

## 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 atas (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

insentif gaya-gaya viscositas pada lapisan batas yang menyebabkan timbulnya tahanan gesek pada kapal tersebut.

**b. Hambatan Gelombang (Wake Making Resistance)**

Kapal yang bergerak dalam air akan mengalami hambatan sehingga menimbulkan gelombang yang terbentuk akibat terjadinya variasi tahanan 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 atas) 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 adalah 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 dihitung dengan menggunakan rumus :

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

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

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  $L/V^{1/2}$

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

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam 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 :

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

dengan faktor  $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$ , dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam Harvald (1992 : 130) dan ini hanya berlaku untuk LCB yang berada didepan  $LCB_{standart}$ . 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 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 pada kecepatan tinggi. Sebagai untuk mengatasi kerancuan tersebut maka sebuah informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas dalam diagram

$LCB_{standart}$  dalam Referensi no. 3, hal 130.

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karena letak  $LCB_{standart}$  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 :

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

### ~ Koreks 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 sebagai 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). Karena 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%

~ **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 =  $10^3 C_{AA} = 0,04$

### II.1.3. Data-Data Kapal

LOA	=	101,20	m
LWL	=	93,84	m
LPP	=	92,00	m
B	=	18,30	m
H	=	9,400	m
T	=	4,30	m
$C_b$	=	0,52	
$C_m$	=	0,97	
$C_w$	=	0,64	
$C_p$	=	0,53	
Wetted Surface Area (S)	=	1657,07	m <sup>2</sup>
Luas Apendage (S <sub>1</sub> )	=	1690,21	m <sup>2</sup>
$\Delta$	=	3858,64	ton
$\nabla$	=	3764,529	m <sup>3</sup>
Ratio Lebar-Sarat B/T	=	4,526	
Ratio Panjang/ $\nabla$ ( $L/\nabla^{1/3}$ )	=	5,952	
Ratio permukaan basah S/S <sub>1</sub>	=	0,980	
Vs	=	18	knots
GRT	=	5700	ton
Klasifikasi	=	BKI	

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

1. Displacement ( $\Delta$ )

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \\ &= 92,00 \times 18,30 \times 4,30 \times 0,52 \times 1.025 \\ &= 3858,64 \text{ ton} = 3,85864 \text{ Kg} = 37,85325 \text{ N}\end{aligned}$$

2. Volume displacement ( $\nabla$ )

$$\begin{aligned}\nabla &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \\ &= 92,00 \times 18,30 \times 4,30 \times 0,52 \\ &= 5764,529 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Midship Area Coefisien ( $C_m$ )

$$\begin{aligned}C_m &= 0,93 + 0,08 \times C_b \\ &= 0,93 + 0,08 \times 0,52 \\ &= 0,972\end{aligned}$$

4. Luas Midship ( $A_m$ )

$$\begin{aligned}A_m &= B \times T \times C_m \\ &= 18,30 \times 4,30 \times 0,972 \\ &= 76,455 \text{ m}^2\end{aligned}$$

5. Coefisien Prismatic ( $C_p$ )

$$\begin{aligned}C_p &= C_b / C_m \\ &= 0,52 / 0,972 \\ &= 0,535\end{aligned}$$

6. Coefisien of Water Line ( $C_w$ )

$$\begin{aligned}C_w &= 0,18 + (C_p \times 0,86) \\ &= 0,18 \times 0,530 \times 0,86 \\ &= 0,64\end{aligned}$$

7. Luas garis air ( $A_{wl}$ )

$$\begin{aligned}A_{wl} &= L_{wl} \times B \times C_w \\ &= 93,84 \times 18,30 \times 0,64 \\ &= 1099,52 \text{ m}^2\end{aligned}$$



8. Luas Permukaan Basah Kapal (S) (Referensi No.1 hal.133)

$$S = 1,025 \times L_{pp} \times (C_{bLPP} \times B + 1,7 \times T)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} C_{bLPP} &= C_b \times L_{oa}/L_{wl} \\ &= 0,52 \times 101,2 / 93,84 \\ &= 0,561 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 1,025 \times 92,00 \times (0,561 \times 18,30 + 1,7 \times 4,3) \\ &= 1657,07 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka luas basah ( $S_1$ ) sepanjang  $L_{wl}$  adalah :

$$\begin{aligned} S_1 &= 1,025 \times L_{wl} \times (C_{bLPP} \times B \times 1,7 \times T) \\ &= 1,025 \times 93,84 \times (0,561 \times 18,30 + 1,7 \times 4,3) \\ &= 1690,21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga ratio  $S/S_1$  adalah :

$$\begin{aligned} S/S_1 &= 1657,07 / 1690,21 \\ &= 0,980 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perbandingan lebar dan sarat kapal

$$\begin{aligned} B/T &= 18,30 / 4,30 \\ &= 4,256 \end{aligned}$$

Ratio antara  $A_m$  dan  $S_1$

$$\begin{aligned} A_m/S_1 &= 176,455 / 1690,214 \\ &= 0,045 \end{aligned}$$

II.1.5. Perhitungan tahanan kapal dan daya motor induk

1. Froude Number ( $F_n$ )

(Referensi no. 3, hal 134)

