

# ANALISA TEKNIS PENGGANTIAN MESIN INDUK KAPAL PATROLI KP. PARIKESIT 513

Parlindungan Manik, Kiryanto  
Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

## ABSTRACT

Technical analysis main engine replacement of patrol boat was selected as a research object because main engine replacement with lower power, that is from 2 x 1448 BHP become 2 x 1100 BHP so that happened degradation of ship's speed on duty from 15 knot become 16 knot. The planning of optimal propeller design and gear box ratio even from reached speed, propulsion efficiency, dan fuel oil consumption become the solution to make the optimal consequence to overall propulsion system of the ship. Propellers which analysed were Wageningen B3- series and B4- series with variation input of diameter which in range 0,6-0,7 T, variation input of expanded area ratio, and variation input of pitch diameter ratio. In this propeller performance analysis aided by P.O.P. (Propeller Optimization Program) software.

The overall propeller performance analysis show there were 2 type of propeller B3- series and 2 type of B4 series which have the highest propulsion efficiency. From the propeller types were made Propeller-Engine Matching graph. The Matching Point was a most optimal propeller performance, and then that point was plotted to the FOC graph of main engine to know amount of fuel oil which consumed.

Type of propeller which were having the highest propulsion efficiency at Matching Point were type B3-35 P/D 0,8 Diameter 1600 mm (67,1%), type B3-35 P/D 1,0 Diameter 1600 mm (66,3%), type B4-55 P/D 1,0 Diameter 1600 mm (64,9%), type B4-70 P/D 1,0 Diameter 1600 mm (64,8%)

**Keywords :** KP. Parikesit 513, Propeller-Engine Matching

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kapal patroli KP. Parikesit 513 merupakan kapal patroli pantai milik MABES POLRI. Pada tahun 2005 lalu, kapal Polisi Parikesit masuk dok karena akan dilakukan penggantian mesin induk karena adanya masalah teknis, diantaranya adalah *clearance* antara silinder liner dengan piston sudah mencapai batas maksimal toleransi, pada beberapa silinder *liner* mengalami goresan yang cukup dalam akibat patahnya ring piston, pada beberapa dari *connecting rod* setelah diperiksa ada yang mengalami retakan dan mempunyai potensi patah, serta kerusakan pada sistem distribusi bahan bakar sehingga kinerja mesin induk mengalami penurunan yang signifikan. Penggantian mesin induk dilakukan karena pihak galangan kesulitan mendapatkan *spare part* yang dibutuhkan karena mesin yang digunakan merupakan mesin produksi lama. Di samping itu, pihak manajemen Kepolisian berupaya melakukan pembaharuan tenaga penggerak dari kapal patrolinya, maka diputuskan untuk mengganti mesinnya dengan mesin yang baru. Dana yang tersedia hanya cukup untuk membeli mesin induk dengan daya yang lebih rendah dari daya mesin induk yang lama. Mengacu pada permasalahan tersebut, penulis berkeinginan untuk menganalisa pengaruh dari penggantian mesin induk dengan daya yang lebih rendah terhadap kecepatan kapal tersebut, karena kecepatan servis kapal mengalami penurunan dari 16 knot menjadi 15 knot.

### Perumusan Masalah

Permasalahan yang mendasari penulis untuk mengkaji penggantian mesin induk dari kapal patroli KM. Parikesit ini adalah mesin baru yang digunakan mempunyai daya yang lebih rendah dari mesin lama, sehingga berpengaruh pada kecepatan kapal.

Perlu kiranya dilakukan pengkajian ilmiah yang lebih dalam mengenai penyebab penurunan kecepatan kapal ditinjau dari perencanaan mesin induk kapal dan dimensi propeller yang digunakan.

