

## BAB II

# PERENCANAAN PERHITUNGAN MOTOR INDUK DAN BALING-BALING KAPAL

### II.1. PERHITUNGAN DAYA MESIN MOTOR INDUK

#### 1.1. Tahanan Kapal

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

Tahanan-tahanan yang di alami sebuah kapal yang bergerak melalui air dan udara itu dapat di uraikan atas :

- Tahanan Gesek (*Frictional Resistance* ( $R_F$ ))
- Tahanan Gelombang (*Wave Making Resistance* ( $R_w$ ))
- Tahanan Tekanan (*Pressure Resistance* ( $R_p$ ))
- Tahanan Udara (*Air Resistance* ( $R_A$ ))
- Tahanan Tambahan (*Appendage Resistance* ( $R_{AA}$ ))

Secara teori dapat diurai menjadi beberapa komponen tahanan dan biasanya dipilih menjadi 4 komponen tahanan sbb :

#### a. Tahanan Gesek (*Frictional Resistance* ( $R_F$ ))

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*). Didalam 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 lintasan batas tersebut. Perubahan atau variasi kecepatan partikel-partikel zat cair inilah yang mencerminkan adanya

pengaruh intensif gaya-gaya viskositas pada lapisan batas yang menyebabkan timbulnya tahanan gesek pada kapal tersebut.

**b. Tahanan Gelombang ( *Wave Making Resistance (R<sub>w</sub>)* )**

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. Tahanan Tekanan ( *Pressure Resistance (R<sub>p</sub>)* )**

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 hambatan tekanan yang di alami oleh gerak maju kapal.

**d. Tahanan Udara ( *Air Resistance (R<sub>A</sub>)* )**

Kapal yang sedang berlayar, pada 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 di alami kapal berkisar antara 2 s/d 4 % dari tahanan total yang di alaminya. Untuk menghitung besarnya tahanan-tahanan kapal tersebut, dapat dipergunakan berbagai cara misalnya dengan percobaan memakai model *Towing Tank* atau dengan cara pendekatan lainnya. Yang dimaksud dengan cara pendekatan adalah cara perhitungan dengan menggunakan rumus pendekatan.

**e. Hambatan Tambahan ( *Appendage Resistance (R<sub>AA</sub>)* )**

Hambatan Tambahan adalah hambatan yang disebabkan karena adanya penambahan-penambahan pada bagian badan kapal. Penambahan dari

perhitungannya adalah dengan menambahkan sebesar 5 % sampai dengan 8 % dari pada hambatan total kapal rancangan.

Dalam tugas merancang mesin kapal ini, perhitungan tahanan yang digunakan adalah perhitungan yang terdapat dalam *Sv. Aa. Harvald* terjemahan *Ir. Jusuf Sutomo, M.sc* ( 1992 : 95 – 134 ).

### II.1.2. Diagram *Guldhammer* dan *Harvald*

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

$$R = C_T \times \left( \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \right) \text{ ( N )}$$

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

Dalam hal ini koefisien tahanan totalnya adalah :

$$C_T = C_R + C_F + C_A$$

Dimana :

$C_R$  = Koefisien tahanan sisa untuk bentuk badan kapal standar, dapat di ambil dari diagram  $L/\nabla^{1/3}$

$C_F$  = Koefisien hambatan gesek

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

Atau dapat di ambil dari diagram menurut *ITTC 1957* dalam buku *Tahanan dan Propulsi Kapal* oleh *Sv. Aa. Harvald* terjemahan *Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc* (1992 Hal.118), 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  $LCB_{\text{standar}}$  yaitu :

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

dengan faktor  $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$ , dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam buku *Tahanan dan Propulsi Kapal Oleh Sv. Aa. Harvald* terjemahan *Ir. Jusuf Sutomo, M.sc* (1992 Hal.130) dan ini hanya berlaku untuk  $LCB$  yang berada

didepan  $LCB_{standar}$ . 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 :

### 1. Koreksi LCB

Semua kurva  $C_R$  tersebut dimaksudkan untuk kapal yang letak titik benam memanjang nya 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 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 buku *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karena letak  $LCB_{standar}$  di anggap 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 :

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

### 2. Koreksi B/T

Karena diagram tersebut dibuat berdasarkan ratio lebar/sarat  $(B/T) = 2,5$  maka harga  $C_R$  untuk kapal yang mempunyai ratio B/T lebih besar atau lebih kecil dari pada 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.

### 3. Koreksi Bentuk Penampang Melintang

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, kurva hambatan yang diperoleh berdasarkan diagram  $L/\nabla^{1/3}$  dan ITTC – 57 dalam buku *Tahanan dan Propulsi Kapal* (hal. 120 – 129) di anggap 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 ekstrim maka untuk harga  $10^3 C_R$  dapat dikoreksi sebagai berikut :

<b>Haluan</b>	<b>Ekstrim U</b>	<b>Ekstrim V</b>
	- 0.1	+ 0.1
<b>Buritan</b>	<b>Ekstrim U</b>	<b>Ekstrim V</b>
	+ 0.1	- 0.1

Koreksi ini berlaku untuk kecepatan  $V/\sqrt{g.L}$  dalam rentang 0.20 ~ 0.25. Selain itu, bentuk standar harus dipandang sebagai bentuk yang mempunyai garis yang dirancang dengan baik, jika garis perancangan tersebut harus di ubah untuk menyesuaikan kebutuhan operasional kapal atau besarnya daya harus diberikan kelonggaran, maka disarankan agar  $C_R$  di naikan sebesar 10% dan untuk garis perancangan yang tidak optimal diberikan 20%.

### 4. Koreksi Anggota Badan Kapal

- Daun kemudi : Tidak ada koreksi, karena bentuk standar sudah mencakup daun kemudi.
- Lunas Bilga : Tidak ada koreksi.
- Boss *Propeller* : Untuk bentuk kapal penuh,  $C_R = 3\% \sim 5\%$
- Bracket & poros Prop.* : Untuk bentuk kapal ramping,  $C_R = 5\% \sim 8\%$

## 5. Koreksi Tahanan 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 ukuran	$L \leq 100 \text{ m} \rightarrow 10^3 C_A = 0,40$
	$L = 150 \text{ m} \rightarrow 10^3 C_A = 0,20$
	$L = 200 \text{ m} \rightarrow 10^3 C_A = 0$
	$L = 250 \text{ m} \rightarrow 10^3 C_A = -0,20$
	$L \geq 300 \text{ m} \rightarrow 10^3 C_A = -0,30$

## 6. 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.

$S_1$  = Permukaan basah badan dan anggota badan kapal.

