

Analisis Umur Pemakaian Sistem Shaft Propeller pada Kapal di PT Dok & Perkapalan Kodja Bahari (Persero) Galangan Jakarta I

Ahmad Ikbal¹, Windarta^{1,*}, Fadwah Maghfurah¹, Ratna Dewi Nur'aini², Riki Effendi¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, 10510

²Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat, 10510

*E-mail koresponden: windarta@umj.ac.id

ABSTRAK

Perkiraan umur material shaft pada kapal Seroja pada PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I berguna menentukan jadwal perbaikan. Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk menganalisis umur pemakaian sistem shaft propeller, menentukan kekuatan *Shaft Propeller* dengan melihat faktor keamanan yang sesuai, dan menentukan umur kelelahan (*fatigue life*) *Shaft Propeller*. Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan metode *hybrid* (bauran) karena masih dalam suasana pandemi covid-19. Tahapan pengabdian masyarakat kepada PT Dok & Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I diawali dengan survey tentang permasalahan yang dihadapi Perusahaan terutama sistem shaft pada kapal pada tanggal 10 Februari – 8 Maret 2022. Tahap berikutnya adalah menganalisis umur pakai system shaft kapal Seroja dan tahapan ketiga mencari alternatif pemecahan permasalahan yang dihadapi dilakukan dengan daring. Tahap keempat melakukan evaluasi terhadap Langkah yang sudah diambil. Berdasarkan hasil analisis umur pakai sistem shaft didapat hasil pemeriksaan umur pemakaian *shaft propeller* pada setiap kapal harus berdasarkan tingkat keandalan komponen dan waktu oprasional dengan pendekatan teori keandalan. *Shaft propeller* harus dicabut dan direparasi pada selang waktu 3 (tiga) tahun untuk pelumasan air laut, dan pada selang 5 (lima) tahun untuk pelumasan minyak. Kerusakan yang terjadi pada *shaft propeller* dapat menyebabkan penurunan output dari sistem tersebut dan dapat menyebabkan kerusakan besar sehingga tidak dapat bekerja sama sekali.

Kata kunci: umur pemakaian, *shaft propeller*, kapal, metode elemen hingga

ABSTRACT

The estimated age of the shaft material on the Seroja ship at PT Dok and Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I is useful for determining the repair schedule. The aim of this community service is to analyze the service life of the propeller shaft system, determine the strength of the Propeller Shaft by looking at appropriate safety factors, and determine the fatigue life of the Propeller Shaft. This community service is carried out using a hybrid method because it is still in the atmosphere of the Covid-19 pandemic. The stages of community service to PT Dok & Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I began with a survey about the problems faced by the Company, especially the shaft system on ships on February 10 - March 8 2022. The next stage was analyzing the service life of the Seroja ship's shaft system and the third stage was looking for alternatives solving the problems faced is done online. The fourth stage evaluates the steps that have been taken. Based on the results of the analysis of the useful life of the shaft system, the results obtained from checking the useful life of the propeller shaft on each ship must be based on the level of component reliability and operational time using a reliability theory approach. The propeller shaft must be removed and repaired at intervals of 3 (three) years for seawater lubrication, and at intervals of 5 (five) years for oil lubrication. Damage to the propeller shaft can cause a decrease in the output of the system and can cause major damage so that it cannot work at all.

Key words: service life, propeller shaft, tugboat, finite element method

1. PENDAHULUAN

PT Dok dan Perkapalan Kodja Bahari (Persero) merupakan BUMN di bawah Departemen Pendayagunaan BUMN yang terbentuk berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 59 tahun 1990 tanggal 13 Desember 1990. Perusahaan tersebut bergerak dalam bidang pembangunan kapal, pemeliharaan kapal dan perbaikan kapal, serta *Engineering*.

