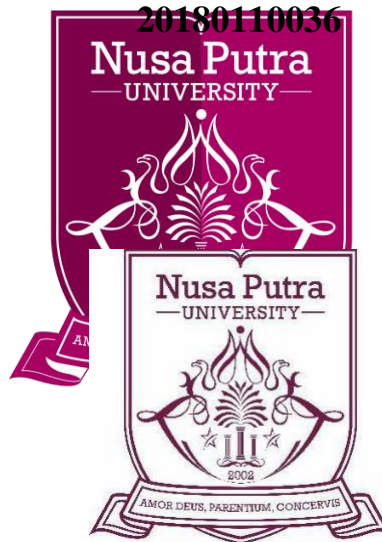


**ANALISIS SIFAT KOROSI HASIL COR TERHADAP
TEMPERATUR PEMBUATAN PROPELLER PERAHU
MENGUNAKAN METODE SAND CASTING**

SKRIPSI

Nur M. Fathurrahman

20180110036

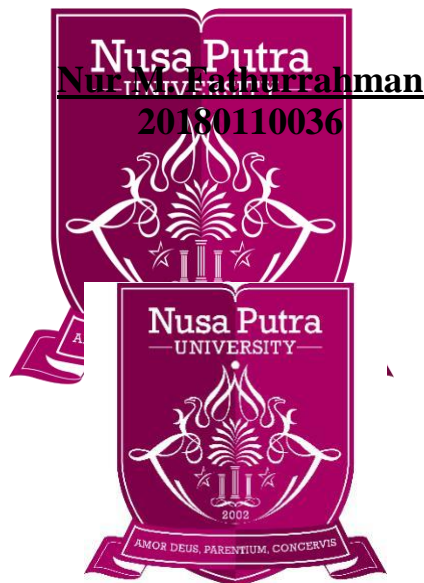


**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

**ANALISIS SIFAT KOROSI HASIL COR TERHADAP
TEMPERATUR PEMBUATAN PROPELLER PERAHU
MENGUNAKAN METODE SAND CASTING**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Mesin*



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS SIFAT KOROSI HASIL COR TERHADAP
TEMPERATUR PEMBUATAN PROPELLER PERAHU
MENGUNAKAN METODE *SAND CASTING*

NAMA : Nur M. Fathurrahman
NIM : 20180110036

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa S adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bu yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik M beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 7 Agustus



Nur M. Fathurrahman

PENGESAHAN SKRIPSI

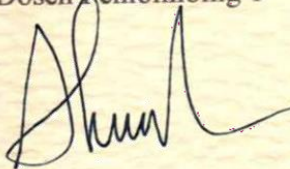
JUDUL : ANALISIS SIFAT KOROSI HASIL COR PEMBUATAN
TERHADAP TEMPERATUR PROPELLER PERAHU
MENGUNAKAN METODE *SAND CASTING*

NAMA : Nur M. Fathurrahman
NIM : 20180110036

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 7 Juli 2023 Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Mesin.

Sukabumi, 7 Agustus 2023

Dosen Pembimbing 1



Lazuardi Akmal Islami, M.Si.
NIDN. 0415039402

Ketua Penguji 1



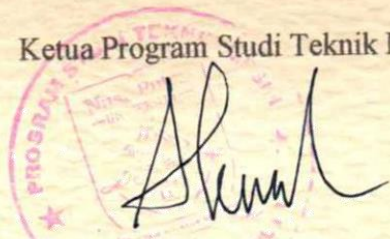
Fabrobi Fazlur Ridha, B.Eng., I.
NIDN. 0406029002

Ketua Penguji 2



Zaid Sulaiman, M.T.
NIDN. 0410109701

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Lazuardi Akmal Islami, M.Si.
NIDN. 0415039402

Skripsi Ini Khususkan Untuk Diri Sendiri.



