **Volume Cerobong Asap (*Funnel*)**

$$r_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume}_1 &= \left( \frac{\pi \cdot r^2}{2} \right) \times T \\
 &= \left( \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{2} \right) \times 2,3 \\
 &= 0,903 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Volume}_2 &= \left( \frac{\alpha + r}{2} \cdot h \cdot l \right) \times T \\ &= \left( \frac{0,5 + 0,7}{2} \cdot 0,8 \right) \times 2,4 \\ &= 1,152 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume}_3 &= \left( \frac{\pi \cdot r^2}{2} \right) \times T \\ &= \left( \frac{3,14 \cdot 0,7^2}{2} \right) \times 2,5 \\ &= 1,924 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Total Cerobong Asap (Funnel)} &= 0,903 + 1,152 + 1,924 \\ &= 3,979 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan *Gross Tonnage* Kapal

Volume total dari ruangan tertutup pada kapal adalah :

a. Volume ruangan di bawah <i>Tonnage Deck</i>	= 1041,296 m <sup>3</sup>
b. Volume ruangan di bawah <i>Poop Deck</i>	= 993,189 m <sup>3</sup>
c. Volume ruangan di bawah <i>Compass Deck</i>	= 223,305 m <sup>3</sup>
d. Volume ruangan di bawah <i>Forecastle Deck</i>	= 70,853 m <sup>3</sup>
e. Volume Ambang Palkah ( <i>Hatch Coaming</i> )	= 5,298 m <sup>3</sup>
f. <u>Volume Cerobong Asap (<i>Funnel</i>)</u>	= 3,979 m <sup>3</sup> +
Volume total	= 2337,920 m <sup>3</sup>

*Gross Tonnage* Kapal adalah :

$$GT = K_1 \times V$$

dimana :

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

$V$  = Volume total dari semua ruangan tertutup dalam kapal (m<sup>3</sup>).

$$\begin{aligned} K_1 &= 0,2 + 0,02 \text{ Log } V \\ &= 0,2 + 0,02 \text{ Log } 2337,920 \end{aligned}$$

$$K_1 = 0,2673$$

$$GT = K_1 \times V$$

$$GT = 0,2673 \times 2337,920$$

$$= 625,105 \text{ Tonnage.}$$

### III.5.3. Perhitungan *Netto Tonnage* Kapal

*Netto Tonnage* (NT) seluruh kapal ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$NT = K_2 \times Vc \times \left( \frac{4 \times T}{3 \times H} \right)^2$$

dimana :  $Vc$  = Volume total dari ruang muat kapal = 998,487 m<sup>3</sup>

$$K_2 = 0,2 + 0,002 \text{ Log } Vc$$

$$= 0,2 + 0,002 \text{ Log } 998,487$$

$$= 0,2059$$

$$T = \text{Sarat kapal}$$

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

$$H = \text{Tinggi kapal}$$

$$= 4,15 \text{ m}$$

$$NT = 0,2059 \times 998,487 \times \left( \frac{4 \times 3,15}{3 \times 4,15} \right)^2$$

$$= 210,572 \text{ Tonnage.}$$

Jadi isi bersih / *Net tonnage* adalah 210,572 *Tonnage*.

### III.5.5. Perhitungan Lambung Timbul Untuk Kpal Ikan

Karena kapal rancangan adalah kapal ikan, maka perhitungan lambung timbul pada kapal ikan memakai perhitungan Peraturan Garis Muat Indonesia (PGMI 2005) yang berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 3 TAHUN 2005, Tanggal 20 JANUARI 2005 adalah sebagai berikut :

#### a. Lambung Timbul Untuk Kpal Ikan

$$fb = 0,8 L \text{ cm} \quad \text{untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

$$fb = (L/10)^2 + (L/10) + 10 \text{ cm} \quad \text{untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m}$$

Jadi lambung timbulnya :

$$fb = 0,8 L \text{ cm}$$

$$= 0,8 (45,5)$$

$$= 36,4 \text{ cm}$$

#### b. Koreksi Koefisien Blok (Kb)

Apabila Kb lebih besar dari 0,68 maka fb harus dikalikan dengan faktor  $(0,68+Kb)/1,36$ . Harga Kb untuk kapal rancangan adalah 0,666. Karena koreksi Kb berlaku untuk kapal yang memiliki  $Kb > 0,68$ , maka dalam perhitungan ini tidak perlu dilakukan koreksi Kb.