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L_{pp}}}$$

Dimana :

$$V_s = \text{Kecepatan kapal dalam m/dtk}$$

$$= 18 \times 0,5144 = 9,259 \text{ m/dtk}$$

$$g = \text{grafitasi (9,81 m/dtk)}$$

$$Fn = \frac{9,259}{\sqrt{9,81 \times 92,00}}$$

2.  $Vs = 18$  knots

3.  $Vs = 9,259$  m/dtk

4.  $Vs^2 = 85,729$  m/dtk

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

Dimana :

$\rho$  = maka jenis ( $\text{kg} \cdot \text{s} / \text{m}^3$ )  
 $= 104,49 \text{ kg} \cdot \text{s} / \text{m}^3$

$S$  = Luas permukaan basah  
 $= 1957,07 \text{ m}^2$

$\frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot Vs^2 = 0,5 \times 104,49 \times 1957,073 \times 85,73$   
 $= 7422211,14 \text{ Ton}$   
 $= 7422,211 \text{ Kg} = 5536,969 \text{ N}$

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

Diketahui :  $L_{pp} = 92,00 \text{ m}$

$\nabla = 3764,53 \text{ m}^3$

$L/\nabla^{1/3} = 5,916$

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

$Fn = 0,308$

$10^3 C_r = 1,8$

$L/\nabla^{1/3} = 6,0$

$Fn = 0,308$

$10^3 C_r = 1,5$

$L/\nabla^{1/3} = 5,9$

$Fn = 0,308$

$10^3 C_r = \dots\dots$

$$10^3 C_r = 1,8 + \left| \frac{5,9 - 5,5}{6,0 - 5,5} \right| \times (1,8 - 1,5)$$

$$= 1,529$$

### 7. Koreksi B/T

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

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

$$= 0,16 \times (4,256 - 2,5)$$

$$= 0,281$$

### 8. Koreksi LCB

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

$$LCB = 3,300 \% \text{ (standart)}$$

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

$$LCB = (LCB_{\text{standart}} \times L_{pp}) / 100$$

$$= (3,3\% \times 92,00) / 100$$

$$= 3,036$$

$$LCB = 3,306\% - 3,30\%$$

$$= -0,264\%$$

$$= -0,0026\%$$

$$\partial 10^3 C_R = 0,29 \text{ (Ref. No. 1, hal. 130)}$$

Koreksi LCB :

$$= \partial 10^3 C_R \times LCB$$

$$= 0,29 \times -0,00264$$

$$= 0,0008$$

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

10. Koreksi anggota badan kapal

a. Daun kemudi

= Tidak ada koreksi (0)

b. Lunas bilga

= Tidak ada koreksi (0)

c. Boss propeller

=  $3\% \times 10^{-3} C_r$

=  $0.03 \times 1,529 \times 10^{-3}$

=  $0,04587 \times 10^{-3}$

d. Shaft propeller

=  $5\% \times 10^{-3} C_r$

=  $0,05 \times 1,529 \times 10^{-3}$

11. Resultan  $10^3 C_R$

$$\text{Resultan } 10^3 C_R = (6) + (7) + (8) + (9) + (10)$$

$$= 1,529 + 0,28093 - 0,0008 + 0,04587 + 0,07645$$

$$= 1,607$$

12. Rainlod Number (Rn)

$$Rn = \frac{V_s \times L_{pp}}{g}$$

$$= \frac{9,259 \times 92,00}{1,188 \times 10^{-6}} \times 10^{-6}$$

$$= 717,026$$

13. Koefisient tahanan gesek ( $10^3 C_F$ )

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

$$L = 92,00 \text{ m}$$

$$V = 18 \text{ knots} = 9,259 \text{ m/dt}$$

$$L = 92,00 \quad V = 8.000 \text{ m/dtk} \quad 10^3 C_F = 1,620$$

$$L = 92,00 \quad V = 10.00 \text{ m/dtk} \quad 10^3 C_F = 1,580$$

$$L = 92,00 \quad V = 9,259 \text{ m/dtk} \quad 10^3 C_F = \dots\dots$$

$$10^3 C_F = \{1,62 + (9,259-8) \times (1,58-1,62)\} / (10-8)$$
$$= 1,595$$

14. Koreksi  $C_F$  (Referensi No. 3, hal 132)

$$10^3 C_F = S_1/S \times 10^3 C_f$$
$$= 1618,4 / 1586,7 \times 1,595$$
$$= 1,627$$

