

BAB II
PERENCANAAN PERHITUNGAN MOTOR INDUK
DAN UKURAN BALING – BALING

II.1. PERHITUNGAN DAYA MESIN

II.1.1 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 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). Didalam daerah lapisan batas tersebut kecepatan gerak dari partikel – partikel zat cair dalam hal ini air laut, bervariasi dari 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 inersia 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 adalahh cara perhitungan dengan menggunakan rumus pendekatan.

Dalam tugas merancang ini, perhitungan hambatan yang digunakan adalah perhitungan yang terdapat dalam *Referensi no.3, hal 95 – 134.*

II.1.2. Diagram Guldhammer dan Harvald

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

$$R = C_R \times \left(\frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \right) \quad (N) \quad (Ref.No.3.Hal 132)$$

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

Dalam hal ini koefisien hambatan totalnya adalah :

$$C_T = C_R \times C_F \times C_A$$

Dimana :

C_R = Koefisien hambatan sisa untuk bentuk kapal standart dapat diambil

dari diagram $L/\nabla^{1/3}$

C_F = Koefisien hambatan gesek dan dapat dihitung dengan memakai :

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam *Referensi no.3*, hal 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 $LCB_{standart}$. Yaitu :

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

dengan faktor $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$, dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam *Harvald* (1992:130) dan ini hanya berlaku untu LCB yang berada didepan $LCB_{standar}$. Mengenai LCB yang berada dibelakang $LCB_{standart}$, semua sumber yang ada mempunyai pendapat yang saling bertentangan, namun demikian karena kecenderungan kecil maka pengabaian koreksi dalam hal ini tidak akan memberi kesalahan yang berarti. Karena kapal pada umumnya berbeda dengan standart yang ada dengan perbedaan tertentu, lebih besar meupun 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 pada kecepatan tinggi. Sebagai untuk mengatasi kerancuan tersebut maka semua informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas dalam diagram $LCB_{standar}$ dalam *Referensi no. 3*, hal 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 :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R0} + \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial LCB} [\Delta LCB]$$

~ Koreksi B/T

Karena diagram tersebut dibuat berdasarkan ratio lebar dan sarat kapal (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 negatif atau positif.

~ Koreksi Bentuk Penampang Melintang

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, kurva hambatan yang diperoleh berdasarkan diagram $L/V^{1/3}$ dan ITTC-57 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 sebagaimana berikut :

Badan depan	Ekstrem U - 0,1	Ekstrem V + 0,1
Badan belakang	Ekstrem U + 0,1	Ekstrem V - 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 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 Propeller : Untuk kapal penuh, C_R dinaikkan sebesar 3% - 5%
- Braket & poros Propeller : 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 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 :

$$C_{F'} = C_F \frac{S'}{S}$$

Dimana : S = Luas permukaan basah kapal

S' = Permukaan basah badan dan anggota badan kapal

~ **Koreksi hambatan Udara dan kemudi**

- Koreksi hambatan udara = $10^3 C_{AA} = 0,07$
- Koreksi hambatan kemudi = $10^3 C_A = 0,04$

II.1.3. Data – Data Kapal

LOA	=	55,72	m
LWL	=	53,3	m
LPP	=	49,5	m
B	=	15	m
H	=	3,7	m
T	=	2,8	m
C_b	=	0,54	
C_m	=	0,97	
C_w	=	0,55	
C_p	=	0,55	
Wetted Surface Area (S)	=	688,01	m ²
Luas Apendage (S')	=	112% x S	
	=	1,12 x 688,01	
	=	770,57	m ²
LCB	=	1,028	m
	=	2,076 %	
Δ	=	1156,4801	ton
∇	=	10,3932	m ³
Ratio Lebar – Sarat B/T	=	5,357	
Ratio Panjang $-\nabla L / \nabla^{1/3}$	=	4,762	
Ratio permukaan basah S/S'	=	0,892	
Vs	=	12	knots
GT	=	1350	ton
Klasifikasi	=	BKI	
Jarak pelayaran	=	15	nautical mil

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

Displacement (Δ)

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \\ &= 49.5 \times 15 \times 2.8 \times 0.58 \times 1.025 \\ &= 1156.4801 \text{ ton}\end{aligned}$$

Midship Area Coefisient (C_m)

$$\begin{aligned}C_m &= 0.93 + 0.08 \times C_b \\ &= 0.93 + 0.08 \times 0.54 \\ &= 0.97\end{aligned}$$

Luas Midship (A_m)

$$\begin{aligned}A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 15 \times 2.8 \times 0.97 \\ &= 40.74 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Coefisient Prismatic (C_p)

$$\begin{aligned}C_p &= C_b / C_m \\ &= 0.54 / 0.97 \\ &= 0.55\end{aligned}$$

Coefisient of Water Line (C_w)

$$\begin{aligned}C_w &= 1.463 - 1.26 \times (C_b / 2.12) - (2 \times C_b) \\ &= 1.463 - 1.26 \times (0.54 / 2.12) - (2 \times 0.54) \\ &= 0.75\end{aligned}$$

Luas garis air (A_{wl})

$$\begin{aligned}A_{wl} &= L_{wl} \times B \times C_w \\ &= 53.5 \times 15 \times 0.75 \\ &= 601.875 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Luas Permukaan Basah Kapal (S) (Referensi.No.3.hal 137)

$$\begin{aligned}S &= (1.7 \times T + C_b \times B) \times L_{wl} \\ &= (1.7 \times 2.8 + 0.54 \times 15) \times 53.5 \\ &= 688.01 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Luas permukaan anggota badan kapal (S')

$$\begin{aligned} S' &= 112\% \times S \\ &= 1,12 \times 688,01 \\ &= 770,57 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga ratio S/S' adalah

$$\begin{aligned} S/S' &= 688,01 / 770,57 \\ &= 0,892 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Volume displacement (∇)

$$\begin{aligned} \nabla &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\ &= 49,5 \times 15 \times 2,8 \times 0,54 \\ &= 1122,66 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perbandingan lebar dan sarat kapal

$$\begin{aligned} B/T &= 15 / 2,8 \\ &= 5,357 \end{aligned}$$

Ratio antara A_m dan S' (A_m / S')

$$\begin{aligned} A_m / S' &= 40,74 / 770,57 \\ &= 0,052 \end{aligned}$$

II.1.5. Perhitungan tahanan kapal dan daya motor induk

1. Froude Number (Fn)

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \times L_{pp}}} \quad (\text{Referensi no.3, hal134})$$

Dimana :

Vs = Kecepatan kapal dalam m/dtk

$$= 12 \times 0,5144$$

$$= 6,1728 \text{ m / dtk}$$

g = gravitasi (9,81 m/dtk)

$$\begin{aligned} Fn &= \frac{6,1728}{\sqrt{9,81 \times 49,5}} \\ &= 0,280 \end{aligned}$$

2. Vs = 12 knots

3. Vs = 6,1728 m / dtk

$$4. \quad V_s^2 = 38,103 \text{ m / dtk}$$

$$5. \quad \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2$$

Dimana :

$$\rho = \text{masa jenis (kg.s/m}^3 \text{)}$$

$$= 104,49 \text{ kg.s/m}^3$$

$$S = \text{Luas permukaan basah}$$

$$= 688,01 \text{ m}^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2$$

$$= 0,5 \times 104,49 \times 688,01 \times 38,103$$

$$= 1369615,477 \text{ kg}$$

$$= 1369,6154 \text{ ton}$$

6. Residual coefisient (C_R) Residual coefisient atau tahanan sisa dapat diperoleh dari grafik yang merupakan fungsi dari perbandingan panjang dan volume (L/V) dan bilangan froud number (F_n).