### Pembatasan Masalah

Tugas akhir ini pembahasan akan dibatasi pada hal berikut ini:

1. Dalam penggantian mesin induk ini, konstruksi badan kapal tidak mengalami perubahan yang berarti, perubahan konstruksi hanya pada bagian pondasi mesin
2. Pembahasan hanya untuk menganalisa kecepatan optimal kapal sebelum dan sesudah dilakukan penggantian mesin menggunakan pendekatan *software*, serta memberikan alternatif rekomendasi berupa desain *propeller* dan rasio *gear box* karena dengan penggunaan mesin baru terjadi penurunan kecepatan.

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penyusunan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh dari penggantian mesin induk terhadap kecepatan dan konstruksi pondasi mesin KP. Parikesit 513.
2. Menganalisa alternatif yang akan digunakan sebagai solusi untuk memperoleh kecepatan dinas kapal agar tidak mengalami penurunan setelah dilakukan penggantian mesin baru.

### Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian dalam Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya :

- Kegunaan Teoritis  
Untuk memberikan sumbangan pemikiran terhadap propulsi serta penerapan pengetahuan tentang studi kasus dengan menggunakan pendekatan *software*.
- Kegunaan Praktis
  1. Bagi penulis Tugas Akhir  
Memberikan alternatif rekomendasi berdasarkan perhitungan empiris dan pendekatan *software* agar tidak terjadi penurunan kecepatan pada KP. Parikesit 513 meskipun menggunakan mesin induk dengan daya yang lebih rendah.
  2. Bagi industri galangan kapal.  
Diketuainya penyebab dari penurunan kecepatan kapal, sehingga alternatif rekomendasi yang penulis berikan mungkin dapat bermanfaat serta dapat dijadikan acuan dalam kasus *re-powering* berikutnya.
- Bagi Akademik  
Sebagai sumbangsih pemikiran dalam desain rancang bangun propeller bagi khasanah penelitian di dunia perkapalan.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan secara langsung dan wawancara, diantaranya:

1. Mengumpulkan gambar-gambar teknik seperti *Lines plan*, detail perubahan konstruksi pondasi mesin, spesifikasi mesin, serta propeller kapal KP. Parikesit yang diperlukan untuk perhitungan pada tugas akhir ini.
2. Wawancara kepada pihak-pihak yang berkaitan dengan kebutuhan data-data penulis di PT. Jasa Marina Indah *Shipyards* Semarang selaku galangan dimana KP. Parikesit 513 di reparasi.

### Studi Literatur

Mempelajari permasalahan beserta solusinya yang akan dikemukakan di dalam tugas akhir dari berbagai referensi baik berupa buku, jurnal *on-line* dll.

### Pembuatan Model Lambung Kapal

Membuat model lambung kapal sesuai dengan data *Offset Table* yang ada menggunakan bantuan *software FreeShip 2.6*.

### Analisa Perhitungan

Perhitungan dilakukan dalam rangka pengolahan data-data yang didapat di lapangan, diantaranya:

1. Membuat pemodelan lambung kapal dari data *Offset Table* yang sudah didapatkan dengan menggunakan *software FreeShip*.
2. Menghitung hambatan (*Resistance*) dan gaya dorong (*Thrust*) kapal pada tiap-tiap kecepatan dengan menggunakan bantuan *software Hullspeed 9.6*
3. Memvariasikan kecepatan dan gaya dorong (*Thrust*) kapal sebagai *input* dengan menggunakan *software P.O.P (Propeller Optimization Program)*. Salah satu *output* dari *software* ini adalah putaran propeller, dan efisiensi *propeller*. Dari hasil *running* ini dipilih tipe *propeller* yang mempunyai efisiensi propulsi paling tinggi.
4. Merencanakan rasio *gear box* yang optimal dengan menyesuaikan putaran *propeller* rekomendasi dengan putaran mesin.
5. Membuat grafik *Engine-Propeller Matching* dari *propeller* rekomendasi yang kemudian di-*plot* ke dalam grafik FOC (*Fuel Oil Consumption*) untuk mengetahui konsumsi konsumsi bahan bakar.
6. Memberikan analisa alternatif rekomendasi dari hasil perhitungan.

