

**THE EFFECT OF AGING AND SPEED VARIATION ON  
PROPELLER CORROSION OF ALUMINUM ALLOYS  
MATERIAL  
(PENGARUH AGING DAN VARIASI KECEPATAN PUTARAN TERHADAP  
LAJU KOROSI PROPELLER BERBAHAN ALUMINIUM PADUAN)**

Hendra Setiawan Karokaro<sup>1\*</sup>, Kurnia Hastuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau*

Jl. Kaharuddin Nasution No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

\*Corresponding author : setiawan.k@student.uir.ac.id

**ABSTRACT**

*One commonly used propeller material is aluminium alloy. Propeller damage that typically happens is dominated by the occurrence of breakage in one or several of its leaves. Damage in the form of a broken propeller is not merely caused by the propeller's workload, but also as a result of accumulation between the propeller's work and its corrosive work environment. One way to improve the mechanical properties of aluminium alloy is by means of an aging heat treatment. This study aims to obtain the corrosion rate resulting from the effects of the propeller rotation speed and aging. In this study, the Al alloy material was aged at 170 ° C for 180 minutes. Materials without aging and the results of aging were then tested for corrosion utilizing the dip method at various propeller rotations of 800 rpm, 1000 rpm, 1200, and 1500 rpm with immersion time of 12 hours, 24 hours, 48 hours, and 168 hours. The results showed that the propeller rotation speed affected the corrosion rate of the material. Specimens rotated at 1500 rpm had a corrosion rate of 1.0084 mm / year for materials without aging and 0.9447 mm / year for materials with aging. This corrosion rate is greater than that of specimens rotated at speeds of 800 rpm, 1000 rpm and 1200 rpm. The corrosion rate at 800 rpm is 0.6472 mm / year for materials without aging and 0.5141 mm / year for materials with aging. Aging done on the material can reduce the corrosion rate from 0.6472 mm / year to 0.5141 mm / year at 800 rpm, 0.7913 mm / year to 0.6775 mm / year at 1000 rpm, 0.8805 mm / year to 7438 mm / year at 1200 rpm and 1.0084 mm / year to 0.9447 mm year at 1500 rpm. Micro photo observations show that the type of corrosion that occurs is cavitation corrosion.*

**Keywords:** *Aging Treatment, Aluminum, Corrosion Rate, Propeller*

**ABSTRAK**

*Salah satu bahan baling-baling yang banyak digunakan adalah aluminium paduan. Kerusakan propeller yang terjadi di dominasi oleh terjadinya patah pada salah satu atau beberapa daunnya. Kerusakan berupa patahnya propeller tidak hanya disebabkan oleh beban kerja propeller, melainkan sebagai hasil akumulasi antara kerja propeller dan lingkungan kerjanya yang korosif. Salah satu cara meningkatkan*

sifat mekanis paduan aluminium adalah dengan perlakuan panas penuaan (*aging treatment*). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan laju korosi akibat pengaruh kecepatan putaran propeller dan aging. Pada penelitian ini material Al paduan di-aging pada temperatur 170°C selama 180 menit. Material tanpa aging dan hasil aging kemudian diuji korosi dengan metode celup pada variasi putaran propeller 800 rpm, 1000 rpm, 1200, dan 1500 rpm dengan waktu perendaman 12 jam, 24 jam, 48 jam, dan 168 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan putaran propeller mempengaruhi laju korosi material. Spesimen yang diputar pada kecepatan 1500 rpm memiliki laju korosi 1,0084 mm/year untuk material tanpa aging dan 0,9447 mm/year untuk material dengan aging. Laju korosi ini lebih besar dibandingkan spesimen yang diputar pada kecepatan 800 rpm, 1000 rpm dan 1200 rpm. Laju korosi pada putaran 800 rpm adalah 0,6472 mm/year untuk material tanpa aging dan 0,5141 mm/year Untuk material dengan aging. Aging yang dilakukan pada material dapat menurunkan laju korosi dari 0,6472 mm/year menjadi 0,5141 mm/year pada putaran 800 rpm, 0,7913 mm/year Menjadi 0,6775 mm/year pada putaran 1000 rpm, 0,8805 mm/year menjadi 7438 mm/year Pada putaran 1200 rpm dan 1,0084 mm/year menjadi 0,9447 mm year pada putaran 1500 rpm. Pengamatan foto mikro menunjukkan bahwa jenis korosi yang terjadi adalah korosi kavitas.