## 7. Koreksi Hambatan Udara dan Kemudi

Koreksi hambatan udara  $= 10^3 C_{AA} = 0.13$

Koreksi hambatan kemudi  $= 10^3 C_{AS} = 0.04$

## 8. Koreksi Pelayaran Dinas ( *Sea Margin* )

Hambatan dan daya efektif yang dihitung dengan memakai diagram yang diberikan disini berlaku untuk kapal dalam kondisi pelayaran perobaan, yaitu untuk kondisi ideal dari segi angin, gelombang, kedalaman air dan kemulusan badan kapal. Untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada hambatan dan daya efektif yang disebabkan oleh angin, laut, korosi dan *fouling* pada badan kapal.

Tambahan kelonggaran ini sangat tergantung pada jalur pelayaran, kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas (kadang-kadang disebut *margin* atau *service margin*) untuk hambatan atau daya efektif adalah sebagai berikut :

- 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%.

### II.1.3. Data-data Kapal

- Dimensi ukuran utama kapal Tanker 1500 DWT adalah :

Panjang keseluruhan kapal	LOA	=	63,00	m
Panjang antara garis tegak kapal	Lpp	=	58,00	m
Panjang antara garis air	Lwl	=	61,20	m
Lebar kapal	B	=	9,60	m
Tinggi kapal	H	=	4,40	m
Sarat air kapal	T	=	4,00	m
Kecepatan	Vs	=	11,00	knot
Displasemen	$\Delta$	=	1590	Ton
Volume displasemen	$\nabla$	=	1559	m <sup>3</sup>
Koefisien blok	Cb	=	0,7	
Koefisien penampang tengah	Cm	=	0,98	
Koefisien prismatic	Cp	=	0,71	
Koefisien garis air	Cw	=	0,8	

- Biro klasifikasi

Kapal ini di design dengan menggunakan peraturan Biro Klasifikasi Indonesia ( BKI )

- Tanda kelas klasifikasi instalasi mesin

Tanda kelas pada kapal tanker ini adalah dengan tanda :

( SM ), artinya instalasi mesin seluruhnya memenuhi peraturan BKI.

- Bendera kebangsaan kapal

Kapal ini dalam pengoperasiannya, berbendera kebangsaan "Indonesia".

#### II.1.4. Perhitungan Koefisien-koefisien Kapal

##### 1. Displacement ( $\Delta$ )

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma && \text{(ref. 9, hal 77)} \\ &= 58 \times 9,60 \times 4 \times 0,7 \times 1,025 \\ &= 1590 \text{ ton}\end{aligned}$$

##### 2. Midship Section Area Coefficient ( $C_m$ )

$$\begin{aligned}C_m &= 0,93 + 0,08 \times C_b \\ &= 0,93 + 0,08 \times 0,7 \\ &= 0,98\end{aligned}$$

##### 3. Midship Section Area ( $A_m$ )

$$\begin{aligned}A_m &= B \times T \times C_m && \text{(ref. 9, hal 7)} \\ &= 9,60 \times 4 \times 0,98 \\ &= 37,6 \text{ m}^2\end{aligned}$$

##### 4. Prismatic Coefficient ( $C_p$ )

$$\begin{aligned}C_p &= \frac{C_b}{C_m} && \text{(ref. 9, hal 77)} \\ &= \frac{0,7}{0,98}\end{aligned}$$

$$C_p = 0,71$$

##### 5. Water-plane Area Coefficient ( $C_w$ )

$$C_w = 0,18 + (0,86 \times C_p)$$



$$= 0,18 + (0,86 \times 0,71)$$

$$C_w = 0,8$$

6. Water-plane Area ( $A_w$ )

$$A_w = L_{pp} \times B \times C_w \quad (\text{ref. 9, hal 5})$$

$$= 58 \times 9,60 \times 0,8$$

$$A_w = 445,4 \text{ m}^2$$

7. Luas Permukaan Basah Kapal ( $S$ )

$$S = 1,025 \times L_{pp} (\delta_{pp} \times B + 1,7 \times T) \quad (\text{ref. 3, hal133})$$

Dimana :

$$\delta_{pp} = C_b \times LOA$$

$$L_{wl}$$

$$= 0,7 \times 63,00$$

$$61,2$$

$$\delta_{pp} = 0,72$$

$$S = 1,025 \times 58,00 (0,72 \times 9,60 + 1,7 \times 4)$$

$$S = 815,178 \text{ m}^2$$

8. Luas Permukaan Basah sepanjang  $A_w$  ( $S'$ )

$$S' = 1,025 \times L_{wl} (\delta_{pp} \times B + 1,7 \times T)$$

$$= 1,025 \times 61,2 (0,72 \times 9,60 + 1,7 \times 4)$$

$$S' = 860,15 \text{ m}^2$$

9. Ratio  $S/S'$

$$\frac{S}{S'} = \frac{815,178}{860,15}$$

$$= 0,95$$

10. Volume Displacement ( $\nabla$ Displ)

$$\nabla \text{Displ} = L_{pp} \times B \times T \times C_b \quad (\text{ref. 9, hal 5})$$

$$= 58 \times 9,60 \times 4 \times 0,7$$

$$= 1559 \text{ m}^3$$

## 11. Perbandingan lebar dan sarat kapal (B/T)

$$\begin{aligned} B/T &= \frac{9.60}{4} \\ &= 2,4 \end{aligned}$$

### II.1.5. Perhitungan Tahanan Kapal Pada Kecepatan 11 Knot

#### 1. Froude Number (Fn)

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L_{wl}}} \quad (\text{Ref. 3, Hal 118})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V_s &= \text{Kecepatan kapal dalam m/det} \\ &= 11 \times 0,5144 \text{ m/det} \\ &= 5,658 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= \text{Gaya grafitasi} \\ &= 9,81 \text{ m/det}^2 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} F_n &= \frac{5,658}{\sqrt{(9,81 \times 61,2)}} \\ &= 0,23 \end{aligned}$$

2.  $V_s = 11 \text{ knot}$

3.  $V_s = 11 \times 0,5144 \text{ m/det}$   
 $= 5,658 \text{ m/det}$

4.  $V_s^2 = 32,013 \text{ m}^2/\text{det}^2$

5.  $1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2$

Dimana :

$$\rho = \text{Massa jenis (kg.det}^2/\text{m}^4)$$

$$\rho = 104,49 \text{ kg.det}^2/\text{m}^4$$

$$S = \text{Luas permukaan basah kapal} \\ = 815,178 \text{ m}^2$$

Maka :

$$\begin{aligned} 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2 &= 0,5 \times 104,49 \times 815,178 \times 32,013 \\ &= 1363400,844 \text{ kg} \cdot 0,1019716 \\ &= 139028,166 \text{ N} \end{aligned}$$

#### 6. Residual Coefficient ( $10^3 C_R$ )

Residual coefficient atau tahanan sisa ( $C_R$ ) dapat diperoleh dari grafik yang merupakan fungsi dari perbandingan panjang-volume ( $L/\nabla^{1/3}$ ) dan bilangan froude ( $F_n$ ).