15. Tahanan tambahan ( $10^3 C_a$ ) (Referensi No. 3, hal 132)

Untuk  $L < 100 \text{ m}$

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

16. Tahanan Udara ( $10^3 C_{aa}$ )

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

17. Tahanan kemudi ( $10^3 C_{as}$ )

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

18. Koefisien tahanan luas bilga ( $10^3 C_{ab}$ )

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

$$19. 10^3 C_a = (15 + 16 + 17 + 18)$$
$$= (0,4 + 0,07 + 0,04 + 0,04)$$
$$= 0,55$$

20. Kelonggaran dinas (Sea Margin)

Sea Margine rata-rata untuk daya efektif 10% - 15%  
( Referensi. no. 3, hal 65)

21. Koefisien tahanan total (Ct)

$$\begin{aligned} 10^3 C_t &= \Sigma C_r + \Sigma C_f + \Sigma C_a \\ &= 1,607 + 1,627 + 0,55 \\ &= 3,744 \end{aligned}$$

22.  $R_T$  (Tahanan total)

(Referensi No. 3, hal 132)

$$\begin{aligned} R_T &= C_r \cdot 10^{-3} (1/2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_s^2) \\ &= 3,744 \times 10^{-3} \times (7422211,14) \\ &= 27788758 \text{ Ton} = 27788,758 \text{ Kg} = 272,607 \text{ N} \end{aligned}$$

23. Efektif Horse Power (EHP) adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mengatasi hambatan tahanan kapal pada kecepatan yang ditentukan. Besarnya EHP dari motor induk sesuai tahanan spesifik, pada trial kondision adalah :

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= (V_s \times R_T) / 75 \quad (\text{dimana } 75 \text{ kg.m/dt} = 1 \text{ HP}) \\ &= (9,259 \times 27788,758) / 75 \\ &= 3430,615 \text{ HP} \\ &= 2524,93 \text{ kW} \end{aligned}$$

Penambahan tenaga efektif motor induk 15%

$$\begin{aligned} \text{EHP}_s &= \text{EHP} + (15\%) \\ &= 3430,61 + (15\% \times 3430,61) \\ &= 3945,212 \text{ HP} = 5288,487 \text{ Kw} \end{aligned}$$

(penambahan ini berdasarkan daerah pelayaran)

## 24. Perhitungan Shaft Horse Power (SHP)

### a. Wake Fraction (Taylor)

$$\begin{aligned}W &= (0,5 \times C_b - 0,05) \\ &= (0,5 \times 0,52 - 0,05) \\ &= 0,238\end{aligned}$$

### b. Advance velocity ( $V_a$ )

$$\begin{aligned}V_a &= (1 - W) \times V_s \\ &= (1 - 0,236) \times 18 \\ &= 13,752 \text{ knots}\end{aligned}$$

### c. Thrust deduction fraction ( $t$ ) (Schoner)

$$\begin{aligned}t &= k \times W \\ \text{dimana : } k &= 0,6 - 0,9 \text{ diambil } k = 0,9 \\ t &= 0,9 \times 0,236 \\ &= 0,212\end{aligned}$$

### d. Hull Efficiency ( $\eta_h$ )

$$\begin{aligned}\eta_h &= (1 - t) / (1 - W) \\ &= (1 - 0,212) / (1 - 0,236) \\ &= 1,031\end{aligned}$$

### e. Propulsive Coefficient ( $P_c$ )

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

Dimana :

$$\begin{aligned}\eta_{rr} &= \text{Efisiensi Rotary Relatif untuk kapal twins} \\ &\quad \text{screw diasumsikan} \\ &= 0,675\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_p &= \text{Efisiensi Propeller untuk twins screw} \\ &= \text{Untuk double screw propeller } 0,90 \text{ s/d} \\ &\quad 1,0 \text{ diambil harga } 1,0\end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}P_c &= 1,031 \times 0,675 \times 1,0 \\ &= 0,969\end{aligned}$$

25. Shaft Horse Power (SHP) adalah tenaga sebenarnya yang disalurkan sepanjang poros propeller ke propeller pada RPM yang ditentukan.

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{EHP} / P_c \\ &= 3945,212 / 0,696 \\ &= 5668,41 \text{ HP} \\ &= 4171,95 \text{ kW} \end{aligned}$$

26. Brake Horse Power (BHP) adalah tenaga maksimal yang dihasilkan mesin tersebut terhadap RPM yang ditentukan.

Untuk mendapatkan besarnya daya mesin digunakan pendekatan rumus (ref. No. 8, hal. 130)

- 3% penambahan akibat kehilangan daya pada bantalan poros dan gigi reduksi.
- 3% s/d 5% untuk letak posisi kamar mesin
- Sea Margine = 10% s/d 15%