ABSTRAK

Propeller merupakan salah satu komponen mesin yang memegang peranan penting dalam konstruksi transportasi air (kapal laut). *Propeller* mempunyai fungsi yang sangat besar karena kecepatan kapal ditentukan oleh kondisi *propeller*. Keunggulan *propeller* dibutuhkan untuk meminimalkan atau mengurangi terjadinya kerusakan (patah). Pembuatan *propeller* dengan cara di cor dengan bahan aluminim scrap dan menggunakan cetakan pasir dengan variasi suhu penuangan 400°C, 500°C dan 550°C. Pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi kimia (*spectrometer*), pengamatan mikrostruktur, dan uji korosi (polarisasi potensiodinamik). Hasil dari pengujian komposisi kimia (*spectrometer*) bahwa unsur yang terkandung yaitu jenis paduan Al-Si dengan persentase sebesar Al 92,92%, kemudian Si 3,84%. Hasil pengamatan mikrostruktur didapatkan porositas terbesar diperoleh pada temperatur 500°C dengan nilai porositas yang didapatkan dengan rata-rata 9,69 m dibandingkan pada temperatur 550°C dengan nilai porositas terkecil yang didapatkan dengan rata-rata 7,17 m semakin tinggi temperatur penuangan maka nilai porositas semakin berkurang. Maka dapat diketahui hasil uji korosi potensiodinamik pada media NaCl 3,5 % dari sampel 450°C, 500°C, 550°C yang telah di uji. Semakin meningkat temperatur tuang maka menghasilkan arus korosi (I_{corr}) dan laju korosi (E_{corr}) semakin besar. Apabila semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya. Sehingga semakin kecil ukuran poros maka ketahanan korosinya meningkat.

Kata kunci: Casting, Korosi, *Propeller*, Mikrostruktur, *Spectrometer*, Suhu.



ABSTRACT

The propeller is one of the engine components that plays an important role in the construction of water transportation (ships). The propeller has a very large function because the speed of the ship is determined by the condition of the propeller. Propeller advantage is needed to minimize or reduce the occurrence of damage (broken). Making propellers by casting with aluminum scrap and using sand molds with pouring temperature variations of 400°C, 500°C and 550°C. The tests carried out were chemical composition tests (spectrometer), microstructural observations, and corrosion tests (potentialodynamic polarization). The results of the chemical composition test (spectrometer) showed that the elements contained were Al-Si alloy with a percentage of 92.92% Al, then 3.84% Si. The results of microstructural observations showed that the largest porosity was obtained at a temperature of 500°C with an average porosity value of 9.69 μm compared to a temperature of 550°C with the smallest porosity value obtained with an average of 7.17 μm the higher the pouring temperature, the higher the porosity value decreasing. Then it can be seen the results of the potentiodynamic corrosion test on 3.5 wt% NaCl media from the tested 450°C, 500°C, 550°C samples. The higher the pouring temperature, the greater the corrosion current (I_{corr}) and corrosion rate (E_{corr}). If the lower the value of the corrosion rate, the corrosion resistance increases. So that the smaller the shaft size, the corrosion resistance increases.



Keywords: Casting, Corrosion, Propeller, Microstructure, Spectrometer, Temperature.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rosulullah Muhammad SAW. Dengan rahmat dari Allah S.W.T penulisan dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Sifat Korosi Hasil Cor Terhadap Temperatur *Propeller* Perahu Menggunakan Metode *Sand Casting*”. Dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah membantu, baik secara materi, moral, maupun spritual. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahku “Asep Muhyidin” dan Ibuku “Nani Sumarni” yang telah memberi bantuan materil dan do’a.
2. Bapak Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M selaku Rektor Universitas Nusa Putra
3. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra
4. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Fabrobi Fazul Ridha, B.Eng., M.T. dan Bapak Zaid Sulaiman, M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan untuk penelitian yang dilakukan.
6. Teman-teman seperjuangan yang sudah terlibat di dalam penelitian ini.

Kesempurnaan mutlak hanya milik Allah SWT, inilah karya terbaik yang dapat penulis persembahkan, namun demikian tentunya penyusunan Tugas Akhir ini terdapat ketidak sempurnaan sehingga kami mengharapkan kritik saran agar lebih baik. Semoga karya tulis ini dapat bermamfaat dan berguna bagi pembaca.

Sukabumi, 7 Agustus 2023

Nur M. Fathurrahman



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Riset.....	2
1.3 Tujuan Riset.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
BAB II	3
KAJIAN PUSTAKA	3
2.1 Sejarah Pengecoran Logam.....	3
2.2 Sand Casting.....	3
2.3 Material Casting.....	4
2.4 Paduan Aluminium.....	5
2.5 Klasifikasi Paduan Aluminium.....	5
2.6 Propeller.....	8
2.7 Pembuatan propeller.....	8
2.8 Korosi.....	10
2.9 Korosi Propeller.....	13
2.10 Uji komposisi kimia (spectrometer).....	14
2.11 Pengamatan Mikrostruktur.....	16
2.12 Uji Korosi (polarisasi potensiodinamik).....	17