Diketahui :

$$L_{wl} = 61,20 \text{ m}$$

$$\nabla = 1559 \text{ m}^3$$

$$L/\nabla^{1/3} = 5,28$$

Nilai  $C_R$  untuk kapal standar didapat dari gambar 5.5.7 dan 5.5.8 (Ref. 3, hal 122-123)

$$L/\nabla^{1/3} = 5,00 \quad F_n = 0,23 \quad 10^3 C_R = 1,2$$

$$L/\nabla^{1/3} = 5,50 \quad F_n = 0,23 \quad 10^3 C_R = 1$$

$$L/\nabla^{1/3} = 5,28 \quad F_n = 0,23 \quad 10^3 C_R = \dots$$

$$10^3 C_R = 1,2 + \left[ \frac{(5,28 - 5)}{(5,5 - 5)} \right] \times (1 - 1,2)$$

$$10^3 C_R = 1,088$$

#### 7. Koreksi B/T

Grafik harga  $C_R$  untuk kapal yang mempunyai rasio lebar sarat kapal lebih besar atau lebih kecil  $B/T = 2,5$  harus dikoreksi dengan rumus berikut :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(B/T=2,5)} + \underbrace{0,16(B/T - 2,5)}_{\text{koreksi}} \quad (\text{Ref.3,hal 119})$$



Harga koreksi tersebut dapat positif dan negative.

Beam draft ratio kapal B/T = 6, maka koreksi sebagai berikut :

$$10^3 C_R = 0,16 (B/T-2,5)$$

$$10^3 C_R = 0,16 (2,4-2,5) \\ = -0,016$$

#### 8. Koreksi LCB

Koreksi lain untuk tahanan sisa adalah :

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

Dimana :

$$LCB_{\text{standar}} = 0,08\% \text{ (Berdasarkan gbr 5.5.15)} \quad (\text{Ref. 3, hal 130})$$

$$LCB = \frac{LCB \times L_{PP}}{100} \\ = \frac{0,08 \times 58}{100}$$

$$LCB = 0,0464\%$$

$$\Delta LCB = 0,0464\% - 0,08\% \\ = -0,0336$$

Faktor ( $\delta 10^3 C_R / \delta LCB$ ) untuk tiap 1% LCB didapat dari :

$$\frac{\delta 10^3 C_R}{\delta} = 0,15 \text{ (Berdasarkan gbr 5.5.16)} \quad (\text{Ref. 3, hal. 130})$$

$$\text{Koreksi terhadap } 10^3 C_R = \frac{\delta 10^3 C_R}{\delta LCB} \times \Delta LCB \\ = 0,15 \times -0,0336 \\ = -5,04 \cdot 10^{-3}$$

#### 9. Koreksi Bentuk Penampang Depan dan Belakang

$$\text{Koreksi } C_R = 0 \text{ (bentuk standart)} \quad (\text{Ref. 3, hal 131})$$

#### 10. Koreksi Bentuk Haluan

$$\text{Koreksi } C_R = 0 \text{ (karena kapal dengan haluan orthodox tanpa bulb)}$$

### 11. Koreksi anggota badan kapal

(Ref. 3 hal132)

a. Daun kemudi = Tidak ada koreksi, karena kapal standart telah memasukkan terpasangnya daun kemudi.

b. Lunas bilga = Tidak ada koreksi

c. Boss baling-baling = Harga  $C_R$  dinaikkan 3%-5%  
=  $1,088 \times 5\%$   
= 0,05

d. Shaft Propeller = Harga  $C_R$  dinaikkan 5%-8%  
=  $1,088 \times 8\%$

Shaft Propeller = 0,087

Jadi, koreksi anggota badan kapal

$$10^3 C_R = (0) + (0) + (0,05) + (0,087) \\ = 0,137$$

### 12. Resultan $10^3 C_R$

$$10^3 C_R = \text{No. 6} + \text{No. 7} + \text{No. 8} + \text{No. 9} + \text{No. 10} + \text{No. 11} \\ = 1,088 + (-0,016) + (-5,04 \cdot 10^{-3}) + 0 + 0 + 0,137 \\ = 1,204$$

### 13. Reynolds Number ( $R_n$ )

$$R_n = \frac{V_s \times L_{wl}}{U} \\ = \frac{5,658 \times 61,2}{0,8493 \times 10^{-6}} \\ = 407 \times 10^6$$

### 14. Koefisien tahanan gesek ( $C_f$ )

Dapat diperoleh dari gambar 5.5.14 (Ref. 3, hal. 129) yang merupakan fungsi dari panjang kapal ( $L_{pp}$ ) dan Kecepatan ( $V_s$ ).

$$L_{wl} = 61.20 \text{ m} \quad V_s = 5,00 \text{ m/dt} \quad 10^3 C_f = 1,84$$



$$L_{wl} = 61.20 \text{ m} \quad V_S = 7,00 \text{ m/dt} \quad 10^3 C_F = 1,75$$

$$L_{wl} = 61.20 \text{ m} \quad V_S = 5,658 \text{ m/dt} \quad 10^3 C_F = \dots$$

$$10^3 C_F = 1,84 + \left[ \frac{(5,658 - 5,00)}{(7,00 - 5,00)} \right] \times (1,75 - 1,84)$$

$$10^3 C_F = 1,811$$

#### 15. Koreksi $C_F$

$$10^3 C_F = \frac{S'}{S} \times 10^3 C_F \quad (\text{Ref. 3, hal 132})$$

S

$$= \frac{860,15}{815,178} \times 1,811$$

815,178

$$10^3 C_F = 1,9$$

#### 16. Tahanan Tambahan ( $C_A$ )

Untuk kapal  $L \leq 100 \text{ m}$

(Ref. 3, hal 132)

$$10^3 C_A = 0,4$$

#### 17. Tahanan Udara ( $C_{AA}$ )

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

(Ref. 3, hal 132)

#### 18. Tahanan Kemudi ( $C_{AS}$ )

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

(Ref. 3, hal 132)

