

BAB II

PERENCANAAN PERHITUNGAN MOTOR INDUK DAN UKURAN BALING-BALING

II.1 PERHITUNGAN DAYA MESIN

II.1.1 Hambatan Kapal.

Di dalam Primater kehidupan di laut Kapal yang berlayar di ibaratkan 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 Bentuk (*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 Bentuk (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 *(Ref II, hal 95 - 134).*

II.1.2. Diagram Guldhammer dan Harvald

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

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

$$P_E = R \times V_s \quad (kW)$$

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 $L/V^{1/3}$

C_F = Koeffisien hambatan gesek dan dapat dihitung dengan memakai :

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam (*Ref II, 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 $LCB_{standar}$, 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 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 referensi no 1 (*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 :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(standar)} + \frac{2 \cdot 10^3 C_R}{\Delta LCB} |\Delta LCB|$$

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 (*Ref II, 118*) 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 :

Badan depan	ekstrem U	Ekstrem V
	- 0,1	+ 0,1
Badan belakang	ekstrem U	Ekstrem V
	+ 0,1	- 0,1

Koreksi ini berlaku untuk kecepatan V/\sqrt{gL} dalam rentang, 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 :	$L \leq 100 \text{ m,}$	$10^3 C_A = 0,40$
	$L = 150 \text{ m}$	$10^3 C_A = 0,20$
	$L = 200 \text{ m}$	$10^3 C_A = 0$
	$L = 250 \text{ m}$	$10^3 C_A = -0,20$
	$L \geq 300 \text{ m}$	$10^3 C_A = -0,30$

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

II.1.3. Ukuran Utama Kapal Rancangan :

Panjang seluruhnya	Loa	=	49,50	m
Panjang garis tegak	Lpp	=	45,00	m
Panjang antara Garis Air	Lwl	=	45,90	m
$\sqrt{g \times L}$		=	21,22	m/s
Lebar kapal	B	=	8,30	m
Tinggi kapal	H	=	4,00	m
Sarat air kapal	T	=	3,4	m
Displasemen	Δ	=	872,103	Ton
Volume displasemen	V_{displ}	=	850,84	m^3
Ratio Lebar - Sarat	B/T	=	2,45	
Koefisien Blok	C_b	=	0,67	
Koefisien penampang tengah	C_m	=	0,99	

Koeffisien prismatic	Cp	=	0,68
Ratio panjang - volume displ.	$L/\nabla^{1/3}$	=	4,75
Permukaan basah	S	=	546,08 m ²
Posisi titik tekan memanjang	LCB	=	0,40 m
			di belakang ⊗

II.1.4. Perhitungan koefisien berdasarkan metode SV.Aa.harvald

Displacement (Δ)

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \\ &= 45,00 \times 8,30 \times 3,4 \times 0,67 \times 1,025 \\ &= 872,103 \text{ ton}\end{aligned}$$

Volume Displacement (∇_{displ})

$$\begin{aligned}\nabla_{displ} &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\ &= 45,00 \times 8,30 \times 3,4 \times 0,67 \\ &= 850,84 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Midship Area Coefisient (Cm)

$$\begin{aligned}C_m &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{C_b} \\ &= 0,90 + 0,10 \times \sqrt{0,67} \\ &= 0,99\end{aligned}$$

Luasan Midship (Am)

$$\begin{aligned}A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 8,30 \times 3,4 \times 0,99 \\ &= 23,15 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Coefisient Prismatic (Cp)

$$\begin{aligned} C_p &= C_b / C_m \\ &= 0,67 / 0,99 \\ &= 0,68 \end{aligned}$$

Coeffisient of Water Line (Cw)

$$\begin{aligned} C_w &= 0,95 \times C_p + 0,17 \times \sqrt{C_p} \\ &= 0,95 \times 0,68 + 0,17 \times \sqrt{0,68} \\ &= 0,79 \end{aligned}$$

Luas garis air (Awl)

$$\begin{aligned} Awl &= Lwl \times B \times C_w \\ &= 45,90 \times 8,30 \times 0,79 \\ &= 300,97 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas Permukaan Basah Kapal (S)

$$S = 1,025 \times Lpp \times (\delta Lpp \times B + 1,7 \times T) \quad (\text{Ref II, Hal 133})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \delta Lpp &= C_b \times Loa / Lwl \\ &= 0,67 \times 49,50 / 45,90 \\ &= 0,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 1,025 \times 45,00 \times (0,73 \times 8,30 + 1,7 \times 3,4) \\ &= 546,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka Luasan Basah (S'') sepanjang Awl adalah :

$$\begin{aligned} S' &= 1,025 \times Lwl \times (C_b \times B + 1,7 \times T) \\ &= 1,025 \times 45,90 \times (0,67 \times 8,30 + 1,7 \times 3,4) \\ &= 533,57 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perbandingan lebar dan sarat kapal

$$\begin{aligned} B / T &= 8,30 / 3,4 \\ &= 2,45 \end{aligned}$$

II.1.5. Perhitungan tahanan kapal dan daya motor induk

Tahanan atau hambatan yang dialami oleh sebuah kapal yang bergerak melalui air dan udara adalah sebagai berikut :

Tahanan gelombang (Wake Making Resistance)

Tahanan gesek (Frictional Resistance)

Tahanan bentuk (Eddy Making Resistance)

Tahanan udara (Air Resistance)

