

# ENGINE MATCHING PROPELLER PADA KAPAL MT. NUSANTARA SHIPPING LINE IV AKIBAT PERGANTIAN SISTEM PROPULSI

Untung Budiarto , M Abdurrohman Raup,

## ABSTRACT

*Study the performance of motor boats are lifted by the propulsion system installed on the ship a bit much effect on the performance of the ship. Where the ship propulsion system will affect the time sailing. These conditions allow the performance of the vessel affected. If there is discrepancy between the propulsion system with engine will result in rotation of the ship main engine is not in accordance with the rotation propeller used, and the power needed can not be satisfied by the engine. This will lead to thrust the ship can not reach optimum condition, while fuel consumption ship became uneconomical, and ultimately lead to high levels of vessel operating costs. Performance in question in this case is the resistance vessels, and the calculation engine boat propeller matching.*

*Research on the performance study of motor boats is expected to provide information on performance engine that is mounted on the ship. From the information can be found correspondence between his engine with propulsor already have a good performance or not. And to provide alternatives when spesific between them have not achieved the desired condition.*

*Based on the calculation and analysis obtained a result which indicates that the current conditions with the old engine and propeller, the ship can not reach the speed of the planned service that is 4 knots. By PT. Kreasi Mas Marine is the turn of the main propulsion system and also planned an increase in boat speed to 8 knots.*

### **Key word:**

***Performance, Engine Matching Propeller***

## PENDAHULUAN

Kapal MT. Nusantara Shipping Line IV merupakan kapal tanker milik PT. Kreasi Mas Marine. Pada bulan juni 2010 kapal MT. Nusantara Shipping Line IV masuk dok di PT. Jasa Marina Indah Unit II Semarang. Karena akan dilakukan penggantian mesin utama (*main engine*). Penggantian mesin utama (*main engine*) karena adanya masalah teknis, diantaranya adalah kapal tidak dapat memenuhi kecepatan dinas sesuai dengan perencanaan yaitu 4 knots dan unjuk kerja kapal saat bermanuver berkurang (berdasarkan wawancara langsung dengan kapten kapal dan KKM).

Akibat dari masalah ini, kapal pada waktu akan berbelok melenceng terlalu jauh. Oleh pemilik kapal yaitu PT. Kreasi Mas Marine melakukan penggantian pada mesin utama dan direncanakan dengan mengganti mesin utama menjadi lebih besar kapasitasnya dan direncanakan pula kecepatan dinasnya menjadi 8 *knots*. Mengacu pada permasalahan tersebut, penulis berkeinginan untuk menganalisa dan memberi alternatif spesifikasi mesin utama (*main engine*) sebagai

pengganti mesin utama lama sehingga kecepatan dinas yang diharapkan (8 *knots*) dapat terpenuhi.

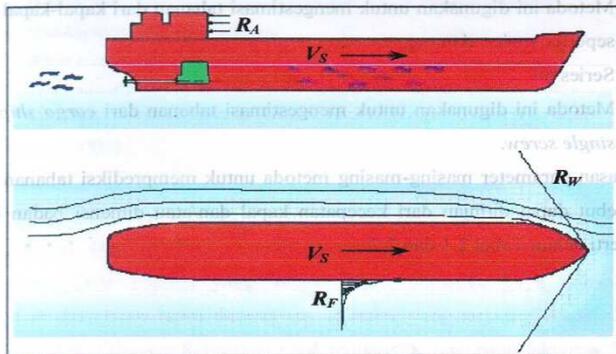
## TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa pengertian dan batasan Engine Matching adalah:

1. Engine Matching adalah metode untuk melihat apakah karakteristik beban propeller dapat dipikul oleh motor penggerak utama untuk menjalankan kapal dengan kecepatan service pada *service continous rating*.
2. Matching Point merupakan suatu titik operasi dari putaran motor penggerak kapal (*engine speed*) yang sedemikian hingga tepat (*match*) dengan karakter beban baling-baling, yaitu titik operasi putaran motor dimana power yang diserap oleh propeller sama dengan power yang diproduksi oleh engine dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati (sama persis) dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan.

