

BAB II

PERHITUNGAN DAYA MESIN MOTOR INDUK DAN BALING-BALING KAPAL

II.1. PERHITUNGAN DAYA MESIN MOTOR INDUK

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 dibawah ini :

- Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*) = R_F
- Hambatan Gelombang (*Wave Making Resistance*) = R_w
- Hambatan Bentuk (*Eddy Making Resistance*) = R_p
- Hambatan Udara (*Air Resistance*) = R_A
- Hambatan Tambahan (*Appendage Resistance*) = R_{AA}
- Hambatan *Bow Thruster* (*Bow Thruster Resistance*) = R_{BT}

a. Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*) = R_F

Hambatan gesek adalah : 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*) = R_w

Hambatan Gelombang adalah : Kapal yang bergerak dalam air akan mengalami hambatan sehingga menimbulkan gelombang yang terbentuk akibat terjadinya variasi tekanan air terhadap lambung kapal pada saat kapal bergerak dengan suatu kecepatan tertentu. Ada tiga jenis gelombang yang biasanya terbentuk pada saat kapal bergerak, yaitu : gelombang haluan, gelombang melintang pada kiri dan kanan lambung kapal serta gelombang buritan.

c. Hambatan Bentuk (*Pressure Resistance / Eddy Making Resistance*) = R_p

Hambatan bentuk adalah : 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*) = R_A

Hambatan kapal : 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 di *towing tank* atau dengan cara pendekatan. Yang dimaksud dengan cara pendekatan adalah cara perhitungan dengan menggunakan rumus pendekatan.

e. Hambatan *Appendage* (*Appendage Resistance*) = R_{AA}

Hambatan *appendage* adalah hambatan yang disebabkan karena adanya penambahan-penambahan pada bagian badan kapal. Penambahan dari perhitungannya adalah dengan menambahkan sebesar 5 % sampai dengan 8 % dari pada hambatan total kapal rancangan

Dalam tugas merancang kapal ini, perhitungan hambatan yang digunakan adalah perhitungan yang terdapat dalam buku Sv. Aa. Harvald terjemahan Sutomo Jusuf (1992:95 - 134).

II.1.2. Diagram Guldhammer dan Harvald

Hambatan (R) dan daya efektif (P_E) untuk kapal dapat dihitung dalam buku Sv. Aa. Harvald Tahanan dan Propulsi Kapal halaman 133 dengan menggunakan rumus :

$$R = C_T \times (1/2 \times \rho \times V^2 \times S) \quad (\text{N})$$

$$P_E = R \times V_S \quad (\text{kW})$$

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 :

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

Atau dapat diambil dari diagram menurut ITTC 1957 dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal Oleh Sv. Aa. Harvald Terjemahan Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc (1992 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 :

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

Dengan faktor $\partial 10^3 C_R / \partial LCB$, dari grafik koreksi koefisien hambatan sisa dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal Oleh Sv. Aa. Harvald Terjemahan Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc (1992 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 :

a) Koreksi LCB

Semua kurva C_R tersebut dimaksudkan untuk kapal yang letak titik benam memanjangnya dekat dengan letak yang saat ini dipandang sebagai letak yang terbaik dan memungkinkan.

Letak LCB yang optimum merupakan kuantitas yang masih agak meragukan dan semua kepustakaan yang ada menunjukkan pendapat yang berbeda-beda sehingga memberikan gambaran yang membingungkan, namun demikian ketergantungan hambatan kapal pada LCB nampak jelas pada kecepatan tinggi.

Sebagai upaya untuk mengatasi kerancuan tersebut maka semua informasi yang ada dikumpulkan dan diringkas dalam diagram $LCB_{standar}$ dalam Sebagaimana disebutkan sebelumnya, karena letak $LCB_{standar}$ dianggap merupakan letak yang memberikan hambatan yang paling kecil maka letak yang lain pada prinsipnya akan memberikan hambatan yang lebih besar. Adapun nilai koreksi tersebut adalah :

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

Oleh Sv. Aa. Harvald Terjemahan Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc (1992 Hal. 130).

b) Koreksi B/T

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

Berdasarkan hasil pemeriksaan materi pengujian yang ada saat ini disarankan memakai rumus koreksi berikut ini :

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

Hasil koreksi ini dapat mempunyai harga yang negatif atau positif.

c) Koreksi Bentuk Penampang Melintang

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, kurva hambatan yang diperoleh berdasarkan diagram $L/\nabla^{1/3}$ dan ITTC-57 dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal Oleh Sv. Aa. Harvald Terjemahan Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc (1992 Hal. 120 - 129) dianggap

berlaku untuk kapal yang mempunyai bentuk “standar”, yaitu penampangnya bukan benar-benar berbentuk (U) ataupun (V). Karenanya dalam menghitung daya efektif untuk perancangan awal umumnya tidak diperlukan koreksi untuk bentuk penampang badan kapal.

Jika penampang tersebut merupakan penampang (U) atau (V) yang ekstrem maka untuk harga $10^3 C_R$ dapat dikoreksi sebagai mana berikut :

Tabel 2.1 Nilai Penampang

Bagian Kapal	Nilai Penampang	Nilai Penampang
Badan depan	Ekstrem U	Ekstrem V
	-0,1	+ 0,1
Badan belakang	Ekstrem U	Ekstrem V
	+0,1	- 0,1

Koreksi ini berlaku untuk kecepatan V/\sqrt{gL} dalam rentang 0,20 ~ 0,25. Selain itu, bentuk standar harus dipandang sebagai bentuk yang mempunyai garis yang dirancang dengan baik, jika garis perancangan tersebut harus diubah untuk menyesuaikan kebutuhan operasional kapal atau besarnya daya harus diberikan kelonggaran, maka disarankan agar C_R dinaikkan sebesar 10% dan untuk garis perancangan yang tidak optimal diberikan 20%.

d) Koreksi Anggota Badan Kapal

- Daun Kemudi : Tidak ada koreksi, karena bentuk standar sudah mencakup daun kemudi.
- Lunas Bilga (Lunas Sayap) : Tidak ada koreksi.
- Boss Baling-baling : Untuk kapal penuh, C_R dinaikkan sebesar 3% - 5%.
- Braket & poros baling-baling : Untuk bentuk kapal ramping, C_R dinaikkan sebesar 5% - 8%.

e) Koreksi Hambatan Tambahan

Pemberian koreksi pada C_{FS} untuk kapal merupakan cara yang umum dilakukan dalam praktek dan sudah bertahun-tahun lamanya diterapkan untuk memperhitungkan pengaruh kekasaran permukaan kapal mengingat bahwa permukaan kapal tidak akan pernah semulus permukaan model.



