

# EVALUASI PERUBAHAN DIAMETER *PROPELLER* TERHADAP KECEPATAN KMP. LAYUR

Khabib Alwi<sup>1</sup>, Latuhorte Wattimury<sup>2</sup>, Fany Laamena<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Email : [khabibalwi26@gmail.com](mailto:khabibalwi26@gmail.com)

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email : [latutron@yahoo.com](mailto:latutron@yahoo.com)

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura  
Email : [laamenafany@gmail.com](mailto:laamenafany@gmail.com)

## ABSTRAK

KMP. LAYUR mengalami insiden yang cukup serius, kapal terdampar di pesisir pantai saat propeller berputar dengan kecepatan tinggi. Kondisi tersebut mengakibatkan Performance propeller mengalami penurunan, terbukti setelah direparasi diameter propeller berubah dari 0.9 m menjadi 0.83 m dan pitch propeller mengalami perubahan. Alasan propeller tetap direparasi, sambil menunggu propeller baru, pihak perusahaan memutuskan propeller tetap direparasi untuk tidak memutuskan waktu operasional kapal. Adapun pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode observasi lapangan selama kapal dalam masa docking, metode wawancara dan kepustakaan. Berdasarkan Pada kondisi clean hull (trial), untuk propeller B4-55 (lama) dengan diameter 0.9 m dan pitch 0.88 m didapatkan nilai gaya dorong sebesar 143.05 kN dan torsi propeller sebesar 20.82 Nm yang hanya mampu menggerakkan kapal dengan kecepatan 8.46 knot, sedangkan untuk propeller B4-55 (baru) dengan diameter 0.83 m dan pitch 0.72 m didapatkan nilai gaya dorong sebesar 106.51 kN dan torsi propeller sebesar 11.37 Nm dimana hanya mampu menggerakkan kapal dengan kecepatan 6,15 knot. Penurunan kecepatan kapal sangat besar jika dibandingkan antara penggunaan propeller B4-55 (lama) dan propeller B4-55 (baru). Perubahan diameter dan pitch propeller mempengaruhi kecepatan kapal KMP. LAYUR, setelah dilakukan perhitungan kavitas propeller B4-55 dengan diameter lama dan diameter setelah perubahan mengalami kavitas. Besar nilai kavitas propeller lama mencapai 0,143 dan besar nilai kavitas propeller baru mencapai 0,159.

Kata kunci : diameter *propeller*, *pitch propeller*, kecepatan kapal

## 1. PENDAHULUAN

KMP. LAYUR merupakan salah satu kapal milik PT. ASDP Indonesia Ferry dibuat dengan tugas dan fungsi mengangkut barang dan jasa. Kapal ini adalah jenis Ro-Ro/*passenger ship* yang dibuat pada tahun 1983, menggunakan 2 (dua) *main engine* dengan daya masing-masing 334 HP yang awal pengoperasiannya memiliki kecepatan maksimal 9.5 knot sesuai data *principle dimension* untuk melakukan operasi pada route penyebrangan Wailei – Umeputih.

Desember 2021 KMP. LAYUR mengalami insiden yang cukup serius. Akibat dari insiden tersebut mengakibatkan kerusakan, yakni ujung daun baling-baling patah, bukan hanya satu tetapi semua baling-balingnya hampir setengah dari ukurannya. Januari 2022 KMP. LAYUR melakukan pengedockan di PT. DOK DAN PERKAPALAN WAIAME AMBON. Baling-baling kemudian diperbaiki, hal ini tentunya tidak membuat baling-baling akan kembali seperti

pada saat pertama kali kapal dibuat. Performance baling-baling akan mengalami penurunan. Hal ini terbukti setelah direparasi, diantaranya diameter baling-baling berubah dari 0.9 m menjadi 0.83 m dan *pitch propeller* pastinya mengalami perubahan. Alasan *propeller* tetap direparasi, yaitu sambil menunggu kedatangan *propeller* yang baru, maka dari pihak perusahaan memutuskan untuk *propeller* tetap direparasi untuk tidak memutuskan waktu operasional kapal.