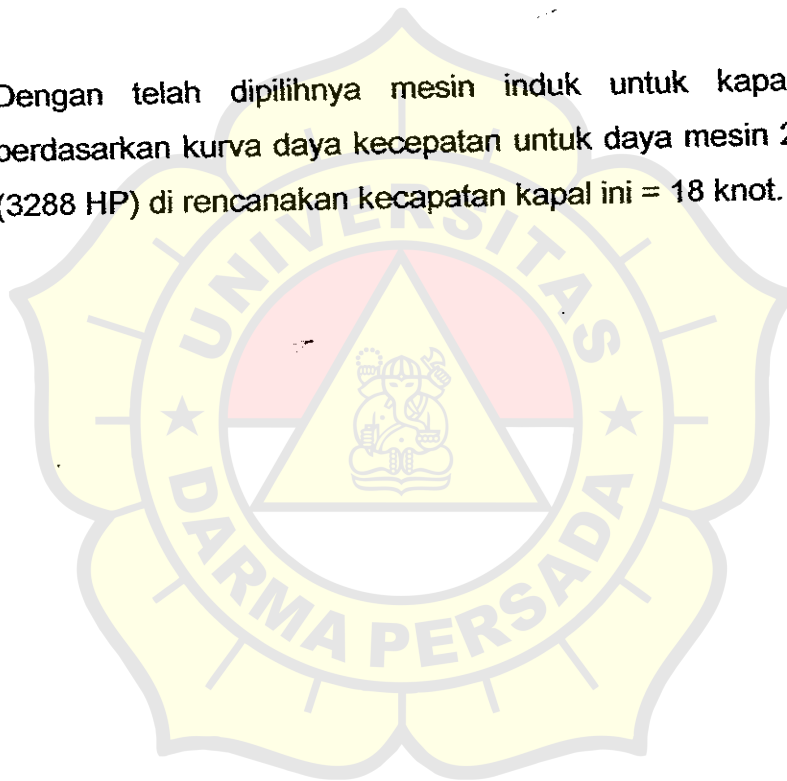
$$\begin{aligned} \text{BHP}_{\text{total}} &= (16\% \times \text{SHP}) + \text{SHP} \\ &= (16\% \times 5668,41) + 5668,41 \\ &= 6575,355 \text{ HP} = 4839,45 \text{ kW} \end{aligned}$$

BHP kapal yang dirancang dan yang ditetapkan adalah = 6575,355 HP. Karena menggunakan 2 (dua) buah mesin, maka masing-masing mesin utama kapal berkekuatan  $2 \times 3287,68$  HP. Berdasarkan hasil perhitungan hambatan dengan menggunakan metode SV. Aa Harvald, maka dapat ditentukan besarnya daya mesin yang digunakan. Dimana karakteristik mesin yang dipilih adalah :



* Merk	:	WARTSILA SW 28
* Type	:	9 SW 28
* Daya	:	3300 Hp = 2430 Kw
* Putaran mesin	:	750 RPM
* Bore x Strok	:	280 mm x 300 mm
* Ukuran	:	Panjang x Lebar x Tinggi
	:	5650 mm x 1780 mm x 3240 mm
* SFOC	:	188 gr/kW.h
* Pme	:	24,3 – 21,0 bar
* Jumlah	:	2 (dua) mesin

Dengan telah dipilihnya mesin induk untuk kapal, maka berdasarkan kurva daya kecepatan untuk daya mesin 2420 kW (3288 HP) di rencanakan kecepatan kapal ini = 18 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 ditimbulkan dari gaya angkat (Lift) yang timbul dari semua bagian yang dapat bergerak.

System propulsi yang terdiri dari propeller kapal, mesin penggerak dan lambung kapal (Hull & Machinery) harus dirancang dengan se efisien mungkin. Maka dari itu jumlah energi yang 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

$$\begin{aligned}W &= -0,2 + (C_b \times 0,55) \\ &= -0,2 + (0,52 \times 0,55) \\ &= 0,086\end{aligned}$$

Menurut Hecksher untuk kapal twins screw adalah

$$\begin{aligned}W &= 0,70 \times C_b - 0,18 \\ &= 0,70 \times 0,535 - 0,18 \\ &= 0,194\end{aligned}$$

2. Faktor pengisapan (t), menurut Schoener adalah :

$$\begin{aligned}t &= (0,7 \times W) + 0,06 \\ &= (0,07 \times 0,086) + 0,06 \\ &= 0,120\end{aligned}$$

Faktor pengisapan (t), menurut Hecksher adalah :

$$\begin{aligned}t &= 0,50 \times C_b - 0,12 \\ &= 0,50 \times 0,535 - 0,12 \\ &= 0,147\end{aligned}$$

3. Advance Velocity (Va)

$$\begin{aligned}V_a &= (1 - W) \times V_s \\ &= (1 - 0,086) \times 18 = 16,452 \text{ knot}\end{aligned}$$

4. Kecepatan air masuk ke propeller ( $V_e$ )

$$\begin{aligned} V_e &= (1 - W) \times V_s && \text{(Referensi No. 3, hal 259)} \\ &= (1 - 0,086) \times 9,259 \\ &= 8,463 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

