



KAJIAN PROPULSI KAPAL DALAM SINKRONISASI PROPELLER DENGAN MESIN INDUK PADA KAPAL PERIKANAN

STUDY OF SHIP PROPULSION IN PROPELLER SYNCHRONIZATION WITH MAIN ENGINES ON FISHING VESSELS

Fikri Kurniawan, Mega Ayu Lestari, Maria Tasi Itji Koli

Program Studi Permesinan Kapal, Universitas Pertahanan RI

Sejarah Artikel

Diterima: Februari 2023
Disetujui: Maret 2023
Dipublikasikan: Juni
2023

Abstract

Synchronization between the hull, main engine and propeller on fishing vessels needs to be studied in order to obtain efficiency in optimizing ship performance. The selection and placement of fishing vessel drive systems, both small and large dimensions, are more determined by the customs and traditions of local residents. As a result, there is no efficient synchronization of work between the hull and the propulsion system due to the limited knowledge possessed by the community. Synchronization between the hull, main propulsion engine and propeller is the decisive stage in the design and manufacture of a ship. The resistance of a ship is related to the engine power required for a ship to reach the desired speed. So the prediction of the ship's resistance is very useful to try before the ship is built. After the prediction of ship resistance, it is necessary to predict the power needs of the engine or the prediction of powering with self-propulsion tests and a fairly accurate procedure to decide the selection of propellers, most importantly for the needs of fishing vessels. The procedure used is a propeller load factor procedure as well as an engine load factor to measure the synchronization between the propeller and the ship's engine. By varying the test variables so that the optimum engine power will be known from the planned ship speed and the effectiveness of the propeller design that will be installed on the ship will be known.

Kata Kunci

Sinkronisasi ; Mesin ;
Propeller ; Propulsi ;
Lambung ; Prediksi

Abstrak

Sinkronisasi antara lambung, mesin utama serta propeller pada Kapal Perikanan perlu dikaji guna memperoleh efisiensi dalam mengoptimalkan performa kapal. Pemilihan serta penempatan sistem penggerak kapal perikanan baik dimensi kecil ataupun dimensi besar, lebih banyak ditetapkan oleh faktor kebiasaan serta tradisi warga setempat. Dampaknya, tidak terdapatnya sinkronisasi kerja yang



efisien antara lambung kapal dengan sistem penggeraknya disebabkan terbatasnya pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat. Sinkronisasi antara lambung kapal, mesin penggerak utama dan propeller ialah tahapan penentu dalam perancangan maupun pembuatan suatu kapal. Daya tahanan kapal berhubungan dengan daya mesin yang diperlukan suatu kapal guna meraih kecepatan yang diinginkan. Sehingga prediksi tahanan kapal sangatlah berguna untuk dicoba sebelum kapal tersebut dibangun. Sesudah dilakukan prediksi tahanan kapal sehingga butuh diprediksi kebutuhan daya mesin ataupun prediksi powering dengan pengujian *self propulsion test* serta suatu prosedur yang lumayan akurat guna memutuskan pemilihan propeller, paling utama untuk kebutuhan kapal- kapal ikan. Prosedur yang digunakan merupakan prosedur faktor beban propeller serta faktor beban mesin untuk mengukur sinkronisasi antara propeller dengan mesin kapal. Dengan memvariasikan variabel pengujian sehingga akan diketahui tenaga mesin yang optimum dari kecepatan kapal yang direncanakan dan diketahuinya efektifitas desain propeller yang akan terpasang di kapal.

DOI: 10.33172/pjp-v1.1i

e-ISSN: xxxx-xxxx

© 2023 Published by Program Studi Permesinan Kapal
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

***Corresponding Author:**

Fikri Kurniawan
Email: fikrikurniawan@pk.vokasiri.com



PENDAHULUAN

Wilayah perairan Indonesia yang begitu luas memuat sentra- sentra wilayah penangkapan ikan alias *fishing ground* dengan ditunjang terdapatnya armada kapal perikanan baik yang dipunyai oleh rakyat maupun perusahaan- perusahaan penangkapan ikan, akan dapat membawa bangsa Indonesia ke makna negeri bahari yang hakiki. Armada kapal ikan yang dipunyai rakyat umumnya terbuat atau dibangun secara tradisional oleh galangan kapal kayu tradisional, dengan prosedur pembangunan yang didasarkan pada pengalaman yang diturunkan secara turun temurun dan sistem tradisi masyarakat setempat.