*Kata kunci* : Aging Treatment, Aluminium, Laju Korosi, Propeller

## PENDAHULUAN

Salah satu jenis transportasi laut yang banyak digunakan adalah perahu. Salah satu penggerak perahu mekanis adalah *propeller*. *Propeller* berfungsi sebagai komponen mengubah momen torsi menjadi gaya dorong, dimana putaran dan gaya dorong yang dihasilkan baling-baling menyebabkan perahu dapat melaju (Dedi, 2008).

Lingkungan kerja *propeller* salah satunya adalah air laut. Ketika baling-baling berputar maka pada kedua permukaan *propeller* mengalami kavitasi yang menyebabkan permukaan terkelupas dan terkikis. Kerusakan berupa patahnya *propeller* tidak hanya disebabkan oleh beban kerja *propeller*, melainkan sebagai hasil akumulasi antara kerja *propeller* dan lingkungan kerjanya yang korosif (Jones, 2013). Pada aplikasinya material *propeller*

yang terendam dan berputar di air laut sangat memungkinkan untuk terjadi korosi.

Bentuk korosi kavitasi ini cenderung dialami lebih banyak oleh komponen-komponen yang mempunyai kecepatan tinggi dalam fluida seperti propeller (Murtiono, 2012; Huda, 2011; Kondo, 2012). Korosi merupakan suatu degradasi material dan menurunnya kualitas material akibat adanya reaksi elektrokimia yang dipengaruhi oleh lingkungan. Secara teoritis propeller yang berputar di air laut mengalami korosi kavitasi akibat dari gelembung oksigen yang pecah akan merusak lapisan film dan material kecil yang bergerak bersama air mengikis permukaan logam. Kecepatan dari gerakan air sangat berpengaruh terhadap laju korosi (Rista, 2017).

Korosi pada propeller dapat mengakibatkan kerugian teknis seperti berkurangnya kecepatan kapal dan berkurang sifat mekanis material tersebut (Satria dan Misbah, 2012). Salah satu solusi yang dapat meningkatkan sifat mekanis paduan aluminium adalah dengan aging. Sementara itu akibat perlakuan panas yang tidak sesuai serangan korosi intergranular dapat menyerang logam atau paduannya, dan juga dapat mempengaruhi laju korosi dengan menrubah struktur mikro dari logam dan paduannya (Rajan et al, 1994). Oleh sebab itu perlakuan panas terhadap aluminium paduan harus dikerjakan dengan hati-hati.

Dari hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Huda (2011) menunjukkan terjadi penurunan laju korosi pada temperatur 170°C dan waktu aging 180 menit. Pada penelitian tersebut uji korosi dilakukan dengan perendaman pada material yang diam. Tetapi karena aplikasinya propeller berputar dengan kecepatan tertentu maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat laju korosi material pada kecepatan putaran berbeda.

#### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang di tentukan adalah :

1. Bagaimana pengaruh *aging* terhadap laju korosi *propeller* berbahan aluminium paduan.
2. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putaran *propeller* terhadap laju korosi *propeller* berbahan aluminium paduan.

#### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan pengaruh *aging* terhadap laju korosi
2. Untuk mendapatkan pengaruh variasi kecepatan putaran *propeller* terhadap laju korosi.