#### 19. Koefisien Tahanan Total ( $C_T$ )

$$\begin{aligned} 10^3 C_T &= C_R + C_F + C_A + C_{AA} + C_{AS} \\ &= 1,204 + 1,811 + 0,4 + 0,07 + 0,04 \\ &= 3,53 \end{aligned}$$

## 20. Tahanan total ( $R_T$ )

$$\begin{aligned}R_T &= C_T (1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2) && \text{(Ref. 3, hal 133)} \\ &= 3,53 \times 10^{-3} \times 1363400,844 \text{ kg} \\ R_T &= 4812,805 \text{ kg} \\ &= 490,769 \text{ N}\end{aligned}$$

### II.1.6. Perhitungan Daya-daya Mesin dan Pemilihan Penggerak Kapal

#### 1. Efektif Horse Power (EHP)

Besarnya EHP dari motor induk sesuai tahanan spesifik, pada trial condition adalah

$$\begin{aligned}\text{EHP} &= \frac{V_s \times R_T}{75} \\ &= \frac{5,658 \times 4812,805}{75} \\ &= 363,09 \text{ HP}\end{aligned}$$

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

$$P.C = \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_o$$

Dimana :

$$\begin{aligned}\eta_o &= \text{Efisiensi baling-baling dari percobaan model (0,50-0,65)} \\ &= 0,6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{rr} &= \text{Efisiensi rotari relative (single screw } < 1,00 \approx \pm 1,02) \\ &= 1,00\end{aligned}$$

$$\eta_H = \text{Efisiensi Lambung Kapal}$$

$$\begin{aligned}\eta_H &= \frac{(1-t)}{(1-w)}\end{aligned}$$

Dimana :

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

$$\begin{aligned}w &= -0,05 + (0,50 \times C_b) \\ &= -0,05 + (0,50 \times 0,7)\end{aligned}$$

$$= 0,3$$

- Faktor pengisapan (t), menurut Taylor untuk kapal berbaling-balang tunggal

$$t = k w$$

koefisien = 0,55~0,70, diambil 0,70

$$t = 0,70 \times 0,3 = 0,21$$

$$\begin{aligned} h_H &= \frac{(1-t)}{(1-w)} \\ &= \frac{(1-0,21)}{(1-0,3)} \\ &= 1,129 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P.C &= \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_o \\ &= 1,129 \times 1,00 \times 0,6 \\ &= 0,68 \approx 68\% \end{aligned}$$

Jadi, Shaft Horse Power (SHP)

$$\begin{aligned} SHP &= \frac{1}{P.C} \times EHP \\ &= \frac{1}{0,68} \times 363,09 \text{ HP} \\ &= 533,956 \text{ HP} \end{aligned}$$

### 3. Brake Horse Power (BHP)

Daya yang diperlukan mesin induk yang digunakan sebagai penggerak kapal, biasanya diambil ketentuan kerugian daya karena ada gesekan – gesekan pada :

3% kerugian daya di gear box

3% letak kamar mesin dibelakang

15% penambahan sea margin

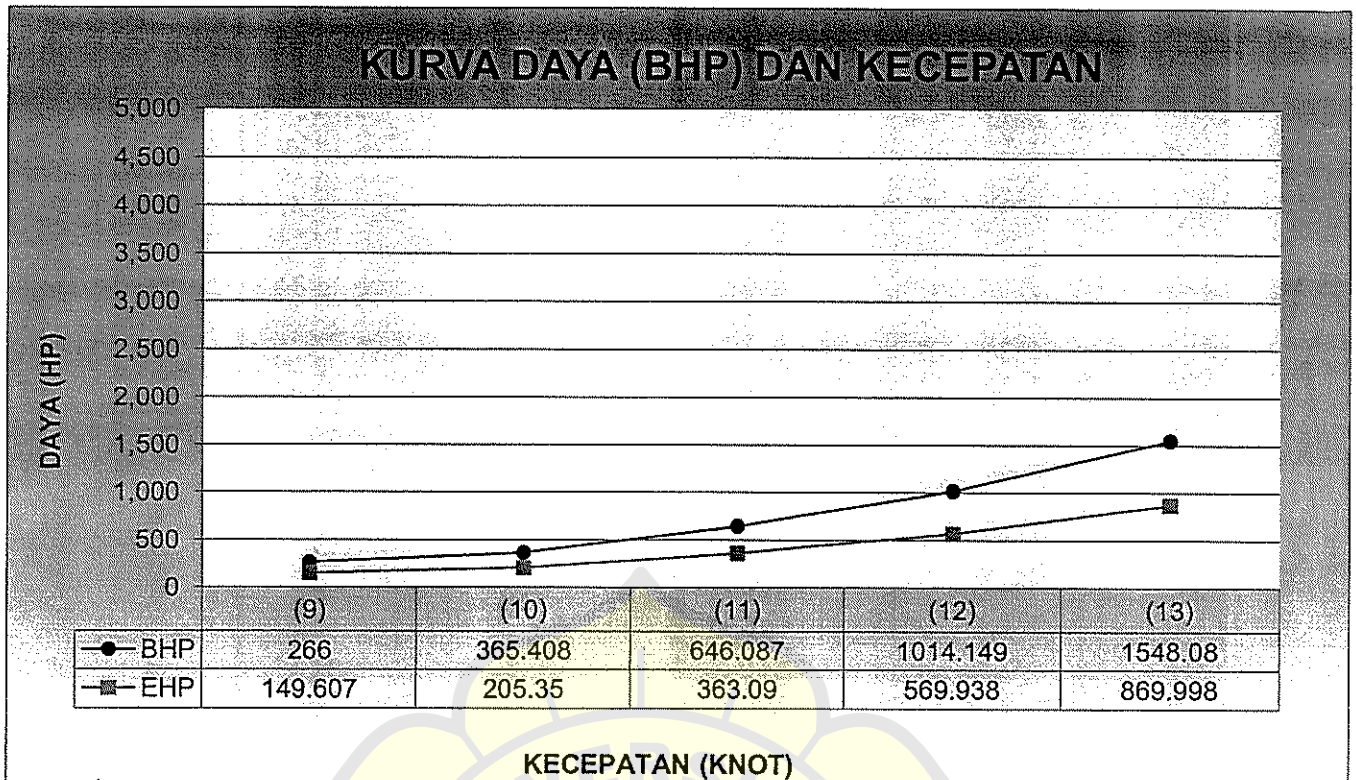




$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{SHP} + (\text{gear box} + \text{letak kamar mesin} + \text{sea margin}) \text{SHP} \\
 &= 533,956 + (3+3+15)\% \times 533,956 \\
 &= 646,087 \text{ HP} \times 0,736 \\
 &= 475,52 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

