

**ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP LAJU KOROSI PADA  
LOGAM AA 5052 MENGGUNAKAN INHIBITOR *D-GALACTOSE*  
DIMEDIA ASAM SULFAT DENGAN  
METODE ELEKTROKIMIA**



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
FIKRI SYAHBANA  
41315120005

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP LAJU KOROSI PADA  
LOGAM AA 5052 MENGGUNAKAN INHIBITOR *D-GALACTOSE*  
DI MEDIA ASAM SULFAT DENGAN  
METODE ELEKTROKIMIA



DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
FEBRUARI 2021

## HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP LAJU KOROSI PADA  
LOGAM AA 5052 MENGGUNAKAN INHIBITOR *D-GALACTOSE*  
DI MEDIA ASAM SULFAT DENGAN  
METODE ELEKTROKIMIA



Disusun oleh :

Nama : Fikri Syahbana

NIM : 41315120005

Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada tanggal : 28 Februari 2021

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT. Ph.D

NIP : 0010046412

Koordinator Tugas Akhir

Alief Avicenna Luthfie, ST. M.Eng

NIP : 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Fikri Syahbana

NIM : 41315120005

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Korosi pada Logam AA 5052 Menggunakan Inhibitor *D-Galactose* di Media Asam Sulfat dengan Metode Elektrokimia.

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 19 Maret 2021



(Fikri Syahbana)

## PENGHARGAAN

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang mana atas segala rahmat dan petunjuk-Nya laporan tugas akhir ini dapat tersusun dengan baik. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar sarjana strata satu (S1).

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak, terutama dosen pembimbing, pembimbing di lapangan, rekan sejawat dan keluarga. Pada kesempatan ini saya sampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST., M.Eng, selaku koordinator tugas akhir program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang memberikan arahan untuk pelaksanaan tugas akhir.
3. Ibu Dra. I Gusti Ayu Arwati, MT., Ph.D, sebagai dosen pembimbing tugas akhir program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang selalu memberi masukan dan arahan dalam setiap penulisan laporan ini.
4. Keluarga saya, yang selalu memberikan doa dan dukungan terhadap penyusun sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
5. Rekan-rekan tugas akhir korosi maupun teman-teman teknik mesin Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman, data-data yang dibutuhkan, serta masukan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

Di dalam penulisan laporan tugas akhir ini, saya merasa masih banyak kekurangan dan juga tidak terlepas dari segala kesalahan. Oleh sebab itu, saya mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang membangun, sehingga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 19 Maret 2021



(Fikri Syahbana)

## ABSTRAK

Aluminium Alloy 5052 (AA 5052) merupakan logam yang dapat digunakan sebagai pelat bipolar pada *proton exchange membrane fuel cell* (PEMFC), karena memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap korosi, konduktivitas tinggi, mudah dibentuk dan bobot yang ringan. PEMFC menghasilkan energi listrik dan sisa prosesnya berupa air dan uap panas. Dalam lingkungan PEMFC pelat bipolar dapat dengan mudah terkorosi, karena lingkungan yang asam dan suhu operasi tinggi sekitar 40°C-80°C. Untuk itu diperlukan perlakuan untuk memperkuat sifat tahan terhadap korosi pada logam AA 5052. Pelapisan material dapat dilakukan dengan teknik *electrophoretic deposition* (EPD) menggunakan *green inhibitor* untuk menurunkan laju korosi. Metode elektrokimia dilakukan untuk melihat seberapa besar pengaruh temperatur terhadap laju korosi pada AA 5052 yang berlapis inhibitor dan yang tidak berlapis inhibitor. Pada penelitian ini digunakan *green inhibitor d-galactose* dengan konsentrasi 0.5 g, waktu EPD 20 menit, dalam simulasi lingkungan PEMFC 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dengan temperatur pengujian 25°C (temperatur ruangan), 40°C, 60°C dan 80°C. Dari hasil analisis dengan metode elektrokimia terdapat pengaruh temperatur terhadap laju korosi AA 5052 tanpa lapisan inhibitor 0.3610 mmpy pada temperatur ruangan dan laju korosi meningkat pada temperatur 80°C 3.9527 mmpy. Sedangkan AA 5052 yang dilapisi inhibitor *d-galactose* menghasilkan laju korosi 0.1678 mmpy pada temperatur ruangan dan laju korosi meningkat pada temperatur 80°C 3.7745 mmpy. Efisiensi inhibitor adalah 53.51% pada temperatur ruangan dan menurun seiring dengan peningkatan temperatur menjadi 4.5% pada temperatur 80°C.