Sedangkan tahanan-tahanan lain yang mempengaruhi adalah :

Tahanan udara atau angin,

Tahanan penonjolan badan atau tahanan lainnya

Perhitungan tahanan kapal ini sesuai dengan (Ref II, hal. 133) dengan menggunakan rumus :

$$R = C_r \times \left(\frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times s \right)$$

Dimana :

C_R = Koefisien tahanan sisa untuk bentuk standar

C_f = Koefisien tahanan gesek didapat dari kurva ITTC - 57

C_i = Koefisien tahanan hambatan

Jadi perhitungan kapal untuk kecepatan 13,5 knot adalah sebagai berikut :

$$1. \quad F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L}} \quad (\text{Ref II, hal. 134})$$

dimana :

V_s = kecepatan kapal (m/dt)

$$= 13,5 \times 0,5144$$

$V_s = 6,945 \text{ m/dt}$

g = Gaya gravitasi (m/dt²)

$$= 9,81 \text{ m/dt}^2$$

L = Panjang kapal (m)

$$= 45,00 \text{ m}$$

maka :

$$F_n = \frac{6,945}{\sqrt{9,81 \times 45,00}}$$

$$= 0,34$$

2. $V_s = 13,5$ Knot
3. $V_s = 6,945$ m/dt
4. $V_s^2 = (6,945)^2$
 $= 48,24$ m²/dt²
5. $1/2 \rho \cdot S \cdot V_s^2$

dimana :

$$\rho = \text{massa jenis (kg dt}^2/\text{m}^4)$$

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

$$S = \text{Luas permukaan bidang basah dari Hydrostatic Curve}$$

$$= 546,08 \text{ m}^2$$

$$\therefore = 1/2 \rho \cdot S \cdot V_s^2$$

$$= 1/2 \times 104,5 \times 546,08 \times 48,24$$

$$= 1376416,49 \text{ kg}$$

$$= 1376,416 \text{ ton}$$

$$= 13502,64 \text{ N}$$

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

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

(Ref II, hal. 121-122)

Diketahui :

$$L_{pp} = 45,00 \text{ m}$$

$$\nabla = 850,84 \text{ m}^3$$

$$L/\nabla^{1/3} = 4,75$$

$L/\nabla^{1/3} = 4,50$	$F_n = 0,34$	$10^3 C_R = 7,59$
$L/\nabla^{1/3} = 5,00$	$F_n = 0,34$	$10^3 C_R = 6,9$
$L/\nabla^{1/3} = 4,75$	$F_n = 0,34$	$10^3 C_R = \dots\dots$

$$10^3 C_R = 7,59 \div \frac{(4,75 - 4,50)}{(5,00 - 4,50)} \times (6,9 - 7,59)$$

$$= 7,25$$

7. Koreksi B/T

Grafik harga C_R untuk kapal yang mempunyai ratio lebar kapal dan sarat kapal lebih besar dari $B / T = 2,5$ harus dikoreksi dengan rumus berikut , standart kurva Harvald ratio $B / T > 2,5$.

$$B/T = 8,30 / 3,4 \quad (\text{Ref II, hal. 199})$$

$$= 2,45$$

$$10^3 C_R > 2,5 \text{ maka koreksi ;}$$

$$= 0,16 (B/T - 2,50)$$

$$= 0,16 (2,45 - 2,50)$$

$$= - 0,008$$

8. Koreksi LCB

Untuk menentukan koreksi LCB dari kapal rancangan digunakan rumus dari grafik pada *Ref II, hal.130* yaitu :

$$LCB_{\text{standar}} = 5,2 \%$$

$$LCB = lcb / lwl \times 100 \%$$

$$LCB = 0,40 / 45,90 \times 100 \%$$

$$= 0,88 \%$$

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

$$\Delta LCB = 0,88 - (5,2)$$

$$\Delta LCB = 6,08 \%$$

Maka koreksi LCB

$$= \frac{\gamma 10^3 C_R}{\gamma LCB} | \Delta LCB |$$

$$= 0,580 \times 6,08 \%$$

$$10^3 C_R = 0,035$$

9. Koreksi Garis Penampang Bentuk Depan dan Belakang

Badan depan	: ekstrem U	ekstrem V
	- 0,1	+ 0,1
Badan belakang	: ekstrem U	ekstrem V
	+0,1	- 0,1

Karena kurva tahanan (yang diperoleh dari Gambar 5,5,7 dan 5,5,8 dalam harvald terjemahan sutomo jusuf, 1992) dianggap berlaku untuk yang penampangnya bukan yang benar-benar berbentuk U ataupun V, maka dalam menghitung daya efektif untuk perancangan ini tidak diperlukan koreksi untuk bentuk penampang badan kapal (koreksi = 0)

(Ref II, halaman 131)

10. Koreksi Bentuk Haluan

$$\text{Koreksi } C_R = 0$$

(karena bentuk haluan kapal yang di rancang tidak menggunakan Bulbous Bow)

11. Koreksi anggota badan

- Boss baling-baling	= 3 % ~ 5 %
	= 3 % x C_R
	= 3 % x 7,25
	= 0,22
- Shaft Bracket	= 5 % ~ 8 %
	= 5 % x C_R
	= 5 % x 7,25
	= 0,37
- Lunas Bilga	= 0 % (tidak ada koreksi)
- Daun kemudi	= 0 % (tidak ada koreksi)

(Ref II, halaman 132)