Tidak hanya itu dorongan dari Kebijakan pemerintah juga didapatkan guna meningkatkan hasil perikanan tangkap lewat pengadaan kapal ikan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan(KKP) dalam langkah strategis guna mendorong kesejahteraan nelayan. Masyarakat yakni nelayan selaku pengguna juga sebagai faktor utama penyebab kerusakan kapal disebabkan nelayan tidak mengetahui karakteristik hidrodinamika serta performa kapal perikanan tersebut. Sementara itu setiap kapal tentunya dirancang mempunyai kecepatan dinas dan batasan ketinggian gelombang yang aman. Oleh sebab itu, sangat penting untuk masyarakat untuk mengenali sedikit ataupun banyaknya pengetahuan tentang karakteristik performa dari tiap- tiap kapal.

Dalam operasinya di laut, suatu kapal wajib memiliki kemampuan guna mempertahankan kecepatan dinas (V_s) serupa yang direncanakan. Perihal ini memiliki arti jika kapal haruslah memiliki rancangan sistem propulsi (penggerak) yang dapat menanggulangi totalitas gaya hambat(total resistance) yang terjadi supaya memenuhi standar kecepatan dinasnya. Secara umum, Sistem Propulsi Kapal terdiri dari 3 (Tiga) komponen utama, antara lain: (a) Motor Penggerak Utama (*main engine*) ; (b) Sistem Transmisi dan (c) Alat Gerak(*propulsor*).

Ketiga komponen utama ini ialah suatu kesatuan yang didalam proses perencanaannya tidak bisa ditinjau secara terpisah. Kesalahan dalam perancangan, akan membawa' konsekuensi' yang sangat besar terhadap kondisi- kondisi sebagai berikut:

1. Tidak tercapainya kecepatan dinas kapal yang direncanakan;
2. *Fuel oil consumption* yang tidak efisien;
3. Turunnya nilai ekonomis dari kapal tersebut;
4. Pengaruh pada tingkatan getaran yang berlangsung pada badan kapal, dsb. Konfigurasi dari ketiga komponen utama sistem propulsi ini sangat dipengaruhi oleh rancangan fungsi kapal itu sendiri, serta bagaimana misi yang mesti dijalankan dalam operasionalnya di laut.

Menurut Leksono(2016) sinkronisasi antara lambung kapal, mesin, serta propeller ialah tahap terpenting dalam penentuan performa suatu kapal. Ada kriteria sinkronisasi yang wajib dipenuhi sehingga mesin dikatakan sanggup memutar propeller di antaranya A_e/A_{prop} lebih besar dari A_e/A_{min} yang dirumuskan oleh Keller. Tidak hanya itu juga wajib memenuhi $T_{prop} \geq T_{engine}$ serta faktor load $prop \leq$ faktor load mesin. Faktor load propeller ialah kebutuhan daya guna memutar propeller supaya menghasilkan *thrust* sehingga kapal bergerak, sebaliknya faktor load mesin merupakan ketersediaan daya mesin untuk memutar propeller guna menciptakan *thrust* yang diperlukan.

Tujuan dari studi ini adalah mendapatkan titik sinkronisasi (matching) antara mesin utama dengan propeller yang digunakan sehingga diperoleh rentang kecepatan kapal yang dihasilkan yang sesuai tanpa adanya daya yang terbuang sia-sia ataupun hal-hal yang merugikan yang telah dijelaskan di atas dapat dihindari. Manfaat dari studi ini adalah diketahuinya nilai sinkronisasi antara mesin dan propeller sehingga dengan data tersebut dapat diberikan rekomendasi Langkah untuk mengoptimalkan kemampuan sistem penggerak (propulsion) kapal sehingga kinerja yang dihasilkan efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Beberapa kapal ikan *standart* yang dikeluarkan oleh Dirjen Perikanan dengan GRT berkisar 25 Ton dipakai sebagai bahan penelitian atau kajian untuk memadukan antara badan kapal, mesin penggerak dan propeller. Data kapal yang dipakai sebagai bahan penelitian seperti disebutkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kapal Purse Seiner yang dipakai sebagai bahan kajian

Ukuran utama	Panjang
Length Over All (LOA)	20.22m
Length Water Line (LWL)	16.32m
Breath	4.389m
Depth	1.85m
Draft	1.38 m
Kecepatan	9 knots
Gross Tonnage	25ton
Displcement	44ton

