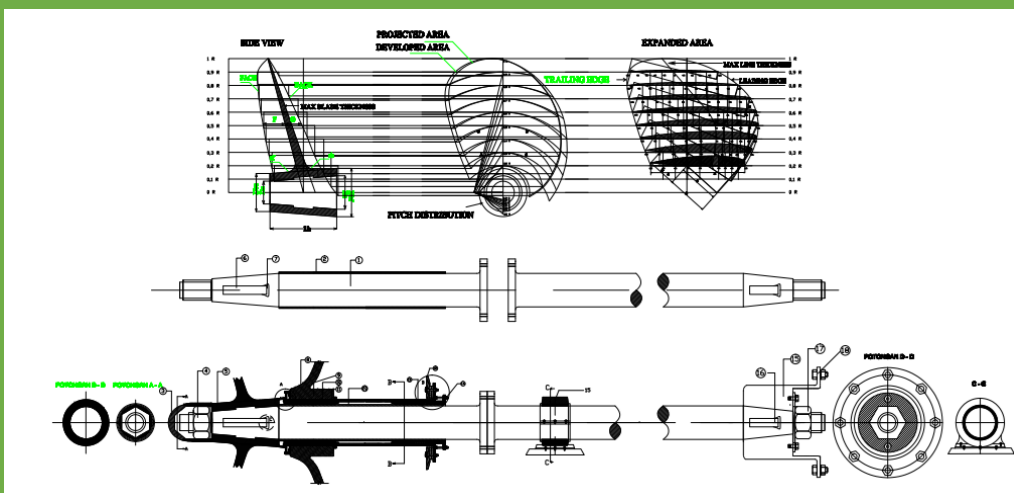


# MODUL PEMBELAJARAN

## DESAIN SISTEM II (PROPELLER & SISTEM PERPOROSAN)



Disusun oleh:  
MOHAMMAD DANIL ARIFIN ST. MT



PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA  
2020

EDI  
SI  
D  
E  
S  
A  
I  
N  
S  
I  
S  
T  
E  
M  
II

## KATA PENGANTAR

Penyusunan Modul Pembelajaran Desain Sistem II (Propeller dan Sistem Perporosan) ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari upaya untuk mewujudkan *Student Centered Learning* yang aktif dan kreatif serta dalam rangka meningkatkan kompetensi lulusan Teknik Sistem Perkapalan.

Modul pembelajaran ini dapat terselesaikan dengan baik tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Sehubungan dengan itu, maka melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar besarnya khususnya kepada Fakultas Teknologi Kelautan dan Universitas Darma Persada pada umumnya.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwa modul pembelajaran ini belum sempurna. Saran-saran yang bersifat konstruktif dari berbagai pihak, tetap penulis nantikan. Semoga modul pembelajaran ini dapat memberi kontribusi yang bermakna bagi peningkatan efektivitas proses dan optimalisasi hasil pembelajaran dalam lingkup Universitas Darma Persada, dan khususnya dalam lingkup Fakultas Teknologi Kelautan pada masa mendatang.

Jakarta, 20 Februari 2021

Penulis

# **DAFTAR ISI**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**BAB I PENDAHULUAN**

I.1 Definisi

I.2 Langkah – langkah Pengerjaan Tugas Gambar

I.3 Tujuan

**BAB II PERHITUNGAN DAYA KAPAL DAN PEMILIHAN MOTOR  
PENGGERAK UTAMA**

2.1. Perhitungan tahanan kapal

2.4 Perhitungan daya mesin induk

**BAB III PERHITUNGAN DAN PENENTUAN TYPE PROPELLER**

3.1 Data-data kapal

3.2. Langkah pemilihan dan perhitungan propeller

3.3. Variasi pemilihan propeller

**BAB IV PEMILIHAN PROPELLER DAN PEMERIKSAAN TERHADAP  
KAVITASI**

4.1 Pemilihan propeller

4.2. Propeller design

4.3. Penentuan diameter propeller

4.4. Perhitungan kavitasi

**BAB V PENGAMBARAN PROPELLER**

**BAB VI PERENCANAAN POROS PROPELLER DAN PERLENGKAPAN  
PROPELLER**

**BAB VII KESIMPULAN**

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Definisi

Propeller merupakan bentuk alat penggerak kapal yang paling umum digunakan dalam menggerakkan kapal. Sebuah propeller yang digunakan dalam kapal mempunyai bagian daun baling – baling ( blade ) yang menjorok ke arah tertentu dari hub atau bos. Bos ini dipasang pada poros yang digerakkan oleh mesin penggerak utama kapal.

Sebuah kapal berjalan dengan menggunakan suatu daya dorong yang dalam istilahnya disebut sebagai thrust. Daya dorong tersebut dihasilkan oleh suatu motor atau engine yang ditransmisikan melalui suatu poros (sistem transmisi yang banyak digunakan) kemudian daya tersebut disalurkan ke propeller. Daya dorong yang ditransmisikan tersebut dalam menggerakkan kapal akan sangat dipengaruhi oleh bagaimana kita mendesain propeller itu sendiri. Semakin baik desainnya baik dari segi bentuk, efisiensi, jumlah daun, dan lain sebagainya maka akan semakin besar daya dorong yang akan dihasilkan.

Untuk mendesain daripada propeller ini pertama-tama kita harus tahu dulu ukuran utama daripada kapal yang akan ditentukan atau direncanakan propellernya tersebut. Kemudian dari data itu kita menghitung tahanan total dari kapal. Dalam laporan ini metode yang digunakan untuk menghitung tahanan total kapal adalah metode Holtrop

Pada tahap kedua adalah menghitung daya engine (BHP) yaitu daya mesin yang nantinya ditransmisikan ke propeller untuk menghasilkan daya dorong. Langkah berikutnya adalah memilih engine yang tepat untuk menghasilkan BHP seperti yang diinginkan dan menghasilkan kecepatan kapal yang sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

Langkah selanjutnya adalah memilih propeller caranya dengan menentukan ratio daripada reduktion gear kemudian menentukan berapa kecepatan putaran propeller yang sesuai dengan reduktion gear tersebut. Kemudian dibandingkan hasilnya antara beberapa kecepatan propeller tersebut dan diambil yang paling efisien, diameternya memenuhi aturan dari Biro Klasifikasi Indonesia dan memenuhi

sarat kavitasi. Dalam menentukan atau mendapatkan perhitungan tersebut adalah dengan menggunakan  $B_p - \delta$  diagram.

Langkah selanjutnya adalah menghitung Engine Propeller Matching (EPM), yaitu mencocokkan antara propeller dengan mesin yang di gunakan, setelah itu melakukan perhitungan propeller serta melakukan perencanaan poros propeller. Dalam perencanaan poros data yang diperlukan adalah besarnya daya yang ditransmisikan ke propeller yang disebut dengan SHP dan besarnya torsi yang diterima oleh poros tersebut. Karena propeller ini menembus badan kapal maka diperlukan suatu alat yang berfungsi untuk mengurangi air yang masuk ke dalam kapal. Alat tersebut biasa dinamakan dengan stern tube. Sehingga untuk langkah selanjutnya adalah menghitung atau merencanakan stern tube.

Dalam laporan ini juga akan dihitung mengenai perencanaan boss propeller, kopling, tebal bantalan, pasak, tebal bantalan, stern post, intermediate shaft serta kopling penghubung antara poros propeller dan poros intermediate.

Jenis pelumasan dari stern tube yang digunakan dalam perencanaan perporosan ini adalah sistem pelumasan air laut dengan pelepasan stern tube ke arah dalam kapal.

## **I.2. Langkah-Langkah Pengerjaan Tugas Gambar**

1. Pemilihan motor penggerak utama
  - Perhitungan tahanan kapal.
  - Perhitungan daya motor penggerak utama kapal.
  - Pemilihan motor penggerak utama kapal.
2. Perhitungan dan penentuan type propeler.
  - Perhitungan type propeller
  - Perhitungan kavitasi
  - Perhitungan dimensi gambar propeler
3. Perhitungan dan penentuan sistem perporosan
  - Perhitungan diameter poros propeller
  - Perhitungan perlengkapan propeller

### **I.3. Tujuan**

Tujuan dari pemilihan motor penggerak utama kapal adalah menentukan jenis serta type dari motor penggerak utama kapal yang sesuai dengan kebutuhan kapal. Kebutuhan ini didasarkan dari besarnya tahanan kapal yang diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya dimensi utama kapal serta kecepatan dan rute kapal yang diinginkan.

Langkah – langkah dalam pemilihan motor penggerak utama kapal antara lain :

1. Menghitung besarnya tahanan kapal.
2. Menghitung besarnya kebutuhan daya motor penggerak utama kapal.
3. Menentukan jenis dan type dari motor penggerak utama kapal.

## BAB II

### PERHITUNGAN DAYA KAPAL

#### DAN PEMILIHAN MOTOR PENGGERAK UTAMA

##### 2.1. PERHITUNGAN TAHANAN KAPAL DENGAN METODE HOLTROP

Untuk menentukan daya mesin kapal yang digunakan maka sebelumnya kita harus menghitung tahanan kapal.:

###### 1 Dimensi Utama

<b>L<sub>pp</sub></b>	=	105	meter	
<b>L<sub>wl</sub></b>	=	109.20	meter	
<b>B</b>	=	19	meter	
<b>H</b>	=	10	meter	
<b>T</b>	=	7.5	meter	
<b>C<sub>b</sub></b>	=	0.72		
<b>V<sub>s</sub></b>	=	13	knots	6.69 m/s
			=	
<b>C<sub>bwl</sub></b>	=	0.72		
<b>C<sub>p</sub></b>	=	0.729		
<b>C<sub>m</sub></b>	=	0.988		
<b>L<sub>cb</sub></b>	=	2.00%		
<b>Radius</b>	=	1500	mil laut	
<b>▼</b>	=	L <sub>wl</sub> x B x T x C <sub>bwl</sub>		
	=	11203.92 m <sup>3</sup>		
<b>Δ</b>	=	L <sub>wl</sub> x B x T x C <sub>bwl</sub> x ρ		
	=	11484.02 ton		
<b>ρ</b>	=	1.025 ton/m <sup>3</sup>		
<b>S</b>	=	<b>1.025 x L<sub>pp</sub> x (C<sub>b</sub> x (B + 1.7T))</b>		
	=	2844.53 m <sup>2</sup>		
<b>F<sub>n</sub></b>	=	<b>V<sub>s</sub> / (g x L<sub>wl</sub>)<sup>0.5</sup></b>		
	=	0.204		
<b>R<sub>n</sub></b>	=	<b>(V<sub>s</sub> x L<sub>wl</sub>) / v</b>		
	=	6.15E+08		v = 1.2E-06

###### 2 Tahanan Gesek (R<sub>F</sub>)

<b>R<sub>f</sub></b>	=	<b>0,5 x ρ x V<sup>2</sup> x C<sub>f</sub> x (1+k<sub>1</sub>) x S</b>
		Berdasarkan ITTC-1957 diperoleh koefisien tahanan gesek :
<b>C<sub>f</sub></b>	=	<b>0.075 / (logR<sub>n</sub> - 2)<sup>2</sup></b>
	=	0.00163

**- Length of run (Lr)**

$$L_r = L_{wl} \times \{1 - C_p + (0.06 \times C_p \times L_{cb})\} / (4C_p - 1)$$

$$= 29.64 \text{ m}$$

**- Form Factor of bare hull**

$$(1+k_1) = \frac{0.93 + [0.4871 \times c \times (B/L)^{1.0681} \times (T/L)^{0.4611} \times (L/L_r)^{0.1216} \times (L^3/\nabla)^{0.3649} \times (1-C_p)]}{0.6402}$$

dimana c adalah nilai koefisien untuk bentuk khusus buritan kapal.  
koefisien  $C_{stern}$  (*principle of naval architecture vol. II, 91*):

Afterbody form	$C_{stern}$
pram with gondola	-25
V-shaped section	-10
normal shaped	0
U-shaped section with Hogner stern	+10

sehingga untuk bentuk normal

$$c = 1 + (0.011 \times C_{stern})$$

$$= 1$$

$$(1+k_1) = \frac{0.93 + [0.4871 \times c \times (B/L)^{1.0681} \times (T/L)^{0.4611} \times (L/L_r)^{0.1216} \times (L^3/\nabla)^{0.3649} \times (1-C_p)]}{0.6402}$$

$$= 1.26536$$

sehingga :

$$R_f = \frac{0.5 \times \rho \times V^2 \times C_f \times (1+k_1)}{x S}$$

$$= 134.270 \text{ kN}$$

$$V = V_s \text{ dalam m/s}$$

**3 Tahanan Tambahan ( $R_{App}$ )**

$$(1+k) = \frac{(1+k_1) + \{(1+k_2) - (1+k_1)\} \times S_{app}}{S_{tot}}$$

dengan

(1+k<sub>2</sub>) = koefisien tipe tahanan tambahan, di sini hanya terdapat tambahan faktor rudder of single screw ship, sehingga

$$(1+k_2) = 1.5$$

$$S_{Kemudi} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times c_4 \times (1.75 \times L \times T / 100)$$

$$= 14.333 \text{ m}^2$$

dimana

- c1** = faktor tipe kapal
  - = 1.0 untuk kapal umum
  - = 0.9 untuk bulk carier dan tanker dengan displacement >50.000 ton
  - = 1.7 untuk tug dan trawler

- c2** = faktor tipe rudder
  - = 1.0 untuk kapal umum
  - = 0.9 semi spade rudder
  - = 0.8 untuk double rudder
  - = 0.7 untuk high lift rudder

- c3** = faktor profil rudder



$$\begin{aligned}
&= 1.0 \text{ untuk NACA-profil dan plat rudder} \\
&= 0.8 \text{ untuk hollow profil} \\
\mathbf{c4} &= \text{rudder arrangement} \\
&= 1.0 \text{ untuk rudder in the propeller jet} \\
&= 1.5 \text{ untuk rudder outside the propeller jet} \\
\\
\mathbf{S_{bos}} &= \mathbf{1,5 \times \pi \times D^2} & D= & 0.95 \text{ m (diameter boss)} \\
&= 4.251 \text{ m}^2 \\
\mathbf{S_{app}} &= \mathbf{S_{kemudi} + S_{bos}} \\
&= 18.583 \text{ m}^2 \\
\mathbf{S_{tot}} &= \mathbf{S_{app} + S} \\
&= 2863.112 \text{ m}^2 \\
&\mathbf{Sehingga} \\
\mathbf{(1+k)} &= \mathbf{(1+k1) + \{(1+k2) - (1+k1)\} \times S_{app}/S_{tot}} \\
&= 1.267 \\
\\
\mathbf{R_{app}} &= \mathbf{0,5 \times \rho \times V^2 \times C_f \times S_{tot} \times (1+k)} \\
&= 135.31 \text{ kN}
\end{aligned}$$

#### 4 Tahanan Gelombang (Rw)

$$\mathbf{Rw/W} = \mathbf{c1 \times c2 \times c5 \times e^{[(m1 \times F_n^d) + (m2 \times \cos(\lambda F_n - 2))]}}$$

persamaan berikut untuk  $F_n < 0.4$  :

$$\begin{aligned}
\mathbf{c1} &= 2223105 \times c^{73.7861} \times (T/B)^{1.0796} \times (90 - iE)^{-1.3757} \\
&= 3.59
\end{aligned}$$

dimana

$$\begin{aligned}
\mathbf{c7} &= B/L & \text{jika } 0,11 < B/L < 0,25 \\
&= 0.17399
\end{aligned}$$

$$\mathbf{iE} = \mathbf{(125,67 \times B/L) - (162,25 \times C_p^2) + (234,32 \times C_p^3) + (0,1551 \times (L_{cb} + (6,8(Ta - Tf))/T)^3)}$$

karena  $Ta = Tf = T$  maka:

$$\begin{aligned}
\mathbf{iE} &= \mathbf{(125,67 \times B/L) - (162,25 \times C_p^2) + (234,32 \times C_p^3) + (0,1551 \times L_{cb}^3)} \\
&= 26.42
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathbf{c2} &= \mathbf{\exp(-1,89\sqrt{c3})} \\
&\text{dengan}
\end{aligned}$$