## 3. PEMBAHASAN

Menganalisa hasil *output* dari perhitungan akhir, yaitu kecepatan dan konsumsi bahan bakar kapal kemudian memberikan alternatif rekomendasi berupa desain *propeller*, rasio *gear box* dan kecepatan yang optimal.

### Analisa Data

#### Tinjauan Umum KP. PARIKESIT 513

Kapal patroli KP. Parikesit 513 merupakan kapal patroli pantai milik MABES POLRI. Pada tahun 2005 lalu, kapal Polisi Parikesit masuk dok karena akan dilakukan penggantian mesin induk karena adanya masalah teknis. Kerusakan mekanis pada mesin induk mengharuskan *overhaul* untuk mengganti *parts* yang rusak.

Karena pihak galangan kesulitan mendapatkan *spare part* yang dibutuhkan karena mesin yang digunakan merupakan mesin produksi lama, sehingga diputuskan untuk melakukan penggantian mesin atas persetujuan pihak manajemen Kepolisian.

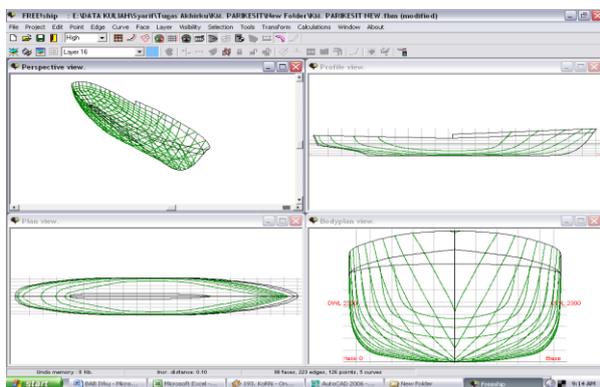
## Pembuatan Model Lambung Kapal

Pembuatan model lambung menggunakan data Rencana Garis dari kapal yang ada. Pembuatan ulang model kapal juga diperlukan penulis untuk perhitungan hambatan badan kapal dengan bantuan *software*. Berikut merupakan pengertian dalam pembuatan Rencana Garis.

- *Body Plan* : adalah lengkungan potongan melintang kapal yang dibagi pada setiap jarak *station*.
- *Half Breadth Plan* : adalah gambar lengkungan potongan memanjang menurut pembagian tinggi *water lines*.
- *Sheer Plan* : adalah gambar potongan memanjang kapal menurut pembagian lebar kapal

Pembuatan ulang model lambung kapal, penulis menggunakan perangkat lunak *Free Ship* yaitu salah satu program aplikasi pemodelan *hull form* kapal. Pembuatan lines plan dan pemodelan kapal dilakukan dengan memasukan data-data antara lain: ukuran utama kapal, yang terdiri dari panjang keseluruhan kapal, lebar kapal dan sarat kapal, serta nilai jarak tinggi lambung kapal setiap stationnya. *Input* berupa nilai dari sumbu X yang merupakan sumbu memanjang searah panjang kapal, dimana sumbu X = 0 adalah *station AP (After Perpendicular)*. Sumbu Y merupakan jarak melintang searah lebar kapal, dimana sumbu Y = 0 merupakan *Centre Line*. Sumbu Z merupakan jarak vertikal searah tinggi kapal, dimana sumbu Z = 0 merupakan *Base Line*.

Dalam Tugas Akhir ini, proses pembuatan ulang model lambung kapal dengan memasukkan nilai dari perpotongan antara tiap *station*, tiap *waterline*, dan jarak dari *center line*. Data *Table Offset* kapal yang didapat dari galangan dijadikan acuan penulis untuk membuat ulang model lambung kapal.