## A. TAHANAN KAPAL

Kapal yang bergerak dalam media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat (tahanan atau *resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya tahanan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal ( $V_s$ ), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement weight*,  $\Delta$ ), dan bentuk badan kapal (*hull form*). Kecepatan kapal sangat dipengaruhi oleh sistem penggerak kapal (*propulsion system*), sedangkan *displacement* dan *hull form* ditentukan oleh ukuran utama kapal (*main dimensions*), perbandingan antara ukuran (*ratio*), dan koefisien bentuk kapal (*hull form coefficient*).



berkerja akibat gerakan kapal.

## B. TAHANAN KAPAL

### 1) Tahanan Total

$$R_T = 0,5 \times \rho \times C_T \times S \times V_s^2$$

Dimana :

$\rho$  = adalah massa jenis fluida

$V_s$  = adalah kecepatan kapal

$C_T$  = adalah koefisien tahanan total kapal

$S$  = adalah luasan permukaan basah dari badan kapal

### 2) Tahanan Gesek

$$C = \frac{R}{\rho V_s^2 S}$$

Dimana :  $C$  = Koefisien tahanan kapal

$R$  = Tahanan kapal (N)

$\rho$  = Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = Kecepatan kapal (m/s)

$S$  = Luas permukaan basah (m<sup>2</sup>)

### 3) Tahanan Gelombang

### 4) Tahanan Anggota Badan Kapal

## C. PROPULSI KAPAL

Secara umum kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, maka akan mengalami gaya hambat yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya gaya hambat yang terjadi harus mampu diatasi oleh gaya dorong kapal (*thrust*) yang dihasilkan dari kerja alat gerak kapal (*propulsior*). Daya yang disalurkan (PD) ke alat gerak kapal akan berasal dari daya poros (PS), sedangkan daya poros sendiri bersumber i daya keluaran mesin penggerak kapal atau a mesin (PB) (Harvald, 1985).

### 1) Daya Efektif (*Effective Power*, $P_E$ )

Adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatsi gaya hambat dari badan kapal, agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan *service* sebesar  $V_s$ .

$$P_E = R_T \times V_s = f(V_s^3)$$

Dimana :

$P_E$  = daya efektif

$R_T$  = gaya hambat atau tahanan total

$V_s$  = kecepatan *service* kapal

### 2) Daya Dorong (*Thrust Power*, $P_T$ )

Adalah besarnya daya yang dihasilkan oleh kerja dari *propulsior* (dalam hal ini *propeller*) untuk mendorong kapal.

$$P_T = T \times V_A$$

Dimana

$P_T$  = daya dorong

$T$  = gaya dorong

$V_A$  = kecepatan *advance* aliran

fluida di *propeller disc* (m/detik).

=  $V_s (1-w)$ ; yang mana  $w$  adalah *wake fraction* (fraksi arus ikut)

### 3) Daya Yang Disalurkan (*Delivered Power*, $P_D$ )

Adalah besarnya daya yang diserap oleh *propeller* untuk menghasilkan daya dorong sebesar  $P_T$  atau merupakan daya yang disalurkan oleh *main engine* ke *propeller* yang kemudian diubah menjadi daya dorong kapal.

$$P_D = 2\pi \times Q_D \times n_P$$

Dimana

$P_D$  = daya yang disalurkan (Kw)

$Q_D$  = torsi pada *propeller* saat kondisi dibelakang kapal (k.Nm)

$n_P$  = kecepatan putar *propeller* (rps)

4) Daya Poros (*Shaft Power, P<sub>S</sub>*)

Adalah daya yang terukur hingga daerah di depan bantalan tabung poros (*stern tube*) dari sistem perporosan penggerak kapal

$$P_S = 2\pi \times Q_S \times n_P$$

Dimana

$P_S$  = daya poros

$Q_S$  = torsi pada *propeller shaft*

5) Daya Rem (*brake power, P<sub>B</sub>*)