12. Resultan $10^3 C_R$

$$\begin{aligned}
 10^3 C_R &= (6) + (7) + (8) + (9) + (10) + (11) \\
 10^3 C_R &= 7,25 + (-000,8) + 0,035 + 0 + 0 (0,22 + 0,37) \\
 &= 7,18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 13.10^6 R_n &= \frac{VxL}{v} \\
 &= \frac{6,945 \times 45,00}{1,188 \times 10^{-6}} \\
 &= 263,07
 \end{aligned}$$

(Ref II, hal 119)

14. Koefisien tahanan gesek ($10^3 C_F$)

Koefisien tahanan gesek diperoleh dari grafik ITTC - 57 yang merupakan fungsi dari panjang (L) dan kecepatan (Vs)

$$L = 45,00 \text{ m}$$

$$V_s = 13,5 \text{ knot} = 6,945 \text{ m/dt}$$

$$L = 45,00 \quad V = 6,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,850$$

$$L = 45,00 \quad V = 7,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,815$$

$$L = 45,00 \quad V = 6,945 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F =$$

$$\begin{aligned}
 10^3 C_F &= 1,850 + \frac{(6,945 - 6,00)}{(7,00 - 6,00)} \times (1,815 - 1,850) \\
 &= 1,817
 \end{aligned}$$

(Ref II, hal 132)

15. Koreksi C_F

$$\begin{aligned}
 10^3 C_F &= \frac{S^1}{S} 10^3 C_F \\
 &= \frac{533,57}{546,08} \times 1,817
 \end{aligned}$$

$$10^3 C_F = 1,78$$

(Ref II, hal 132)

16. $10^3 C_A$ (tahanan tambahan)Untuk $L \leq 100 \text{ m}$

$$10^3 C_A = 0.4$$

$$C_A = 0.4 \times 10^3$$

17. Tahanan Udara ($10^3 C_{AA}$)
 $10^3 C_{AA} = 0,07$

18. Tahanan Kemudi ($10^3 C_{AS}$)
 $10^3 C_{AS} = 0,04$

19. Kelonggaran Dinas (sea margin) rata – rata pelayaran asia timur 15 % - 20 %.
(Ref II, hal 133)

20. Koefisien Tahanan Total ($10^3 C_T$)
 $10^3 C_T = C_R + C_F + C_A + C_{AA} + C_{AS}$
 $10^3 C_T = (12) + (15) + (16) + (17) + (18)$
 $= 7,18 + 1,78 + 0,4 + 0,07 + 0,04$
 $= 9,47$

21. Hambatan Total (R_T)
 $R_T = C_T (1/2 \rho \cdot V^2 \cdot S)$ *(Ref II, hal 133)*
 $= 9,47 \times 10^{-3} \times (1376416,49)$
 $R_T = 13034,67 \text{ kg}$
 $= 13,034 \text{ ton}$
 $= 127,863 \text{ N}$

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

$$\text{EHP} = \frac{V_s \times R_T}{75}$$
$$= \frac{6,945 \times 13034,67}{75}$$

$$\text{EHP} = 1207,02 \text{ HP}$$
$$= 888,367 \text{ Kw}$$

23. SHP (Shaft Horse Power)

$$\text{SHP} = \text{EHP} / P_c$$

Dimana $P_c = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_{po}$

Faktor arus ikut (W) menurut Taylor untuk kapal berbaling baling tunggal (Single Screw)

Wake Fraction (w), menurut Taylor

$$\begin{aligned} w &= -0,05 + (0,50 \times C_b) \\ &= -0,05 + (0,50 \times 0,67) \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

Faktor pengisapan (t) menurut Schoenherr

$$t = k \times w$$

dimana : $k = 0,70 - 0,90$

$$\begin{aligned} t &= 0,80 \times 0,29 \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w} \quad (\text{Ref II, hal 188})$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1-0,21}{1-0,29} \\ &= 1,12 \end{aligned}$$

η_H = Efisiensi Lambung kapal

$$= 1,12$$

η_{rr} = Efisiensi Rotary relatif

$$= 1,0$$

η_{po} = Efisiensi Baling – baling 0,55 – 0,60

$$= 0,55$$

$P_c = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_{po}$

$$= 1,12 \times 0,55 \times 1,0$$

$$= 0,62$$

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

$$= \frac{1207,02}{0,62}$$

$$= 1946,81 \text{ HP}$$

$$= 1432,85 \text{ Kw}$$

- 24. Koreksi pemakaian Gear Box η_r = $\pm 3 \%$
- 25. Koreksi Letak kamar Mesin η_m = $\pm 3 \%$
- 26. Kelonggaran Dinas (Sea Margin) = 15 ~ 20 %
- 27. Total Break House Power

$$\begin{aligned} BHP_T &= \{ (SHP \times (\text{Koreksi} + \text{Kelonggaran Dinas})) \} + SHP \\ &= (1946,81 \times 20\%) \times 1946,81 \text{ HP} \\ &= 2336,18 \text{ HP} \\ &= 1910,48 \text{ Kw} \end{aligned}$$

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 :



