

## ESTIMASI KEBUTUHAN KAWAT LAS DAN JAM ORANG PADA REPAIR PROPELLER

Akhmad Faizin<sup>1</sup>, Bima Alifi A<sup>2</sup>, Boedi Herijono<sup>2</sup>, Ummi Habibah<sup>4</sup>

Teknik Mesin, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>

Teknik Bangunan Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya<sup>2,3</sup>

Teknik Desain dan Manufaktur; Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya<sup>4</sup>

Jl. Soekarno-Hatta No. 09, Malang

E-mail: akhmad.faizin@polinema.ac.id<sup>1\*</sup>, bimaalifi04@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

*Baling – baling atau propeller merupakan salah satu alat penghasil daya dorong untuk menggerakkan kapal. Dalam pelayarannya diperairan laut maupun sungai, propeller kapal berpotensi mengalami kerusakan akibat terbentur benda asing, korosi, dan sebagainya. Dalam proses repair propeller diperlukan estimasi kebutuhan material, waktu dan biaya. Hal tersebut penting dilakukan agar pihak pelayaran atau owner kapal dapat mengetahui progres serta pengeluaran yang dibutuhkan dalam repair propeller. Maka dari itu peneliti melakukan penelitian mengenai estimasi kebutuhan material dan jam orang pada repair propeller. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi kebutuhan kawat las, jam orang, dan biaya pada repair propeller kapal x yang mengalami kavitasi. Hasil dari penelitian ini adalah untuk kebutuhan kawat las sebesar 9,276792288 Kg, jam orang 11,91846093 Jam dan biaya Rp. 4.458.495,814.*

**Kata Kunci:** Biaya, Jam orang, Kavitasi, Kawat las, Propeller

### ABSTRACT

*The propeller is one of the propulsion-producing tools to move the ship. When sailing in sea or river waters, the ship's propeller has the potential to be damaged due to collision with foreign objects, corrosion, and so on. In the propeller repair process, it is necessary to estimate material needs, time, and costs. This is important so that the shipping party or ship owner can find out the progress and expenses needed for propeller repair. Therefore, the researchers conducted research on the estimation of material needs and hours of people on propeller repair. The purpose of this study was to determine the estimation of the need for welding wire, man hours, and costs for repairing the propeller of ship X, which experienced cavitation. The results of this study are for the need for welding wire of 9.276792288 Kg, 11.91846093 hours for people, and Rp. 4,458,495,814.*

**Keyword:** Cavitation, Cost, People clock, Propeller, Welding wire

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kapal merupakan salah satu sarana transportasi pengangkut barang maupun penumpang bagi suatu negara. Sebagai sarana transportasi laut, kapal didesain secara khusus daripada transportasi darat karena jalur operasinya yang mengharuskan kapal memiliki daya apung yang sesuai. Kapal digerakkan oleh mesin utama yang digunakan untuk menghasilkan daya dorong dengan berputarnya baling-baling atau *propeller*.

*Propeller* adalah bagian yang sangat penting dalam menentukan olah gerak kapal. *Propeller* sendiri adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan gaya dorong yang berasal dari daya mesin yang di transmisikan melalui poros. Dengan kata lain *propeller* berfungsi merubah tenaga mesin menjadi dorongan sesuai dengan kombinasi RPM

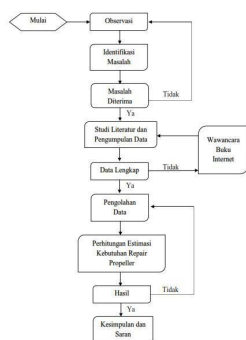
dan kecepatan. *Propeller* adalah komponen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya dengan mengkonversi gerakan rotasi menjadi daya dorong [9].

Dalam pelayarannya diperairan laut maupun sungai, *propeller* kapal berpotensi mengalami kerusakan akibat terbentur benda asing, korosi, dan sebagainya. Sehingga Diperlukan penanganan yang tepat agar *propeller* dapat kembali ke kondisi terbaiknya. Dalam proses *repair propeller* diperlukan estimasi kebutuhan material, waktu dan biaya. Hal tersebut penting dilakukan agar pihak pelayaran atau *owner* kapal dapat mengetahui progres serta pengeluaran yang dibutuhkan dalam perbaikan *propeller*.