Diketahui : $L_{pp} = 49,5$

$$\nabla = 1122,66 \text{ m}^3$$

$$L / \nabla^{1/3} = 4,762$$

$$L / \nabla^{1/3} = 4,500 \quad F_n = 0,28 \quad 10^3 C_r = 2.100$$

$$L / \nabla^{1/3} = 5,000 \quad F_n = 0,28 \quad 10^3 C_r = 1.800$$

$$L / \nabla^{1/3} = 4,762 \quad F_n = 0,28 \quad 10^3 C_r = 1,942$$

$$10^3 C_r = 2,100 + \frac{(4,762 - 4,5) \times (1,8 - 2,1)}{(5,0 - 4,5)} + 2,1$$

$$= 1,942$$

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 $B / T > 2,5$.

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

$$= 0,16 \times (5,35 - 2,5)$$

$$= 0,456$$

8. Koreksi LCB

Untuk menentukan koreksi LCB dari kapal rancangan digunakan rumus dan grafik pada *Referensi no.3, hal.130* yaitu :

$$\Delta LCB = LCB_{\text{rancangan}} - LCB_{\text{standart}} (\%)$$

Dimana ΔLCB = Penyimpangan LCB

$LCB_{\text{rancangan}}$ = LCB dari data prarancangan

= 1,028 didepan mid ship

$$= \frac{LCB}{Lpp} \times 100\%$$

$$= \frac{1,028}{49,5} \times 100\%$$

= 2,076 % didepan mid ship

Grafik 5.5.16 = LCB = -2,9 dibelakang mid ship

LCB = 2,076 didepan midship

$$\begin{aligned} LCB &= LCB_{\text{rancangan}} - LCB \\ &= 2,076 \% - (-2,9 \%) \\ &= 4,976 \% \\ &= 0,04976 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Dari grafik 5.5.16} = \frac{\delta 10^3 C_R}{\delta LCB} = 0,25$$

$$\begin{aligned} \text{Maka koreksi LCB} &= 0,25 \times 0,04976 \\ &= 0,01244 \end{aligned}$$

9. Koreksi garis penampang bentuk depan dan belakang berdasarkan *Referensi.no.3, hal.131* tidak ada koreksi untuk bentuk penampang badan kapal tidak ekstrim "U" ataupun "V" = 0

10. Koreksi bentuk haluan

Koreksi bentuk haluan = 0, karena bentuk haluan kapal tidak menggunakan bulbous bow.

11. Koreksi anggota badan kapai

- a. Daun kemudi = Tidak ada koreksi (0)
- b. Lunas bilga = Tidak ada koreksi (0)
- c. Boss propeller = $3 \% \times 10^3 C_r$
= $0.03 \times 1,942$
= 0,0582
- d. Shaft propeller = $5 \% \times 10^3 C_r$
= $0,05 \times 1,942$
= 0,0971

e. Koreksi anggota badan kapai

$$10^3 C_R = 0 + 0 + 0,0582 + 0,0971$$
$$= 0,1553$$

12. Resultan $10^3 C_R$

$$\text{Resultan } 10^3 C_R = (11) + (10) + (9) + (8) + (7) + (6)$$
$$= 0,1553 + 0 + 0 + 0,01244 + 0,456 + 1.942$$
$$= 2,56574$$

13. Rainold Number (R_n)

$$10^{-6} R_n = \frac{V_s \times L_{pp}}{g}$$
$$= \frac{6,1728 \times 49,5}{1,18831 \times 10^{-6}}$$
$$= 257,166$$

14. Koefisient tahanan gesek ($10^3 C_f$)

Koefisient tahanan gesek diperoleh dari grafik ITTC-57 yang merupakan fungsi dari panjang kapal (L) dan kecepatan (V)

$$L = 49,50 \quad V = 6.000 \text{ m /dtk} \quad 10^3 C_f = 1,820$$

$$L = 49,50 \quad V = 8.000 \text{ m /dtk} \quad 10^3 C_f = 1,750$$

$$L = 49,50 \quad V = 6,172 \text{ m /dtk} \quad 10^3 C_f = 1,820$$

$$10^3 C_f = 1.820 + (6,172- 6) / (8-6) \times 1,820$$
$$= 1,820$$

15. Koreksi C_F (Referensi no. 3, hal 132)

$$\begin{aligned} 10^3 C_F &= S'/S \times 10^3 C_r \\ &= (770,57 / 688,01) \times 1,820 \\ &= 2,03 \end{aligned}$$

16. Tahanan tambahan ($10^3 C_a$) (Referensi no.3, hal 132)

Untuk $L < 100$ m

$$10^3 C_a = 0,400$$

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. Koefisien tahanan total ($10^3 C_T$)

$$10^3 C_T = C_r + C_f + C_a + C_{aa} + C_{as}$$

$$C_T = 5,113 \times 10^{-3}$$

20. R_T (hambatan total) (Referensi no.3 hal 132)

$$\begin{aligned} R_T &= C_T \cdot 10^{-3} (\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2) \\ &= 5,113 \times 10^{-3} (0,5 \times 104,5 \times 688,01 \times 38,09) \\ &= 7001,125 \text{ kg} \end{aligned}$$

21. Hambatan bow thruster (Referensi no.3 Data for thruster)

Diketahui : LPP = 49,5 m

$$S = 688,01$$

Grafik untuk menentukan Bow Thruster didapat

$$\text{Spesifik thrust} = 17,5 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Nominal thrust} = \text{Spesifik thrust} \times S$$

$$= 17,5 \times 688,01$$

$$= 12040,175 \text{ kg}$$

$$= 12,040 \text{ Ton}$$

Untuk nominal thrust 12,040 Ton , maka didapat Kt-130 B, maka :
didapat diameter untuk dua bow thruster = $200 / 2 = 100$ mm. Diameter bow thruster dan stern thruster = Kt.43 B = 1150 mm. Maka untuk menentukan dari pada tahanan bow dan stern thruster digunakan rumus pendekatan , yaitu :

$$R_{bt} = C_{bt} \times \rho \times \pi \cdot D^2 \times V_s^2 \quad (\text{Ref no.3 hal132})$$

Dimana :