5. Gaya dorong (Thrust) Propeller (Referensi No. 3, Hal 144)

$$\begin{aligned} S &= R_t / (1 - t) \\ &= 27789,758 / (1 - 0,212) \\ &= 35265,228 \text{ Kg} \end{aligned}$$

6. Diameter Propeller Tentative (D)

$$\begin{aligned} D &= 0,7 \times T \\ &= 0,7 \times 4,30 \\ &= 3,01 \end{aligned}$$

7. Rpm Propeller

RPM mesin = 750 Rpm dengan reduction gear 1 : 2,25 di dapat putaran baling-baling = 333,33 Rpm Koreksi Rpm = 1 (Referensi No. 3, hal 115 untuk kapal berbaling-baling ganda = 1 - 2%).

$$\begin{aligned} N &= 333,33 \times 0,99 \\ &= 330 \text{ Rpm} \\ &= 5,5 \text{ rps} \end{aligned}$$

8. Delivery Horse Power ( $P_D$ ) adalah daya yang diserahkan oleh shaft kepada propeller.

$$\begin{aligned} P_D &= (\text{BHP} - 3\%) \times (75 / 76) \times (1,000 / 1,025) \\ &= (3297 - 3\%) \times (75 / 76) \times (1,000 / 1,025) \\ &= 3174,74 \text{ HP} \\ &= 2336,608 \text{ kW} \end{aligned}$$

9. Diameter Optimum, Pitch Ratio, dan Propeller Efficiency

a. Koefisien baling-baling

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

Dimana :

$$N = \text{Putaran baling-baling (koreksi)} = 330 \text{ Rpm}$$

$$P_D = 3174,74 \text{ HP}$$

$$V_a = \text{Advance Speed} = 16,452 \text{ knot}$$

$$B_p = (330 \times \sqrt{3174,74}) / 16,452^{2,5}$$
$$= 16,93$$

Dengan diketahui harga  $B_p = 16,93$  maka dengan menggunakan diagram  $B_p-\delta$  maka didapat data-data pada Advanced Coefficient ( $\delta$ ) dari beberapa tingkat yaitu :

$$\text{Untuk series B4-40 ; } \delta = 163$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } \delta = 158$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } \delta = 155$$

b. Diameter Optimum ( $D_o$ )

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

$$\text{Untuk series B4-40 ; } D_o = 2,50$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } D_o = 2,40$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } D_o = 2,55$$

c. Pitch Ratio ( $H_o/D$ )

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

$$\text{Untuk series B4-40 ; } H_o/D = 0,85$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } H_o/D = 0,92$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } H_o/D = 0,94$$

d. Propeller Efficiency ( $\eta_p$ )

Dari diagram  $B_p-\delta$  juga dapat diperoleh untuk efisiensi baling-baling kapal yaitu :

$$\text{Untuk series B4-40 ; } \eta_p = 67,8 \%$$

$$\text{Untuk series B4-55 ; } \eta_p = 65,0 \%$$

$$\text{Untuk series B4-70 ; } \eta_p = 65,0 \%$$

## II.2.2. Perhitungan Kavitasasi

Pada umumnya kavitasasi 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 kavitasasi jika didalam cairan tersebut terlihat adanya gelembung yang terbentuk, akibat turunnya tekanan. Dan timbulnya kavitasasi pada tekanan sebesar tekanan uap yang diperlukan, sejumlah gelembung-gelembung kecil, disebut inti dalam ukuran submikroskopis saja. Yang mengandung gelembung permanen. Berkembangnya gelembung-gelembung tersebut tergantung pada penguapan cairan itu sendiri.

Pada dasarnya kavitasasi 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 kavitasasi adalah suatu phenomena perubahan dari suatu aliran fluida yang sifat-sifatnya ditentukan dengan kenyataan alam di beberapa tempat, lebih jelasnya dengan adanya kavitasasi, efficiency dari baling-baling akan merosot dengan tenaga kuda yang disediakan mesin induk. Untuk mengatasi atau mengurangi resiko kerusakan pada baling-baling yang berakibat kavitasasi, maka perlu dirancang bentuk dan dimensi baling-baling yang sesuai atau baling-baling bebas kavitasasi.

a. Konstanta kavitasasi (Ref. No. 3, hal 199)

$$\sigma_c 0,7R = \frac{(P - P_v) - (0,7xD / 2x\gamma)}{\frac{1}{2}x\rho(Va^2 + 0,7x\pi x D x n)^2}$$

Dimana :

(P-P<sub>v</sub>) = Beda tekanan statik pada sumbu baling-baling

D = Diameter baling-baling (m)

$\rho$  = Kerapatan air laut = 104,49 Kg.s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

