

## **BAB II**

### **PERENCANAAN PERHITUNGAN MOTOR INDUK DAN BALING – BALING KAPAL**

#### **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). 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 berbentuk akibat terjadinya variasi tekanan air terhadap lambung kapal pada saat 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 timbulah 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 *Referensi, No.4,hal 134.*

### II.1.2. Diagram Guldhammer dan Harvald

Hambatan ( R ) dan daya efektif (PE) untuk kapal dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang terdapat dalam *Referensi, No.4,hal 119.*

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

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

Dalam hal ini koefisien hambatan totalnya adalah :

$$C_T = C_R + C_F + C_A$$

Dimana :

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

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

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam *Referensi, No.4, 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 standar, Yaitu :

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

Dengan faktor  $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$ , dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam *Referensi, No.4, hal 130* dan ini hanya berlaku untuk LCB yang berada di depan LCB standar. Mengenai LCB yang berada dibelakang LCB standar, semua sumber yang ada mempunyai pendapat yang saling bertentangan, namun demikian karena kecenderungannya kecil maka pengabaian koreksi dalam hal ini tidak akan memberi kesalahan yang berarti. Karena kapal pada umumnya berbeda dengan standar yang ada dengan perbedaan tertentu, lebih besar maupun lebih kecil maka harus dilakukan koreksi, adapun koreksi tersebut adalah sebagai berikut :

- **Koreksi LCB**

Semua kurva ( $C_R$ ) tersebut dimaksudkan untuk kapal yang letak titik benam memanjangnya dekat dengan letak yang saat ini dipandang sebagai letak yang terbaik dan memungkinkan. Letak (LCB) yang optimum merupakan kuantitas yang masih agak meragukan dan semua kepustakaan yang ada menunjukkan pendapat yang berbeda – beda sehingga memberikan gambaran yang membingungkan, namun demikian ketergantungan hambatan kapal pada membingungkan, namun demikian ketergantungan hambatan kapal pada (LCB)

nampak jelas pada kecepatan tinggi. Sebagai upaya untuk mengatasi keracunan tersebut maka semua informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas dalam diagram LCB standar dalam *Referensi, No.4,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 menurut *Referensi, No.4,hal 130* adalah :

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

- **Koreksi B/T**

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

Berdasarkan hasil pemeriksaan materi pengujian yang ada saat ini disarankan hasil pemeriksaan materi pengujian yang ada saat ini disarankan memakai rumus koreksi menurut *Referensi, No.4,hal 119*.

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

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 *Referensi, No.4,hal 122-123* 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 menurut *Referensi, No.4,hal 131*. sebagai berikut :

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

Koreksi ini berlaku untuk kecepatan  $\frac{V_s}{\sqrt{g \times L \times Wl}}$  dalam rentang 0,20 ~ 0,25. Selain itu, bentuk standar harus dipandang sebagai bentuk yang mempunyai garis yang di rancang dengan baik, jika garis perancangan tersebut harus diubah untuk menyesuaikan kebutuhan operasional kapal atau besarnya daya harus diberikan kelonggaran, maka disarankan agar CR 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 bentuk kapal ramping, CR dinaikkan sebesar 3% - 5%.
- Braket & poros baling-baling : Untuk bentuk kapal ramping, CR dinaikkan sebesar 5% - 8%.

- **Koreksi Hambatan Tambahan**

Pemberian koreksi pada CFS 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, menurut *Referensi, No.4, hal 132*.

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, menurut *Referensi, No.4,hal 132*. digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_F^1 = C_F \frac{S^1}{S}$$

Dimana :  $S$  = Luas permukaan basah badan kapal

$S^1$  = Permukaan basah anggota badan kapal

- **Koreksi Hambatan Udara dan Kemudi**

Koreksi hambatan udara =  $10^3 C_{AA} = 0,09$

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

- **Koreksi Pelayaran Dinas**

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

### II.1.3. Data-data Kapal Rancangan

Dimensi ukuran utama kapal curah 17.500 DWT adalah :

Nama kapal		= ADITYA I
Panjang garis tegak	(Lpp)	= 157.00 m
Panjang antara garis air	(Lwl)	= 159.00 m
Panjang keseluruhan kapal	(Loa)	= 168,03 m
Lebar kapal	(B)	= 23,20 m
Sarat air kapal	(T)	= 9,56 m
Tinggi kapal	(H)	= 13,20 m
Kecepatan	(Vs)	= 15 knot
Klasifikasi		= BKI (Biro Klasifikasi Indonesia)
Bendera		= Indonesia
Trayek		= Jakarta-Bangkok (1294 mil)

#### II.1.4. Perhitungan Hambatan Kapal Kecepatan 15 Knot

Untuk menentukan Froude Number (  $F_n$  ) kapal rancangan digunakan rumus yang terdapat di *Referensi, No.4,hal 118* yaitu :

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

Dimana :

$V_s$  = kecepatan kapal (m/dt)

$$= 15 \times 0,5144$$

$V_s$  = 7,716 m/dt

$g$  = Gaya grafitasi (m/dt<sup>2</sup>)

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

$L_{wl}$  = Panjang antara garis air (m)

$$= 159 \text{ m}$$

Maka :

$$F_n = \frac{7,716}{\sqrt{9,81 \times 159}}$$

$$= 0,196$$

1.  $V_s = 15 \text{ Knot}$

2.  $V_s = 7,716 \text{ m/dt}$

3.  $V_s^2 = 7,716^2$

$$= 59,536 \text{ m}^2/\text{dt}^2$$

4. Coofficient Block ( $C_b$ )

$$C_b = 1,17 - (0,361 \times \frac{V_s}{\sqrt{L_{pp}}})$$

$$= 1,17 - (0,361 \times \frac{15}{\sqrt{157}})$$

$$= 0,73$$



5. Coefficient Midship ( $C_m$ )

$$\begin{aligned}C_m &= 0,08 \times C_b + 0,93 \\ &= 0,08 \times 0,73 + 0,93 \\ &= 0,98\end{aligned}$$

6. Coefficient Prismatic ( $C_p$ )

$$\begin{aligned}C_p &= \frac{C_b}{C_m} \\ &= \frac{0,73}{0,98} \\ &= 0,74\end{aligned}$$

7. Coefficient Water Line ( $C_w$ )

$$\begin{aligned}C_w &= 0,97 \times \sqrt{C_b} \\ &= 0,97 \times \sqrt{0,73} \\ &= 0,82\end{aligned}$$