Gaya yang bekerja pada Shaft adalah gaya dorong dari *propeller* untuk mendorong kapal (*thrust*), momen torsi akibat putaran *Propeller*, berat *Propeller*, dan berat dari pada *Shaft* itu sendiri (Yulianto & Ariesta, 2019). Akibat dari gaya-gaya yang timbul tersebut, maka *Shaft Propeller* harus mampu menahan gaya yang bekerja padanya, sehingga poros tidak mengalami deformasi yang melebihi batas yang diizinkan. Sifat material, sifat geometris dan proses manufaktur dapat mempengaruhi kualitas suatu desain (Zhang et al., 2005), sehingga penelitian material yang tepat untuk *Shaft Propeller* dapat mempengaruhi kinerja dalam sistem propulsi kapal.

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) mensyaratkan *shaft propeller* harus dicabut dan diperiksa pada waktu selang tiga tahun untuk sistem poros dengan pelumasan air laut, dan pada selang waktu lima tahun untuk sistem poros dengan pelumasan minyak atau oli. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan kondisi poros dalam keadaan baik, atau dapat dilakukan penggantian pada beberapa komponen jika sudah tidak lagi memenuhi persyaratan minimum yang ditentukan oleh kelas, atau sudah dianggap tidak layak pakai (Biro Klasifikasi Indonesia, 2013).

Untuk melakukan inspeksi yang mendetail terhadap sistem *shaft propeller*, maka sistem tersebut harus dibuka secara keseluruhannya, atau lebih dikenal dengan istilah survey pencabutan poros. Proses pencabutan dan pemeriksaan *shaft propeller* menjadi salah satu penyebab tingginya maintenance cost yang harus dikeluarkan oleh pihak pemilik kapal. Hal ini disebabkan karena selain diperlakukan biaya untuk melakukan pencabutan, juga kapal harus melakukan proses docking

sebelum poros dapat dicabut. Untuk malakukan penghematan biaya, maka pada umumnya proses pencabutan poros dilakukan bersamaan dengan suvey docking yang dikeluarkan oleh kelas. Sehingga berbagai komponen yang lain pun ikut diperiksa. Namun perawatan terhadap sistem ini tetap menjadi salah satu sumber pengeluaran terbesar disebabkan oleh mahalnya harga dari komponen-komponen yang terpasang didalamnya (Biro Klasifikasi Indonesia, 2013).

Tujuan pengabdian masyarakat ini adalah untuk menganalisis umur pemakaian sistem shaft propeller pada kapal di PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari (Persero) Galangan Jakarta I, menentukan kekuatan *Shaft Propeller* dengan melihat faktor keamanan yang sesuai, dan menentukan umur kelelahan (*fatigue life*) *Shaft Propeller*.

2. METODE PELAKSANAAN

Pengabdian masyarakat ini dilaksanakan dengan metode *hybrid* (bauran) karena masih dalam suasana pandemi covid-19. Tahapan pengabdian masyarakat kepada PT Dok & Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I diawali dengan survey tentang permasalahan yang dihadapi Perusahaan terutama sistem shaft pada kapal pada tanggal 10 Februari – 8 Maret 2022 (Gambar 1).

Tahap berikutnya adalah menganalisis umur pakai system shaft kapal Seroja dan tahapan ketiga mencari alternatif pemecahan permasalahan yang dihadapi dilakukan dengan daring. Tahap keempat melakukan evaluasi terhadap Langkah yang sudah diambil.



Gambar 1. Kunjungan ke PT Dok & Perkapalan Kodja Bahari Galangan Jakarta I

Susunan organisasi dan pembagian tugas tim pengabdian kepada masyarakat disajikan pada Tabel 1.

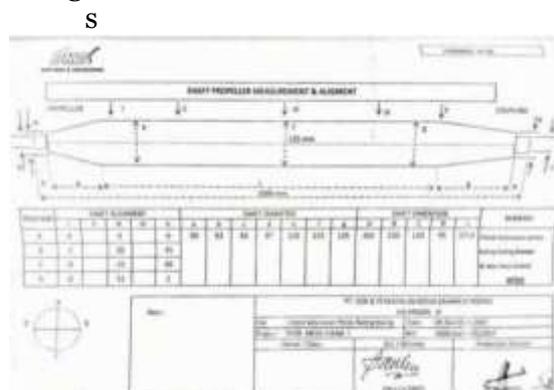
Tabel 1. Susunan Organisasi dan Pembagian Tugas Tim Pengabdian