Diameter baling-baling memiliki peran yang sangat penting dalam system populasi kapal dalam hal ini menyangkut daya yang digunakan untuk mendorong kapal (THP). Herbet Simbolon, dkk (2015) membuat penelitian dengan variasi diameter, jumlah daun baling-baling guna mendapatkan gaya dorong dan kecepatan kapal optimal. Selain itu Yermias Rahradian Andilolo, dkk (2017) dengan menggunakan metode CFD untuk menganalisa akibat pengurangan Diameter dan Penambahan End Plate untuk mendapatkan gaya dorong. Kapal harus memiliki kinerja dan nilai ekonomis yang baik. Untuk mencapainya diperlukan kecepatan yang optimal, salah satu alternatif cara untuk meningkatkan kecepatan kapal adalah dengan mengurangi hambatan kapal atau mengatur bentuk haluan kapal (Latuhorte Wattimury, 2021). Jika terjadi perubahan diameter baling-baling dan *pitch propeller* maka akan mempengaruhi kecepatan kapal. Berdasarkan kondisi ideal yang ada, kemudian fakta yang mendukung dan masalah yang ditemui, maka penulis ingin melakukan penelitian untuk mengetahui berapa besar kecepatan yang dicapai oleh KMP. LAYUR setelah perbaikan propeller.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah variabel yang didefinisikan sebagai fungsi x, dimana variabel ini adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi variabel terikat (y).

1. Variabel bebas : Variabel bebas adalah variabel yang didefinisikan sebagai fungsi x, dimana variabel ini adalah variabel yang menyebabkan atau mempengaruhi variabel terikat (y). Variabel bebas pada penelitian ini yaitu diameter dan *pitch propeller*.
2. Variabel Terikat : Variabel terikat adalah variabel yang didefinisikan sebagai nilai y dimana yaitu faktor-faktor yang diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas (x) yakni yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai dengan yang diperkenalkan peneliti, Adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah kecepatan kapal.

### B. Pengolahan Data

#### 1. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin

*Effective Horse Power* (EHP) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar  $V_s$  atau biasa dikenal dengan sebutan daya efektif. (Harvald, 1992, Hal. 135):

$$EHP = R_{T(SeaMargin)} \times V_s \quad (\text{HP}) \quad (1)$$

#### 2. Pemilihan Propeler

Adapun proses penentuan pemilihan tipe propeler dilakukan dengan pembacaan diagram  $B_p$ - $\delta$  Diagram setelah melalui langkah-langkah berikut:

- a. Menentukan nilai  $B_p$  (*Power Absorbtion*)

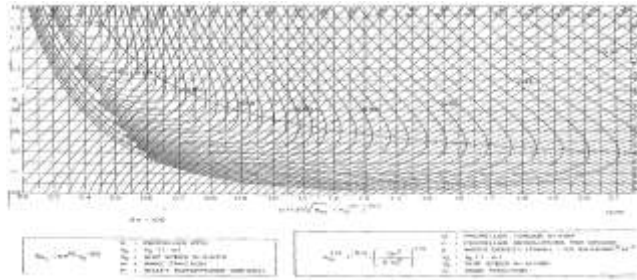
Nilai  $B_p$  diperoleh dengan rumus (Lewis, 1989):

$$B_p = N_{propeler} \times P_{0.5} V_a^{2.5} \quad (2)$$

- b. Perhitungan diagram  $B_p$ -1

Pada pembacaan diagram  $B_p$ , nilai  $B_p$  harus dikonversikan dahulu dengan rumusan (Lewis, 1989):

$$B_{p1} = 0,1739 \times \sqrt{BP} \quad (3)$$



Gambar 1. Bp1- $\delta$  diagram tipe propeler B-series (Lewis, 1989, Hal. 202)

- c. Menentukan Nilai Diameter Propeler ( $D_b$ )

$$D_0 = \delta_0 \times V_a N_{propeler} \quad (4)$$

$$D_b = 0,96 \times D_0 \quad \text{untuk single screw}$$

$$D_b = 0,98 \times D_0 \quad \text{untuk twin screw}$$

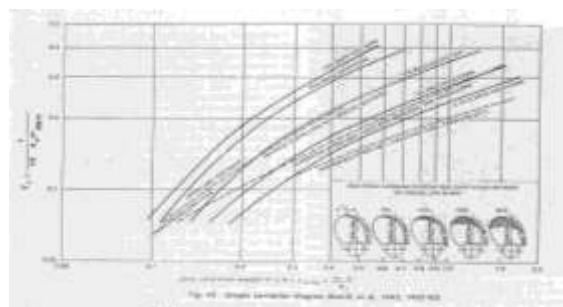
### 3. Perhitungan Kavitasasi

Untuk syarat terjadinya kavitasasi adalah  $T_c$  diagram ( $\tau_c$ ) <  $T_c$  hitungan ( $\tau_{ccal}$ ).  $\tau_{ccal}$  adalah nilai yang akan menentukan propeler yang digunakan mengalami kavitasasi atau tidak. Rumus untuk mencari nilai  $\tau_{ccal}$  adalah sebagai berikut (Lewis 1988) :