## 1.2 Metodologi

Penelitian ini dimulai dari observasi permasalahan yang terjadi pada *repair propeller*. Permasalahan yang terjadi adalah dibutuhkan

metode untuk mengestimasi kebutuhan *repair propeller* yang mengalami kavitasi. Selanjutnya adalah studi literatur dan pengumpulan data. Kegiatan tersebut dilakukan secara langsung dilapangan. Setelah data terkumpul, selanjutnya adalah pengolahan data sehingga didapatkan hasil estimasi kebutuhan kawat las, jam orang serta biaya pada *repair propeller*. Pengambilan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan untuk evaluasi penelitian kedepannya.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## 2. PEMBAHASAN

### 2.1 Pengukuran Area Repair

Pada *blade 1 propeller* didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran pada *blade 1 propeller*

p (mm)		l (mm)					t (mm)
Kanan	Kiri	(p.l)					
700	650	(-650,25)	(-252,77)	(-144,82)	(0,83)	(700,100)	2

Berdasarkan tabel 1, didapatkan hasil pengukuran panjang bagian kiri = 650 mm dari garis sumbu, panjang bagian kanan = 700 mm dari garis sumbu, kedalaman = 2 mm dan lebar pada koordinat (-650,25) mm, (-252,77) mm, (-144,82) mm, (0,83) mm, (700,100) mm (diukur dari garis sumbu). (-) menandakan letak koordinat pada sisi kiri garis sumbu dan (+) pada sisi kanan garis sumbu.

Gambar 2. Area repair *blade 1*

Pada *blade 2 propeller* didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 2. Pengukuran pada *blade 2 propeller*

p (mm)		l (mm)					t (mm)
Kanan	Kiri	(p.l)					
455	545	(-545,140)	(-144,122)	(0,78)	(153,56)	(455,120)	2



Berdasarkan tabel 2, didapatkan hasil pengukuran panjang bagian kiri = 545 mm dari garis sumbu, panjang bagian kanan = 455 mm dari garis sumbu, kedalaman = 2 mm dan lebar pada koordinat

(-545,140) mm(-144,122) mm, (0,78) mm, (153,56) mm, (455,120) mm (diukur dari garis sumbu). (-) menandakan letak koordinat pada sisi kiri garis sumbu dan (+) pada sisi kanan garis sumbu.

Gambar 3. Area repair *blade 2*

Pada *blade 3 propeller* didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 3. Pengukuran pada *blade 3 propeller*

p (mm)		l (mm)					t (mm)
Kanan	Kiri	(p.l)					
436	763	(-763,90)	(-489,90)	(-144,90)	(0,97)	(436,90)	2

Berdasarkan tabel 3, didapatkan hasil pengukuran panjang bagian kiri = 763 mm dari garis sumbu, panjang bagian kanan = 436 mm dari garis sumbu, kedalaman = 2 mm dan lebar pada koordinat (-763,90) mm, (-489,90) mm, (-144,90) mm, (0,97) mm, (436,90) mm (diukur dari garis sumbu). (-) menandakan letak koordinat pada sisi kiri garis sumbu dan (+) pada sisi kanan garis sumbu.



Gambar 4. Area repair *blade 3*

Pada *blade 4 propeller* didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. Pengukuran pada *blade 4 propeller*

p (mm)		l (mm)					t (mm)
Kanan	Kiri	(p.l)					
365	304	(-304,90)	(-144,90)	(0,93)	(132,90)	(365,90)	2

Berdasarkan tabel 4, didapatkan hasil pengukuran panjang bagian kiri = 304 mm dari garis sumbu, panjang bagian kanan = 365 mm dari garis sumbu, kedalaman = 2 mm dan lebar pada koordinat (-304,90) mm, (-144,90) mm, (0,93) mm, (132,90) mm, (365,90) mm (diukur dari garis sumbu). (-) menandakan letak koordinat pada sisi kiri garis sumbu dan (+) pada sisi kanan garis sumbu.



**Gambar 5. Area repair blade 4**

**2.2 Mencari Luas Area Repair**

Luas *area repair* didapat dari hasil input data pengukuran dimensi ke desain *developed area* dengan bantuan *software autocad*.

Didapatkan luas *area repair* dari *blade 1 propeller* adalah 96.459,4979 mm<sup>2</sup>.



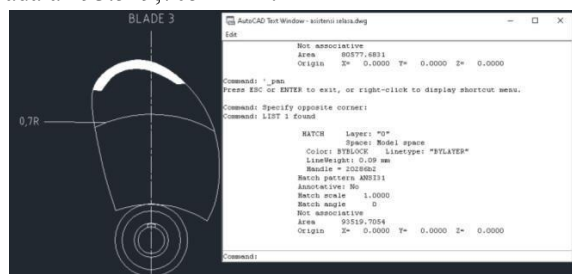
**Gambar 6. Luas area repair blade 1**

Didapatkan luasan *area repair* dari *blade 2 propeller* adalah 80.577,6831 mm<sup>2</sup>.



