



**PENGARUH TIMAH (Sn) TERHADAP LAJU KOROSI PADA
MATERIAL FULL HEUSLER $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**GERIA DWI SAMUDRA
41322010005**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PENGARUH TIMAH (Sn) TERHADAP LAJU KOROSI PADA
MATERIAL FULL HEUSLER $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

GERIA DWI SAMUDRA
41322010005
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geria Dwi Samudra
NIM : 41322010005
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Pengaruh Timah (Sn) Terhadap Laju Korosi Pada Material Full Heusler $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$ ”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Agustus 2026



Geria Dwi Samudra

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **Geria Dwi Samudra**
NIM : **41322010005**
Program Studi : **Teknik Mesin**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PENGARUH TIMAH (Sn) TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL FULL HEUSLER $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 20 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **11 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Geria Dwi Samudra
NIM : 41322010005
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Timah (Sn) Terhadap Laju Korosi Pada
Material Full Heusler $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 11 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Dianta Ginting, S.Si., M.Sc., Ph.D.
NIDN: 0324118202

Jakarta, 18 Agustus 2026

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T.,
M.T
NIDN: 0005087502

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Eng., Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana,
4. Ibu Andarany Kartika Sari, ST., M. Sc selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana,
5. Bapak Dianta Ginting, S.Si., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kepada kedua orang tua saya, yang sangat saya cintai serta yang saya banggakan dalam memberikan semangat, do'a dan dukungan secara finansial agar saya tetap semangat dalam mengerjakan laporan Tugas Akhir saya.
7. Kepada adik dan kakak saya yang telah memberikan hiburan dan dorongan agar saya tetap semangat dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir saya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 18 Agustus 2026

Geria Dwi Samudra

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geria Dwi Samudra
NIM : 41322010005
Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Timah (Sn) Terhadap Laju Korosi Pada Material Full Heusler $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 18 Agustus 2026

Yang menyatakan,



Geria Dwi Samudra

PENGARUH TIMAH (Sn) TERHADAP LAJU KOROSI PADA MATERIAL FULL HEUSLER $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$

GERIA DWI SAMUDRA

ABSTRAK

Material Full Heusler merupakan kandidat material tahan korosi yang berpotensi diaplikasikan pada lingkungan berair, karena kemampuan unsur Al dan Cr dalam membentuk lapisan protektif pada permukaannya. Namun, pengaruh substitusi timah (Sn) terhadap ketahanan korosi material ini masih belum banyak diketahui secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi Sn ($x = 0; 0.05; 0.1$) terhadap laju korosi, koefisien difusi, dan karakteristik impedansi elektrokimia material pada media Air RO dan larutan NaCl 3.5%. Pengujian dilakukan menggunakan metode polarisasi potensiodinamik (Tafel) untuk mengukur laju korosi, Chronoamperometry untuk mengukur laju difusi, dan Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) untuk menganalisis resistansi transfer muatan (Rct) pada antarmuka logam-larutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi meningkat secara konsisten seiring bertambahnya kandungan Sn pada kedua media, dari 0.0037 mmPY ($x = 0$) menjadi 0.1198 mmPY ($x = 0.1$) pada media Air RO, dan dari 0.0123 mmPY menjadi 0.5766 mmPY pada media NaCl 3.5%. Hasil pengujian Chronoamperometry menunjukkan koefisien difusi meningkat seiring bertambahnya kandungan Sn, dari $1.24 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ ($x = 0$) menjadi $2.05 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ ($x = 0.1$) pada media Air RO, dan dari $4.81 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ menjadi $6.58 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ pada media NaCl 3.5%. Sebaliknya, hasil pengujian EIS menunjukkan nilai resistansi transfer muatan (Rct) menurun dari 22.977 Ω menjadi 15.575 Ω pada media Air RO, dan dari 11.654 Ω menjadi 7.500 Ω pada media NaCl 3.5%, yang mengindikasikan lapisan pasif menjadi semakin tidak sempurna seiring bertambahnya kandungan Sn. Larutan NaCl 3.5% terbukti bersifat jauh lebih korosif dibandingkan Air RO pada seluruh spesimen akibat serangan ion klorida yang merusak stabilitas lapisan pasif. Penurunan ketahanan korosi ini disebabkan oleh berkurangnya atom Al dan Cr sebagai pembentuk lapisan pasif serta perbedaan elektronegativitas antara Sn dengan unsur penyusun paduan lainnya. Spesimen tanpa substitusi Sn ($x = 0$) menunjukkan ketahanan korosi terbaik dan paling sesuai untuk aplikasi pada lingkungan berair, baik pada kondisi air murni maupun lingkungan yang mengandung ion klorida.

