

# STUDI EKONOMI RENOVASI PROPULSI KAPAL PATROLI “PARIKESIT”

Mohd Ridwan

Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

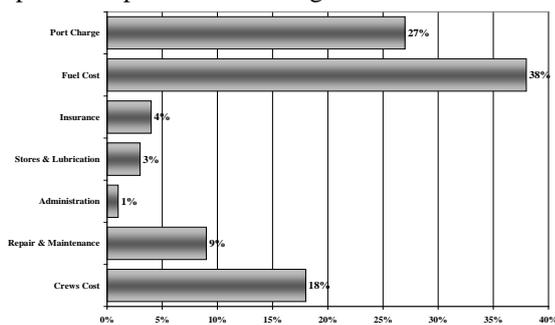
## ABSTRACT

*Mohd Ridwan, in this paper explain that new replacement main engine and propeller ship needs to be done with technical economic considerations. Main engine maintenance costs that have entered the age of 15 years improved each annually, and fuel consumption increases. So that needs to be done renovations main engine by selecting the main engine in accordance with the propeller or propeller can also perform renovations. For this purpose needs the engineering and economic studies to decrease over 10% of the ship operational costs.*

*Keywords : Main engine, Propeller, Operational costs*

## PENDAHULUAN

Kenaikan harga minyak dunia menyebabkan melonjaknya biaya operasional kapal setiap kali kapal dalam tugas patroli. Biaya operasional yang paling dominan di kapal adalah pemakaian bahan bakar yang dapat mencapai 38% dari seluruh biaya (*operational cost*) yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sebuah kapal. Ini dapat dilihat dalam gambar.1.



Gambar.1. Biaya operasional kapal (*data primer*)

Pada kondisi usia motor induk yang lebih 10 tahun, biaya operasional untuk perawatan dan pemakaian bahan bakar bertambah hingga lebih dari 2,50 % per tahun. Pemakaian bahan bakar dapat dihemat, jika motor induk kapal direnovasi dengan menggunakan propeller yang dapat dioperasikan pada load engine yang berada pada torsi maksimum dengan memperhatikan karakteristik kerja dari motor induk yang digunakan di kapal. Sehingga pemakaian bahan bakar akan lebih ekonomis .

Renovasi pada motor induk kapal patroli polairud “Parikesit” dimana mesin induk yang dipakai saat ini merupakan mesin kembar dan telah berusia lebih dari 20 tahun, dalam pengoperasiannya mengalami penurunan kecepatan kapal, kecepatan maksimum yang masih dapat dilayani oleh motor induk tersebut adalah 8 knots, sehingga tidak layak bagi sebuah kapal patroli yang sewaktu-waktu membutuhkan kecepatan penuh saat berpatroli. Dengan demikian kapal diputuskan merenovasi motor induknya, disamping itu, juga dengan pertimbangan

biaya perawatan yang cukup tinggi pada motor induk lama.

Penggantian motor induk ini juga berakibat terdapatnya perubahan yang cukup signifikan pada pemakaian propeller yang lama, sehingga semula diharapkan masih dapat digunakan ternyata propeller lama ini tidak cocok dengan motor induk yang baru, dimana dimensi propeller lama lebih besar dan tidak sepadan dengan motor baru, oleh sebab itu perlu juga dilakukan penggantian terhadap propellernya.

## EFFISIENSI PROPULSI

Badan kapal sangat berpengaruh dalam efisiensi propulsi, ada beberapa efisiensi yang harus di ketahui sebelum mendesain sebuah propeller.

### Efisiensi Badan Kapal (*Hull efficiency, $\eta_H$* )

Efisiensi badan kapal ini merupakan perbandingan antara tenaga efektif (*effective towing power,  $P_E = R_T \times V$* ) dan power daya dorong propeller terhadap air (*thrust power,  $P_T = T \times V_a$* ):

$$\eta_H = \frac{P_E}{P_T} = \frac{R_T \times V}{T \times V_A} = \frac{R_T/T}{V_A/V} = \frac{1-t}{1-w}$$

Biasanya untuk kapal dengan single propeller memiliki efisiensi badan kapal  $\eta_H$  antara 1,1 s/d 1,4, dengan blok koefisien yang besar. Untuk kapal dengan dua propeller dan bentuk buritan konvensional nilai efisiensi badan kapalnya berkisar antara 0,95 s/d 1,05 nilai tertinggi untuk koefisien blok yang besar. Untuk twin-skeg ship-dua propeller nilai efisiensi badan kapal hampir sama dengan kapal single propeller.  $\eta_H = 0.98$ .