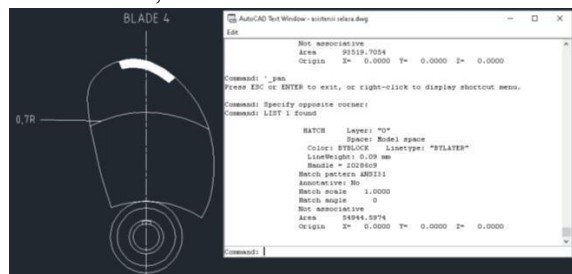
**Gambar 7. Luas area repair blade 2**

Didapatkan luasan *area repair* dari *blade 3 propeller* adalah 93.519,7054 mm<sup>2</sup>.



**Gambar 8. Luas area repair blade 3**

Didapatkan luasan *area repair* dari *blade 4 propeller* adalah 54.944,5974 mm<sup>2</sup>.



**Gambar 8. Luas area repair blade 4**

**2.3 Kebutuhan Kawat Las**

Kawat las yang digunakan dalam estimasi kebutuhan *repair propeller* ini adalah AWS ErCuNiAl dengan massa jenis ,0000075 Kg/mm<sup>3</sup> dengan pengelasan GMAW dan tinggi layer las 3,8 mm. Hal ini dilakukan karena adanya proses

*grinding* pada *area repair*. Estimasi kebutuhan kawat las dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Vr = Ar \times t \tag{1}$$

$$Mw = Vr \times p \tag{2}$$

Dimana:

$$Ar = \text{Luas area repair (mm}^2\text{)}$$

$$t = \text{Kedalaman area repair atau tinggi layer las (mm)}$$

$$Vr = \text{Volume repair (mm}^3\text{)}$$

$$Mw = \text{Kebutuhan kawat las (Kg)}$$

$$p = \text{Massa jenis kawat las (Kg/mm}^3\text{)}$$

Berdasarkan rumus diatas diperoleh hasil kebutuhan kawat las sebagai berikut:

**Tabel 5. Kebutuhan kawat las**

Blade	Luas area (mm)	Tinggi Layer	Volume Area	Kebutuhan Kawat (Kg)
1	96.459,4979	3,8	289378,4937	2,74909569
2	80.577,6831	3,8	241733,0493	2,296463968
3	93.519,70540	3,8	280559,1162	2,665311604
4	54.944,5974	3,8	164833,7922	1,565921026
Total Kebutuhan Kawat				9,276792288

**2.4 Kebutuhan Jam Orang**

Perhitungan jam orang pada *repair propeller* didapatkan dari penjumlahan waktu pengelasan *propeller*, proses *grinding*, proses *balancing*, dan *penetrant test*. Menurut [6], waktu yang diperlukan untuk proses *penetrant test* adalah 65 menit atau 1,083333333 jam. Waktu yang diperlukan untuk proses *balancing* adalah 50 menit atau 0,833333333 jam [13]. Sedangkan jam orang pengelasan dan grinding dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$JO \text{ pengelasan} = Mw : \text{Deposition Rate} : JTK$$

$$JO \text{ pengelasan} = 4,355301544 \text{ Jam/orang}$$

Dimana,

$$JO \text{ pengelasan} = \text{Kebutuhan jam orang proses pengelasan (Jam)}$$

$$\text{Deposition rate} = \text{Berat logam las tiap satuan waktu (Kg/jam)}$$

$$JTK = \text{Jumlah tenaga kerja (Orang)}$$

Kawat las AWS ErCuNiAl memiliki *deposition rate* 2,13 kg/jam pada daya pengelasan sebesar 185 Amp [1].

$$Vg = Ar \times tg = 585.902,6708 \text{ mm}^3$$

$$JO \text{ grinding} = Vg : Dr \text{ grinding} : JTK$$

$$= 338,7895633 \text{ Menit/Orang}$$

$$= 5,646492722 \text{ Jam/Orang}$$

Dimana,

$$Vg = \text{Volume area grinding (mm}^3\text{)}$$

$$tg = \text{Tebal area grinding (mm)}$$

$$JO \text{ grinding} = \text{Jam orang pekerjaan grinding (Jam)}$$

Dr grinding = 1729,4 (mm<sup>3</sup>/menit)

Setelah didapatkan hasil waktu yang dibutuhkan, maka kebutuhan total jam orang pada *repair propeller* adalah sebagai berikut:

JO = JO pengelasan + JO grinding + JO Penetrant Test + JO Balancing

JO = 11,91846093 Jam

## 2.5 Kebutuhan Biaya

### a) Perhitungan Kebutuhan Biaya Kawat Las

Harga kawat las AWS ErCuNiAl per Kg adalah 19.051,12. Lalu *deposition efficiency* dari kawat las AWS ErCuNiAl adalah 98,30% [1], sehingga estimasi kebutuhan biaya kawat las sebagai berikut:

Biaya Kawat Las per Kg = Harga Kawat Las per Kg

Deposition Efficiency = Rp.19.380,59003

Maka kebutuhan total biaya kawat las adalah sebagai berikut:

