

Perencanaan *Main Engine* dan *Propeller* pada Kapal Pencalang 15 GT

Rama Kurniadhani Atmaja^{1*}, Abdul Gafur, S.T., M.T.², Bambang Antoko, S.T., M.T.³

Program studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: ramakurniadhani@student.ppns.ac.id¹; abdulgafur@ppns.ac.id²; bambangantoko@ppns.ac.id³;

Abstract - Planning for the selection of the propulsion system on the Pencalang 15 GT ship is carried out in order to avoid any errors in determining the main engine and propeller. Calculation of resistance and ship engine power requirements is carried out using the Holtrop method in modeling software to select the appropriate main engine. The propeller selection is carried out with the consideration that it does not exceed the maximum diameter limit and the propeller does not experience cavitation. Matching points are carried out by plotting engine power, engine speed and propeller load characteristics in trial and service conditions with the highest percentage of matching point values.

Keyword: Propeller, Ship Resistance, Main Engine, Engine Propeller Matching.

Nomenclature

K_T	: Koefisien dorong
K_Q	: Koefisien torsi
J	: Koefisien <i>advanced</i>
V_a	: Kecepatan <i>advanced</i> (m/s)
D	: Diameter <i>Propeller</i> (m)
n	: Putaran (rpm)
T	: Gaya dorong (N)
Q	: Torsi (Nm)
η_o	: Efisiensi <i>open water</i>
ρ	: Massa jenis air laut (kg/m ³)
π	: Pi

1. PENDAHULUAN

Kapal Pencalang adalah kapal dagang tradisional yang berasal dari daerah Riau dan Semenanjung Melayu. Kapal Pencalang 15 GT merupakan kapal yang terbuat dari kayu dengan panjang 11.25m. Pada kapal - kapal kayu yang dibuat di galangan tradisional, umumnya pada pembuatannya tidak melalui tahap perencanaan terlebih dahulu. Pada pembuatannya hanya berdasarkan pengalaman pembuat kapal. Sehingga besarnya tahanan kapal yang dibuat juga tidak diketahui.

Perencanaan sistem propulsi kapal dilakukan dengan pertimbangan berbagai aspek seperti besar tahanan yang diterima oleh kapal. Karena besarnya tahanan kapal yang diterima oleh kapal tidak diketahui, maka besar tenaga penggerak yang dibutuhkan oleh kapal untuk mencapai kecepatan yang diinginkan juga tidak diketahui. Sehingga pada proses pemilihan *Main Engine* hanya berdasarkan pengalaman yang telah ada. Tidak bisa dipastikan apakah mesin yang dipilih benar-benar cocok dengan kapalnya.

Pemilihan *Propeller* tidak melebihi batas diameter maksimal serta *propeller* tidak mengalami kavitasi [1], dan titik operasi putaran mesin induk yang diterima *propeller* sama dengan atau mendekati kecepatan yang telah direncanakan [2]. Karena adanya kesalahan dalam perencanaan dalam berakibat fatal terhadap karakteristik kapal tersebut. Kecepatan kapal yang tidak memenuhi perencanaan, konsumsi bahan bakar yang tidak efisien, dan juga turunnya nilai ekonomis kapal tersebut.

Pada penelitian ini penulis mencoba melakukan penelitian tentang pemilihan *Main Engine* dan *Propeller* untuk Kapal Pencalang 15 GT yang sesuai untuk dijadikan acuan dalam pengaplikasiannya pada Kapal Pencalang 15 GT.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahanan Kapal

Tahanan total kapal merupakan penjumlahan dari beberapa komponen hambatan lain. *Skin Friction* merupakan komponen tahanan yang diperoleh dengan mengintegrasikan tegangan tangensial ke seluruh permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. *Skin friction* dibagi menjadi dua komponen lagi yaitu *Naked hull skin friction resistance* dan *Appendages skin friction resistance*. *Naked hull skin friction resistance* merupakan *skin friction* pada lambung utama kapal sedangkan *Appendages skin friction resistance* merupakan *skin friction* pada tambahan di lambung kapal seperti skeg, lunas bilga, *wedges*, *bow thruster* [3]. Perhitungan tahanan total kapal dapat ditentukan berdasarkan Persamaan (1).

$$R_t = R_f(1+k1) + R_{app} + R_w + R_a + R_b + R_t \quad (1)$$

2.2 Daya Main Engine

Adalah besarnya daya output dari mesin induk dari *maximum continous rating* (MCR) yang mana 80-85% dari daya mesin digunakan untuk mendapatkan daya pada kondisi *continues service rating* (CSR). Artinya daya yang dibutuhkan oleh kapal agar mampu beroperasi dengan kecepatan servis (V_s) adalah cukup dengan 80-85% dari daya mesin (*engine rated power*) dan pada kisaran 100% putaran mesin (*engine rated speed*) [4]. Persamaan (2) untuk menghitung BHPmcr adalah:

$$BHP_{mcr} = \frac{BHP_{scr}}{0.85} \quad (2)$$

2.3 Propeller

Dalam hal pemilihan *propeller*, beberapa parameter dibawah harus terpenuhi. [1].