### Efisiensi Propeller Pada Air Terbuka

$$J = \frac{V_A}{n \times d}$$

*J*, merupakan propeller *advance number*



- Mengidentifikasi masalah, perumusan masalah dan tujuan penelitian.
- Kajian pustaka untuk menelusuri dasar teori yang digunakan dalam penelitian alternatif perencanaan type dan dimensi propeller.
- Pengumpulan data lapangan/survey lapangan, guna mengetahui kondisi dan spesifikasi dan performance motor induk dari makernya.
- Menyusun alternatif perencanaan propeller
- Menyusun alternatif mesin yang sepadan dengan motor induk yang telah disediakan oleh pihak owner.
- Menghitung besaran biaya operasional masing-masing alternatif perencanaan propeller dan mesin induk.
- Menghitung masing-masing performance motor induk
- Analisa kelayakan ekonomis, menggunakan kriteria ekonomi
- Membandingkan biaya operasional masing-masing alternatif
- Mendesain propeller yang paling ekonomis dalam operasional.

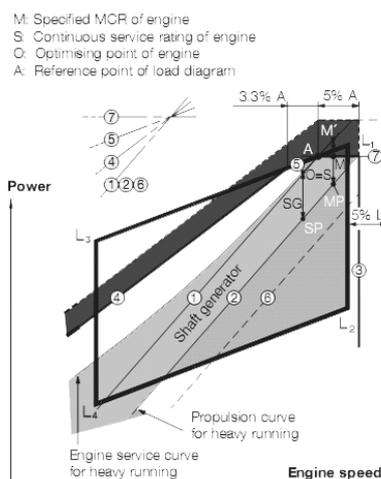
## PEMBAHASAN DAN ANALISIS

### Main Dimension

Lbp	: 46,5 m
B	: 12,6 m
T	: 6,5 m
Cb	: 0,65
Vs	: 12,0 knots
Type Propeller	: Twins

### Optimum Load Diagram

Diharapkan design propeller yang akan dibuat dapat dioperasikan pada titik maksimum (O) atau paling optimal dalam operasional motor induk yang akan digunakan, dapat dilihat dalam diagram berikut.



Gambar.4. Engine load diagram.

Pada titik O ini diperoleh perbandingan injeksi bahan bakar dengan udara masuk yang paling baik

dalam mengoperasikan mesin. Sehingga pada titik ini ditempatkan batasan maksimum pengoperasian motor selama pelayaran (SCR) yang berada pada 85%-100% dari daya motor. Titik O menjadi acuan pengoperasian propeller atau yang bisa dikenal *engine matching*. Daya motor dapat ditambahkan lagi jika kondisi sangat membutuhkan tambahan tenaga yang ditandai oleh titik M dimana berada pada 110% daya motor.

Titik-titik yang ditandai dengan L<sub>1</sub>,L<sub>2</sub>,L<sub>3</sub>,L<sub>4</sub>, merupakan batasan pengoperasian sebuah motor induk. Dimana garis L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub> dan L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub> dibatasi oleh tekanan efektif rata-rata (mean effective pressure, mep), serta L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> dan L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>, dibatasi oleh kecepatan atau putaran motor. Garis-garis yang menandai batas pengoperasian propeller diantaranya adalah :

Garis 3, merupakan batas operasional kecepatan maksimum, yang berada pada 105% dari titik A/M, selama sea trial boleh dinaikan sampai 107% pada batas garis 9. walau masih diperbolehkan sampai 109 % namun hal ini tergantung dari kondisi getaran torsional motor.

