

ANALISA PERUBAHAN BENTUK KAPAL TERHADAP KECEPATAN TRANSPORTASI KAPAL LAUT AKIBAT PERUBAHAN UKURAN POKOK

Hedy Cynthia Ririmasse^{*)}

Abstract

A ship is a vehicle used to cross, travel, surveys, fishing, and other. A ship using the machine as a driver with a certain speed and also given a thrust by the propeller which is the result of the engine. Thrust is the removal of water past the boat in the opposite direction of motion and flows around it. The thrust is greater than the resistance worked on the ship and moves with a certain velocity covers; main engine, propeller shaft and propeller. Propeller efficiency associated with the ship speed and propeller diameter while the number of engine's rotation makes a higher efficiency which supported by the number of propeller blades that will produce a steady speed. The main engine is driving the ship with a certain power that is able to give a thrust to overcome the resistance of water, until the ship can cruise at a certain speed. The change of the main dimension causes the changes on the wet surface which result in the resistance in the hull and in the exploitation, speed will decrease. This vessel is a type of a passenger ship goods transportation with such facilities; crew room, kitchen, dining room, engine room, bathroom, quarter deck, and a load space, as owned by other marine transportation which serves as a passenger ship goods. Because of the increases added on the main dimensions, will effect to the other function of ships where the ship will have shape changes that affect the speed, as a result of the resistance happens on the ship. It is also affected to the engine rotation and the other part that changes

Key Word: ship dimension, Speed

I. PENDAHULUAN

Alat transportasi laut yang digunakan sebagai sarana penyeberangan, bepergian, survey, sebagai pemburu, penangkap ikan dan lain-lain yang menggunakan mesin sebagai penggerak dengan kecepatan tertentu, maka padanya diberikan daya dorong yang dihasilkan oleh baling-baling. Daya dorong ini merupakan pemindahan atau pelepasan massa air dengan arah berlawanan gerakan kapal dan flow sekelilingnya. Daya dorong tersebut harus lebih besar dari besarnya tahanan yang bekerja pada kapal dan bergerak dengan kecepatan tertentu; meliputi motor induk, poros baling-baling dan baling-baling.

Efisiensi baling-baling berhubungan dengan kecepatan kapal dan diameter baling-baling; sedangkan jumlah putaran membuat efisiensi lebih tinggi dengan jumlah daun baling-balingnya yang lebih sedikit menyebabkan koefisien kecepatan majunya tetap. Motor induk merupakan penggerak kapal dengan tenaga tertentu yang mampu

memberikan daya dorong untuk mengatasi tahanan air; hingga kapal dapat berlayar dengan kecepatan yang diinginkan. Dengan perubahan yang dilakukan terhadap ukuran pokok kapal; maka akan terjadi penambahan pada luas permukaan basah yang mengakibatkan bertambah pula tahanan air terhadap lambung kapal, sedangkan tenaga motor induk dan propellernya tetap. Oleh sebab itu dalam eksploitasinya, maka akan terjadi penurunan kecepatan kapal. Secara sistematis, tahapan kegiatan penelitian ini adalah bersifat diskritif dengan metode observasi.

II. LANDASAN TEORI

Angkutan penyeberangan yang dimaksud adalah type kapal penumpang barang yang beroperasi pada lintasan antar pulau dengan fasilitas : ruang ABK, ruang nahkoda, ruang dapur, ruang muat, ruang mesin dan kamar mandi yang sesuai kategori fasilitas transportasi antar pulau; jenis materialnya adalah kayu; kapal menggunakan satu motor diesel sebagai

^{*)} Hedy Cynthia Ririmasse; Dosen Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Unpatti

main engine berbalang-balang satu dimana energy mekanis darimesin ditransmisikan ke baling-balang dan diubah menjadi tenaga dorong yang menggerakkan kapal pada kecepatan tertentu. Juga dilengkapi dengan sistim perlengkapan kapal serta si stim perpipaan dan peralatan kemudi. Pembahasan dilakukan berlandaskan :