8. Displacement ( $\Delta$ )

$$\begin{aligned}\Delta &= L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \gamma \\ &= 157 \times 23,20 \times 9,56 \times 0,73 \times 1,025 \\ &= 26055,071 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9. Volume Displacement (Vol  $\Delta$ )

$$\text{Vol } \Delta = L_{pp} \times B \times T \times d$$

Dimana :

$$d = \text{dwl}$$

$$\begin{aligned}\text{dwl} &= \frac{L_{pp} \times C_b}{L_{wl}} \\ &= \frac{157 \times 0,73}{159} \\ &= 0,72\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol } \Delta &= 157 \times 23,20 \times 9,56 \times 0,72 \\ &= 25099,837 \text{ m}^3\end{aligned}$$

10. Luas Permukaan Basah Badan Kapal (S)

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

Dimana :

$$\begin{aligned} C_b \times L_{pp} &= C_b \times \frac{Loa}{Lwl} \\ &= 0,73 \times \frac{168,03}{154} \\ &= 0,7714 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 1,025 \times 157 \times (0,7714) \times 23,20 + 1,7 \times 9,56 \\ &= 4897,474 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$S^1$  = Luas permukaan basah anggota badan kapal ( propeller, Rudder, Bilge keel, bracket dan shaft).

$$\begin{aligned} S^1 &= 1,025 \times LwL \times (C_b \times L_{pp}) \times B + 1,7 \times T \\ &= 1,025 \times 159 \times (0,7714) \times 23,20 + 1,7 \times 9,56 \\ &= 4959,863 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

11. Rasio  $S/S^1$

$$\begin{aligned} S/S^1 &= \frac{4897,474}{4959,863} \\ &= 0,987 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12. \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V_s^2 &= \frac{1}{2} \times 104,49 \times 4897,474 \times 59,53^2 \\ &= 15233388,75 \text{ Kg} \times 10^{-3} \\ &= 15233,38875 \text{ ton} \end{aligned}$$

13. Residuary Coefficient =  $10^3 C_R$

Untuk menentukan Koefisien hambatan sisa (  $C_R$  ) kapal rancangan digunakan grafik (*Referensi, No.4,hal 120-128*).

$L/\nabla^{1/3} = 5.000$	$F_n = 0,196$	$10^3 C_R = 0,86$
$L/\nabla^{1/3} = 5.500$	$F_n = 0,196$	$10^3 C_R = 0,71$
$L/\nabla^{1/3} = 5.295$	$F_n = 0,196$	$10^3 C_R = \dots$

$$10^3 C_R = 0,86 - \left[ \frac{5,295 - 5,000}{5,500 - 5,000} \right] \times 0,86 - 0,71$$

$$10^3 C_R = 0,7715$$

14. Koreksi B/T

$$B/T = 23,20/9,56$$

$$= 2,424$$

$$B/T = 2,50 \text{ maka koreksi}$$

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

$$= 0,16 (23,20/9,56) - 2,50)$$

$$= -0,01216$$

15. Koreksi LCB (%)

$$L_{cb} = \text{Diambil dari grafik } V_s / \sqrt{L_{pp}}$$

$$= -0,005 \text{ (dibelakang Midship)}$$

$$L_{cb} = LCB/L_{pp}$$

$$LCB = L_{cb} \times L_{pp}$$

$$= -0,005 \times 157$$

$$= -0,785$$

$$= -78,5\%$$

LCB standart = 0,8% (diambil dari grafik *Referensi, No.4, hal 130.*)

$$LCB = (-78,5\%) \times 0,8\%$$

$$= -79,3\%$$

$$\text{Koreksi LCB} = \frac{\delta 10 C_R}{\delta LCB} \times LCB$$

$$= 0,2 \times -0,793$$

$$= -0,158$$

16. 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 *Referensi, No.4,hal 122-123*) dianggap berlaku untuk yang mempunyai bentuk “standar”, yaitu penampangnya bukan yang benar-benar berbentuk U ataupun V, maka dalam menghitung daya efektif untuk perancangan ini tidak diperlukan koreksi untuk bentuk penampangan badan kapal (koreksi = 0).

17. Koreksi bentuk haluan

$$\text{Koreksi bentuk haluan} = -0,2$$

18. Koreksi anggota badan

$$\begin{aligned} \text{- Boss baling-baling} &= 3\% \sim 5\% \\ &= 5\% \times 10^{-3}CR \\ &= 5\% \times 0,7715 \\ &= 0,038575 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Shaft Bracket} &= 5\% \sim 8\% \\ &= 8\% \times 10^{-3}CR \\ &= 8\% \times 0,7715 \\ &= 0,06172 \end{aligned}$$

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

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

19. Resultan  $10^3CR$

$$10^3CR = 10 + 14 + 15 + 17 + 18$$

$$10^3CR = 0,7715 + (-0,01216) + (-0,1586) + (-0,2) + (0,038575 + 0,06172)$$

$$10^3CR = 0,0501035$$

20.  $10^3CF$  dari gambar 5.5.14 menurut ITTC-1957 dalam *Referensi, No.4,hal 129*.

$$L = 157 \quad V = 10,000 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3CF = 1,53$$

$$L = 157 \quad V = 7,000 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3CF = 1,59$$

$$L = 157 \quad V = 7,716 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3CF = \dots\dots$$

$$10^3CF = 1,59 - \left[ \frac{7,716 - 7,000}{10,000 - 7,000} \right] \times 1,59 - 1,53$$

$$10^3CF = 1,57563$$

25. Koreksi anggota badan kapal

Koreksi pada anggota badan kapal, digunakan rumus yang terdapat dalam *Referensi, No.4,hal 132*. rumus 5.5.25 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 10^3 C_F &= \frac{S^1}{S} 10^3 C_F \\ &= 0,98 \times 1,57563 \end{aligned}$$

$$10^3 C_F = 1,5441664$$

26.  $10^3 C_A$  (hambatan tambahan)

$$\text{Untuk } L = (150) \quad 10^3 C_A = 0,2$$

$$C_A = 0,2 \times 10^{-3}$$

27.  $10^3 C_{AA}$  = 0,07 (untuk hambatan udara)

28.  $10^3 C_{AS}$  = 0,04 (untuk hambatan kemudi)