$\mathbf{c3}$  = koefisien yang menentukan pengaruh dari bulbousbow pada tahanan ombak karena kapal ini tidak menggunakan bullbousbow, maka

$$\mathbf{c2} = 1$$

$$\mathbf{c5} = \mathbf{1 - (0,8 \times (A_t / B \times T \times C_m))}$$

dimana :

$$\begin{aligned}
\mathbf{A_t} &= \text{immersed are of transom at zero speed} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\mathbf{c5} = 1$$

$$\begin{aligned}
\lambda &= \mathbf{(1,446 \times C_p) - (0,03 \times L / B)} & L/B = & 5.747368421 \\
&= 0.88
\end{aligned}$$

$$\mathbf{d} = -0.9$$

$$m1 = [0.01404 \times (L/T)] - (1.7525 \times \nabla^{1/3} / L) - (4.7932 \times B / L) - c16$$

$$= -2.215$$

dengan

$$c16 = (8.0798 \times Cp) - (13.8673 \times Cp^2) + (6.9844 \times Cp^3)$$

$$= 1.226$$

$$m2 = c15 \times 0.4 \times e^{(-0.034 \times Fn^{3.29})}$$

$$= -0.00124$$

$$L^3/\nabla = 116.225$$

$$c6 = -1.69385 \quad \text{untuk } L^3/\nabla < 512$$

maka :

$$Rw = c1 \times c2 \times c5 \times e^{[(m1 \times Fn^d) + (m2 \times \cos(\lambda Fn - 2))]}$$

$$= 39.049 \text{ kN}$$

dengan

$$W = \rho \cdot g \cdot \nabla$$

$$= 112543 \text{ ton}$$

## 5 Model Ship Correlation allowance

Adalah nilai koreksi yang berhubungan dengan model kapal.

untuk nilai  $T/L < 0.4$  maka  $Ca$  :

$$T/L = 0.068681319$$

$$Ca = [0.006 \times (Lwl + 100)^{-0.16}] - 0.00205 + [0.003 \times (Lwl/7.5)^{0.5} \times Cb^4 \times c2 \times (0.04 - T/Lwl)]$$

$$= 0.00062$$

$$Ra = 0.5 \times \rho \times V^2 \times Ca \times S$$

$$= 40.6211 \text{ kN}$$

## 6 Total Resistance

$$Rt = 0.5 \rho \cdot V^2 \cdot Stot [Cf(1+k) + Ca] + Rw$$

$$= 215.245 \text{ kN}$$

Dalam hal ini tahanan total masih dalam pelayaran percobaan, untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada tahanan dan daya efektif. Kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas disebut sea margin/service margin. Untuk rute pelayaran Surabaya-Singapura sea marginnya adalah sebesar 15-20%

$$Rt \text{ dinas} = (1+20\%) \times Rt$$

$$= 258.294 \text{ kN}$$

## 2.2. MENENTUKAN DAYA MESIN INDUK

### a. Perhitungan Daya Efektif Kapal ( EHP )

$$\begin{aligned} \text{EHP} &= (RT_{\text{dinas}} \times V_s) \\ &= 258.294 \times 6.6872 \\ &= 1724.43 \text{ KW} \\ &= 2344.5744 \text{ HP} \end{aligned}$$

### b. Perhitungan Wake Fraction ( w )

Pada perencanaan ini digunakan tipe single screw propeller sehingga nilai w adalah:

$$\begin{aligned} w &= (0.5 \times C_b) - 0.05 \\ &= 0.31 \end{aligned}$$

### c. Perhitungan Speed of Advance ( Va )

$$\begin{aligned} V_a &= (1 - w) V_s \\ &= (1 - 0.31) \times 6.6872 \\ &= 4.614 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

### d. Perhitungan Thrust Deduction Factor ( t )

Nilai t dapat dicari dari nilai w yang telah diketahui yaitu

$$\begin{aligned} t &= k \cdot w \text{ nilai } k \text{ antara } 0.7-0.9 \text{ dan diambil nilai } k = \mathbf{0.9} \\ &= 0.279 \end{aligned}$$

### e. Perhitungan Efisiensi Lambung ( $\eta_H$ )

$$\begin{aligned} \eta_H &= (1-t) / (1-w) \\ &= \frac{1-0.279}{1-0.31} \\ &= 1.045 \end{aligned}$$

### f. Perhitungan Daya Dorong ( THP )

$$\begin{aligned} \text{THP} &= \text{EHP} / \eta_H \\ &= \frac{2344.57}{1.045} \\ &= 2243.76 \text{ HP} \end{aligned}$$

### g. Perhitungan Koefisien Propulsif

- Efisiensi Relatif Rotatif

Harga  $\eta_{rr}$  atau efisiensi relatif rotatif untuk kapal dengan propeler tipe single screw adalah berkisar antara 1,02 sampai 1,05, diambil sebesar **1.02**.

- Efisiensi Propeler

Efisiensi propeler atau  $\eta_P$  di sini merupakan harga efisiensi propeler yang terpasang di bagian buritan kapal. Pada perencanaan propeler dan tabung poros propeler ini diambil harga asumsi  $\eta_P$  sebesar **0,6**

- Koefisien propulsif

Koefisien Propulsif atau PC merupakan harga koefisien yang diperoleh dari perkalian antara efisiensi lambung, efisiensi relatif rotatif, dan efisiensi propeler.

$$\begin{aligned} \mathbf{PC} &= \eta_H \cdot \eta_{rr} \cdot \eta_P \\ &= 1,045 \times 1,02 \times 0,6 \\ &= 0,6395 \end{aligned}$$

#### **h. Perhitungan Karakteristik Daya-Daya Mekanis Sistem Propulsi Dan Daya Motor Penggerak Utama**

- ❖ Perhitungan Daya Pada Tabung Poros Baling – Baling

Daya pada tabung poros baling - baling atau DHP dihitung dari perbandingan antara Daya Efektif atau EHP dengan Koefisien Propulsif atau PC.

$$\begin{aligned} \mathbf{DHP} &= \mathbf{EHP / PC} \\ &= \frac{2344.5744}{0.6395} \\ &= 3666.28 \text{ HP} \end{aligned}$$

- ❖ Perhitungan Daya Pada Poros Baling – Baling

Di sini kapal memiliki kamar mesin di bagian belakang, harga efisiensi bantalan dan tabung baling - baling atau  $\eta_S \eta_B$  ( Efisiensi poros dan baling-baling ) adalah 0,98. Sehingga besarnya daya pada poros dengan Reduction Gear menurut buku Principle of Naval Architecture hal 202 adalah:

$$\begin{aligned} \mathbf{SHP} &= \mathbf{DHP / \eta_S \eta_B} \\ &= \frac{3666.28}{0.98} \\ &= 3741.10 \text{ HP} \end{aligned}$$

❖ Perhitungan Daya Pada Mesin Induk (Main Engine)

$$\begin{aligned}\mathbf{BHP (SCR)} &= \mathbf{SHP/0.85} \\ \mathbf{BHP (SCR)} &= 3741.108 / 0.85 \\ &= 3817.45 \mathbf{HP}\end{aligned}$$

Besarnya daya pada motor induk yang dioperasikan untuk menggerakkan kapal agar dapat berlayar sesuai dengan kecepatan yang diinginkan dinamakan Power Brake. Daya yang tersebut merupakan daya keluaran pada kondisi service, besarnya daya adalah 85% dari daya maximum yang bisa dihasilkan, sesuai dengan yang disyaratkan dari Engine Builder.

$$\begin{aligned}\mathbf{Sehingga: BHP (MCR)} &= \frac{3817.45}{0.85} = \mathbf{4500 HP} \\ &= \mathbf{3309.8 KW}\end{aligned}$$

Sehingga dari data ini dapat ditentukan jenis, merek dan tipe dari motor penggerak utama ini melalui pemilihan jenis, tipe dan merek dari berbagai specification atau informasi spesifikasi teknis dari beberapa merek dan tipe motor penggerak kapal.

## **BAB III**

### **PERHITUNGAN ENGINE PROPELLER MATCHING (EPM)**

#### **3.1. DATA – DATA KAPAL**

Langkah – langkah dalam perhitungan engine propeller matching adalah sebagai berikut :

Masukkan ukuran-ukuran utama kapal sesuai dengan Tugas Rencana Umum (General Arrangement), dimana dalam hal ini adalah :

Lpp	:	107	m
B	:	18	m
H	:	9.5	m
T	:	7.4	m
Cb	:	0.722	
Vs	:	13	Knot
		6.687	m/s

$$1 \text{ m} = 3.28084 \text{ ft}$$

#### **3.2. LANGKAH PERHITUNGAN ENGINE PROPELLER MATCHING (EPM)**

Langkah – langkah dalam perhitungan engine propeller matching adalah sebagai berikut :

1. Menghitung besarnya  $0,1739 \cdot \sqrt{Bp}$  yang berfungsi dalam pembacaan grafik, namun sebelumnya kita harus menghitung terlebih dahulu nilai-nilai seperti dibawah ini :

- DHP (Daya pada tabung poros buritan baling-baling )

Daya pada tabung poros baling-baling dihitung dari perbandingan antara daya efektif dengan koefisien propulsif, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= \text{EHP}/P_c \\ &= \mathbf{2135,43842} \text{ HP} \end{aligned}$$

- SHP ( Daya poros pada poros baling-baling )

Untuk kapal yang kamar mesinnya terletak di bagian belakang akan mengalami losses sebesar 2%, sedangkan pada kapal yang kamar mesinnya pada daerah midship kapal mengalami losses sebesar 3%. Pada

perencanaan ini kamar mesin di bagian belakang sehingga mengalami losses atau efisiensi transmisi porosnya ( $\eta_{\eta b}$ ) sebesar 0.98

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{DHP} / \eta_{\eta b} \\ &= 4081.3 \text{HP} \end{aligned}$$

- N ( Putaran motor )

Putaran dari mesin didapatkan pada saat pemilihan mesin induk dimana pada kapal tanker ini digunakan mesin merk Man B&W S 35MC dimana rpm mesin induk = **173** rpm

- Ratio G/B

Ratio ini didapatkan setelah kita memilih beberapa macam gear box yang sesuai dengan daya mesin induk, dalam hal ini pilihan saya jatuh pada gear box dengan spesifikasi sebagai berikut :

tipe gear box	ratio
ZF 53000 NRB2	1.487
ZF 53000 NRB2	1.694

- Np ( Putaran Propeller )

Putaran propeller merupakan perbandingan antara putaran (N) mesin induk dengan ratio dari gear box (G/B )

$$N_p = \frac{N}{(G/B)}$$

- Wake friction ( w )

Adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling, dimana perbedaan ini akan menghasilkan harga koefisien arus ikut., dimana harga w pada perencanaan ini diambil tipe single screw propeller sehingga nilai w adalah :

$$\begin{aligned} w &= 0.5C_b - 0.05 \\ &= 0.31 \end{aligned}$$

- Kecepatan dinas ( Vs )

Sesuai dengan tugas rencana garis dan tugas rencana umum kecepatan dinas dari kapal ini adalah 13 knot ( 6.6872 m/s )

- Speed of advance (Va)

Perhitungan dari speed advance (Va) menggunakan rumus :

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

$$= 4.897 \text{ m/s}$$

$$= 8.969 \text{ knot}$$

- Menghitung faktor absorpsi daya (  $B_p$  dan  $B_{p1}$  )

Kita dapat menghitung besarnya  $B_p$  dan  $B_{p1}$  dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$B_p = \frac{N.DHP^{0.5}}{V_A^{2.5}} \quad \text{dan} \quad B_{p1} = \frac{N.SHP^{0.5}}{V_A^{-5/2}}$$

- $0,1739.\sqrt{B_p}$

Merupakan besarnya perhitungan yang nantinya digunakan untuk pembacaan diagram  $0,1739.\sqrt{B_p}$  dimana hasil dari pembacaan grafik tersebut akan diketahui besarnya  $1/J_0$  serta besarnya  $P/D$ .

Cara pembacaan grafik dapat dilakukan apabila nilai  $0,1739.\sqrt{B_p}$  sudah diketahui, setelah itu maka kita tarik garis lurus keatas memotong lengkung memanjang, kemudian dari titik perpotongan ini kita tarik garis ke kiri atau tegak lurus dengan garis horizontal ( menunjuk besarnya  $P/D$  ), sehingga nilai dari  $P/D$  dapat diketahui. Untuk mendapatkan besarnya nilai  $1/J_0$ , dari perpotongan tadi kita buat garis melengkung mengikuti lengkung dari grafik  $1/J_0$  sehingga akan diketahui berapa nilai  $1/J_0$  nya.

- Perbandingan  $D_b$  dan  $D_{max}$

Dimana nilai  $D_b$  harus lebih kecil dari  $D_{max}$ , dalam menghitung nilai  $D_b$  dan  $D_{max}$  perhitungan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$D_b = (0.95 \times D_0)$$

$$D_{max} = 0.7T \times 3.28084$$

$$\text{Dimana} \quad D_0 = \delta_0 \times V_a/N \quad \text{dan}$$

$$\delta_0 = \left(\frac{1}{J_0}\right)/0.009875$$

2. Menghitung besar nilai  $\eta$  dan  $P/D_b$  yang baru

Setelah perhitungan diatas selesai dilakukan maka akan didapatkan besarnya nilai  $1/J_b$  secara hitungan dimana menggunakan persamaan berikut :

$$1/J_b = \delta_b \times 0.009875$$

$$\text{Dimana nilai} \quad \delta_b = D_b \times N/V_a$$

Setelah itu hal yang harus dilakukan adalah membaca grafik  $0,1739.\sqrt{B_p}$  dimana akan dihasilkan nilai  $\eta$  dan  $P/D_b$  yang baru. Caranya adalah dengan



nilai  $1/J_b$  perhitungan maka kita tarik garis melengkung mengikuti lengkung dari grafik  $1/J_b$  sampai memotong garis lengkung. Maka dari titik perpotongan dua garis lengkung inilah maka kita tarik garis yang tegak lurus dengan garis vertikal, maka akan diketahui besarnya  $P/D_b$  yang baru. Sedangkan untuk mengetahui nilai  $\eta$  dari propeller, maka dari perpotongan dua titik lengkung ini kita buat garis lengkung keatas searah dengan arah grafik efisiensi, sehingga dari sini akan kita dapatkan berapa besarnya  $\eta$  dari propeller yang akan kita gunakan.

### 3. Menghitung Kavitasasi

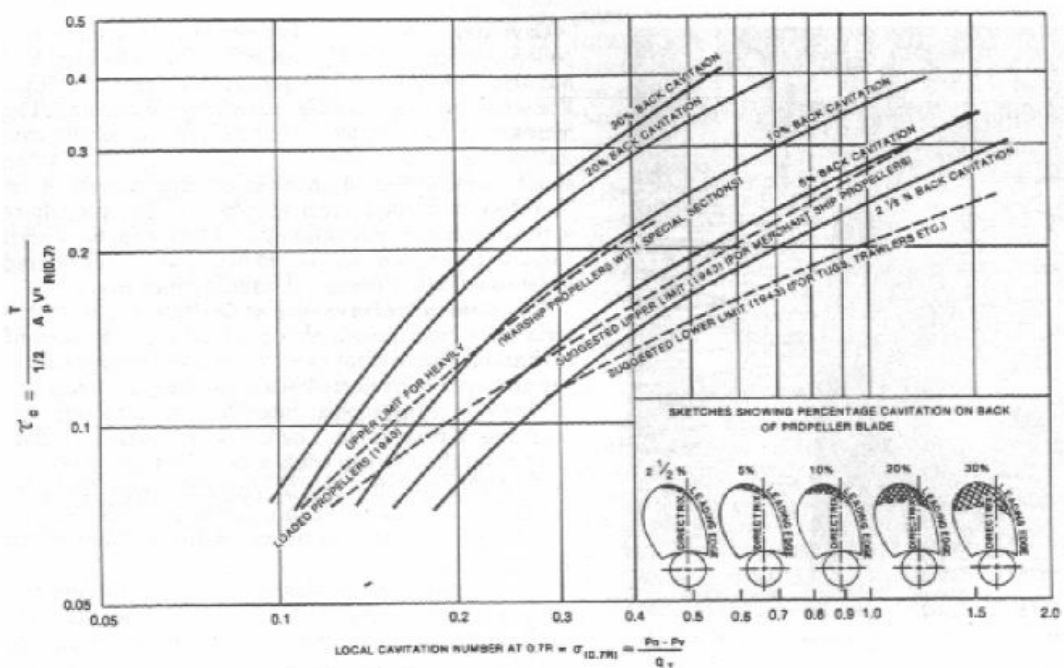
Kavitasasi adalah peristiwa terbentuknya gelembung-gelembung uap di dalam cairan akibat turunnya tekanan cairan sampai di bawah tekanan uap jenuh cairan pada suhu tertentu.