1. Tahanan Air; dipengaruhi oleh gaya fluida yang terdiri dari : Tahanan Gesek dan Tahanan Sisa; dimana tahanan sisa dijabarkan menjadi Tahanan Gelombang dan Tahanan Bentuk.
2. Tahanan Udara; yang timbul akibat pengaruh angin yang bergerak berlawanan dengan arah kecepatan kapal terhadap konstruksi bentuk dari bangunan atas kapal. Tahanan Total dan Gaya Efektif merupakan fungsi dari kecepatan, olehnya maka dilakukan perhitungan tahanan total kapal; perhitungan tahanan total dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut : Metode Phampel, metodeGuldhammer- Harvald, metode Yamagata, metode Holtrop dan lain-lain. Dalam perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan MetodeHoltrop and Mennen dengan parameter :

Tabel 1 Ukuran Pokok kapal

1. Ukuran Pokok	Sebelum Perubahan	Sesudah Perubahan
Pjg. Seluruh LOA	33,60 M	34,52 M
Pjg. Grs Muat L _L	31,32 M	31,72 M
Pjg Grs Air L _{BP}	30,50 M	30,89 M
Lebar B	6,00 M	6,30 M
Tinggi Geladak H	2,40 M	2,70 M
Tinggi Sarat Air T	1,50 M	1,70 M
Koefisien Blok C _B	0,450	0,452
Koef Gdg Teng C _M	0,823	0,824
Koef Bid Grs Air C	0,720	0,721
Koef Prismatic C _P	0,664	0,665
Depl Volume V	127 M ³	153 M ³
Kecep Servis V _S	9 Knot	11 Knot
Froud Number Fn	0,51	0,62
Luas Per Basah S	171 M ²	187 M ²
Tahanan Total R _T	913,096	1794,897
2. Mesin Induk		Spesifikasi
Jumlah	1 Unit	
Merek	Cartepillar	
Type	3408 - B	
Daya Kontinyu	470 HP	
Putaran Kontinyu	1800 RPM	
Reduction Gear Ratio	4,53 : 1	
Propeller		Spesifikasi
Jumlah Daun Z	4	
Diameter D	0,9	
Blade Area Ratio A _E /A ₀	B4 - 850	
Pitch Diameter Ratio P/D	0,800	
Putaran n	6,616 RPS	

B. Parameter Perhitungan

Untuk menjawab permasalahan ini, maka peneliti membuat perhitungan Tahanan Total dan Daya Efektif kapal sebagai dasar analisa terhadap kecepatan kapal akibat perubahan ukuran pokoknya. Hal Ini dilakukan karena tahanan kapal merupakan factor penting yang dialami suatu kapal waktu bereksplotasi juga merupakan tujuan desain suatu kapal yakni tahanan yang sekecil mungkin.

Tahanan kapal berpengaruh pada besar pemakaian tenaga motor induk dan pemakaian bahan bakar dan juga menentukan daya muat kapal tersebut. Tahanan Total terdiri dari :

$$R_T = R_F(1 + K_1) + R_{APP} + R + R_{TR} + R_A \dots (Kg)$$

Dimana :

- R_F = Tahanan Gesek (Kg).
- (1 + K₁) = Faktor bentuk yang menggambarkan Tahanan viskositas pada bentuk Lambung dalam hubungan dengan R_F.
- R_{APP} = Tahanan Bagian Menonjol (Kg)
- R = Tahanan Gelombang (Kg).
- R_{TR} = Tahanan tambahan pd transom Stern yang terbenam (Kg).
- = Tahanan Korelasi model kapal . . . (Kg)