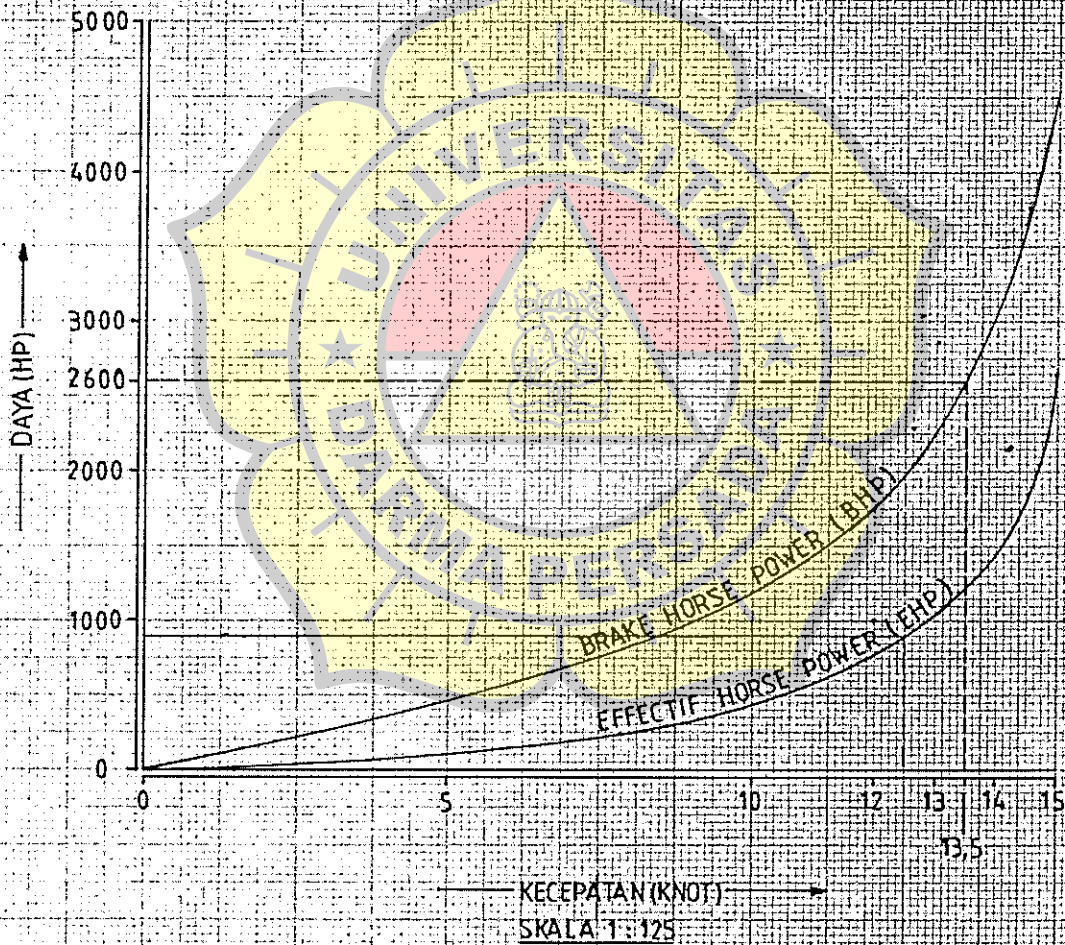
Merk	= YANMAR
Tipe	= 8Z 280A- EN
Daya	= 2600 HP / 1913,6 KW
Putaran Mesin	= 720 rpm
Gear Ratio	= 1 : 1,95
Bore x Stroke	= 280 mm x 360 mm
Ukuran	= Panjang x Lebar x Tinggi 6288 mm x 1914 mm x 2651 mm
Berat Mesin	= 24330 kg
Jumlah	= 1 (satu) buah
SFOC	= 197 gr / kwh

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	6.945	7.2016	7.716
4.	$F_n = V / gL$		38.103	44.719	48.240	51.863	59.537
5.	$1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$	Kg	0.291	0.315	0.340	0.350	0.364
6.	$10^3 C_R (L / V^{1.5})$	Gbr. 5.5.9 - 5.5.10	1087193.827	1275942.755	1376416.490	1479704.785	1698740.354
7.	Koreksi B/T	Gbr. 5.5.17	5.583	8.055	7.250	8.230	8.000
8.	Koreksi LCB	Gbr. 5.5.15 - 5.5.16	-0.009	-0.009	-0.008	-0.009	-0.009
9.	Koreksi Grs.Penampang	Gbr. 5.5.20	2.5404	3.137800	6.113	3.5844	3.7584
10.	Koreksi Bentuk Haluan	5.5.21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11.	Koreksi Anggota Badan	5.5.22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12.	Resultan $10^3 C_R$	$6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11$	0.7257	1.0472	0.5900	1.0699	1.0400
13.	$10^6 R_n$	$V \cdot L / \nu$	8.839	12.231	7.180	12.875	12.789
14.	$10^3 C_F$ ITTC - 1957	Gbr. 5.5.14	233.818	253.303	263.070	272.788	292.273
15.	$10^3 C_F'$	$S_1 / S \times 10^3 C_F$	1.854	1.848	1.817	1.834	1.806
16.	$10^3 C_A$	5.5.23	1.857	1.852	1.780	1.838	1.809
17.	$10^3 C_{AA}$	5.5.26	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
18.	$10^3 C_{AS}$	5.5.27	0.13	0.13	0.7	0.13	0.13
19.	$10^3 C_T = C_R + C_F + C_A + C_{AA} + C_{AS}$	$12 + 15 + 16 + 17 + 18$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
20.	$R_T = C_T \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$	Kg	11.266	14.653	9.470	15.282	15.168
21.	$EHP = V \cdot R_T / 75$	HP	12248.083	18695.781	13034.670	14012.810	25766.574
22.	PC		1008.066	1666.966	1207.020	1345.340	2650.865
23.	BHP = EHP / PC		0.708	0.708	0.620	0.708	0.708
24.	Koreksi Gear Box = 3%	HP	1424.582	2355.728	1432.850	2169.910	3746.158
25.	Koreksi Letak Kamar Mesin = 3%		42.737	70.672	42.986	65.097	112.385
26.	Sea Margin = 14%		42.737	70.672	42.986	65.097	112.385
27.	BHP (MCR)	HP	170.950	282.687	200.590	260.389	449.539
			1723.744	2850.431	2595.760	2893.220	4532.851