Untuk kapal dengan	$L \leq 100 \text{ m,}$	$10^3 C_A = 0,40$
	$L = 150 \text{ m}$	$10^3 C_A = 0,20$
	$L = 200 \text{ m}$	$10^3 C_A = 0$
	$L = 250 \text{ m}$	$10^3 C_A = -0,20$
	$L \geq 300 \text{ m}$	$10^3 C_A = -0,30$

f) Koreksi Anggota Badan Kapal

Koreksi pada anggota badan kapal, digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{F'} = C_F \frac{S_1}{S}$$

Dimana : S = Luas permukaan basah badan kapal dan

S_1 = Permukaan basah badan dan anggota badan kapal

g) Koreksi Hambatan Udara dan Kemudi

Koreksi hambatan udara = $10^3 C_{AA} = 0,07$

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

h) Koreksi Pelayaran Dinas (*Sea Margin*)

Hambatan dan daya efektif yang dihitung dengan memakai diagram yang diberikan di sini berlaku untuk kapal dalam kondisi pelayaran percobaan, yaitu untuk kondisi ideal dari segi angin, gelombang, kedalaman air dan kemulusan badan kapal. Untuk kondisi rata-rata pelayaran dinas harus diberikan kelonggaran tambahan pada hambatan dan daya efektif yang disebabkan oleh angin, laut, korosi dan *fouling* pada badan kapal.

Tambahan kelonggaran ini sangat tergantung pada jalur pelayaran. Kelonggaran rata-rata untuk pelayaran dinas (kadang-kadang disebut *margin* atau *service margin*) untuk hambatan atau daya efektif adalah sebagai berikut :

- 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 %.

Untuk kapal rancangan akan melewati jalur pelayaran Asia Timur.

II.1.3. Data-Data Kapal Rancangan

Berdasarkan Hydrostatic Kapal Rancangan *Ferry Ro-Ro 300 GT* adalah :

<i>Length Over All</i>	(LOA)	= 39,38 m
<i>Length Water Line</i>	(LWL)	= 36,064 m
<i>Length Between Perpendicular</i>	(LPP)	= 34,45 m
<i>Breadth Moulded</i>	(B mld)	= 11,00 m
<i>Height Moulded</i>	(H mld)	= 3,30 m
<i>Draft Moulded</i>	(T mld)	= 2,20 m
<i>Coefficient Block</i>	(Cb)	= 0,644
<i>Coefficient Midship</i>	(Cm)	= 0,966
<i>Coefficient Waterline</i>	(Cw)	= 0,848
<i>Coefficient Prismatic</i>	(Cp)	= 0,667
<i>Displacement</i>	(Δ)	= 576,30 Ton
<i>Volume Displacement</i>	(∇)	= 562,53 m ³
<i>Speed</i>	(Vs)	= 12,00 Knots
<i>Wetted Area</i>	(S)	= 411,366 m ²
<i>Watted Surface Area</i>	(WSA)	= 430,639 m ²
<i>LCB from Amidsh</i>		= -1,147

A.B.K	=	16 orang
Penumpang Dek	=	206 orang
Kendaraan	=	6 Truk Besar
	=	12 Truk Sedang

II.1.4. Perhitungan Hambatan Kapal Pada Kecepatan 12 Knots

1. Froude Number (F_n) (Sv. Aa. Harvald halaman 119)

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{g \times L}}$$

dimana :

$$\begin{aligned} V_s &= \text{Kecepatan kapal (m/dt)} \\ &= 12,00 \times 0,5144 = 6,173 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= \text{Gaya gravitasi (m/dt}^2\text{)} \\ &= 9,81 \text{ m/dt}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LWL &= \text{Panjang garis air kapal (m)} \\ &= 36,064 \text{ m} \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned} F_n &= \frac{6,173}{\sqrt{9,81 \times 36,064}} \\ &= 0,328 \end{aligned}$$

2. Koefisien Hambatan Sisa (C_R)

Untuk menentukan koefisien hambatan sisa kapal rancangan digunakan grafik disesuaikan dengan koefisien prismatik (C_p), $L/\nabla^{1/3}$ dan juga F_n dari pada kapal rancangan.

Sebelum menghitung hambatan sisa kita harus mencari nilai $L/\nabla^{1/3}$ dari kapal rancangan :

$$L/\nabla^{1/3} = \frac{LWL}{(\nabla)^{1/3}} \text{ (Sv. Aa. Harvald halaman 120 s/d 128)}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} LWL &= \text{Panjang garis air kapal rancangan} \\ &= 36,064 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \nabla &= \text{Volume displacement kapal rancangan} \\ &= 562,53 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} L/\nabla^{1/3} &= \frac{36,064}{(562,53)^{1/3}} \\ &= 4,37 \end{aligned}$$

Untuk menentukan $10^3 C_R$ pada $L/\nabla^{1/3} = 4,37$ digunakan cara interpolasi, yaitu dengan $L/\nabla^{1/3} = 4,00$ dan $L/\nabla^{1/3} = 4,50$.

$$L/\nabla^{1/3} = 4,00 \quad F_n = 0,328 \quad 10^3 C_R = 7,68 \quad (\text{Grafik 5.5.5})$$

$$L/\nabla^{1/3} = 4,50 \quad F_n = 0,328 \quad 10^3 C_R = 6,85 \quad (\text{Grafik 5.5.6})$$

$$L/\nabla^{1/3} = 4,37 \quad F_n = 0,328 \quad 10^3 C_R = \dots\dots\dots$$

$$10^3 C_R = 7,68 + \left[\frac{4,37 - 4,00}{4,50 - 4,00} \right] (6,85 - 7,68)$$
$$= 7,07$$

3. Koreksi B/T

Dinyatakan harga C_R untuk kapal yang mempunyai rasio lebar sarat kapal lebih besar atau lebih kecil $B/T = 2,50$ harus dikoreksi dengan rumus berikut :

$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(B/T=2,5)} + \underbrace{0,16(B/T - 2,5)}_{\text{koreksi}} \quad (\text{Sv. Aa. Harvald halaman 119})$$

Harga koreksi tersebut dapat positif dan negative.

$$B/T = 11,00 / 2,20$$
$$= 5,00 > 2,50$$

Diketahui $B/T = 5,00$ dan hasilnya lebih besar dari 2,50 maka harga C_R harus dikoreksi dengan :

$$B/T > 2,50, \text{ maka koreksi;}$$
$$= 0,16 (B/T - 2,50)$$
$$= 0,16 (5,00 - 2,50)$$
$$= 0,4 \cdot 10^{-3}$$

4. LCB

Untuk menentukan koreksi LCB dari kapal rancangan dilihat dari hidrostatik kapal rancangan yaitu : - 1,147

5. Koreksi Penampang Bentuk Depan dan Belakang Kapal

Tabel 2.2 Nilai Penampang

Bagian Kapal	Nilai Penampang	Nilai Penampang
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 buku Tahanan dan Propulsi Kapal Oleh Sv. Aa. Harvald Terjemahan Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc 1992) 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 penampang badan kapal (koreksi = 0).