Dalam perhitungan kavitasasi ini digunakan nilai  $\sigma = 0.7R$  dimana nilai ini didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = 0.7R = (188.2 + (19.62 \times 5.07)) / (V a^2 + (4.836 \times (N^2) \times (D_b \times 0.3048)^2))$$

Setelah diketahui besarnya  $\sigma = 0.7R$  maka kita dapat mengetahui besarnya nilai  $\tau_C$

Dengan cara membaca diagram burril seperti terlihat pada gambar di bawah ini



**BURRIL'S DIAGRAM**

Dari perhitungan telah didapatkan nilai  $\sigma$  0.7R misal 0.600324603 maka hal yang harus kita lakukan adalah dari  $\sigma$  0.7R = 0.600324603 ditarik garis vertikal keatas sesuai besarnya nilai sehingga memotong garis putus-putus yang kedua, dari perpotongan inilah maka kita tarik garis tegak lurus dengan garis  $\tau$ , sehingga dari sini dapat diketahui nilai dari  $\tau$ . Suatu propeller dapat dikatakan tidak akan mengalami kavitasi apabila nilai dari  $T_c$  itungan  $< \tau C$ . Setelah perhitungan kavitasi sudah dilakukan maka hal lain yang perlu dicari adalah besarnya clearance prop. Dimana persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{clearance prop} = (D_b \times 0.3048) + (0.03 \times D_b \times 0.3048) + (0.08 \times D_b \times 0.3048)$$

Syarat clearance akan terpenuhi apabila  $0.7T < \text{clearance prop}$ .

Dari hasil perhitungan yang telah dibuat terlihat bahwa hanya ada beberapa propeller yang bisa digunakan yaitu tipe B4-85, B4-100 dan B3-80 untuk ratio sebesar 1.487

### 3.3. VARIASI PROPELLER

#### B4-85

##### DATA PROPELLER

Rasio gearbox 1: 1.487

Type propeller B4-85

$\eta$  Propeller 55.8%

(P/D) 0.83

Diameter (m) 4.63

rpm prop 116.34

Tahanan total pada saat clean hull (lambung bersih, tanpa kerak)

$R_t \text{ trial} = 214.89 \text{ kN}$

Tahanan total pada saat service (lambung telah ditemplei oleh fouling)

$R_t \text{ service} = 257.87 \text{ Kn}$

1. Menghitung koefisien  $\alpha$

$$R_t = 0.5 \rho C_{t_x} S_x V_s^2$$

$$R_t = \alpha V_s^2$$

$$\alpha = R_t / V_s^2$$

$$\alpha \text{ clean hull} = 4805.43$$

$$\alpha \text{ service} = 5766.52$$

## 2. Menghitung koefisien $\beta$

$$\beta = \alpha / (1-t) \times (1-w)^2 \times p \times D^2$$

$$\beta \text{ clean hull} = 0.637$$

$$\beta \text{ service} = 0.765$$

## 3. Membuat kurva KT - J

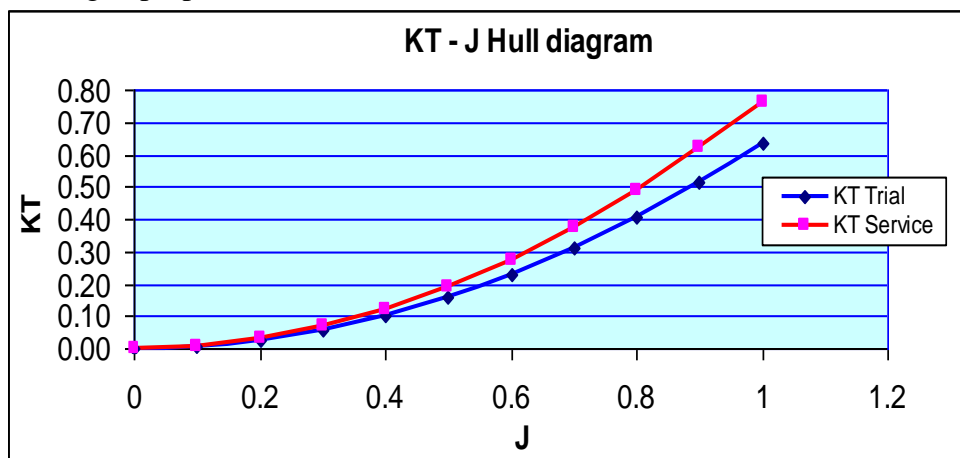
Sebelum membuat kurva Kt - J, dicari nilai KT terlebih dahulu dengan rumusan:

$$KT = \beta \times J^2$$

Dimana nilai J untuk B4-85 berkisar antara nilai 0-1. Setelah itu dibuat tabel berikut

J	J <sup>2</sup>	KT clean hull	KT service
0	0.00	0	0
0.1	0.01	0.01	0.01
0.2	0.04	0.03	0.03
0.3	0.09	0.06	0.07
0.4	0.16	0.10	0.12
0.5	0.25	0.16	0.19
0.6	0.36	0.23	0.28
0.7	0.49	0.31	0.37
0.8	0.64	0.41	0.49
0.9	0.81	0.52	0.62
1	1.00	0.64	0.76

Lalu dibuat kurva KT- J. Kurva ini merupakan interaksi lambung kapal dengan propeller

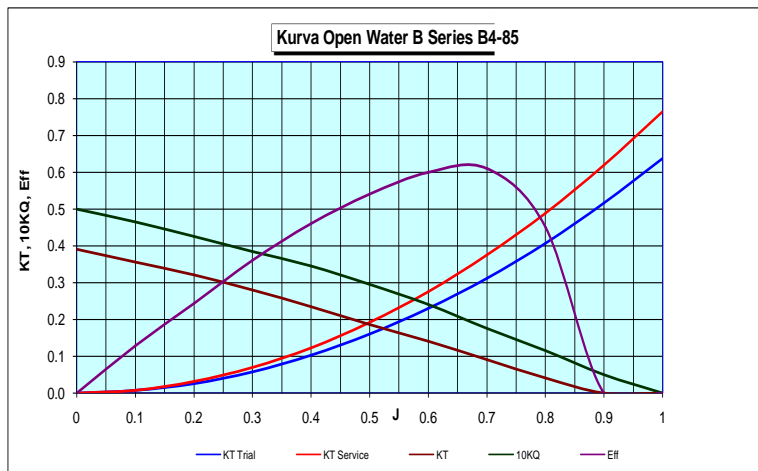


Lalu kurva  $KT - J$  tersebut diplotkan ke kurva open water propeller untuk mendapatkan titik operasi propeller.

Pada langkah ini, dibutuhkan grafik open water test untuk propeller yang telah dipilih, yakni B4-85. Setelah itu dicari nilai masing-masing dari  $KT$ ,  $10KQ$ , dan  $\eta$  behind the ship. Tentu saja dengan berpatokan pada nilai  $P/Db$  yang telah didapat pada waktu pemilihan propeller. Sehingga dari kurva open water B4-85 didapatkan data sebagai berikut :

J	KT	10 KQ	$\eta$
0	0.39	0.5	0
0.1	0.355	0.465	0.128
0.2	0.32	0.425	0.244
0.3	0.28	0.38	0.36
0.4	0.235	0.33	0.46
0.5	0.185	0.275	0.54
0.6	0.14	0.22	0.6
0.7	0.09	0.17	0.61
0.8	0.04	0.11	0.45
0.9	0	0.05	0
1	0	0	0

Setelah didapatkan data diatas, maka nilai tersebut diplotkan ke dalam grafik bersama dengan kurva  $KT - J$  yang telah didapat diawal.



## PEMBACAAN GRAFIK PADA KURVA OPEN WATER B SERIES B4-85

Berdasarkan pembacaan grafik maka didapatkan hasil :

1. Titik operasi propeller pada kondisi trial :

$$J = 0,53$$

$$KT = 0,20$$

$$10KQ = 0,26$$

$$h = 0,42$$

2. Titik operasi propeller pada kondisi kondisi service:

$$J = 0,50$$

$$KT = 0,21$$

$$10KQ = 0,28$$

$$h = 0,49$$

Dimana :

$$J = \text{Koefisien advance}$$

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

$$10KQ = \text{Koefisien torsi}$$

$$h = \text{Efisiensi propeller behind the ship}$$

Dengan diketahuinya nilai efisiensi propeller yang baru maka dapat dikoreksi kembali besarnya kebutuhan daya motor penggerak utama.

a. Perhitungan effective horse power

$$EHP = 2344.6 \text{ hp}$$

b. Perhitungan koefisien propulsif

1. efisiensi relatif rotatif ( $\eta_{rr}$ )

Pada kapal dengan menggunakan single screw, nilai efisiensi relatif rotatif berkisar antara 1.02 - 1.05 perencanaan ini efisiensi relatif rotatifnya = 1.02

2. efisiensi propeller ( $\eta_p$ )

$$\text{harga efisiensi propeller sebesar} = 0.558$$

3. koefisien propulsif (PC)

efisiensi propulsif adalah efisiensi yang dihitung dengan mengalikan harga efisiensi lambung, efisiensi propeller, dan efisiensi relatif rotatif.

$$\begin{aligned} PC &= \eta_{rr} \times \eta_p \times \eta_H \\ &= 1.02 \times 0.558 \times 1.043 \\ &= 0.594 \end{aligned}$$

4. Perhitungan delivered horse power (DHP)

$$\begin{aligned} \text{DHP} &= \text{EHP}/\text{PC} \\ &= 2344,6/0.594 \\ &= 3949.57 \quad \text{hp} \end{aligned}$$

5. Perhitungan daya pada poros baling-baling, shaft horse power(SHP)

Kerugian transmisi poros umumnya diambil diambil sekitar 2% untuk kamar mesin di belakang, dan 3% untuk kamar mesin di tengah.

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= \text{DHP}/\eta_s\eta_b \\ &= 3949.57/0.98 \\ &= 4030.18 \quad \text{hp} \end{aligned}$$

6.. Perhitungan daya penggerak utama

Pada perhitungan daya penggerak utama kapal, harga efisiensi reduction gears, yang nilainya

1.  $\eta_g = 98\%$  untuk single reduction gears

2.  $\eta_g = 99\%$  reversing reduction gears

daya pada perhitungan ini adalah daya untuk bergerak maju, maka :

$$\begin{aligned} \text{BHPscr} &= \text{SHP}/\eta_g \\ &= 4030.18/0.98 \\ &= 4112.42 \quad \text{hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BHPmcr} &= \text{BHPscr}/0.85 \\ &= 4112.42/0.85 \\ &= 4838.15 \quad \text{hp} \\ &= 3607.81 \quad \text{kW} \quad 1 \text{ hp} = 0.746 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan berapa daya mesin yang baru maka kita bisa mengetahui apakah propeller yang kita pakai sudah sesuai apa tidak dengan mesin yang kita gunakan yaitu dengan melakukan suatu perhitungan sebagai berikut:

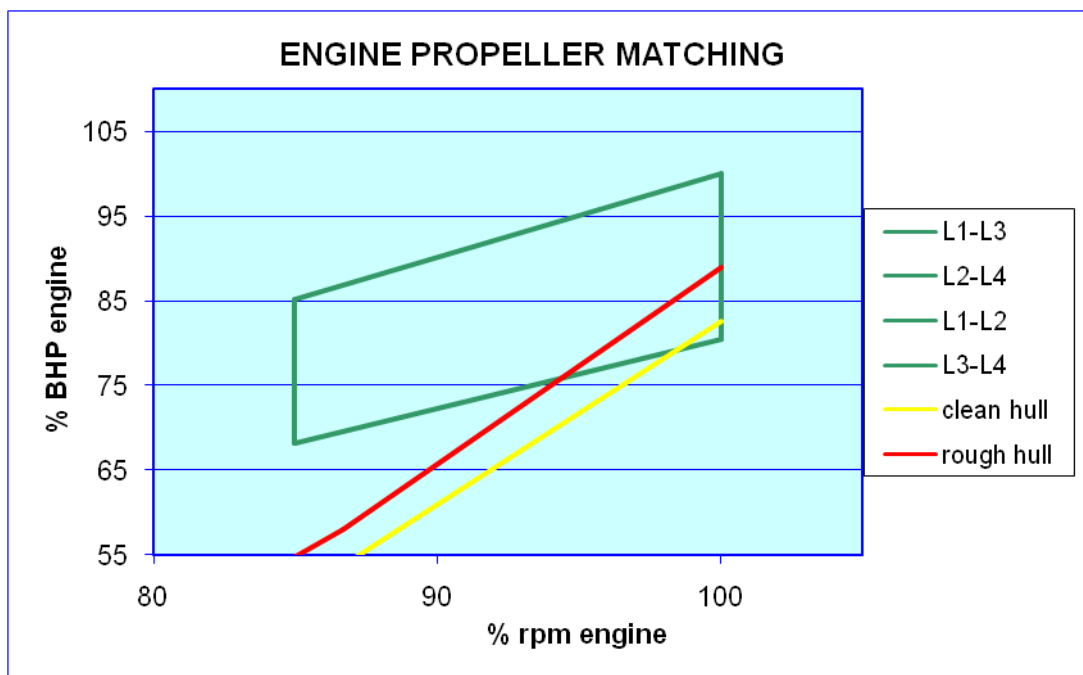
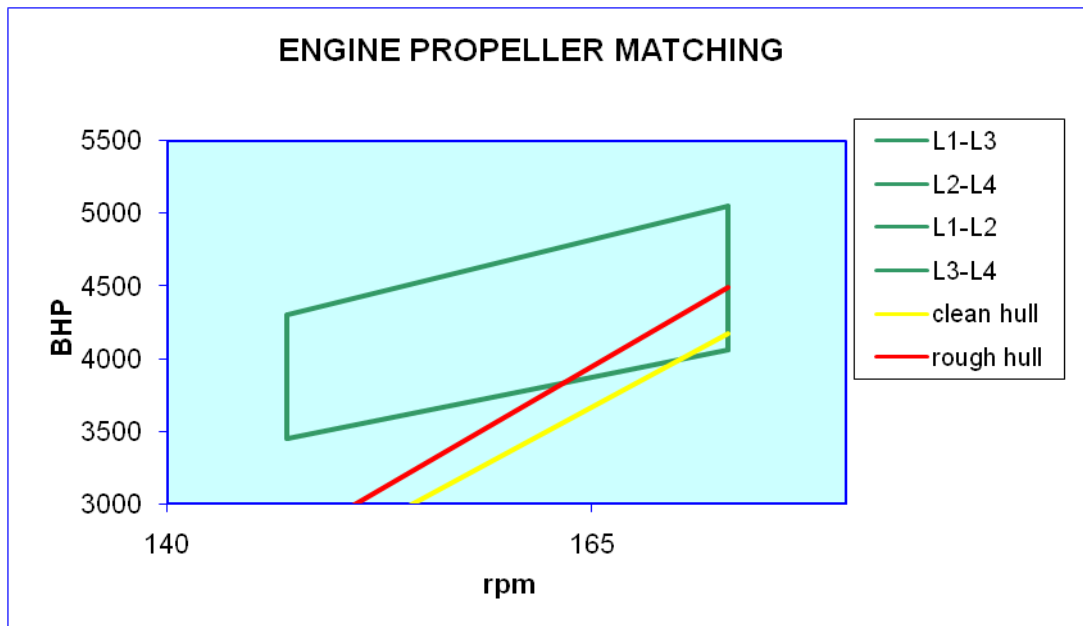
Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{max engine HP} &= 5050 \quad \text{HP} \\ \text{rpm engine} &= 173 \\ \text{ratio gearbox} &= 1:1,487 \\ \text{rpm propeller} &= 116,34 \end{aligned}$$