Dengan menggunakan metode Oortmerssen “perhitungan prediksi daya kapal-kapal kecil (*small boat*)”, estimasi tahanan total dan engine power didapatkan seperti ditampilkan pada pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil estimasi perhitungan Tahanan total kapal dan *engine power* dengan metode Ootmerssen

Tahanan Kapal	
Tahanan total	0,578 ton
EHP	26,228Kw

BHP pd NCR	103,7 HP
BHP pd MCR	122 HP
<hr/>	
Daya Engine	
<hr/>	
Tipe	F5L413FR
Putaran	2300
Daya	128 HP
<hr/>	

Metodologi Penentuan Propeller

Sebagian tahapan pekerjaan yang mesti dilaksanakan untuk memastikan propeller yang cocok untuk kebutuhan kapal dan mesin penggerak yakni sebagai berikut:

1. Memastikan putaran propeller(n), PT Boma Bisma Indra (Persero) yakni perusahaan yang berkecimpung pada industri mesin merekomendasikan besarnya gear ratio untuk keperluan di lapangan sebesar 3:1(Gear box Hangzhu seri 300)

2. Menghitung advance ratio (J)

$J = V_{ad}/(n \cdot D)$ dimana,

$V_{ad} = (1-w)V_s$

V_{ad} = advance speed (m/det)

w = wake fraction = $-0.05+0.50 C_b$ (untuk single screw)

V_s = kecepatan kapal (m/det)

D = diameter propeller (dalam perhitungan, diameter propeller divariasikan dengan batasan $< 0.7T$)

3. Menurut nilai J yang didapat, digunakan untuk mencari efisiensi optimum propeller pada kurva diagram open water yang telah dikembangkan dalam bentuk polinomial dengan memvariasikan:

Jumlah daun (Z): 3 s/d 4

Pitch ratio (P/D): 0.5 s/d 1.4

A_e/A_o : 0.35 s/d 0.85

4. Pengecekan load propeller dengan load engine. Dimana besarnya load engine factor mesti lebih besar daripada load propeller factor, hal ini karena untuk menangani terjadinya momen puntir propeller terhadap engine. Korelasi antara propeller terhadap daya engine yang diperlukan bagi M. C. W Oorsteveld dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{K_Q}{J^5} = \frac{Q n^3}{\rho V_{ad}^5} < \frac{P d * n^2}{2 \pi \rho V_{ad}^5} \quad (1)$$

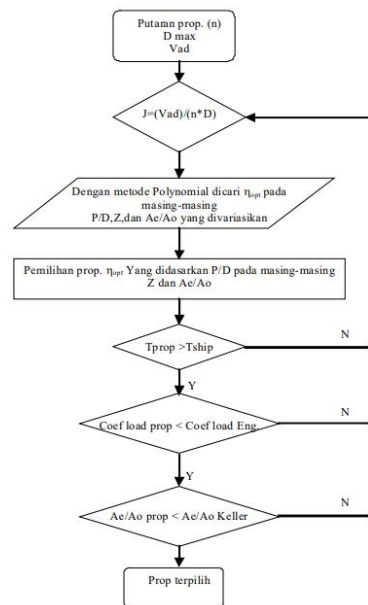
5. Pengecekan terhadap gaya dorong(Thrust) yang dihasilkan. Besarnya gaya dorong (thrust) yang dihasilkan oleh propeller harus dapat melawan gaya tahan (Resistance) kapal pada kecepatan tertentu. Jadi $T_{prop} > T_{ship}$, dimana:

$$T_{prop} = K_T n^2 \rho D^4$$

$$T_{ship} = \frac{R}{1 - t}$$

$t = \text{thrust deduction factor} = (0,5-0,7)$ w

Proses desain propeller dapat dipesan-tasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pemilihan propeller

Tabel 3. Hasil perhitungan Propeller pada kapal ikan tipe Purse-seiner 25 GT

Jumlah daun		3
Diameter	M	0.78
P/D		0.58
Pitch	M	0.452
Ae / Ao		0.5
Efisiensi		0.538
Koef. Thrust		0.1047
Koef. Torsi		0.012
Thrust Prop	N	6.486

Load Prop		1.402
Thrust ship	N	6.307
Load Engine	100% MCR	2.761
	90% MCR	2.485
	80% MCR	2.209
	70% MCR	1.932
	60% MCR	1.656
	50% MCR	1.38