1. Diameter *propeller* harus lebih kecil dari 0,7T.
2. Tidak terjadi kavitasi pada *propeller*.
3. *Propeller* yang dipilih mempunyai efisiensi yang paling bagus.
4. BHPmcr harus lebih kecil dari daya mesin yang dipasang di kapal.

Pembacaan grafik B_p dilakukan untuk memperoleh nilai P/D dan 1/J0. sebelum membaca grafik, terlebih dahulu dihitung nilai dari $0.1739\sqrt{B_p}$. Besar nilai B_p ditentukan dengan Persamaan (3)[5].

$$B_{p1} = \frac{N_{prop} \times DHP^{0.5}}{V_a^{2.5}} \quad (3)$$

Perhitungan kavitasi sangat perlu dilakukan untuk memastikan bahwa *propeller* yang dipakai bebas dari kerusakan yang disebabkan oleh proses kavitasi yang terjadi pada daun *propeller*. Syarat *propeller* tidak mengalami kavitasi adalah $\tau_c \text{ burril} > \tau_c \text{ cal}$, nilai $\tau_c \text{ burril}$ diperoleh dari pembacaan *Burril Cavitation Diagram* dan nilai $\tau_c \text{ cal}$ diperoleh dari Persamaan (4)[5].

$$\tau_c = \frac{T}{A_p \times 0.5 \times P \times Vr^2} \quad (4)$$

2.3 Open Water Propeller

Secara umum karakteristik dari *propeller* kapal pada kondisi *open water test* adalah seperti yang direpresentasikan pada diagram $KT - KQ - J$. Setiap *propeller* kapal memiliki karakteristik kurva kinerja yang berbeda – beda. Model persamaan untuk karakteristik *propeller* kapal adalah sebagai berikut [5]:

$$K_T = \frac{T_{prop}}{\rho n^2 D^4} \quad (5)$$

$$K_Q = \frac{Q_{prop}}{\rho n^2 D^5} \quad (6)$$

$$J = \frac{V_a}{nD} \quad (7)$$

Untuk menghitung nilai efisiensi *Propeller* pada kondisi *Open Water* adalah sebagai berikut:

$$\eta_o = \frac{J \times K_T}{2\pi K_Q} \quad (8)$$

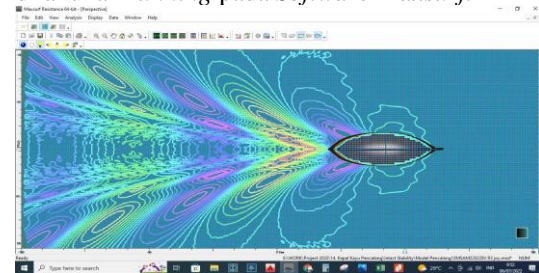
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan objek kapal baru 13,5 meter. Data utama kapal *crewboat* 13,5 meter dapat dilihat pada Tabel 1.

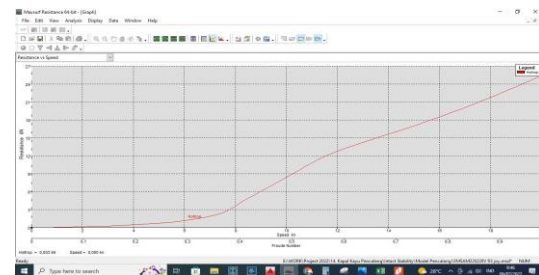
Tabel 1. Data Utama Kapal Pencalang 15 GT

Length Water Line (LWL)	11.25 m
Length Perpendicular (LPP)	11.02 m
Breadth (B)	4 m
Depth (H)	1.55 m
Draft (T)	1 m
Speed (Vs)	10 knot
Cb	0.419

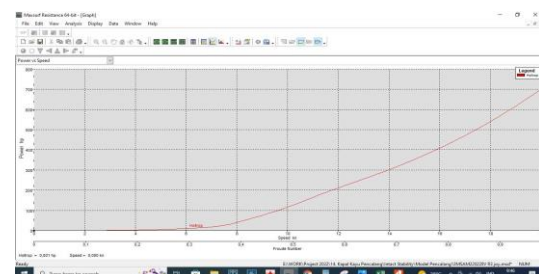
Tahap kedua dengan mengetahui nilai tahanan dan kebutuhan daya kapal, dapat dilakukan *running* pada *Software Maxsurf*.