$$\tau_{ccal} = T / (A_p 0,5 \rho V_r^2) \quad (5)$$

Untuk mendapatkan nilai  $\tau_c$ , maka harus dilakukan pembacaan diagram burril dengan memasukkan nilai dari  $\sigma_{0,7R}$ , kemudian tarik garis vertical ke atas sampai memotong garis putus-putus yang kedua. Dari perpotongan tersebut ditarik garis horizontal ke kanan dan didapatkan nilai  $\tau_c$ . Koefisien  $\sigma_{0,7R}$  dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Lewis, 1989. Hal. 181):

$$\sigma_{0,7R} = \frac{188,2 \times 19,62H}{V_a + (4,836 \times n^2 \times D^2)} \quad (6)$$

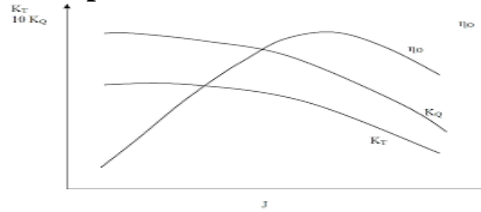


Gambar 2. Diagram Burril's (Harvald, 1992)

### 4. Engine Propeller Matching

Salah satu tahapan yang sangat berpengaruh di dalam melaksanakan proses analisa *Engine Propeller Matching* adalah tahapan pemodelan dari karakteristik badan kapal yang dirancang/diamati.

## 5. Karakteristik Propeller Kapal



Gambar 3. Diagram KT-KQ-J  
(Adjie, 2005)

Model persamaan untuk karakteristik kinerja propeller adalah sebagai berikut (Harvald, 1992, Hal. 143):

$$K_T = \frac{T_{prop}}{\rho \times n^2 \times D^4} \quad (7)$$

$$K_Q = \frac{Q_{PROP}}{\rho \times n^2 \times D^5} \quad (8)$$

$$J = \frac{V_A}{n \times D} \quad (9)$$

$$\eta_0 = \frac{J \times K_T}{2\pi \times K_Q} \quad (10)$$

Dari persamaan (2.30), maka dapat diperoleh persamaan untuk menentukan gaya dorong propeller yaitu sebagai berikut (Harvald, 1992, Hal. 143):

$$T_{prop} = K_T \times \rho \times n^2 \times D^4 \quad (11)$$

Dan dari persamaan (2.31), maka dapat diperoleh persamaan untuk menentukan torsi propeller yaitu sebagai berikut (Harvald, 1992, Hal. 143):

$$Q_{prop} = K_Q \times \rho \times n^2 \times D^5 \quad (12)$$

## 6. Interaksi Lambung Dan Propeller Kapal

Metodenya adalah dengan mengolah persamaan (2.29) dan persamaan (2.30), sebagai berikut (Adjie, 2005, Hal. 10):

$$T_{SHIP} = \frac{\alpha \times V_A}{(1-t)(1-w)^2}$$

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

$$T_{SHIP} = T_{PROP}$$

Sehingga diperoleh persamaan (Adjie, 2005, Hal. 10):

$$K_T = \frac{\alpha \times V_A^2}{(1-t)(1-w)^2 \times \rho \times n^2 \times D^4} \quad (13)$$

Jika,

$$\beta = \frac{\alpha}{(1-t)(1-w)^2 \times \rho \times D^2} \quad (14)$$

Maka persamaan (2.34) menjadi (Adjie, 2005, Hal. 10):

$$K_T = \beta \times \frac{V_A^2}{n^2 \times D^2} \quad (15)$$

Sehingga diperoleh hubungan persamaan sebagai berikut (Adjie, 2005, Hal. 10):

$$K_T = \beta \times J^2 \quad (16)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin KMP. LAYUR