Dengan demikian maka masing- masing komponen tahanan dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Tahanan Gesek (R_F); dilakukan dengan :

$$R_F = C_F (1/2 V^2 S) \dots \dots \dots (Kg).$$

C_F = koefisien tahanan gesek
 $0,075 / (\log_{10} R_n - 2)^2$
R_n = bilangan Reynold = V . L_{CL} / v;
dimana :
V = Kecepatan Kapal M/det.
L_{CL} = Panjang Garis Air Konstruktif (M).
v = viskositas kinematika air laut . . . (M²/det)
= Masa Jenis Air Laut (Kg.det²/M⁴)
S = luas Permukaan Basa Lambung Kapal . (M²)
= L (2d + B) C_M (0,453 C_n = 0,4425 C_n - 0,2862 C_M 0,003467 + 0,3696 C_p) + 2,38 A_{BT}/C_B . . . (M)

Dimana :

- L = Panjang Garis Air (M)
- B = Lebar Kapal (M)
- d = Tinggi Sarat Air (M)
- C_B = Koefisien Blok

C_p =Koefisien Prismatic
 C_M = Koefisien Midship
 A_{BT} =Luas Penampang Melintang Pada Bulb .. (M^2)

2.Tahanan Bagian Menonjol

$$1 + K_1 = \text{Tahanan Bagian Menonjol}$$

$$1 + K_1 = C_{13} 0,93 + C_{12} (B/L_R)^{0,92497} (0,95 - C_p)^{-0,521448}$$

$$(1 - C_p + 0,0225L_{CB})^{0,6906}$$

Dimana :
 C_p = koefisien Prismatic
 L_{CB} = Posisi longitudinal pada pusat gaya apung = 0,5 L

Kedepan sebagai prosentase pada panjang garis air .
 L_R = Length of the run, diperoleh dengan rumus :
 $L_R/L = 1 - C_p + 0,06 C_p \cdot L_{CB} / (4C_p - 1)$
 $C_{12} = 48,20 (d/L - 0,2)^{2,078} + 0,479948;$

jika $0,02 < d/L < 0,05$
 $C_{12} = 0,479948;$ Jikad/L < 0,02.
 C_{13} = Koefisien spesifik bentuk bagian buritan dan Berhubungan dengan Koefisien C_{Stern} ; Yakni :
 $1 + 0,003 C_{Stern}$

Tabel 2. Nilai C_{Stern}

After Body Form	C_{Stern}
Pram With Gondola	- 25
V – Shaped Section	- 10
Normal Section Shape	0
U – Shaped Section	+ 10

3. Tahanan Bagian Menonjol.

Dihitung dengan persamaan menurut :Holtroph and Mennen Yaitu :

$$R_{APB+} = 0,5 V^2 S_{APP} (1 + k_2 C C_F) . . . Kg.$$

Dimana :

= MasaJenis Air Laut(Kg.det²/M⁴)
 V = Kecepatan Kapal (M/det).
 S_{APP} = Luas Permukaan Basah Bagian Menonjol . . (M²)
 C_F = Koefisien Tahanan Gesek Kapal

Berdasarkan rumus ITTC 1957.
 $1 + K_2$ = Kontribusi Tahanan Bagian Menonjol.
 $1 + K_2 C_q$ = Nilai kombinasi Bagian Menonjol

$$1 + K_2 c. = \frac{(1+K_2)S_A}{S_A}$$

Tabel 3 Nilai $1 + K_2$ Value

Approximate $1 + K_2$		
1.	Shafts Bossin	3,0
2.	Shafts Brackets	3,0
3.	Stabilizer Fins	2,8
4.	Twin-Srew Balance Rudder	2,8
5.	Dome	2,7
6.	Rudder + Shafts Brackets-Twin Srew	2,7
7.	Rudder +Shafts Bossing-Twin Srew	2,4
8.	Rudder Twin Srew	2,2
9.	Hull Bossing	2,0
10.	Bilge Keel	1,4
11.	Shafts	2,0-4,0
12.	Rudder Behind Stern	1.3-1,5