Adalah daya yang terukur dengan metoda pengereman di *engine test bed* dan merupakan *power output* dari *engine*.

$$P_B = 2\pi \times Q_{ENG} \times n_{ENG}$$

Dimana

$P_B$  = daya rem

$Q_{ENG}$  = torsi yang dihasilkan *engine*

$n_{ENG}$  = kecepatan putar *engine*

6) Daya Yang Diindikasikan (*indicated power, P<sub>I</sub>*)

Adalah daya yang terukur sebagai *engine power*, hasil *combustion process* di ruang bakar, yang merupakan hasil konversi energi dari bahan bakar (*fuel*) menjadi panas untuk menggerakkan mekanisme torak.

$$P_I = m_{fuel} \times C_f = bmep \times L \times A \times n$$

Dimana

$P_I$  = daya yang diindikasikan

$m_{fuel}$  = laju aliran bahan bakar

$C_f$  = nilai kalor bahan bakar

bakar

$bmep$  = tekanan efektif rata-rata rem (*brake mean effective pressure*)

$L$  = langkah torak

$A$  = lusan torak

$n$  = kecepatan langkah gerak torak.

7) *Thrust Deduction.*

$$t = 1 - \frac{R}{T}$$

T standar = 0.5 x Cp-0.12 ; untuk kapal dengan baling-baling tunggal  
= 0.5 x Cp-0.19 ; untuk kapal dengan baling-baling ganda

Atau dapat juga dengan persamaan :

$$t = \frac{0.25014 \left(\frac{B}{L}\right)^{0.28956} \left(\frac{\sqrt{BT}}{D}\right)^{0.2624}}{(1 - C_p + 0.225 LCB)^{0.01762} + 0.0015 \cdot C_{STERN}}$$

Dimana ;  $L$  = lwl kapal (m)

$B$  = lebar kapal (m)

$T$  = sarat kapal (m)

$D$  = 0.914 m  
 $C_p$  = koefisien prismatic

$C_{stern}$  = 0 (konvensional stern)

8) *Wake Fraction (w)*

$$W = 1 - \frac{V_A}{V_S}$$

W standar = 0.70 x Cp ; *single screw* dengan *stern normal*  
= 0.50 x Cp ; *single screw* dengan *stern bulb*

W standar = 0.70 x Cp - 0.3 + 0.3 x  $\left(0.4 - \frac{a}{B}\right)$  ; *twin screw ship*

a = jarak antara 2 poros (m)  
B = lebar kapal (m)

Atau dapat juga dengan persamaan ;

$$W = 0.10 + 4.5 \frac{C_{VP} \cdot C_p \cdot B / L}{(7 - 6C_{VP})(2.8 - 1.8C_p)} + \frac{1}{2} \left( \frac{E}{T} - \frac{D}{B} - k' K \right)$$

Keterangan :  $C_{VP}$  = Vertical Prismatic Coefficient

=  $C_b/C_w$

$C_p$  = Prismatic coefficient

B = Lebar Kapal (m)

L = Lwl (m)

E = Tinggi poros propeller dari base line

K = The rake angle of propeller blade, radian

$k'$  = Koefisien untuk bentuk stern yang terbuat dari potongan kayu = 0.5

## METODOLOGI PENELITIAN

### A. PERHITUNGAN UNTUK KAPAL

Perhitungan tahanan kapal dan perhitungan *Engine Matching Propeller* pada kapal MT. Nusantara Shipping Line IV. Adapun data kapal sebagai berikut:

Nama Kapal : MT. Nusantara Shipping Line IV  
Type Kapal : SPOB  
Pemilik : PT. Kreasi Mas Marine  
Loa : 48.13 meter  
LPP : 46.60 meter  
Breadth : 14.60 meter  
Height : 3.05 Meter  
Draft : 2.60 meter  
Cb : 1  
Displacement : 1621.4 ton

### B. PENGOLAHAN DATA

Dalam penyusunan *Engine Matching Propeller* Pada kapal MT. Nusantara Shipping Line IV Akibat Pergantian

Sistim Propulsi ini digunakan tahapan-tahapan metode dalam melakukan penelitian.