6. Koreksi Bentuk Haluan Kapal

Menurut Sv. Aa. Harvald pada halaman 131 koreksi bentuk haluan ini harus dipandang sebagai bentuk haluan kuno tanpa gelembung. Untuk kapal rancangan ini tidak menggunakan gelembung (*bulbous bow*) sehingga tidak perlu diadakan koreksi. Koreksi bentuk haluan kapal = 0 (nol).

7. Koreksi Anggota Badan Kapal

Menurut Sv. Aa. Harvald pada halaman 132 koreksi yang dilakukan untuk bentuk anggota badan kapal terdiri dari :

- *Boss* baling-baling = 3 % ~ 5 %
= 5 % x C_R
= 5 % x 7,07
= 0,35

- *Shaft Bracket* = 5 % ~ 8 %
= 8 % x C_R

- = 8 % x 7,07
- = 0,57
- Lunas Bilga = 0 % (tidak ada koreksi)
- Daun kemudi = 0 % (tidak ada koreksi)

8. Koefisien Hambatan Sisa Total

Menurut Sv. Aa. Harvald dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal setelah dilakukannya pengkoreksian terhadap $10^3 C_R$, maka selanjutnya dilakukan penjumlahan terhadap seluruh komponen $10^3 C_R$.

Tabel 2.3 Hambatan Total

No.	Komponen C_R	Hasil
1.	Koefisien hambatan sisa (C_R)	7,07
2.	Koreksi B/T	0,40
3.	Koreksi LCB	1,147
4.	Koreksi penampang depan dan belakang kapal	0,00
5.	Koreksi bentuk haluan kapal	0,00
6.	Koreksi anggota badan kapal	0,92
	$\Sigma 10^3 C_R =$	9,537

9. Menentukan Reynold Number (Rn)

Untuk menentukan Reynold Number (Rn) dari kapal rancangan digunakan rumus Reynold, yaitu :

$$10^{-6} Rn = \frac{10^{-6} (Vs \times LWL)}{\nu} \quad (\text{Sv. Aa. Harvald pada halaman 118})$$

Dimana :

$10^{-6} Rn$ = Reynold number kapal rancangan

Vs = Kecepatan kapal rancangan

$$= 12,00 \text{ Knot} \times 0,5144$$

$$= 6,173 \text{ m/s.}$$

LWL = Panjang garis air kapal rancangan

$$= 36,064 \text{ m}$$

ν = Viskositas

$$= 1,1883 \cdot 10^6$$

Maka :

$$10^{-6} R_n = \frac{(6,173 \times 36,064)}{1,1883 \times 10^6}$$
$$= 187,346 \times 10^6$$

10. Koefisien Hambatan Gesek (C_F)

Untuk menentukan C_F didapat dari grafik 5.5.14 buku Sv. Aa. Harvald pada halaman 129 yang merupakan grafik ITTC-57, grafik tersebut didasarkan pada panjang kapal dan kecepatan kapal rancangan.

$$L = 36,064 \text{ m } V = 6,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,91$$
$$L = 36,064 \text{ m } V = 7,00 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F = 1,86$$
$$L = 36,064 \text{ m } V = 6,173 \text{ m/dt}^2 \quad 10^3 C_F =$$

$$10^3 C_F = 1,91 + \left[\frac{6,173 - 6,00}{7,00 - 6,00} \right] (1,86 - 1,91)$$
$$= 1,906$$

11. Koreksi Anggota Badan Kapal (C_F)

Koreksi pada anggota badan kapal, digunakan rumus, yaitu :

$$C_F' = C_F \times \frac{S'}{S} \text{ (Tahanan dan Propulsi Kapal oleh Sv. Aa. Harvald$$

halaman 132 rumus 5.5.25)

Dimana :

C_F' = Koefisien hambatan gesek sesungguhnya

C_F = Koefisien hambatan gesek

$$= 1,906$$

S = Luas Permukaan bidang basah badan kapal

$$= 411,366 \text{ m}^2$$

S' = Luas permukaan bidang basah kapal dan anggota badan kapal

$$= 430,639 \text{ m}^2$$

maka :

$$C_F' = 1,906 \times \frac{430,639}{411,366}$$
$$= 1,99$$

12. Koefisien Tambahan (C_A)

Untuk menentukan ΔC_F diambil dari tabel 5.5.23 pada buku Sv. Aa. Harvald halaman 132 yang didasarkan pada panjang kapal

$$\text{Untuk } L \leq 100 \text{ m} \quad 10^3 C_A = 0,4$$
$$C_A = 0,4 \times 10^{-3}$$

13. Koefisien Hambatan Udara (C_{AA})

Menurut Sv. Aa. Harvald dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal halaman 132 (5.5.26) jika data mengenai angin tidak diketahui dalam perancangan maka koefisien hambatan udaranya adalah :

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

14. Koefisien Hambatan Kemudi (C_{AS})

Menurut Sv. Aa. Harvald dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal halaman 132 (5.5.27) koreksi yang digunakan untuk hambatan kemudi, yaitu : $10^3 C_{AS} = 0,04$ (untuk hambatan kemudi)

15. Koefisien Hambatan Total (C_T')

Menurut Sv. Aa. Harvald dalam buku Tahanan dan Propulsi Kapal koefisien hambatan total adalah penjumlahan dari koefisien-koefisien yang berpengaruh pada kapal.