29. Kelonggaran Dinas (sea margin)

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

30.  $10^3 C_T$  (koefisien hambatan total)

$$\begin{aligned} 10^3 C_T &= C_R + C_F + C_{AA} + C_{AS} \\ &= 19 + 25 + 27 + 28 \\ &= 0,501035 + 1,5441664 + 0,07 + 0,04 \\ &= 2,3552014 \end{aligned}$$

31. Hambatan Bow Thruster ( $R_{BT}$ )

Untuk menentukan dari pada tahanan bow thruster digunakan rumus pendekatan, yaitu :

$$R_{BT} = C_{RT} \times \rho \times \pi \times D_{BT}^2 \times V_s^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } C_{RT} &= \text{Koefisien hambatan bow thruster} \\ &= 0,003 - 0,012 \\ &= 0,003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \text{Berat jenis air laut} \\ &= 104,5 \text{ Kg.s}^2/\text{m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{BT} &= \text{Diameter bow thruster} \\
 &= 1,300 \text{ m} \\
 V_s &= 15 \text{ Knot} \\
 &= 7,716 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 R_{BT} &= 0,003 \times 104,5 \times 3,14 \times 1,300^2 \times 7,716^2 \\
 &= 99,046 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

32.  $R_T$  (Hambatan total)

$$\begin{aligned}
 R_T &= C_T \times (1/2 \times \rho \times V^2 \times S) \\
 &= (2,3552014 \times 10^{-3}) \times (15233,38875)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_T^1 + R_{BT} \\
 &= 35877698,52 + 99,046 \quad \text{ton} \\
 &= 35976,7945 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

33. EHP (Efektif Horse Power)

$$\begin{aligned}
 EHP &= \frac{V_s \times R_T}{75} \\
 &= \frac{7,716 \times 35976,7945}{75}
 \end{aligned}$$

$$EHP = 3701,2926 \text{ HP}$$

34. SHP (Shaft Horse Power)

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

Dimana :

$$P_c = \eta_H \times \eta_{tr} \times \eta_{po}$$

Faktor arus ikut ( $w$ ) menurut Taylor untuk kapal berbaling-baling tunggal (Single Screw )

$$\begin{aligned}
 w &= -0,20 + (0,55 \times C_b) \\
 &= -0,20 + (0,55 \times 0,73) \\
 &= 0,2015
 \end{aligned}$$

Faktor pengisapan ( t )

$$t = k \times w$$

Dimana : k = 0,7 -- 0,9

$$t = 0,9 \times 0,2015$$

$$= 0,18135$$

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w}$$

$$= \frac{1-0,18135}{1-0,2015}$$

$$= 1,025$$

$\eta_H$  = Efisiensi lambung kapal

$$= 1,025$$

$\eta_r$  = Efisiensi Rotary relatif

$$= 1,00$$

$\eta_{po}$  = Efisiensi baling-baling 0,55 – 0,60

$$= 0,60$$

$$SHP = \frac{3701,2926}{1,025 \times 1,00 \times 0,6}$$

$$= 6018,362 \text{ HP} \times 0,735$$

$$= 4423,4961 \text{ kW}$$

35. Koreksi letak kamar mesin ( $\eta_m$ ) =  $\pm 3 \%$

36. Kelonggaran dinas (sea margin) = 15 – 20 %

37. Break Horse Power Normal Continuous Rating

$$BHP_{NCR} = (3 \% + 15 \% ) \times SHP + SHP$$

$$= (18 \% \times 6018,362) + 6018,362$$

$$= 7101,6672 \text{ HP} \times 0,735$$

$$= 5219,7253 \text{ kW}$$

38. Brake Horse Power Maximum Continues Rating

$$BHP_{MCR} = \frac{BHP_{NCR}}{0,9}$$

$$= \frac{7101,6672}{0,9}$$

$$= 7890,7412 \text{ HP} \times 0,735$$

$$= 5799,6948 \text{ kW}$$

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

- Merk : AKASAKA – MITSUBISHI
- Type : 8UEC 45 HA (HR)
- Daya (MCR) : 8000 HP (5885 kW)
- (NCR) : 7200 HP (5295 kW)
- Putaran Mesin (MCR) : 165 rpm
- (NCR) : 159 rpm
- Cycle : 2 Stroke
- Bore x Stroke : 450 mm x 1150 mm
- Ukuran : Panjang x Lebar x Tinggi  
8030 x 4200 x 6085 (mm)
- Berat : 162 ton
- Jumlah Silinder : 8 Silinder
- SFOC : 134 g/bhp.h  
: 182 g/kwh.h
- SLOC : 0,4 – 0,7 g/bhp.h
- Jumlah TC : 1 buah (ME T 53 SB)

Dengan telah dipilihnya mesin induk untuk kapal rancangan, maka berdasarkan kurva daya-kecepatan untuk daya mesin NCR 5295 kW (7200 HP) satu buah maka kecepatan kapal rancangan ini direncanakan 15 knot.



## II.2. Diagram Envelope

Untuk mesin yang beroperasi pada kecepatan variabel, daya mesin ternilai pada kecepatan tertentu tidak memberikan informasi yang cukup. Informasi yang diperlukan didapat dari diagram envelope yang memberikan daya mesin sebagai fungsi dari kecepatan yang digunakan. Selain menampilkan penghematan bahan bakar, gambar diagram yang lebih lengkap diperoleh dengan memberikan kurva konsumsi bahan bakar pada berbagai kecepatan untuk beban yang berubah – ubah dari sekitar  $\frac{1}{4}$  beban sampai beban penuh. Tujuan dari gambar diagram envelope ini adalah pengujian penerimaan (acceptance test) dari instalasi mesin baru maupun pengujian rutin dari mesin dalam instalasi daya dilakukan dengan dua tujuan utama adalah :

1. Untuk mencari daya maksimum yang dapat dibangkitkan oleh mesin dalam keadaan tertentu sehingga dapat menentukan beban mesin yang aman.
2. Untuk mencari konsumsi bahan bakar spesifik dalam g/bhp.h dalam keadaan beban dari instalasi.