BAB III	22
METODE RISET	22
3.1 Metodologi Penelitian.....	22
3.2 Identifikasi Masalah	23
3.3 Studi Kepustakaan	23
3.4 Perancangan Desain Propeller.....	23
3.5 Pengecoran.....	24
3.6 Pengambilan Data	25
3.6.1 Uji komposisi kimia (spectrometer)	25
3.6.2 Pengamatan mikrostruktur	26
3.6.3 Uji korosi (polarisasi potensiodinamik)	26
BAB IV	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Uji komposisi kimia (spectrometer).....	28
4.2 Analisis Mikrostruktur Temperatur 450°C, 500°C, 550°C.....	29
4.3 Analisis Ukuran Porositas.....	32
4.4 Hasil Uji korosi (polarisasi potensiodinamik).....	34
4.5 Mekanisme Perambatan <i>Pr^{IV}</i>	35
BAB V	38
KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Tungku peleburan aluminium (b) Kowi kapasitas 10kg (c) Pola cetakan pasir (d) Penimbangan skrap (e) Pembuatan cetakan	10
Gambar 2.2 Skema proses XRF	27
Gambar 2.3 Hasil XRF spektrum	28
Gambar 2.4 Struktur mikro paduan Al-Si	29
Gambar 2.5 Skema alat uji korosi tipe sel tiga elektroda	30
Gambar 3.1 Diagram alir	22
Gambar 3.2 Desain propeller.....	24
Gambar 3.3 XRF BRUKERS S1 TITAN	25
Gambar 3.4 Sampel Aluminium <i>Scrap</i>	26
Gambar 4.1 (a) Propeller Temperatur 450°C (b) Propeller Temperatur 500°C (c) Propeller Temperatur 550°C	30
Gambar 4.2 (a) Mikrostruktur Temperatur 450° (b) Mikrostruktur Temperatur 500°C (c) Mikrostruktur Temperatur 550°C	31
Gambar 4.3 Kurva Tafel.....	34
Gambar 4.4 (a) Sebelum terjadinya korosi (b) Sudah terjadinya korosi.....	37



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Uji komposisi kimia	28
Tabel 4. 2 Mikrostruktur Temperatur 450°C	32
Tabel 4. 3 Mikrostruktur Temperatur 500°C	32
Tabel 4. 4 Mikrostruktur Temperatur 550°C	33
Tabel 4. 5 Parameter elektrokimia dari hasil pengujian polarisasi.....	34



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Propeller adalah salah satu bagian dari komponen mesin yang memegang peranan penting dalam konstruksi transportasi air (kapal laut). *Propeller* dipasang pada poros yang dihubungkan langsung dengan mesin kapal. Jika mesin kapal dihidupkan maka poros *propeller* akan berputar dan memutar *propeller*. Kecepatan putaran *propeller* sama dengan putaran poros dimana kecepatan putaran poros bergantung kecepatan putaran mesin kapal. Dengan berputarnya *propeller* maka kapal laut mendapatkan tenaga untuk bergerak [1].

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan hantaran listrik yang baik. Aluminium biasa dipergunakan untuk peralatan rumah tangga, material pesawat terbang, otomotif, kapal laut dan lain-lain. Untuk mendapatkan peningkatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni dan unsur lain. Keunggulan material aluminium terdapat pada berat jenisnya yang ringan dan kekuatannya yang dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan. Kekuatan aluminium biasanya ditingkatkan dengan cara paduan (*alloying*) [2].

Pengecoran logam (*casting*) adalah salah satu teknik pembuatan produk dimana logam dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan ke dalam rongga cetakan yang serupa dengan bentuk asli dari produk cor yang akan dibuat. Sebagai dari suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan, pengecoran digunakan untuk menghasilkan bentuk asli produk jadi [3].

Penelitian tentang aluminium re-casting telah dilakukan oleh beberapa penelitian [2][3][16][17]. Beberapa dari mereka menyimpulkan bahwa pengecoran ulang aluminium berpotensi meningkat jumlah porositas, mengurangi kekuatan dan kekerasan. Untuk peleburan kembali panduan aluminium A320 (72,37% Al, 11,39% Si, 6,82% Mg, 2,77% Cu). Peleburan ulang dilakukan sebanyak tiga kali. Hasil uji tarik dan uji impak menunjukkan bahwa pengecoran ulang akan menurunkan kekuatan tarik dan kekuatan impak. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat baling-baling aluminium yang dibuat dengan proses pengecoran menggunakan cetakan pasir. Sebelum dilakukan peleburan, tidak

lakukan perhitungan dan pengecuran koposisi campuran, melainkan hanya perkiraan. Tidak ada standar kualitas yang dijadikan acuan untuk produk yang dihasilkan [4].

1.2 Rumusan Masalah Riset

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah suhu optimal pengecoran aluminium scrap untuk menghasilkan produk *propeller*?
2. Bagaimana sifat ketahanan korosi dari produk *propeller* berbahan aluminium scrap?

