

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI ALUMINIUM (Al) TERHADAP LAJU
KOROSI PADUAN Mg-Al-1,2Zn SEBAGAI MATERIAL IMPLAN**



Intelligentia - Dignitas

Disusun oleh:

Ahmad Faishal

1520621020

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MEDSIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

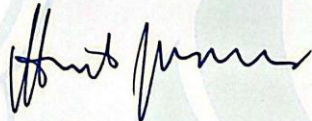
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Variasi Aluminium (Al) Terhadap Laju Korosi
Paduan Mg-Al-1,2Zn Sebagai Material Implan
Nama Penyusun : Ahmad Faishal
Nomor Induk Mahasiswa : 1520621020
Tanggal Ujian : 20 Januari 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

NIP. 197705012001121002



Dr. Eng. I Wawan Sugita, M.T.

NIP. 197911142012121001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,

Sekretaris Penguji,

Dosen Ahli



Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197906072008121003



Dr. Ahmad Kholil, M.T.

NIP. 197908312005011001



Rani Anggrainy, M.T.

NIP. 199201102022032005

Mengetahui,

Koordinator S1 Teknik Mesin



Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.

NIP. 197911022012121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ahmad Faishal
No. Registrasi : 1520621020
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 16 Mei 2002
Alamat : Perumahan Puri Harapan Blok C20 No.35 RT.02/RW.17,
Kelurahan Setia Asih, Kecamatan, Tarumajaya, Kabupaten Bekasi,
Jawa Barat. 17215

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 21 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Faishal



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ahmad Faishal
NIM : 1520621020
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
Alamat email : ahmadfaishal406@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengaruh Variasi Aluminium Terhadap Laju Korosi Paduan Mg-Al-1,2Zn Sebagai Material Implan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Januari 2026
Penulis

Ahmad Faishal

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji serta syukur atas kehadiran Allah Yang Maha Esa, yang telah memherikan rahmat, nikmat, dan karunia-nya kepada kita semua. Juga tidak lupa shalawat beriring salam kita haturkan kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Pengaruh Variasi Aluminium (Al) Terhadap Laju Korosi Paduan Magnesium (Mg) Sebagai Material Implan".

Dengan maksud penyelesaian skripsi ini yaitu sebagai salah satu persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dimana skripsi ini akan menjadi pertanggung jawaban terhadap masa perkuliahan yang telah dilewati. Selain itu, skripsi ini bertujuan untuk memberikan informasi dan data perihal objek yang akan diteliti serta sarana untuk menambah pengalaman dan wawasan dalam perancangan alat Kesehatan berupa implan. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak dapat berjalan secara lancar. Oleh karena-nya pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan serta bimbingan yang sangat baik, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta bimbingan yang sangat baik, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. IPM. selaku koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan dosen pembimbing akademik program studi teknik mesin 2021.
4. Seluruh dosen, staf tata usaha, staf laboratorium, serta karyawan program studi S1 teknik mesin yang telah memberikan ilmu dan bimbingan serta bantuan secara langsung maupun tidak langsung selama masa perkuliahan.

5. Kedua Orangtua dan kerabat yang selalu mendukung penulis melalui doa yang tidak pernah henti diucapkan untuk penulis melalui doa yang tidak pernah henti diucapkan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan perkuliahan di Universitas Negeri Jakarta.
6. Sdr. Nafis selaku rekan bimbingan yang selalu saling memberikan bantuan, motivasi, serta *support* satu sama lain dalam mengerjakan skripsi pengembangan implan hingga dapat lulus kuliah bersama-sama.
7. Rekan mahasiswa S1 Teknik Mesin 2021 serta seluruh keluarga besar S1 Teknik Mesin juga seluruh rekan Universitas Negeri Jakarta yang telah turut serta membantu penulis dalam segala hal baik motivasi, serta dukungan terhadap penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang Namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut memberikan bantuan kepada penulis dalam penyelesaian perkuliahan

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan yang mungkin tidak disadari dan dengan keterbatasan yang penulis miliki penulis memohon maaf atas terjadinya kesalahan baik dari segi isi maupun penulisan.

Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi pembaca untuk menambah wawasan baru atau pengetahuan tentang berbagai hal yang dibahas dalam skripsi ini khususnya yaitu mengenai

Bekasi, 29 April 2025

Penulis,

Ahmad Faishal

Intelligentia - Dignitas

PENGARUH VARIASI ALUMINIUM (Al) TERHADAP LAJU KOROSI PADUAN Mg-Al-1,2Zn SEBAGAI MATERIAL IMPLAN

Ahmad Faishal

Dr. Eng. Agung Premono, M.T. & Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi kandungan aluminium (Al) sebesar 3%, 4,5%, dan 6% terhadap laju korosi dan sifat mekanik paduan Mg-Al-1,2Zn sebagai material implan tulang biodegradable. Paduan dibuat melalui proses pengecoran logam dengan komposisi dasar tetap 1,2% Zn, dilanjutkan homogenisasi pada suhu 400°C selama 4 jam. Pengujian korosi dilakukan secara *in-vitro* menggunakan larutan ringer laktat pada suhu 37°C dengan metode polarisasi sesuai ASTM G59, sedangkan sifat mekanik dianalisis menggunakan uji tarik standar ASTM E8. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar Al secara signifikan menurunkan laju korosi dari 2,164 mmpy (3% Al) menjadi 1,6479 mmpy (4,5% Al) dan 0,81386 mmpy (6% Al). Penurunan ini disebabkan oleh pembentukan lapisan oksida/hidroksida campuran Mg-Al yang lebih stabil dan protektif di permukaan paduan, yang bertindak sebagai penghalang korosi. Namun, penambahan Al di atas 3% menurunkan kekuatan tarik dari rata-rata 156,076 MPa (3% Al) menjadi 126,56 MPa (4,5% Al) dan 145,923 MPa (6% Al), serta mengurangi keuletan (elongasi turun dari 13,463% menjadi 6,943%). Analisis statistik menggunakan uji ANOVA satu arah menunjukkan bahwa variasi aluminium berpengaruh signifikan terhadap laju korosi dibandingkan dengan tanpa aluminium. Secara keseluruhan, paduan dengan 6% Al menunjukkan ketahanan korosi terbaik, sedangkan komposisi 3% Al memberikan keseimbangan optimal antara kekuatan mekanik dan degradasi terkendali, sehingga berpotensi sebagai material implan *biodegradable*.

Kata kunci: Aluminium (Al), laju korosi, magnesium (Mg), pengecoran, uji tarik.

THE EFFECT OF ALUMINUM (Al) VARIATIONS ON THE CORROSION RATE OF Mg-Al-1,2Zn ALLOY AS AN IMPLANT

MATERIAL

Ahmad Faishal

Dr. Eng. Agung Premono, M.T. & Dr. eNG. I Wayan Sugita, M.T.

ABSTRACT

This study examines the effect of aluminum (Al) content variations of 3%, 4.5%, and 6% on the corrosion rate and mechanical properties of Mg-Al-1.2Zn alloy as a biodegradable bone implant material. The alloy was fabricated through metal casting with a fixed base composition of 1.2% Zn, followed by homogenization at 400°C for 4 hours. Corrosion testing was conducted in-vitro using Ringer's lactate solution at 37°C with the polarization method according to ASTM G59, while mechanical properties were analyzed using the standard tensile test ASTM E8. Results show that increasing Al content significantly reduces the corrosion rate from 2.164 mmpy (3% Al) to 1.6479 mmpy (4.5% Al) and 0.81386 mmpy (6% Al). This reduction is attributed to the formation of a more stable and protective mixed Mg-Al oxide/hydroxide layer on the alloy surface, which acts as a corrosion barrier. However, Al addition above 3% decreases tensile strength from an average of 156.076 MPa (3% Al) to 126.56 MPa (4.5% Al) and 145.923 MPa (6% Al), and reduces ductility (elongation decreased from 13.463% to 6.943%). Statistical analysis using one-way ANOVA revealed that Al variation significantly on the corrosion rate compared to without aluminum.. Overall, the alloy with 6% Al exhibits the best corrosion resistance, while the 3% Al composition offers an optimal balance between mechanical strength and controlled degradation, demonstrating potential as a biodegradable implant material.