**Detail Perhitungan Daya Mesin Kapal Pada 5 Kecepatan**

No.	RUMUS	Satuan / Sumber Rumus	Kecepatan - Knot				
			9	10	11	12	13
1.	Vs	Knot	9	10	11	12	13
2.	Vs	m / dt	4,629	5,144	5,658	6,173	6,687
3.	Vs <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> / dt <sup>2</sup>	21,43	26,46	32,013	38,106	44,716
4.	Fn = V / gL		0,19	0,209	0,23	0,25	0,27
5.	1/2 . ρ . S . V <sup>2</sup>	Kg	912638,05	1126850,3	1363335,6	1622817,81	1904317,4
5.	10 <sup>3</sup> C <sub>R</sub> (L / V <sup>1/3</sup> )	Gbr. 5.5.6 - 5.5.7	0,085	0,095	1,1	1,825	2,9
7.	Koreksi B/T	5.5.17	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016	-0,016
8.	Koreksi LCB	Gbr 5.5.15 - 5.5.16	-0,0126	-0,00042	-0,0005	-0,158	-0,368
9.	Koreksi Grs.Penampang	5.5.20	0	0	0	0	0
10.	Koreksi Bentuk Haluan	5.5.21	0	0	0	0	0
11.	Koreksi Anggota Badan	5.5.22	0,387	0,399	0,137	0,242	0,032
12.	Resultan 10 <sup>3</sup> C <sub>R</sub>	6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11	0,472	0,494	1,204	2,06	2,9
13.	10 <sup>-6</sup> Rn	V.L / ρ	333,563	370,673	407,71	444,8	481,86
14.	10 <sup>3</sup> C <sub>F</sub> ITTC - 1957	Gbr.5.5.14	1,76	1,739	1,811	1,697	1,679
15.	10 <sup>3</sup> C <sub>F</sub> '	S' / S x 10 <sup>3</sup> C <sub>F</sub>	1,857	1,83	1,9	1,79	1,77
16.	10 <sup>3</sup> C <sub>A</sub>	5.5.23	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
17.	10 <sup>3</sup> C <sub>AA</sub>	5.5.26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
18.	10 <sup>3</sup> C <sub>AS</sub>	5.5.27	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
19.	10 <sup>3</sup> C <sub>T</sub> = C <sub>R</sub> + C <sub>F</sub> + C <sub>A</sub> + C <sub>AA</sub> + C <sub>AS</sub>	12 + 15 + 16 + 17 + 18	2,656	2,657	3,53	4,267	5,124
20.	R <sub>T</sub> = C <sub>T</sub> 1/2 . ρ . S . V <sup>2</sup>	Kg	2423,967	2994,04	4812,805	6924,564	9757,722
21.	EHP = V . R <sub>T</sub> / 75	HP	149,607	205,35	363,09	569,938	869,998
22.	PC		0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
23.	SHP = 1/2 * EHP / PC	HP	220	301,99	533,956	838,14	1279,409
24.	BHP	HP	266,2	365,408	646,087	1014,149	1548,08



Dari kurva diatas, 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
- Type : 6N21A-DV
- Jumlah silinder : 6L
- Bore & Stroke : 210 x 290 (mm)
- Daya : 900 HP (662 kW)
- Putaran Mesin : 800 Rpm
- Berat mesin : 8 Ton
- Konsumsi bahan bakar ( Sfoc ) : 187 g/kw.h
- Dimensi : 2729 × 1420× 1820 (mm)

Dengan menggunakan mesin induk diatas maka kecepatan kapal yang dicapai adalah sebesar 11,7 knot.

## II.2. Penentuan Ukuran Utama Baling-Baling Kapal

Baling-baling adalah suatu alat penggerak kapal yang dapat menghasilkan daya dorong yang melebihi hambatan total kapal, sehingga kapal dapat bergerak dengan kecepatan yang direncanakan. Sebagai alat penggerak kapal, kondisi kerja baling-baling dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ; hubungan kerjanya dengan lambung kapal, pengaruh kavitasi, bentuk dan ukuran geometris baling-baling tersebut.

Kapal yang sedang berlayar merupakan suatu benda yang bergerak di air dan udara. Pada saat kapal bergerak maka dengan sendirinya kapal tersebut akan mengalami gaya lawan (*Resisting Force*) dari media yang dilaluinya. Gaya yang menahan tersebut harus diatasi dengan gaya dorong ke depan yang diberikan oleh suatu mekanisme penghasil gaya dorong. Mekanisme demikian adalah baling-baling. Baling-baling ini menghasilkan gaya dorong searah dengan gerakan kapal. Gaya dorong ini ditimbulkan dari gaya angkat (*lift*) yang timbul pada semua bagian yang bergerak.

Sistim propulsi yang terdiri dari propulsi (baling-baling kapal), mesin penggerak dan badan kapal (*hull*) harus dirancang yang paling efisien. Yaitu, jumlah energi yang diperlukan untuk gaya dorong kapal harus sekecil mungkin. Dengan kata lain, semua elemen dalam dari sistim propulsi harus saling secepat mungkin. Sementara itu, kapal harus mempunyai kemampuan olah gerak dan ujuk kerja yang baik.

Adapun beberapa hal yang berpengaruh terhadap perencanaan baling-baling kapal adalah antara lain :

- Diameter baling-baling optimum.
- *Thrust Horse Power*.
- Putaran baling-baling.
- Jumlah daun baling-baling.
- Efek kavitasi terhadap baling-baling.
- Kekuatan baling-baling.

## II.2.1 Perencanaan Baling-Baling Kapal

Perencanaan penentuan dimensi baling-baling akan sangat menentukan terhadap hasil kinerja kapal rancangan. Adapun baling-baling yang dipilih adalah baling-baling yang memakai tipe "B" Wageningen sedangkan perencanaannya memakai  $Bp-\delta$  diagram dari baling-baling tipe "B-4" hasil dari Open Water Test di Nederland Ship model Basim(NSMB) sekarang berganti nama Maritime Research Institute Of (MARIN). perencanaannya sebagai berikut :

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

#### Koefisien Baling-Baling

Untuk Menentukan koefisien baling-baling menggunakan rumus, yaitu :

$$Bp = \frac{N_K \times \sqrt{SHP}}{Va^{2.5}} \quad (\text{Ref. 9, hal 94})$$

Dimana :

$N_K$  = Putaran baling-baling setelah dikoreksi ( Nm )

SHP = Shaft Horse Power ( HP-British )

$V_a$  = Advance speed of propeller ( knot )

#### 1.1 Koreksi RPM Baling-baling ( $N_K$ )

Karena memakai  $Bp-\delta$  diagram maka dilakukan koreksi Scale effect untuk Nsebesar 3%

Rpm = Putaran mesin utama kapal rancangan  
= 800 rpm

Reduction gear yang dipilih 1 : 4

$$N_{\text{baling2}} = \frac{800}{4}$$
$$= 200 \text{ rpm.}$$

$$N_K = 0.97 \times 200 \text{ (koreksi scale effect 3\%)}$$
$$= 194 \text{ rpm.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $N = 194$  rpm.