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin ( Propeller lama )

| N o. | Parameter            | Persamaan                               | Hasil  | Satuan |
|------|----------------------|---|--------|--------|
| 1    | $BHP_{MCR}$          | (Daya mesin)                            | 668    | HP     |
| 2.   | $W$                  | $(0,5 \times C_b) - 0,05$               | 0.30   |        |
| 3.   | $T$                  | $0,5 \times Cp - 0,19$                  | 0.22   |        |
| 4.   | $V_s$                | -                                       | 7      | Knot   |
| 5.   | $V_A$                | $V_s (1-w)$                             | 4.92   | m/s    |
| 6.   | $\eta_{rr}$          | $\eta_{rr} = \frac{\eta_B}{\eta_0}$     | 1,0    |        |
| 7.   | $\eta_0$             | 40% - 70%                               | 0.55   |        |
| 8.   | $\eta_H$             | $\frac{(1-t)}{(1-w)}$                   | 1.11   |        |
| 9.   | $P_c$                | $\eta_{rr} \times \eta_0 \times \eta_H$ | 0.61   |        |
| 10.  | $\eta_G$             | 2%                                      | 98 %   |        |
| 11.  | $\eta_s \eta_b$      | 3%                                      | 97 %   |        |
| 12.  | <b>Engine margin</b> | 20%                                     | 80 %   |        |
| 13.  | $BHP_{SCR}$          | $BHP_{MCR} \times \text{enginemargin}$  | 534.40 | HP     |
| 14.  | <b>SHP</b>           | $BHP_{SCR} \times \eta_G$               | 523.71 | HP     |
| 15.  | <b>DHP</b>           | $SHP \times \eta_s \eta_b$              | 508.00 | HP     |
| 16.  | <b>EHP</b>           | $DHP \times P_c$                        | 310.38 | HP     |
| 17.  | <b>EHP</b>           | 1 HP = 0,75 kW                          | 232.78 | kW     |
| 18.  | $R_T$                | $\frac{EHP}{V_s}$                       | 64.64  | kN     |

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin ( Propeller Setelah Repair)

| N o. | Parameter            | Persamaan                               | Hasil  | Satuan |
|------|----------------------|---|--------|--------|
| 1    | $BHP_{MCR}$          | (Daya mesin)                            | 668    | HP     |
| 2.   | $W$                  | $(0,5 \times C_b) - 0,05$               | 0.30   |        |
| 3.   | $T$                  | $0,5 \times Cp - 0,19$                  | 0.22   |        |
| 4.   | $V_s$                | -                                       | 6      | Knot   |
| 5.   | $V_A$                | $V_s (1-w)$                             | 4.22   | m/s    |
| 6.   | $\eta_{rr}$          | $\eta_{rr} = \frac{\eta_B}{\eta_0}$     | 1,0    |        |
| 7.   | $\eta_0$             | 40% - 70%                               | 0.55   |        |
| 8.   | $\eta_H$             | $\frac{(1-t)}{(1-w)}$                   | 1.11   |        |
| 9.   | $P_c$                | $\eta_{rr} \times \eta_0 \times \eta_H$ | 0.61   |        |
| 10.  | $\eta_G$             | 2%                                      | 98 %   |        |
| 11.  | $\eta_s \eta_b$      | 3%                                      | 97 %   |        |
| 12.  | <b>Engine margin</b> | 20%                                     | 80 %   |        |
| 13.  | $BHP_{SCR}$          | $BHP_{MCR} \times \text{enginemargin}$  | 534.40 | HP     |

|     |                      |                            |        |    |
|-----|----------------------|----------------------------|--------|----|
| 14. | <b>SHP</b>           | $BHP_{SCR} \times \eta_G$  | 523.71 | HP |
| 15. | <b>DHP</b>           | $SHP \times \eta_s \eta_b$ | 508.00 | HP |
| 16. | <b>EHP</b>           | $DHP \times P_c$           | 310.38 | HP |
| 17. | <b>EHP</b>           | 1 HP = 0,75 Kw             | 232.78 | kW |
| 18. | <b>R<sub>T</sub></b> | $\frac{EHP}{V_s}$          | 75.42  | kN |