clean hull								
Neng (rpm)	Nprop (rps)	Q cln hull	DHP cln hull (HP)	SHP (HP)	BHP cln hull (Hp)	Rpm (%)	Daya clean hull (% mcr)	Daya cln hull (% scr)
10	0,11	712,3	0,7	0,7	0,8	6	0,02	0,70009813
20	0,22	2849,3	5,4	5,5	6,4	12	0,13	5,60078506
30	0,34	6410,9	18,2	18,5	21,7	17	0,43	18,9026496
40	0,45	11397,2	43,0	43,9	51,5	23	1,02	44,8062805
50	0,56	17808,1	84,0	85,8	100,6	29	1,99	87,5122666
60	0,67	25643,7	145,2	148,2	173,9	35	3,44	151,221197
70	0,78	34903,9	230,6	235,3	276,2	40	5,47	240,133659
80	0,90	45588,8	344,3	351,3	412,2	46	8,16	358,450244
90	1,01	57698,3	490,2	500,2	586,9	52	11,62	510,371539
100	1,12	71232,4	672,4	686,1	805,1	58	15,94	700,098133
110	1,23	86191,2	894,9	913,2	1071,6	64	21,22	931,830614
120	1,34	102574,7	1161,9	1185,6	1391,2	69	27,55	1209,76957
130	1,46	120382,8	1477,2	1507,4	1768,8	75	35,03	1538,1156
140	1,57	139615,6	1845,0	1882,6	2209,2	81	43,75	1921,06928
150	1,68	160273,0	2269,3	2315,6	2717,3	87	53,81	2362,8312
173	1,94	213191,5	3481,4	3552,4	4168,6	100	82,55	3624,91

service/rough hull								
Neng (rpm)	Nprop (rps)	Q Service	DHP srvice (HP)	SHP (HP)	BHP srvice (Hp)	Rpm (%)	Daya srvice (% mcr)	Daya service (% scr)
10	0,11	767	0,72	0,74	0,87	6	0,02	0,75395184
20	0,22	3068	5,79	5,91	6,94	12	0,14	6,03161468
30	0,34	6904	19,55	19,95	23,41	17	0,46	20,3566995
40	0,45	12274	46,34	47,29	55,49	23	1,10	48,2529174
50	0,56	19178	90,51	92,36	108,38	29	2,15	94,2439794
60	0,67	27616	156,40	159,60	187,28	35	3,71	162,853596
70	0,78	37589	248,36	253,43	297,40	40	5,89	258,605479
80	0,90	49096	370,74	378,30	443,93	46	8,79	386,02334
90	1,01	62137	527,87	538,64	632,08	52	12,52	549,630888
100	1,12	76712	724,10	738,87	867,04	58	17,17	753,951835
110	1,23	92821	963,77	983,44	1154,04	64	22,85	1003,50989
120	1,34	110465	1251,24	1276,77	1498,25	69	29,67	1302,82877
130	1,46	129643	1590,84	1623,30	1904,90	75	37,72	1656,43218
140	1,57	150355	1986,92	2027,47	2379,17	81	47,11	2068,84384
150	1,68	172602	2443,82	2493,70	2926,28	87	57,95	2544,58744
173	1,94	229591	3749,16	3825,67	4489,31	100	88,90	3903,74923

kurva engine envelop didapatkan dari tabel:				
	rpm	% rpm	power	% power
L1	173	100	5050	100,0
L3	147	84,9710983	4299	85,1
L2	173	100	4061	80,4
L4	147	84,9710983	3446	68,2



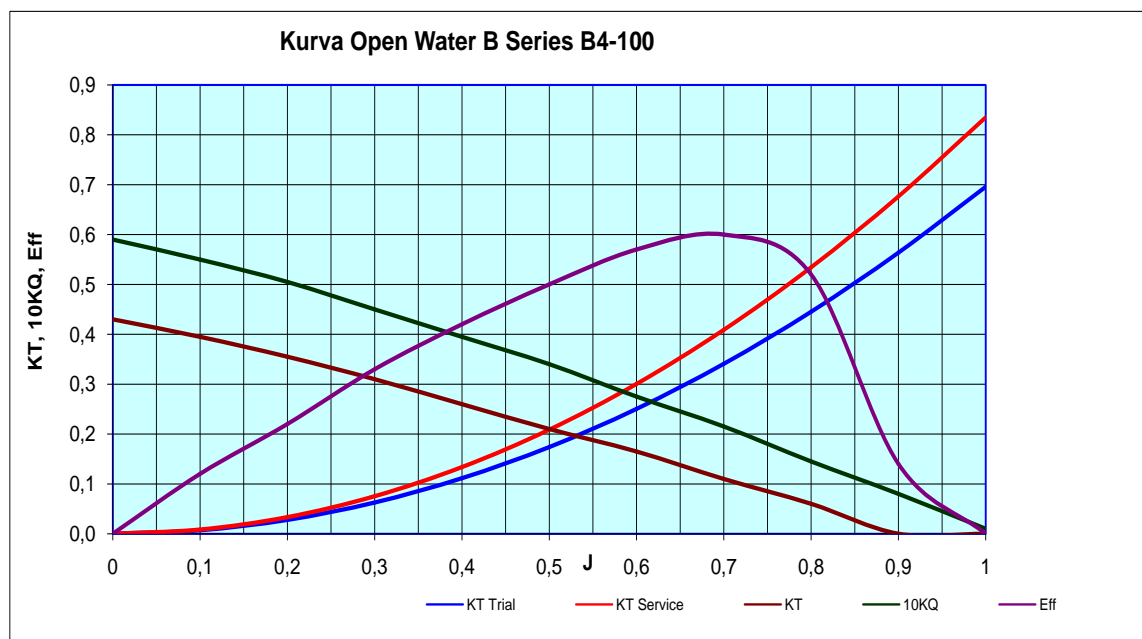


## B4-100

Pada langkah ini, dibutuhkan grafik open water test untuk propeller yang telah dipilih, yakni B4-100. Setelah itu dicari nilai masing-masing dari  $KT$ ,  $10KQ$ , dan  $\eta$  behind the ship. Tentu saja dengan berpatokan pada nilai  $P/Db$  yang telah didapat pada waktu pemilihan propeller. Sehingga dari kurva open water B4-100 didapatkan data sebagai berikut :

J	KT	10 KQ	$\eta$
0	0,43	0,59	0
0,1	0,395	0,55	0,12
0,2	0,355	0,505	0,22
0,3	0,31	0,45	0,33
0,4	0,26	0,395	0,42
0,5	0,21	0,34	0,5
0,6	0,165	0,275	0,57
0,7	0,11	0,215	0,6
0,8	0,06	0,145	0,52
0,9	0	0,08	0,14
1	0	0,01	0

Setelah didapatkan data diatas, maka nilai tersebut diplotkan ke dalam grafik bersama dengan kurva  $KT - J$  yang telah didapat diawal.



## PEMBACAAN GRAFIK PADA KURVA OPEN WATER B SERIES B4-100

Berdasarkan pembacaan grafik maka didapatkan hasil :

1. Titik operasi propeller pada kondisi trial :

$$J = 0,53$$

$$KT = 0,20$$

$$10KQ = 0,28$$

$$h = 0,48$$

2. Titik operasi propeller pada kondisi kondisi service:

$$J = 0,50$$

$$KT = 0,21$$

$$10KQ = 0,30$$

$$h = 0,53$$

Dimana :

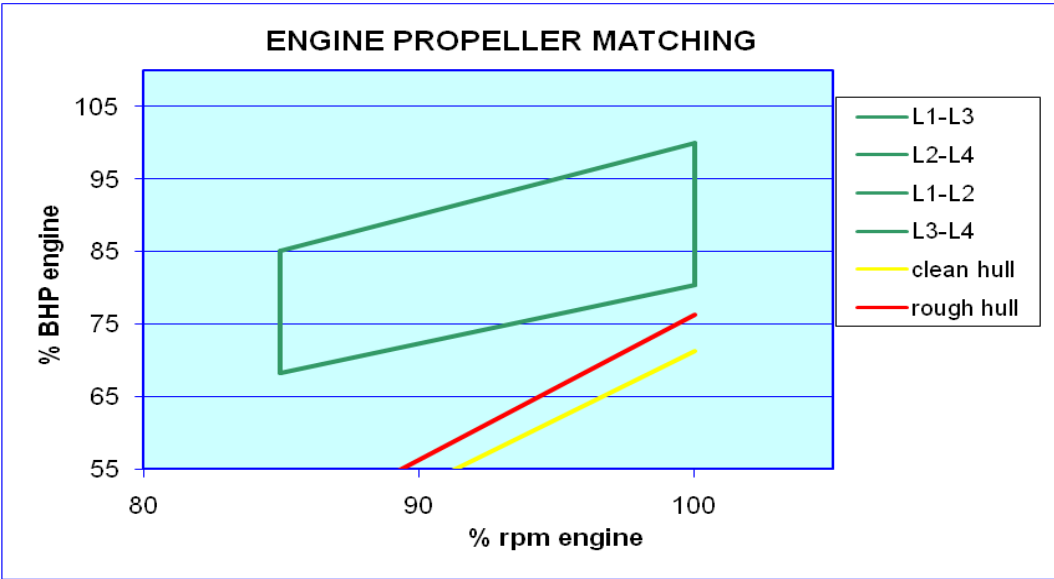
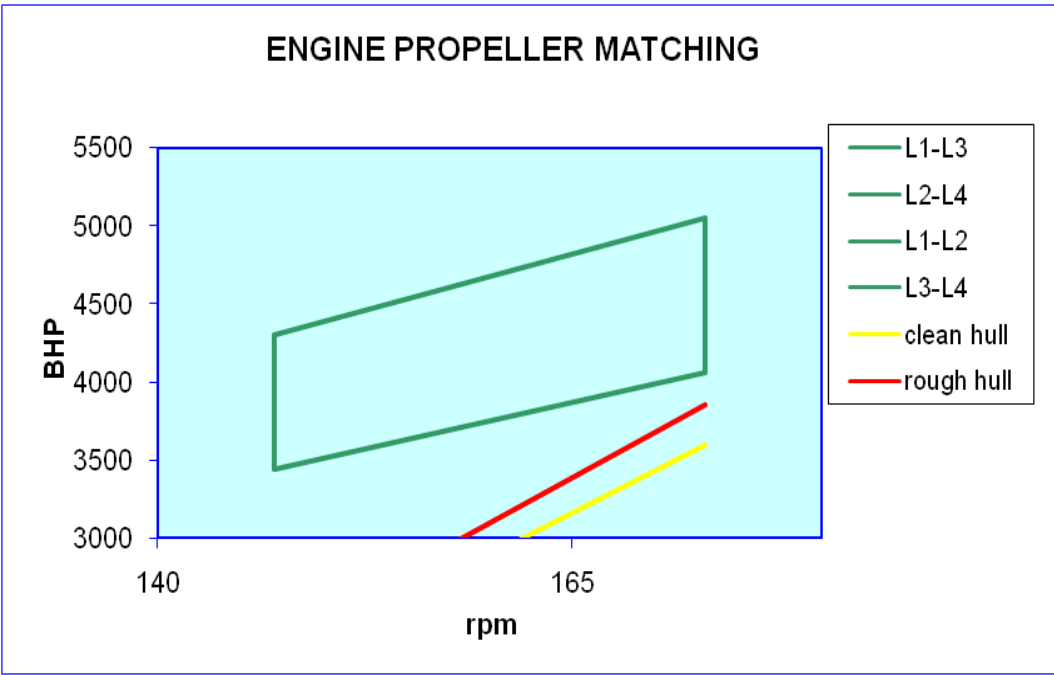
$$J = \text{Koefisien advance}$$

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

$$10KQ = \text{Koefisien torsi}$$

$$h = \text{Efisiensi propeller behind the ship}$$

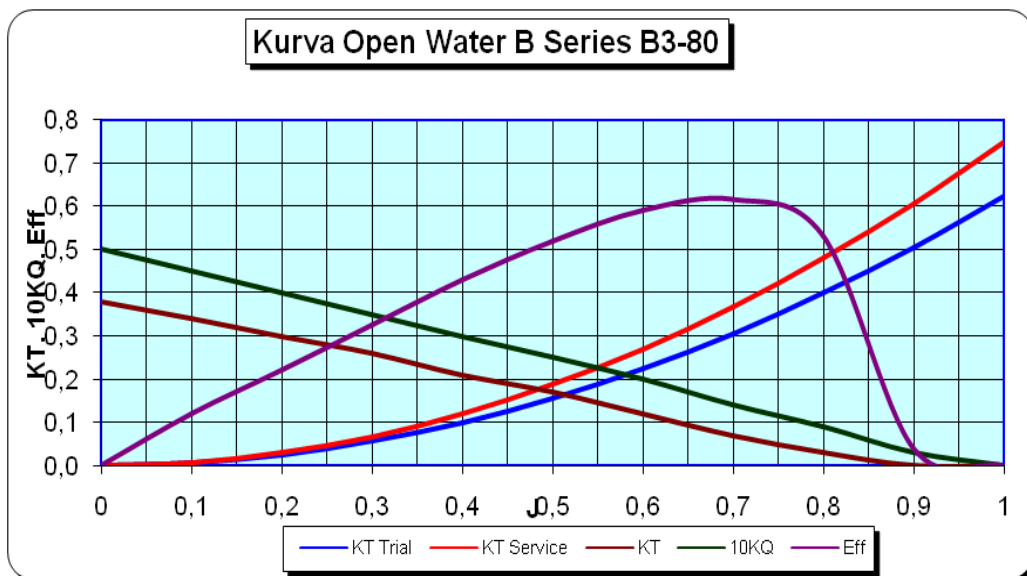
kurva engine envelop didapatkan dari tabel:				
	rpm	% rpm	power	% power
L1	173	100	5050	100,0
L3	147	84,9710983	4299	85,1
L2	173	100	4061	80,4
L4	147	84,9710983	3446	68,2



## B3-80

Pada langkah ini, dibutuhkan grafik open water test untuk propeller yang telah dipilih, yakni B3-80. Setelah itu dicari nilai masing-masing dari  $KT$ ,  $10KQ$ , dan  $\eta$  behind the ship. Tentu saja dengan berpatokan pada nilai  $P/Db$  yang telah didapat pada waktu pemilihan propeller. Sehingga dari kurva open water B3-80 didapatkan data sebagai berikut :

J	KT	10 KQ	$\eta$
0	0,38	0,5	0
0,1	0,34	0,45	0,12
0,2	0,3	0,4	0,22
0,3	0,26	0,35	0,325
0,4	0,21	0,3	0,43
0,5	0,17	0,25	0,52
0,6	0,12	0,2	0,59
0,7	0,07	0,14	0,615
0,8	0,03	0,09	0,53
0,9	0	0,03	0,04
1	0	0	0



### PEMBACAAN GRAFIK PADA KURVA OPEN WATER B SERIES B3-80

Berdasarkan pembacaan grafik maka didapatkan hasil :

1. Titik operasi propeller pada kondisi trial :

$$J = 0,52$$

$$KT = 0,17$$

$$10KQ = 0,22$$

$$h = 0,43$$

2. Titik operasi propeller pada kondisi kondisi service:

$$J = 0,48$$

$$KT = 0,23$$

$$10KQ = 0,24$$

$$h = 0,49$$

Dimana :