Koefisien-koefisien yang mempengaruhi dari koefisien hambatan total tersebut adalah :

Tabel 2.4 Coefisien Hambatan Total

No.	Komponen C_T'	Hasil
1.	Koefisien hambatan sisa ($10^3 C_R$)	9,537
2.	Koefisien hambatan gesek ($10^3 C_F$)	1,99
3.	Koefisien hambatan Appendage ($10^3 C_A$)	0,40
4.	Koefisien hambatan udara ($10^3 C_{AA}$)	0,07
5.	Koefisien hambatan kemudi ($10^3 C_{AS}$)	0,04
	$\Sigma 10^3 C_T' =$	12,037

16. Hambatan Total (R_T')

bahwa hambatan total adalah :

$R_T' = C_T (1/2 \rho \cdot V^2 \cdot S)$ (Sv. Aa. Harvald Tahanan dan Propulsi Kapal halaman 133)

Dimana :

C_T' = Koefisien hambatan total
= $12,037 \cdot 10^{-3}$

ρ = Massa jenis air laut
= $104,49 \text{ Kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$

s = *Wetted area* kapal rancangan
= $411,366 \text{ m}^2$

V_s = Kecepatan kapal rancangan
= $12,00 \text{ Knot} \times 0,5144$
= $6,173 \text{ m/s}$

Maka :

$R_T' = 11,86^{-3} (1/2 \times 104,49 \times 6,173^2 \times 411,366)$
= $9857,889 \text{ Kg}$

17. Efektif Horse Power (EHP)

Untuk menentukan Efektif Horse Power (EHP) kapal rancangan digunakan rumus, yaitu :

$$EHP = \frac{V_s \times R_T}{75} \quad (\text{Propulsi Kapal (Ship Propulsion) oleh Ir. Teguh}$$

Sastrodiwongso, MSE pada halaman 25)

Dimana :

\overline{EHP} = Efektif horse power kapal rancangan

V_s = Kecepatan kapal rancangan

$$= 12,00 \text{ Knot} \times 0,5144$$

$$= 6,173 \text{ m/s}$$

R_T = Hambatan total kapal rancangan

$$= 9857.889 \text{ Kg}$$

Maka :

$$EHP = \frac{6,173 \times 9857,889}{75}$$

$$= 811.37HP$$

18. Shaft Horse Power (SHP)

Untuk menentukan Shaft Horse Power (SHP) kapal rancangan digunakan rumus, yaitu :

$$SHP = \frac{1}{2} \times PC^{-1} \times EHP \text{ (Propulsi Kapal (Ship Propulsion))}$$

oleh Ir. Teguh Sastrodiwongso, MSE pada halaman 25)

Dimana :

SHP = Shaft Horse Power kapal rancangan

P_c = Propulsive Coefficient

$$= \eta_H \times \eta_{rr} \times \eta_{po}$$

Faktor arus ikut (w) menurut Taylor untuk kapal berbaling-baling ganda (*twin screw*) :

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

$$= -0,20 + (0,55 \times 0,6)$$

$$= 0,13$$

Faktor pengisapan (t) menurut Taylor untuk kapal berbaling-baling ganda (*twins screw*) :

$$t \approx w$$

Efisiensi lambung kapal (η_H) :

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



$$= \frac{1 - 0,13}{1 - 0,13}$$

$$= 1$$

$$\eta_{rr} = \text{Efisiensi Rotary relative (twin screw } <1,00 \approx \pm 0,985)$$

$$= 0,985$$

$$\eta_p = \text{Efisiensi baling-baling dari percobaan model} = 0,50 \sim 0,65$$

$$= 0,57$$

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

$$= 1 \times 0,985 \times 0,508$$

$$= 0,50$$

$$SHP = \frac{1}{2} \times (0,50)^{-1} \times 811,37$$

$$= 811,37 \text{ HP}$$

19. Brake Horse Power (BHP)

Koreksi pemakaian Gear Box $\eta_r = 3 \%$

Koreksi letak kamar mesin $\eta_{rm} = 3 \%$

Kelonggaran dinas (sea margin) = 15% ~ 20%

$$NCR = (100 + 15 + 3 + 3) \% \times SHP$$

$$= (100 + 15 + 3 + 3) \% \times 811,37 \text{HP}$$

$$= 815,80 \text{ HP untuk } 1 \text{ M/E}$$

$$= 981,758 \text{ HP} \times 0,736$$

$$= 722,574 \text{ KW}$$

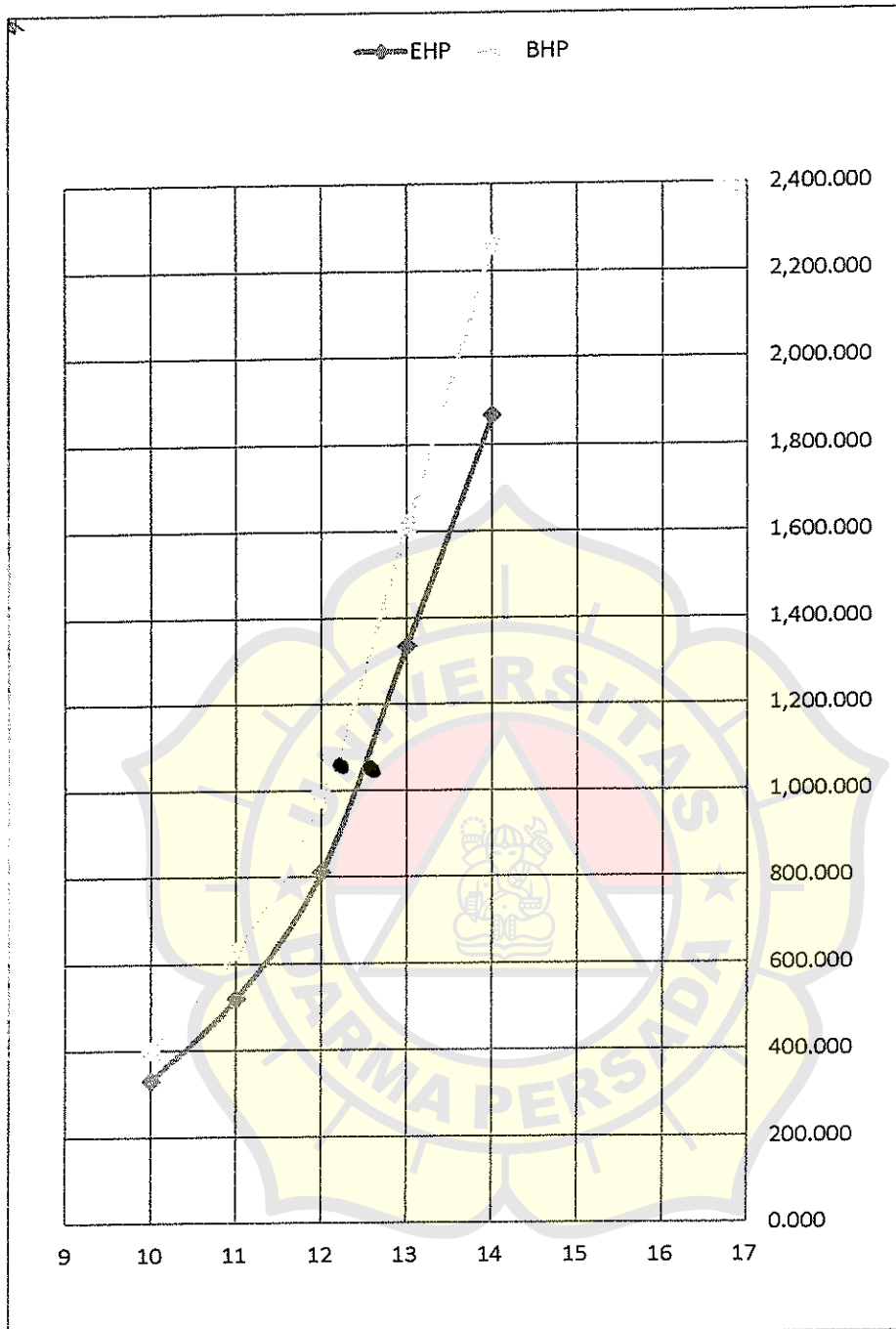
Kurva BHP dan EHP untuk 1(satu) Mesin dengan perbandingan 5 (lima)