### B. Perhitungan Perbandingan Efisiensi Propeller Lama Dan Baru

Tabel 3. Hasil perhitungan efisiensi masing-masing type propeller

| Type Propeller       |                                      | B4-55<br>Propeller lama | B4-55<br>Sesudah repair |
|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>BP</b>            | $\frac{n \times P^{0.5}}{V_a^{2.5}}$ | 10.63                   | 1,63                    |
| <b>P/D</b>           | $\frac{Pitch}{D}$                    | 0.98                    | 0,87                    |
| <b>1/J</b>           | (diagram lampiran 1)                 | 1,32                    | 1,57                    |
| <b>δ</b>             | $\frac{1}{J} \times 0,009875$        | 134,18                  | 159,49                  |
| <b>η<sub>B</sub></b> | (diagram lampiran 1)                 | 0,69                    | 0,66                    |

### C. Pengujian Resiko Kavitasi

Tabel 4. Hasil perhitungan prediksi kavitasi masing-masing propeller

| Parameter                              | Persamaan  | B4-55<br>Propeller lama | B4-55<br>Sesudah repair |
|--|--|-------------------------|-------------------------|
| <b>A<sub>0</sub></b> (m <sup>2</sup> ) | $\pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2$                                | 0.64                    | 0.54                    |
| <b>A<sub>e</sub></b> (m <sup>2</sup> ) | $A_0 \times \left(\frac{A_e}{A_0}\right)$                              | 0.35                    | 0.30                    |
| <b>A<sub>P</sub></b> (m <sup>2</sup> ) | $Ad \times \left(1,067 - \left(0,229 \times \frac{P}{D}\right)\right)$ | 0.29                    | 0.26                    |
| <b>V<sub>r</sub><sup>2</sup></b>       | $V_A^2 + (0,7 \times \pi \times n \times D)^2$                         | 2470.05                 | 2097,95                 |
| <b>T</b> (kN)                          | $\frac{EHP}{(1-t) \times V_s}$   | 82,72                   | 96,50                   |
| <b>T<sub>C</sub></b>                   | $\frac{T}{Ap \times 0,5 \times \rho \times (V_r)^2}$                   | 0.22                    | 0.35                    |
| <b>σ<sub>0,7R</sub></b>                | $\frac{188,2 \times 19,62H}{V_A + (4,836 \times n^2 \times D^2)}$      | 0.31                    | 0.35                    |
| <b>T<sub>C-diagram</sub></b>           | (diagram lampiran 2)   | 0,143                   | 0,159                   |
| <b>Kavitasi</b>                        | T <sub>C-diagram</sub> < T <sub>C-hitungan</sub>                       | Kavitasi                | Kavitasi                |

## D. Analisa Engine Propeller Matching

### 1. Menghitung Koefisien $\alpha$ Dan $\beta$

Tabel 6. Hasil perhitungan koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  kondisi trial dan service

| Kondisi                        | Parameter                  | Persamaan   | B4-55<br>Propeller lama | B4-55<br>Setelah repair |
|--------------------------------|----------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
| <i>clean hull</i><br>(trial)   | RT <sub>trial</sub> (kN)   | RT <sub>(sea margin)</sub>  | 75,53                   | 55,49                   |
|                                | $\alpha_{\text{trial}}$    | $\frac{RT_{\text{trial}}}{V_s^2}$                                     | 5.82                    | 5.82                    |
|                                | $\beta_{\text{trial}}$     | $\frac{\alpha_{\text{trial}}}{(1-t)(1-w)^2 \times \rho \times D^2}$   | 18,12                   | 21.32                   |
| <i>rough hull</i><br>(service) | RT <sub>service</sub> (kN) | RT <sub>trial</sub> × 1,13  | 85,35                   | 62,70                   |
|                                | $\alpha_{\text{service}}$  | $\frac{RT_{\text{service}}}{V_s^2}$                                   | 6.58                    | 6.58                    |
|                                | $\beta_{\text{service}}$   | $\frac{\alpha_{\text{service}}}{(1-t)(1-w)^2 \times \rho \times D^2}$ | 20,48                   | 24.07                   |