No	Nama	Kepakaran	Uraian Tugas
1	Ahmad Ikbal	Mahasiswa	Melaksanakan survey dan Membantu menganalisis umur pakai kapal Seroja
2	Windarta	Material	Menganalisis permasalahan berdasar material
3	Fadwah Maghfurah	Manufaktur	Menganalisis berdasar manufaktur
4	Ratna Dewi Nur'aini	Arsitektur	Tim yang menganalisis permasalahan berdasar desain
5	Riki Effendi	Finite element analysis	Menganalisis permasalahan berdasarkan finite element analysis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis umur pemakaian sistem shaft untuk studi kasus analisis umur pemakaian shaf propeller pada kapal SPOB seroya II mempunyai dimensi 83,2 x 15,6 meter, berkapasitas 3.500 Ton dan mempunyai daya sebesar 1.040 HP

Sketsa kontruksi *Shaft Propeller* kapal SPOB dan *free body* diagram ditunjukkan pada Gambar 2. dan Gambar 3. sebagai berikut:

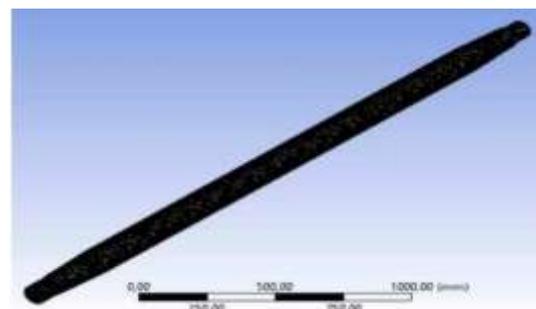


Gambar 2. Data detail measurement poros



Gambar 3. Dimensi poros berupa nilai L dan D.

Pada aplikasi berbasis elemen hingga *shaft propeller* akan mengalami perlakuan *meshing* akan dibagi menjadi beberapa bagian sehingga setiap elemen pada objek *meshing* akan diatur jarak antar elemn tersebut. Jarak antar elemn pada proses *meshing* tersebut dinamakan *meshing size*.semakin kecil jarak antar elemen yang digunakan, maka akan terbentuk lebih banyak elemen dan *node* pada ojek *meshing*, begitu juga sebaliknya. *Meshing size* berpengaruh dalam proses analisis ini dimana semakin kecil jarak antar elemen yang digunakan, maka waktu *running* aplikasi yang digunakan juga akan semakin lama, namun hasil analisis yang didapatkan juga akan semakin akurat.



Gambar 4.. Model 3D *shaft propeller* saat *meshing*.

Dalam penelitian kali ini, *meshing size* atau juga dikenal dengan *body sizing* yang digunakan adalah sebesar 8 mm. Hal ini menunjukkan bahwa jarak antar elemen yang digunakan pada *meshing size* menunjukkan pada Gambar 4.

Setelah proses *meshing* dilakukan pada model 3D maka diberikan kondisi batas meliputi tumpuan dan beban-beban yang diderita pada poros saat beroperasi. Pembebanan diberikan pada model

sedemikian rupa agar dapat menyamakan dengan keadaan lapangan yang dialami oleh *shaft propeller*. Pada model *shaft propeller* ini, digunakan tumpuan yang mendekati kondisi sesungguhnya dengan membebaskan salah satu sumbu putar searah panjang poros namun hasilnya *error* ketika dilakukan *running*. Peneliti berusaha mendekati kondisi sebenarnya dengan menggunakan tumpuan *fixed support* yang diletakan pada ujungnya untuk memudahkan pembacaan *software*. Sedangkan untuk kondisi pembebanannya diberikan pembebanan yang akan dimasukkan pada *software* sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai input beban