1.3 Tujuan Riset

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan suhu optimal pengecoran aluminium *scrap* untuk menghasilkan produk *propeller*.
2. Mengetahui ketahanan korosi *propeller* dari bahan aluminium *scrap*.

1.4 Batasan Masalah

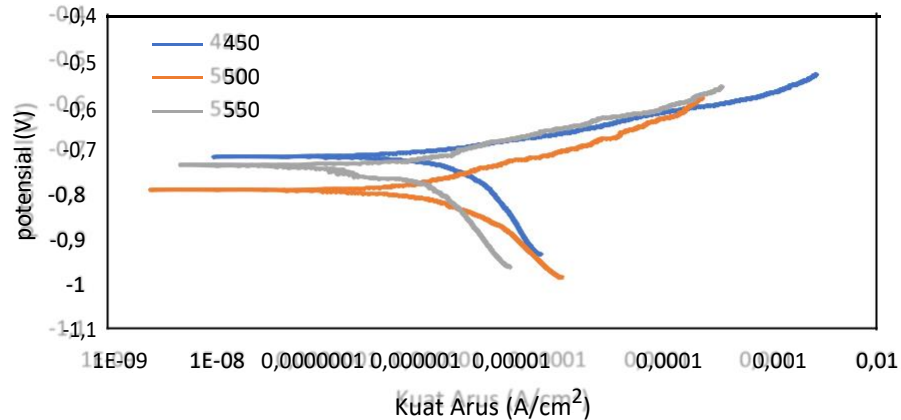
Batasan masalah dari riset ini sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan bahan aluminium *scrap*.
2. Pengecoran yang dilakukan dengan metode *sand casting*.
3. Pengecoran logam ini menggunakan temperatur suhu 450°C, 500°C, 550°C.



4.4 Hasil Uji korosi (polarisasi potensiodinamik)

Metode polarisasi potensiodinamik digunakan untuk mengetahui seberapa besar arus korosi (i_{corr}) dan potensial korosi (E_{corr}) dari spesimen aluminium *scrap*. Pengujian dilakukan dalam larutan NaCl 3,5 %. Hasil dari pengujian ini berupa kurva polarisasi anodik dan katodik dari aluminium *scrap* yang ditunjukkan pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.3 Kurva Tafel

Pada gambar diatas adalah kurva polarisasi dari hasil pengujian potensiodinamik terhadap media NaCl. potensial sebagai sumbu Y dan kuat arus sebagai sumbu x. pada sumbu Y terdapat potensial *corrosion* (E_{corr}) yang dapat menentukan cepat atau lambatnya laju korosi yaitu apabila grafik bergeser ke atas ke arah anodik maka terdapat menahan terhadap laju korosi. Sedangkan pada sumbu X terdapat nilai arus korosi (I_{corr}) yang menunjukkan cepat atau lambatnya laju korosi, yaitu jika posisi kurva semakin ke bawah maka semakin cepat terjadinya korosi, begitu juga sebaliknya, jika semakin ke atas maka laju korosi semakin lambat [40]. Berdasarkan kurva polarisasi dapat diperoleh dari nilai arus korosi (I_{corr}) dan nilai korosi (CR) yang telah ditabulasikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 5 Parameter elektrokimia dari hasil pengujian polarisasi

Sempel	I_{corr} (A/cm^2)	E_{corr} (V)	CR (mmpy)
450°C	$6,3 \times 10^{-7}$	-0,71	0,0069
500°C	$3,2 \times 10^{-7}$	-0,79	0,0035
550°C	$2,6 \times 10^{-7}$	-0,73	0,0028

Hasil pengujian dengan metode ini berupa kurva polarisasi seperti Gambar di atas kurva polarisasi tersebut diolah menggunakan ekstrapolasi tafel dan menghasilkan beberapa parameter elektrokimia, yaitu potensial korosi (E_{corr}), arus korosi (I_{corr}) dan laju korosi (CR) yang dapat dilihat pada tabel di atas. Maka dapat diketahui hasil uji korosi potensiodinamik pada media NaCl 3,5 % dari sampel 450°C, 500°C, 550°C yang telah di uji. Semakin meningkatnya temperatur tuang sampel 550°C menghasilkan arus korosi (I_{corr}) sebesar $2,6 \times 10^{-7}$ (/ 2) dan nilai korosi menghasilkan sebesar 0,0028 (). Hasil pengujian dengan metode ini berupa kurva polarisasi seperti Gambar 4.5 hasil pengujian polarisasi di atas peningkatan tiba-tiba arus korosi (E_{corr}) di ujung wilayah pasif dikaitkan dengan kerusakan film pasif diikuti dengan timbulnya mekanisme *pitting* [41]. Hal ini mengindikasikan bahwasannya pada temperatur 450°C terdapat inisiasi *pitting*.