Lain daripada kedua tujuan utama tersebut, suatu pengujian yang dilakukan dengan baik dapat memberikan informasi tambahan yang berharga untuk operasi yang paling baik dari sebuah mesin seperti, suhu gas pada berbagai beban, tekanan minyak lumas yang diperlukan untuk aliran minyak dan suhu minyak yang diinginkan, dan aliran air pendingin yang diperlukan untuk memelihara suhu pendingin yang layak. Adapun juga tujuan pengujian, sebaiknya mengikuti petunjuk dari Peraturan Pengujian Daya (Power Test Codes) standart yang ditetapkan dan diterbitkan oleh ASME (American Society Mechanical Engineers).

Pada gambar diagram envelope pada *referensi no.1, hal 2* menunjukkan kurva prestasi dari mesin dua tak. Data – data umum mesin kapal ini adalah mesin kerja tunggal mempunyai daya maksimum 8000 BHP pada putaran mesin 165 Rpm sehingga pada pemakaian beban penuh atau engine output 100% maka pemakaian bahan bakar dapat ditunjukkan pada gambar kurva sebesar 134 g/bhp.h. Kemudian untuk mencari pemakaian bahan bakar yang ekonomis dapat ditunjukkan oleh gambar kurva dimana putaran pada keadaan normal adalah 159 Rpm lalu pemakaian bahan bakar yang ekonomis ditunjukkan pada garis putus – putus dengan nilai 130 g/bhp.h sehingga daya mesin atau engine outputnya dapat kita lihat pada gambar menunjukkan 73% dari daya mesin.

### II.3. Penentuan Ukuran Utama Baling-Baling Kapal

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

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

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

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

- Diameter baling-baling power
- Thrust horse power
- Putaran baling-baling
- Jumlah daun baling-baling
- Efek kavitasi terhadap baling-baling
- Kekuatan baling-baling

#### II.3.1. Perencanaan Baling-Baling Kapal

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

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

Menurut Taylor

$$w = -0,20 + (0,55 \times C_b)$$

$$= -0,20 + (0,55 \times 0,73)$$

$$= 0,2015$$

## 2. Faktor Pengisapan ( t )

$$t = k \times w$$

$$\text{Dimana : } k = 0,7 - 0,9$$

$$= 0,9 \times 0,2015$$

$$= 0,18135$$

## 3. Besarnya Hambatan

Untuk mempertahankan kecepatan sebesar 15 knot, perlu adanya cadangan hambatan sebesar 15 % dari hambatan hasil perhitungan, maka :

$$R_T = (15/100) \times 35877,69851$$

$$= 41259,35329 \text{ kg}$$

## 4. Penentuan harga koreksi Shaft Horse Power (SHP)

### a. Letak kamar mesin

Kamar mesin di belakang, koreksi =  $\pm 3 \%$

### b. Koreksi daya ke metric

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

### c. Koreksi air tawar ke air laut.

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

SHP = BHP – Harga koreksi

Dimana BHP = 7200 HP

$$\text{SHP} = 7200 - \left( 3\% \times \frac{75}{76} \times \frac{1,000}{1,025} \right)$$

$$= 7199,971 \text{ HP}$$

## 5. Penentuan Gaya Dorong

$$S = R_T / (1 - t)$$

$$= 35877,69851 / (1 - 0,18135)$$

$$= 43825,443 \text{ kg}$$

6. Kecepatan Air Masuk ke Baling-baling ( $v_e$ )

$$\begin{aligned}v_e &= (1 - w) \times V_s \text{ (m/dt)} \\ &= (1 - 0,2015) \times 15 \times 0,5144 \\ &= 6,161 \text{ (m/dt)}\end{aligned}$$

7. Diameter Baling-baling Tentative (D)

$$\begin{aligned}D_T &= 0,7 \times T \\ &= 0,7 \times 9,56 \\ &= 6,692 \text{ m}\end{aligned}$$

8. Advance Speed of Propeller ( $V_a$ )

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

Dimana :

$$\begin{aligned}V_a &= \text{Advance speed of propeller} \\ V_s &= \text{Ship speed (knot)} \\ w &= \text{Faktor arus ikut} \\ V_a &= (1 - 0,2015) \times 15 \\ &= 11,978 \text{ knot}\end{aligned}$$

9. Jumlah Putaran Baling-baling (N)

Akibat adanya wake friction, thrust deduction, gesekan pada bantalan poros dan penempatan dari mesin induk akan mengurangi perputaran mesin yang sampai ke baling-baling. Untuk itu dilakukan koreksi sebesar 1 % dari putaran mesin induk.

$$\begin{aligned}N &= 159 - (100\% - 1\%) \\ &= 159 - (99\%) \\ &= 158,01 \text{ rpm}\end{aligned}$$

10. Penentuan Jumlah Daun Baling-baling (Z)

- 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 :

$$K'd = D \times v_e \times \sqrt{\frac{\rho}{S}}$$

$$= 5,084 \times 6,161 \times \sqrt{\frac{104,5}{43825,443}}$$

$$= 1,529$$

Dimana :

$D_T$  = diameter Propeller Tentative = 5,084 m

$\rho$  = massa jenis air laut = 104,5 kg dt<sup>2</sup> /m<sup>4</sup>

$S$  = gaya dorong Propeller = 43825,443 kg

$K'd$  = 1,529

$N_{mesin}$  = 158,01 rpm (koreksi)

$n$  = putaran baling-baling perdetik

$$= \frac{158,01}{60} = 2,634 \text{ rps}$$

$$K'n = \frac{V_s}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\rho}{S}}$$

$$= \frac{6,161}{\sqrt{463}} \times \sqrt{\frac{104,5}{43825,443}}$$

$$= 0,185$$

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

Rancangan.