Self Propulsion Test digunakan sebagai dasar untuk memprediksi performa kapal dari hasil percobaan model. Test tersebut terdiri dari sebagian running percobaan yang meliputi: 1. *Speed variation*(propeller bekerja dalam satu beban(loading) dengan ragam kecepatan). 2. *Load variation* (beban propeller divariasikan pada satu kecepatan)

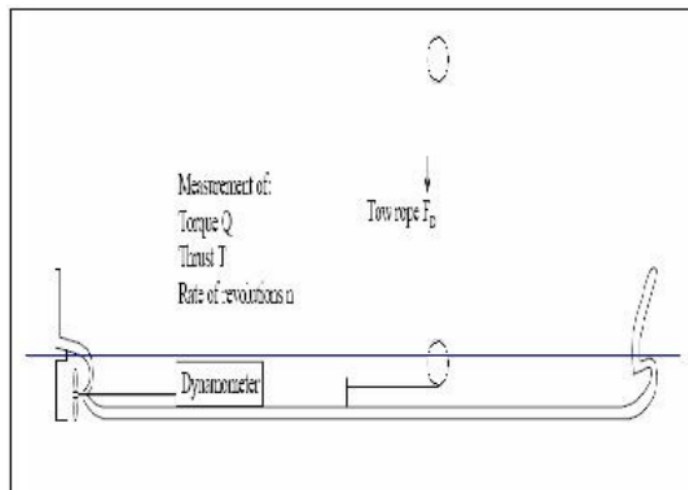
1. Metode ragam beban ataupun kecepatan konstan (Load Variation) Sebelum menerapkan percobaan pada setiap kondisi percobaan (running test) kecepatan kereta tarik (towing carriage) serta beban propeller haruslah dihitung/ diperkirakan terlebih dulu. Hal ini berkaitan dengan kemampuan kecepatan towing carriage serta kapasitas alat ukur (propeller dynamometer). Kereta tarik diakselerasikan dari keadaan diam hingga tercapai kecepatan yang diinginkan dan secara simultan model propeller diputar sampai menciptakan gaya dorong cocok dengan hasil perhitungan.

Pada saat bersamaan model propeller diputar/ digerakkan hingga mencapai harga gaya dorong(thrust) yang diinginkan, pada saat bertepatan kereta dorong (towing carriage) dijalankan mencapai kecepatan yang diinginkan. Pada saat kecepatan towing carriage mencapai kecepatan yang diinginkan model kapal dilepas dari cengkaman towing carriage, sehingga model kapal bergerak dengan kecepatannya sendiri(akibat gaya dorong model propeller) dan ditarik oleh resistance dynamometer dan pengukuran dicoba dalam selang waktu tertentu.

Ulangi pengujian ini pada kecepatan yang sama dengan sebagian kondisi beban propeller yang berbeda sampai seluruh daerah ukur pengujian dicoba. Beban propeller(propeller loading) harus mencakup kisaran batasan atas dan batasan bawah beban dimana ditaksir performa diperlukan. Metode ini memerlukan setidaknya tidak 4 kali penarikan.

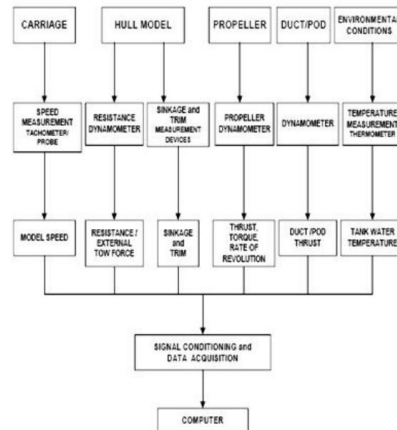
2. Metode ragam kecepatan (Constant Loading Method) Pada metode ini haruslah ditetapkan kecepatan yang hendak dipakai daerah pengukuran, setidaknya tidak 4 kecepatan towing carriage yang dipilih yang mencakup kecepatan di bawah dan di atas kecepatan dinas. Pada tiap running, secara simultan model propeller diputar hingga menciptakan thrust yang dapat menggerakkan model sama dengan kecepatan towing carriage. Running test dicoba pada sebagian kecepatan model (towing carriage) dengan propeller loading konstan.