## 1.2 Shaft Horse Power ( SHP )

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

- Koreksi 3% untuk gear box
- Koreksi 3 % untuk letak kamar mesin dibelakang
- Koreksi *HP Metric* ke *HP British* =  $\frac{75}{76}$
- Koreksi *density* dari air tawar ke air laut =  $\frac{1.000}{1.025}$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= (\text{BHP} - (3 + 3)\%) \times \frac{75}{76} \times \frac{1.000}{1.025} \\ &= (900 - (6)\%) \times \frac{75}{76} \times \frac{1.000}{1.025} \\ &= 814,506 \text{ HP.} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga SHP = 814,506 HP.

## 1.3 Advance Speed of Propeller ( Va ) ( Ref. 9, hal 82 )

Untuk menentukan *advance speed of propeller* dari kapal rancangan digunakan rumus :

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

Dimana :

$V_a$  = *Advance speed of propeller* ( Knot ).

$w$  = *Wake Friaction*

= 0,3 ( lihat hal 19 )

$V_s$  = Kecepatan kapal rancangan.

= 11,7 knot ( lihat hal 22 )

Maka :

$$V_a = ( 1 - 0,3 ) \times 11,7$$

$$= 8,19 \text{ Knot.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $V_a = 8,19$  Knot.

Maka :

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{N_K \times \sqrt{SHP}}{V_a^{2.5}} \\ &= \frac{194 \times \sqrt{814,506}}{8,19^{2.5}} \\ &= 28,8 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga  $B_p = 29,44$

## 2. Diameter Optimum ( $D_o$ ) ( Ref. 9, hal 94 )

Untuk menentukan Diameter Optimum (  $D_o$  ) digunakan rumus :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_K}$$

Dimana :

$D_o$  = Diameter Optimum.

$\delta_k$  = Koreksi *Advance Coefficient*.

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

= 8,19 knot. ( lihat hal 25 )

$N_K$  = Koreksi Putaran baling-baling

= 194 rpm. ( lihat hal 24 )

Maka Diameter Optimumnya (  $D_o$  ) adalah :

### - Untuk B4-40

Untuk menentukan harga  $\delta$  dari  $B_p = 28,8$  Gbr. 115 ( Ref. 12, hal 414 )

$$\delta = 218$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 3%

$$\delta = 211,5$$

Hasil dari diagram  $B_p$ - $\delta$  diagram :

$$\eta_p \text{ ( efisiensi propeller ) } = 60, \%$$

$$Ho/D \text{ ( Pitc ratio )} = 0,68$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_k}$$

$$D_o = \frac{211,5 \times 8,19}{194} = 8,929 \text{ feet dijadikan m} = \times 0,3048 \\ = 2,72 \text{ m}$$

#### - Untuk B4-55

Untuk menentukan harga  $\delta$  dari  $B_p = 28,8$  Gbr. 115 ( Ref. 12, hal 414 )

$$\delta = 215$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 3%

$$\delta = 208,55$$

$$\eta_p \text{ ( efisiensi propeller )} = 58,8 \%$$

$$Ho/D \text{ ( Pitc ratio )} = 0,72$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_k}$$

$$D_o = \frac{208,55 \times 8,19}{194} = 8,8 \text{ feet dijadikan m} = \times 0,3048 \\ = 2,68 \text{ m}$$

#### - Untuk B4-70

Untuk menentukan harga  $\delta$  dari  $B_p = 28,8$  Gbr. 115 ( Ref. 12, hal 414 )

$$\delta = 205$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 3%

$$\delta = 198,85$$

Hasil dari diagram  $B_p$ - $\delta$  diagram :

$$\eta_p \text{ ( efisiensi propeller )} = 56,4 \%$$

$$- Ho/D \text{ (Pitc ratio)} = 0,8$$

Maka :

$$Do = \frac{\delta_k \times Va}{N_K}$$

$$Do = \frac{198,85 \times 8,19}{194} = 8,39 \text{ feet dijadikan m} = \times 0,3048 \\ = 2,56 \text{ m}$$

- Untuk B4-85

Untuk menentukan harga  $\delta$  dari  $Bp = 28,8$  Gbr. 115 ( Ref. 12, hal 414 )

$$\delta = 204$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 3%

$$\delta = 197,88$$

Hasil dari diagram  $Bp$ - $\delta$  diagram :

$$\eta_p \text{ (efisiensi propeller)} = 55\%$$

$$Ho/D \text{ (Pitc ratio)} = 0,81$$

Maka :

$$Do = \frac{\delta_k \times Va}{N_K}$$

$$Do = \frac{197,88 \times 8,19}{194} = 8,35 \text{ feet dijadikan m} = \times 0,3048 \\ = 2,55 \text{ m}$$

Untuk perencanaan baling-baling ini menggunakan perbandingan dari beberapa jenis *propeller* tipe B, yaitu B4-40, B4-55, B4-70 dan B4-85. Dari grafik  $Bp$ - $\delta$  diagram itu didapatkan untuk harga  $Bp = 28,8$  adalah sebagai berikut :



**Table 2.1 : Diameter, *Pitc Ratio* & Efisiensi *Propeller***

No	B - SERIES SCREWS	D	H/D	$\eta_p$
1	B4-40	2,72	0,68	60%
2	B4-55	2,68	0,72	58,8%
3	B4-70	2,56	0,8	56,4%
4	B4-85	2,55	0,81	55%

## II.2.2 Perhitungan Kavitasasi

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

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

Kavitasasi 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 kavitasasi maka akan menimbulkan suara berisik dan getaran pada baling-baling yang mengurangi unjuk kerjanya secara optimum. Pemilihan ukuran baling-baling dengan resiko kavitasasi terkecil dengan memakai diagram kavitasasi (*Burrill*).