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

### a. Koefisien Baling-Baling

$$B_p = \frac{N \times P^{0,5}}{V_a^{2,5}}$$

Dimana :

$N$  = Putaran baling-baling

$$= 158,01 \text{ rpm}$$

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

$$= (1-0,2015) \times 15$$

$$= 11,978 \text{ Knot}$$

$$P_D = \text{tenaga ditempat baling-baling melekat} \\ = 7199,971 \text{ HP}$$

$$B_p = \frac{158,01 \times 7199,971^{0,5}}{11,978^{2,5}} \\ = 27,001$$

Dari diagram  $B_p - \delta$ , untuk nilai  $B_p = 27,001$  dapat diperoleh advanced coefficient ( $\delta$ ) pada beberapa tingkat pembebanan, yaitu :

Untuk series B4— 40 ;  $\delta = 220$

Untuk series B4 - 55 ;  $\delta = 211$

Untuk series B4 - 70 ;  $\delta = 208$

Dalam perencanaan baling-baling tunggal single (Screw), ( $\delta$ ) ini dikoreksi sebesar 2%, maka:

Untuk series B4 - 40 ;  $\delta = 220 - 2\% = 219,98$

Untuk series B4 - 55 ;  $\delta = 211 - 2\% = 210,98$

Untuk series B4 - 70 ;  $\delta = 208 - 2\% = 207,98$

a. Diameter Optimum ( $D_o$ )

$$D_o = \frac{\delta \times V_a}{N}$$

Untuk series B4 – 40 ;  $D_o = 16,674 \text{ Feet}/3,28 = 5,084 \text{ m}$

Untuk series B4 – 55 ;  $D_o = 15,994 \text{ Feet}/3,28 = 4,880 \text{ m}$

Untuk series B4 – 70 ;  $D_o = 15,766 \text{ Feet}/3,28 = 4,800 \text{ m}$

b. 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 :

Untuk series B4 – 04 ;  $H_o/D = 0,69$

Untuk series B4 – 55 ;  $H_o/D = 0,74$

Untuk series B4 – 70 ;  $H_o/D = 0,81$

c. Propeller Efficiency ( $\eta_p$ )

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

Untuk series B4 – 40 ;  $\eta_p = 60,80\%$

Untuk series B4 – 55 ;  $\eta_p = 57,05\%$

Untuk series B4 – 70 ;  $\eta_p = 51,98\%$

### II.3.2. Perhitungan Kavitas

Untuk mengatasi atau mengurangi resiko kerusakan pada baling-baling akibat kavitasi, maka perlu dirancang 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 diadakan perhitungan-perhitungan untuk penentuan diameter baling-baling.

Kavitasi sendiri terjadi karena gejala menguapnya zat cair yang sedang mengalir, karena berkurangnya suatu tekanan sampai di bawah tekanan uap jenuhnya dimana ini berlangsung saat zat cair mengalir di daerah baling-baling kapal. Bila baling-baling ini mengalami kavitasi maka akan menimbulkan suara berisik dan getaran pada baling-baling yang mengurangi unjuk kerjanya secara optimum.

a. Tekanan statik baling – baling

$$P - e = 14,45 + (0,45 \times H) \text{ (lbs/sg. ft)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} H &= \text{Tinggi poros propeller diukur dari base line dalam feet} \\ &= 3,1 \text{ m} \times 3,28 \\ &= 10,168 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$P - e = 14,45 + (0,45 \times 10,168)$$

$$P - e = 19,026 \text{ lbs/sq.ft}$$

b. Disk Area of Screw (F)

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ &= 0,785 \times 5,084^2 \\ &= 20,29 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Developed Blade Area ( Fa )

$$\begin{aligned} Fa &= F \times 0,4 \\ &= 20,29 \times 0,4 \\ &= 8,116 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fp / Fa &= 1,067 - 0,229 \times Ho/D \\ &= 1,067 - 0,229 \times 0,69 \\ &= 0,909 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fp &= 0,909 \times 8,116 \\ &= 7,377 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

d. Thrust

$$\begin{aligned} T &= \frac{P_s \times \eta_{po} \times 75}{V_a} \\ &= \frac{7201,331 \times 0,608 \times 75}{11,978} \\ &= 27415,35 \text{ kg} \times 9,81 \\ &= 268944,543 \text{ N} \end{aligned}$$

e. Luas Daerah Baling-baling (Ap)

$$Ap = \frac{\pi \times D_o^2}{4} \left[ 1,07 - 0,23 \frac{Ho}{D} \right]$$

Dimana :

$$D_o = \text{Diameter baling - baling} = 5,084$$

$$Ho/D = 0,69$$



Maka :

$$A_p = \frac{3,14 \times 5,084^2}{4} [1,07 - 0,23 \times 0,69]$$
$$= 8,232 \text{ m}^2$$

f. Thrust Coefficient

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

Dimana :

$$V^2 = V_a^2 + (\pi \times n \times 0,7 \times D)^2$$
$$= 11,978^2 \times (3,14 \times 2,634 \times 0,7 \times 5,084)^2$$
$$= 1009,832 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\tau = \frac{27415,35/7,337}{1/2 \times 104,5 \times 1009,832}$$
$$= 0,071$$

g. Cavitation Number

$$\sigma = \frac{P - e}{Q_r}$$

Dimana :

$P - e$  = Tekanan statik baling – baling = 19,026 lbs/sq. ft

$D$  = Diameter propeller dalam feet = 16,674 ft

$$Q_r = \left( \frac{V_a}{7,12} \right)^2 + \left( \frac{N \times D}{329} \right)^2$$
$$= \left( \frac{11,987}{7,12} \right)^2 + \left( \frac{158,01 \times 16,674}{329} \right)^2$$

$$= 67,033$$

$$\sigma = \frac{19,026}{67,033}$$

$$= 0,28$$

Berdasarkan tabel hasil perhitungan dan grafik rancangan baling-baling, maka dapat ditentukan Blade Area Ratio optimum untuk baling-baling kapal rancangan ini. Harga-harga perbandingan tersebut diperoleh dari proyeksi perpotongan kurva  $F_p$  dan  $F_p'$  pada absisnya, dapatkan  $F_a/F = 0,4$ . Spesifikasi baling-baling yang dipilih untuk penggerak kapal rancangan ini adalah sebagai berikut :

- Tipe baling-baling berada pada : B4 = 40
- Diameter baling-baling :  $D_o = 5,084$  m
- Pitch Ratio baling-baling :  $H_o/D = 0,69$
- Blade Area Ratio baling-baling :  $F_a/F = 0,40$
- Effisiensi baling-baling :  $\eta_p = 0,608$
- Jumlah daun baling-baling : Z = 4

### II.3.3 Perhitungan Poros Baling – Baling

#### II.3.3.1. Diameter Poros Propeller

Berdasarkan *Referensi, No.3, hal 47* maka besar poros baling – baling adalah :

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

Dimana :

F : Faktor untuk instalasi propulsi = 100

K : Faktor tipe dari poros = 1,26

$P_w$  : Daya pada poros = 7199,971 HP

N : Putaran poros = 158,01 rpm

$R_m$  : Kekuatan tarik material, digunakan SNCM 23 yang  
Kekuatan tariknya  $100 \text{ kg/mm}^2 = 981 \text{ N/m}^2$