#### **Batasan Masalah**

Penulis membatasi penelitian ini agar tidak menyimpang dari materi pembahasan, dimana pembahasan meliputi :

1. Penelitian menggunakan bahan material *propeller* aluminium paduan
2. Penelitian menggunakan air laut sebagai media korosif.
3. Putaran yang digunakan 800, 1000 , 1200 , dan 1500 rpm
4. Temperatur *aging* yang digunakan 170°C dan waktu *aging* 180 menit.

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

##### **Aluminium**

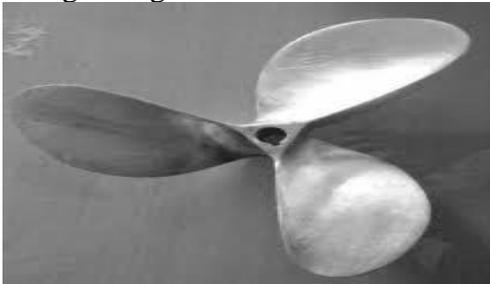
Aluminium adalah logam berwarna putih keperakan yang lunak. Aluminium ditemukan oleh Sir Humprey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai suatu logam oleh H.C. Oersted pada tahun 1955. Bijih bauksit merupakan bahan utama untuk pembuatan aluminium yang terdapat didalam batu-batu dalam kerak bumi. Didalam bebatuan tersebut aluminium masih berbentuk silikat dan komponen lain yang lebih kompleks, karena komponen aluminium yang begitu kompleks tersebut maka dibutuhkan penelitian lebih dari 60 tahun untuk menemukan cara yang ekonomis untuk

membuat aluminium dari bijih bauksit (Surdia. T & Saito,S., 1995).

### **Propeller Perahu**

Prinsip kerja dari baling-baling adalah seperti sekrup atau mur yang berputar dilaut. Jika kita memutar mur, maka mur akan berputar maju atau mundur sepanjang lintasan bautnya. Demikian juga yang terjadi dengan baling-baling yang berputar. Tetapi karena baling-baling terikat pada ujung poros yang berputar, posisi baling-baling menjadi tetap. Gaya dorong yang dihasilkan dari putaran mesin kapal disalurkan ke massa air yang mengelilingi baling-baling tersebut. Karena air tetap diam, maka gaya dorong yang dihasilkan baling-baling tersebut dikembalikan ke baling-baling tersebut atau terjadi gaya reaksi.

Gaya reaksi yang mendorong poros baling-baling tidak bisa langsung menggerakkan kapal, karena gaya yang bersifat aksial ini hanya mendorong poros dan akan diterima oleh mesin kapal yang memutar baling-baling. Dan Salah satu Material yang biasa di gunakan untuk pembuatan baling baling adalah Aluminium cor.



Gambar 1 Propeler Aluminium

### **Korosi**

Korosi didefinisikan sebagai suatu proses degradasi material atau

hilangnya suatu material baik secara kualitas maupun kuantitas akibat adanya proses reaksi kimia dan elektrokimia dengan lingkungan (Jones, Denny A, 1992). Lingkungan yang dimaksud yang dapat mengakibatkan proses korosi adalah berupa lingkungan atmosfer, gas, tanah, larutan garam, larutan asam, dll. Menurut Kevin Jones (2013), proses perusakan material yang terjadi menyebabkan turunya kualitas material logam tersebut. Korosi yang terjadi pada benda logam merupakan sebuah hal yang akan selalu terjadi dan dapat dihindarkan. Korosi merupakan proses yang terjadi secara alami dan tidak akan bisa berhenti selama logam tersebut masih berada di lingkungan di lingkungan yang bersifat korosif.

### **Jenis-Jenis Korosi**

Terdapat beberapa jenis korosi yang sering terjadi pada aplikasi penggunaan material sehari-hari.