Jenis Beban	Nilai	Satuan
<i>Thrust</i>	204380	N
<i>Torsional moment</i>	9176	N.m

Untuk menentukan nilai beban *thrust* (dorong) dan *torsional moment* digunakan persamaan sebagai berikut (Lewis, 1988):

$$T = \frac{EHP}{(1 - t) \cdot V_s}$$

$$Mt = \frac{DHP \times 75 \times 60}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Dimana *thrust* didapatkan dari *effective horse power* (EHP = 328.44 Hp) yang berbanding terbalik dengan *deduction factor* ($t = 0,318$) dan berbanding lurus dengan kecepatan (V_s), Mt adalah momen torsi (Kg.m), *delivery horse power* (DHP = 391 Hp) adalah *delivery horse power* (HP), n adalah *rpm gearbox*. Hasil analisa akan didapatkan berupa tegangan yang terdiri atas tegangan geser ($\sigma_y = 93,05$ Mpa) dan tegangan *von mises* ($\sigma_v = 203,05$ Mpa) pada *shaft propeller*. Didapatkan jumlah siklus yang direncanakan selama 25 tahun ($N_L = 4,01 \times 10^8$ cycle, akumulasi nilai kelelahan ($DM = 1.5$ dan *fatigue life* sebesar 16,33 tahun.

- a. Menentukan kekuatan shaft propeller dengan melihat factor keamanan yang sesuai.

Faktor keamanan atau dikenal juga dengan istilah *safety factor* yaitu merupakan sebuah aspek dalam dunia keteknikan yang digunakan untuk mengukur atau menilai batas kemampuan suatu bahan akibat beban dari luar (*external load*) seperti beban tekan dan juga beban tarik, yang bekerja terhadapnya. Kemampuan maksimal dari beban tersebut dalam menahan beban luar yang bekerja terhadapnya sehingga terjadi fenomena kepecahan dari bahan tersebut dikenal dengan istilah beban maksimal (*ultimate load*) yang kemudian dari beban akhir ini bisa didapatkan kekuatan maksimal (*ultimate strength*) atau tegangan maksimal (*ultimate stress*) (Hutama dkk., 2016). Berdasarkan pengertian secara umum dari faktor keamanan, besarnya tegangan yang diizinkan terjadi (*allowable stress*) seperti terlihat pada persamaan berikut (Biro klasifikasi Indonesia, 2013):

$$\begin{aligned} \text{Safety Factor} &= C_w \times PF \\ &= 1.027 \end{aligned}$$

- b. Menentukan umur kelelahan shaft propeller dalam kasus desain propeller

Perkiraan umur material dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Fatigue Life} = \frac{\text{Design Life}}{DM} \times \text{years}$$

$$DM = \frac{N_L}{N_i}$$

$$N_L = \frac{0,85 \times T_L}{4 \log L}$$

Dimana *design life* merupakan umur standar dari *propeller*, yakni 25 tahunsesuai aturan klasifikasi. DM merupakan *cumulative fatigue damage*. N_L merupakan total jumlah siklus yang direncanakan untuk 25 tahun. N_i merupakan jumlah siklus sesuai hasil

analisis. L adalah panjang L_{pp} kapal sebesar 51,98 meter, dan T_L adalah nilai siklus beban material *propeller* selama *design life* tersebut dalam bentuk siklus sebesar $3,24 \times 10^9$ atau sebesar 16,33 tahun. (Ridho dkk., 2015).

c. Tinjauan pada aturan Biro Klasifikasi Indonesia.

Berikut akan dibandingkan keuntungan yang dapat diperoleh selama satu periode kelas jika kapal melakukan pemeriksaan system poros baling-baling berdasarkan ketentuan kelas dan jika kapal melaksanakan pemeriksaan system poros berdasarkan analisa tingkat keandalan komponen.

1. Dengan aturan kelas keuntungan per 5 tahun = Rp. 38.860.773.735
2. Dengan analisa keandalan komponen, keuntungan per 5 tahun

$$= \text{Rp.}38.993.136.881$$

Dengan demikian jika menggunakan analisa keandalan komponen akan terdapat surplus sebesar Rp. 132.363.146, atau lebih hemat sekitar 0,3 % jika dibandingkan dengan aturan yang ditentukan oleh biro klasifikasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis umur pakai system shaft dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Pemeriksaan umur pemakaian *shaft propeller* pada setiap kapal harus berdasarkan tingkat keandalan komponen dan waktu oprasional dengan pendekatan teori keandalan.
- b. *Shaft propeller* harus dicabut dan direparasi pada selang waktu 3 (tiga) tahun untuk pelumasan air laut, dan pada selang 5 (lima) tahun untuk pelumasan minyak.
- c. Untuk melakukan inspeksi yang mendetail terhadap shaft propeller, maka sistem tersebut harus dibuka secara keseluruhan, atau lebih dikenal dengan sebutan survey pencabutan poros.
- d. Proses pencabutan *shaft propeller* harus dilakukan bersamaan dengan *survey docking* yang dilakukan oleh kelas sehingga berbagai komponen