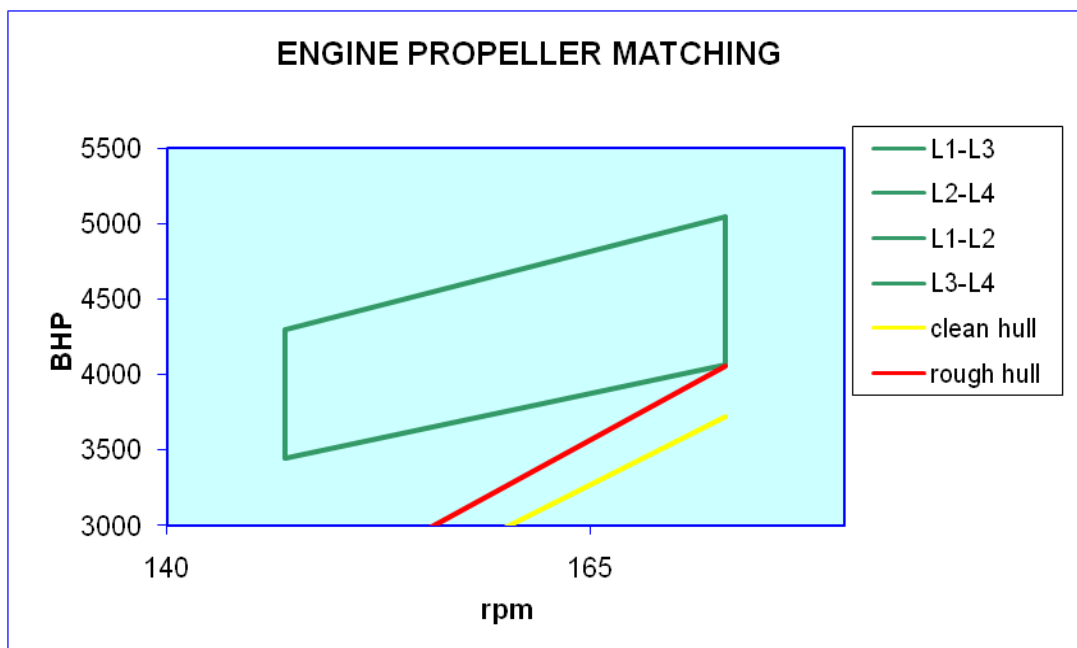
$$J = \text{Koefisien advance}$$

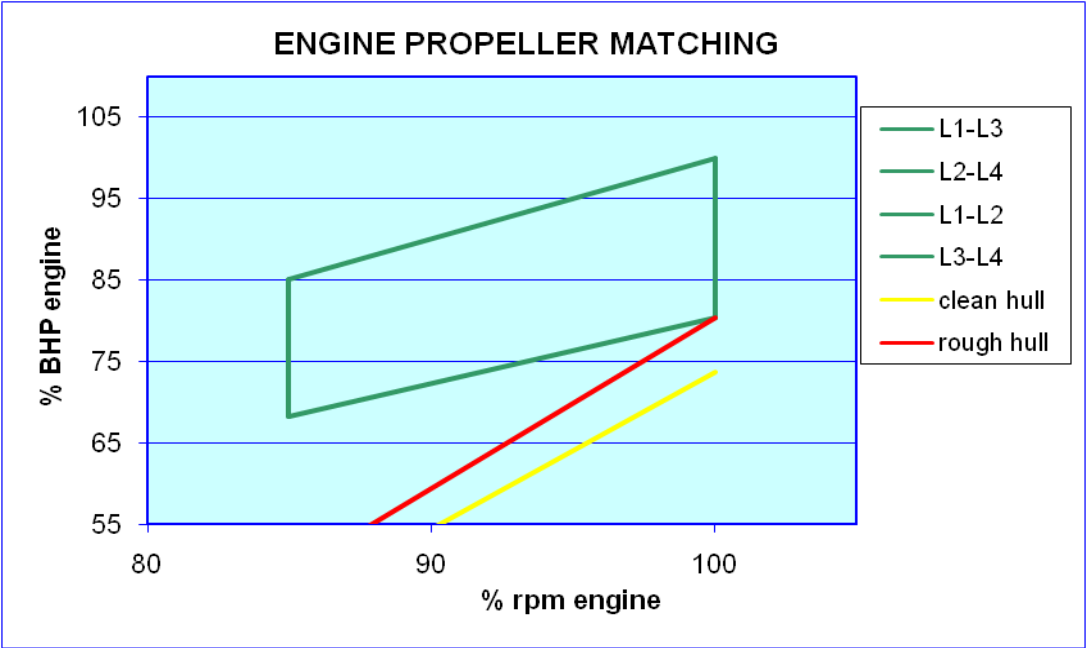
$$KT = \text{Koefisien gaya dorong}$$

$$10KQ = \text{Koefisien torsi}$$

$$h = \text{Efisiensi propeller behind the ship}$$

kurva engine envelop didapatkan dari tabel:				
	rpm	% rpm	power	% power
L1	173	100	5050	100,0
L3	147	84,9710983	4299	85,1
L2	173	100	4061	80,4
L4	147	84,9710983	3446	68,2





## BAB IV

### PEMILIHAN PROPELLER DAN PEMERIKSAAN TERHADAP KAVITASI

#### 4.1. PEMILIHAN PROPELER

Tujuan dari pemilihan type propeller adalah menentukan karakteristik propeller yang sesuai dengan karakteristik badan kapal dan besarnya daya yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan misi kapal. Dengan diperolehnya karakteristik type propeller maka dapat ditentukan efisiensi daya yang ditransmisikan oleh motor induk ke propeller. Langkah – langkah dalam pemilihan type propeller :

1. Perhitungan dan pemilihan type propeller
2. Perhitungan syarat kavitasi
3. Design dan gambar type propeller.

#### 4.2. PROPELLER DESIGN

Proses penentuan dan pemilihan type propeller dilakukan dengan pembacaan diagram  $B_p - \delta$  setelah melalui langkah-langkah berikut :

- Menentukan nilai  $B_p$  ( Power Absorbtion )

Nilai  $B_p$  diperoleh dari rumusan :

$$B_p = \frac{N_{prop} \times P^{0,5}}{V_a^{2,5}} \quad \text{dimana : } V_a = (1 - w) V_s$$

- Pembacaan diagram  $B_p-1$  (pada lampiran)

Pada pembacaan diagram  $B_p-1$ , nilai  $B_p$  harus dikonversikan terlebih dahulu, dengan rumusan:

$$0,1739 \times \sqrt{B_p1}$$

- Menentukan nilai  $\left[ \frac{P}{D} \right]_0$  dan  $\delta_{0(1/J)}$  dari pembacaan  $B_p - \delta$  diagram (terlampir)

- Menentukan nilai Diameter Optimum ( $D_0$ ) dari pembacaan diagram  $B_p - \delta$

Nilai  $D_0$  diperoleh dari rumusan :

$$D_0 = \frac{\delta_0 \times V_a}{N_{prop}} \quad - \quad \text{Menentukan nilai Pitch Propeler ( $P_0$ )}$$

Nilai  $P_0$  diperoleh dari rumusan :

$$P_0 = \left[ \frac{P}{D_0} \right] \times D_0$$

- Menentukan nilai Diameter Maksimal ( $D_B$ )

Nilai  $D_B$  diperoleh dari rumusan :

$$D_B = 0,95 \times D_0 \text{ ( untuk single screw Propeller )}$$

$$D_B = 0,97 \times D_0 \text{ ( untuk twin screw Propeller )}$$

- Menentukan nilai  $\delta_B$

Nilai  $\delta_B$  diperoleh dari rumusan :

$$\delta_B = \frac{N_{prop} \times D_B}{V_a}$$

Menentukan nilai  $\delta_{B(1/J)}$

$$\delta_{B(1/J)} = 0,009875 \times \delta_B$$

- Menghitung nilai  $\left[ \frac{P}{D} \right]_B$

Nilai  $\left[ \frac{P}{D} \right]_B$  diperoleh dengan bantuan harga  $\delta_{B(1/J)}$  dengan tanpa mengubah

nilai  $B_P$

- Menentukan nilai  $P_B$

$$P_B = \left[ \frac{P}{D} \right]_B \times D_B$$

- Menentukan Effisiensi masing-masing type propeller

-

### 4.3. PENENTUAN DIAMETER PROPELLER

#### Persyaratan Propeller

Berdasarkan ketentuan BKI ruangan yang disediakan untuk propeller adalah 0,6 T – 0,7 T dimana T adalah sarat kapal.

Berdasarkan “Design Screw Propeller” hal 330 disebutkan bahwa perlu dipertimbangkan bentuk lambung kapal, sehingga :

$$0,04 D + 0,08 D + D \leq 0,6 T \sim 0,7 T$$

dimana : D = Diameter propeler

T = Tinggi Sarat (Draft)

Dalam tugas rencana garis diambil diameter maksimum propeller adalah 0,7



T, sehingga :

$$0,7 T = 0,04 D + 0,08 D + D$$

$$0.7*7.5m = 0,04 D + 0,08 D + D$$

$$5.138 m = 1,12 D$$

$$D = 4,58 \text{ meter}$$

Maka propeller yang dipilih berdasarkan pertimbangan berikut :

- Tidak boleh melebihi batasan dari  $D = 4,58 \text{ m}$

- Memiliki efisiensi yang tinggi

Tabel perhitungan dari propeller design adalah sebagai berikut:

No	Jenis Prop	DHP (Hp)	SHP (Hp)	N (Rpm)	Ratio G/B	N (Rpm)	w	Vs (knot)
1	B4-40	4000	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
1	B4-40	4000	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
2	B4-55	4000	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
2	B4-55	4000	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
3	B4-70	4000	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
3	B4-70	4000	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
4	B4-85	4000	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
4	B4-85	4000	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
5	B4-100	4000.0	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
5	B4-100	4000.0	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13

No	Jenis Prop	DHP (Hp)	SHP (Hp)	N (Rpm)	Ratio G/B	N (Rpm)	w	Vs (knot)
1	B3-35	4000.0	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
1	B3-35	4000.0	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
2	B3-50	4000.0	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
2	B3-50	4000.0	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
3	B3-65	4000	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
3	B3-65	4000	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13
4	B3-80	4000.0	4081.3	173	1.487	116.342	0.31	13
4	B3-80	4000.0	4081.3	173	1.694	102.125	0.31	13

Va (knot)	Bp	Bp1	$0,1739 \cdot \sqrt{Bp}$	P/D	$1/J_0$	$\delta_0$
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.750	2.13	215.6962025
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.775	1.98	200.5063291
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.730	2.15	217.721519
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.765	2.00	202.5316456
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.765	2.10	212.6582278
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.790	1.97	199.4936709
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.810	2.05	207.5949367
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.835	1.92	194.4303797
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.875	1.96	198.4810127

Va (knot)	Bp	Bp1	$0,1739 \cdot \sqrt{Bp}$	P/D	$1/J_0$	$\delta_0$
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.900	1.85	187.3417722
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.70	2.24	226.835443
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.75	2.09	211.6455696
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.70	2.300	232.9113924
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.73	2.090	211.6455696
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.74	2.17	219.7468354
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.76	2.04	206.5822785
8.969	30.54248471	30.8512343	0.9659	0.80	2.07	209.6202532
8.969	26.81031568	27.08133731	0.9050	0.83	1.94	196.4556962

$D_0$ (ft)	$D_b$ (ft)	$D_{max}$ (ft)	$D_b < D_{max}$	$\delta_b$	$1/J_b$	$P/D_b$	$\eta$
16.6284354	15.797014	17.22441	terpenuhi	204.911392	2.02	0.775	0.595
17.6091914	16.728732	17.22441	terpenuhi	190.481013	1.88	0.8	0.61
16.784571	15.945342	17.22441	terpenuhi	206.835443	2.04	0.765	0.595
17.787062	16.897709	17.22441	terpenuhi	192.405063	1.90	0.785	0.609
16.3942321	15.574521	17.22441	terpenuhi	202.025316	2.00	0.78	0.585
17.520256	16.644243	17.22441	terpenuhi	189.518987	1.87	0.81	0.6
16.0038933	15.203699	17.22441	terpenuhi	197.21519	1.95	0.83	0.558
17.0755795	16.221801	17.22441	terpenuhi	184.708861	1.82	0.86	0.588
15.3012833	14.536219	17.22441	terpenuhi	188.556962	1.86	0.89	0.555
16.4530323	15.630381	17.22441	terpenuhi	177.974684	1.76	0.92	0.57

$D_0$ (ft)	$D_b$ (ft)	$D_{max}$ (ft)	$D_b < D_{max}$	$\delta_b$	$1/J_b$	$P/D_b$	$\eta$
17.4871809	16.612822	17.22441	terpenuhi	215.493671	2.13	0.725	0.605
18.5874798	17.658106	17.22441	tidak terpenuhi	201.063291	1.99	0.75	0.635
17.9555876	17.057808	17.22441	terpenuhi	221.265823	2.19	0.71	0.605
18.5874798	17.658106	17.22441	tidak terpenuhi	201.063291	1.99	0.75	0.635
16.9407065	16.093671	17.22441	terpenuhi	208.759494	2.06	0.76	0.578
18.1428032	17.235663	17.22441	tidak terpenuhi	196.253165	1.94	0.775	0.595
16.1600288	15.352027	17.22441	terpenuhi	199.139241	1.97	0.825	0.554
17.2534501	16.390778	17.22441	terpenuhi	186.632911	1.84	0.85	0.573

Dari tabel di atas dapat diketahui masing-masing efisiensi dari tiap propeler.

#### 4.4. PERHITUNGAN KAVITASI

Perhitungan kavitasasi perlu dilakukan dengan tujuan untuk memastikan suatu propeller bebas dari kavitasasi yang menyebabkan kerusakan fatal terhadap propeller. Perhitungan kavitasasi ini dengan menggunakan Diagram Burril's.

##### Perhitungan angka kavitasasi

Prosedur yang digunakan untuk menghitung angka kavitasasi adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai  $A_e$

$$A_0 = \pi \left( \frac{D}{2} \right)^2$$

$$A_e = A_0 \times (A_e/A_0)$$

2. Menghitung nilai  $A_p$

$$A_p = A_d \times \left( 1,067 - \left( 0,229 \times \frac{P}{D} \right) \right)$$

dimana :  $A_d = A_e$

3. Menghitung nilai  $(V_r)^2$

$$(V_r)^2 = V_a^2 + (0,7 \times \pi \times n \times D)^2$$

dimana :  $V_a =$  speed advance (m/s)

$n =$  putaran mesin (rpm)

$D =$  Diameter behind the ship (m)

4. Menghitung nilai  $T$

$$T = \frac{EHP}{(1-t) \times V_s}$$

dimana :  $EHP =$  Effective Horse Power

$V_s =$  Kecepatan Dinas

$T =$  Thrust Deduction Factor

5. Menghitung nilai  $\tau_C$

$$\tau_C = \frac{T}{A_p \times 0,5 \times \rho \times (V_r)^2}$$

6. Menghitung nilai  $\sigma_{0.7R}$

$$\sigma_{0.7R} = \frac{p_0 - p_v + pgh}{V_a^2 + (4,836 \times n^2 \times D^2)}$$

dimana:  $h =$  tinggi sumbu poros dari base line ( m )

$V_A =$  speed of advance ( m/s )

$n =$  putaran propeller ( RPS )

$D =$  diameter propeller ( m )

$P_0 =$  tekanan atmosfer

$P_v =$  tekanan uap air pada suhu 15°C

Nilai  $\sigma_{0.7R}$  tersebut di plotkan pada Burrill Diagram untuk memperoleh  $\tau_C$  diagram (pada lampiran). Untuk syarat terjadinya kavitasi adalah  $\tau_C \text{ diagram} < \tau_C \text{ hitungan}$ .