#### c. Koreksi Tinggi Kapal (H)

1. Apabila H lebih besar dari  $(L/15)$ , lambung timbul ditambah dengan :

$$20 (H - L/15) \text{ cm} \quad \text{untuk } L \text{ sampai dengan } 50 \text{ m}$$

$$(0,1 L + 15) (H - L/15) \text{ cm} \quad \text{untuk } L \text{ lebih dari } 50 \text{ m sampai dengan } 100 \text{ m}$$

$$25(H - L/15) \text{ cm} \quad \text{untuk } L \text{ lebih dai } 100 \text{ m}$$

2. Apabila H lebih kecil dari  $(L/15)$  tidak ada koreksi terhadap lambung timbul

$$H = 4,15 \text{ m}$$

$$L/15 = 45,5/15$$

$$= 3,0333 \text{ m}$$

$H > (L/15)$ , maka penambahan koreksi tinggi kapal adalah:

$$= 20 (H - L/15) \text{ cm}$$

$$= 20 (4,15 - 45,5/15)$$

$$= 20 (4,15 - 3,0333)$$

$$= 20 (1,1167)$$

$$= 22,334 \text{ cm}$$

**d. Koreksi Bangunan Atas dan Trank**

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan trank tertutup, lambung timbal dikurangi dengan:

$$50 (\sum (ls \times hs))/L \text{ cm}$$

Catatan :

L = panjang kapal, dalam meter

ls = jumlah panjang efektif bangunan atas dan trank tertutup, dalam meter

hs = tinggi standar bangunan atas dan trank tertutup, dalam meter

Koreksi pengurang: lambung timbul untuk bangunan atas adalah .

$$= 50 (\sum (13,2 \times 2,3))/45,5$$

$$= 50 (0.667)$$

$$= 33,35 \text{ cm}$$

**e. Koreksi Lengkung Memanjang (*Sheer*)**

Koreksi lengkung memanjang kapal ditetapkan dengan cara sebagai berikut :

1. Apabila lengkung memanjang kapal sama dengan standar, koreksi lengkung memanjang dihitung sebagai berikut :

$$B = 0,125 L \text{ cm}$$

2. Apabila lengkung memanjang kapal tidak sama dengan standar, koreksi lengkung memanjang dihitung sebagai berikut :

$$A = 1/6 \{ 2,5 (L + 30) - 100 (Sf + Sa) \} (0.75 - S/2L) \text{ cm}$$

Koreksi lengkung memanjang kapal ditetapkan berdasarkan nilai A sebagai berikut :

- untuk A lebih besar dari 0, koreksi ditetapkan = A cm
- untuk A lebih besar 0, dan harga mutlak A lebih besar B, koreksi ditetapkan = AB cm
- untuk A lebih kecil 0, dan harga mutlak A lebih kecil B, koreksi ditetapkan A cm

Catatan :

L = panjang kapal dengan satuan meter

Sf = tinggi lengkung memanjang kapal pada posisi garis tepat depan (FP) dalam satuan meter

$S_a$  = tinggi lengkung memanjang kapal pada posisi garis tepat belakang (AP) dalam satuan meter

$S$  = panjang seluruh bangunan atas tertutup dalam satuan meter

Maka koreksi lengkung memanjang adalah :

$$B = 0,125 L \text{ cm}$$

$$= 0,125 (45,5)$$

$$= 5,6875 \text{ cm}$$

$$A = 1/6 \{ 2,5 (L + 30) - 100 (S_f + S_a) \} (0,75 - S/2L) \text{ cm}$$

$$= 1/6 \{ 2,5 (45,5 + 30) - 100 (19 + 40) \} (0,75 - 13,2/91)$$

$$= 1/6 (188,75 - 59) (0,605)$$

$$= 13,083 \text{ cm}$$

**f. Lambung Timbul Minimum**

1. Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal tangki adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 5 (lima) cm.

2. Lambung timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal bukan tangki adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima) cm.