Garis 4, merupakan batasan di sebabkan oleh penyediaan atau suplai udara yang cukup untuk melakukan pembakaran bahan bakar di dalam mesin, dan merupakan batas maksimum kombinasi antara torsi dan kecepatan.

Garis 5, merupakan batas tekanan efektif rata-rata mesin (mep) saat oprasional secara kontinuis. Garis 5 ini sama dengan 100 % mep-line, yang berhubungan dengan indeks pemakaian bahan bakar motor.

Garis 7, merupakan maksimum daya atau power mesin yang disediakan untuk operasional secara kontinuis.

### Motor Induk

Motor induk yang dapat digunakan ada beberapa pilihan antara lain adalah sebagai berikut :

- MAK

Engine	900/1000 rpm kW
6 M 20 C	1020/1140
8 M 20 C	1360/1520
9 M 20 C	1530/1710

	Cylinder	6	8	9				
<b>Performance data</b>								
Maximum continuous rating acc. ISO 3046/1	kW	1020	1140	1360	1520	1530	1710	
Speed	rpm	900	1000	900	1000	900	1000	
Minimum speed	rpm	280	300	280	300	280	300	
Brake mean effective pressure	bar	24.06	24.2	24.06	24.2	24.06	24.2	
Charge air pressure	bar	3.1	3.25	2.9	3.25	3.1	3.3	
Compression pressure	bar	145		145		145		
Firing pressure	bar	180		180		180		
Combustion air demand (ta = 20 °C)	m <sup>3</sup> /h	58000	6650	7845	9260	8620	10150	
Delivery/injection timing	* t. TDC	7/-	9/-	7/-	9/-	7/-	9/-	
Exhaust gas temperature after cylinder/turbine	*C	380/343	375/350	380/335	380/330	380/351	400/340	
Specific fuel oil consumption								
Propeller/const. speed *	100 %	g/kWh	186	190	186	190	186	190
	85 %	g/kWh	186	189	186	189	186	189
	75 %	g/kWh	188/189	189	188/189	189	188/189	189
	50 %	g/kWh	195/199	191/195	195/199	191/195	195/199	191/195
Lubricating oil consumption *	g/kWh		0.6		0.6		0.6	
Turbocharger type			KBB HPR 4000		KBB HPR 5000		KBB HPR 5000	

- MAN B&W LE 463

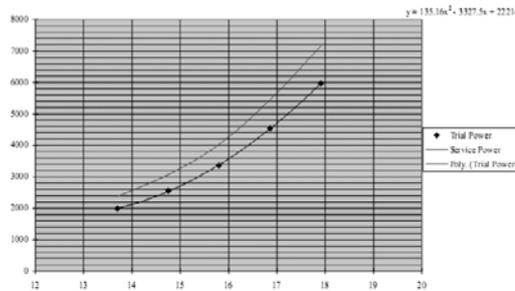
Dimensions D2862		
A-Overall width of engine	mm	1 153
B-Overall length of engine	mm	2 050
C-Overall height of engine	mm	1 289
D-Top of engine to crankshaft centre	mm	825
E-Length of engine from front end to edge of flywheel housing	mm	1 630
Average weight of engine ready for installation (dry)	kg	2 200

Cylinder configuration: 6, 8, 9 in-line  
 Bore: 200 mm  
 Stroke: 300 mm  
 Stroke/Bore-Ratio: 1.5  
 Swept volume: 9.4 l/Cyl.  
 Output/cyl.: 170/190 kW  
 BMEP: 24.1/24.2 bar  
 Revolutions: 900/1000 rpm  
 Mean piston speed: 9/10 m/s  
 Turbocharging: single-pipe system  
 Direction of rotation: clockwise, option: counter-clockwise

Type of engine	LE 463	
Bore	mm	128
Stroke	mm	187
Displacement	l	24.24
Compression ratio		17:1
Rotation locking on flywheel		left
Flywheel housing		SAE 1
Maximum output <sup>1</sup>	kW (mhp)	1 030 (1 400)
Rated speed	rpm	2 100
Torque at rated speed	Nm	4 681
Maximum torque	Nm	5 200
at speed	rpm	1 300-1 900
Specific fuel consumption <sup>2</sup>	g/kWh	210

<sup>1</sup>The ratings are for medium duty operations. <sup>2</sup>Consumption at rated power.