**Berikut adalah tabel perhitungan kavitasi:**

No	Ae/Ao	Ao	Ae	Ad	Ap (ft <sup>2</sup> )	Ap (m <sup>2</sup> )	Va (m/s)	N (rps)
1	0.4	196.072	78.4286	78.4286	69.76423	6.481	4.614	1.939
1	0.4	219.883	87.953	87.953	77.73286	7.222	4.614	1.702
2	0.55	199.771	109.874	109.874	97.9873	9.104	4.614	1.939
2	0.55	224.347	123.391	123.391	109.4767	10.171	4.614	1.702
3	0.7	190.587	133.411	133.411	118.5198	11.011	4.614	1.939
3	0.7	217.667	152.367	152.367	134.313	12.478	4.614	1.702
4	0.85	181.62	154.377	154.377	135.5544	12.594	4.614	1.939
4	0.85	206.758	175.744	175.744	152.9082	14.206	4.614	1.702
5	1	166.023	166.023	166.023	143.3092	13.314	4.614	1.939
5	1	191.957	191.957	191.957	164.3765	15.271	4.614	1.702
No	Ae/Ao	Ao	Ae	Ad	Ap (ft <sup>2</sup> )	Ap (m <sup>2</sup> )	Va (m/s)	N (rps)
1	0.35	216.846	75.8961	75.8961	68.3805	6.353	4.614	1.939
1	0.35	244.993	85.7474	85.7474	76.76535	7.132	4.614	1.702
2	0.5	228.618	114.309	114.309	103.3824	9.605	4.614	1.939
2	0.5	244.993	122.496	122.496	109.6648	10.188	4.614	1.702
3	0.65	203.505	132.278	132.278	118.1191	10.974	4.614	1.939
3	0.65	233.411	151.717	151.717	134.956	12.538	4.614	1.702
4	0.8	185.181	148.145	148.145	130.0822	12.085	4.614	1.939
4	0.8	211.088	168.87	168.87	147.3142	13.686	4.614	1.702

Vr <sup>2</sup>	T	Tc itungan	$\sigma_{0.7R}$	$\tau_C$	Kavitasi ?	$\eta$
443.18	350.37	0.238	0.650	0.215	kavitasi	0.595
385.85	350.37	0.245	0.746	0.235	kavitasi	0.61
451.14	350.37	0.166	0.638	0.205	tidak kavitasi	0.595
393.25	350.37	0.171	0.732	0.3	tidak kavitasi	0.609
431.38	350.37	0.144	0.667	0.217	tidak kavitasi	0.585
382.18	350.37	0.143	0.753	0.235	tidak kavitasi	0.6
412.08	350.37	0.132	0.699	0.22	tidak kavitasi	0.558
364.09	350.37	0.132	0.791	0.24	tidak kavitasi	0.588
378.52	350.37	0.136	0.761	0.232	tidak kavitasi	0.555
339.55	350.37	0.132	0.848	0.25	tidak kavitasi	0.57
Vr <sup>2</sup>	T	Tc itungan	$\sigma_{0.7R}$	$\tau_C$	Kavitasi ?	$\eta$
487.88	350.37	0.221	0.590	0.2	kavitasi	0.605
427.48	350.37	0.224	0.673	0.216	kavitasi	0.635
513.21	350.37	0.139	0.561	0.19	tidak kavitasi	0.605
427.48	350.37	0.157	0.673	0.22	tidak kavitasi	0.635
459.17	350.37	0.136	0.627	0.208	tidak kavitasi	0.578
408.28	350.37	0.134	0.705	0.23	tidak kavitasi	0.595
419.75	350.37	0.135	0.686	0.225	tidak kavitasi	0.554
371.27	350.37	0.135	0.775	0.242	tidak kavitasi	0.573

Jenis Prop	Ratio G/B	0.7T	clearance prop.	syarat clearance	pitch
B4-40	1.487	5.25	5.345	waduh!!!!	3.7316
B4-40	1.694	5.25	5.660	waduh!!!!	4.0791
B4-55	1.487	5.25	5.395	waduh!!!!	3.7180
B4-55	1.694	5.25	5.717	waduh!!!!	4.0431
B4-70	1.487	5.25	5.269	waduh!!!!	3.7027
B4-70	1.694	5.25	5.631	waduh!!!!	4.1093
B4-85	1.487	5.25	5.144	ok!!!	3.8231
B4-85	1.694	5.25	5.488	waduh!!!!	4.2522
B4-100	1.487	5.25	4.918	ok!!!	3.9433
B4-100	1.694	5.25	5.288	waduh!!!!	4.3830

Jenis Prop	Ratio G/B	0.7T	clearance prop.	syarat clearance	pitch
B3-35	1.487	5.25	5.621	waduh!!!!	3.6711
B3-35	1.694	5.25	5.974	waduh!!!!	4.0366
B3-50	1.487	5.25	5.771	waduh!!!!	3.6914
B3-50	1.694	5.25	5.974	waduh!!!!	4.0366
B3-65	1.487	5.25	5.445	waduh!!!!	3.7281
B3-65	1.694	5.25	5.831	waduh!!!!	4.0714
B3-80	1.487	5.25	5.194	ok!!!	3.8604
B3-80	1.694	5.25	5.545	waduh!!!!	4.2465

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan propeler yang mempunyai efisiensi paling tinggi dan tidak kavitasi adalah sebagai berikut:

- Tipe Propeler : B4 – 85
- Efisiensi Propeler : 55,8 %
- $\left[ \frac{P}{D} \right]_0$  : 0,81
- $\left[ \frac{P}{D} \right]_B$  : 0,83
- $D_B$  : 15.20 ft = 4,632 m
- Jari-jari : 2,316 m
- Gear box Ratio : 1.487
- Tipe Gear Box : ZF 53000 NRB2
- Putaran propeller : 116.342 rpm

## BAB V PENGAMBARAN PROPELLER

### GEOMETRI PROPELLER

Diameter propeller(ft) Db = 15.2 ft

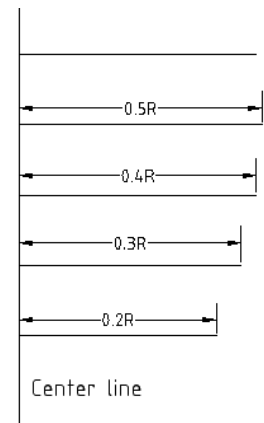
Diameter propeller(m) Db = 4,63 m = 4630 mm

untuk Fa/F = 0,85

L0,6R =  $\left(\frac{D}{0,4}\right) \times 0,2187 \times Fa / F = 2151,73 \text{ mm}$

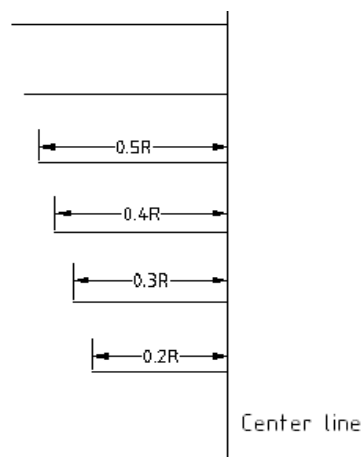
#### Center line ke leading edge

r/R	Konstanta (%D)	Ordinat(mm)	Skala 1:5
0.2	35.0%	573.0	114.6
0.3	35.0%	647.4	129.5
0.4	35.0%	705.1	141.0
0.5	35.5%	751.5	150.3
0.6	38.9%	837.0	167.4
0.7	44.3%	934.9	187.0
0.8	47.9%	927.6	185.5
0.9	50.0%	778.4	155.7



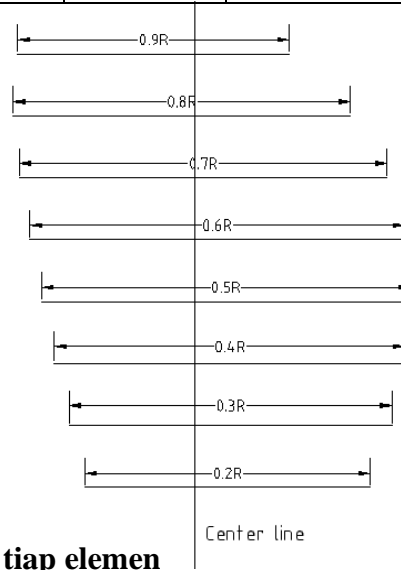
#### Center line ke trailing edge

r/R	L 0.6 R (mm)	Konstanta	Ordinat (mm)	Skala 1:5 (mm)
0.2	2151.73	29.18%	627.88	125.58
0.3	2151.73	33.32%	716.96	143.39
0.4	2151.73	37.30%	802.60	160.52
0.5	2151.73	40.78%	877.48	175.50
0.6	2151.73	43.92%	945.04	189.01
0.7	2151.73	46.68%	1004.43	200.89
0.8	2151.73	48.35%	1040.36	208.07
0.9	2151.73	47.00%	1011.32	202.26
1	2151.73	20.14%	433.36	86.67



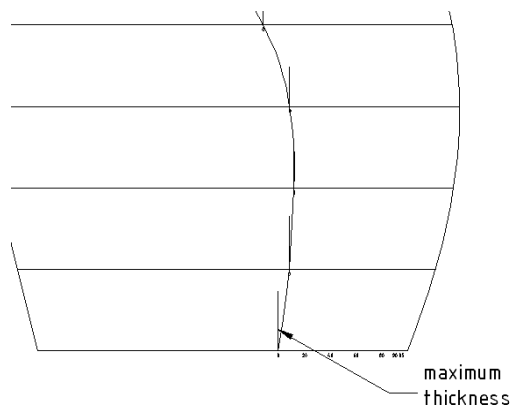
### Panjang elemen total

r/R	L 0.6 R	Konstanta	Ordinat (mm)	Skala 1 : 5
0.2	2151.73	76.08%	1637.0	327.41
0.3	2151.73	85.96%	1849.6	369.93
0.4	2151.73	93.62%	2014.5	402.89
0.5	2151.73	98.38%	2116.9	423.38
0.6	2151.73	100%	2151.7	430.35
0.7	2151.73	98.08%	2110.4	422.08
0.8	2151.73	90.00%	1936.6	387.31
0.9	2151.73	72.35%	1556.8	311.36
1	2151.73	0.00%	0.0	0.00



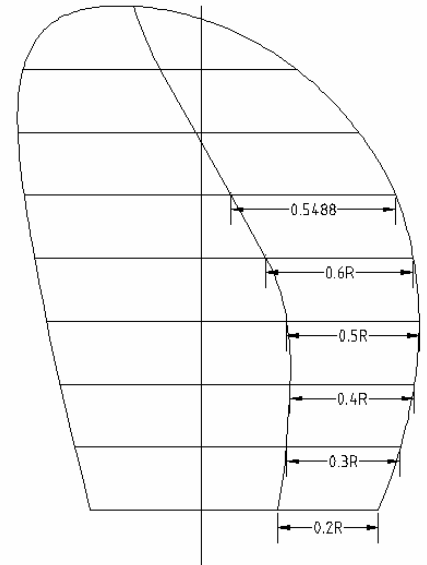
### Ketebalan maksimum blade tiap elemen

r/R	Konstanta (%D)	Ordinat (mm)	Skala 1:5
0.2	3.66%	169.46	33.89
0.3	3.24%	150.01	30.00
0.4	2.82%	130.57	26.11
0.5	2.40%	111.12	22.22
0.6	1.98%	91.67	18.33
0.7	1.56%	72.23	14.45
0.8	1.14%	52.78	10.56
0.9	0.72%	33.34	6.67
1	0.30%	13.89	2.78



### Jarak ordinat tebal maksimum dari leading edge

r/R	Konstanta (%D)	Ordinat(mm)	Skala 1:5
0.2	35.0%	573.0	114.6
0.3	35.0%	647.4	129.5
0.4	35.0%	705.1	141.0
0.5	35.5%	751.5	150.3
0.6	38.9%	837.0	167.4
0.7	44.3%	934.9	187.0
0.8	47.9%	927.6	185.5
0.9	50.0%	778.4	155.7



### DISTRIBUSI PITCH

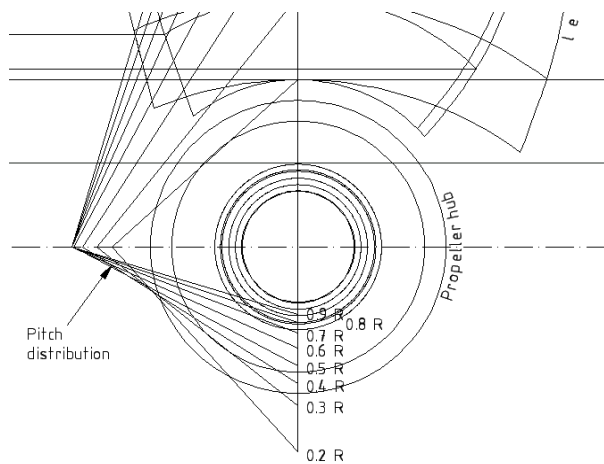
$$H_o/D = 0.685$$

$$H_o = 3.172 \text{ m}$$

$$H_o/2p = 0.505 \text{ m}$$

### Distribusi pitch

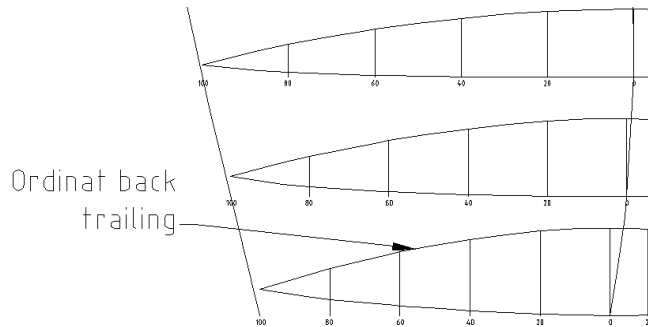
r/R	Konstanta (%D)	Ordinat (mm)	Skala
0.2	82.20%	415.130	83.03
0.3	88.70%	447.956	89.59
0.4	95.00%	479.773	95.95
0.5	99.20%	500.984	100.20
0.6	100.00%	505.024	101.00
0.7	100.00%	505.024	101.00
0.8	100.00%	505.024	101.00
0.9	100.00%	505.024	101.00





### Ordinat back trailing edge

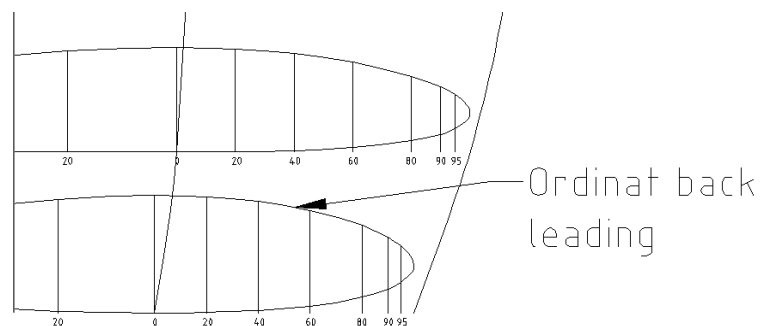
r/R	20%	Ordinat(mm)	40%	Ordinat(mm)	60%	Ordinat(mm)	80%	Ordinat(mm)
0.2	96.45%	32.69	86.90%	29.45	72.65%	24.62	53.35%	18.08
0.3	96.80%	29.04	86.80%	26.04	71.60%	21.48	50.95%	15.29
0.4	97.00%	25.33	86.55%	22.60	70.25%	18.34	47.70%	12.46
0.5	96.95%	21.55	86.10%	19.13	68.40%	15.20	43.40%	9.65
0.6	96.80%	17.75	85.40%	15.66	67.15%	12.31	40.20%	7.37
0.7	96.65%	13.96	84.90%	12.26	66.90%	9.66	39.40%	5.69
0.8	96.70%	10.21	85.30%	9.00	67.80%	7.16	40.95%	4.32
0.9	97.00%	6.47	87.00%	5.80	70.00%	4.67	45.15%	3.01



### Ordinat back leading edge

r/R	20%	Ordinat (mm)	40%	Ordinat (mm)	60%	Ordinat (mm)	80%	Ordinat (mm)
0.2	98.60%	33.42	94.50%	32.03	87.00%	29.49	74.40%	25.22
0.3	98.40%	29.52	94.00%	28.20	85.80%	25.74	72.50%	21.75
0.4	98.20%	25.64	93.25%	24.35	84.30%	22.01	70.40%	18.38
0.5	98.10%	21.80	92.40%	20.53	82.30%	18.29	67.70%	15.05
0.6	98.10%	17.99	91.25%	16.73	79.35%	14.55	63.60%	11.66
0.7	97.60%	14.10	88.80%	12.83	74.90%	10.82	57.00%	8.23
0.8	97.00%	10.24	85.30%	9.00	68.70%	7.25	48.25%	5.09
0.9	97.00%	6.47	87.00%	5.80	70.00%	4.67	45.15%	3.01

90%	Ordinat (mm)	95%	Ordinat (mm)
64.35%	21.81	56.95%	19.30
62.65%	18.80	54.90%	16.47
60.15%	15.71	52.20%	13.63
56.80%	12.62	48.60%	10.80
52.20%	9.57	43.35%	7.95
44.20%	6.38	35.00%	5.06
34.55%	3.65	25.45%	2.69
30.10%	2.01	22.00%	1.47



### Ordinat face trailing edge

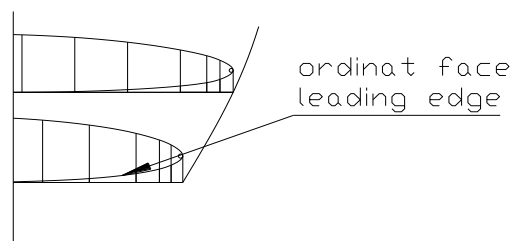
r/R	20%	Ordinat (mm)	40%	Ordinat (mm)	60%	Ordinat (mm)
0.2	1.55%	0.5253	5.45%	1.847	10.90%	3.694
0.3	0.00%	0	1.70%	0.510	5.80%	1.740
0.4	0.00%	0	0.00%	0	1.50%	0.392
0.5	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0.6	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0.7	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0.8	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0.9	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0