Kecepatan

NO	RUMUS	SATUAN/ SUMBER RUMUS	KECEPATAN										
			10	11	12	13	14						
1	VS	knot	10	11	12	13	14						
2	VS	m ² /dt ²	5,144	5,658	6,173	6,682	7,201						
3	VS ²		26,461	32,013	38,106	44,715	51,854						
4	Fn = V/(g X l)		0,27	0,30	0,328	0,35	0,38						
5	1/2.p.S.V ²	kg	558,749,387	688,033,192	818,967,166	961,078,463	1,112,545,316						
6	10 ³ Cr (L / v%)		4.100	5.500	7.070	7.040	7.527						
7	KOREKSI B/T		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
8	KOREKSI LCB		0.9	0.93	1.147	4.76	6.088						
9	KOREKSI GARIS PENAMPANG		0	0	0	0	0						
10	KOREKSI BENTUK HALUAN		0	0	0	0	0						
11	KOREKSI ANGGOTA BADAN		0.53	0.715	0.919	0.92	0.98						
12	RESULTAN 10 ³ Cr	6+7+8+9+10+11	5.93	7.55	9.536	13.12	14.99						
13	10 ⁻⁶ Rn	v.L / u	156.116	171.716	187.346	315.807	340,082						
14	10 ³ Cf ITC 1997		1.953	1.900	1.906	1.893	1.87						
15	10 ³ Cf		2.050	1.980	1.990	1.980	1.956						
16	10 ³ Ca		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4						
17	10 ³ CA		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07						
18	10 ³ CAS		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04						
19	10 ³ CT = CR+CF+CA+CAA+CAS		8.493	10.035	12.036	15.605	17.460						
20	Rt = CT X (1/2.p.s.v ²)	kg	4,830,389	6,904,413	9,857,171	14,997,041	19,459,380						
21	EHP = V . Rt / 75	Hp	331.300	520.869	811.370	1,336.136	1,868.360						
22	P.C	l	0.500	0.500	0.500	0.500	0.560						
23	SHP = 1/2 EHP x (P.C) ⁻¹	Hp	331.300	520.869	811.370	1336.136	1868.36						
24	BHP = SHP+(G.B%+L.K.M%+S.M)XSHP	Hp	400.873	630.252	981.758	1616.725	2260.716						



KURVA 5 KECEPATAN





Dari kurva diatas, maka dapat ditentukan besarnya daya motor induk yang digunakan untuk kapal rancangan. Adapun yang harus dipertimbangkan untuk pemilihan motor induk antara lain : SFC rendah sesuai dengan BHP, bobotnya lebih ringan, dimensinya lebih kecil sesuai dengan penempatan ruang mesin, suku cadangnya mudah didapat, biaya operasional serta biaya perawatannya ekonomis. Dari beberapa pertimbangan diatas maka motor induk yang dipilih dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Merk : WARTSILA
- Type : W 4L20
- Jumlah silinder : 6
- Bore & Stroke : 200 x 280 (mm)
- Daya : 1080 HP (800 KW)
- Putaran Mesin : 1000 Rpm
- Berat mesin : 7.2 Ton
- Konsumsi bahan bakar (*Sfoc) : 197 g/kWh
- Dimensi : 2510 × 1348 × 1483 (mm)

Gearbox yang di gunakan sebagai berikut :

- Merk : Wuchai
- Type : Advance 90 mg
- Ratio : 1 : 1,46

Dengan menggunakan mesin induk diatas maka kecepatan kapal yang dicapai adalah sebesar 12,4 knot.

II.2 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 kavitas, 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 ke depan yang diberikan oleh suatu mekanisme penghasil gaya dorong. Mekanisme demikian adalah baling-baling. Baling-baling ini menghasilkan gaya dorong searah dengan gerakan kapal. Gaya dorong ini ditimbulkan 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 olah gerak dan menghasilkan kerja yang baik.

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

- Diameter baling-baling optimum.
- *Thrust Horse Power*.
- Putaran baling-baling.
- Jumlah daun baling-baling.
- Efek kavitas terhadap baling-baling.
- Kekuatan baling-baling

II.2.1 Perencanaan Baling-Baling Kapal

Perencanaan penentuan dimensi baling-baling akan sangat menentukan terhadap hasil kinerja kapal rancangan. Adapun perencanaan baling-baling yang dipilih adalah memakai baling-baling type “B” Wageningen sedangkan perencanaannya memakai $Bp-\delta$ diagram dari baling-baling tipe “B-4” hasil dari Open Water Test di Netherland Ship Model Basin (NSMB) (sekarang berganti nama Maritime Research Institute Netherland = MARIN). Langkah-langkah perencanaannya sebagai berikut :

1. Diameter Optimum, Pitch Ratio dan Propeller Efficiency

Koefisien Baling-Baling

Untuk Menentukan koefisien baling-baling menggunakan rumus, dalam buku *principal naval architecture*, hal : 412, yaitu:

$$Bp = \frac{N_K \times \sqrt{SHP}}{Va^{2.5}}$$

Dimana :

N_K = Putaran baling-baling setelah dikoreksi (Nm)

SHP = Shaft Horse Power (HP-British)