R_{bt} = Hambatan dari pada bow dan stern thruster kapal rancangan

C_{bt} = Koefisien hambatan bow dan stern thruster

$$= 0,003 - 0,012$$

$$= \text{Ditetapkan } 0,003$$

ρ = Berat jenis air laut

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

D = Diameter bow dan stern thruster

$$= 1,150 \text{ m}$$

V_s = Kecepatan kapal rancangan

$$= 12 \text{ Knot}$$

$$= 6,172 \text{ m/dtk}$$

Maka :

$$R_{bt} = 0,003 \times 104,5 \times 3,14 \times 1,150^2 \times 6,172^2$$

$$= 49,592 \text{ kg}$$

Hambatan total bow dan stern thruster adalah :

$$R_{bt \text{ total}} = 49,592 \times 2$$

$$= 99,184 \text{ kg}$$

22. Hambatan total pada kapal ferry ini adalah :

$$R_T = R_t + R_{bt \text{ total}}$$

Dimana :

R_t = Hambatan kapal rancangan

$$= 7002,137 \text{ kg}$$

$$R_{bt \text{ total}} = 99,184 \text{ kg}$$

Maka :

$$R_T = 7001,125 + 99,184$$

$$= 7100,308 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga R_T adalah : 7100,308 kg

23. Perhitungan Efektif Horse Power (EHP) Mesin Induk

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

$$\begin{aligned}
 \text{EHP} &= (V_s \times R_t) / 75 && \text{(dimana } 75 \text{ kg.m/dt} = 1 \text{ HP)} \\
 &= (6.1728 \times 7100,308) / 75 \\
 &= 584,384 \text{ HP} \\
 &= 430,106 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

(Penambahan tenaga efektif motor induk berdasarkan daerah pelayaran = 15 % Ref no.3, hal 65)

$$\begin{aligned}
 \text{EHP} &= \text{EHP} + (15\% \times \text{EHP}) \\
 &= 672,041 \text{ HP} \\
 &= 494,632 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

II.1.6. Perhitungan Shaft Horse Power

1. Wake Fraction (Taylor)

$$\begin{aligned}
 W &= -0,05 + (0,55 \times C_b) \\
 &= -0,05 + (0,55 \times 0,54) \\
 &= 0,247
 \end{aligned}$$

2. Advance Velocity (V_a)

$$\begin{aligned}
 V_a &= (1-W) \times V_s \\
 &= (1-0,247) \times 12 \\
 &= 9,036 \text{ knot}
 \end{aligned}$$

3. Thrust Deduction Factor (t) (Schoner)

$$\begin{aligned}
 t &= k \times W \\
 \text{dimana : } k &= 0,7 - 0,9 \text{ diambil } k = 0,9 \\
 t &= 0,9 \times 0,247 \\
 &= 0,222
 \end{aligned}$$

4. Penentuan gaya dorong (s)

$$\begin{aligned}
 s &= R_t / (1-t) \\
 &= 7100,38 / (1 - 0,222) \\
 &= 9126,359 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

5. Hull Efficiency (η_h)

$$\begin{aligned}
 \eta_h &= (1-t) / (1-W) \\
 &= (1-0,222) / (1- 0,247) \\
 &= 1,033
 \end{aligned}$$

6. Propulsive Coefficient (P_C)

$$P_C = \eta_h \times \eta_{rr} \times \eta_p$$

Dimana :

$$\eta_{rr} = 1,00 \text{ untuk twin screw}$$

$$\eta_p = 0,675$$

$$\begin{aligned} P_C &= 1,033 \times 1,00 \times 0,675 \\ &= 0,697 \end{aligned}$$

7. Shaft Horse Power (SHP)

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{EHP} / P_C \\ &= 672,041 / 0,697 \\ &= 964,191 \text{ HP} \\ &= 709,644 \text{ kW} \end{aligned}$$

II.1.7. Penentuan Brake Horse Power (BHP)

Untuk itu ditambahkan faktor keamanan sebagai berikut :

3% Koreksi pemakaian gear box

3% Koreksi letak kamar mesin di tengah

15% Sea margin

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{NCR}} &= (21\% \times \text{SHP}) + \text{SHP} \\ &= (21\% \times 964,191) + 964,191 \\ &= 1166,671 \text{ HP} \\ &= 858,669 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{NCR}} &= 1166,671 / 2 \\ &= 583,335 \text{ HP} \\ &= 429,335 \text{ kW} \end{aligned}$$

BHP_{MCR} (Maksimum Continous Rating)

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{MCR}} &= \text{BHP}_{\text{NCR}} / 0,9 \\ &= 1166,671 / 0,9 \\ &= 1296,301 \text{ HP} \\ &= 954,077 \text{ kW} \end{aligned}$$

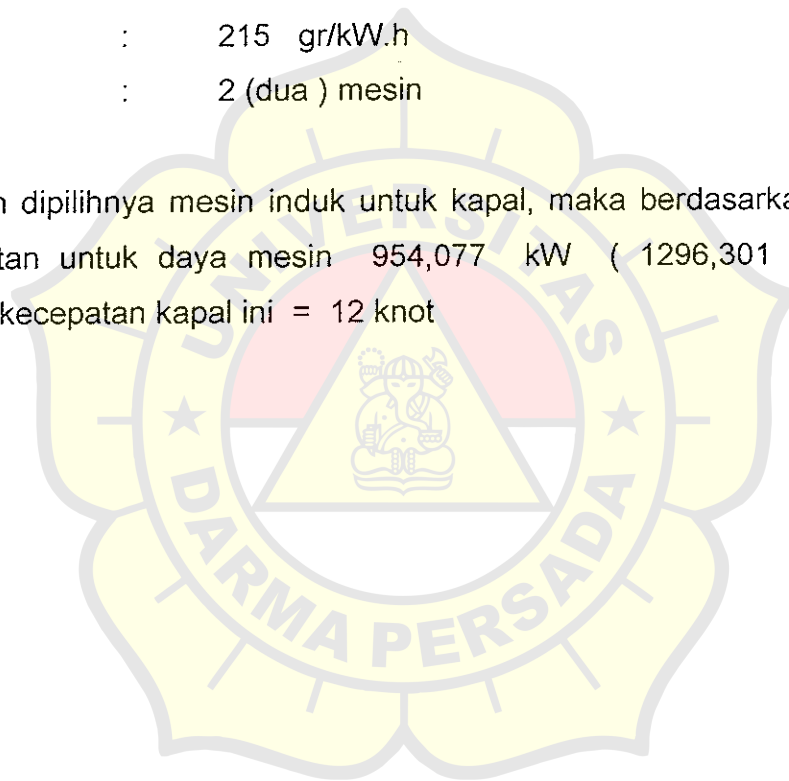
Karena menggunakan 2 mesin induk sebagai penggerak kapal, maka :

$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{MCR}} &= 2 \times 648,151 \text{ HP} \\ &= 2 \times 477,038 \text{ kW} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel hasil perhitungan hambatan dengan menggunakan metode SV.AaHarvald, maka dapat ditentukan besarnya daya mesin yang digunakan. Dimana karakteristik mesin yang dipilih adalah sebagai berikut

* Merk	:	YANMAR
* TYPE	:	S 185 A.ET
* Daya	:	485 kW / 650 HP
* Putaran mesin	:	950 RPM
* Bore x Strok	:	185 mm x 230 mm
* Ukuran	:	Panjang x Lebar x Tinggi
	:	3457 mm x 1170 mm x 2029 mm
* SFOC	:	215 gr/kW.h
* Jumlah	:	2 (dua) mesin

Dengan telah dipilihnya mesin induk untuk kapal, maka berdasarkan kurva daya-kecepatan untuk daya mesin 954,077 kW (1296,301 HP) di rencanakan kecepatan kapal ini = 12 knot



II.2. Perencanaan propeller kapal

II.2.1. Propulsi kapal

Propeller adalah suatu alat yang dapat menggerakkan kapal dan yang dapat menghasilkan daya dorong yang melebihi hambatan tolak kapal, sehingga dapat bergerak dengan kecepatan yang direncanakan. Sebagaimana mestinya dan sebagai alat penggerak kapal, kondisi kerja propeller di pengaruhi dengan beberapa faktor seperti : hubungan kerjanya dengan lambung kapal, pengaruh kavitasi, bentuk dan ukuran geometris propeller 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 propeller. Propeller 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.