Apabila semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya. Semakin halus mikrostruktur maka ketahanan korosinya meningkat. Hal itu disebabkan oleh ukuran butir yang halus dapat menempati ruang dalam permukaan material dan berperan sebagai penghambat difusi ion yang bersifat korosif, sehingga ion yang bersifat korosif tidak dapat masuk ke permukaan material [42].

Apabila terdapat pori, ion yang bersifat korosif itu masuk ke permukaan maka yang terjadi korosi sumuran. Korosi sumuran (*pitting*) adalah bentuk serangan korosi lokal yang menghasilkan lubang atau sumuran pada logam. *Pitting* berinisiasi pada tempat yang mengalami pertumbuhan lokal pada laju korosi yang terjadi. Inklusi, ketidakseragaman struktur, dan ketidakseragaman komposisi pada permukaan logam adalah tempat umum dimana terjadi inisiasi *pitting* [43]. Ukuran porositas yang kecil dan besar dapat mempengaruhi terjadinya korosi *pitting*.

4.5 Mekanisme Perambatan *Pitting*

Pitting Corrossion disebabkan adanya lapisan film yang pecah/hancur dan hanya dapat terjadi dengan adanya *anionic*, ion klorida yang agresif. Klorida merupakan sebuah anion dari asam kuat, dan relative kecil dengan tingkat difusi yang tinggi dan dapat bercampur dengan pasivasi dan dimana-mana merupakan *contaminant*. Korosi *pitting* merupakan bentuk korosi yang berbahaya karena dapat menyebabkan kegagalan pada suatu material hanya dengan kehilangan sedikit

persen berat. Sangat sulit untuk mendeteksi korosi *pitting* karena ukurannya yang kecil dan sering tertutup oleh produk korosinya.

Mekanisme korosi dapat dijelaskan secara kimia/elektrokimia dimana terjadi reaksi reduksi-oksidasi (redoks) antara logam dengan faktor lingkungan (oksigen dan air). Secara umum, mekanisme terjadinya korosi terdiri dari :

1. Logam menjadi anoda (kutub muatan positif) dan teroksidasi.
2. Faktor lingkungan menjadi katoda (kutub muatan negatif) dan tereduksi.
3. Reaksi oksidasi lanjutan yang akan menghasilkan karat berupa senyawa oksida atau karbonat yang berupa hidrat.

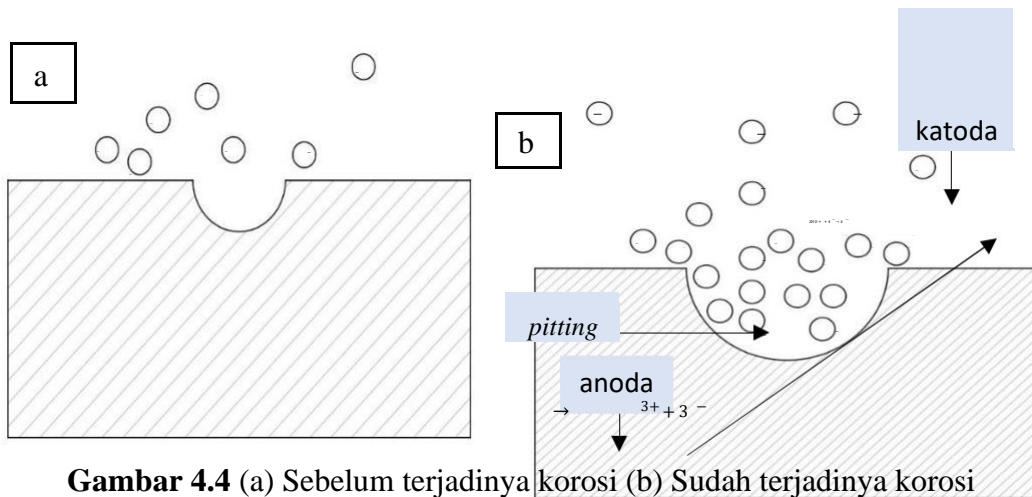
Prosesnya, jika terdapat aluminium, Al yang mengalami kontak dengan air,

maka aluminium akan menjadi anoda dan air atau oksigen di sekitar aluminium akan menjadi katoda. Pada anoda aluminium, akan terjadi reaksi oksidasi (reaksi pelepasan electron) yaitu:

Adanya perantara oksidasi pada lingkungan klorida sering mengganggu sekali dan lebih lanjut akan mempertinggi *localized corrosion*. Hampir semua perantara oksidasi mencegah tingginya terjadi *pitting corrosion* dengan memberikan reaksi katodik ekstra dan meningkatkan potensial lokal. Tentu, oksigen terlarut merupakan perantara oksidasi yang paling umum. Reaksi dimana reduksi oksigen terjadi adalah $2 + 2 \rightarrow 2 + 4$ (kondisi basa atau netral).