## 2.3 Konstanta Kavitasasi

Untuk menentukan kavitasasi pada propeller pada posisi  $\sigma_{0,7}$  digunakan

$$\text{rumus: } \sigma_{0,7} = \frac{(P_o - e) - (0,7R \times \gamma)}{1/2 \cdot \rho \cdot \underbrace{(Va^2 + (2\pi \cdot 0,7R \cdot n)^2)}_{v^2}} \quad (\text{Ref. 3, hal 199})$$

Dimana :

$P_o$  = Beda tekanan statik pada sumbu *propeller*.

$\rho$  = Kerapatan air laut.

$$= 104.49 \text{ Kg.det}^2/\text{m}^4.$$

Va = Advance Speed dari propeller.

$$= 8,19 \text{ Knot. ( lihat hal 25 )}$$

n = Koreksi putaran baling-baling perdetik

$$= 3,2 \text{ Rps.}$$

Maka :

Beda Tekanan statik pada sumbu poros baling-baling ( Po ) adalah :

a. Sarat air kapal ( Draft )  $T = 6,70 \text{ m}$

b. Tinggi sumbu poros baling2 thd garis dasar kapal  $h_1 = 1,50 \text{ m} -$   
 $= 5,20 \text{ m}$

c. Tinggi Gelombang ( 3/4 % Lpp )  $h_2 = 0,435 \text{ m} +$   
Water head diatas garis/sumbu poros baling2  $= 5,635 \text{ m}$

d. Tekanan hydrostatis pada garis/sumbu poros  
baling2 di air laut ( 5,635 m x 1025 kg/m<sup>3</sup> )  $= 5775,88 \text{ kg/m}^2$

e. ( tekanan atmosfer ) – ( vapour pressure = e )  $= 10100 \text{ kg/m}^2 +$

(Tekanan statis digaris sumbu poros baling2 ) – ( e )  $= 15875,88 \text{ kg/m}^2$

Dari perhitungan ditetapkan harga  $Po-e = 15875,88 \text{ kg/m}^2$ .

Maka konstanta kavitasi adalah :

- Untuk B4-40

$$\sigma_{0,7} = \frac{15875,88 - (0,7 \times 1,36 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (8,19^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,36 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0.659$$

- Untuk B4-55

$$\sigma_{0,7} = \frac{15875,88 - (0,7 \times 1,34 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (8,19^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,34 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,676$$

- Untuk B4-70

$$\sigma_{0,7} = \frac{15875,88 - (0,7 \times 1,28 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (8,19^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,28 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,73$$

- Untuk B4-85

$$\sigma_{0,7} = \frac{15875,88 - (0,7 \times 1,275 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (8,19^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,275 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,737$$

## 2.4 Koefisien Gaya Dorong ( $\tau$ )

Untuk menentukan koefisien gaya dorong ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$\tau = \frac{T}{1 / 2 \cdot \rho \cdot F_p \cdot V^2}$$

Dimana :

### 2.4.1 Penentuan Thrust ( $T$ )

Untuk menentukan *thrust* digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

$$THP = \frac{T \cdot Va}{75} \rightarrow T = \frac{THP \cdot 75}{Va}$$

$$\eta_p = \frac{THP}{SHP} \rightarrow THP = \eta_p \cdot SHP$$

Maka :

$$T = \frac{SHP \times \eta_p \times 75}{Va}$$

Dimana :

$T$  = Thrust.

$SHP$  = Shaft Horse Power = 814,506 HP.

$\eta_p$  = Propulsive Efficiency.



$$V_a = \text{Advance speed of propeller.} = 8,19 \text{ knot} \times 0,5144 = 4,213 \text{ m/det}$$

Maka :

- Untuk B4-40 dan  $\eta_p = 60\%$

$$T = \frac{814,506 \times 0,60 \times 75}{4,213} \\ = 8699,9 \text{ kg}$$

- Untuk B4-55 dan  $\eta_p = 58,8\%$

$$T = \frac{814,506 \times 0,588 \times 75}{4,213} \\ = 8526,959 \text{ kg}$$

- Untuk B4-70 dan  $\eta_p = 56,4\%$

$$T = \frac{814,506 \times 0,564 \times 75}{4,213} \\ = 8177,926 \text{ kg}$$

- Untuk B4-85 dan  $\eta_p = 55\%$

$$T = \frac{814,506 \times 0,55 \times 75}{4,213} \\ = 7974,928 \text{ kg}$$

#### 2.4.2 Penentuan *Project Area of The Blade* ( $F_p$ )

Untuk menentukan *project blade area* digunakan rumus yaitu :

$$F_p = ( 1,067 - 0,229 H_o/D ) F_a$$

- Untuk B4-40

Developed Blade Ratio

$$\frac{F_a}{F} = 0,40 \rightarrow F_a = 0,40 \cdot F$$

Disc Area of The Screw (  $F$  )

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$



$$= \frac{3,14}{4} \times (2,72)^2$$
$$= 5,81$$

Developed Blade Area ( Fa )

$$Fa = 0,40 \times 5,81$$
$$= 2,3$$

Jadi :

$$Fp = (1,067 - ( 0,229 \times 0,68 )) \times 2,3$$
$$= 2,096$$

- Untuk B4-55

Developed Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,55 \rightarrow Fa = 0,55 \cdot F$$

Disc Area of The Screw ( F )

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$
$$= \frac{3,14}{4} \times (2,68)^2$$
$$= 5,638$$

Developed Blade Area ( Fa )

$$Fa = 0,55 \times 5,638$$
$$= 3,1$$

Jadi :

$$Fp = (1,067 - ( 0,229 \times 0,72 )) \times 3,1$$
$$= 2,797$$

- Untuk B4-70

Developed Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,70 \rightarrow Fa = 0,70 \cdot F$$



Disc Area of The Screw ( F ) -

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times (2,56)^2 \\ &= 5,14 \end{aligned}$$

Developed Blade Area ( Fa )

$$\begin{aligned} Fa &= 0,70 \times 5,14 \\ &= 3,598 \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} Fp &= (1,067 - (0,229 \times 0,8)) \times 3,598 \\ &= 3,18 \end{aligned}$$

- Untuk B4-85

Developed Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,85 \rightarrow Fa = 0,85 \cdot F$$

Disc Area of The Screw ( F )

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times (2,55)^2 \\ &= 5,1 \end{aligned}$$

Developed Blade Area ( Fa )

$$\begin{aligned} Fa &= 0,85 \times 5,1 \\ &= 4,34 \end{aligned}$$

Jadi:

$$\begin{aligned} Fp &= (1,067 - (0,229 \times 0,81)) \times 4,34 \\ &= 3,83 \end{aligned}$$

Maka koefisien gaya dorongnya (  $\tau$  ) adalah :