V<sub>a</sub> = Advanced of speed = 16,452 = 8,463 m/s

$n$  = Putaran baling-baling per detik = 5,5 rps

$\gamma$  = Masa jenis air laut = 1,025

b. Tekanan statik propeller

Tekanan pada sumbu propeller adalah :

a. Draft  $T = 4,30$  m

b. Tinggi poros propeller  $h_1 = 1,55$  m

c. Tinggi gelombang ( $3/9\% \times L_{pp}$ )  $h_2 = 0,69$  m

Tinggi tekanan ( $T - h_1 + h_2$ )  $h = 3,44$  m

d. Tekanan air ( $h \times 1025$ ) = 3526  $\text{kg/m}^2$

e. Tekanan udara = 10100  $\text{kg/m}^2$

f. Tekanan uap = 200  $\text{kg/m}^2$  +

Tekanan statik = 13826  $\text{kg/m}^2$

Maka didapat :

Untuk series B4-40 dengan  $D_o = 2,50$  m

$\sigma_{c,0,7R} = 0,231$

Untuk series B4-55 dengan  $D_o = 2,40$  m

$\sigma_{c,0,7R} = 0,254$

Untuk series B4-70 dengan  $D_o = 2,35$  m

$\sigma_{c,0,7R} = 0,86$

c. Koefisien gaya dorong ( $\sigma_c$ ) berdasarkan diagram BURILL

Untuk series B4-40 ; dengan  $D_o = 2,50$  m didapat  $\sigma_c = 0,122$

Untuk series B4-55 ; dengan  $D_o = 2,40$  m didapat  $\sigma_c = 0,125$

Untuk series B4-70 ; dengan  $D_o = 2,35$  m didapat  $\sigma_c = 0,135$

d. Projected Blade Area

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

dimana :

$T$  = Gaya dorong = 35265,228 kg

$\sigma_c$  = Koefisien gaya dorong (dari diagram buriel)

$D$  = Diameter propeller (m)

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

$V_e$  = Advanced of speed = 16,452 knot

$n$  = Putaran propeller per detik = 5,5 rps

e. Defeloped Blade Area Ratio

$F_p/F_a$  = expanded area of the blade / disc area of the screw =  
0,40

Disc area of the screw

$$\begin{aligned} F &= (\pi/4) \times D^2 \\ &= (3,14 / 4) \times 2,50^2 \\ &= 4,906 \end{aligned}$$

Developed blade area

$$\begin{aligned} F_a &= 4,906 \times 0,40 \\ &= 1,962 \end{aligned}$$

$$F_p/F_a = 1,607 - 0,229 \cdot Ho/D$$

Dengan  $Ho/D = 0,85$

$$\begin{aligned} F_p/F_a &= 1,607 - 0,229 \times 0,85 \\ &= 0,712 \end{aligned}$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,712 \times 1,962 \\ &= 1,397 \end{aligned}$$

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

$F_p/F_a$  = expanded area of the blade / disc area of the screw =  
0,55

Disc area the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14 / 4 \times (1,40)^2 \\ &= 4,521 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Developed blade area *(Referensi No. 3, hal 129)*

$$\begin{aligned} F_a &= 0,55 \times 4,521 \\ &= 2,486 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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



Dengan  $H_o/D = 0,925$

$$\begin{aligned} F_p/F_a &= 1,067 - 0,229 \cdot (0,925) \\ &= 0,775 \end{aligned}$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,775 \times 2,486 \\ &= 1,397 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

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

Disc area the screw

$$\begin{aligned} F &= \pi / 4 \times D^2 \\ &= 3,14 / 4 \times (2,35)^2 \\ &= 4,335 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} F_a &= 0,70 \times 4,335 \\ &= 3,034 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

Dengan  $H_o/D = 0,94$

$$\begin{aligned} F_p/F_a &= 1,067 - 0,229 \cdot (0,94) \\ &= 0,787 \end{aligned}$$

Projected area of the blade

$$\begin{aligned} F_p &= 0,787 \times 3,034 \\ &= 2,389 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan berdasarkan rumus mencari harga  $F_p'$  maka didapat :

Untuk series B4-40 ; dengan  $Do = 2,50 \text{ m}$  dan  $\sigma_c = 0,122$

Maka harga  $F_p'$  berdasarkan rumus = 0,533

Untuk series B4-55 ; dengan  $Do = 2,40 \text{ m}$  dan  $\sigma_c = 0,125$

Maka harga  $F_p'$  berdasarkan rumus = 0,609

Untuk series B4-70 ; dengan  $Do = 2,35 \text{ m}$  dan  $\sigma_c = 0,135$

Maka harga  $F_p'$  berdasarkan rumus = 0,618

**Tabel. No. 1****Penentuan Model Propeller**

	Do	$\sigma_c 0,7R$	$\sigma_c$	$F_p'$	$F_p/F_a$
Series B4-40	2,50	0,231	0,122	0,533	0,712
Series B4-55	2,40	0,254	0,125	0,609	0,775
Series B4-70	2,35	0,286	0,135	0,618	0,787