**g. Koreksi lambung timbul musim Panas (*Summer Freeboard*)**

$$F_{so} = F_b + \text{Koreksi Tinggi} + \text{Koreksi Bangunan Atas} + \text{Koreksi Sheer}$$

$$= 36,4 + 22,334 + 33,35 + 13,08$$

$$= 105,164 \text{ cm}$$

**h. Koreksi untuk haluan minimum (*Minimum Bow Height*)**

Untuk  $L < 250 \text{ m}$

$$H_{min} = 56 \times L \times (1 - (L/500)) (1,36/(C_b+0,68))$$

$$= 56 \times 45,4 \times (1 - (L/500)) (1,36/(0,666+0,68))$$

$$= 234,022 \text{ cm}$$

$$H = F_{so} + \text{Sheer pada haluan} + \text{Tinggi Forecastle deck}$$

$$= 105 + 5,6875 + 250$$

$$= 360,6875 \text{ cm}$$

Karena  $H > H_{min}$  maka *Summer freeboard* tetap  $F_{so} = 105,164 \text{ cm}$

i. **Koreksi Untuk Posisi Garis Tegak (*Deck Line*)**

Tidak ada koreksi, karena  $D_2 = D$ , jadi  $S = F_{so}$

j. **Sarat Air Kapal Maksimum Untuk Musim Panas (*Summer Load Line*)**

$$d = H - S$$

Dimana :

$$H = 415 \text{ cm}$$

$$S = F_{sl} = 105,164$$

Maka :

$$\begin{aligned} d &= 415 - 105,164 \\ &= 309,836 \text{ cm} \end{aligned}$$

k. **Letak Lambung Timbul Untuk *Tropical Load Line* dan *Winter Load Line***

$$\begin{aligned} T &= S - (1/48)d \\ &= 105,164 - 6,455 \\ &= 98,709 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= S + (1/48)d \\ &= 105,164 + 6,455 \\ &= 111,619 \text{ cm} \end{aligned}$$

l. **Letak Lambung Timbul Untuk *Winter North Atlantic Load Line***

Untuk  $L = 45,5 < 100 \text{ m}$

$$WNA = W + 50$$

Maka :

$$\begin{aligned} WNA &= 111,619 + 50 \\ &= 161,619 \text{ cm} \end{aligned}$$

m. **Letak Lambung Timbul Untuk *Tropical Freshwater Load Line* dan *Freshwater Load Line***

$$\begin{aligned} TF &= T - (1/48)d \\ &= 98,709 - (1/48)309,836 \\ &= 98,709 - 6,455 \end{aligned}$$

$$TF = 92,254 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} F &= T + (1/48)d \\ &= 98,709 + (1/48)309,836 \\ &= 105,164 \text{ cm} \end{aligned}$$

**n. Hasil Perhitungan Lambung Tinjbul**

<i>S (Summer Load Line)</i>	= 105,164 cm
<i>T (Tropical Load Line)</i>	= 98,709 cm
<i>W (Winter Load Line)</i>	= 111,619 cm
<i>WNA (Winter North Atlantic Load Line)</i>	= 161,619 cm
<i>TF (Tropical Freshwater Load Line)</i>	= 92,254 cm
<i>F (Freshwater Load Line)</i>	= 105,164 cm







### III.6. PERHITUNGAN KAPASITAS RUANG (*CAPACITY PLAN*)

#### II.6.1. Kapasitas Muang Muat (*Fish Hold*)

Perhitungan kapasitas ruang muat, berguna untuk mengetahui besarnya volume setiap ruang muat, agar dapat diketahui berapa besarnya volume muatan yang dapat diangkut oleh masing-masing ruang muat dan berapa besar total muatannya.

Untuk mendapatkan volume bersih setiap ruang muat, besarnya ruangan yang dihitung sampai dengan tinggi kapal dikurangi dengan volume *double bottom* dan volume konstruksi (*Insulasi*) masing-masing *Fish Hold*.

Adapun perhitungan volume masing-masing *Fish Hold* adalah sebagai berikut:

#### 1. Ruang Muat No.1 (*Fish Hold* No.1)

Bagian 1 :

*Bottom*

*Upper*

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	11,250	11,250	59	12,750	12,750	1
4	10,950	43,800	60	50,820	12,705	4
2	10,800	21.600	61	25,380	12,690	2
4	10,350	41,400	62	50,720	12,680	4
2	10,080	20.160	63	25,140	12,570	2
4	9.750	39,000	64	49,800	12,450	4
2	9,300	18.600	65	24,600	12,300	2
4	9,000	36,000	66	48,420	12,105	4
1	8,610	8,610	67	11,805	11,805	1
$\Sigma_1 =$		240,420	$\Sigma_2 =$	299,435		

*Bottom*

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{bottom}} &= (1/3) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2 \\ &= (1/3) 0,55 \times 240,420 \times 2 \\ &= 88,154 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

*Upper*

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{upper}} &= (1/3) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2 \\ &= (1/3) 0,55 \times 299,435 \times 2 \\ &= 109,792 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= \text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}} \\
 &= \frac{88,154 + 109,792}{2} \\
 &= 98,973 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