1. Korosi seragam (*Uniform*)
2. Korosi galvanik
3. Korosi celah (*crevice*)
4. Korosi sumuran (*pitting*)
5. *Corrosion Cracking* (SCC)
6. Korosi kavitas
7. Korosi intergranular
8. *Selective leaching*
9. Korosi erosi

### **Aging**

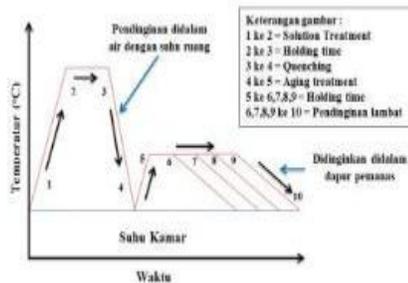
Aging adalah proses perlakuan panas yang dilakukan pada suatu bahan untuk meningkatkan sifat kekerasannya dengan cara mengkombinasikan antara pemanasan diatas suhu kamar dengan waktu pemanasan.

Aging dilakukan dengan menahannya pada suatu temperatur tertentu atau temperatur kamar

(temperatur di bawah solvus line) untuk jangka waktu tertentu. Aging/penuaan dapat dibagi menjadi dua yaitu :

1. Penuaan yang dilakukan dengan membiarkan larutan padat jenuh itu pada temperatur kamar selama beberapa waktu, dinamakan *natural aging* yaitu penuaan yang terjadi secara alamiah.
2. Penuaan dengan memanaskan kembali larutan padat jenuh itu ke suatu temperatur di bawah garis solvus dan dibiarkan pada temperatur tersebut selama beberapa saat, dinamakan *artificial aging* (*aging* buatan atau *aging treatment*).

Berikut ini adalah contoh skema proses perlakuan panas kemudian dilanjutkan dengan aging terhadap paduan aluminium :



Gambar 2. Skema proses perlakuan panas

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

#### Alat:

Gerinda potong, wadah pembersih, jangka sorong, timbangan digital, dapur pemanas (*muffle furnace*), tang penjepit, media pendingin, dinamo motor listrik, tachometer, dimmer.

### Bahan

- Baling-baling (*propeller*) kapal berbahan aluminium paduan yang sudah di potong di bentuk specimen dengan ukuran 7x2 cm
- Air digunakan sebagai media pendingin (*quenching*) pada proses aging treatment
- Larutan NaOH dan aquades digunakan sebagai pembersih untuk membersihkan specimen uji.
- Air Laut digunakan sebagai media korosi pada proses laju korosi.

### Kehilangan Berat

Sebelum melakukan proses pengujian, material tersebut akan di timbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat awal dari material. Dan pengambilan data berdasarkan kehilangan berat specimen dari specimen yang telah di rendam selama periode yang sudah ditentukan dengan cara melakukan penimbangan specimen untuk mengetahui berat yang hilang, sebelum penimbangan specimen terlebih dahulu dibersihkan.

### Uji Korosi

Bak pengujian korosi terbuat dari kaca yang terletak di dalam kerangka dengan dimmer dan dinamo mini yang terletak di atasnya. Penelitian ini menggunakan 4 bak pengujian dan jumlah speimen yang diambil dari material Propeller perahu yang digunakan sebanyak 32 buah dengan ukuran specimen 7 x 2 cm. Untuk memutar baling-baling kapal menggunakan dinamo motor listrik

mini dengan putaran yang berbeda. Untuk menghitung laju korosi, digunakan rumus sebagai berikut :

$$CR \text{ (mppy)} = \frac{k \times w}{A \times t \times \rho} \dots\dots(1)$$

Dimana :

k = konstanta  $8,76 \times 10^4$

w = massa yang hilang (g)

$\rho$  = massa jenis sampel uji ( $\text{g/cm}^3$ )

D = luas penampang ( $\text{cm}^2$ )

t = waktu pengujian (Hour)

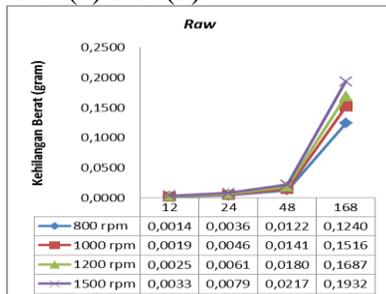
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Data