Sistem propulsi yang terdiri dari Propeller kapal ,mesin penggerak dan lambung kapal (Hull & Machinery) harus di rancang dengan se efisien mungkin. Maka dari itu jumlah energi yng diperlukan untuk gaya dorong kapal harus disesuaikan dengan kecepatan kapal yang dihasilkan.

Adapun beberapa hal yang mempengaruhi terhadap perencanaan Propeller kapal antara lain :

- Diameter Propeller Optimum
- Thrust horse power
- Putaran propeller
- Jumlah daun propeller
- Efek kavitasi terhadap propeller

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

1. Faktor arus ikut (W)

Menurut Taylor untuk kapal twins screw adalah

$$\begin{aligned} W &= -0.2 + (0,55 \times C_b) \\ &= -0,2 + (0,55 \times 0,54) \\ &= 0,086 \end{aligned}$$

2. Faktor pengisapan (t) untuk kapal berbaling – baling ganda (twin screw t = W)

3. Gaya dorong (Thrust) Propeller (Referensi no.3, hal 144)

$$\begin{aligned} T &= \frac{R_t}{1-t} \\ &= \frac{7100,308}{1-0,086} \\ &= 7768,389 \quad \text{Kg} \\ &= 76207,901 \quad \text{N} \end{aligned}$$

4. Penentuan gaya dorong (s)

$$\begin{aligned} s &= R_T / (1 - t) \\ &= 7100,308 / (1 - 0,086) \\ &= 7768,389 \end{aligned}$$

5. Kecepatan air masuk ke propeller (V_e) (Referensi no.3,hal.259)

$$\begin{aligned} V_e &= (1 - W) \times V_s \\ &= (1 - 0,086) \times 6,2728 \\ &= 5,642 \quad \text{m/dtk} \end{aligned}$$

6. Diameter Propeller Tentative (D)

$$\begin{aligned} D &= 0,7 \times T \\ &= 0,7 \times 2,8 \\ &= 1,96 \quad \text{m} \end{aligned}$$

7. Advance speed of propeller (V_a) (Referensi no. 3. hal.259)

$$\begin{aligned} V_a &= (1 - W) \times V_s \\ &= (1 - 0,086) \times 12 \\ &= 10,968 \quad \text{knot} \end{aligned}$$

8. Rpm Propeller

RPM mesin = 950 Rpm dengan reduction gear 1 : 2,53 di dapat putaran baling – baling = 375 Rpm Koreksi Rpm = 1%

(Referensi no.3.hal 115 untuk kapal berbaling – baling ganda = 1 – 2 %)

$$\begin{aligned} N &= 375 \times 0,99 \\ &= 371 \text{ Rpm} \end{aligned}$$

9. Penentuan jumlah daun propeller

Bila harga koefisien $K'd < 2$ atau $K'n > 1,0$; maka disarankan memilih jumlah daun $Z = 3$

Bila harga $K'd < 2$ atau $K'n < 1,0$; maka disarankan memilih jumlah daun $Z = 4$. Untuk kapal rancangan :

$$\begin{aligned} K'd &= D \times V_e \times \sqrt{\rho/S} \\ &= 1,7 \times 5,645 \times \sqrt{104,5/7768,389} \\ &= 1,026 \end{aligned}$$

Dimana :

D = diameter propeller

ρ = Density air laut = 104,5 kg.s²/m⁴

s = gaya dorong = 7768,389 kg

$$\begin{aligned} K'n &= (V_e \times \sqrt{n}) \times (\sqrt{\rho.S}) \\ &= (5,642 / \sqrt{10,58}) \times (\sqrt{104,5/7768,389}) \\ &= 0,0022 < 1,0 \end{aligned}$$

Karena $K'd < 2$ dan $K'n < 1,0$; maka dipilih propeller berdaun 4 (empat) untuk kapal rancangan.

10. Power Delivery (P_D)

$$\begin{aligned} P_D &= (624 - 3\%) \times (75 / 76) \times (1,000 / 1.025) \\ &= 600,74 \text{ HP} \\ &= 424,56 \text{ kW} \end{aligned}$$

11. Diameter Optimum, Pitch Ratio, dan Propeller Efficiency

a. Koefesien baling-baling

$$B_p = (N \times \sqrt{P_D}) / V_a^2 \quad (\text{Referensi no.3, hal. 245})$$

Dimana : N = Putaran baling – baling (koreksi) = 371 Rpm

$$P_D = 600,74 \text{ HP}$$

$$V_a = \text{Advance speed} = 10,968 \text{ knot}$$

$$B_p = (371,25 \times \sqrt{600,74}) / 10,968^{2,5}$$
$$= 22,83$$
$$= 23$$

Dengan diketahui harga $B_p = 23$, maka dengan menggunakan diagram B_p - δ maka didapat data – data pada Advanced Coefficient (δ) dari beberapa tingka yaitu :

$$\text{Untuk series B4-40 ; } \delta = 199$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } \delta = 193$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } \delta = 185$$

Dalam perencanaan baling – baling ganda (Twin Screw) (δ) ini di koreksi sebesar 5%, Maka :

$$\text{Untuk series B4-40 ; } \delta = 199 - 5\% = 189,05$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } \delta = 193 - 5\% = 183,35$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } \delta = 185 - 5\% = 175,75$$

b. Diameter Optimum (D_o)

$$D_o = \frac{\delta \times V_a}{N} \quad (\text{Referensi no.3, hal. 199})$$

$$\text{Untuk series B4-40 ; } D_o = 1,70$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } D_o = 1,65$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } D_o = 1,58$$

c. Pitch Ratio (H_o/D)

Dari harga (δ) yang telah dikoreksi, dapat diperoleh harga pitch ratio (H_o/D) pada diagram B_p - δ sesuai dengan pembebanan :

$$\text{Untuk series B4-40 ; } H_o/D = 0,75$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } H_o/D = 0,80$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } H_o/D = 0,85$$

d. Propeller Efficiency (η_p)

Dari diagram B_p - δ juga dapat diperoleh untuk efisiensi baling – baling kapal yaitu :

Untuk series B4-40 ; $\eta_p = 63,4 \%$

Untuk series B4-55 ; $\eta_p = 59,8 \%$

Untuk series B4-70 ; $\eta_p = 59,5 \%$

II.2.2. Perhitungan kavitas

Pada umumnya kavitas didefinisikan sebagai pembentukan fase uap dari suatu cairan ketika cairan tersebut terjadi pengurangan tekanan pada suhu sekelilingnya yang tetap, dan secara umum suatu cairan mengalami kavitas jika didalam cairan tersebut terlihat adanya gelembung yang terbentuk, akibat turunnya tekanan. Dan timbulnya kavitas pada tekanan sebesar tekanan uap diperlukan, sejumlah gelembung – gelembung kecil, disebut inti dalam ukuran submikroskopis saja. Yang mengandung gelembung permanen. Berkembangnya gelembung – gelembung tersebut tergantung pada penguapan cairan tu sendiri.