*Bottom*

*Upper*

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	8,610	8,610	67	11,805	11,805	1
3	8,250	24,750	68	34,380	11,460	3
3	7,725	23,175	69	33,300	11,100	3
1	7,350	7,350	70	10,650	11,650	1
$\Sigma_1 =$		63,885	$\Sigma_2 =$	90,135		

*Bottom*

*Upper*

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Volume}_{\text{bottom}} = (3/8) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2$$

$$\text{Volume}_{\text{upper}} = (3/8) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2$$

$$= (3/8) 0,55 \times 63,885 \times 2$$

$$= (3/8) 0,55 \times 90,135 \times 2$$

$$= 26,352 \text{ m}^3$$

$$= 37,180 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 2} = \text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}}$$

2

$$= 26,352 + 37,180$$

2

$$= 31,766 \text{ m}^3$$

Volume Fish Hold No.1

$$= V_{\text{total}} - V_{\text{insulasi}}$$

$$= (98,973 + 31,766) - 17,122$$

$$= 113,617 \text{ m}^3$$

## 2. Ruang Muat No.3 (Fish Hold No.2)

Bagian 1 :

Bottom

Upper

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	12,750	12,750	42	12,750	12,750	1
4	12,750	51,000	43	51,000	12,750	4
2	12,750	25,500	44	25,500	12,750	2
4	12,750	51,000	45	51,000	12,750	4
2	12,750	25,500	46	25,500	12,750	2
4	12,750	51,000	47	51,000	12,750	4
2	12,750	25,500	48	25,500	12,750	2
4	12,750	51,000	49	51,000	12,750	4
2	12,750	25,500	50	25,500	12,750	2
4	12,750	51,000	51	51,000	12,750	4
2	12,600	25,500	52	25,500	12,750	2
4	12,450	49,800	53	51,000	12,750	4
2	12,300	24,600	54	25,500	12,750	2
4	12,150	48,600	55	51,000	12,750	4
1	11,925	11,925	56	12,750	12,750	1
$\Sigma_1 =$		529,875	$\Sigma_2 =$	535,500		

Bottom

Upper

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Volume}_{\text{bottom}} = (1/3) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2$$

$$\text{Volume}_{\text{upper}} = (1/3) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2$$

$$= (1/3) 0,55 \times 529,875 \times 2$$

$$= (1/3) 0,55 \times 535,500 \times 2$$

$$= 194,287 \text{ m}^3$$

$$= 196,350 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 1} = \frac{\text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}}}{2}$$

2

$$= \frac{194,287 + 196,350}{2}$$

2

$$= 195,318 \text{ m}^3$$

Bagian 2 :

*Bottom*

*Upper*

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	11,925	11,925	56	12,750	12,750	1
3	11,700	35,100	57	38,250	12,750	3
3	11,475	34,425	58	38,250	12,750	3
1	11,250	11,250	59	12,750	12,750	1
$\Sigma_1 =$		92,700	$\Sigma_2 =$	102,000		

*Bottom*

*Upper*

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Volume}_{\text{bottom}} = (3/8) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2$$

$$\text{Volume}_{\text{upper}} = (3/8) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2$$

$$= (3/8) 0,55 \times 92,700 \times 2$$

$$= (3/8) 0,55 \times 102,000 \times 2$$

$$= 38,328 \text{ m}^3$$

$$= 42,075 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume 2} = \frac{\text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}}}{2}$$

$$= \frac{38,328 + 42,075}{2}$$

$$= 40,156 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Fish Hold No.2} = V_{\text{total}} - V_{\text{insulasi}}$$

$$= (195,318 + 40,156) - 28,209$$

$$= 207,265 \text{ m}^3$$

### 3. Ruang Muat No.3 (Fish Hold No.3)

Bagian 1 :

Bottom

Upper

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	10,732	10,732	23	11,262	11,262	1
4	10,865	43,460	24	45,050	11,262	4
2	10,997	21,995	25	22,525	11,262	2
4	11,063	44,255	26	45,050	11,262	4
2	11,130	22,260	27	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	28	45,050	11,262	4
2	11,262	22,525	29	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	30	45,050	11,262	4
2	11,262	22,525	31	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	32	45,050	11,262	4
2	11,262	22,525	33	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	34	45,050	11,262	4
2	11,262	22,525	35	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	36	45,050	11,262	4
2	11,262	22,525	37	22,525	11,262	2
4	11,262	45,050	38	45,050	11,262	4
1	11,262	11,262	39	11,262	11,262	1
$\Sigma_1 =$		536,890	$\Sigma_2 =$	540,600		