Gambar 1. Tampilan *running* Software Maxsurf



Gambar 2. Kurva *resistance vs speed*



Gambar 3. Kurva *power vs speed*

Tabel 2. Minimum power calculation of Main Engine

No.	Speed (Knots)	Holtrop Resist (kN)	Holtrop Power (HP)
1.	0	--	--
2.	0.5	0	0.007
3.	1	0	0.047
4.	1.5	0.1	0.15
5.	2	0.1	0.34
6.	2.5	0.2	0.642
7.	3	0.3	1.082
8.	3.5	0.3	1.683
9.	4	0.4	2.477
10.	4.5	0.6	3.515
11.	5	0.7	4.89
12.	5.5	0.9	6.823
13.	6	1.2	9.596
14.	6.5	1.5	13.139
15.	7	1.9	17.943
16.	7.5	2.5	25.749
17.	8	3.6	39.583
18.	8.5	4.9	57.191
19.	9	6	75.072
20.	9.5	7.2	94.701
21.	10	8.4	116.099

Dari data pemodelan dapat di ketahui nilai tahanan kapal sebesar 8.4 kN dan kebutuhan daya sebesar 116.099 HP. Selanjutnya dipilih *Main Engine* dan *Gear Box* dengan spesifikasi pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Spesifikasi *Main Engine*

Main Engine Specification	
Merk	WEICHAI
Type	226B
Power Max	66 kW 80.42895 HP
Cylinder	3
Bore	105 mm
Piston Stroke	120 mm
Speed	1800 rpm
MEP	30 Bar
Dimension	
Length	890 mm
Width	694 mm
Height	1066 mm
Weight	400 kG

Tabel 4. Spesifikasi *Gear Box*

Gear Box Specification	
Merk	WEICHAI
Type	WHG170
Power Factor	0.039 kW/ rpm
Ratio	3
Dimension	
Length	786 mm
Width	550 mm
Height	763 mm
Weight	270 kG

Selanjutnya dilakukan pembacaan Pembacaan diagram $B_p-\delta$ dan didapatkan *Propeller* dengan spesifikasi pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi *Propeller*

Spesifikasi Propeller	
Diameter	630 mm
Pitch	855 mm
Blade	4
Blade Area Ratio	0.567
Rake	10
Profil	B-Series
Nprop	600 rpm

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada Kapal Pencalang 15 GT, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Main Engine* yang dipilih adalah Merk Weichai tipe 226B dengan power max 80.43 HP dan speed 1800 rpm.
2. Didapatkan model *Propeller* yang sesuai untuk Kapal Pencalang 15 GT adalah B4-55 Series dengan diameter 630mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Habibi and Nurhadi, "Anailisa Pemilihan *Propeller* Tipe B-Series pada Kapal Feri Ro-Ro 600 GT dengan Menggunakan Aplikasi Matchpro," Jurnal Wave, vol. IX, no. 2, pp. 75-81, 2016.
- [2] N. B. Prasetyo, U. Budiarto and D. Chrismianto, "Analisis Perbandingan Engine *Propeller* Matching Antara Single Screw *Propeller* Dan Twin Screw *Propeller* Pada Kapal Tanker 6500 DWT," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. VIII, no. 3, pp. 405-413, 2020.
- [3] M. S. Purwoko, Nurhasanah and S. A. Angrayni, "Calculation Hambatan Kapal Ikan Tibe U dan Tipe Hard Chine Bottom dengan Skeg Untuk Nelayan Tradisional," Jurnal Inovtek Polbeng, vol. XII, no. 1, pp. 82-86, 2022.
- [4] K. Prihutomo and S. Endah, "Perhitungan Tahanan dan Daya Mesin pada Kapal Mini LNG berbasis Simulasi Numerik," Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics, vol. V, no. 2, pp. 90-100, 2020.
- [5] S. W. Adji, "Engine *Propeller* Matching," 2005, pp. 1-31.