1. Membuat pemodelan lambung kapal sesuai dengan gambar-gambar yang ada dengan menggunakan *software delfship*.
2. Menghitung hambatan (*Resistance*) dan gaya dorong (*Thrust*) kapal pada tiap-tiap kecepatan dengan menggunakan bantuan *software hullspeed*.
3. Memvariasikan kecepatan dan daya dorong dengan menggunakan *software P.O.P (Propeller Optimization Program)*, salah satu *out put* dari *software* ini adalah putaran propeller dan efisiensi propeller. Dari hasil *running* ini dipilih type propeller yang mempunyai efisiensi propulsi yang paling tinggi.
4. Membuat rasio *gear box* yang optimal dengan menyesuaikan putaran propeller rekomendasi dengan putaran mesin.
5. Memberikan analisa alternatif rekomendasi dari hasil perhitungan.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. BEBAN PROPELLER

Vs		Output Item						
Knots	m/s	Thrust (kN)	Dprop	$\rho$	Ae/Ao	P/D	Rpm	J
0,5	0,26	0,215	1,35	1025	0,40	0	0	0
1	0,51	0,805	1,35	1025	0,40	0,7225	61,8	0,2407
1,5	0,77	1,99	1,35	1025	0,40	0,7097	97,4	0,2291
2	1,03	5,345	1,35	1025	0,40	0,6539	162,9	0,1827
2,5	1,29	8,595	1,35	1025	0,40	0,7634	188,5	0,1973
3	1,54	26,445	1,35	1025	0,40	0,6309	350,2	0,1274
3,5	1,80	52,385	1,35	1025	0,40	0,632	487,5	0,1068
4	2,06	75,985	1,35	1025	0,40	0,5	651	0,0872

Vs		Output POP				Q Prop	Hp Engine yang Dibutuhkan	Type cycle, vertical, turbo-charged diesel engine
Knots	m/s	KT	KQ	Eta 0	rad/sec			
0,5	0,26	-	-	-	0,000	-	-	: 4
1	0,51	0,2238	0,0249	0,345	1,030	121	-	: 500
1,5	0,77	0,2221	0,0243	0,333	10,191	294	4	: L :
2	1,03	0,2132	0,0219	0,283	17,050	741	17	670(911)/1938 at flywheel
2,5	1,29	0,2561	0,0292	0,275	19,728	1323	35	Combustion system : Direct injection
3	1,54	0,2283	0,0236	0,196	36,657	3686	181	Dry mass : 2365
3,5	1,80	0,2332	0,0242	0,163	51,023	7351	503	kg
4	2,06	0,1574	0,0144	0,152	68,197	9385	858	

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, dapat kita simpulkan bahwa :

Berdasarkan dari hasil perhitungan *engine matching propeller* yang lama dibutuhkan daya *main engine* sebesar 858 Hp. Sedangkan daya yang tersedia pada *main engine* yang ter-install pada kapal adalah 300 Hp. Artinya *main engine* yang ter-install tidak mampu untuk mencapai kecepatan maximum 4 knots. Untuk itu diperlukan pergantian *main engine* dengan spesifikasi *output* daya yang lebih besar dibandingkan dengan spesifikasi *main engine* yang lama.