$C_w$  : Faktor material =  $560 / (R_m + 160)$

:  $560 / (981 + 160)$

: 0,49

$1 - (d_i/d_a)^4$  : 1,00

Maka :

$$\begin{aligned} D &= 100 \times 1,26 \times \sqrt[3]{\frac{7199,971}{158,01 \times 1,00}} \times 0,49 \\ &= 220,520 \text{ mm} \\ &= 230 \text{ mm} \end{aligned}$$

### II.3.3.2. Diameter Poros Antara

Untuk menentukan besarnya diameter poros antara, berdasarkan *Referensi, No.3, hal 47* adalah :

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

Dimana :

F : Faktor untuk instalasi propulsi = 95

K : Faktor tipe dari poros = 1,20

$P_w$  : Daya pada poros = 7199,971 HP

N : Putaran poros = 158,01 rpm

$R_m$  : Kekuatan tarik material, digunakan SNCM 23 yang  
Kekuatan tariknya  $100 \text{ kg/mm}^2 = 981 \text{ N/m}^2$

$C_w$  : Faktor material =  $560 / (R_m + 160)$

:  $560 / (981 + 160)$

: 0,49

$1 - (d_i/d_a)^4$  : 1,00

Maka :

$$\begin{aligned} D &= 95 \times 1,20 \times \sqrt[3]{\frac{7199,971}{158,01 \times 1,00}} \times 0,49 \\ &= 199,518 \text{ mm} \\ &= 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

### II.3.3.3. Perhitungan Kekuatan Naf Propeller

- a. Daya Yang Di Transmisikan ( $P_d$ )

$$P_d = f_c \times P$$

Dimana :

$f_c$  = Faktot koreksi 1,0 – 1,5 (untuk daya normal)

$P$  = Daya propeller = 5291,979 kW

Maka :

$$\begin{aligned} P_d &= 1,0 \times 5291,979 \\ &= 5291,979 \text{ kW} \end{aligned}$$

- b. Momen Rencana ( $T$ )

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n}$$

Dimana :

$n$  = Putaran poros propeller = 158,01 rpm

$P_d$  = Daya propeller = 5291,979 kW

Maka :

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{5291,979}{158,01} \\ &= 32620641,39 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

- c. Gaya Tangensial ( $F$ )

$$F = \frac{T}{\frac{d_s}{2}}$$

Dimana :

$T$  = Momen rencana = 32620641,39 kg/mm<sup>2</sup>

$d_s$  = Diameter poros propeller = 230 mm

Maka :

$$\begin{aligned} F &= \frac{32620641,39}{\frac{230}{2}} \\ &= 283657,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Penampang Pasak

Dimana :

$$b = \text{Lebar pasak } 0,25 - 0,35 d_s \\ = 0,30 \times 230 = 69 \text{ mm}$$

$$l = \text{Panjang pasak } 0,75 - 1,5 d_s \\ = 0,855 \times 230 = 196$$

$$h = \text{Tinggi pasak } \frac{d_s}{8} \\ = \frac{230}{8} = 29$$

Jadi :

Ukuran pasak yang digunakan

$$69 \times 29 \times 173$$

e. Tegangan Geser ( $\sigma_{ka}$ )

$$\sigma_{ka} = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2}$$

Dimana :

$\sigma_B$  = Jika bahan pasak SNC 21 dari tabel kekuatan tariknya didapat  $80 \text{ kg/mm}^2$

$Sf_1$  = Faktor keamanan = 6

$Sf_2$  = Faktor keamanan = 2 - 5

Maka :

$$\sigma_{ka} = \frac{80}{6 \times 5} \\ = 2,66 \text{ kg/mm}^2$$

f. Panjang Pasak Dari Tegangan Geser

$$\sigma_{ka} = \frac{426}{b \times l_1} = 2,66$$

Jadi :

$$l_1 = \frac{426}{69 \times 2,66}$$

$$= 2,32 \text{ mm}$$

g. Panjang Pasak Dari Tekanan Permukaan

Dimana :

P = Tekanan untuk poros dengan diameter besar =  $10 \text{ kg/mm}^2$

$t_z$  = Kedalaman alur pasak pada naf =  $5,0 \text{ mm}$

Maka :

$$P = \frac{426}{l_2 \times t_z} = 10$$

$$l_2 = \frac{426}{10 \times 5,0}$$

$$= 8,52 \text{ mm}$$

h. Harga Koreksi Untuk Pasak

$$b/d_s = 69/230 = 0,30 \text{ jadi } 0,25 < 0,30 < 0,35$$

$$l/d_s = 196/230 = 0,852 \text{ jadi } 0,75 < 0,852 < 1,5$$

Sehingga didapat ukuran pasak untuk naf propeller adalah :

Ukuran pasak =  $69 \times 29 \text{ (mm)}$

Panjang pasak yang aktif =  $196 \text{ mm}$

Bahan pasak SNC 21 baja khrom nikel

#### II.3.3.4. Pemasangan dan Pencabutan Propeller Dengan Metode Tekanan Hidrolis

Pada saat – saat ini perkembangan dari metode tekanan hidrolis sangat efisien dan banyak dipakai di bangunan kapal baru dan perbaikan kapal. Urutan pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

- Pekerjaan berat dengan tangan (manual), meliputi memasang dan mencabut propeller yang tidak dapat dikerjakan oleh mesin.
- Propeller dapat dicabut tanpa peralatan yang tidak praktis dan tanpa memakai banyak usaha.
- Alat – alat perkakasnya dapat untuk mengecek proses pemasangan propeller.

Metode tekanan hidrolis untuk pemasangan screw propeller harus membutuhkan pedoman / petunjuk, dan semua kesulitan meliputi pemasangan dan untuk membuat kunci penghubung tidak dapat dihindarkan. Metode tekanan hidrolis bila dipakai untuk sambungan screw propeller yang tanpa atau dengan batang kunci tanam, untuk penyaluran minyak ke propeller boss dibuatkan lubang dan alur minyaknya dikerjakan dengan bor. Bila hubungan propeller dengan boss itu tidak memakai kunci tanam, dibuatkan satu alur minyak sudah cukup menurut peraturan.