80%	Ordinat (mm)	100%	Ordinat (mm)
18.20%	6.168	30.00%	10.167
12.20%	3.660	23.35%	7.006
6.20%	1.619	17.85%	4.661
1.75%	0.389	8.95%	2.156
0.00%	0	0.00%	0.935
0.00%	0	0.00%	0
0.00%	0	0.00%	0
0.00%	0	0.00%	0

### Ordinat face leading edge

r/R	20%	Ordinat(mm)	40%	Ordinat(mm)	60%	Ordinat(mm)	80%	Ordinat(mm)
0,2	0.45%	0.153	2.30%	0.780	5.90%	2.000	13.45%	4.558
0,3	0.05%	0.015	1.30%	0.390	4.60%	1.380	10.85%	3.255
0,4	0.00%	0	0.30%	0.078	2.65%	0.692	7.80%	2.037
0,5	0.00%	0	0.00%	0	0.70%	0.156	4.30%	0.956
0,6	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.80%	0.147
0,7	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0,8	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0
0,9	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0

90%	Ordinat(mm)	95%	Ordinat(mm)	100%	Ordinat(mm)
20.30%	6.880	26.20%	8.880	40.00%	13.56
16.55%	4.965	22.20%	6.661	37.55%	11.27
12.50%	3.264	17.90%	4.674	34.50%	9.01
8.45%	1.878	13.30%	2.956	30.40%	6.76
4.45%	0.816	8.40%	1.540	24.50%	4.49
0.40%	0.058	2.45%	0.354	16.05%	2.32
0.00%	0	0.00%	0	7.40%	0.78
0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0



**BAB VI**  
**PERENCANAAN POROS PROPELLER DAN**  
**PERLENGKAPAN PROPELLER**

**6.1. PERENCANAAN DIAMETER POROS PROPELLER**

Perencanaan poros propeller menurut buku Elemen Mesin SOELARSO adalah sebagai berikut

$$D_s = \left[ \left( \frac{5,1}{\tau_a} \right) \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3}, \text{ mm}$$

**Langkah perhitungan :**

- Daya Perencanaan (Pd)

$$Pd = f_c \times P$$

Dimana ;  $f_c$  = faktor koreksi daya yang direncanakan besarnya = 1

- a.  $f_c = 1,2 - 2,0$  (Daya maksimum)
- b.  $f_c = 0,8 - 1,2$  (Daya rata – rata)
- c.  $f_c = 1,0 - 1,5$  (Daya normal)

$P$  = daya motor dalam Kw dalam perencanaan ini daya motor adalah sebesar = 3609.53 Kw

$$Pd = 3609.53 \cdot 1 = 3609.53 \text{ kW.}$$

- Torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \left( \frac{Pd}{N} \right)$$

dimana  $N$  adalah putaran propeller, dalam perencanaan ini putaran propeller didapatkan sebesar = 116.34 Rpm

$$Pd = 3609.53 \text{ Kw}$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{3609.53}{116.34} = 3.02 \times 10^7$$

- Tegangan yang diijinkan ( $\tau_a$ )

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{(sf_1 \times sf_2)}$$

Dimana material poros yang digunakan dalam hal ini adalah S 45 C, dengan memiliki harga  $\sigma_b = 58 \text{ kg/mm} = 580 \text{ N/mm}^2$  dan besar dari

$$Sf_1 = 6 \text{ (untuk material baja karbon)}$$

$$Sf_2 = 1,3 - 3, \text{ dalam perhitungan ini diambil nilai } 3$$

$$\text{Sehingga ; } \tau_a = \frac{58}{6 \times 3} = 3,22 \text{ kg/mm}^2$$

$K_T$  = untuk beban kejutan / tumbukan, nilainya antara 1,5 – 3, diambil nilai  $K_T = 2$

$C_b$  = diperkirakan adanya beban lentur, nilainya antara 1,2 – 2,3 dalam perhitungan ini diambil nilai  $C_b = 2$

- Diameter Poros (Ds)

$$D_s = \left[ \left( \frac{5,1}{\tau_a} \right) \times K_t \times C_b \times T \right]^{1/3}, \text{ mm}$$

$$D_s = \left[ \left( \frac{5,1}{3,22} \right) \cdot 2 \times 2 \times 3.02 \times 10^7 \right]^{1/3}$$

$$= 580 \text{ mm}$$

Diambil  $D_s = 580 \text{ mm}$

- Tegangan yang bekerja

$$\tau = \frac{5,1T}{D_s^3}$$

$$\tau = \frac{5,1 \times 3.02 \times 10^7}{580^3} = 0.789$$

#### PERHITUNGAN KOREKSI

$$\text{I } \tau < \tau_a$$

$$0.789 < 3,22$$

(memenuhi

syarat)

$$\text{II } \frac{\tau_a \times Sf_2}{a} > \tau \times K_T \times C_b$$

$$\frac{3,22 \times 3}{a} > 0.789 \times 2 \times 2$$

(memenuhi syarat)

Diameter poros dapat dinyatakan memenuhi syarat.

## 6.2. PERENCANAAN PERLENGKAPAN PROPELLER

### 1. Diameter boss propeller

$$\begin{aligned} D_b &= 0,167 \times D_{prop} \\ &= 0,167 \times 4630 \\ &= 773.21 \text{ mm} \approx 775 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_r &= 0,045 \times D_{prop} \\ &= 0,045 \times 4630 \\ &= 208.35 \text{ mm} \approx 210 \text{ mm} \end{aligned}$$

*(Dr.Ir. W. P. A. Van Lammern, "Resistance Propulsion and Steering of Ship")*

### 2. Diameter boss propeller terkecil (Dba)

$$\begin{aligned} D_{ba}/D_b &= 0,85 \approx 0,9 \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{ba} &= 0,85 \times D_b \\ &= 0,85 \times 775 \\ &= 658.75 \text{ mm} = 659 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3. Diameter boss propeller terbesar (Dbf)

$$\begin{aligned} D_{bf}/D_b &= 1,05 \approx 1,1 \\ &= 1,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{bf} &= 1,08 \times D_b \\ &= 1,08 \times 775 \\ &= 837 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 4. Panjang boss propeller (Lb)

$$\begin{aligned} L_b/D_s &= 1,8 \approx 2,4 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_b &= 2 \times D_s \\ &= 2 \times 580 \\ &= 1160 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 5. Panjang lubang dalam boss propeller (Ln)

$$\begin{aligned} L_n/L_b &= 0,3 \\ L_n &= 0,3 \times L_b \\ &= 0,3 \times 1160 \\ &= 348 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$t_b/t_r = 0,75$$

$$\begin{aligned}
tb &= 0,75 \times tr \\
&= 0,75 \times 210 \\
&= 157.5 \text{ mm} \\
rf/tr &= 0,75 \\
rf &= 0,75 \times tr \\
&= 0,75 \times 210 \\
&= 157.5 \text{ mm} \\
rb/tr &= 1 \\
rb &= 1 \times tr \\
&= 210 \text{ mm}
\end{aligned}$$

## 6. Tebal Sleeve

Sleeve atau selubung poros dipakai sebagai perlindungan terhadap adanya korosi

$$\begin{aligned}
s &\geq 0,03 D_s + 7,5 \\
&\geq (0,03 \times 580) + 7,5 \\
&\geq 24.9 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Tebal sleeve yang direncanakan adalah sebesar 21 mm

*(BKI, Peraturan BKI vol. III Th. 1988)*

## 6.3. BENTUK UJUNG POROS PROPELLER

### 1. Panjang Konis

Panjang konis atau  $L_b$  berkisar antara 1,8 sampai 2,4 diameter poros.

$$\begin{aligned}
\text{Diambil } L_b &= 2 D_s \\
L_b &= 2 D_s \\
&= 2 \times 580 \\
&= 1160 \text{ mm}
\end{aligned}$$

### 2. Kemiringan Konis

Biro Klasifikasi Indonesia menyarankan harga kemiringan konis berkisar antara 1/10 sampai 1/15.

Diambil sebesar 1/12.5

$$\begin{aligned}
1/12.5 &= x / L_b \\
x &= 1/12.5 \cdot L_b \\
&= 1/12.5 \times 1160 \\
&= 92.8 \text{ mm} = 93 \text{ mm}
\end{aligned}$$

*(BKI, Peraturan BKI vol. III Th. 1988)*

### 3. Diameter Terkecil Ujung Konis

$$\begin{aligned}D_a &= D_s - 2x \\ &= 580 - (2 \times 93) \\ &= 394 \text{ mm}\end{aligned}$$

*(T. O'brien, The Design Of Marine Screw Propeller)*

### 4. Diameter Luar Pengikat Boss

Biro Klasifikasi Indonesia menyarankan harga diameter luar pengikat boss atau  $D_u$  tidak boleh kurang dari 60 % diameter poros.

$$\begin{aligned}d_n &= 60\% \cdot D_s \\ &= 0,6 \times 580 \\ &= 348 \text{ mm}\end{aligned}$$

*(BKI, Peraturan BKI vol. III Th. 1988)*

## 6.4. MUR PENGIKAT PROPELLER

*Berdasarkan BKI 1988 Volume III Bab IV*

- a. menurut BKI'78 Vol. III, diameter luar ulir( $d$ )  $\geq$  diameter konis yang besar :

$$d \geq 0,6 \times D_s$$

$$d \geq 0,6 \times 580$$

$$d \geq 348 \text{ mm}$$

Dalam hal ini  $d$  diambil 348 mm

- b. Diameter inti

Dari sularso untuk diameter luar ulir  $>3$  mm maka diameter inti adalah :

$$d_i = 0,8 \times d$$

$$= 0,8 \times 348$$

$$= 278,4 \text{ mm}$$

- c. Diameter luar mur

$$D_o = 2 \times d_i$$

$$= 2 \times 279$$

$$= 558 \text{ mm}$$

- d. Tebal/tinggi mur

Dari sularso untuk ukuran standar tebal mur adalah (0,8~1) diameter luar ulir, sehingga :

$$\begin{aligned}
H &= 0,8 \times d \\
&= 0,8 \times 348 \\
&= 278,4 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Untuk menambah kekuatan mur guna menahan beban aksial direncanakan jenis mur yang digunakan menggunakan flens pada salah satu ujungnya dengan dimensi sbb. :

$$\begin{aligned}
\text{tebal flens} &= 0,2. \text{ diameter mur} \\
&= 0,2. 348 \\
&= 69,6 \text{ mm} = 70 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{diameter} &= 1,5. \text{ diameter mur} \\
&= 1,5. 348 \\
&= 522 \text{ mm.}
\end{aligned}$$

## 6.5. PERENCANAAN PASAK PROPELLER

Sumber untuk perancangan pasak diambil dari buku Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin karya “Ir. Soelarso Ms.Me”

Momen torsi (Mt) yang terjadi pada pasak yang direncanakan adalah sebagai berikut :

$$Mt = \frac{(DHP \times 75 \times 60)}{(2\pi \times N)}$$

dimana :

Mt = momen torsi (Kg.m)

DHP = delivery horse power = 4000 HP

N = putaran poros atau putaran propeller

Jadi :

$$Mt = \frac{4000 \times 75 \times 60}{2 \times 3,14 \times 16,34} = 24637 \text{ kg.mm}$$

**Parameter yang dibutuhkan adalah :**

- Diameter poros (Ds) = 580 mm
- Panjang pasak (L) antara (0,75–1,5) Ds dari buku DP dan PEM hal. 27 (diambil 1,3)



$$\begin{aligned}
 L &= 1,3 \times D_s \\
 &= 1,3 \times 580 \\
 &= 754 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

L diambil 754 mm

- *Lebar pasak (B)* antara 25 % - 30 % dari diameter poros menurut buku DP dan PEM hal 27 (diambil 25 %)

$$\begin{aligned}
 B &= 25 \% \times D_s \\
 &= 25 \% \times 580 \\
 &= 145 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- *Tebal pasak (t)*

$$\begin{aligned}
 t &= 1/6 \times D_s \\
 &= 1/6 \times 580 \\
 &= 96.667 \text{ mm} = 97 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- *Radius ujung pasak (R)*

$$\begin{aligned}
 R &= 0,0125 \times D_s \\
 &= 0,0125 \times 580 \\
 &= 7.25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- *Luas bidang geser (A)*

$$\begin{aligned}
 A &= 0,25 \times D_s^2 \\
 &= 0,25 \times (580)^2 \\
 &= 84100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Bila momen rencana T ditekankan pada suatu diameter poros ( $D_s$ ), maka gaya sentrifugal (F) yang terjadi pada permukaan poros adalah ;

$$\begin{aligned}
 T &= 9,74 \times 10^5 \times \left( \frac{Pd}{N} \right) \\
 T &= 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{3609.53}{116.34} = 3.02 \times 10^7 \\
 F &= \frac{T}{0,5 \cdot D_s} = \frac{3.02 \cdot 10^7}{0,5 \times 580} = 104138 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Sedangkan tegangan gesek yang diijinkan ( $\tau_{ka}$ ) untuk pemakaian umum pada poros diperoleh dengan membagi kekuatan tarik  $\sigma_b$  dengan faktor keamanan ( $Sf_1 \times Sf_2$ ), sedang harga untuk Sf umumnya telah ditentukan ;

$$Sf_1 = \text{umumnya diambil } 6 \text{ (material baja)}$$

- Sf<sub>2</sub> = 1,0 – 1,5 , jika beban dikenakan secara tiba-tiba
- = 1,5 – 3,0 , jika beban dikenakan tumbukan ringan
- = 3,0 – 5,0 , jika beban dikenakan secara tiba-tiba dan tumbukan berat

Karena beban pada propeller itu dikenakan secara tiba-tiba, maka diambil harga Sf<sub>2</sub> = 1,5. Bahan pasak digunakan S 45 C dengan harga σ<sub>b</sub> = 58 kg/mm<sup>2</sup>.

Sehingga ;

$$\tau_a = \frac{58}{6.1,5} = 6,44 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan tegangan gesek yang terjadi pada pasak adalah ;

$$\tau_i = \frac{F}{B.L} = \frac{104138}{145.x754} = 0,953 \text{ kg/mm}^2$$

karena τ<sub>k</sub> < τ<sub>ka</sub> maka pasak dengan diameter tersebut memenuhi persyaratan bahan.

- *Penampang pasak*  
= B x t  
= 145 x 97 = 14065 mm<sup>2</sup>
- *Kedalaman alur pasak pada poros (t<sub>1</sub>)*  
t<sub>1</sub> = 0,5 x t  
t<sub>1</sub> = 0,5 x 97 = 48.5 mm
- *Kedalaman alur pasak pada naf (t<sub>2</sub>)*  
t<sub>2</sub> = t – t<sub>1</sub>  
= 97 – 48.5 = 48.5 mm

## 6.6. PERHITUNGAN KEKUATAN PASAK PROPELLER

Jika daya P (dalam Kw) adalah daya normal output suatu motor penggerak, maka berbagai faktor keamanan biasanya dapat diambil dalam perencanaan sehingga koreksi pertama dapat dibuat kecil. Jika faktor koreksi adalah Fc dan daya perencanaan Pd sebagai patokan maka didapatkan :

$$Pd = Fc \times P , (Kw)$$

dimana ;

- Fc = faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan, yang diambil dari tabel 16 hal.7 buku “D P dan P E M, SOELARSO” yaitu antara 1,0 – 1,5 (diambil 1)

maka ;

$$Pd = 1 \times 3609.53 = 3609.53 \text{ kW}$$

Sehingga momen puntir yang terjadi (T) adalah ;

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \left( \frac{Pd}{N} \right)$$

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{3609.53}{116.34} = 3.02 \times 10^7 \text{ kg mm}$$

Di samping perhitungan di atas, juga diperlukan perhitungan untuk menghindari dari kerusakan permukaan samping pasak yang disebabkan oleh tekanan bidang.

Dalam hal ini tekanan permukaan P (kg/mm<sup>2</sup>), adalah ;

$$P = \frac{F}{L \cdot (t_1 + t_2)} = \frac{104138}{754 \times 48.5} = 2,85 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan harga tekanan permukaan untuk poros dengan diameter yang besar (> 100 mm) adalah Pa = 10 kg/mm<sup>2</sup>. Karena harga P < Pa, maka dengan dimensi tersebut telah memenuhi persyaratan.