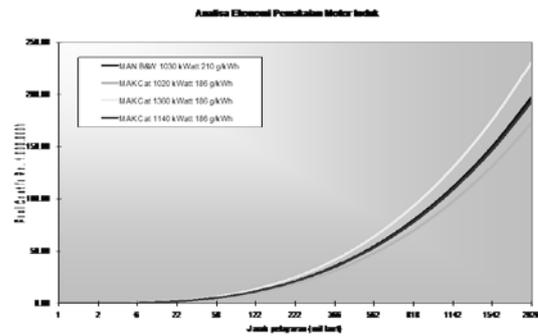
### RUNNING MOTOR INDUK



Gamabr.5. running motor induk

### PERHITUNGAN EKONOMI

Perhitungan ekonomi pemilihan motor induk yang akan dipakai dilihat dari segi pemakaian bahan bakar (cost operational of fuel oil) selama pelayaran dapat dilihat perbandingannya dari grafik berikut ;



Gambar.6. Analisa ekonomi motor induk

### KESIMPULAN

- Design propeller yang baik seharusnya dapat dioperasikan secara terus menerus pada batas-batas pengoperasian motor induk, yang dapat dilihat dari standar performan engine. Serta harus diperhatikan adalah efisiensi propulsi yang dapat berubah setelah kapal mengalami penambahan tahanannya selama kapal berlayar, terutama akibat fouling, sehingga untuk lebih lanjut perlu diperhatikan batas penyediaan power motor induk dengan memperhatikan kondisi laut tempat kapal dioperasikan.
- Daya propeller bekerja pada area yang dibatasi oleh garis 4,5,7 dan 3 seperti yang terlihat pada gambar diagram di atas. Untuk propeller dengan pitch yang tetap jika beroperasi pada perairan tenang dan badan kapal bersih sebaiknya bekerja pada kurva 6 yang merupakan propeller load diagram efektif. Namun saat badan kapal sudah kotor maka kurva propeller ini akan bergeser di sebelah kiri garis 6 sampai mendekati garis 2, sehingga dibutuhkan tenaga tambahan dan propeller bekerja lebih keras. Pada kondisi cuaca yang tenang ternyata propeller bekerja lebih berat, maka ada kemungkinan kontoran yang menempel pada badan kapal dan propeller sudah harus dibersihkan, serta propeller dilapisi dengan anti fouling.
- Area yang terdapat pada garis 4 dan 1, dapat digunakan untuk operasional kapal saat kondisi pelayaran dangkal, cuaca jelek dan membutuhkan akselerasi. Sangat dianjurkan untuk mendesign propeller dengan kecepatan tinggi, agar dapat mengurangi penurunan efisiensi dan penambahan margine engine, yang akhirnya hal ini dapat menjadi faktor pemborosan bahan bakar.
- Motor induk yang paling ekonomis dalam pemakaian bahan bakar adalah MAK Cat dengan daya yang digunakan maksimum 1020 k Watt dan menggunakan bahan bakar 186 g/kWatt tiap jamnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. MUELLER, T. J., 1985, **Low Reynolds Number Vehicles**, Neuilly-Sur-Seine, France: Advisory Group for Aerospace Research and Development. NTIS, AGARDograph No. 288
2. MCGHEE, R.J. AND B.J. WALKER AND B.F. MILLARD, 1988, **Experimental Results for the Eppler 387 Airfoil at Low Reynolds Numbers in the Langley Low-Turbulence Pressure Tunnel**, Washington, D.C., NASA TM-4062.
3. PAULEY, L.L. AND P. MOIN AND W.C. REYNOLDS, 1989, **The Instability of Two-Dimensional Laminar Separation**, In Low Reynolds Number Aerodynamics: Proceedings of the Conference in Notre Dame, Indiana, June 5-7, 1989 by Springer-Verlag, 82-92. New York: Springer-Verlag