4. Tahanan Gelombang (R_w);

Menurut Holtrop and Mennen adalah :

$$R_w = C_1 C_2 C_5 \nabla \exp\{m_1 F_n^{-0,9} + m_2 \cos (F_n^{-2})\}$$

Dimana :

$$= 1,44 C_p - 0,03 L/B < 12$$

$$= 1,44 C_p - 0,36 L/B > 12$$

$$C_1 = 2223103 C_7^{3,78613} (d/B)^{1,07961} (90 - i)^{-1,37565}$$

Sedangkan :

i = Sudut masuk pada garis Air menurut Bidang Tengah Kapal.

$$C_7 = 0,229577 (B/L)^{0,333333}; \text{ Jika } B/L < 0,11.$$

$$C_7 = (B/L); \text{ Jika } 0,11 < B/L < 0,25$$

$$C_7 = 0,5 - 0,0625 L/B; \text{ Jika } B/L > 0,25$$

$$C_5 = 1 - 0,8 A_T (B.d.C_M)$$

Dimana :

$$A_T = \text{Luas Transom, (M)}$$

$$C_2 = \text{Exp} (- 1,89. C_3)$$

$$C_3 = 0,56 A_{BT}^{1,5} / \{B.d (0,31 (A_{BT}) + d_F - h_B \}$$

A_{BT} = Luas Penampang Lintang pada Bulb (M²)

d_F = Tinggi Sarat Air Didepan (M)

$h_B =$ Posisi Bidang Penampang Lintang A_{BT} di Atas Garis Keel (M)
 $m_1 = 0,0140407 L/d - 1,75254 \nabla^{1/3} / L - 4,79323 B/L - C_{16}$
 $C_{16} = 0,07981 - C_p - 13,8673 C_p^2 + 6,984388 C_p^3$;

Jika $C_p < 0,3$.

$C_{16} = 1,73014 - 0,7067 C_p$; Jika $C_p > 0,8$
 $M_2 = C_{15} \exp(-0,1 \cdot Fn^2)$
 $C_{15} = -1,69385$; Jika $L^3/\nabla < 512$

Tabel 3. Kecepatan dan Tahanan kapal

KECEPATAN		TAHANAN KAPAL			
KNOT	M/DE T	SEBELUM DIUBAH	SESUDAH DIUBAH	TAMBAHAN	
6,00	3,086	343,254	375,593	32,339	9,42 %
7,00	3,601	476,622	520,613	43,991	9,23 %
8,00	4,115	65,987	716,970	60,983	9,30 %
9,00	4,630	913,096	1002,287	89,191	9,77 %
10,00	5,144	1230,710	1368,423	137,713	11,19 %
11,00	5,658	1603,709	1794,897	191,188	11,93 %
12,00	6,173	2191,776	2462,717	270,941	12,36 %
13,00	6,687	3186,472	3620,413	433,941	13,62 %
<u>14,00</u>	<u>7,202</u>	<u>4471,000</u>	<u>5216,425</u>	<u>745,425</u>	<u>16,67 %</u>
<u>15,00</u>	<u>7,716</u>	<u>5574,436</u>	<u>6558,420</u>	<u>983,984</u>	<u>17,65 %</u>

$C_{15} = 0$; Jika $L^3/\nabla > 1727$
 $C_{15} = -1,69385 + (L/\nabla^{1/3} - 8,0)/2,36$;
 Jika $512 < L^3/\nabla < 177$.

5. Tahanan Tambahan Pada Transom Stern yang Terbenam (R_{TR}) ;

Persamaannya adalah :

$R_{TR} = 0,5 \rho V^2 A_T C_6$ (Kg)

Dimana :

$V =$ Kecepatan Kapal (M/det)

$C_6 = 0$; Jika $Fn_T \geq 5$

$C_6 = 0,2 (1 - 0,2 Fn_T)$; Jika $Fn_T < 5$

$Fn_T =$ Froude Number yang tergantung pada benaman Transom.