- Untuk B4-40



$$\tau = \frac{T}{1 / 2 \cdot \rho \cdot F_p \cdot V^2}$$

$$\tau = \frac{8699,9}{(0,5 \times 104,49 \times 2,096 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,36 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,217$$

- Untuk B4-55

$$\tau = \frac{T}{1 / 2 \cdot \rho \cdot F_p \cdot V^2}$$

$$\tau = \frac{8526,959}{(0,5 \times 104,49 \times 2,797 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,34 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,16$$

- Untuk B4-70

$$\tau = \frac{T}{1 / 2 \cdot \rho \cdot F_p \cdot V^2}$$

$$\tau = \frac{8177,926}{(0,5 \times 104,49 \times 3,18 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,28 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,152$$

- Untuk B4-85

$$\tau = \frac{T}{1 / 2 \cdot \rho \cdot F_p \cdot V^2}$$

$$\tau = \frac{7974,928}{(0,5 \times 104,49 \times 3,83 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 1,275 \times 3,2)^2)}$$
$$= 0,124$$

## 2.5 Tabel Perhitungan Kavitasasi

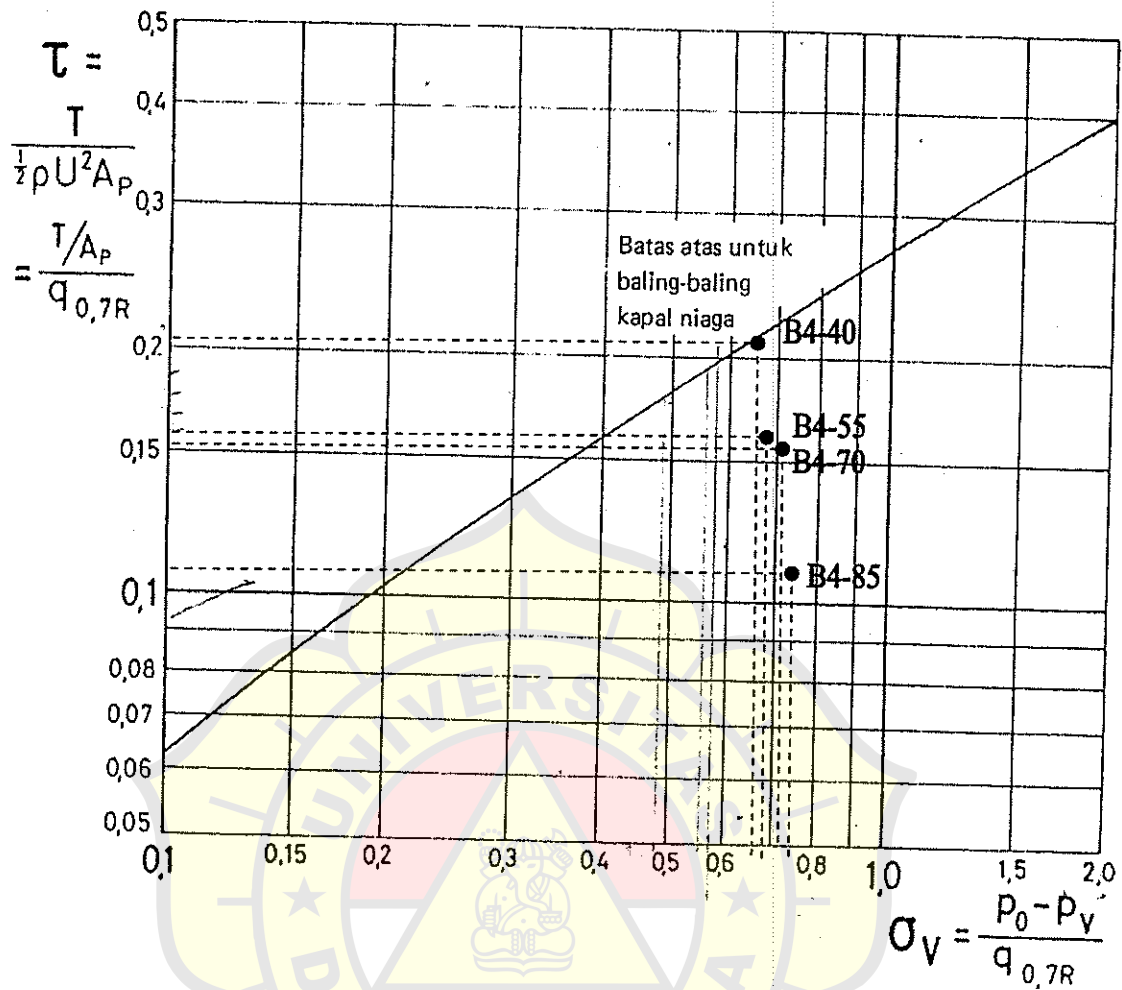
Setelah didapat dilakukan perhitungan kavitasasi diatas, langkah selanjutnya adalah untuk melakukan penggambaran grafik rancangan baling-baling. Berikut dibawah ini adalah tabel hasil perhitungan kavitasasi.

**Table 2.5.1 : Perhitungan Kavitasasi**

<i>B-SERIES SCREWS</i>	$\sigma_{0,7}$	$\tau$	$F_p/F_\sigma$	$F_d/F$	$F$	$F_\sigma$	$F_p$
B4-40	0,659	0,217	0,91	0,40	5,81	2,3	2,096
B4-55	0,676	0,16	0,90	0,55	5,638	3,1	2,797
B4-70	0,73	0,152	0,88	0,7	5,14	3,598	3,18
B4-85	0,737	0,124	0,88	0,85	5,1	4,34	3,83



### Prediksi Resiko kavitasi dengan Diagram Burrill



Dari diagram Burrill diatas diketahui harga risiko kavitasi semuanya masih memenuhi syarat baik itu mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing yang tertera pada table diatas. Untuk B4-40. B4-55 B4-70 B4-85 spesifikasi propeller B- series berdaun 4 telah didapat nilainya untuk harga risiko kavitasi masih memenuhi syarat. Untuk pemilihan propeller B4-40 dikarenakan nilai 0,6 -0,7r batas maksimum diameternya 2,4 - 2,8 (2,72) m dan efisiensi propeller sangat bagus (60%) maka dipilih *B-Series Screw* sebagai berikut:



- Tipe *propeller* berada pada : B4-40
- Diameter *propeller* ( D ) : 2,72 m
- Pitch Ratio *propeller* ( Ho/D ) : 0,68
- Developed Blade Ratio ( Fa/F ) : 0,40
- Efisiensi *propeller* (  $\eta_p$  ) : 60%
- Jumlah daun *propeller* ( Z ) : 4