Akibat oksidasi tersebut, metal Al di ubah menjadi Al^{3+} yang terhidrasi $Al^{3+} + 2H_2O$. Semakin besar arus yang terjadi, semakin metal Al yang menjadi ion sehingga metal aluminium kehilangan massa atau dengan kata lain teroksidasi. Selanjutnya, ion Al^{3+} akan terdispersi dalam tetesan air dan bereaksi lebih lanjut dengan CO_2 sebagai reaksi oksidasi lanjutan (pengikatan CO_2) membentuk karat pada aluminium, dengan reaksi kimia sebagai berikut:





Gambar 4.4 (a) Sebelum terjadinya korosi (b) Sudah terjadinya korosi

Jika di lihat Gambar 4.4 perambatan retak melibatkan pemutusan logam dan penjagaan tingkat keasaman yang tinggi pada dasar lubang dengan cara hidrolisis dari pelarutan ion logam. Reaksi pemutusan logam yang bersifat anodik pada dasar lubang ($\rightarrow 3+ + 3 -$ diseimbangkan oleh reaksi katodik pada batas permukaan ($2 + 2 2 + 4 - \rightarrow 4 -$). sebagai reaksi oksidasi lanjutan $4 - + 6 2 + 3 2 \rightarrow 4 ()3$. Apabila terdapat pori pada permukaan coran, ion yang bersifat korosif itu masuk ke permukaan maka yang terjadi korosi *pitting*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian analisis sifat korosi hasil cor pembuatan propeller yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Propeller yang terbuat dari aluminium *scrap*, proses pengecoran sangat berpengaruh terhadap hasil produk. Dari variasi temperatur tuang 450°C, 500°C, dan 550°C yang dilakukan, semakin tinggi temperatur tuang maka suhu optimal pengecoran yaitu 550°C.
2. Dari pengujian ketahanan korosi dari sampel dengan temperatur tuang 450°C, 500°C, dan 550°C semakin meningkatnya temperatur tuang sampel

550°C menghasilkan arus korosi (I_{cor}) sebesar $2,6 \times 10^{-7}$ (/ 2) dan nilai korosi menghasilkan sebesar 0,0028 (). Apabila semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya.

5.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan eksperimen penelitian ini dengan menambah variabel lainnya
2. sebagai penelitian lanjutan dan juga perlu dilakukan lebih mendalam mengenai mikrostruktur dan korosi *pitting*.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. . Satriananta, M.G ; Hartono , Yudo; dan Berlian, “Studi Analisis Kekuatan Poros Propeller Kapal KMP. Pertiwi Nusantara Akibat Dikenai Torsi Dari Propeller,” *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 1, pp. 421–430, 2019.
- [2] R. Samsudi, A. Fuad, and W. Yugohindra, “Analisa Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Sifat Mekanik Paduan Alumunium ADC 12,” *Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 106–111, 2011.
- [3] N. D. Novianto, “PENGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PADA PEKERJA PENGECORAN LOGAM PT. SINAR SEMESTA (Studi Kasus Tentang Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Ditinjau Dari Pengetahuan Terhadap Potensi Bahaya Dan Resiko Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Pengecoran L,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 2356–3346, 2015, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>.
- [4] S. Suyanto, R. D. Kurniawan, and R. Wibowo, “Adc3 Yang Dibuat Dengan Peleburan Ulang Aluminium Bekas Sebagai Bahan Propeler Kapal Kayu,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, p. 761, 2016, doi: 10.24176/simet.v7i2.792.
- [5] P. Apriliyanto and A. Mahendra, “Analisis variabel proses produk pengecoran logam menggunakan cetakan sand casting,” *J. Tek. Mesin*, vol. 02, no. 02, pp. 70–78, 2014.
- [6] S. Umar, “Pengaruh proses atau metode pengecoran terhadap sifat-sifat mekanis pada baling-baling (propeller) motor tempel (ketek),” *J. AUSTENIT*, vol. 1, no. 3, pp. 35–46, 2010.
- [7] N. A. R. Pane and A. Sudiyanto, “Proses Pengecoran Dan Manufaktur,” *J. Metall. Eng. Process. Technol.*, vol. 1, 2021.
- [8] Y. Amalia and R. Samuel, “Studi Prototipe Pengaruh Sudut Kemiringan Poros Baling-Baling Terhadap Daya Dorong Kapal Laut.”
- [9] A. Barun and B. Agraham, “Analisis Ketahanan Sambungan Keling Pada Alumunium 2024 Dengan Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro,” *J. SINTEK*, vol. 6, no. 2, pp. 1–11, 2012.
- [10] I. Ruwana and I. N. Sudiasa, “Pengaruh Elastisitas dan Kekerasan Terhadap Konduktivitas Listrik Untuk Aluminium Alloy 2024,” vol. 8, 2017.