Pada dasarnya kavitas terjadi selubung sebuah benda dalam fluida dimana tekanan lokal dan fluida ditempat tersebut merosot sampai dengan harga yang mendekati pada tekanan penguapan (Vapour Pressure). Jadi kavitas adalah suatu phenomema perubahan dari suatu aliran fluida yang sifat – sifatnya ditentukan dengan kenyataan alam di beberapa tempat, lebih jelasnya dengan adanya kavitas, efisiensi dari baling – baling akan merosot dengan tenaga kuda yang disediakan mesin induk.

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

a. Konstanta kavitas (Ref.No.3 Hal 199)

$$\sigma_{c0,7R} = \frac{(P - P_v) - (0,7 \times D/2 \times \gamma)}{\frac{1}{2} \times \lambda (V_a^2 + 0,7 \times \pi \times D \times n)^2}$$

Dimana :

(P-Pv) = Beda tekanan statik pada sumbu baling – baling

D = Diameter baling – baling (m)

ρ = Kerapatan air laut = 104,49 Kg.s² / m³

V_a = Advanced of speed = 10,968 = 5,6 m/s

N = Putaran baling – baling per detik = 6,183 rps

γ = masa jenis air laut = 1,025

b. Tekanan statik propeller

Tekanan pada sumbu propeller adalah :

- a. Draft $T = 2,8$ m
- b. Tinggi poros propeller $h_1 = 0,900$ m
- c. Tinggi gelombang ($0,75 \times L_{pp}$) $h_2 = 0,371$ m
- Tinggi tekanan ($T - h_1 + h_2$) $h = 1,529$ m
- d. Tekanan air ($h \times 1025$) $= 1567$ Kg/m²
- e. Tekanan udara $= 10100$ Kg/m²
- f. Tekanan uap $= 200$ Kg/m²
- Tekanan statik $= 11867$ Kg/m²

Maka didapat :

Untuk series B4-40 dengan $Do = 1,70$ m

$$\sigma_{c0,7R} = 0,347$$

Untuk series B4-55 dengan $Do = 1,65$ m

$$\sigma_{c0,7R} = 0,364$$

Untuk series B4-70 dengan $Do = 1,58$ m

$$\sigma_{c0,7R} = 0,391$$

c. Koefisien gaya dorong (σ_c) berdasarkan diagram BURILL

Untuk series B4-40 ; dengan $Do = 1,70$ m didapat $\sigma_c = 0,145$

Untuk series B4-55 ; dengan $Do = 1,65$ m didapat $\sigma_c = 0,150$

Untuk series B4-70 ; dengan $Do = 1,58$ m didapat $\sigma_c = 0,160$

d. Projected Blade Area

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

dimana :

T = Gaya dorong = 8100,750 kg ~ 79468,36 N

σ_c = Koefisien gaya dorong (dari diagram buriel)

D = Diameter propeler (m)

ρ = Kerapatan air laut = 104,5 kg.s²/m⁴

V_a = Advanced of speed = 10,968 knot

$N = \text{putaran propeller per detik} = 6,183 \text{ rps}$

e. Developed Blade Area Ratio

$F_p/F_a = \text{expanded area of the blade / disc area of the screw} = 0,40$

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= (\pi / 4) \times D^2 \\ &= (3,14 / 4) \times 1,7^2 \\ &= 2,268 \end{aligned}$$

Developed blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 2,268 \times 0,40 \\ &= 0,910 \end{aligned}$$

$$F_p/F_a = 1,067 - 0,229 \cdot Ho/D$$

dengan $Ho/D = 0,75$

$$F_p/F_a = 0,895$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,895 \times 0,910 \\ &= 0,814 \end{aligned}$$

f. Developed Blade Area Ratio (Referensi no.3, hal 129)

$F_p/F_a = \text{expanded area of the blade / disc area of the screw} = 0,55$

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14 / 4 \times (1,65)^2 \\ &= 2,137 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Developed blade area (Referensi no.3, hal.129)

$$\begin{aligned} F_a &= 0,55 \times 2,137 \\ &= 1,175 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p/F_a &= 1,067 - 0,229 \cdot (Ho/D) \\ &= 1,067 - 0,229 \cdot (0,815) \\ &= 0,881 \end{aligned}$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,881 \times 1,175 \\ &= 1,035 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

g. Developed Blade Area Ratio (Referensi no.3, hal 129)

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

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14 / 4 \times (1,58)^2 \\ &= 1,959 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Defeloved blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 0,70 \times 1,959 \\ &= 1,371 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_p/F_a &= 1,067 - 0,229 \cdot (Ho/D) \\ &= 1,067 - 0,229 \cdot (0,85) \\ &= 0,872 \end{aligned}$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,872 \times 1,371 \\ &= 1,196 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan berdasarkan rumus mencari harga F_p' maka didapat :

Untuk series B4-40 ; dengan $Do = 1,70 \text{ m}$ dan $\sigma_c = 0,145$

Maka harga F_p' berdasarkan rumus = 1,635

Untuk series B4-55 ; dengan $Do = 1,65 \text{ m}$ dan $\sigma_c = 0,150$

Maka harga F_p' berdasarkan rumus = 1,701

Untuk series B4-70 ; dengan $Do = 1,58 \text{ m}$ dan $\sigma_c = 0,160$

Maka harga F_p' berdasarkan rumus = 1,711

Tabel. No. 1

Penentuan model Propeller

	Do	$\sigma_c 0,7R$	σ_c	F_p'	F_p/F_a
Series B4-40	1,70	0,347	0,145	1,635	0,895
Series B4-55	1,65	0,364	0,150	1,701	0,881
Series B4-70	1,58	0,391	0,160	1,711	0,872

Tabel. No. 2

	F_a/F	F	F_a	F_p
Series B4-40	0,40	2,268	0,910	0,814
Series B4-55	0,55	2,137	1,175	1,035
Series B4-70	0,70	1,959	1,371	1,196

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) = 1,70 m
- ~ Pitch Ratio Propeller (H_0/D) = 0,75
- ~ Blade Area Ratio Propeller (F_a/F) = 0,40
- ~ Effisiensi Propeller (η_p) = 0,634