Kata Kunci : $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$, substitusi timah, laju korosi, polarisasi potensiodinamik, Electrochemical Impedance Spectroscopy.

EFFECT OF TIN (Sn) ADDITION ON THE CORROSION RATE OF $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$ FULL HEUSLER ALLOY

GERIA DWI SAMUDRA

ABSTRACT

Full Heusler material is a promising candidate for corrosion-resistant applications in aqueous environments due to the ability of Al and Cr to form a protective layer on its surface. However, the effect of tin (Sn) substitution on the corrosion resistance of this material is still not well understood. This study aims to analyze the effect of Sn composition variation ($x = 0; 0.05; 0.1$) on the corrosion rate, diffusion coefficient, and electrochemical impedance characteristics of the material in RO water and 3.5% NaCl solution. Testing was carried out using the potentiodynamic polarization (Tafel) method to measure the corrosion rate, Chronoamperometry to measure the diffusion rate, and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) to analyze the charge transfer resistance (R_{ct}) at the metal-solution interface. The results show that the corrosion rate increased consistently with increasing Sn content in both media, from 0.0037 mmPY ($x = 0$) to 0.1198 mmPY ($x = 0.1$) in RO water, and from 0.0123 mmPY to 0.5766 mmPY in 3.5% NaCl solution. Chronoamperometry results showed that the diffusion coefficient increased with increasing Sn content, from $1.24 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ ($x = 0$) to $2.05 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ ($x = 0.1$) in RO water, and from $4.81 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ to $6.58 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{s}$ in 3.5% NaCl solution. Conversely, EIS results showed that the charge transfer resistance (R_{ct}) decreased from 22.977 Ω to 15.575 Ω in RO water, and from 11.654 Ω to 7.500 Ω in 3.5% NaCl solution, indicating that the passive layer became increasingly imperfect with increasing Sn content. The 3.5% NaCl solution proved to be far more corrosive than RO water for all specimens due to chloride ion attack, which damaged the stability of the passive layer. This decline in corrosion resistance is attributed to the reduced amount of Al and Cr atoms forming the passive layer, as well as the electronegativity difference between Sn and the other alloying elements. The specimen without Sn substitution ($x = 0$) exhibited the best corrosion resistance and is most suitable for application in aqueous environments, both under pure water conditions and in chloride-containing environments.

Keywords: $\text{Fe}_2\text{CrAl}_{1-x}\text{Sn}_x$, tin substitution, corrosion rate, potentiodynamic polarization, Electrochemical Impedance Spectroscopy.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Korosi	12
2.2.1 Korosi Seragam (<i>Uniform Attack</i>)	13
2.2.2 Korosi Sumur (<i>Pitting Corrosion</i>)	13
2.2.3 Korosi Galvanis (<i>Galvanic Corrosion</i>).....	14
2.2.4 Korosi Tegangan (<i>Stress Corrosion</i>).....	14
2.2.5 Korosi Erosi (<i>Erosion Corrosion</i>).....	15
2.2.6 Korosi Lelah (<i>Fatigue Corrosion</i>)	16
2.2.7 Korosi Celah (<i>Crevice Corrosion</i>)	16
2.2.8 Korosi Mikrobiologi (<i>Biological Corrosion</i>)	17
2.2.9 Korosi Fretting (<i>Fretting Corrosion</i>).....	17

2.2.10 Korosi Kavitasi (<i>Cavitation Corrosion</i>)	18
2.2.11 Korosi <i>Filiform</i> (<i>Filiform Corrosion</i>)	19
2.2.12 Korosi Intergranular (<i>Intergranular Corrosion</i>)	19
2.3 Mekanisme Korosi	20
2.4 Metode Pencegahan Korosi	22
2.5 Material Heusler	24
2.6 Full Heusler	26
2.6.1 Paduan Fe ₂ CrAl	28
2.7 Doping dan Substitusi Unsur	29
2.7.1 Pengaruh Unsur Sn terhadap Material	30
2.8 Metalurgi Serbuk	30
2.8.1 Proses Ball Milling	31
2.8.2 Spark Plasma Sintering (SPS)	32
2.9 Metode Pengujian Elektrokimia dan Karakterisasi Material	33
2.9.1 Laju Korosi (<i>Corrosion Rate</i>)	33
2.9.2 Difusi	34
2.9.3 <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS)	35
BAB III METODOLOGI	37
3.1 Diagram Alir	37
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	38
3.3 Pembuatan Spesimen Fe ₂ CrAl _{1-x} Sn _x	44
3.3.1 Penimbangan Komposisi	44
3.3.2 Proses Ball Milling	45
3.3.3 Proses Spark Plasma Sintering (SPS)	45
3.3 Preparasi Sampel	46
3.4 Pengujian Elektrokimia	47
3.4.1 Pengujian Laju Korosi	48
3.4.2 Pengujian Koefisien Difusi	49
3.4.3 Pengujian <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> (EIS)	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Pengujian Laju Korosi	51
4.1.1 Elektronegativitas Unsur Penyusun Paduan Fe ₂ CrAl _{1-x} Sn _x	51
4.1.2 Laju Korosi Pada Media Air RO (<i>Reverse Osmosis</i>)	52