- e. yang lain pun ikut diperiksa untuk melakukan penghematan biaya.
- e. Kerusakan yang terjadi pada *shaft propeller* dapat menyebabkan penurunan output dari sistem tersebut dan dapat menyebabkan kerusakan besar sehingga tidak dapat bekerja sama sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S. W. (2006). Retrieved November 1, 2019, from Pengenalan Sistem Porpulasi Kapal: https://www.academia.edu/6952523/PENGENALAN_SISTEM_PORPU_LASI_KAPAL?auto=download.
- Biro Klasifikasi Indonesia, *Rules for the classification and construction of sea going steel ship Volume I*, PT. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta, 2003.
- Biro Klasifikasi Indonesia 2013, *Volume II Rules for the Classification. Part 1 seagoing ships*. Jakarta: PT. Biro Klasifikasi Indonesia.
- Carlton, J. (2007). *marine Propellers and Propulsion 2nd Edition*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Chogle, S., & Walke, S. M. (2015). Generations of Crude Oil. *American International Journal of Research in Science, Tecnology, Engineering & Mathematics*, Vol. 4(10), 309-313.
- Danismalik, Muhendislik Ltd. Sti. (2010). Retrieved November 1, 2019, from Stainless Stell-Grade 304: <https://www.dm-consultancy.com/TR/dosya/1-59/h/aisi-340-info.pdf>
- Hendrawan, A. (2018). ANALISA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA NELAYAN. *Jurnal Sainara*, 3(1).
- Hendrawan, A. (2019). ANALISA INDIKATOR KESELAMATAN PELAYARAN PADA KAPAL NIAGA Andi. *Jurnal Sainara*, 3(2).
- Hutama, M. H., Yudo, H., & Iqbal, M. (2016). Analisa kelelahan Rantai Jangkar dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 638-648.
- Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture*, Jersey City: Society of

- Naval Architects & Marine Engineers.
- Maning, G. C. (1998). *The Theory and Thencnique of Ship Design*. New York: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Prayoga, N. B., & Aryawan,W. D. (2016). Desain Self-Propelled Oil Barge (SPOB) Untuk Distribusi Crude Oil di Kabupaten Sorong. Papua Barat. *Jurnal Teknik ITS, Vol. 5(1)*. G19-G24.
- Ridho, M., Zakki, A. F., & Manik, P. (2015). Analisa Fatigure Propeller Tugboat Ari 400HP dengan Metode Elemen ingga. *Jurnal Teknik Perkapalan, Vol. 3(1)*, 110-117.
- Santosa, M. G. (2016). Porpulasi Kapal Dalam Tinjauan Uji Model. *Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim WAVE, Vol. 3(1)*, 25-30.
- Surjo W. Adji. (2005). ENGINE-PROPELLER MATCHING. *Engine Propeller Matching*, 1-31.
- Tamjidillah, M., & Mursadin, A. (2002). INFO-TEKNIK Analisa Alternatife Produk Baling-Baling Dengan Pendekatan Rekayasa Nilai. *INFO-TEKNIK, 3(1)*, 8-19.
- Yulianto, T., & Ariesta, R. C. (2019). Analisis Kekuatan Shaft Propeller Kapal Rescue 40 Meter dengan Metode Elemen Sehingga. *KAPAL: Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan, Vol. 16(3)*,100-105.
- Zhang, Y. M., He, X. D., Liu, Q. L., & Wen, B. C. (2015). Reability-Based Optimization and Robust Design of a Coil Tube-Spring with Non-Normal Distibution Parameters. *Jurnal Mechanical Engineering Science, Vol. 219(6)*. 567-575.