### 2. Menentukan Nilai $K_T$ Dan Membuat Kurva $K_T$ - $J$

Tabel 7. Hasil perhitungan  $K_T$ - $J$  kondisi trial dan service masing-masing propeller

| J   | J <sup>2</sup> | Persamaan          | B4-55<br>Propeller lama |                        | B4-55<br>Setelah repair |                        |
|-----|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|     |                |                    | KT <sub>trial</sub>     | KT <sub>services</sub> | KT <sub>trial</sub>     | KT <sub>services</sub> |
| 0,1 | 0,01           | $\beta \times J^2$ | 0.18                    | 0.20                   | 0.21                    | 0.24                   |
| 0,2 | 0,04           |                    | 0.72                    | 0.82                   | 0.85                    | 0.96                   |
| 0,3 | 0,09           |                    | 1.63                    | 1.84                   | 1.92                    | 2.17                   |
| 0,4 | 0,16           |                    | 2.89                    | 3.28                   | 3.41                    | 3.85                   |
| 0,5 | 0,25           |                    | 4.53                    | 5.12                   | 5.33                    | 6.02                   |
| 0,6 | 0,36           |                    | 6.52                    | 7.37                   | 7.68                    | 8.67                   |
| 0,7 | 0,49           |                    | 8.88                    | 10.03                  | 10.45                   | 11.80                  |
| 0,8 | 0,64           |                    | 11.59                   | 13.10                  | 13.65                   | 15.41                  |
| 0,9 | 0,81           |                    | 14.68                   | 16.58                  | 17.27                   | 19.50                  |
| 1,0 | 1,0            |                    | 18.12                   | 20.48                  | 21.32                   | 24.07                  |

## E. Penentuan Kecepatan Dinas ( $V_s$ ) Maksimum Kapal Pada Penggunaan Propeller Lama Dan Baru

Tabel 8. Hasil perhitungan kecepatan maksimum kapal pada penggunaan propeller typ B455 dengan diameter lama (trial )

| n % | Engine   | Propeller |          | Q    | DHP   | SHP   | BHP   | BHP % | EHP<br>(DHPxPc) | Vs<br>(EHP/RT) |
|-----|----------|-----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|
|     | n<br>RPM | n<br>RPM  | n<br>RPS |      |       |       |       |       |                 |                |
| 10  | 210      | 150       | 2.5      | 0.16 | 2.55  | 2.63  | 2.69  | 0.01  | 1.56            | 0.02           |
| 20  | 420      | 300       | 5        | 0.65 | 20.43 | 21.06 | 21.49 | 0.06  | 12.46           | 0.19           |
| 30  | 630      | 450       | 7.5      | 1.46 | 68.95 | 71.08 | 72.54 | 0.20  | 42.06           | 0.65           |

|     |      |      |      |       |         |         |         |      |         |       |
|-----|------|------|------|-------|---------|---------|---------|------|---------|-------|
| 40  | 840  | 600  | 10   | 2.60  | 163.44  | 168.50  | 171.94  | 0.48 | 99.70   | 1.54  |
| 50  | 1050 | 750  | 12.5 | 4.07  | 319.22  | 329.10  | 335.81  | 0.93 | 194.73  | 3.01  |
| 60  | 1260 | 900  | 15   | 5.86  | 551.62  | 568.68  | 580.28  | 1.61 | 336.49  | 5.21  |
| 70  | 1470 | 1050 | 17.5 | 7.97  | 875.95  | 903.04  | 921.47  | 2.56 | 534.33  | 8.27  |
| 80  | 1680 | 1200 | 20   | 10.41 | 1307.54 | 1347.98 | 1375.49 | 3.82 | 797.60  | 12.34 |
| 90  | 1890 | 1350 | 22.5 | 13.18 | 1861.71 | 1919.29 | 1958.46 | 5.44 | 1135.64 | 17.57 |
| 100 | 2100 | 1500 | 25   | 16.27 | 2553.79 | 2632.77 | 2686.50 | 7.46 | 1557.81 | 24.10 |

Tabel 9. Hasil perhitungan kecepatan maksimum kapal pada penggunaan propeller type B455 dengan diameter lama (Service )