Total Biaya Kawat Las = Biaya Kawat Las per Kg x Mw  
= Rp. 179.789,7081

### b) Perhitungan Kebutuhan Biaya Pekerja

Biaya Pekerja *welder* adalah Rp. 12.500/jam. Lalu untuk *deposition rate* adalah 2,13 Kg/Jam, dan *Operator factor* adalah 60% [1], maka kebutuhan biaya pekerja untuk pekerjaan pengelasan perbaikan *propeller* sebagai berikut:

Biaya Welder per Jam = Biaya pengelasan  
*deposition rate* x *Operating factor*  
= Rp. 9.780,907668

Biaya Total Welder = Biaya Welder per Jam x JO pengelasan  
= Rp. 42.598,80227

### c) Biaya Gas

Harga gas argon adalah Rp.30.000/liter [13]. Lalu gas *flow rate* yang digunakan adalah 12 l/mnt dengan *deposition rate* 2,13 Kg/jam [1]. Sehingga biaya gas untuk *repair propeller* ialah sebagai berikut:

Biaya gas per Kg = gas *flow rate* x harga gas per liter

*Deposition rate* = Rp. 169.014,0845

Biaya Gas Pengelasan = Biaya gas per Kg x JO pengelasan  
= Rp. 736.107,3032

Biaya total merupakan total biaya yang harus dikeluarkan untuk perbaikan *propeller* mulai dari awal hingga akhir. Biaya total dapat dihitung sebagai berikut:

Biaya Total = Biaya Kawat Las + Biaya Pekerja + Biaya Gas +

Biaya Gerinda + Biaya *penetrant test* + Biaya *Balancing*

Biaya Total = Rp. 4.458.495,814

Biaya paket *grinding* adalah Rp. 500.000, paket *penetrant test* adalah Rp.1.500.000, dan paket *balancing* adalah Rp. 1.500.000 [14].

## 3. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan yang telah dilakukan, penulis mendapatkan beberapa kesimpulan dari pembahasan yang telah dilakukan. Kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah kawat las yang dibutuhkan pada *repair propeller* adalah 9,276792288 Kg
2. Total jam orang yang dibutuhkan pada *repair propeller* adalah 11,91846093 Jam
3. Total biaya yang dibutuhkan pada *repair propeller* adalah Rp 4.458.495,814.

## PUSTAKA

- [1] A. Thakur, "Arc Welding Process Selection through a Quality and Costs. Tullyn Trading," *ERCuNiAl-Aluminum Bronze Welding Wire*, 2019.
- [2] Acceptance Criteria. PT Detech Profesional Indonesia | YOUR ENGINEERING SOLUTIONS, 2020.
- [3] Alibaba. (n.d.), "AWS ERCuNiAl Wire Welding."
- [4] Arief, "Indikator Proses Utama Pada Proses Grinding Dengan Pendekatan Manajemen Pengetahuan," 2015.
- [5] Aryaningsih, "Estimasi Kebutuhan Material Kawat Las Pada Reparasi Propeller," 2016.
- [6] ASME, "Asme V Volume 6 Liquid Penetrant Examination," 2016.
- [7] D. H. Santoso.(2018).*Analisa Performance Propeller Tipe B-5 Series pada Kapal Rumah Sakit Tipe Katamaran dengan Variasi Nilai Blade Area Ratio (AE/AO) dan Pitch Ratio (P/D) Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamic (CFD)*[online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>.
- [8] E. V. Anggita, "Perbandingan Efisiensi Penambahan Jam Kerja (Lembur) dengan Tenaga Kerja Secara Teknis dan Ekonomis pada Pembangunan Kapal," 2020.
- [9] Gumoto, "Analisis Keandalan Sistem Mekanik Controllable Pitch Propeller dengan Pendekatan Kegagalan Keausan," 2012.
- [10] H. Moilanen, "Cold Spray Coating And Repair Of Propellers Surface Treatment, Overhaul and Repair," 2020.
- [11] Indonesia Marine Equipment, "Penyebab Kavitas Propeller dan Reparasi Propeller Kapal," *inameq.com*, 2022.
- [12] J. S. Carlton, "Marine Propellers and Propulsion," *3rd Edition ed. London: Elsevier*, 2012.
- [13] S. Mufarrohah, "Analisa Teknis dan Ekonomis Perbaikan Propeller yang Terjadi Retak," PT Detech Profesional Indonesia, *Penetrant Test: Prosedur, Klasifikasi, Diakses 25 Juni 2022*.
- [14] Suharto, "Analisa Teknis dan Ekonomis Perbaikan Controllable Pitch Propeller (CPP) Kapal KM. Dharma Kencana 3611 GRT," 2012.
- [15] Workshop Insider, "Principles of Welding Repair of Propellers", Diakses 9 Desember 2021.