$Fn_T = V/[2g A_T (B + B \cdot C_{WP})]$

6. Tahanan Korelasi Model Kapal (R_A) :

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Rumus sebagai berikut :

$R_A = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 S \cdot C_A$ (Kg).

Dimana :

$S =$ Luas Permukaan Basah Lambung Kapal .(m²)

$C_A = 0,006 (L + 100)^{-0,16} - 0,00205 + 0,003 (L/7,5) C_B C_2 (0,04 - C$

$C_B =$ Koefisien Blok

$C_4 = d_F/L$; Jikad $F/L \leq 0,04$

$C_4 = 0,04$; Jikad $F/L > 0,04$
 $=$ tinggisarat air kapal (M)

III. PEMBAHASAN

A. Kondisi Kapal

Tabel 6. Perubahan kapal

ITEM	PERUBAHAN KAPAL	
	SEBELUM	SESUDAH
L / B	5.083	4.903
B / T	4.000	3.706
S	171 M ²	187 M ²
∇	127 M ²	153 M ³
CB	0.450546	0.450367

B. Kondisi Tahanan

C. Tenaga Motor Induk

$$PE = \frac{R \cdot V}{7} \dots \dots \dots (PK)$$

Dimana :

$$R_T = \text{TahananKapal} \dots \dots (Kg)$$

$$V = \text{KecepatanKapal} \dots \dots (M/det)$$

$$BHP = P_B = \frac{P_E}{\eta_H \eta_D \eta_S \eta_R} \dots \dots \dots (PK)$$

$$PE = P_B \times \eta_H \times \eta_D \times \eta_S \times \eta_R \dots \dots \dots (PK)$$

$$\eta_H = \text{EfisiensiLambung} = 1,011$$

$$\eta_D = \text{Efisiensi Propeller} = 0,573$$

$$\eta_S = \text{EfisiensiPoros} = 0,980$$

$$\eta_R = \text{EfisiensiReduction} = 0,970$$

HASIL PERHITUNGAN

a. SEBELUM PERUBAHAN

$\eta_H = 1,013$ $\eta_D = 0,425$ $\eta_S = 0,980$ $\eta_R = 0,97$	V		PE	PT	PD	PS	PB
	Knot	M/det	$\frac{R}{75}$	TH x Va	PT/ D	PD/ S	PS/ R
	6,000	3,086	14,126	13,840	32,565	33,229	35,350
	7,000	3,601	22,883	22,480	52,894	53,974	57,419
	8,000	4,115	35,994	83,285	83,285	84,984	90,409
	9,000	4,630	56,364	55,580	130,776	133,445	141,963
	10,000	5,144	84,410	83,336	196,085	200,086	212,858
	11,000	5,658	120,992	119,624	281,468	287,212	305,545
	12,000	6,173	180,392	178,564	420,151	428,725	456,091
	13,000	6,687	284,114	281,246	661,755	675,261	718,362
14,000	7,202	429,311	425,52	1001,245	1021,678	1086,892	

B. SESUDAH PERUBAHAN

$\eta_H = 1,013$ $\eta_D = 0,425$ $\eta_S = 0,980$ $\eta_R = 0,397$	V		PE	PT	PD	PS	PB
	Knot	M/det	$\frac{R \times V}{75}$	TH X Va	PT/ D	PD/ S	PS/ R
	6,000	3,086	15,456	15,396	36,226	36,965	39,325
	7,000	3,601	24,995	24,966	58,744	59,942	63,768
	8,000	4,115	39,340	39,340	92,565	94,454	100,483
	9,000	4,630	61,869	62,028	145,948	148,927	158,433
	10,000	5,144	93,856	94,219	221,692	226,216	24,655
	11,000	5,658	135,417	136,115	320,271	326,807	347,667
	12,000	6,173	202,691	203,744	479,398	481,181	520,406
	13,000	6,687	322,806	324,864	764,386	779,986	829,772
14,000	7,202	504,888	504,766	1187,685	1211,923	1289,280	

$$PE = P_B \times 0,550 \\ = 470 \times 0,550 = 259 \text{ PK.}$$

Dengan berlandas pada table 1 + K₂ Value, perhitungan Tahanan Total dan tenaga motor induk efektif maka diperoleh :

$$V = 12,758 \text{ Knot (Sebelum) Dan} \\ V = 12,469 \text{ Knot (Sesudah).}$$

Elemen sistim propulsi dapat ditentukan dengan berbagai cara seperti berikut :