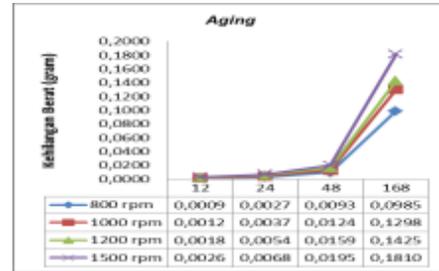
Pengambilan data pada penelitian Pengaruh Aging Dan Variasi Kecepatan Putaran Terhadap Laju Korosi Propeller Berbahan Aluminium Paduan. Temperatur aging yang digunakan adalah  $170^\circ\text{C}$  dengan waktu aging 180 menit dan kecepatan putaran yang digunakan adalah 800 rpm, 1000 rpm, 1200 rpm dan 1500 rpm.

#### Kehilangan Berat

Grafik kehilangan berat spesimen material aluminium paduan setelah dilakukan pengujian terhadap kecepatan putaran berbeda dengan lama waktu pengujian 12 jam, 24 jam, 48 jam, dan 168 jam, dapat dilihat pada Gambar (a) dan (b).



3a

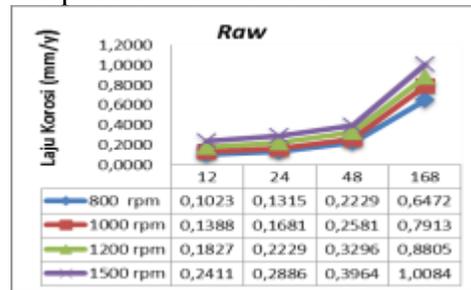


3b

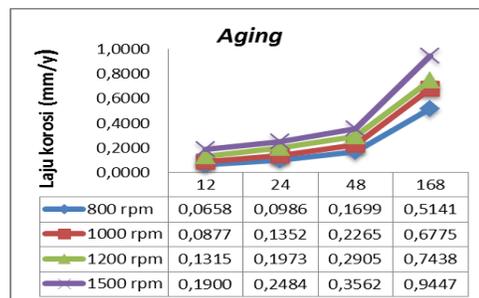
Gambar 3 Grafik kehilangan berat terhadap kecepatan putaran pada material a) Raw material dan b) Aging material

#### Uji Laju Korosi

Adapun pengaruh putaran dan aging terhadap laju korosi dapat kita lihat pada Gambar a dan b



4a



4b

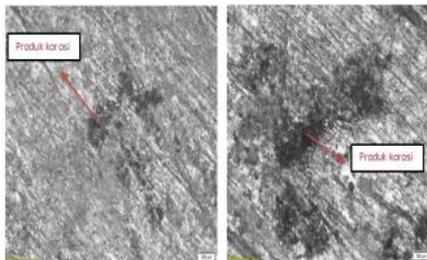
Gambar 4a dan 4b. Pengaruh variasi putaran dan Aging Terhadap Laju Korosi

Gambar 4a dan 4b diatas memperlihatkan adanya pengaruh aging terhadap laju korosi, dimana spesimen yang tidak diberi perlakuan aging akan mengalami laju korosi lebih besar dibanding material yang mengalami aging. Hal ini berlaku pada semua kecepatan.

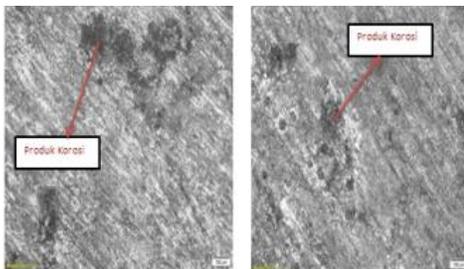
**Foto Mikro**



a) Sebelum melakukan pengujian



b) Korosi Putaran 800 & 1500 rpm



c) Korosi RAW Material Korosi Aging Material

Gambar 5a-5c. Foto mikro sebelum dan sesudah pengujian laju korosi.