Va = Advance speed of propeller (knot)

II.2.1.1 Koreksi RPM Baling-baling (N_K)

Karera memakai $Bp-\delta$ diagram maka dilakukan koreksi Scale effect

Untuk N sebesar (2% *principal naval architecture*, hal : 421)

Rpm = Putaran mesin utama kapal rancangan
= 1900 rpm

Reduction gear yang dipilih 1 : 3,02

$$N_{\text{baling2}} = \frac{1000}{1,46}$$
$$= 684,93 \text{ rpm.}$$

$$N_K = 0,98 \times 684,93 \text{ (koreksi scale effect 2%)}$$
$$= 671,23 \text{ rpm.}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $N = 671,23$ rpm

II.2.1.2 *Shaft Horse Power (SHP)*

Untuk menentukan *Shaft Horse Power (SHP)* digunakan beberapa Koreksi (*propulsi kapal, Teguh Sastrodiwongso M.S.E.hal,92-93*), yaitu :

- Koreksi 3% untuk gear box
- Koreksi 3 % untuk letak kamar mesin dibelakang
- Koreksi *HP Metric* ke *HP British* = $\frac{75}{76}$
- Koreksi *density* dari air tawar ke air laut = $\frac{1.000}{1.025}$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{SHP} &= (\text{BHP} - (3 + 3 + 15)\%) \times \frac{75}{76} \times \frac{1.000}{1.025} \\ &= (1080 - (21)\%) \times \frac{75}{76} \times \frac{1.000}{1.025} \\ &= 821,438 \text{ HP.} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $\text{SHP} = 821,438 \text{ HP}$.

II.2.1.3 *Advance Speed of Propeller (Va)*

Untuk menentukan *advance speed of propeller* dari kapal rancangan digunakan rumus menurut (*propulsi kapal, Teguh Sastrodiwongso M.S.E.hal,82*)

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

Dimana :

V_a = *Advance speed of propeller* (Knot).

w = *Wake Friaction*

= 0,13

V_s = Kecepatan kapal rancangan.

= 12,5 knot

Maka :

V_a = 12,5 (1 - 0,13)

= 10,90 Knot.

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $V_a = 10,9 \text{ Knot}$.

Maka :

$$\begin{aligned} B_p &= \frac{N_K \times \sqrt{SHP}}{V_a^{2.5}} \\ &= \frac{671,23 \times \sqrt{821,438}}{10,90^{2.5}} \\ &= 49,05 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan harga $B_p = 49,05$

II.2.2 Diameter Optimum (D_o)

Untuk menentukan Diameter Optimum (D_o) digunakan rumus :
(propulsi kapal, Teguh Sastrodiwongso M.S.E. hal 94)

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_K}$$

Dimana :

- D_o = Diameter Optimum.
- δ_k = Koreksi *Advance Coefficient*.
- V_a = *Advance Speed* dari *propeller*.
= 10,90 knot.
- N_K = Koreksi Putaran baling-baling
= 671,23 rpm.

- Maka Diameter Optimumnya (D_o) adalah :

- Untuk B4-40

Untuk menentukan harga δ dari $B_p = 36,12$ maka dapat diperoleh dari B_p - δ diagram pada gbr. 115 (*principal naval architecture*, hal 414) :

$$\delta = 279$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 2%

$$\delta = 273,42$$

Hasil dari B_p - δ diagram :

$$\eta_p \text{ (efisiensi propeller)} = 52,8\%$$

$$\Xi_o/D \text{ (Pitc ratio)} = 0,58$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_k}$$

$$D_o = \frac{273,42 \times 10,90}{671,23} = 4,44 \text{ feet dijadikan } m = \times 0,3048 \\ = 1,35 \text{ m}$$

- Untuk B4-55

Untuk menentukan harga δ dari $B_p = 36,12$ maka dapat diperoleh dari B_p - δ diagram pada gbr. 116 (*principal naval architecture*, hal 414) :

$$\delta = 270$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 2%

$$\delta = 264,6$$

Hasil dari B_p - δ diagram :

$$\eta_p \text{ (efisiensi propeller)} = 52,2 \%$$

$$H_o/D \text{ (Pitch ratio)} = 0,67$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times V_a}{N_k}$$

$$D_o = \frac{264,6 \times 10,90}{671,23} = 4,297 \text{ feet dijadikan } m = \times 0,3048 \\ = 1,31 \text{ m}$$

- Untuk B4-70

Untuk menentukan harga δ dari $B_p = 36,12$ maka dapat diperoleh dari B_p - δ diagram pada gbr. 117 (*principal naval architecture*, hal 415) :

$$\delta = 259$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 2%

$$\delta = 253,82$$

Hasil dari B_p - δ diagram :

$$\eta_p \text{ (efisiensi propeller)} = 49,5 \%$$

$$H_o/D \text{ (Pitch ratio)} = 0,72$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times Va}{N_K}$$

$$D_o = \frac{253,82 \times 10,90}{671,23} = 4,122 \text{ feet dijadikan } m = \times 0,3048 \\ = 1,26 \text{ m}$$

- Untuk B4-85

Untuk menentukan harga δ dari $B_p = 21,30$ maka dapat diperoleh dari B_p - δ diagram pada gbr. 118 (*principal naval architecture*, hal 415) :

$$\delta = 251$$

Koreksi dari Open Condition menjadi Behind Condition sebesar 2%

$$\delta = 245,98$$

Hasil dari B_p - δ diagram :

$$\eta_p \text{ (efisiensi propeller)} = 49,3 \%$$

$$H_o/D \text{ (Pitc ratio)} = 0,76$$

Maka :

$$D_o = \frac{\delta_k \times Va}{N_K}$$

$$D_o = \frac{245,98 \times 10,90}{671,23} = 3,99 \text{ feet dijadikan } m = \times 0,3048 \\ = 1,22 \text{ m}$$

Untuk perencanaan baling-baling ini menggunakan perbandingan dari beberapa jenis *propeller* tipe B, yaitu B4-40, B4-55, B4-70 dan B4-85. Dari grafik B_p - δ diagram itu didapatkan untuk harga $B_p = 49,05$ adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5 Diameter Optimum

No	Item	D	H/D	η_p
1	B4-40	1,35	0,58	52,8%
2	B4-55	1,31	0,67	52,2%
3	B4-70	1,26	0,72	49,5%
4	B4-85	1,22	0,76	49,3%

II.3 Perhitungan Kavitasasi

Untuk mengatasi atau mengurangi resiko kerusakan pada baling-baling akibat kavitasasi, maka perlu dirancang bentuk dan dimensi baling-baling yang sesuai atau baling-baling bebas kavitasasi.