Komponen-komponen semacam thrust, torque, kecepatan carriage, towing force (FD) haruslah diukur serta disimpan guna kebutuhan proses perhitungan berikutnya. Pada set up percobaan ini (amati Gambar 2), ragam kecepatan haruslah mencakup seluruh daerah kecepatan yang diinginkan. Pengaruh propeller loading diukur pada sedikitnya 3 kali pengukuran pada putaran propeller yang sama ataupun towing force pada satu kecepatan.

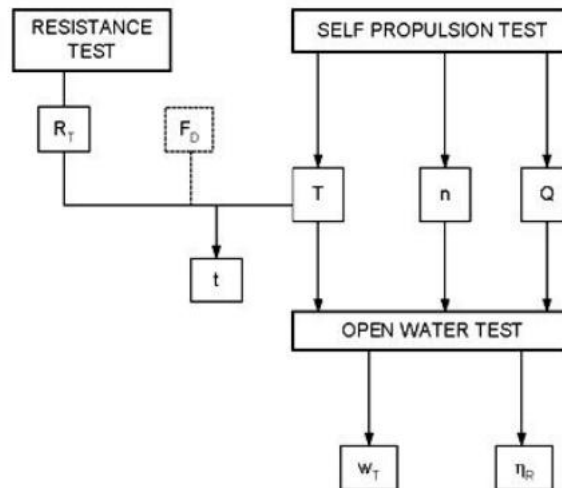


Gambar 2. *Set Up* pengujian self propulsion test

Jurnal Wave Volume 10 Nomor 1, Juli 2016; Hal 25-30



Gambar 3. Diagram pengujian self propulsion test (ITTC, 2011).



Gambar 4. Analysis data pengujian self propulsion (ITTC, 2011).

Sistem pengujian dan analisa data pada uji self propulsion berturut-turut disajikan pada Gambar 3 dan 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinkronisasi antara lambung kapal, mesin dan propeller atau lebih dikenal dengan sebutan propeller matching ialah hal terpenting dalam penentuan kinerja suatu kapal. Persamaan(1) merupakan suatu formula yang sangat bermanfaat untuk para perancang kapal guna memastikan sinkronisasi antara mesin induk dengan propeller. Terdapat 2 istilah dasar pada persamaan(1) yang sangat bermanfaat, ialah:

- Aspek beban propeller ($Qn^3/\rho v_{ad}^5$)
- Aspek beban mesin ($P_d n^2/2\rho\pi v_{ad}^5$)

Makna harfiah dari kedua aspek tersebut yaitu:

- aspek beban propeller merupakan kebutuhan daya propeller untuk berputar guna menghasilkan thrust yang diinginkan.
- aspek beban mesin merupakan daya yang disediakan mesin untuk memutar propeller guna menciptakan thrust yang diinginkan.

Dengan mengambil contoh kapal ikan 25 GT dari Ditjen Perikanan, sinkronisasi antara lambung, mesin serta propeller dicoba serupa terlihat pada Tabel 3. Tabel 3 ialah hasil perhitungan propeller matching pada kasus- kasus yang lumrah dalam dunia perkapalan. Pada kecepatan kapal yang diinginkan dan ketersediaan mesin penggerak kapal yang sudah ditetapkan, sehingga propeller yang cocok untuk kapal yang dimaksud ialah propeller diameter 78 cm berdaun 3 dengan blade zona ratio 0.5 dan pitch diameter ratio sebesar 0.452.

Dalam permasalahan kapal ikan tradisional, pembuatan lambung dilakukan tanpa terdapatnya gambar- gambar teknis(lines plan dan sebagainya), serta mesin penggerak yang sudah ditetapkan oleh pemilik kapal, hingga sinkronisasi dilakukan dengan persamaan(1) melalui tahapan sebagai berikut:

- pada sebagian ragam kecepatan yang diinginkan, hitung faktor beban mesin,
- dengan dukungan diagram Kt Kq propeller B series, pada kecepatan yang sesuai, amati besarnya Kq propeller untuk masing- masing ragam blade zona ratio,
- pilih propeller dengan faktor beban propeller lebih kecil daripada faktor beban mesin,
- dari hasil tahapan di atas, pilih propeller dengan efisiensi yang sangat baik

Dalam memutuskan BHP mesin kapal terdapat sebagian tahapan yang dilakukan.