4.1.3 Laju Korosi Pada Media NaCl 3.5%	55
4.1.4 Perbandingan Laju Korosi pada Media Air RO dan NaCl 3.5%	58
4.2 Hasil Pengujian Koefisien Difusi	61
4.2.1 Koefisien Difusi pada Media Air RO	61
4.2.2 Koefisien Difusi pada Media NaCl 3.5%	64
4.2.3 Perbandingan Koefisien Difusi pada Media Air RO dan NaCl 3.5%	67
4.3 Hasil Pengujian Impedansi Elektrokimia (EIS)	68
4.3.1 Laju Impedansi pada Media Air RO	68
4.3.2 Laju Impedansi pada Media NaCl 3.5%	70
4.3.3 Perbandingan Laju Impedansi pada Media Air RO dan NaCl 3.5%	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 KESIMPULAN	75
5.2 SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam penelitian.	38
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan pada penelitian.	42
Tabel 3. 3 Komposisi Massa Paduan.....	44
Tabel 4. 1 Nilai Elektronegativitas Spesimen.	51
Tabel 4. 2 Parameter Elektrokimia pada Media Air RO.	53
Tabel 4. 3 Parameter Elektrokimia pada Media NaCl 3.5%.	56
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Koefisien Difusi pada Media Air RO.	62
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Koefisien Difusi pada Media NaCl 3.5%.	65
Tabel 4. 6 Perbandingan Koefisien Difusi dikedua Media.	67
Tabel 4. 7 Nilai R_s , R_{ct} , dan Resistansi Total Hasil Pengujian EIS pada Media Air RO.	69
Tabel 4. 8 Nilai R_s , R_{ct} , dan Resistansi Total Hasil Pengujian EIS pada Media NaCl 3.5%.	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Uniform Attack.....	13
Gambar 2. 2 Pitting Corrosion.	14
Gambar 2. 3 Galvanic Corrosion.	14
Gambar 2. 4 Stress Corrosion.	15
Gambar 2. 5 Erosion Corrosion.	15
Gambar 2. 6 Fatigue Corrosion.....	16
Gambar 2. 7 Crevice Corrosion.	17
Gambar 2. 8 Korosi Mikrobiologi.....	17
Gambar 2. 9 Fretting Corrosion.	18
Gambar 2. 10 Cavitation Corrosion.	18
Gambar 2. 11 Filiform Corrosion.....	19
Gambar 2. 12 Intergranular Corrosion.....	20
Gambar 2. 13 Diagram Pourbaix.	21
Gambar 2. 14 Struktur Kristal.....	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	37
Gambar 3. 2 Timbangan Digital.....	45
Gambar 3. 3 Proses pencampuran (a) dan (b) Mesin ball miling.....	45
Gambar 3. 4 Spark Plasma Sintering (SPS).....	46
Gambar 3. 5 Proses polishing (A), proses pelilitan kabel (B) dan spesimen setelah epoxy siap uji (C).....	47
Gambar 3. 6 Alat Potentiostat/Galvanostat (A) dan proses pengujian (B).	48
Gambar 3. 7 Parameter pengujian laju korosi.	49
Gambar 3. 8 Parameter pengujian Chronoamperometry.....	50
Gambar 4. 1 Kurva Polarisasi Potensiodinamik pada Media Air RO.	53
Gambar 4. 2 Kurva Polarisasi Potensiodinamik pada Media NaCl 3.5%.	56
Gambar 4. 3 Perbandingan Laju Korosi.....	59
Gambar 4. 4 Kurva Chronoamperometry pada Media Air RO.	61
Gambar 4. 5 Kurva Chronoamperometry pada Media NaCl 3.5%.	64
Gambar 4. 6 Kurva Nyquist Media Air RO.	69
Gambar 4. 7 Kurva Nyquist Media NaCl 3.5%.	71
Gambar 4. 8 Perbandingan Nilai Rct.	73