Oleh sebab itu untuk menentukan diameter baling-baling yang optimal, bebas kavitasasi, serta mempunyai efisiensi yang cukup baik, maka harus diadakan perhitungan-perhitungan untuk penentuan diameter baling-baling.

Kavitasasi 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 kavitasasi maka akan menimbulkan suara berisik dan getaran pada baling-baling yang mengurangi unjuk kerjanya secara optimum. Pemilihan ukuran baling-baling dengan resiko kavitasasi terkecil dengan memakai diagram kavitasasi (*Burrill*).

II.3.1 Konstanta Kavitasasi

Untuk menentukan kavitasasi pada *propeller* pada posisi $\sigma_{0,7}$ digunakan (propulsi kapal, Teguh Sastrodiwongso M.S.E. hal 101)

rumus:
$$\sigma_{0,7} = \frac{(P_o - e) - (0,7R \times \gamma)}{1/2 \cdot \rho \cdot \underbrace{(V_a^2 + (2\pi \cdot 0,7R \cdot n)^2)}_{v^2}}$$

Dimana :

- P_o = Beda tekanan statik pada sumbu *propeller*.
- ρ = Kerapatan air laut.
= 104,49 Kg.det²/m⁴.
- V_a = *Advance Speed* dari *propeller*.
= 10,90 Knot.
- n = Koreksi putaran *propeller* perdetik
= 11,187 Rps



Maka :

Beda Tekanan statik pada sumbu poros *propeller* (P_o) adalah :

- | | | | |
|--|-------|---|---------------------------------|
| a. Sarat air kapal (Draft) | T | = | 2,20 m |
| b. Tinggi sumbu poros baling2 thd garis dasar kapal | h_1 | = | <u>0,75 m</u> - |
| | | = | 1,45 m |
| c. Tinggi Gelombang (3/4 % Lpp) | h_2 | = | <u>0,26 m</u> + |
| Water head diatas garis/sumbu poros <i>propeller</i> | | = | 1,71 m |
| d. Tekanan hidrostatik pada garis/sumbu poros <i>propeller</i> di air laut (1,71 m x 1025 kg/m ³) | | = | 1752,75 kg/m ² |
| e. (tekanan atmosfer) - (vapour pressure = e) | | = | <u>10100 kg/m²</u> + |

(Tekanan statis digaris sumbu poros *propeller*) - (e) = 11852,75 kg/m²

Dari perhitungan ditetapkan harga $P_o - e = 11852,75 \text{ kg/m}^2$.

Maka konstanta kavitasi adalah :

- Untuk B4-40

$$\sigma_{0,7} = \frac{11852,75 - (0,7 \times 0,675 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (10,90^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,675 \times 11,187)^2)}$$

$$= 0,178$$

- Untuk B4-55

$$\sigma_{0,7} = \frac{11852,75 - (0,7 \times 0,655 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (10,90^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,655 \times 11,187)^2)}$$

$$= 0,188$$

- Untuk B4-70

$$\sigma_{0,7} = \frac{11852,75 - (0,7 \times 0,63 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (10,90^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,63 \times 11,187)^2)}$$

$$= 0,202$$

- Untuk B4-85

$$\sigma_{0,7} = \frac{11852,75 - (0,7 \times 0,61 \times 1025)}{0,5 \times 104,49 (10,90^2 + (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,61 \times 11,187)^2)}$$
$$= 0,214$$

II.3. 2 Koefisien Gaya Dorong (τ)

Untuk menentukan koefisien gaya dorong ini digunakan rumus (propulsi kapal, Teguh Sastrodiwongso M.S.E. hal 101) sebagai berikut :

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

Dimana :

• Penentuan Thrust (T)

Untuk menentukan *thrust* digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

$$THP = \frac{T \cdot Va}{75} \rightarrow T = \frac{THP \cdot 75}{Va}$$

$$\eta_p = \frac{THP}{SHP} \rightarrow THP = \eta_p \cdot SHP$$

Maka :

$$T = \frac{SHP \times \eta_p \times 75}{Va}$$

Dimana :

T = Thrust.

SHP = Shaft Horse Power = 821,438 HP.

η_p = Propulsive Efficiency.

Va = Advance speed of propeller. = 10,90 knot

Maka :

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

$$T = \frac{821,438 \times 0,528 \times 75}{10,90}$$
$$= 2984,307 \text{ kg}$$



- Untuk B4-55 dan $\eta_p = 52,2\%$

$$T = \frac{821,438 \times 0,522 \times 75}{10,90}$$
$$= 2950,394 \text{ kg}$$

- Untuk B4-70 dan $\eta_p = 49,5\%$

$$T = \frac{821,438 \times 0,495 \times 75}{10,90}$$
$$= 2797,788 \text{ kg}$$

- Untuk B4-85 dan $\eta_p = 49,3\%$

$$T = \frac{821,438 \times 0,493 \times 75}{10,90}$$
$$= 2786,483 \text{ kg}$$

• **Penentuan *Project Area of The Blade* (F_p)**

Untuk menentukan *project blade area* digunakan rumus

(Sv. Aa. Harvald Tahanan dan Propulsi Kapal hal 133) yaitu :

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

- Untuk B4-40

Expanded Blade Ratio

$$\frac{F_a}{F} = 0,40 \rightarrow F_a = 0,40 \cdot F$$

Disc Area of The Screw (F)

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2$$
$$= \frac{3,14}{4} \times (1,35)^2$$
$$= 1,43 \text{ m}$$

Expanded Blade Area (F_a)

$$F_a = 0,40 \times 1,43 = 0,572 \text{ m}^2$$

Jadi :

$$F_p = (1,067 - (0,229 \times 0,58)) \times 0,572$$
$$= 0,534 \text{ m}^2$$



- Untuk B4-55

Expanded Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,55 \rightarrow Fa = 0,55 \cdot F$$

Disc Area of The Screw (F)

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times (1,31)^2 \\ &= 1,35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Expanded Blade Area (Fa)

$$Fa = 0,55 \times 1,35 = 0,743 \text{ m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} Fp &= (1,067 - (0,229 \times 0,67)) \times 0,743 \\ &= 0,679 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Untuk B4-70

Expanded Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,70 \rightarrow Fa = 0,70 \cdot F$$

Disc Area of The Screw (F)