1. Perhitungan daya kapal dengan aplikasi 'ship powering'(DESPPC ataupun yang lain).
2. Uji model: resistance test dan self propulsion test.
3. Propeller matching.

Dalam tahapan desain, besarnya daya mesin yang diperlukan oleh kapal untuk bergerak pada kecepatan yang diinginkan dapat dilakukan dengan menjalankan program/ aplikasi ship powering. Sebagai data input guna program tersebut diantaranya yakni dimensi utama kapal, koefisien hidrodinamis kapal, diameter serta putaran propeller. Propeller kapal didesain dengan prosedur optimasi secara iteratif dan hendak didapatkan desain propeller. Dengan desain propeller yang terdapat tersebut besarnya daya mesin dapat diketahui.

Untuk memvalidasi hasil perhitungan, maka dilakukan model test di Laboratorium Hidrodinamika. Penentuan powering kapal dicoba dengan melaksanakan 2(dua) ragam test: Resistance test dan Self Propulsion Test.

Apabila propeller yang dipakai bukan dari serie yang sudah terdapat (B- series) hingga perlu dicoba uji Open Water Test untuk final design propeller. Dari ketiga data tersebut(Open water Test, resistance test serta self propulsion test) seluruh nilai koefisien propulsive kapal dapat didapatkan(lihat tabel 1), sehingga didapatkan suatu hasil sistem propulsi kapal yang efektif.

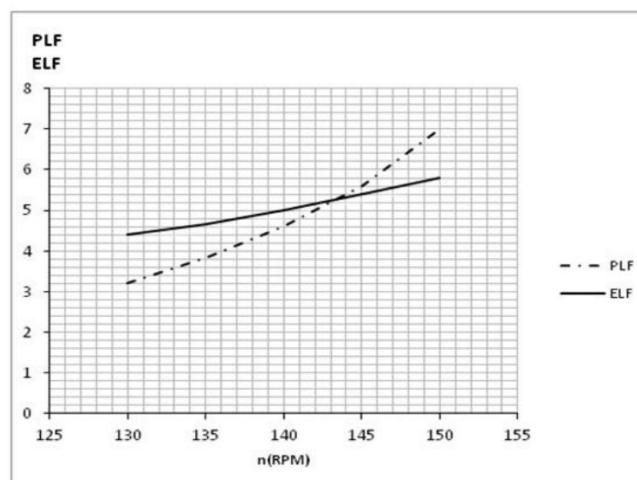
Apabila propeller yang digunakan sebagai propulsor kapal bukan menggambarkan serie propeller yang terdapat, maka diagram performa propeller(open water diagram) diperlukan untuk mensinkronkan(matching) antara propeller, mesin dan lambung. Mungkin yang terjadi pada penentuan powering kapal yang berdampak kecepatan kapal tidak tercapai: 1.) Daya mesin tidak memadai untuk menggerakkan kapal pada kecepatan tertentu 2. Propeller kapal tidak didesain secara baik, sehingga tidak matching antara propeller dengan mesin penggerak. 3.) Apabila kondisi(1) dan(2) telah dalam posisi tidak dapat

diganti, hingga pemakaian Energy saving devices menggambarkan salah satu metode untuk menaikkan/ menambah efisiensi dan kecepatan kapal.

S.Leksono(2000) telah mengembangkan suatu metode sederhana untuk mensinkronkan(matching) antara propeller kapal dengan mesin penggerak kapal dengan mengkomparasi aspek beban mesin(engine load factor- ELF) dengan aspek beban propeller(propeller load factor- PLF). Agar mesin penggerak dapat memutar propeller guna menciptakan thrust yang diperlukan untuk menggerakkan kapal pada kecepatan tertentu hingga besarnya ELF mesti lebih besar apabila dibandingkan dengan PLF.