Gambar 1. User interface FreeShip 2.6

## Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan KM. Parikesit menggunakan bantuan perangkat lunak *Hullspeed version 9.6*. Dalam

melakukan pendekatan perhitungan hambatan menggunakan perangkat lunak *Hullspeed*, terdapat beberapa metode untuk menghitung tahanan kapal yaitu *Metode Holtrop, Compton, Van Oortmersen, Fung, dan Series 60* Untuk menentukan nilai dari hambatan model kapal, penulis menggunakan metode *Compton* karena dalam paduan manual *Hullspeed 9.6*, metode *Compton* digunakan untuk menghitung tahanan tipe kapal patroli pantai (*coastal patrol boat*). Dengan cara memasukan model kapal yang telah dibuat di program *Free Ship 2.6*, kemudian model kapal di-export kedalam bentuk *IGES file*, files ber-ekstensi *IGS* dibuka di program *Maxurf Pro 9.6* kemudian setelah disimpan dalam bentuk *file* ber-ekstensi *MSD* model kapal dapat langsung diproses dengan menggunakan perangkat lunak *Hullspeed 9.6*.

Tabel 1. Nilai hambatan KP.Parikesit 513 menggunakan metode *Compton*

V (Knots)	Rt (kN)
5	4,84
6	6,84
7	9,28
8	12,14
9	15,90
10	20,51
11	26,80
12	34,75
13	44,54
14	56,29
15	72,05
16	92,28

## Menentukan Nilai *w* (*wake fraction*) Untuk Kapal Berbaling-Baling Ganda

Arus ikut (*wake fraction*) adalah perbedaan antara kecepatan kapal dengan kecepatan aliran air yang menuju ke baling-baling. Nilai *w* untuk kapal dengan baling-baling ganda dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$w = 0.70 \times C_p - 0.3 + 0.3 \times \left( 0.4 - \frac{a}{B} \right)$$

Dimana :

- a* = Jarak antara 2 poros
- B* = Lebar kapal
- C<sub>p</sub>* = Koefisien prismatik

## Menentukan Gaya Dorong (*Thrust*) Untuk Kapal Yang Berbaling-Baling Ganda

Gaya dorong (*T*) yang diperlukan untuk mendorong sebuah kapal pada kecepatan (*V*) tertentu akan lebih besar daripada tahanan total (*R<sub>T</sub>*) yang dialami oleh

kapal bila kapal tersebut ditarik dengan kecepatan yang sama (V), sehingga terjadi penambahan hambatan.

Tetapi dalam praktik penambahan hambatan juga dianggap terjadi pengurangan hambatan atau deduksi dalam gaya dorong yang ada pada baling-baling, yaitu menganggap bahwa gaya dorong total sebesar T terdapat hambatan sebesar  $R_T$  yang harus diatasi. Dengan demikian adanya pengurangan gaya dorong akibat adanya hambatan yang bekerja, oleh karena itu untuk mengetahui besar gaya dorong kapal kita harus mengetahui fraksi deduksi gaya dorongnya. *Thrust Deduction Factor* untuk kapal dengan baling-baling ganda dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut

$$t = 0,5 \times C_{p-1,9}$$

$$= 0,5 \times 0,62 - 0,19$$

$$= 0,12$$

Dimana :

$C_p$  = Koefisien prismatic

Sehingga dapat diketahui besar gaya dorong (*Thrust*) kapal dengan menggunakan persamaan :

$$T = \frac{Rt}{(1-t)}$$

Dimana :

$Rt$  = Nilai hambatan total (kN)

### Analisa Kinerja Propeller Pemanding

Menganalisa kinerja propeller pemanding menggunakan *P.O.P. (Propeller Optimization Program)* dengan variasi *input* diameter optimal propeller dengan range 0,6 – 0,7 T, variasi nilai *Area Expanded Ratio (Ae/Ao)*, *Pitch / Diameter ratio*, jumlah daun sesuai dengan perencanaan *Wageningen B-screw Series* untuk mendapatkan desain propeller yang optimal. Dalam analisa kinerja *Propeller* pemanding ini, penulis membatasi jumlah daun *propeller* yang akan dianalisa yaitu 3 dan 4 daun. Diameter optimal propeller 0,6 – 0,7 T = 1380 mm – 1610 mm.