1. Jika diketahui Kecepatan kapal (V), Tahanan Kapal (R_T), Diameter Propeller (D_b) maka yang akan ditentukan adalah Efisiensi Propeller, Putaran dan Tenaga Motor Induk serta Pitch Ratio.
2. Bila diketahui Kecepatan Kapal, Tahanan Kapal, serta tenaga dan putaran Mesin Induk, maka yang akan ditentukan adalah Efisiensi Propeller dan Diameter Propeller dengan menggunakan tiga variasi kecepatan yakni : 9,10 dan 11 knot. dengan propeller berdaun 4 blade serta variasi luas daun propeller yakni : A_E/A₀ = 0,400; 0,550; 0,700; 0,850 dan 0,100. alasan pemilihan material penelitian adalah karena nilai ofesien adalah:

$$K_n = \frac{V}{\sqrt{H}} \cdot \sqrt[4]{\frac{P}{T}} = 0,797 < 1$$

Dari hasil perhitungan, maka dipilih Propeller dengan efisiensi yang tinggi, bebaskavitasi serta blade area ratio yang kecil.

Penentuan Diameter Propeller Sesuai Penempatannya.

Diameter Propeller ditentukan berdasarkan pada Tinggi sarat (T) dan bentuk konstruksi linggi buritan kapal dan disahkan oleh Biro Klassifikasi Indonesia, dengan ketentuan sebagai berikut :

$$CL = D + 0,09D + 0,04D$$

Dimana :

D = Diameter Propeller.
CL = Jarak Vertikal antara sepatu kemudi dengan linggi buritan kapal.

Dengan sepatu kemudi
0,09 D = Jarak antara ujung Propeller Dengan Linggi Buritan.
Maka pengukuran menjadi : CL = 1,125
Dengan demikian
D = 0,953 M.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan diatas, maka kondisi kapal sebelum dan sesudah perubahan lambung dengan motor induk yang tidak berubah adalah :Kecepatan kapal sebelum berubah sebesar 9 knot, sesudah perubahan dapat mencapai 11 knot, dengan menggunakan criteria perhitungan kecepatan dapat mencapai 12,46 knot; yakni dengan ketentuan jumlah daun propeller yang sama dengan perhitungan yang menyebabkan putaran propeller diperbesar dan mengakibatkan Gear box terpasang tidak cocok karena reductionnya adalah 4,53 : 1.

2.SARAN

Dari perhitungan yang dilakukan disarankan, untuk kecepatan 11 knot bahkan dapat mencapai 12,46 knot dengan Mesin induk terpasang masih layak dipakai namun gearbox harus disesuaikan dengan diameter propeller serta berdasarkan ketentuan Biro Klassifikasi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Comstock, J. P. (1967), **Principle of Naval Architecture and Marine Engineering.**
- Gilmer, T. C. (1984), **Modern Ship Design.** Second Edition, Naval Institute Press, Annapolish, Maryland.
- Harvald, Sv. Aa. (1992), **Tahanan dan Propulsi Kapal.** Aerlangga University Press.
- Holtrop, J. and Mennen, G. G. J. (1978), **A Stastistical Power Prediction Method.** International Ship Building Progress.
- Munro, R. – Smith, (1977), **Ship and Naval Architecture.**
- Sumerlan, D. S. (1983), **Tahanan Penggerak Kapal.** Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Van Mennen, J. D. and Van Oosanen, P. (1988) **Resistance and**

**Propulsion.Principles of Naval
Architecture**, Second Edition, New York.