**Tabel. No. 2**

	$F_a/F$	F	$F_a$	$F_p$
Series B4-40	0,40	4,906	1,962	1,397
Series B4-55	0,55	4,521	2,458	1,397
Series B4-70	0,70	4,335	3,034	1,389

Berdasarkan dari hasil tabel perhitungan, maka dapat ditentukan Blade Area Ratio Optimum pada propeller yang direncanakan. Karenakan efisiensi tertinggi terletak pada diagram  $B_p-\delta$  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) = 2,50 m
- ~ Pitch Ratio Propeller (Ho/D) = 0,85
- ~ Blade Area Ratio Propeller ( $F_a/F$ ) = 0,40
- ~ Efisiensi Propeller ( $\eta_p$ ) = 0,678

### II.3. Penentuan Jumlah Daun Propeller dan Perhitungan Poros Propeller

#### II.3.1. Penentuan jumlah daun propeller

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

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

$$\begin{aligned}K'd &= D \times V_e \times \sqrt{\rho/s} \\ &= 2,50 \times 8,463 \times \sqrt{104,5/35265,228} \\ &= 0,1,152\end{aligned}$$

Dimana :

D = Diameter propeller = 2,50 m

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

s = gaya dorong = 35433,355 kg

$$\begin{aligned}K'n &= (V_e \times \sqrt{n}) \times (\sqrt{\rho/s}) \\ &= (8,463 / \sqrt{5,5}) \times (\sqrt{104,5/35265,228}) \\ &= 0,196\end{aligned}$$

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

#### II.3.2. 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 = 2336,608 kW

N = Putaran Poros = 330 Rpm

$$C_w = \text{Faktor material} = 560 / R_m + 160$$

$R_m$  = Kekuatan Tank Material digunakan S 45 C yang kekuatan tariknya  $58 \text{ kg/mm}^2 = 568,40 \text{ N/mm}^2$

$$C_w = 560 / 568,40 + 160 \\ = 0,77$$

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

maka :

$$D = 100 \times 1,26 + \sqrt{\{2336,608/(300 \times 100)\} \times 0,77} \\ = 228,14 \text{ mm} \\ = 230 \text{ mm}$$

### II.3.3. Diameter Poros Antara

Untuk menentukan Diameter Poros Antara adalah :

$$F = 95$$

$$k = 1,20$$

$$D = F \times k \times \sqrt{\{P_w / (300 - 1 - d_i / d_a)\} \times C_w} \\ = 95 \times 1,20 \times \sqrt{\{2336,608 / (300 \times 100)\} \times 0,77} \\ = 207,12 \text{ mm} \\ = 210 \text{ mm}$$

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

$r/R$ (1)	$h_b/D$ (2)	$h_b$ (3)
0,2	0.116	290.000
0,3	0.129	322.500
0,4	0.136	340.000
0,5	0.137	342.500
0,6	0.132	330.000
0,7	0.118	295.000
0,8	0.092	230.000
0,9	0.051	127.500
0,95	0.020	50.000
1,00	-0.053	-132.500

d. Jarak Ordinate Maksimum dari Leading Edge ( $h_r$ )

$r/R$ (1)	$h_r/C$ (2)	$h_r$ (3)
0,2	0.350	182.000
0,3	0.387	233.168
0,4	0.420	276.150
0,5	0.450	310.500
0,6	0.475	331.313
0,7	0.493	331.543
0,8	0.500	301.250
0,9	0.500	230.000
0,95	0.500	168.750
1,00	0.500	0.000

b. Panjang Total Blade Elemen ( $C$ )

$r/R$ (1)	$C/D$ (2)	$C$ (3)
0,2	0.208	520.000
0,3	0.241	602.500
0,4	0.263	657.500
0,5	0.276	690.000
0,6	0.279	697.500
0,7	0.259	672.500
0,8	0.241	602.500
0,9	0.134	460.000
0,95	0.135	337.500
1,00	0.000	0.000

e. Ketebalan Blade Maksimum Pada Ordinate ( $t$ )

$r/R$ (1)	$t/D$ (2)	$t$ (3)
0,2	0.0366	91.500
0,3	0.0324	81.000
0,4	0.0282	70.500
0,5	0.0240	60.000
0,6	0.0188	49.500
0,7	0.0156	39.000
0,8	0.0114	28.500
0,9	0.0072	18.000
0,95	0.0051	12.750
1,00	0.0030	7.500

c. Panjang Blade Elemen Dari Centre Lines ke Trailing Edge ( $h_{rE}$ )