Bottom

Upper

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{bottom}} &= (1/3) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2 \\ &= (1/3) 0,55 \times 536,890 \times 2 \\ &= 19,59 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume}_{\text{upper}} &= (1/3) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2 \\ &= (1/3) 0,55 \times 540,600 \times 2 \\ &= 198,220 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= \text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}} \\
 &= \frac{196,859 + 198,220}{2} \\
 &= 197,539 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

*Bottom*

*Upper*

F.S	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Hasil	Frame	Hasil	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	F.S
1	11,262	11,262	39	11,262	11,262	1
3	11,262	33,786	40	33,786	11,262	3
3	11,262	33,786	41	33,786	11,262	3
1	11,262	11,262	42	11,262	11,262	1
$\Sigma_1 =$		90,096	$\Sigma_2 =$	90,096		

*Bottom*

*Upper*

$$\begin{aligned}
 h &= 0,55 \text{ m} & h &= 0,55 \text{ m} \\
 \text{Volume}_{\text{bottom}} &= (3/8) 0,55 \times \Sigma_1 \times 2 & \text{Volume}_{\text{upper}} &= (3/8) 0,55 \times \Sigma_2 \times 2 \\
 &= (3/8) 0,55 \times 90,096 \times 2 & &= (3/8) 0,55 \times 90,096 \times 2 \\
 &= 37,164 \text{ m}^3 & &= 37,164 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= \text{Volume}_{\text{bottom}} + \text{Volume}_{\text{upper}} \\
 &= \frac{37,164 + 37,164}{2} \\
 &= 37,164 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Fish Hold No.3} &= V_{\text{total}} - V_{\text{insulasi}} \\
 &= (197,539 + 37,164) - 36,474 \\
 &= 198,229 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Total volume ruang muat (*Fish Hold*) :

ITEM	VOLUME (m <sup>3</sup> )
1. <i>Fish Hold</i> No.1	113,617
2. <i>Fish Hold</i> No.1	207,265
3. <i>Fish Hold</i> No.1	198,229
	$\Sigma = 519,111$

Total Volume Ruang Muat (*Fish Hold*) = 519,111 m<sup>3</sup>

### III.6.2. Kapasitas Ruang Pendingin (*Freezing Room*) & Ruang Kerja (*Working Room*)

Perhitungan kapasitas ruang pendingin berguna untuk mengetahui besarnya volume ruang yang digunakan untuk mendinginkan ikan hasil tangkapan, agar mutu ikan hasil tangkapan dapat diawetkan dengan baik.

1. Ruang Pendingin (*Air Freezing Room*) terletak pada *frame* 25 -- 42

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 4,400 \times 2,500 \times 2,150 \\ &= 23,650 \times 4 \text{ ruang pendingin} \\ &= 94,600 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Ruang Kerja (*Working Room*) terletak pada *frame* 25 – 42

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 9,000 \times 2,650 \times 2,150 \\ &= 50,310 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### III.6.3. Kapasitas Tangki-Tangki

Perhitungan kapasitas tangki-tangki, berguna untuk mengetahui besarnya volume setiap ruang muat tangki, sehingga besarnya volume tiap-tiap tangki sesuai dengan kebutuhan bahan bakar, air tawar dan minyak pelumas yang telah diperkirakan pada perencanaan awal.

#### 1. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Oil Tang*)

##### 1. Tangki Bahan Bakar No. 1 (*P/S*)

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
70	11,025	1	11,025
71	10,552	4	42,210
72	9,922	2	19,845
73	9,292	4	37,170
74	8,662	1	8,662
$\sum_2 =$			118,912

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 (P/S)} &= 1/3 \times h \times \sum \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 118,912 \times 2 \\
 &= 43,601 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

##### 2. Tangki Bahan Bakar No. 2 (*P/S*)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
59	3,885	1	3,885
60	3,780	4	15,120
61	3,727	2	7,455
62	3,622	4	14,490
63	3,517	2	7,035
64	3,412	4	13,650
65	3,255	2	6,510
66	3,097	4	12,390
67	2,992	1	2,992
$\sum_2 =$			83,527



$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 1/3 \times h \times \sum \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 83,527 \times 2 \\
 &= 30,626 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
67	2,992	1	2,992
68	2,887	3	8,662
69	2,667	3	8,032
70	2,520	1	2,520
$\sum_2 =$			22,207