## 6.7. KOPLING

Kopling direncanakan sebagai berikut

### Jumlah Baut Kopling

Direncanakan 8 buah baut.

### Ukuran Kopling

➤ *panjang tirus (BKI) untuk kopling :*

$$l = (1,25 - 1,5) \times D_s$$

$$\text{diambil } l = 1,5 \times D_s$$

$$= 1,5 \times 580 = 870 \text{ mm}$$

➤ *Kemiringan tirus :*

Untuk konis kopling yang tidak terlalu panjang maka direncanakan nilai terendahnya untuk menghitung kemiringan :

$$x = \frac{1}{10} \times l = \frac{1}{10} \times 870 = 87 \text{ mm}$$

➤ *Diameter terkecil ujung tirus :*

$$D_a = D_s - 2 \times x = 580 - 186 = 394 \text{ mm}$$

➤ *Diameter luar kopling :*

$$D_{out} = (3 - 5,8) \times D_s$$

$$\text{Diambil } D_{out} = 3 \times D_s = 3 \times 580 = 1740 \text{ mm}$$

➤ *Ketebalan flange kopling*

Berdasarkan BKI Volume III section 4

$$\begin{aligned} S_{fl} &= 370 \times \sqrt{\frac{P_w \times C_w}{n \times D}} \\ &= 370 \times \sqrt{\frac{3609.53 \times 0,76}{116.34 \times 1740}} \\ &= 43.07 \text{ mm} \approx 43.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ *Diameter lingkaran baut kopling :*

$$D_b = 2,6 \times D_s = 2,6 \times 580 = 1508 \text{ mm}$$

➤ *Panjang kopling :*

$$L = (2,5 - 5,5) \times D_s \times 0,5$$

$$\text{Diambil } L = 5 \times 580 \times 0,5 = 1450 \text{ mm}$$

### **Baut Pengikat Flens Kopling**

Berdasarkan BKI 1988 Volume III section 4D 4.2

$$D_f = 16 \times \sqrt{\frac{P_w \cdot 10^6}{n \cdot D \cdot z \cdot R_m}}$$

Dimana :

$$P_w = 3609.53 \text{ kW}$$

$$N = 116.34 \text{ Rpm}$$

$$\begin{aligned} Z &= \text{Jumlah baut} \\ &= 8 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$R_m = 580 \text{ N/m}^2$$

**Maka :**

$$D_f = 16 \sqrt{\frac{3609.53 \cdot 10^6}{116.34 \times 1508 \times 8 \times 580}}$$

$$= 33,69 \text{ mm} \text{ direncanakan } d_f \text{ sebesar } 34 \text{ mm.}$$

diameter dasar ulir pada baut :

$$d_k = 12 \sqrt{\frac{3609.53 \times 10^6}{116.34 \times 1508 \times 8 \times 580}}$$

$$dk = 25.26 \text{ mm}$$

$$\text{direncanakan } dk = 26 \text{ mm}$$

necked-down baut

$$d = 0,9 \cdot dk$$

$$= 0,9 \cdot 26$$

$$= 23,4 \text{ mm}$$

## 6.8. MUR PENGIKAT FLENS KOPLING

a. Diameter luar mur

$$D_0 = 2 \times \text{diameter luar ulir (df)}$$

$$= 2 \times 34$$

$$= 68 \text{ mm}$$

b. Tinggi mur

$$H = (0,8 \sim 1) \times df$$

$$= 0,8 \times 34$$

$$= 27.2 \text{ mm}$$

### Mur Pengikat Kopling

Direncanakan dimensi mur pengikat kopling sama dengan dimensi mur pengikat propeller yaitu :

a. menurut BKI '78 Vol. III, diameter luar ulir( $d$ )  $\geq$  diameter konis yang besar :

$$d \geq 0,6 \times D_s$$

$$d \geq 0,6 \times 580$$

$$d \geq 348 \text{ mm}$$

Dalam hal ini  $d$  diambil 348 mm

b. Diameter inti

Dari sularso untuk diameter luar ulir  $> 3$  mm maka diameter inti adalah :

$$d_i = 0,8 \times d$$

$$= 0,8 \times 348$$

$$= 278.4 \text{ mm}$$

c. Diameter luar mur

$$D_o = 2 \times d$$

$$= 2 \times 348$$

$$= 696 \text{ mm}$$

d. Tebal/tinggi mur

Dari sularso untuk ukuran standar tebal mur adalah (0,8~1) diameter luar ulir, sehingga:

$$\begin{aligned} H &= 0,8 \times d \\ &= 0,8 \times 348 \\ &= 278.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk menambah kekuatan mur guna menahan beban aksial direncanakan jenis mur yang digunakan menggunakan flens pada salah satu ujungnya dengan dimensi sbb. :

$$\begin{aligned} \text{tebal flens} &= 0,2. \text{ diameter mur} \\ &= 0,2. 348 \\ &= 69.6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{diameter} &= 1,2. \text{ diameter mur} \\ &= 1,2. 696 \\ &= 835.2 \text{ mm.} \end{aligned}$$

## 6.9. PERENCANAAN PASAK KOPLING

- Bahan pasak yang digunakan adalah S 40 C dengan spesifikasi sebagai berikut ;

$$\sigma_b = 58 \text{ kg/mm}$$

$$Sfk_1 = 6$$

$$Sfk_2 = 3$$

- Tegangan geser yang diijinkan ( $\tau_{ka}$ ) ;

$$\tau_{ka} = \frac{\sigma_b}{sfk_1 \times sfk_2} = \frac{58}{6 \times 3} = 3,22 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \text{ kg/mm}^2$$

- Gaya tangensial permukaan poros (F) ;

$$F = \frac{T}{0,5 \times D_s} \text{ , dimana : } D_s = 580 \text{ mm}$$

$$T = \frac{9,74 \times 10^5 \times Pd}{N} \text{ , } Pd = \text{ daya perencanaan} = 3609.53 \text{ kW}$$

$$N = \text{putaran propeller} = 116.34 \text{ Rpm}$$

$$\text{Sehingga , } T = 9,74.10^5 \cdot \frac{3609.53}{116.34} = 3.02 \times 10^7 \text{ kg.mm}$$

$$\text{Jadi, } F = \frac{T}{0,5 \cdot D_s} = \frac{3,02 \times 10^7}{0,5 \cdot 580} = 104137,93 \text{ kg}$$

- Lebar pasak ;

$B = (0,25 - 0,35) \times D_s$  , diambil nilai  $0,25 \times D_s$  sehingga :

$$B = 0,25 \times 580 = 145 \text{ mm}$$

- Tegangan geser yang bekerja ( $\tau_k$ ) ;

$$\begin{aligned} \tau_k &= \frac{F}{B \times L} \\ &= \frac{104137,93}{145 \times L} \end{aligned}$$

Dengan syarat  $\tau_{ka} \geq \tau_k$  maka nilai L dapat diketahui sebagai berikut ;

$$3,22 \geq \frac{104137,93}{145 \times L}$$

$$L \geq 223,1 \text{ mm}$$

Syarat pasak  $(0,75 - 1,5) \times D_s$  , dalam perhitungan ini diambil nilai ;

$$L = 1 \times D_s = 1 \times 580 = 580 \text{ mm}$$

Sehingga panjang pasak diambil = 580 mm

- Tebal pasak (T) ;

$$\begin{aligned} t &= 1/6 \times D_s \\ &= 1/6 \times 580 \\ &= 96,667 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal pasak diambil 97 mm

- Radius ujung pasak (R) ;

$$\begin{aligned} R &= 0,0125 \times D_s \\ &= 0,0125 \times 580 \\ &= 7,25 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Luas bidang geser (A) ;

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times D_s^2 \\ &= 0,25 \times (580)^2 \\ &= 84100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Penampang pasak ;

$$= B \times t = 145 \times 97 = 14065 \text{ mm}^2$$

- Kedalaman alur pasak pada poros ( $t_1$ ) ;

$$t_1 = 50 \% \times t = 50 \% \times 97 = 48.5 \text{ mm}$$

- Kedalaman alur pasak pada naf ( $t_2$ ) ;

$$t_2 = t - t_1 = 48.2 \text{ mm}$$

Di samping perhitungan di atas, juga diperlukan perhitungan untuk menghindari dari kerusakan permukaan samping pasak yang disebabkan oleh tekanan bidang.

Dalam hal ini tekanan permukaan  $P$  ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ), adalah ;

$$P = \frac{F}{L \cdot t} = \frac{104137.93}{580 \cdot 48.2} = 3,73 \text{ kg}/\text{mm}^2$$

Harga tekanan permukaan untuk poros dengan diameter yang besar ( $> 100 \text{ mm}$ ) adalah  $P_a = 10 \text{ kg}/\text{mm}^2$ . Karena harga  $P < P_a$ , maka dengan dimensi tersebut telah memenuhi persyaratan.

## 6.10 PERENCANAAN STERN TUBE

### Jenis Pelumasan

Jenis pelumasan poros propeller kapal ini direncanakan menggunakan sistem pelumasan air

### PANJANG STERN TUBE

$$\begin{aligned} \text{Panjang tabung poros propeller} &= 4 \times \text{jarak gading} \\ &= 4 \times 700 \\ &= 2800 \text{ mm} \end{aligned}$$

### Tebal Stern Tube

$$\begin{aligned} T &= \left( \left( \frac{D_s}{20} \right) + \left( 3 \times \frac{25,4}{4} \right) \right) \\ &= \left[ \left( \frac{580}{20} \right) + \left( 3 \times \frac{25,4}{4} \right) \right] \\ &= 48.05 \text{ mm} \end{aligned}$$



## PERENCANAAN BANTALAN

Berdasarkan dari BKI 1988 vol. III Sec. IV.

a. Bahan bantalan yang digunakan adalah : *Lignum Vitae*

b. Panjang bantalan belakang  $= 2 \times D_s$   
 $= 2 \times 580$   
 $= 1160 \text{ mm}$

c. Panjang bantalan depan  $= 1,5 \times D_s$   
 $= 1,5 \times 580$   
 $= 870 \text{ mm}$

d. Tebal bantalan

Menurut BKI III 1988 tebal bantalan efektif adalah sebagai berikut :

$$B = \left( \left( \frac{D_s}{30} \right) \times 3,175 \right)$$
$$= \left[ \left( \frac{580}{30} \right) \times 3,175 \right]$$
$$= 61.38 \text{ mm} \approx 62 \text{ mm}$$

e. Jarak maximum yang diijinkan antara bantalan

$$I_{\max} = k_1 \times \sqrt{D_s}$$

Dimana ,  $k_1 = 280 - 350$  (untuk pelumasan dengan air laut)

$$= 280 \times \sqrt{580}$$
$$= 6743.3 \text{ mm}$$

f. Rumah Bantalan (Bearing Bushing)

a. Bahan Bushing Bearing yang digunakan adalah : manganese bronze

b. Tebal Bushing Bearing (  $t_b$  )

$$t_b = 0,18 \times D_s$$
$$= 0,18 \times 580$$
$$= 104.4 \text{ mm}$$

## STERN POST

Berdasarkan BKI vol. III tahun 1988 hal.96

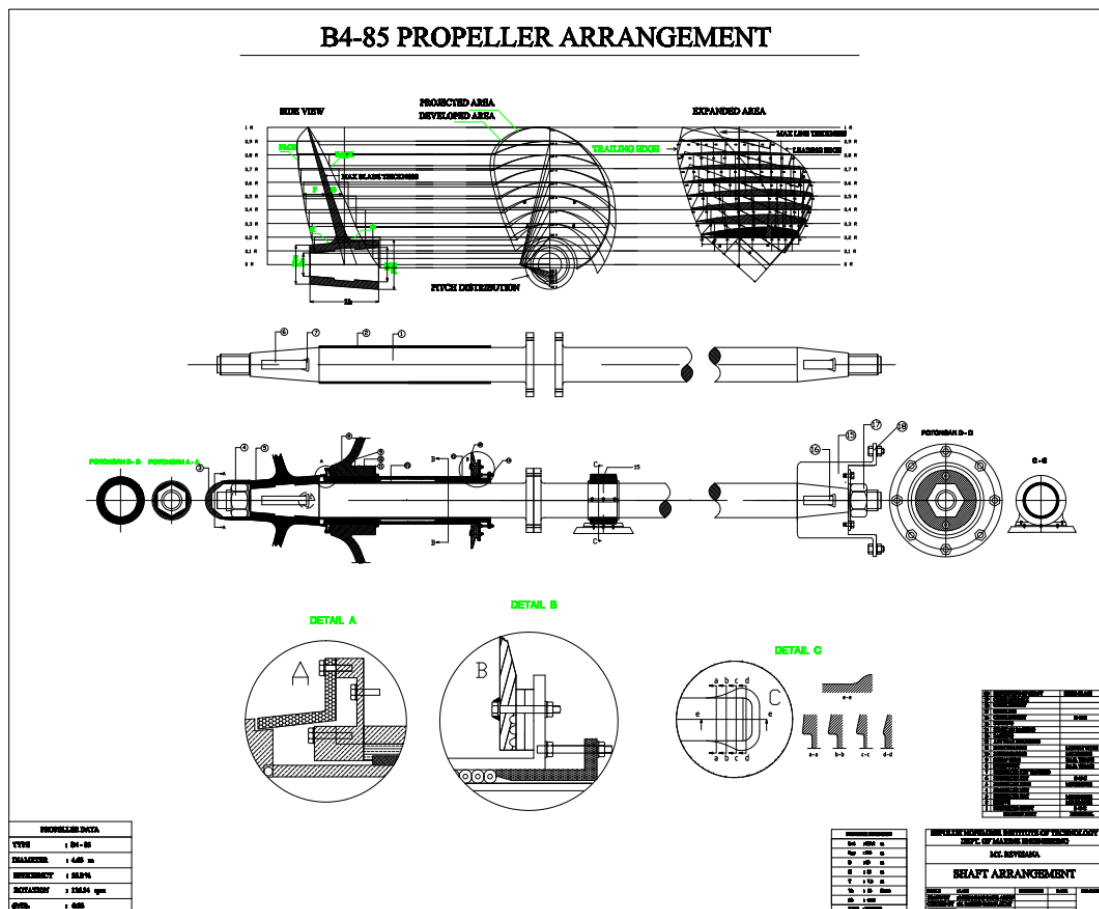
Tinggi buritan berbentuk segiempat untuk panjang kapal  $L \leq 125$  m, maka :

- Lebar =  $(1,4 L) + 90$   
 $= (1,4 \times 105) + 90$   
 $= 237$  mm
  
- Tebal =  $(1,6 L) + 15$   
 $= (1,6 \times 105) + 15$   
 $= 183$  mm

## PERENCANAAN GUARD

Perencanaan gambar untuk guard adalah sebagai berikut :

- Panjang guard = 362 mm
- Tebal guard = 10 mm



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

- Propeler merupakan salah satu alat penggerak utama kapal yang harus diperhitungkan dimensinya dan juga kecocokanya dengan penggunaan jenis mesin penggeraknya.
- Sistem perporosan propeler ada 2 macam, yaitu dengan menggunakan sistem pelumasan air laut dan menggunakan sistem pelumasan minyak. Pemilihan jenis sistem pelumasan, bisa direncanakan sesuai dengan kebutuhan dan pertimbangan teknis lain.
- Perencanaan bearing dan pemilihan bahan materialnya bergantung pada jenis pelumasan yang dipakai.
- Propeler dan sistem perporosannya harus dilakukan pengecekan dan pemeriksaan secara berkala, agar dapat meminimalisasi kerusakan dari propeler dan sistem perporosannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Smith, David.W. "*Marine Auxiliary Machinery*". Newner-Butherworths.  
London. 1975
- Van Lammeran, Dr. Ir. W. P. A., "*Resistance Propulsion and Steering of Ship*". The Technical Publishing Company, H. Stam Haarlem. 1948.
- Harvald, Sv. Aa. "*Tahanan dan Propulsi Kapal*". Edisi terjemahan. Surabaya.  
Airlangga University Press. 1992.
- Soelarso Ms. Me., Ir. "*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*",  
O'Brein, T. P. "*The Design of Marine Screw Propeller*", Amrina. Huitchinson  
and Co. (Publishers) LTD. 1962.
- "Biro Klasifikasi Indonesia Vol. III". Jakarta. 1988.**
- Harrington, L., "*Marine Engineering*".