| n % | Engine | Propeller |       | Q     | DHP     | SHP     | BHP     | BHP % | EHP (DHPxPc) | Vs (EHP/RT) |
|-----|--------|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|--------------|-------------|
|     | n RPM  | n RPM     | n RPS |       |         |         |         |       |              |             |
| 10  | 210    | 150       | 2.5   | 0.17  | 2.61    | 2.69    | 2.75    | 0.01  | 1.59         | 0.02        |
| 20  | 420    | 300       | 5     | 0.67  | 20.91   | 21.55   | 21.99   | 0.06  | 12.75        | 0.20        |
| 30  | 630    | 450       | 7.5   | 1.50  | 70.56   | 72.74   | 74.22   | 0.21  | 43.04        | 0.67        |
| 40  | 840    | 600       | 10    | 2.66  | 167.24  | 172.42  | 175.93  | 0.49  | 102.02       | 1.58        |
| 50  | 1050   | 750       | 12.5  | 4.16  | 326.65  | 336.75  | 343.62  | 0.95  | 199.25       | 3.08        |
| 60  | 1260   | 900       | 15    | 5.99  | 564.45  | 581.90  | 593.78  | 1.65  | 344.31       | 5.33        |
| 70  | 1470   | 1050      | 17.5  | 8.16  | 896.32  | 924.04  | 942.90  | 2.62  | 546.75       | 8.46        |
| 80  | 1680   | 1200      | 20    | 10.65 | 1337.95 | 1379.33 | 1407.48 | 3.91  | 816.15       | 12.63       |
| 90  | 1890   | 1350      | 22.5  | 13.48 | 1905.01 | 1963.92 | 2004.00 | 5.57  | 1162.05      | 17.98       |
| 100 | 2100   | 1500      | 25    | 16.64 | 2613.18 | 2694.00 | 2748.98 | 7.64  | 1594.04      | 24.66       |

Tabel 10. Hasil perhitungan kecepatan maksimum kapal pada penggunaan propeller type B4-55 dengan diameter setelah repair ( trial)

| n % | Engine | Propeller |       | Q     | DHP     | SHP     | BHP     | BHP % | EHP (DHPxPc) | Vs (EHP/RT) |
|-----|--------|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|--------------|-------------|
|     | n RPM  | n RPM     | n RPS |       |         |         |         |       |              |             |
| 10  | 210    | 150       | 2.5   | 0.14  | 2.18    | 2.25    | 2.29    | 0.01  | 1.33         | 0.02        |
| 20  | 420    | 300       | 5     | 0.56  | 17.43   | 17.97   | 18.34   | 0.05  | 10.65        | 0.14        |
| 30  | 630    | 450       | 7.5   | 1.25  | 58.83   | 60.65   | 61.89   | 0.17  | 35.95        | 0.48        |
| 40  | 840    | 600       | 10    | 2.22  | 139.46  | 143.77  | 146.70  | 0.41  | 85.21        | 1.13        |
| 50  | 1050   | 750       | 12.5  | 3.47  | 272.37  | 280.80  | 286.53  | 0.80  | 166.42       | 2.21        |
| 60  | 1260   | 900       | 15    | 5.00  | 470.66  | 485.22  | 495.12  | 1.38  | 287.58       | 3.81        |
| 70  | 1470   | 1050      | 17.5  | 6.80  | 747.40  | 770.51  | 786.24  | 2.18  | 456.66       | 6.05        |
| 80  | 1680   | 1200      | 20    | 8.88  | 1115.65 | 1150.15 | 1173.62 | 3.26  | 681.66       | 9.04        |
| 90  | 1890   | 1350      | 22.5  | 11.24 | 1588.49 | 1637.62 | 1671.04 | 4.64  | 970.57       | 12.87       |
| 100 | 2100   | 1500      | 25    | 13.88 | 2179.00 | 2246.39 | 2292.23 | 6.37  | 1331.37      | 17.65       |



Tabel 11. Hasil perhitungan kecepatan maksimum kapal pada penggunaan propeller type B4-55 dengan diameter setelah repair ( service)

| n % | Engine | Propeller |       | Q     | DHP     | SHP     | BHP     | BHP % | EHP (DHPxPc) | Vs (EHP/RT) |
|-----|--------|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|--------------|-------------|
|     | n RPM  | n RPM     | n RPS |       |         |         |         |       |              |             |
| 10  | 210    | 150       | 2.5   | 0.14  | 2.22    | 2.28    | 2.32    | 0.01  | 1.35         | 0.02        |
| 20  | 420    | 300       | 5     | 0.57  | 17.75   | 18.20   | 18.58   | 0.05  | 10.83        | 0.14        |
| 30  | 630    | 450       | 7.5   | 1.27  | 59.90   | 61.44   | 62.69   | 0.17  | 36.54        | 0.48        |
| 40  | 840    | 600       | 10    | 2.26  | 141.99  | 145.63  | 148.60  | 0.41  | 86.61        | 1.15        |
| 50  | 1050   | 750       | 12.5  | 3.53  | 277.33  | 284.44  | 290.24  | 0.81  | 169.17       | 2.24        |
| 60  | 1260   | 900       | 15    | 5.09  | 479.22  | 491.51  | 501.54  | 1.39  | 292.32       | 3.88        |
| 70  | 1470   | 1050      | 17.5  | 6.92  | 760.99  | 780.50  | 796.43  | 2.21  | 464.20       | 6.15        |
| 80  | 1680   | 1200      | 20    | 9.04  | 1135.93 | 1165.06 | 1188.83 | 3.30  | 692.92       | 9.19        |
| 90  | 1890   | 1350      | 22.5  | 11.45 | 1617.37 | 1658.84 | 1692.70 | 4.70  | 986.60       | 13.08       |
| 100 | 2100   | 1500      | 25    | 14.13 | 2218.62 | 2275.50 | 2321.94 | 6.45  | 1353.36      | 17.94       |