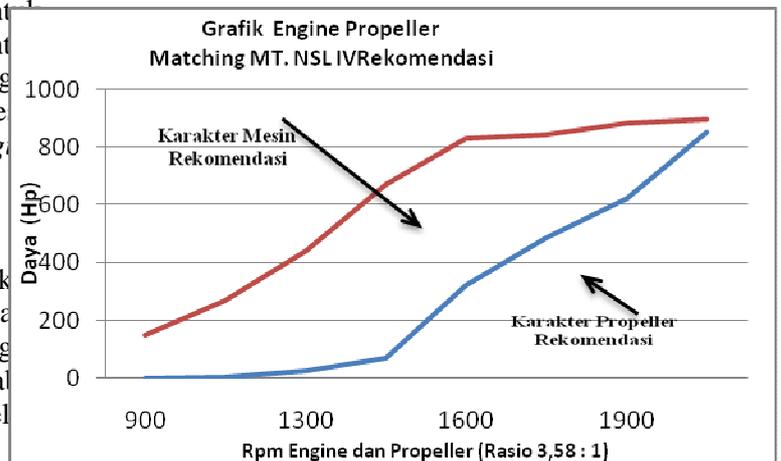
## B. PEMBAHASAN

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi propeller kapal yang sudah ada (*redesign propeller*) adalah dengan memvariasi berbagai variable-variabel propeller seperti, ukuran diameter propeller dan jumlah *blade*. Dalam tugas akhir penulis merekomendasikan suatu desain *propeller* yang sesuai untuk kapal yang ada dilapangan, yaitu propeller yang memiliki efisiensi yang tinggi. Sehingga distribusi energi yang berasal dari mesin penggerak dapat terkirim ke propeller secara maksimal. Pada saat akan dilakukan pergantian pada sistim propulsi yang baru, oleh pihak PT. Kreasi Mas Marine menginginkan adanya peningkatan kecepatan pada kapal menjadi 8 knots.

Untuk mencapai kecepatan 8 knots dibutuhkan daya *main engine* sebesar 654 Hp. Dengan demikian penulis merekomendasikan *main engine* dan type propeller sebagai berikut:

- Main Engine dengan spesifikasi
  - Model : 8 LA - DT
  - Number of cylinder : 6 in-line

- Propeller
  - Type : B4.55
  - Diameter : 1520 mm
  - Jumlah daun : 4 buah



Berdasarkan grafik diatas, titik temu antara karakter mesin dan karakter propeller yang kita sebut sebagai titik *matching point* berada pada rpm propeller antara 520 ÷ 542 sedangkan rpm engine antara 1900 ÷ 1940, merupakan titik dimana propeller bekerja secara maksimal yaitu power yang dihasilkan oleh mesin penggerak kapal mampu diserap secara sempurna.

## KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil analisa perhitungan bahwa dua unit *main engine* dengan masing-masing daya 300 HP hanya mampu mencapai kecepatan 3 knots dan tidak dapat memenuhi kecepatan perencanaan yaitu 4 knots serta tahanan yang dihasilkan kapal terlampau besar yaitu 151.97 KN.
- Setelah dilakukan analisa perhitungan dengan sistim propulsi yang baru yaitu

dengan menggunakan daya *main engine* 500 Hp dan dengan type propeller B4.55 dengan diameter 1520 mm, kecepatan maksimal kapal yang dapat tercapai adalah 8 knots.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Surjo W. (2004), *Kapal Ikan Kajian Karakteristik Tahanan dan Sistem Propulsi*, Modul Pengajaran, Jurusan teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Adji, Surjo W. (2006), *Pengenalan Sistem Propulsi Kapal*, Diktat Kuliah Sistem Propulsi Kapal, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Anonimous. (2004), *Hullspeed Windows Verssion 11.0*, User Manual, Formation Desaign System Pty Ltd.
- Anonimous. (+2004), *Hydromax Windows Verssion 11.0*, User Manual, Formation Desaign System Pty Ltd.
- Anonimous. (2004), *Maxsurf Windows Verssion 11.0*, User Manual, Formation Desaign System Pty Ltd.
- Manik, Parlindungan (2008), *Buku Ajar Propulsi Kapal*, Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Santoso, Budhi. (2010), *Studi Kinerja Kapal KM. Mantis Untuk Pukat Udang Ganda Kembar (Double Rig Shrimp Twin Trawl)*. Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang
- Syarif, Tufail (2008), *Analisa Teknis Penggantian Mesin Induk Kapal Patroli KP. Parikesit 513*, Jurusan Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang
- [www.manbw.com](http://www.manbw.com), *Basic Principles of Ship Propulsion*, P254-04-04.pdf.