Berdasarkan dari gambar 5 Terlihat ada perbedaan pada spesimen sebelum dan sesudah pengujian laju korosi dari hasil pengamatan foto mikro terdapat lubang yang mengumpul warna hitam menunjukkan produk korosi yang terjadi pada spesimen. Pada kecepatan putaran 800 rpm terdapat terlihat produk korosi yang terjadi lebih sedikit dari pada kecepatan 1500 rpm yang memiliki produk korosi lebih banyak. Dan pada spesimen yang tidak di aging memiliki produk korosi lebih banyak di bandingkan dengan spesimen yang di aging . Hal ini sesuai dengan gambar grafik 1. hasil perhitungan laju korosi yang menunjukkan kecepatan putaran tinggi dan spesimen tanpa perlakuan aging memiliki kehilangan berat dan laju korosi lebih tinggi.

Dari hasil pengujian foto mikro juga dapat diketahui bahwa jenis korosi yang terjadi pada material propeller aluminium paduan adalah korosi kavitasi. Hal ini dikarenakan adanya bentuk rongga-rongga yang rapat pada permukaan material tersebut dan akan semakin dalam dengan bertambah kecepatan tersebut.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Dari hasil penelitian korosi pada material *propeller* aluminium paduan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Aging* yang di lakukan pada material *propeller* berbahan aluminium paduan secaram umum telah meningkatkan ketahanan korosi, pada material yang tidak di *aging* yang diputar 1500 rpm

- dengan waktu perendaman 168 jam memiliki nilai laju korosi 1,0084 mm/year dan pada material yang di *aging* memiliki nilai korosi 0,9447 mm/year.
2. Waktu perendaman dan kecepatan putaran berpengaruh terhadap laju korosi, pada putaran 1500 rpm waktu pengujian 12 jam memiliki nilai nilai laju korosi sebesar 0,2411 mm/year dan waktu pengujian 168 jam memiliki nilai laju korosi 1,0084 mm/year.
  3. Kecepatan putaran berpengaruh terhadap laju korosi dimana semakin besar kecepatan semakin cepat laju korosi.
  4. Jenis korosi yang terjadi pada material aluminium paduan sebagai material propeller berjenis korosi kavitasi karena terdapat rongga-rongga yang rapat pada permukaan material.

#### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi temperatur *aging* dan waktu tahan yang lebih lama, sehingga dapat di ketahui ketahanan korosi dari suatu material.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai variabel lain seperti temperatur dan mikroba mikroorganisme terhadap laju korosi logam aluminium paduan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Dedi, I. 2008. *Pengaruh unsur Mn pada Paduan Al- 12 wt%Si terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Lapisan Intermetalik pada Fenomena*

- DIE*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Huda dkk. 2011. *Pengaruh Artificial Aging Terhadap Laju Korosi Baling-Baling Kapal Berbahan Aluminium Paduan*. Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta, Indonesia.
- Jones, D.A. 1992. *Principles and Prevention of Corrosion*. New York : Macmillan Publishing Compony.
- Jones, K., Pattireuw, F., Rauf, A. dan Cresano, R. 2013. Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Teknik Mesin. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- Kondo, Y., Siahya, Y., dan Leonard, J. 2012. Analisis Investasi Pada Industri Pengecoran Propeller Kapal. Mekanikal, 3(Propeller Display), 231–239.
- Murtiono, A. 2012. Pengaruh *Quenching* dan *Tempering* Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon sedang untuk mata Pisau Permanen Sawit.
- Rista, A.M. dkk. 2017. Analisis Laju korosi logam Kuningan (*Brass*) Sebagai aplikasi Bahan Propeller Kapal. Univesitas Negeri surabaya, Indonesia.
- Satria, N. dan Misbah, N. 2012. *Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW*. Jurnal

Teknik ITS VOL. 1, (Sept,  
2012). ISSN: 2301-9271.  
Rajan, T.V., Sharma, C.P. dan Sharma,  
A. 1994, *Heat Treatment  
Principles and Techniques.*  
*Prentice-Hall of India.*