II.3. Perhitungan poros Baling-baling

II.3.1. Diameter poros Propeller

Berdasarkan (Referensi no.2, hal 4-1) maka besar poros Propeller :

$$D = F \times k \times \sqrt{\{P_w/300 - (1 - d_i/d_a)\}} \times C_w$$

Dimana:

F = Faktor untuk Instalasi Propulsi = 100

k = Faktor Type dari poros = 1,26

P_w = Daya pada Poros = 354,82 kW

N = Putaran Poros = 371 Rpm

C_w = Faktor material = 560 / R_m + 160

R_m = Kekuatan Tarik Material digunakan S 45 C yang
kekuatan tariknya 58 kg / mm² = 568,40 N/ mm²

$$C_w = 560 / 568,40 + 160$$

$$= 0,77$$

$$1 - (d_i/d_a) = 1,00$$

maka :

$$D = 100 \times 1,26 \times \sqrt{\{354,82/(300 \times 1,00)\}} \times 0,77$$

$$= 120,24 \text{ mm}$$

$$= 120 \text{ mm}$$

II.3.2. Diameter Poros Antara

Untuk menentukan Diameter Poros Antara adalah :

$$F = 95$$

$$k = 1,20$$

$$D = F \times k \times \sqrt{\{P_w/(300 - 1 - d_i/d_a)\}} \times C_w$$

$$= 95 \times 1,20 \times \sqrt{\{354,82/(300 - 1)\}} \times 0,77$$

$$= 108,79 \text{ mm}$$

$$= 109 \text{ mm}$$

D = 1700 mm

a. Panjang Blade Elemen Dari Centre Line ke Leading Edge (h_D)

r/R (1)	h_D / D (2)	h_D (3)
0,2	0.116	197.200
0,3	0.129	219.300
0,4	0.136	231.200
0,5	0.137	232.900
0,6	0.132	224.400
0,7	0.118	200.600
0,8	0.092	156.400
0,9	0.051	86.700
0,95	0.020	34.000
1,00	-0.053	-90.100

b. Panjang Total Blade Elemen (C)

r/R (1)	C / D (2)	C (3)
0,2	0.208	353.600
0,3	0.241	409.700
0,4	0.263	447.100
0,5	0.276	469.200
0,6	0.279	474.300
0,7	0.269	457.300
0,8	0.241	409.700
0,9	0.184	312.800
0,95	0.135	229.500
1,00	0.000	0.000

c. Panjang Blade Elemen Dari Centre Line ke Trailing Edge (h_{TE})

r/R (1)	$h_{TE} = C - h_D$ (2)
0,2	156.400
0,3	190.400
0,4	215.900
0,5	236.300
0,6	249.900
0,7	256.700
0,8	253.300
0,9	226.100
0,95	195.500
1,00	90.100

d. Jarak Ordinate Maksimum dari Leading Edge (h_T)

r/R (1)	h_T / C (2)	h_T (3)
0,2	0.350	123.760
0,3	0.387	158.554
0,4	0.420	187.782
0,5	0.450	211.140
0,6	0.475	225.293
0,7	0.493	225.449
0,8	0.500	204.850
0,9	0.500	156.400
0,95	0.500	114.750
1,00	0.500	0.000

e. Ketebalan Blade Maksimum Pada Ordinate (t)

r/R (1)	t / D (2)	t (3)
0,2	0.0366	62.220
0,3	0.0324	55.080
0,4	0.0282	47.940
0,5	0.0240	40.800
0,6	0.0198	33.660
0,7	0.0156	26.520
0,8	0.0114	19.380
0,9	0.0072	12.240
0,95	0.0051	8.670
1,00	0.0030	5.100

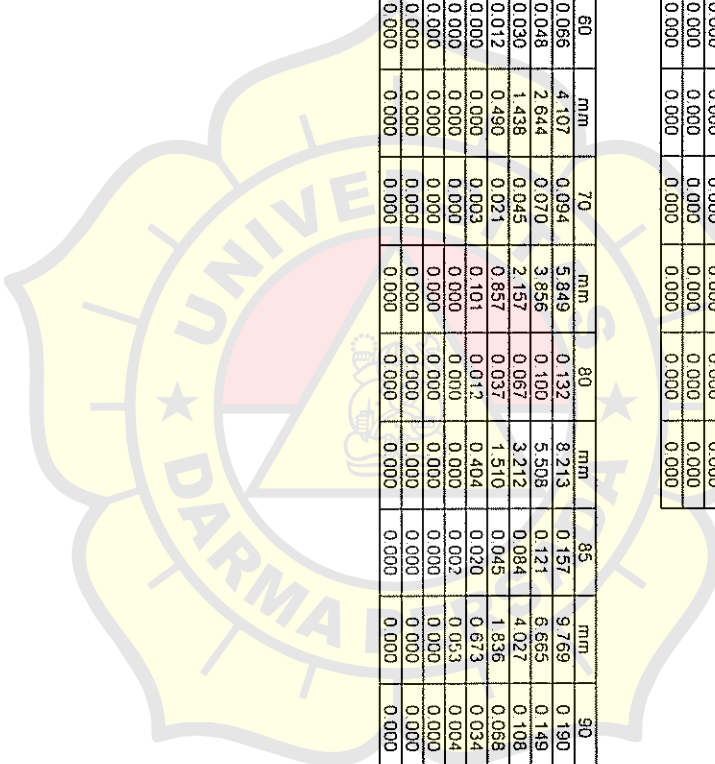
1 Jarak Ordinat Belakang & Muka Dari Ordinate Maksimum
1 Ordinate Belakang

Trailing Edge																	
r/R	T/E	mm	80	mm	60	mm	40	mm	20	mm	Y ₁	mm	Y ₂	mm	mm	mm	
0.2	0.386	24.017	0.63	39.189	0.805	50.087	0.919	57.180	0.981	61.038	0.380	23.644	0.375	23.333			
0.3	0.338	18.617	0.598	32.938	0.787	43.348	0.911	50.178	0.979	53.923	0.343	18.892	0.325	17.901			
0.4	0.289	13.855	0.565	27.086	0.769	36.886	0.903	43.290	0.977	46.837	0.307	14.718	0.274	13.136			
0.5	0.233	9.506	0.521	21.257	0.742	30.214	0.892	36.394	0.975	39.780	0.270	11.016	0.218	8.894			
0.6	0.171	5.756	0.477	16.056	0.712	23.966	0.875	29.453	0.97	32.650	0.000	0.000	0.151	5.083			
0.7	0.102	2.705	0.436	11.563	0.687	18.219	0.859	22.781	0.965	25.582	0.000	0.000	0.076	2.016			
0.8	0.073	1.415	0.407	7.988	0.669	12.965	0.852	16.512	0.963	18.663	0.000	0.000	0.037	0.717			
0.9	0.116	1.420	0.434	5.312	0.682	8.348	0.859	10.514	0.965	11.812	0.000	0.000	0.058	0.710			
0.95	0.163	1.413	0.464	4.023	0.699	6.060	0.866	7.508	0.967	8.384	0.000	0.000	0.082	0.711			