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 3/8 \times h \times \sum \times 2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 22,207 \times 2 \\
 &= 9,160 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 (P/S)} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 30,626 + 9,160 \\
 &= 39,786 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Tangki Bahan Bakar No. 3 (P/S)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
42	3,662	1	3,662
43	3,662	4	14,490
44	3,662	2	7,245
45	3,662	4	14,490
46	3,662	2	7,245
47	3,662	4	14,490
48	3,662	2	7,245
49	3,662	4	14,490
50	3,662	2	7,245
51	3,662	4	14,490
52	3,662	2	7,245
53	3,517	4	14,070
54	3,465	2	6,930
55	3,412	4	13,650
56	1,107	1	3,307
$\Sigma_2 =$			150,255

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 150,255 \times 2 \\
 &= 55,093 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
56	3,307	1	3,307
57	3,255	3	9,765
58	3,150	3	9,450
59	3,097	1	3,097
$\Sigma_2 =$			25,260

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 3/8 \times h \times \sum x^2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 25,260 \times 2 \\
 &= 10,568 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 3 (P/S)} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 55,093 + 10,568 \\
 &= 65,661 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4. Tangki Bahan Bakar No. 4 (P/S)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
23	3,360	1	3,360
24	3,412	4	13,650
25	3,465	2	6,930
26	3,517	4	14,070
27	3,570	2	7,140
28	3,622	4	14,490
29	3,622	2	7,245
30	3,622	4	14,490
31	3,622	2	7,245
32	3,622	4	14,490
33	3,622	2	7,245
34	3,622	4	14,490
35	3,622	2	7,245
36	3,622	4	14,490
37	3,622	2	7,245
38	3,622	4	14,490
39	3,622	1	7,245
		Σ <sub>2</sub> =	131,937

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 1/3 \times h \times \sum x^2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 131,937 \times 2 \\
 &= 63,047 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
39	3,622	1	3,662
40	3,622	3	10,867
41	3,622	3	10,867
42	3,622	1	3,622
$\Sigma_2 =$			28,980

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 3/8 \times h \times \sum x^2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 28,980 \times 2 \\
 &= 11,954 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 4 (P/S)} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 63,043 + 11,954 \\
 &= 74,998 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5. Tangki Bahan Bakar No. 4 (P/S)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
12	0,735	1	0,735
13	0,892	4	2,677
14	1,102	2	3,307
15	1,312	4	2,625
16	1,470	2	4,410
17	1,680	4	5,040
18	1,785	2	3,570
19	1,942	4	5,827
20	2,047	2	6,142
21	2,152	1	2,152
$\Sigma_2 =$			36,487

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 36,487 \times 2 \\
 &= 15,051 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
21	2,152	1	2,152
22	2,257	4	9,030
23	2,310	1	2,310
$\Sigma_2 =$			28,980

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 28,980 \times 2 \\
 &= 4,497 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 5 (P/S)} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 15,051 + 4,497 \\
 &= 19,998 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

6. Tangki Bahan Bakar No. 4 (P/S)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
1	1,993	1	1,993
2	2,175	4	8,700
3	2,363	2	4,727
4	2,640	4	10,560
5	3,052	1	3,052
$\Sigma_2 =$			20,033

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 6 (P/S)} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 20,033 \times 2 \\
 &= 10,645 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

7. Tangki Bahan Bakar No. 7 (C)

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
1	4785	1	4,785
AP	4520	4	18,080
-1	5270	2	10,540
-2	4480	4	17,920
-3	3437	1	3,437
$\Sigma_2 =$			54,762

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 54,762 \times 2 \\
 &= 20,078 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
-3	3,437	1	3,437
-4	2,310	3	6,930
-5	0,840	3	2,520
-6	0,000	1	0,000
$\Sigma_2 =$			12,887

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 3/8 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 12,887 \times 2 \\
 &= 5,316 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 7 (C)} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 20,079 + 5,316 \\
 &= 25,395 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Total Volume Tangki Bahan Bakar (*fuel Oil Tank*)

ITEM	VOLUME ( m <sup>3</sup> )
1. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 1, ( P/S )	43,601
2. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 2, ( P/S )	39,787
3. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 3, ( P/S )	65,661
4. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 4, ( P/S )	74,998
5. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 5, ( P/S )	19,998
6. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 6, ( P/S )	10,645
7. <i>Fuel Oil Tank</i> NO. 7, ( P/S )	25,395
$\Sigma = 280,085$	