$r/R$ (1)	$h_{rE} = c - h_b$ (2)
0,2	230.000
0,3	260.000
0,4	317.500
0,5	347.500
0,6	367.500
0,7	377.500
0,8	372.500
0,9	332.500
0,95	287.500
1,00	132.500

f. 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	y1	mm	y2	mm			
0.2	0.386	35,319	0.63	57,645	0.805	73,658	0.919	84,089	0.981	89,762	0.380	34,770	0.375	34,313			
0.3	0.338	27,376	0.598	48,438	0.787	63,747	0.911	73,791	0.979	79,299	0.343	27,783	0.326	26,325			
0.4	0.289	20,375	0.566	39,833	0.769	54,215	0.903	63,862	0.977	68,879	0.307	21,644	0.274	19,317			
0.5	0.233	13,880	0.521	31,260	0.742	44,520	0.892	53,520	0.975	58,600	0.270	16,200	0.218	13,080			
0.6	0.171	8,465	0.477	23,612	0.712	35,244	0.875	43,313	0.97	48,015	0.000	0.000	0.151	7,475			
0.7	0.102	3,978	0.436	17,004	0.687	26,793	0.859	33,501	0.965	37,635	0.000	0.000	0.076	2,964			
0.8	0.073	2,081	0.407	11,600	0.669	19,067	0.852	24,282	0.963	27,446	0.000	0.000	0.037	1,055			
0.9	0.116	2,088	0.434	7,812	0.682	12,278	0.858	15,482	0.965	17,370	0.000	0.000	0.058	1,044			
0.95	0.163	2,078	0.464	5,916	0.699	8,912	0.866	11,042	0.967	12,329	0.000	0.000	0.082	1,049			

Leading Edge																		
r/R	20	Mm	40	mm	80	mm	70	mm	60	mm	85	mm	90	mm	95	mm	L.E	mm
0.2	0.994	90,036	0.932	86,278	0.844	77,226	0.783	71,645	0.708	64,782	0.652	60,573	0.608	55,632	0.538	49,227	0.000	0.000
0.3	0.981	79,481	0.924	74,844	0.826	66,906	0.759	61,479	0.676	54,756	0.626	50,706	0.569	46,089	0.497	40,257	0.000	0.000
0.4	0.979	69,020	0.915	64,508	0.804	56,682	0.732	51,606	0.637	44,909	0.592	41,031	0.523	36,872	0.444	31,302	0.000	0.000
0.5	0.978	58,680	0.900	54,000	0.774	46,440	0.692	41,520	0.591	35,450	0.551	31,980	0.463	27,780	0.377	22,620	0.000	0.000
0.6	0.975	48,263	0.881	43,610	0.737	36,482	0.647	32,027	0.530	26,235	0.465	23,018	0.386	19,107	0.298	14,751	0.171	8,465
0.7	0.968	37,752	0.866	33,774	0.698	27,222	0.590	23,010	0.465	18,135	0.390	15,210	0.305	11,995	0.210	8,190	0.102	3,978
0.8	0.963	27,446	0.852	24,282	0.669	19,067	0.546	15,661	0.407	11,600	0.330	9,405	0.249	7,097	0.163	4,646	0.073	2,081
0.9	0.965	17,370	0.859	15,462	0.682	12,278	0.567	10,208	0.434	7,812	0.361	6,496	0.284	5,112	0.202	3,636	0.116	2,088
0.95	0.967	12,329	0.866	11,042	0.699	8,912	0.590	7,523	0.464	5,916	0.395	5,036	0.322	4,106	0.245	3,124	0.163	2,078

2. Ordinat  
Muka

Trailing Edge

r/R	T.E	mm	80	mm	60	mm	40	mm	20	mm
0.2	0.364	33.308	0.210	19.215	0.105	9.609	0.041	3.752	0.009	0.874
0.3	0.312	28.548	0.178	16.287	0.087	7.981	0.033	3.020	0.007	0.641
0.4	0.259	23.696	0.139	12.719	0.068	6.222	0.025	2.286	0.005	0.498
0.5	0.199	18.209	0.100	9.150	0.045	4.118	0.013	1.190	0.003	0.275
0.6	0.129	11.804	0.050	4.875	0.016	1.464	0.000	0.000	0.000	0.000
0.7	0.048	4.392	0.013	1.190	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
0.9	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

Leading Edge

r/R	20	mm	40	mm	60	mm	70	mm	80	mm	85	mm	90	mm	95	mm	LE	mm
0.2	0.007	0.641	0.029	2.654	0.056	6.039	0.094	6.901	0.132	12.078	0.157	14.366	0.190	17.385	0.237	21.685	0.000	0.000
0.3	0.005	0.468	0.020	1.830	0.048	4.392	0.070	6.405	0.100	9.150	0.121	11.072	0.149	13.634	0.192	17.568	0.000	0.000
0.4	0.003	0.275	0.012	1.098	0.030	2.745	0.045	4.118	0.067	6.131	0.084	7.686	0.108	9.882	0.146	13.359	0.000	0.000
0.5	0.000	0.000	0.004	0.366	0.012	1.098	0.021	1.922	0.037	3.386	0.045	4.118	0.068	6.222	0.101	9.242	0.000	0.000
0.6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.275	0.012	1.098	0.020	1.830	0.034	3.111	0.058	5.307	0.129	11.804
0.7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.183	0.004	0.366	0.012	1.098	0.048	4.392
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