Leading Edge																		
r/R	20	mm	40	mm	60	mm	70	mm	80	mm	85	mm	90	mm	95	mm	LE	mm
0.2	0.984	61.224	0.932	57.989	0.844	52.514	0.783	48.718	0.708	44.052	0.662	41.190	0.608	37.830	0.538	33.474	0.000	0.000
0.3	0.981	54.033	0.924	50.894	0.826	45.496	0.759	41.806	0.676	37.234	0.626	34.480	0.569	31.341	0.497	27.375	0.000	0.000
0.4	0.979	46.933	0.915	43.865	0.804	38.544	0.732	35.082	0.637	30.538	0.582	27.901	0.523	25.073	0.444	21.285	0.000	0.000
0.5	0.978	39.902	0.900	36.720	0.774	31.579	0.662	28.234	0.591	24.113	0.531	21.065	0.463	18.890	0.377	15.382	0.000	0.000
0.6	0.975	32.819	0.881	29.654	0.737	24.807	0.647	21.778	0.530	17.840	0.465	15.662	0.386	12.993	0.298	10.031	0.171	5.756
0.7	0.968	25.671	0.866	22.966	0.698	18.511	0.590	15.647	0.465	12.332	0.390	10.343	0.305	8.089	0.210	5.569	0.102	2.705
0.8	0.963	18.653	0.852	16.512	0.682	12.965	0.546	10.581	0.407	7.888	0.330	6.395	0.249	4.826	0.163	3.159	0.073	1.415
0.9	0.965	11.812	0.859	10.514	0.682	8.348	0.546	6.940	0.434	5.312	0.361	4.419	0.284	3.476	0.202	2.472	0.116	1.420
0.95	0.967	8.384	0.866	7.508	0.699	6.060	0.530	5.115	0.484	4.023	0.395	3.425	0.322	2.792	0.245	2.124	0.163	1.413

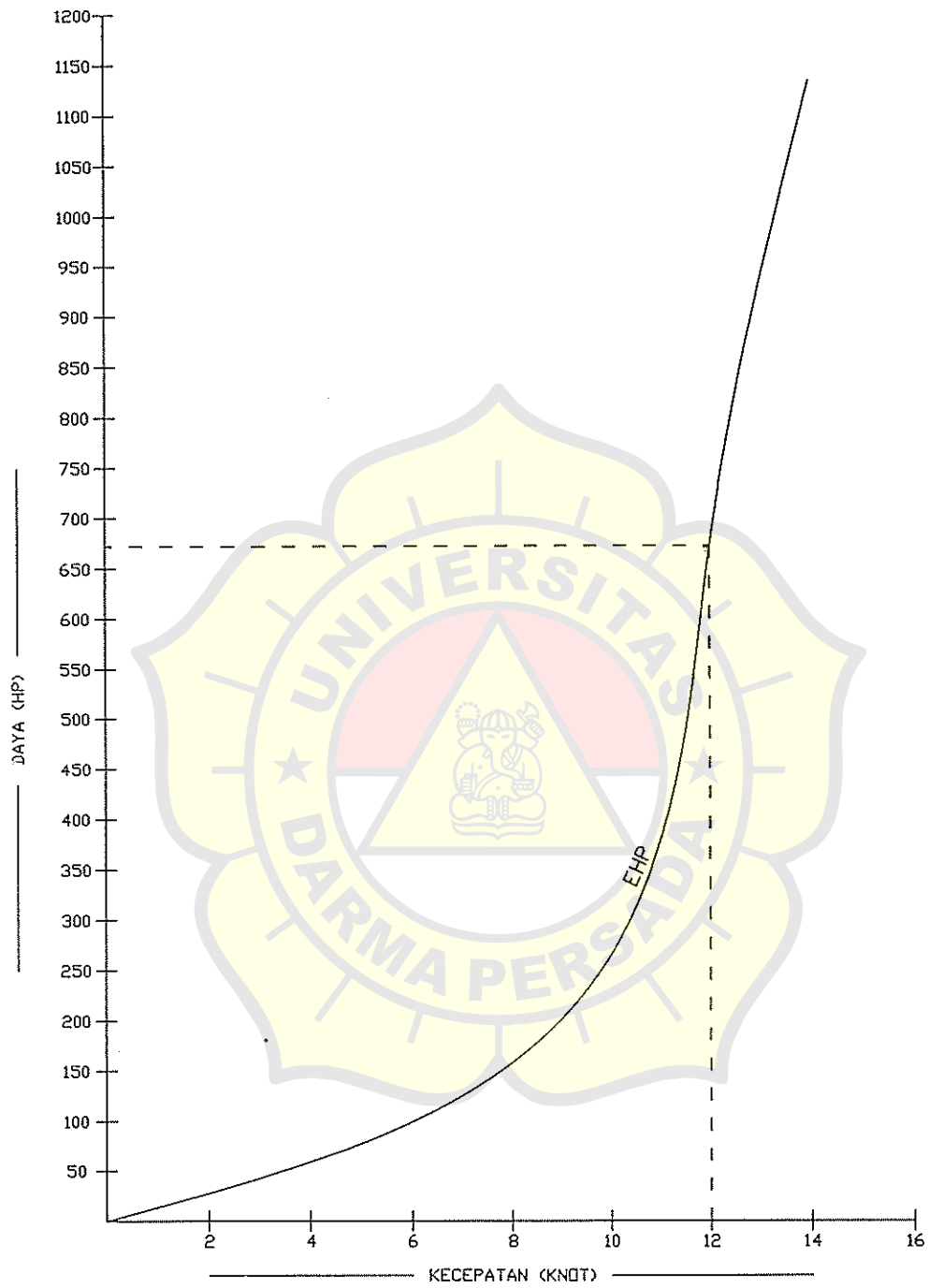
Trailing Edge		80		60		40		20		mm	
r/R	T E	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0.2	0.364	22.648	0.210	13.066	0.135	6.533	0.041	2.551	0.009	0.560	0.000
0.3	0.312	17.185	0.178	9.824	0.087	4.792	0.033	1.818	0.007	0.386	0.000
0.4	0.259	12.416	0.139	6.664	0.068	3.260	0.025	1.199	0.005	0.240	0.000
0.5	0.199	8.119	0.100	4.080	0.045	1.836	0.013	0.530	0.003	0.122	0.000
0.6	0.129	4.342	0.050	1.883	0.016	0.539	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
0.7	0.048	1.273	0.013	0.345	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Leading Edge		40		60		70		80		85		90		95		LE		
r/R	20	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
0.2	0.007	0.436	0.029	1.804	0.066	4.107	0.094	5.849	0.132	8.213	0.157	9.769	0.190	11.822	0.237	14.746	0.000	0.000
0.3	0.005	0.275	0.020	1.102	0.048	2.644	0.070	3.856	0.100	5.508	0.121	6.665	0.149	8.207	0.192	10.575	0.000	0.000
0.4	0.003	0.144	0.012	0.575	0.039	1.438	0.045	2.157	0.067	3.212	0.084	4.027	0.108	5.178	0.146	6.999	0.000	0.000
0.5	0.000	0.000	0.004	0.163	0.012	0.490	0.021	0.857	0.037	1.510	0.045	1.836	0.068	2.774	0.101	4.121	0.000	0.000
0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.101	0.017	0.404	0.020	0.673	0.034	1.144	0.058	1.952	0.129	4.342
0.7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.053	0.004	0.106	0.012	0.318	0.048	1.273
0.8	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
0.9	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
0.95	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