Total Volume Tangki Bahan Bakar (*fuel Oil Tank*) = 280,085 m<sup>3</sup>

2. Tangki Minyak Pelumas (*Lubricated Oil Tank*)

1. Tangki Minyak Pelumas No.1

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
19	1,500	1	1,500
20	1,500	4	6,000
21	1,500	2	3,000
22	1,500	4	6,000
23	1,500	1	1,500
$\Sigma_2 =$			18,000

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 1/3 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 1/3 \times 0,55 \times 18,000 \times 2 \\
 &= 6,600 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Tangki Bahan Bakar No. 2

Bagian 1 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
1	1,450	1	1,450
2	1,500	3	4,500
3	1,550	3	4,650
4	1,650	1	1,650
$\Sigma_2 =$			12,250

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1} &= 3/8 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 12,250 \times 2 \\
 &= 2,526 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



Bagian 2 :

Frame	½ Luasan (m <sup>2</sup> )	Faktor Simpson	Hasil
4	1,650	1	1,650
5	1,850	4	7,400
6	2,100	1	2,100
$\Sigma =$			11,150

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 2} &= 3/8 \times h \times \Sigma \times 2 \\
 &= 3/8 \times 0,55 \times 11,150 \times 2 \\
 &= 4,088 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume LOT No.2} &= \text{volume 1} + \text{volume 2} \\
 &= 5,052 + 4,088 \\
 &= 9,140 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Total Volume Tangki Minyak Pelumas (*Lubricated Oil Tank*)

ITEM	VOLUME (m <sup>3</sup> )
1. <i>Lubricated Oil Tank</i> No. 1 (C)	3,465
2. <i>Lubricated Oil Tank</i> No. 2 (C)	6,845
$\Sigma = 10,321$	

Total Volume Tangki Minyak Pelumas (*Lubricated Oil Tank*) = 10,321 m<sup>3</sup>

Total Volume Tangki Air Tawar (*Fresh Water Tank*) :

<i>ITEM</i>	<b>VOLUME ( m<sup>3</sup> )</b>
1. <i>Fresh Water Tank</i> ( P/S )	29,676
$\Sigma =$	29,676

Total Volume Tangki Air Tawar (*Fresh Water Tank*) = 29,676 m<sup>3</sup>

#### 4. Tangki Air *Ballast* (*Ballast Water Tank*)

1. Tangki Air *Ballast* No. 1 (P/S)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 0,750 \times 0,800 \times 0,400 \\ &= \underline{0,240 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

2. Tangki Air *Ballast* No. 2 (P/S)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 9,350 \times 1,600 \times 1,050 \\ &= \underline{15,708 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

3. Tangki Air *Ballast* No. 3 (P/S)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ &= 10,450 \times 1,600 \times 1,050 \\ &= \underline{17,556 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Total Volume Tangki Air *Ballast* (*Ballast Water Tank*) :

<i>ITEM</i>	<b>VOLUME (m<sup>3</sup>)</b>
1. <i>Ballast Water Tank</i> No. 1, ( P/S )	0,240
2. <i>Ballast Water Tank</i> No. 2, ( P/S )	15,708
3. <i>Ballast Water Tank</i> No. 3, ( P/S )	17,556
$\Sigma =$	33,504

Total Volume Tangki Air *Ballast* (*Ballast Water Tank*) = 33,504 m<sup>3</sup>

### III.7. PEMERIKSAAN *FLOODABLE LENGTH* KAPAL

Keselamatan kapal dan penumpang dalam pelayaran dinasnya merupakan masalah yang harus mendapat perhatian khusus dalam merancang kapal. Memperhatikan bahwa banyak faktor yang mengakibatkan terjadinya gangguan terhadap keselamatan tersebut, salah satunya adalah pembagian sekat kedap air (*Subdivision*) di bawah geladak kapal.

Dalam peraturan *SOLAS* disebutkan dalam pembagian sekat kedap air, yaitu setiap kapal yang mengangkut 12 (dua belas) penumpang atau lebih harus dipasang sekat kedap air (*Watertight Bulkhead*). Bila terjadi kebocoran kapal pada satu atau lebih pada ruangan yang berurutan kapal tidak tenggelam melampaui batas benam (*Margin Line*), yaitu garis yang letaknya 76 mm (3 inchi) di bawah geladak sekat (*Bulkhead deck*). Jika ada geladak kayu, maka *Margin Line* berada di bawah permukaan geladak kayu. Sedangkan geladak sekat adalah geladak teratas yang merupakan batas sekat kedap air melintang (batas kompartemen).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan subdivision :

1. Lengkung Sekat Kedap Air (*Floodable Length*)

Lengkungan sekat kedap air (*Floodable Length*) adalah grafik dari panjang maksimal ruangan, dengan letak sekat melintang dari panjang kapal bila ruangan tersebut tergenang air sarat airnya akan tepat menyinggung garis batas tenggelam (*Margin Line*), dimana kapal masih tepat dapat terapung atau pada saat kapal akan tenggelam.