Tabel 4. Perhitungan matching propeller dengan metode PLF dan ELF

LOAD CALCULATION OF TANKER 17500 DWT						
	PS =	3774	kW (at 0.85% MCR)			
	Vs =	13	knots		Va =	3.249979
	Prop D =	4.2	m			
n	J	Kt	10Kq	T(N)	PLF	ELF
130	0.348835	0.15394	0.162591	253241.3	3.147732	4.359951
131	0.346172	0.154947	0.163486	258833.7	3.288674	4.427285
132	0.34355	0.155938	0.164367	264481.8	3.434539	4.495136
134	0.338422	0.157876	0.16609	275944.8	3.741548	4.632384
135	0.335915	0.158824	0.166933	281759.8	3.90295	4.701782
136	0.333445	0.159758	0.167762	287630.5	4.069794	4.771696
137	0.331011	0.160678	0.16858	293556.7	4.242215	4.842126
138	0.328613	0.161584	0.169386	299538.6	4.420349	4.913072
139	0.326249	0.162478	0.17018	305576.2	4.604336	4.984534
140	0.323918	0.163359	0.170963	311669.4	4.794318	5.056512
141	0.321621	0.164227	0.171735	317818.2	4.990437	5.129005
142	0.319356	0.165083	0.172496	324022.7	5.192841	5.202015
143	0.317123	0.165928	0.173247	330282.8	5.401677	5.275541
145	0.312749	0.167581	0.174716	342969.9	5.839251	5.424141
146	0.310606	0.168391	0.175436	349397	6.068297	5.499214
147	0.308493	0.169189	0.176146	355879.7	6.304391	5.574804
148	0.306409	0.169977	0.176847	362418	6.547695	5.65091
149	0.304353	0.170755	0.177538	369011.9	6.798369	5.727531
150	0.302324	0.171522	0.178219	375661.5	7.056579	5.804669



Gambar 5. Kurva load factor pada masing putaran poros

Dari hasil tabulasi perhitungan (Tabel 4) dibuatlah kurva hubungan antara PLF dan ELF terhadap putaran propeller (RPM). Hal terpenting dari Gambar 5, terletak pada

perpotongan kurva PLF dan ELF disekitar 142 RPM. Ini berarti bahwa maksimum putaran mesin adalah sebesar 142 Rpm

PENUTUP

Dalam pemilihan atau penentuan dimensi propeller untuk menggerakkan kapal pada kecepatan yang ditetapkan, serta dengan dukungan diagram performance ataupun perangkat lunak yang ada(metode polynomial propeller B- series), maka tahapan yang perlu dilakukan yaitu: 1.)Menghitung aspek beban mesin pada kecepatan yang ditetapkan ataupun pada ragam kecepatan(apabila kecepatan kapal tidak diketahui). 2.) Pada kecepatan kapal yang ditentukan, putaran mesin dan diameter propeller yang diijinkan, hitung besarnya aspek beban propeller untuk masing jumlah daun, pitch diameter ratio ataupun blade zona ratio. 3.) Pilih propeller yang memiliki aspek beban propeller lebih kecil daripada aspek beban mesin dan yang memiliki efisiensi yang sangat besar. 4.) Dengan memanfaatkan formula Keller, bandingkan apakah blade zona ratio propeller terpilih lebih besar daripada blade zona ratio Keller.

Dalam memastikan besarnya power mesin untuk suatu kapal agar mampu bergerak dengan kecepatan yang diinginkan dan penentuan tersebut memiliki tingkatan efisiensi yang baik, hingga dibutuhkan pengujian resistance dan self propulsion test. Apabila kecepatan kapal tidak tercapai, maka analisa dan penilaian yang lebih perinci butuh dilakukan baik terhadap proses perhitungan maupun model uji yang dicoba dan dicek ulang proses matching antara propeller dan mesin penggerak.

DAFTAR PUSTAKA

- Harvald, SV.AA. (1984). Resistance and Ship Propulsion. John Wiley and Sons, NY.
- Harvald, S. A. (1983). Resistance and Propulsion of Ships. New York: John Wiley & Sons
- Leksono, S. (2016). Sinkronisasi Propeller dengan Mesin Induk pada Kapal Ikan untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kinerja. Jurnal Wave, Vol. 10 (1), 19-24.
<https://www.neliti.com/id/publications/298970/sinkronisasi-propeller-dengan-mesin-induk-pada-kapal-ikan-untuk-meningkatkan-efi>
- Lewis, E.V. (1988). Resistance, Propulsion and Vibration, PNA vol. II, SNAME.
- Mochamad Guruh GS. (2016). Propulsi Kapal dalam Tinjauan Uji Model.
<https://www.neliti.com/id/publications/298993/propulsi-kapal-dalam-tinjauan-uji-model>
- Paska, A., Hadi, E. S., & Kiryanto. (2016). Analisa Engine Propeller Matching pada Kapal Perintis Baru Type 200 DWT untuk Medapatkan Sistem Propulsi yang Optimal. Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 4(3), 576-585