TABEL PERHITUNGAN DAYA MESIN PADA LIMA KECEPATAN

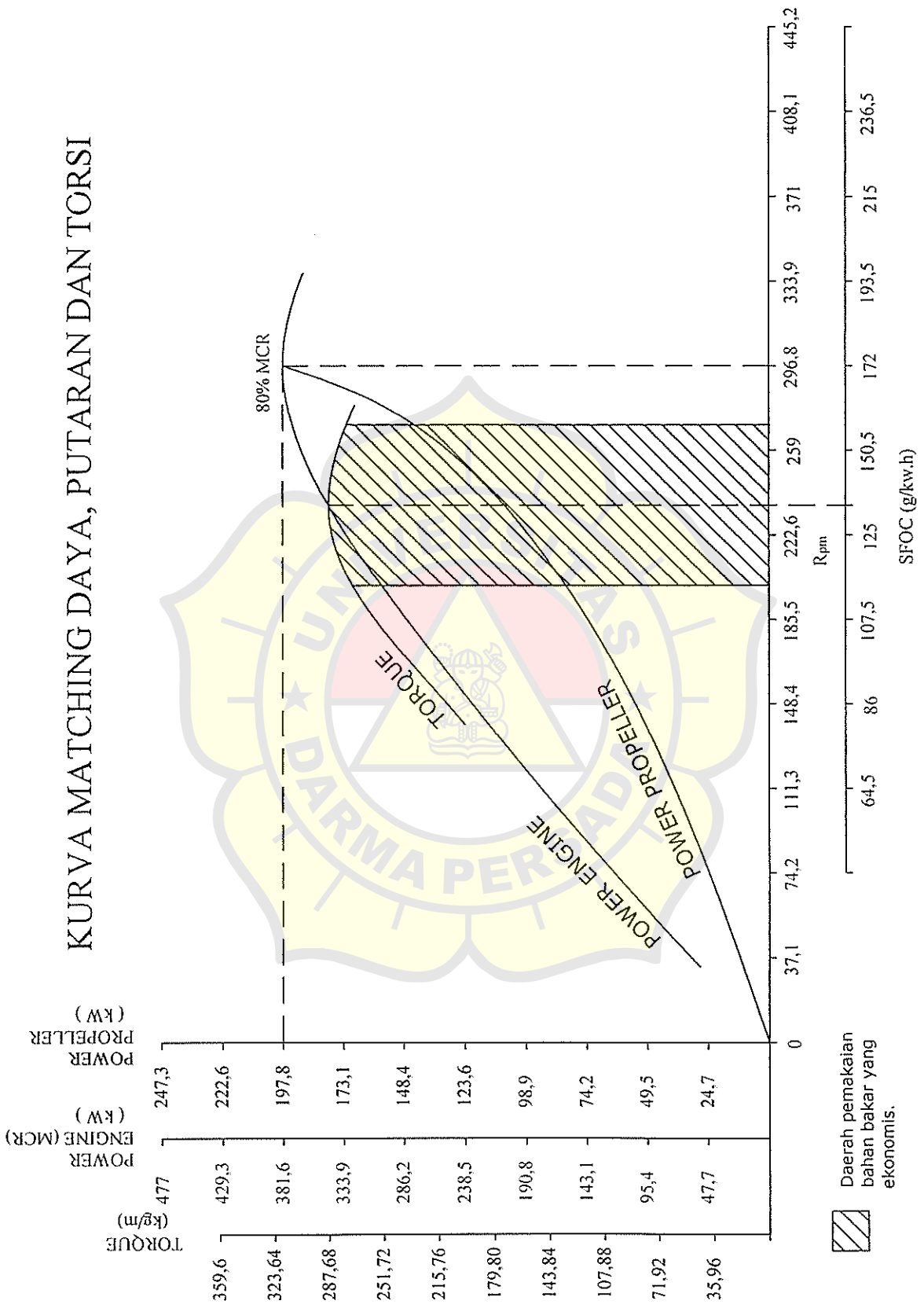
No.	Rumus	Satuan/Sumber Rumus	Kecepatan - Knots				
			10,00	11,00	12,00	13,00	14,00
1	$F_n = V / (g \times L)^{0,5}$		0,230	0,260	0,280	0,300	0,330
2	V	m/dtk	5,144	5,658	6,173	6,687	7,202
3	V_s^2	(m/dtk) ²	26,461	32,017	38,103	44,719	51,863
4	$1/2 \times \rho \times S \times V^2$	kg	928422,550	1123362,860	1336898,990	1569030,950	1819688,540
5	$10^3 C_R (L / V^{1/3})$	Gbr. 5.5.7 - 5.5.8	0,611	0,866	1,872	1,978	2,574
6	Koreksi B / T	$0.16 (B/T - 2.5)$	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457
7	Koreksi LCB	$Gbr. 5.5.15 - 5.5.16$	0,000	-0,002	-0,004	-0,006	-0,010
8	Koreksi Grs. Penampang	5.5.20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	Koreksi Haluan	5.5.21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	koreksi Anggota Badan Kapal	5.5.22	0,049	0,069	0,150	0,158	0,206
11	Resultan $10^3 C_R$	$5+6+7+8+9+10$	1,117	1,390	2,475	2,587	3,227
12	$10^3 C_F$ ITTC 57	Gbr. 5.5.14	1,845	1,834	1,814	1,795	1,777
13	Koreksi C_F	$(S'/S) \times C_F$	1,987	1,975	1,953	1,933	1,913
14	$10^3 C_A$	5.5.23	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
15	$10^3 C_{AA}$	5.5.26	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
16	$10^3 C_{AS}$	5.5.27	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
17	$10^3 C_T$	$C_R + C_F + C_A + C_{AA} + C_{AS}$	3,614	3,875	4,938	5,030	5,650
18	$R_T = C_T \times (No.4)$	kg	3355,319	4353,031	7001,125	7892,226	10281,240
19	$P_E = V \times R_T / 75$	HP	264,650	377,678	672,041	809,240	1135,300
20	PC	$\eta_h \times \eta_{ir} \times \eta_p$	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697
21	P_s	HP	379,699	541,862	964,191	1161,033	1628,838
22	$P_B (MCR)$	HP	510,470	728,500	1296,301	1560,900	2189,900
23	$P_B (MCR)$	KW	375,706	536,176	954,078	1148,822	1611,766



KURVA DAYA PROPELLER

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN UNIVERSITAS DARMA PERSADA		
DOZA	PADA YANGGAL KE1	
DISAMPAI WAKTU DARI		
ALAS		
PROJEK		

KURVA MATCHING DAYA, PUTARAN DAN TORSI



Daerah pemakaian bahan bakar yang ekonomis.