**Kata kunci** : AA 5052, laju korosi, inhibitor *d-galactose*, EPD, PEMFC.

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON CORROSION TIME IN  
METAL AA 5052 USING D-GALACTOSE INHIBITOR IN SULFURIC ACID  
MEDIA WITH ELECTROCHEMICAL METHOD**

**ABSTRACT**

*Aluminum Alloy 5052 (AA 5052) is a metal that can be used as a bipolar plate in proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), because it has the advantages of being resistant to corrosion, high conductivity, easy shape and light weight. PEMFC produces electrical energy and the rest of the process in the form of hot water and steam. In a bipolar plate PEMFC environment corrosion can easily occur due to an acidic environment and high operating temperature around 40°C-80°C. For this reason, a treatment is needed to strengthen the corrosion-resistant properties of AA 5052. The coating of the material can be done using the technique of electrophoretic deposition (EPD) using green inhibitor to reduce the corrosion rate. The electrochemical method was carried out to see how much influence temperature had on the corrosion rate of AA 5052. In this study, d-galactose green inhibitor with a concentration of 0.5 g, EPD time of 20 minutes was used, in a PEMFC environmental simulation in 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sulfuric acid medium, with test temperatures of 25°C (room temperature), 40°C, 60°C, and 80°C. From the results of the analysis using the electrochemical method, there was an effect of temperature on the corrosion rate of AA 5052 without an inhibitor layer of 0.3610 mmpy at room temperature and increased at 80°C 3.9527 mmpy. While AA 5052 which was coated with a d-galactose inhibitor, had a corrosion rate of 0.1678 mmpy at room temperature and continued to increase at a temperature of 80°C 3.7745 mmpy. Inhibitor efficiency was 53.51% at room temperature and decreased with increasing temperature to 4.5% at 80°C.*

*Keywords : AA 5052, corrosion rate, inhibitor d-galactose, EPD, PEMFC.*

MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>iii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	4
1.4. MANFAAT PENELITIAN	4
1.5. RUANG LINGKUP PENELITIAN	5
1.6. BATASAN MASALAH	5
1.7. SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1. ALUMINIUM	7
2.1.1. Sifat-Sifat Aluminium	7
2.1.2. <i>Aluminum Alloy AA 5052</i>	9
2.2. KOROSI PADA ALUMINIUM	10
2.3. METODE ELEKTROKIMIA	12



2.4.	INHIBITOR	14
2.5.	<i>ARABIC GUM</i>	15
2.6.	<i>ELECTROPHORETIC DEPOSITION (EPD)</i>	16
2.7.	<i>SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM)</i>	17
2.8.	<i>ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY (EDS)</i>	19
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		<b>20</b>
3.1.	DIAGRAM ALIR	20
3.1.1.	Diagram Alir Penelitian	20
3.1.2.	Tahapan Proses Penelitian	21
3.2.	ALAT DAN BAHAN	22
3.3.	PERSIAPAN LOGAM UJI	23
3.4.	PERSIAPAN LARUTAN	25
3.4.1.	Pembuatan Larutan Inhibitor <i>D-Galactose</i>	25
3.4.2.	Pembuatan Larutan <i>Pickling</i>	26
3.4.3.	Pembuatan Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26
3.5.	PROSES <i>ELECTROPHORETIC DEPOSITION (EPD)</i>	27
3.6.	PENGUJIAN ELEKTROKIMIA	29
3.7.	PENGUJIAN SEM DAN EDS	30
3.8.	PENGUJIAN KETEBALAN LAPISAN	31
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>33</b>
4.1.	ANALISIS LAJU KOROSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKIMIA	33
4.2.	ANALISIS <i>POTENTIODYNAMIC POLARIZATION</i>	33
4.3.	ANALISIS ENERGI AKTIVASI	36
4.4.	ANALISIS SEM DAN SEM-EDS	37