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times (1,26)^2 \\ &= 1,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Expanded Blade Area (Fa)

$$Fa = 0,70 \times 1,25 = 0,875 \text{ m}^2$$

Jadi :

$$\begin{aligned} Fp &= (1,067 - (0,229 \times 0,72)) \times 0,875 \\ &= 0,790 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



- Untuk B4-85

Expanded Blade Ratio

$$\frac{Fa}{F} = 0,85 \rightarrow Fa = 0,85 \cdot F$$

Disc Area of The Screw (F)

$$\begin{aligned} F &= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times (1,22)^2 \\ &= 1,17 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Expanded Blade Area (Fa)

$$Fa = 0,85 \times 1,17 = 0,99 \text{ m}^2$$

Jadi:

$$\begin{aligned} F_p &= (1,067 - (0,229 \times 0,76)) \times 0,99 \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

Maka koefisien gaya dorongnya (τ) adalah :

- Untuk B4-40

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

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2984,307}{(0,5 \times 104,49 \times 0,534 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,675 \times 11,187)^2)} \\ &= 0,097 \end{aligned}$$

- Untuk B4-55

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

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2950,394}{(0,5 \times 104,49 \times 0,679 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,655 \times 11,187)^2)} \\ &= 0,080 \end{aligned}$$



- Untuk B4-70

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

$$\tau = \frac{2797,788}{(0,5 \times 104,49 \times 0,790 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,63 \times 11,187)^2)}$$

$$= 0,071$$

- Untuk B4-85

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

$$\tau = \frac{2786,483}{(0,5 \times 104,49 \times 0,88 (2 \times 3,14 \times 0,7 \times 0,61 \times 11,187)^2)}$$

$$= 0,067$$

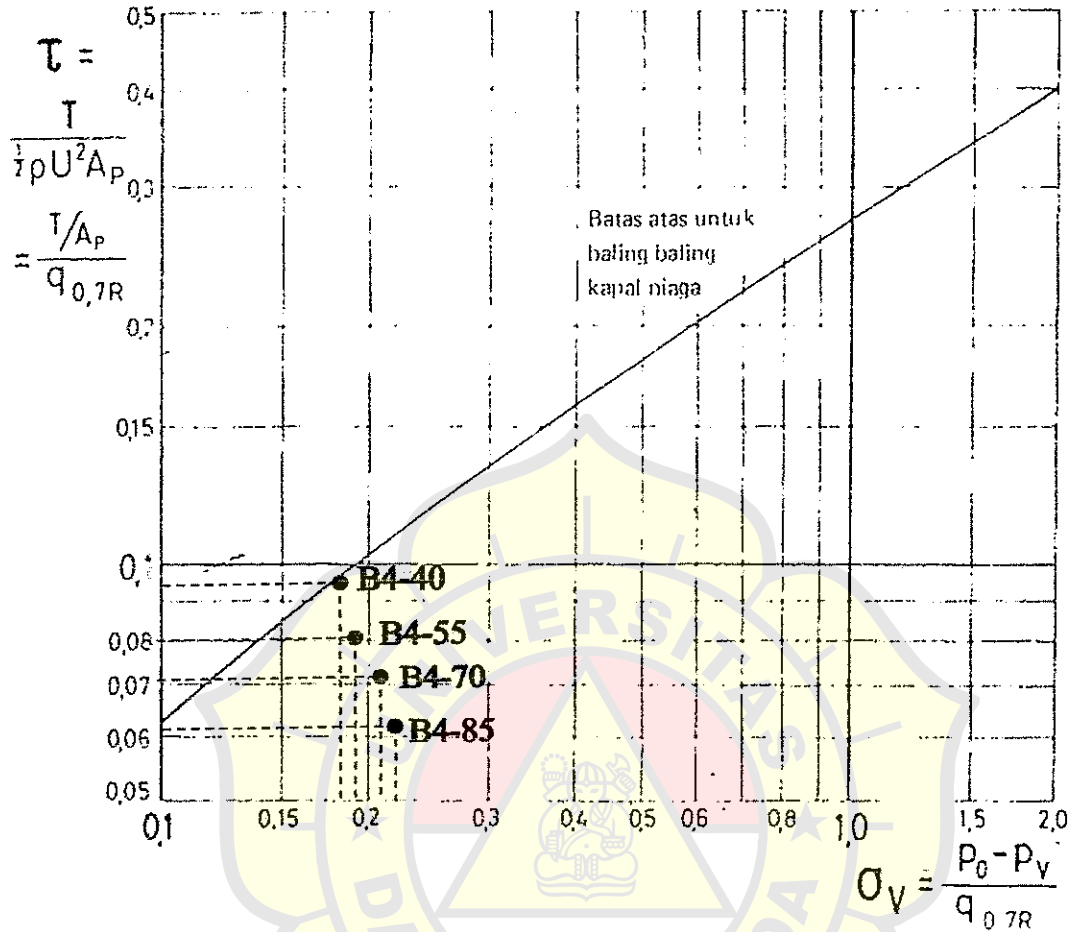
II.3.3 Tabel Perhitungan Kavitasasi

Setelah didapat dilakukan perhitungan kavitasasi diatas, langkah selanjutnya adalah untuk melakukan penggambaran grafik rancangan *propeller*. Berikut dibawah ini adalah tabel hasil perhitungan kavitasasi.

Tabel 2.6 Perhitungan Kavitasasi

	$\sigma_{0,7}$	τ	F_p/F_a	F_a/F	F	F_a	F_p
B4-40	0,178	0,097	0,93	0,40	1,43	0,572	0,534
B4-55	0,188	0,080	0,91	0,55	1,35	0,743	0,679
B4-70	0,202	0,071	0,90	0,70	1,25	0,875	0,790
B4-85	0,214	0,067	0,89	0,85	1,17	0,99	0,880

Prediksi Resiko kavitasi dengan Diagram Burrill



Dari diagram Burrill diketahui harga resiko kavitasi dari B4-40, B4-55, B4-70, dan B4-85. Direncanakan propeller yang akan Dengan demikian spesifikasi *propeller* yang diperlukan untuk penggerak kapal rancangan ini adalah sebagai berikut:

- Type propeller berada pada : B4- 40
- Diameter propeller (D) : 1,35 M
- Pitch Ratio propeller (Ho/D) : 0,58
- Expanded blade ratio (Fa/F) : 0,40
- Effisiensi propeller (η_p) : 52,8 %
- Jumlah daun propeller (Z) : 4



Alasan pemilihan propeller B4-40 adalah :

- Efisiensi *propeller* baik
- Resiko kavitasi kecil
- Created area tidak melebihi batas atas