*1 Knot = 0,5144 m/s

KURVA DAYA - KECEPATAN



II.2 Perencanaan Propeller Kapal

II.2.1 Propulsi Kapal.

Baling – baling adalah suatu alat yang dapat menggerakkan kapal dan yang dapat menghasilkan daya dorong yang melebihi hambatan tolak kapal, sehingga dapat bergerak dengan kecepatan yang di rencanakan. Sebagai mana mestinya dan sebagai alat penggerak kapal, kondisi kerja baling – baling di pengaruhi dengan beberapa faktor seperti : hubungan kerjanya dengan lambung kapal, pengaruh kavitasi, bentuk dan ukuran geometris baling baling tersebut.

Kapal yang sedang berlayar yang 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 di laluinya. Gaya yang menahan tersebut harus di atasi dengan gaya dorong ke depan yang di berikan oleh suatu mekanisme penghasil gaya dorong. Mekanisme demikian adalah baling – baling. Baling – baling ini merupakan penghasil gaya dorong searah dengan gerakan kapal. Gaya dorong ini di timbulkan dari gaya angkat (Lift) yang timbul dari semua bagian yang dapat bergerak.

Sistim propulsi yang terdiri dari (Baling – baling kapal), mesin penggerak dan lambung kapal (Hull & Machinery) harus di rancang dengan se efisien mungkin, Maka dari itu jumlah energi yang di perlukan untuk gaya dorong kapal harus kecil atau sekecil mungkin. Sementara itu, kapal harus mempunyai kemampuan olah gerak dan unjuk kerja yang baik.

Adapun beberapa hal yang mempengaruhi 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.

Perencanaan Baling - Baling Kapal

Perencanaan penentuan dimensi baling - baling akan sangat menentukan terhadap hasil kerja kapal yang direncanakan. Adapun perencanaan baling-baling tersebut adalah :

1. Faktor Arus Ikut (ω)

Untuk menentukan faktor arus ikut atau *wake fraction* dari kapal rancangan di gunakan rumus *Taylor* dalam buku *Ref V, hal 99* untuk kapal *single screw* adalah :

$$\begin{aligned}\omega &= -0,05 + (0,50 \times C_b) \\ &= -0,05 + (0,50 \times 0,67) \\ &= 0,29\end{aligned}$$

2. Penentuan Harga Delivery Horse Power.

➤ Letak kamar mesin

Letak kamar mesin di belakang, koreksi = - 3 %

➤ Koreksi Daya ke metric

$$\text{Koreksi HP ke metric} = 76 / 75$$

➤ Koreksi air tawar ke air laut

$$\text{Sebesar} = \frac{1,000}{1,025}$$

➤ Koreksi Gear Box

$$\text{Sebesar} = 3\%$$

$$\text{DHP} = \text{BHP} - \text{Harga Koreksi}$$

$$= (2600 - 6\% \times 2600) \times \frac{76}{75} \times \frac{1,000}{1,025}$$

$$= 2416 \text{ HP}$$

$$= 1778,176 \text{ KW}$$

3. Diameter Baling baling Tentative (D)

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

$$= 0,7 \times 3,4$$

$$= 2,38 \text{ M}$$

4. Advance Velocity (V_a)

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

Dimana :

V_s = adalah kecepatan kapal 13,5 Knot

$$\begin{aligned} V_a &= (1 - 0,278) \times 13,5 \text{ knot} \\ &= 9,7 \text{ knot} \end{aligned}$$

5. Kecepatan air masuk ke baling-baling (V_e)

$$\begin{aligned} V_e &= (1 - w) \times V_s \text{ (m/dt)} \\ &= (1 - 0,29) \times 6,945 \\ &= 4,9 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

(Ref V, hal 259)

6. Jumlah Putaran Baling-Baling (N)

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 dengan *scale effect* sebesar 2 %.