4.4.1.	Hasil Morfologi SEM Pada AA 5052 Terhadap Peningkatan Temperatur	38
4.4.2.	Hasil SEM-EDS Pada AA 5052	39
4.5.	ANALISIS KETEBALAN LAPISAN	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>42</b>
5.1.	KESIMPULAN	42
5.2.	SARAN	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>44</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram <i>pourbax</i> aluminium.	11
Gambar 2.2 Contoh plot <i>potentiodynamic polarization</i> kurva anodic logam SS304.	13
Gambar 2.3 Kurva ekstra polarisasi <i>tafel</i> untuk menentukan nilai potensial korosi ( $E_{\text{corr}}$ ) dan nilai densitas arus korosi ( $I_{\text{corr}}$ ).	13
Gambar 2.4 Skema proses EPD.	16
Gambar 2.5 Skema dasar SEM.	18
Gambar 2.6 Skema interaksi antara bahan dengan elektron di dalam SEM.	18
Gambar 2.7 Skema EDX.	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.	20
Gambar 3.2 AA 5052 yang sudah dipotong dengan ukuran 5mm x 10mm x 20mm.	23
Gambar 3.3 Sampel setelah dibor dan diikat dengan kabel tembaga.	24
Gambar 3.4 Insulasi AA 5052 menggunakan lem <i>dextone</i> .	24
Gambar 3.5 <i>Inhibitor d-galactose for microbiology brand: Merck</i> .	25
Gambar 3.6 Tahapan pembuatan larutan <i>d-galactose</i> 0.5 g/l.	26
Gambar 3.7 Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 98%.	27
Gambar 3.8 Elektrode yang digunakan pada proses EPD, (a) sampel uji AA5052 ( <i>working electrode</i> ), (b) logam platina ( <i>counter electrode</i> ).	28
Gambar 3.9 Proses EPD menggunakan tegangan 20 V.	29
Gambar 3.10 Elektrode yang dipakai saat pengujian <i>potentiodynamic polarization</i> , (a) Elektrode referensi (AgCl), (b) elektrode bantu (platina), (c) elektrode kerja (logam AA 5052).	29
Gambar 3.11 Proses <i>potentiodynamic polarization</i> menggunakan variasi temperatur menggunakan alat bantu <i>hotplate</i> dan termometer (a) elektrode bantu (platina), (b) elektrode kerja (logam AA 5052), (c) elektrode referensi (AgCl).	30
Gambar 3.12 Alat SEM-EDS Quanta 650 PSTBM BATAN.	31
Gambar 3.13 Mikroskop Olympus BX51 PSTBM BATAN.	32
Gambar 4.1 Grafik <i>potentiodynamic</i> log (I) vs. potensial (E) logam AA5052 terhadap peningkatan temperatur di lingkungan 0.5 M $\text{H}_2\text{SO}_4$ : (a) AA 5052 tanpa lapisan, (b) AA 5052 berlapis inhibitor <i>d-galactose</i>	34

Gambar 4.2 Grafik LnCR vs (1/T) AA 5052 sebelum dan sesudah EPD dengan inhibitor <i>d-galactose</i> .	36
Gambar 4.3 Hasil SEM AA 5052 (a) AA 5052 sebelum pengujian, (b) AA 5052 berlapis inhibitor diuji pada H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (c) AA 5052 tanpa lapisan diuji pada H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	38
Gambar 4.4 Hasil SEM-EDS AA 5052 tanpa lapisan dan tanpa diuji di lingkungan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	39
Gambar 4.5 Hasil SEM-EDS AA 5052 berlapis inhibitor dan diuji di lingkungan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40
Gambar 4.6 Hasil morfologi ketebalan lapisan inhibitor <i>d-galactose</i> pada AA 5052 dengan EPD 20 menit (pembesaran 500 kali).	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisis aluminium.	8
Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanik aluminium.	9
Tabel 2.3 Komposisi <i>aluminum alloy</i> seri 5xxx.	9
Tabel 2.4 Komposisi paduan unsur AA 5052.	10
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>D(+)-Galactose Merck for microbiology</i> .	25
Tabel 4.1 Hasil analisis <i>tafel potentiodynamic</i> AA 5052 sebelum dan sesudah EPD 20 menit menggunakan inhibitor <i>d-galactose</i> 0.5 g/l.	35
Tabel 4.2 Perbandingan LnCR vs (1/T) AA 5052 sebelum dan sesudah EPD dengan inhibitor <i>d-galactose</i> .	37



## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PEMFC	<i>Proton Exchange Membrane Fuel Cell</i>
AA	<i>Aluminum Alloy</i>
MEA	<i>Membrane Electrolyte Assembly</i>
EPD	<i>Electrophoretic Deposition</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
EDS	<i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>
rt	<i>Room temperature</i>
DG	<i>D-Galactose</i>