Parameter-parameter yang digunakan dalam pemilihan desain *propeller* yang paling optimal adalah efisiensi propulsi, kecepatan yang dicapai serta titik *Matching point* yang merupakan suatu titik operasi dari putaran motor penggerak kapal (*engine speed*) yang sedemikian tepat (*match*) dengan karakter beban baling-baling, yaitu titik operasi putaran motor dimana *power* yang di serap oleh propeller sama dengan *power* yang dihasilkan mesin dan menghasilkan kecepatan kapal yang mendekati dengan kecepatan servis kapal yang direncanakan. Hal ini tentunya akan memberikan konsekuensi yang optimal terhadap konsumsi bahan bakar dari mesin penggerak kapal. Untuk dapat menyamakan kedua *trendline* tersebut ke dalam satu grafik, terlebih dahulu harga kedua *trendline* tersebut dijadikan dalam persen (%).

Untuk mencari nilai *Propeller power* digunakan rumus :

$$P_{Prop} = Q_{Prop} \times n$$

$$Q_{Prop} = K_Q \times \rho \times n^2 \times D^5$$

Dimana :

$Q_{Prop}$  = *Propeller torque*

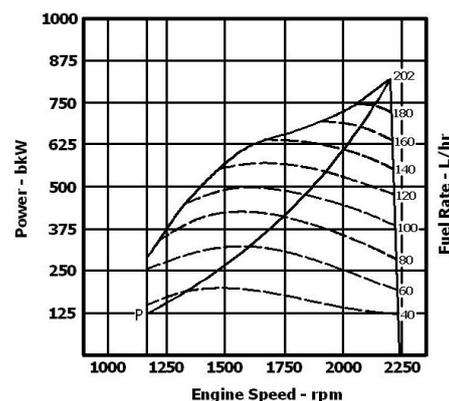
$K_Q$  = *Torque Coeficient*

$\rho$  = Massa jenis fluida

$n$  = Putaran propeller per detik

$D$  = Diameter propeller

Dari analisa kinerja propeller pemanding (lihat Lampiran) dibuat grafik *Engine Propeller Matching* dari tiap-tiap propeller, dari grafik tersebut dapat dilihat *Match point* yang merupakan titik operasi putaran motor penggerak yang sesuai dengan kondisi beban propeller. Dari putaran *propeller* yang dihasilkan pada titik *Match point* tersebut dapat kita ketahui kecepatan dan efisiensi propulsi yang dicapai dengan mem-variasikan input kecepatan dan *required thrust* dengan menggunakan *P.O.P. (Propeller Optimization Program)*. *Match point* tersebut di *plot* terhadap grafik *FOC (Fuel Oil Consumption)* mesin penggerak. Kemudian dipilih *Match point* yang menghasilkan kecepatan mendekati kecepatan servis yang diinginkan dengan konsumsi bahan bakar yang paling optimal.



Gambar 2. Grafik FOC (*Fuel Oil Consumption*)

### Propeller-Engine Matching

Dari table kinerja propeller (Lampiran A), dapat dilihat tipe propeller yang mempunyai kinerja paling optimal ditinjau dari efisiensi propulsi. Dalam analisa ini, penulis mengambil 2 tipe propeller dari *B3 Series* dan 2 tipe propeller dari *B4 Series* yang mempunyai efisiensi propulsi paling tinggi.

### Alternatif 1

#### Spesifikasi Propeller :

- Tipe propeller : B3.35
- Diameter : 1600 mm
- *Pitch Diameter ratio* : 0,8
- *Expanded Area ratio* : 0,35
- *Reduction Gear* : 1 : 4

Tabel 2, *Engine – Propeller Matching*

Engine Speed	Propeller Speed	V (Knot)	Fuel Consumption (L/hr)	Efisiensi Propeller (%)
$n_{Eng}(rpm)$	$n_{Prop}(rpm)$			
1816	454	16	97,30	67,10

### Alternatif 2

#### Spesifikasi Propeller :

Tabel 3, Engine – Propeller Matching

Engine Speed	Propeller Speed	V (Knot)	Fuel Consumption (L/hr)	Efisiensi Propeller (%)
$n_{Eng}(rpm)$	$n_{Prop}(rpm)$			
1803	392	16	95,65	66,30