Dengan demikian, dari hasil perhitungan yang diperoleh bahwa perubahan diameter *propeller* KMP. LAYUR tidak mencapai kecepatan sesuai awal pengoperasiannya yaitu karena terjadi ketidaksesuaian antara propeller yang digunakan terhadap *main engine* yang tersedia maupun terhadap lambung kapal itu sendiri. Sehingga setelah perubahan diameter *propeller* kecepatan kapal mengalami peningkatan mencapai kecepatan servicenya, dengan putaran engine 70%.

#### 4. KESIMPULAN

Pada kondisi *clean hull* (trial), untuk propeller B4-55 (lama) dengan diameter 0.9 m dan pitch 0.88 m didapatkan nilai gaya dorong sebesar 143.05 dan torsi propeller sebesar 20.82 Nm yang hanya mampu menggerakkan kapal dengan kecepatan 8.46 knot, sedangkan untuk propeller B4-55 (baru) dengan diameter 0.83 m dan pitch 0.72 m didapatkan nilai gaya dorong sebesar 106.51 kN dan torsi propeller sebesar 11.37 Nm dimana hanya mampu menggerakkan kapal dengan kecepatan 6.15 knot. Penurunan kecepatan kapal sangat besar jika dibandingkan antara penggunaan propeller B4-55 (lama) dan propeller B4-55 (baru).

#### DAFTAR PUTAKA

- Alfanda, B. D. (2012). Kajian Teknis Tentang Perubahan Variasi Pitch Propeller Terhadap Kecepatan Kapal: Studi Kasus Spob Petro Ocean III. *Jurnal*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Carlton, 2007. *Marine propeller and propulsion, 2<sup>nd</sup> Edition*. Butterworth-heinemann Penta, AB Volvo, 1998, *inboard propeller and speed calculationmarine engines 2.1L-1.6L*, Technical Information Dept.42200 Gotteborg: Sweden
- Imam Rojali (2018) Analisa Kemampuan Thrust Dan Kecepatan Kapal Berdasarkan Variasi Diameter *Propeller* menggunakan Metode CFD Pada Kapal Perintis 1200 GT.
- Harvald, S. A. (1992). *Tahanan Dan Propulsi Kapal*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Ir. Surjo W. Adji, M.Sc Ceng.FIMarEST. 2005. Engine Propeller Matching
- JURNAL IPTEK – Vol. 19 No. 2, Desember 2015,ISSN: 1411-1710, e-ISSN: 2477-507X.  
Analisa Kinerja Kapal Akibat Perubahan Konstruksi Skeg Pada KM. Danum Barasih.

- JURNAL IPTEK MESIN – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Vol 2 No. 1 (2016).  
Analisa Pengaruh Variasi Jenis Material *Propeller* Dan Jarak *Propeller* Di Dalam Air Terhadap Performansi Mesin Motor Perahu Nelayan
- JURNAL TEKNIK – Vol. 30 No. 2 Tahun 2009, ISSN0852-1967. Pemakaian Baling-Baling Bebas Putar (*free rotating propeller*) Pada Kapal.
- JURNAL TEKNIK PERKAPALAN- Vol 6, No. 1 Januari 2018, ISSN 2338-0322. Analisa Perbandingan Propeller Berdaun 4 Pada Kapal Trimaran Untuk Mengoptimalkan Kinerja Kapal Menggunakan Metode CFD. UNIVERSITAS DIPONEGORO
- Latuhorte Wattimury, Antoni Simanjutak . (2021). *Resistance Analysis for NPL Hull with Bow Variations using CFD*. Maluku: Department of Marine Engineering, Universitas Patimura.s