- [11] P. J. Dan and U. B. Terhadap, “PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN PROSES RHEOCASTING TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN FLUIDITAS PADUAN Al-Cu,” no. January, pp. 217–226, 2019.
- [12] R. B. S. Majanasastra, “ANALISIS SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PROSES HYDROFORMING PADA MATERIAL TEMBAGA (Cu) C84800 DAN ALUMINIUM Al 6063,” vol. 4, no. 2, pp. 15–30.
- [13] A. Dhiya’uddin, T. Triyono, and E. Surojo, “Analisis pengaruh penambahan Mg terhadap kekuatan impact dan konduktivitas termal pada paduan AlSi dengan metode stir casting,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 15, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [14] J. Hasil, K. Ilmiah, M. R. Riyadi, S. Jokosisworo, and A. F. Zakki, “JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Pengaruh RPM dan Diameter Pin Tool Terhadap Kekuatan Tarik, Impact, dan Mikrografi Hasil Pengelasan Friction Stir Welding (FSW) Single Side Pada Aluminium 5083,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, p. 494, 2019.
- [15] D. Suastiyanti, B. A. Topan, and M. Wijaya, “Peningkatan Sifat Mekanis Al-Mg-Si dengan Proses Aging Untuk Aplikasi Selongsong Peluru,” *J. Tek. Mesin ITI*, vol. 3, no. 2, p. 41, 2019, doi: 10.31543/jtm.v3i2.297.
- [16] I. D. M. Krishna Muku and K. Muka, “Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 1100 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG),” *J. Ilm. Tek. Mesin CakraM*, vol. 3, no. 1, pp. 11–17, 2009.
- [17] A. Hendrawan, “ANALISA PENGEBAK KEAUSAN POROS BALING BALING KAPAL,” *J. Saintara*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2019.
- [18] T. Endramawan, A. Sifa, F. Dionisius, and A. Purnomo, “Pengujian Mutu Baling-Baling Kapal Perahu Nelayan Tradisional Indramayu,” *10th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 581–584, 2019.
- [19] T. Endramawan, F. Dionisius, A. Sifa, B. H. Kusuma, and J. T. Mesin, “Analisis Perbedaan Tinggi Sprue Pada Top Gating System Untuk Pengecoran Propeller Yang Bermaterial Paduan Aluminium Dari Limbah

Propeller Perahu.”

- [20] P. J. Timur and J. Timur, “BIMTEK MUTU PRODUK COR BALING-BALING KAPAL NELAYAN HASIL,” vol. 3, 2018.
- [21] T. Deasy, “Analisis Komposisi Kimia dan Kekerasan Material Standar Alsi12(B) dari Skrap Aluminium Yang Berbeda,” *Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 53–62, 2019.
- [22] H. S. Karokaro, “the Effect of Aging and Speed Variation on Propeller Corrosion of Aluminum Alloys Material,” vol. 4, no. 02, pp. 47–55, 2021, doi: 10.25299/rem.2021.vol4(02).5510.
- [23] D. I. Desa, T. Tiga, and S. Jawa, “STUDI KASUS LAJU KOROSI BALING-BALING PERAHU NELAYAN DI DESA TANJUNG TIGA SUBANG JAWA BARAT,” vol. 11, pp. 43–51, 2006.
- [24] “PENGARUH VARIASI KOMPOSISI BAHAN BAKU, SUHU, DAN WAKTU PEMANASAN TERHADAP KOMPOSISI, STRUKTUR FASA DAN MORFOLOGI PADA PEMBUATAN KLINKER SEMEN PEMBAHASAN.”
- [25] A. H. Pinto, “Portable X-Ray Fluorescence Spectrometry: Principles and Applications for Analysis of Mineralogical and Environmental Materials,” *Asp. Min. Miner. Sci.*, vol. 1, no. 2, Feb. 2018, doi: 10.31031/amms.2018.01.000503.
- [26] M. E. Revianto, A. Susiana, I. Mesin, F. F. Industri, and J. B. Caturtunggal, “Pengaruh Temperatur Artificial Aging Paduan Al Recycle Scrap Piston X Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik,” vol. 02, no. 01, pp. 55–64, 2021.
- [27] V. Malau and N. S. Luppa, “Pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan NaCl terhadap kekerasan dan laju korosi dari lapisan nikel elektroplating pada permukaan baja karbon sedang,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 147–152, 2011.
- [28] M. Kalium and D. A. N. Kalsium, “LAJU KOROSI DAN MEKANISME INHIBISI ALUMINIUM MURNI MENGGUNAKAN KALIUM DAN KALSIMUM STEARAT Tiurlina Siregar,” pp. 113–124, 1907.
- [29] C. Gurr and H. Rulfs, “Influence of transient operating conditions on propeller shaft bearings,” *Proc. Inst. Mar. Eng. Sci. Technol. Part A J. Mar.*