### Alternatif 3

#### Spesifikasi Propeller :

- Tipe propeller : B4.55
- Diameter : 1600 mm
- Pitch Diameter ratio : 1,0
- Expanded Area ratio : 0,55
- Reduction Gear : 1 : 4,75

Tabel 4, Engine – Propeller Matching

Engine Speed	Propeller Speed	V (Knot)	Fuel Consumption (L/hr)	Efisiensi Propeller (%)
$n_{Eng}(rpm)$	$n_{Prop}(rpm)$			
1810	381	16	95,30	64,90

### Alternatif 4

#### Spesifikasi Propeller :

- Tipe propeller : B4.70
- Diameter : 1600 mm
- Pitch Diameter ratio : 1,0
- Expanded Area ratio : 0,70
- Reduction Gear : 1 : 4,76

Tabel 5, Engine – Propeller Matching

Engine Speed	Propeller Speed	V (Knot)	Fuel Consumption (L/hr)	Efisiensi Propeller (%)
$n_{Eng}(rpm)$	$n_{Prop}(rpm)$			
1818	382	16	97,30	64,80

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa secara menyeluruh pada kapal patroli KP. Parikesit 513, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Pada penggantian mesin induk KP. Parikesit 513 yang semula 2 x 1448 BHP menjadi 2 x 1100 BHP terjadi penurunan kecepatan dinas dari 16 knot menjadi 15 knot. Penggantian mesin induk tersebut juga harus mengubah konstruksi pondasi mesin. Dilakukan pengurangan panjang dari *engine bed* sepanjang 2 jarak gading dari yang semula dari *frame 25* sampai *frame 32* menjadi *frame 25* sampai dengan *frame 30*. Posisi *engine mounting* pada *engine bed* disesuaikan dengan posisi mesin baru, begitu pula dengan tinggi mesin disesuaikan dengan memodifikasi tebal plat lena dan plat landas agar posisi poros *propeller* sesuai dengan posisi kedudukan (*couple*) pada *reduction gear*.
- 2) Analisa alternatif rekomendasi berupa desain *propeller* yang mempunyai efisiensi propulsi tinggi, dan rasio *gear box* yang optimal.

### Saran

Pada penelitian *propeller engine matching* ini, masih pada tahap analisa perhitungan dengan menggunakan rumus-rumus pendekatan yang ada pada literatur, dan belum dilakukan pengujian secara akurat baik di laboratorium maupun di lapangan, sehingga penulis menyarankan kepada para praktisi di dunia perkapalan agar meneliti penelitian-penelitian yang berhubungan dengan *propeller engine matching* ini secara akurat melalui pengujian di laboratorium ataupun di lapangan sehingga analisa-analisa yang dilakukan benar-benar sesuai dengan fakta di lapangan.

Untuk memaksimalkan *performance* kinerja baik mesin ataupun *propeller* KP. Parikesit 513, penulis menyarankan untuk merekomendasikan Alternatif ke-2 karena:

- Efisiensi *propeller* yang dicapai pada *Matching Point* bukan yang terendah dari keempat *propeller* alternatif yaitu sebesar 66,30 %.
- Konsumsi bahan bakar yaitu 95,65 *Litre/Hour*.
- Kecepatan yang dicapai pada kondisi *Matching Point* masih dalam *range* perencanaan (16 knot)

### DAFTAR PUSTAKA

1. Carlton, J.S., 1994, “*Marine Propellers and Propulsion*”, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford
2. Lewis, Edward V, 1998, Principle of Naval Architect Volume II “Resistance, Propulsion and Vibration”, The Society of Naval Architect and Marine Engineering, NJ.
3. Sv. Aa. Harvald, 1992, *Tahanan dan Propulsi Kapal*, Airlangga University Press, Surabaya, Indonesia.
4. W.P.A. Van Lammeran, “*Resistance, Propulsion and Steering of Ship*”.