2. Koefisien Permeabilitas ( $\mu$ )

Adalah jumlah (%) dari air yang dapat masuk atau menggenangi ruangan tersebut

$$\mu = \frac{\text{volume air yang masuk}}{\text{volume ruangan}} (\%)$$

Volume air yang menggenangi ruangan selalu lebih kecil dari volume ruangan yang sebenarnya, hal ini dapat dijelaskan, karena dalam ruangan-ruangan tersebut selalu ada barang yang mengurangi volume air yang masuk misalnya ; muatan, mesin-mesin perlengkapan, bahkan adanya gading-gading dalam ruangan yang kosong.

3. Faktor Pembagi Sekat

Adalah koefisien bervariasi antara 0,3 ~ 1 yang mana digunakan untuk menentukan panjang ruangan yang diperbolehkan. Faktor pembagi untuk kapal ikan adalah 1.

- **Perhitungan *Floodable Length***

Untuk menghitung panjang genangan, perhitungan dilakukan dengan *Metode Webster*.

Data kapal yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah :

$$L_{pp} = 44,50 \quad \text{m}$$

$$H = 4,15 \quad \text{m}$$

$$T = 3,15 \quad \text{m}$$

$$C_b = 0,666$$

$$H' = H - ML$$

dimana :

$H$  = Tinggi kapal

$ML$  = (*Margin Line*) batas dalam dari *Bulkhead Deck* = 76 mm = 0,076 m

$$H' = 4,15 - 0,076$$

$$H' = 4,074 \text{ m}$$

Harga Ratio untuk lambung timbul ( $f$ )

$$f = \frac{F_b}{H'}$$

dimana :

$$\text{Freeboard (} F_b \text{)} = 1,0 \text{m}$$

$$f = \frac{1,00}{4,074}$$

$$f = 0,245$$

Panjang genangan untuk ruangan ;

$$L' = m (a - f)$$

dimana  $m, a$  = faktor perhitungan yang diperoleh dari Tabel *Webster* sesuai dengan  $C_b$  kapal dan prosentase panjang kapal sebagai fungsi ratio lambung timbul dan ratio *sheer*.

Panjang genangan untuk setiap jenis ruangan yang berbeda akan berbeda juga sebagai dengan faktor *fermeabilitas* ( $\mu$ ) untuk masing-masing jenis ruangan tersebut:

$$L' = \frac{m(a+f)}{\mu}$$

dengan :  $\mu = 100\%$  untuk kapal kosong

$\mu = 85\%$  untuk ruang muat

$\mu = 63\%$  untuk ruang mesin

Untuk  $Cb = 0,666$  dari tabel *Webster* didapat harga " $m$ " dan " $a$ " dan panjang genangan " $L$ ". Setelah diperoleh nilai " $L$ ", selanjutnya akan didapat panjang genangan untuk tiap jenis ruangan ( $L'$ ) dan akhirnya dapat digambarkan "*Floodable Length Curve*".

Tabel 7.1.1 *Webster* untuk faktor " $m$ ", " $a$ "

% L	$Cb = 0,666$		$f$	$L'$			
	$m$	$a$		100%	85%	80%	63%
<i>Gtb</i>	40,100	0,225	0,245	18,847	22,173	23,559	29,916
15	54,200	0,054	0,245	16,179	19,034	20,223	25,680
20	54,000	0,038	0,245	15,282	17,979	19,103	24,257
30	63,550	0,034	0,245	17,699	20,822	22,123	28,093
40	92,450	0,006	0,245	23,205	27,300	29,006	36,833
45	105,200	-0,008	0,245	24,985	29,394	31,231	39,659
50	102,250	-0,004	0,245	24,693	29,051	30,867	39,196
60	77,250	0,020	0,245	20,471	24,084	25,589	32,494
70	56,500	0,047	0,245	16,498	19,409	20,623	26,187
80	52,850	0,067	0,245	16,489	19,399	20,612	26,173
85	57,750	0,090	0,245	19,346	22,760	24,183	30,708
<i>Gth</i>	39,250	0,338	0,245	22,863	26,898	28,579	36,291

GAMBAR 381 FLOODABLE LENGTH CURVE