- Eng. Technol.*, vol. 4177, no. 12, pp. 3–11, 2008, doi: 10.1080/20464177.2008.11020209.
- [30] K. E. Sulaeman. M, Budiman. H, “Proses Uji Dimensi, Uji Kekerasan dengan Metode Rockwell dan Uji Komposisi Kimia pada Cangkul di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM) Bandung,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, pp. 539–543, 2018.
- [31] A. Khalid, R. Cahyadi, and P. Kapioro, “Analisa Pengaruh Beda Temperatur Pada Mikrostruktur Baja Carbon St 42,” *Politek. Negeri Banjarmasin, Banjarmasin*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [32] M. Sugeng, F. Ismail, and J. P. Utomo, “Analisis Perbedaan Laju Korosi Hasil Pengujian Weight Loss Dan Polarisasi Pada Pipa Dengan Pengujian Korosi Standar Astm G59 Dan Astm G31,” *J. Tera*, vol. 2, no. 1, pp. 48–56, 2022.
- [33] A. Septiadi, T. Triyono, and J. Triyono, “Analisa pengaruh variasi media quenching dan penambahan silikon pada paduan al-si remelting velg sepeda motor terhadap sifat fisik dan mekanis,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 11, no. 2, pp. 66–71, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i2.55.
- [34] D. Suheni, A. Ainur Rosidah, D. Danail Firmansyah, J. Teknik Mesin, and F. Teknologi Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Tuang terhadap Kekerasan,” p. 402, 2021.
- [35] H. Purwanto, “PENGARUH JARAK DARI TEPI CETAKAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADUAN ALUMINIUM,” pp. 41–45, 1992.
- [36] T. M. Silalahi and R. Kartikasari, “Pengaruh Aging Paduan Al-Si-Cu Bahan Wajan Produk IKM Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik,” vol. 2022, no. November, pp. 62–69, 2022.
- [37] E. Setyani and M. A. IRFAI, “STUDI TEMPERATUR TUANG TERHADAP KEKUATAN TARIK PADUAN Al-Si DENGAN MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR,” *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 5–9, 2018.
- [38] J. Brier and lia dwi jayanti, “PENGARUH KANDUNGAN SENG (Zn) TERHADAP CACAT POROSITAS YANG DIHASILKAN DALAM

PRODUK PENGECORAN ALUMINIUM DI WL ALUMINIUM,” vol. 21, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>.

- [39] I. Junaidy, A. Karim, K. Umar, and S. Asri, “Metode Sand Casting,” vol. 5, no. April, pp. 2–6, 2020.
- [40] Z. N. Jofalo and P. H. Tjahjanti, “Analysis of Corrosion Breakdown Rate in Low Carbon Steel with Aluminum Coating,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i1.837.
- [41] Y. E. Durmus, S. S. Montiel Guerrero, H. Tempel, F. Hausen, H. Kungl, and R. A. Eichel, “Influence of Al Alloying on the Electrochemical Behavior of Zn Electrodes for Zn–Air Batteries With Neutral Sodium Chloride Electrolyte,” *Front. Chem.*, vol. 7, Nov. 2019, doi: 10.3389/fchem.2019.00800.
- [42] C. Rate and A. Steel, “Pengaruh Parameter Elektro-Pulsa Deposisi Nikel terhadap Struktur Mikro Lapisan Deposit dan Laju Korosi pada Baja AISI 410 Effect of Nickel Pulsed Electrodeposition Parameters on Deposit,” vol. 4, no. 2, pp. 143–152, 2018.
- [43] I. Iskandar, D. Purwanto, and R. Rahmaliya, “Analisa Keretakan Material Mounting Boom Hydraulic Excavator Merk Hitachi ZX-470 LC-3f di PT . Darma Henwa Tbk Tambang Asam-Asam Kalimantan Selatan,” vol. 4, no. 2, pp. 124–136, 2022.