Putaran mesin 720 rpm dengan *reduction gear* 1: 1,95

$$\begin{aligned} \text{RPM} &= 720 / 1,95 \\ &= 369,2 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= 369,2 \times 0,98 \\ &= 361 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= 361 \text{ rpm} / 60 \\ &= 6 \text{ rps} \end{aligned}$$

7. Gaya dorong (thrust) propeller

$$\begin{aligned} T &= R_t / (1 - t) \\ &= 13034,67 / (1 - 0,21) \\ &= 16499,59 \text{ kg} \\ &= 161860,978 \text{ N} \end{aligned}$$

(Ref II, hal 183)

8. Penentuan Jumlah Baling - Baling

Bila harga koefisien $K'd \leq 2$ atau $K'n \geq 1.0$; maka disarankan memilih jumlah daun $Z = 3$

Bila harga koefisien $K'd \leq 2$ atau $K'n \leq 1.0$; maka disarankan memilih jumlah daun $Z = 4$

Untuk kapal rancangan :

$$\begin{aligned} K'd &= D \times v_e \times \sqrt{\rho/S} \\ &= 2,38 \times 4,9 \times \sqrt{104,5/16499,59} \\ &= 0,89 \end{aligned}$$

dimana :

D = diameter Propeller Tentative = 2,38 m

ρ = massa jenis air laut = 104.5 kg dt²/m⁴

S = gaya dorong Propeller = 16499,59 kg

$$\begin{aligned} K'n &= \frac{V_e}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\rho}{S}} \\ &= \frac{4,9}{\sqrt{6}} \times \sqrt{\frac{104,5}{16499,59}} \\ K'n &= 0,15 \end{aligned}$$

Karena $K'd \leq 2$ dan $K'n \leq 1,0$: maka dipilih baling - baling berdaun 4 untuk kapal rancangan.

9. Diameter Optimum, Pitch Ratio, dan Propeller Efficiency

Koefisien baling baling

$$B_p = \frac{N \times P^{0,5}}{V_a^{2,5}} \quad (\text{Ref V, hal 116})$$

dimana : N = Putaran baling-baling = 361 rpm

V_a = Advance Speed = 9,7 knot

P = Delivery Horse Power = 2416 HP

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{361 \times 2416^{0,5}}{9,7^{2,5}} \\ &= 60 \end{aligned}$$

Dari diagram Bp - δ untuk nilai Bp = 60 maka didapat data - data pada Advanced Coefficient (δ) dari beberapa tingkat yaitu :

NO	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Advance coeffisient (δ)	302,5	295	281
2	Pitch ratio (Ho/Do)	0,55	0,59	0,69
3	Propeller efisiensi (nh)	50,8%	47,5%	47,1%

Dalam perencanaan baling-baling tunggal (Single Screw) ini dari *open condition* menjadi *behind conditon* perlu dilakukan koreksi. Untuk menentukan koreksi digunakan pernyataan yang terdapat dalam buku *Ref V, halaman 116* untuk kapal *single screw*, yaitu dikoreksi sebesar (5%), maka :

NO	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Advance coefficient (δ)	302,5	295	281
2	Koreksi	5%	5%	5%
3	δK	287,1	280,2	266,9

b. Diameter Optimum (Do)

Untuk menentukan Diameter Optimum (Do) digunakan rumus yang terdapat dalam buku *Ref V, halaman 116* untuk kapal *single screw* yaitu :

$$Do = \frac{\delta K \times va}{Nk} \times 0,3048 \quad (\text{Meter})$$

NO	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Koreksi (δK)	287,1	280,2	266,9
2	Diameter optimum	2,3	2,2	2,1

c. Picth Ratio (Ho/D)

Dari harga (δ) yang telah di koreksi, dapat di peroleh harga Picth

Ratio (Ho/D) pada diagram Bp - δ sesuai dengan

pembebanan :

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

Untuk series B4-55 ; $H_o/D = 0,59$

Untuk series B4-70 ; $H_o/D = 0,69$

d. Proppeller Efficiency (η_p)

Dari diagram Bp - δ juga dapat di peroleh untuk efisiensi baling baling kapal yaitu :

Untuk series B4-40 ; $\eta_p = 52,8 \%$

Untuk series B4-55 ; $\eta_p = 49,3 \%$

Untuk series B4-70 ; $\eta_p = 48,5 \%$

II.3 Perhitungan kavitasi

Untuk mengatasi atau mengurangi resiko kerusakan pada baling baling yang berakibatkan kavitasi, maka perlu di rancang bentuk dan dimensi baling-baling yang sesuai atau baling-baling bebas kavitasi.

Oleh sebab itu untuk menentukan diameter baling baling yang optimal, bebas kavitasi, serta mempunyai efisiensi yang cukup baik, maka harus di adakan suatu perhitungan-perhitungan yang dapat menentukan baling-baling itu sendiri terhadap kavitasinya. Di karenakan sering menguapnya zat cair yang sedang mengalir, oleh karena berkurangnya suatu tekanan suatu tekanan sampai di bawah tekanan uap jenuhnya dimana berlangsung pada saat zat cair mengalir ke daerah baling-baling kapal. Jika mengalami proses kavitasi maka terdengar suara yang berisik dan timbulnya getaran getaran pada baling-baling sehingga unjuk kerja pada baling baling tersebut tidak optimum.

a. konstanta Kavitasi (cavitation number) (Ref II, Hal 199)

$$\sigma_{0.7R} = \frac{(P - P_v) - (0,7 \times D/2 \times \gamma)}{\frac{1}{2} \times \rho [V a^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2]}$$

dimana :

$(P - P_v)$ = Bea tekanan static pada sumbu baling baling

D = Diameter baling baling (M)