Pada propeller boss yang memakai kunci tanam, minyak disalurkan dari samping kiri kekanan alur kunci tanam. Berikutnya pemasangan screw propeller pada porosnya, screw propeller disetel bebas pada tail shaft taper yang mana permukaannya dilumuri minyak. Jack (dongkrak) diikatkan ke taper sampai plunyer duduk di ujung boss, pipa dari pompa tekanan tinggi disambungkan ke dongkrak hidrolis.

Saluran pipa lainnya dari pompa tekanan tinggi disambungkan ke lobang saluran minyak boss. Minyak disalurkan ke dongkrak hidrolis sampai mencapai tekanan rata – rata dan bila sudah mencapai tekanan konstan seluruh prosedur pemasangan telah dijalani dengan baik. Minyak juga disalurkan ke permukaan taper sampai mencapai tekanan rata – rata. Pada tenaga aksial screw propeller bergerak terus sejauh mana yang dibutuhkan, kemudian minyak dilepaskan dari permukaan tirus (tapered surface).

Tegangan elastis terjadi di boss, bila mana kerekatan shaft tidak pas atau tidak sempurna. Sesudah tekanan dilepaskan dari dongkrak hidrolis, peralatannya dicopot dan mur dikencangkan ke propeller shaft. Tindakan selanjutnya meliputi pemasangan screw propeller yang dilaksanakan dengan peralatan dengan tindakan yang umum dipakai. Pergeseran aksial dari screw propeller yang sedang dipasang dicek dengan alat penunjuk (indicator) yang dipasang pada penyokong (strut) propeller dan duduk pada propeller boss.

Untuk mencabut screw propeller dari porosnya, melepas mur 3 – 5 mm, minyak ditekan ke permukaan tirus dengan tekanan tertentu. Tidak diperlukan peralatan untuk mendapatkan tenaga aksial dari screw propeller pada sepanjang tail shaft taper dapat diperhitungkan.



## PENYUSUTAN DAN PERENGGANGAN PADA BOSS PROPELLER

Diameter poros (fwd )	: 230 mm
Diameter poros (aft )	: 208 mm
Diameter boss ( fwd )	: 228 mm
Diameter boss ( mdl )	: 213 mm
Diameter boss (aft )	: 206 mm
Panjang boss	: 400 mm
Modulus elastisitas ( $\sigma$ )	: 2000 kg/cm <sup>2</sup>
Kekuatan tarik ( E )	: 2100000 kg/cm <sup>2</sup>
Koefisien muai	: 0,000012
Koefisien gesek ( $f$ )	: 0,5

### Kerenggangan Spesifik ( $\epsilon$ ) Untuk Diameter Boss Forward

$$\epsilon = \frac{2000}{2100000} = \frac{1}{1050}$$

### Penyusutan ( $x$ )

Maka dengan menggunakan persamaan :

$$D = x + \frac{1}{1050}x = \frac{1051}{1050}x$$

Sehingga :

$$228 = x + \frac{1}{1050}x = \frac{1051}{1050}x$$

$$x = \frac{1050 \times 228}{1051}$$

$$= 227,78 \text{ mm}$$

Ukuran penyusutan :  $228 - 227,78 = 0,22 \text{ mm}$

### Pemuaian

Dalam keadaan dipanaskan garis tengah sebelah dalam boss harus 228,3 mm

$$\text{Pemuaian} : 228,3 - 227,78 = 0,52 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$0,52 = 227,78 \times 0,000012 \times t$$

Maka :

$$t = \frac{0,52}{227,78 \times 0,000012}$$
$$= \pm 190^\circ \text{ C}$$

### Kerenggangan Spesifik ( $\epsilon$ ) Untuk Diameter Boss After

$$\epsilon = \frac{2000}{2100000} = \frac{1}{1050}$$

### Penyusutan ( $x$ )

Maka dengan menggunakan persamaan :

$$D = x + \frac{1}{1050}x = \frac{1051}{1050}x$$

Sehingga :

$$206 = x + \frac{1}{1050}x = \frac{1051}{1050}x$$

$$x = \frac{1050 \times 206}{1051}$$

$$= 205,80 \text{ mm}$$

$$\text{Ukuran penyusutan} : 206 - 205,80 = 0,20 \text{ mm}$$

### Pemuaian

Dalam keadaan dipanaskan garis tengah sebelah dalam boss harus 228,3 mm

$$\text{Pemuaian} : 206,3 - 205,80 = 0,50 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$0,50 = 205,80 \times 0,000012 \times t$$

Maka :