P = Kerapatan air laut = $104,5 \text{ Kg s}^2/\text{m}^4$

V_a = Advanced of speed = 9,7 Knot

N = Putaran baling baling per detik = 6 rps

b. Tekanan static baling baling

$$P_o = atm + p g (T - h_1 + h_2)$$

Tekanan pada sumbu baling baling adalah ;

$$\text{Draft } T = 3,4 \text{ M}$$

$$\text{Tinggi poros baling baling } h_1 = 1,19 \text{ M}$$

$$\text{Tinggi gelombang } (0,75 \times L_{pp}) \quad h_2 = 0,338 \text{ M}$$

$$\text{Tinggi tekanan} = 2,54 \text{ M}$$

$$\text{Tekanan air } (h \times 1,025) = 4,17 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Tekanan uap} = 200,000 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Tekanan udara} = 10100,00 \text{ Kg/m}^2 +$$

$$\text{Tekanan statistik} = 10311,6 \text{ kg/m}^2$$

➤ Untuk series B4-40 dengan $D_o = 2,3 \text{ m}$

$$\sigma_{0.7 R} = \frac{10311,6 - (0,7 \times (2,3/2) \times 1,025)}{1/2 \times 104,5 [(9,7)^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,3 \times 6)^2]}$$

$$= 0,19$$

➤ Untuk series B4-55 dengan $D_o = 2,2 \text{ m}$

$$\sigma_{0.7 R} = \frac{10311,6 - (0,7 \times 2, (2,2/2) \times 1,025)}{1/2 \times 104,5 [(9,7)^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,2 \times 6)^2]}$$

$$= 0,21$$

➤ Untuk series B4-70 dengan $D_o = 2,1 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\sigma_{0.7} R &= \frac{10311,6 - (0,7 \times (2,1/2) \times 1,025)}{1/2 \times 104,5 [(9,7)^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,1 \times 6)^2]} \\ &= 0,22\end{aligned}$$

(Ref II, hal 199)

NO	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	DO	2,3	2,2	2,1
2	Kostanta Kavitasi ($\sigma_{0.7}$)	0,19	0,21	0,22
3	Thurst Koefisien (σ_c)	0,1	0,119	0,12

c. Projected Blade Area

$$F_p = \frac{T}{\sigma_c \times 1/2 \times \rho [v_a^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2]}$$

dimana :

$$T = \text{Thrust} = 16499,59 \text{ kg}$$

$$\sigma_c = \text{Koefisien gaya dorong}$$

$$D = \text{Diameter baling-baling (m)}$$

$$P = \text{Kerapatan air laut} = 104,5 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4$$

$$V_a = \text{Advanced of speed} = 9,7 \text{ Knot}$$

$$N = \text{Putaran baling-baling per detik} = 6 \text{ rps}$$

Menentukan thurst.

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

$$\text{SHP} = 1946,81 \text{ HP}$$

$$\eta_{rr} = 1,00$$

$$V_e = 4,9 \text{ m/dtk}$$

➤ Untuk B4-40 dengan $\eta_p = 50,8 \%$

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

$$= 1946,81 \times 0,508 \times 1,00 \times 75/4,9$$

$$= 15137,44$$

➤ Untuk B4-55 dengan $\eta_p = 47,5 \%$

$$\begin{aligned}
 T &= \text{SHP} \times \eta_p \times \eta_r \times 75/v_e \\
 &= 1946,81 \times 0,475 \times 1,00 \times 75/4,9 \\
 &= 14154,1
 \end{aligned}$$

- Untuk B4-70 dengan $\eta_p = 47,1 \%$

$$\begin{aligned}
 T &= \text{SHP} \times \eta_p \times \eta_r \times 75/v_e \\
 &= 1946,81 \times 0,471 \times 75/4,9 \\
 &= 14034,91
 \end{aligned}$$

Maka F_p

- Untuk B4-40

$$D_o = 2,3\sigma_c = 0,1 \quad \text{dan } T = 15137,44$$

$$\begin{aligned}
 F_p &= \frac{T}{\sigma_c \times 1/2 \times \rho [va^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2]} \\
 &= \frac{15137,44}{0,1 \times 1/2 \times 104,5 [9,7^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,3 \times 6)^2]} \\
 &= 2,85
 \end{aligned}$$

- Untuk B4-55

$$D_o = 2,2\sigma_c = 0,119 \quad \text{dan } T = 14154,1$$

$$\begin{aligned}
 F_p &= \frac{T}{\sigma_c \times 1/2 \times \rho [va^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2]} \\
 &= \frac{14154,1}{0,119 \times 1/2 \times 104,5 [9,7^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,2 \times 6)^2]} \\
 &= 2,43
 \end{aligned}$$

- Untuk B4-70

$$D_o = 2,1\sigma_c = 0,12 \quad \text{dan } T = 14034,91$$

$$\begin{aligned}
 F_p &= \frac{T}{\sigma_c \times 1/2 \times \rho [va^2 + (0,7 \times \pi \times D \times n)^2]} \\
 &= \frac{14034,91}{0,12 \times 1/2 \times 104,5 [9,7^2 + (0,7 \times 3,14 \times 2,1 \times 6)^2]} \\
 &= 2,59
 \end{aligned}$$

NO	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Do	2,3	2,2	2,1
2	σ_c	0,1	0,119	0,12
3	Fp	2,85	2,43	2,59

d. Developed Blade Area Ratio

$$\begin{aligned} F_p / F_a &= \text{Expanded area of the blade / disc area of the} \\ &\quad \text{screw} \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14/4 \times (2.3)^2 \\ &= 4,15 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Developed blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 4,15 \times 0,40 \\ &= 1,66 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p / F_a &= 1,067 - 0,229 (H_o/D) \\ \text{dengan } H_o/D &= 0,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p / F_a &= 0,94 \text{ m}^2 \\ \text{Projected area of the blade} \end{aligned}$$

$$F_p = F_a \times (F_p/F_a)$$

$$\begin{aligned} F_p &= 1,66 \times 0,94 \\ &= 1,56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

e. Developed Blade Area Ratio

$$\begin{aligned} F_p / F_a &= \text{Expanded area of the blade / disc area of the} \\ &\quad \text{screw} \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