$$t = \frac{0,50}{205,80 \times 0,00012}$$
$$= \pm 202^\circ \text{ C}$$

**Gaya dari penampang boss**

$$w = 30,5 \times 40 \times 2000$$
$$= 244000 \text{ kg}$$

**Tekanan bidang pada boss**

$$P = \frac{244000}{40 \times 22,8}$$
$$= 267,54 \text{ kg/cm}^2$$

**Luas sebelah dalam boss**

$$L = 3,14 \times 22,8 \times 40$$
$$= 2863,68 \text{ cm}^2$$

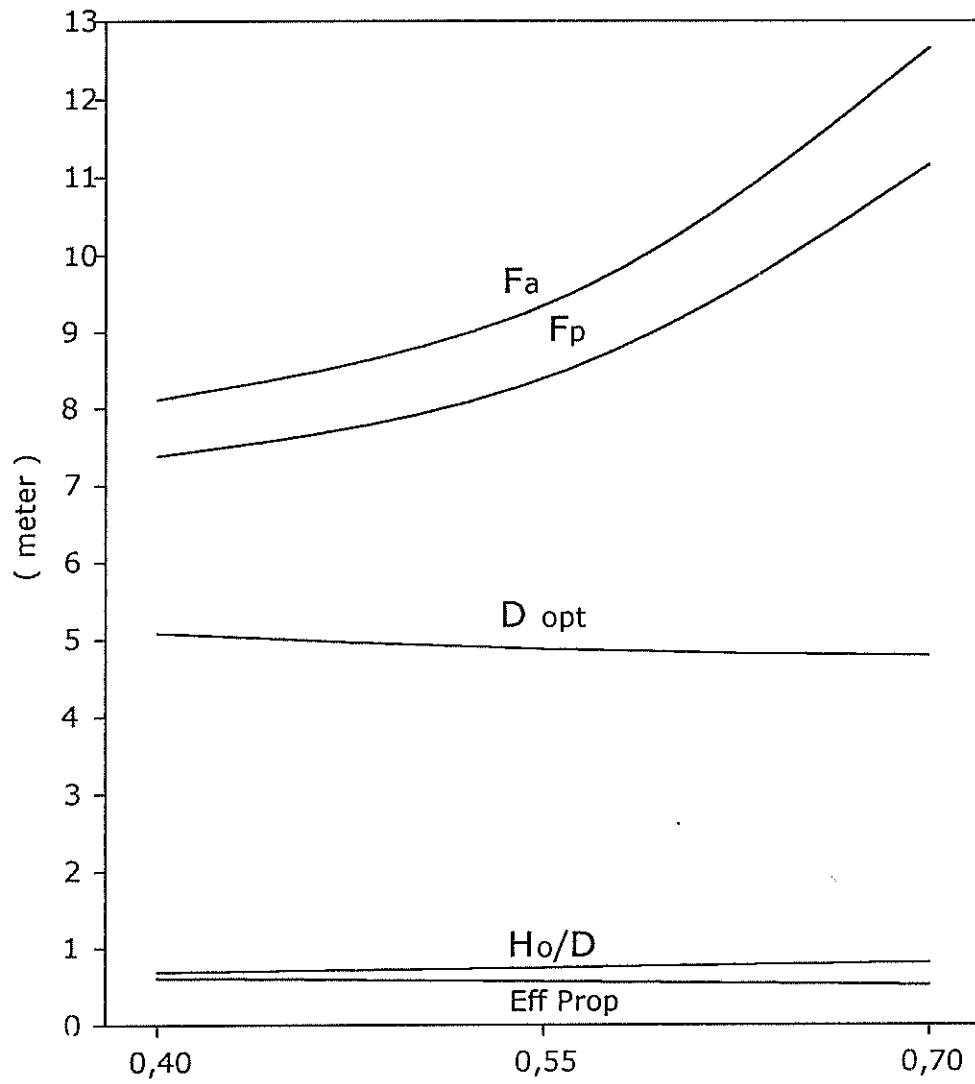
**Jumlah tekanan keseluruhan pada boss**

$$N = P \times L$$
$$= 267,54 \times 2863,68$$
$$= 76614,89 \text{ kg}$$

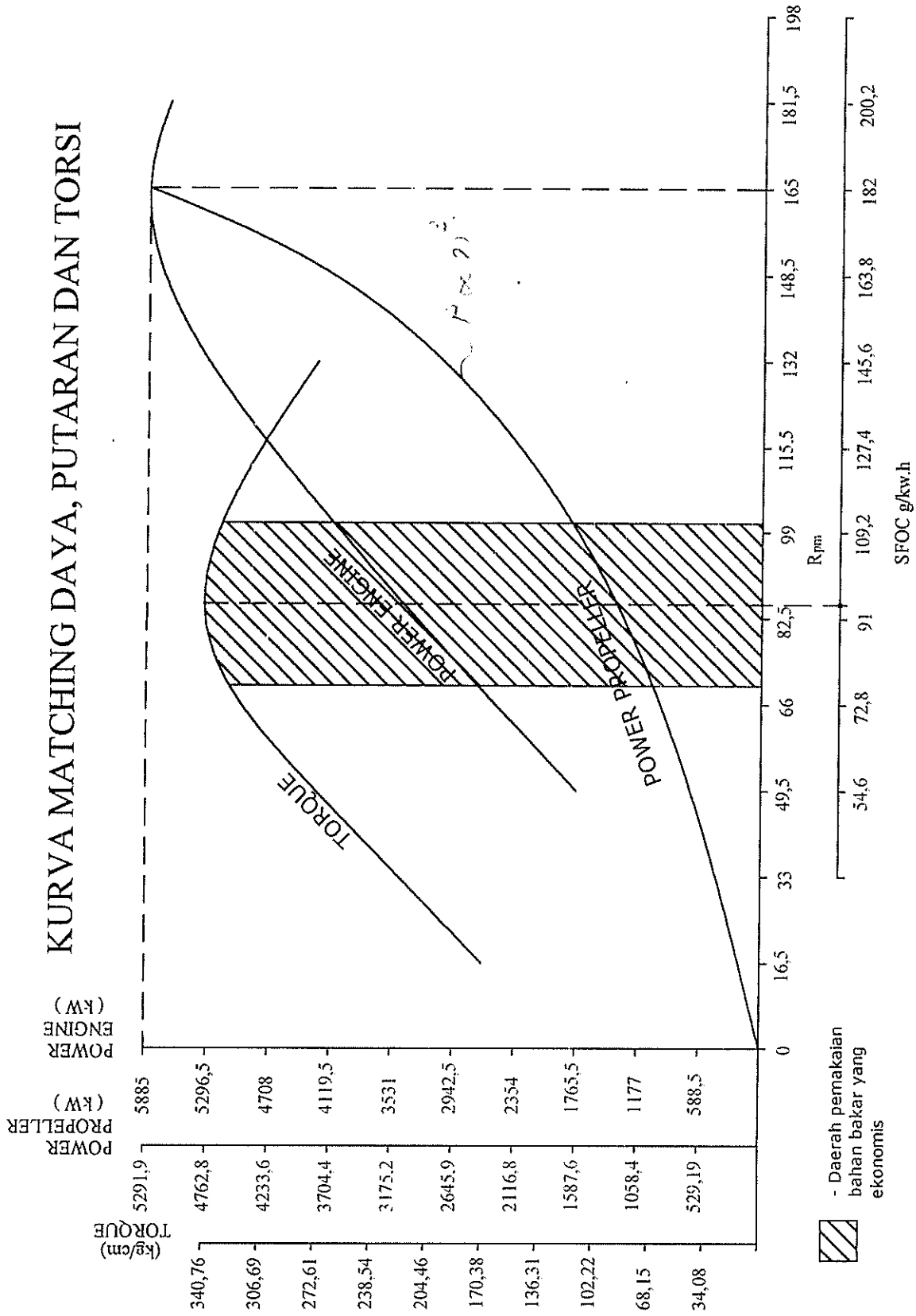
**Jumlah tahanan gesek**


$$W = N \times f$$
$$= 76614,89 \times 0,5$$
$$= 38307,45 \text{ kg}$$

# KURVA PROPELLER



# KURVA MATCHING DAYA, PUTARAN DAN TORSI



 - Daerah pemakaian bahan bakar yang ekonomis