Disc area of the screw

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

$$= 3,79 \text{ m}^2$$

Developed blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 0,55 \times 3,79 \\ &= 2,1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Dengan } H_o/D = 0,59$$

$$\text{Maka } F_p / F_a = 0,93 \text{ m}^2$$

Projected area of the blade

$$F_p = F_a \times (F_p/F_a)$$

$$\begin{aligned} F_p &= 2,1 \times 0,93 \\ &= 1,95 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

f. Developed Blade Area Ratio

$$\begin{aligned} F_p / F_a &= \text{Developed area of the blade} / \text{Disc area of} \\ &\text{the screw} \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14 / 4 \times (2,1)^2 \\ &= 3,46 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Developed blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 0,70 \times 3,46 \\ &= 2,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Dengan } H_o/D = 0,69$$

$$\text{maka } F_p / F_a = 0,91 \text{ m}^2$$

Projected area of the blade

$$F_p = F_a \times (F_p/F_a)$$

$$\begin{aligned} F_p &= 2,42 \times 0,91 \\ &= 2,21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel penentuan model propeller

No	Item	B4-40	B4-55	B4-70
1	Diameter optimum (D_o)	2,3	2,2	2,1
2	<i>Pitch ratio</i> (H_o/D)	0,55	0,59	0,69
3	<i>Propeller effisiensi</i> (η_p)	52.8 %	49,3 %	48,5 %
4	Konstanta kavitasi ($\sigma_{0,7}$)	0,19	0,21	0,22
5	<i>Thrust coefficient</i> (τ_ζ)	0,1	0,119	0,12
6	Kavitasi	< 5%	< 5%	< 5%
7	<i>Project blade area</i> (F_p^*)	2,85	2,43	2,59
8	<i>Developed blade area</i> (F_p/F_a)	0,94	0,93	0,91
9	<i>Developed blade ratio</i> (F_a/F)	0,40	0,55	0,70
10	<i>Disk area of the screw</i> (F)	4,15	3,79	3,46
11	<i>Developed blade area</i> (F_a)	1,66	2,1	2,42
12	<i>Project area of the blade</i> (F_p)	1,56	1,95	2,21

Berdasarkan dari hasil tabel perhitungan, maka dapat ditentukan blade area ratio optimum pada propeller yang direncanakan. Dikarenakan efisiensi tertinggi terletak pada diagram Bp- δ series B4-40 maka pada absisnya didapatkan $F_a / F = 0,40$. Dan spesifikasi Propeller yang akan direncanakan dalam keterangannya adalah sebagai berikut :

- Type propeller = B4-40
- Diameter propeller (D) = 2,3
- Pitch Ratio Propeller = 0,55
- Blade Area Ratio Propeller (F_a / F) = 0,40
- Effisiensi Propeller (η_p) = 52,8 %
- Jumlah Baling-baling (Z) = 4

II.4. Perhitungan poros Baling-baling

II.4.1. Diameter Poros Propeller

Didalam sistem transmisi tenaga suatu mesin kapal, poros digunakan untuk menstransmisikan putaran suatu mesin ke baling-baling (propeller). Sehingga kapal tersebut akan mendapatkan gaya dorong atau *thrust*. Besarnya *thrust* yang dihasilkan tersebut sangat bergantung dari besarnya putaran baling-baling. Berdasarkan peraturan BKI (*Ref I, hal 4-1*), minimum diameter poros baling-baling adalah :

$$D = F \times k \times \sqrt[3]{\frac{P_w}{n \times \left(1 - \frac{d_i}{d_a}\right)^4}} \times C_w$$

Dimana :

F : Faktor untuk instalasi propulsi = 100

K : Faktor type dari poros = 1,26

P_w : Daya pada poros = 1432,85 kw

N : Putaran poros = 361 rpm

R_m : Kekuatan tarik material, digunakan S 45 C yang kekuatan tariknya 58 Kg/mm²

: 568,40 N/m²

C_w : Faktor material 560/R_m = 160

: 560 / 568,40 + 160

: 0,77

1-(d_i/d_a)⁴ : 1,00

maka : D = 100 × 1,26 × $\sqrt[3]{\frac{1432,85}{361 \times 1,00}}$ × 0,77

= 182,85 mm

II.4.2. Diameter Poros antara

Poros antara terletak diantara mesin induk atau *gear box* . Salah satu kegunaan poros antara ini adalah untuk mempermudah pencabutan poros baling-baling berdasarkan peraturan BKI.

$$D = F \times k \times \sqrt[3]{\frac{pw}{nx \left\{ 1 - \frac{di}{da} \right\}^4}} \times cw \quad (\text{Ref I, hal 4-1})$$

Dimana :

F : 95

K : 1,20

Maka :

$$D = 95 \times 1,20 \times \sqrt[3]{\frac{1432,85}{361 \times 1,00}} \times 0,77$$

$$= 165,43 \text{ mm}$$

Maka diameter poros antara rancangan = 165 mm