Keywords: Aluminum (Al), casting, corrosion rate, magnesium (Mg), tensile strength

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Implan Tulang	6
2.2 Magnesium	7
2.2.1 Paduan Magnesium	8
2.3 Fluks	10
2.4 Ringer Laktat	11
2.5 Korosi pada Magnesium	12
2.6 Pengujian Korosi	13
2.6.1 Pengujian <i>In-vitro</i>	15
2.6.2 Metode Polarisasi	15
2.7 Pengujian Mekanik	16
2.7.1 Uji Tarik (Tensile Test)	16
2.8 Penelitian Relevan	18
2.9 Kerangka Berpikir	21

2.10 Hipotesis Penelitian	22
BAB III	23
METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.1.1 Waktu Penelitian	23
3.1.2 Tempat Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.2.1 Alat Penelitian	23
3.2.2 Bahan Penelitian	27
3.3 Diagram Alir Penelitian	29
3.4 Teknik dan prosedur pengambilan data	30
3.4.1 Studi Literatur	30
3.4.2 Persiapan pembuatan sampel	30
3.4.3 <i>Mass Balance</i>	30
3.5 Alur Proses	32
3.6 Proses Homogenisasi	34
3.7 Pengujian Korosi	34
3.8 Pengujian Tarik	35
3.9 Teknik Analisis Data	36
BAB IV	38
PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Pengujian Komposisi (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	38
4.2 Hasil Pengujian Korosi	38
4.3 Hasil Uji Tarik	44
4.4 Analisis Menggunakan ANOVA	53
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat mekanik magnesium dan tulang (Sumber: Gumelar 2018).....	8
Tabel 2. 2 Penggolongan tingkatan ketahanan korosi berdasarkan laju korosi	14
Tabel 3. 1 Komposisi larutan ringer laktat.....	28
Tabel 3. 2 <i>Mass balance</i>	31
Tabel 3. 3 Data sampel uji korosi polarisasi.....	36
Tabel 3. 4 Data sampel uji tarik	37
Tabel 4. 1 Hasil uji komposisi.....	38
Tabel 4. 2 Nilai potensial korosi (E_{corr}), arus korosi (I_{corr}), dan laju korosi (<i>Corrosion rate</i>) pada paduan magnesium.....	43
Tabel 4. 3 Nilai Kekuatan Tarik.....	48
Tabel 4. 4 Nilai batas luluh	50
Tabel 4. 5 Nilai elongasi	51
Tabel 4. 6 Statistik deskriptif laju korosi	53
Tabel 4. 7 Uji tukey hsd untuk perbandingan	54
Tabel 4. 8 Hasil ANOVA tensile strength	54
Tabel 4. 9 Klasifikasi ketahanan korosi	54

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Magnesium (Mg).....	8
Gambar 2. 2 Diagram <i>pourbaix</i> (potential-pH) Mg dan H ₂ O pada 25oC	13
Gambar 2. 3 Kurva tafel polarisasi E vs log (i).....	16
Gambar 2. 4 Uji Tarik	17
Gambar 3. 1 Tungku peleburan.....	24
Gambar 3. 2 Burner.....	24
Gambar 3. 3 Cetakan spesimen.....	25
Gambar 3. 4 Crusible	25
Gambar 3. 5 Ladle.....	26
Gambar 3. 6 Timbangan.....	26
Gambar 3. 7 Gas argon.....	26
Gambar 3. 8 Magnesium (Mg).....	27
Gambar 3. 9 Aluminium (Al).....	27
Gambar 3. 10 Seng (Zn).....	27
Gambar 3. 11 (A) KCl, (B) <i>MgCl</i> ₂ , (C) <i>BaCl</i> ₂ , (D) <i>CaF</i> ₂	28
Gambar 3. 12 Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3. 13 (A) Magnesium, (B) Aluminium, (C) Seng	32
Gambar 3. 14 (A) KCl, (B) <i>MgCl</i> ₂ , (C) <i>BaCl</i> ₂ , (D) <i>CaF</i> ₂	32
Gambar 3. 15 Campuran grafit dan thinner	33
Gambar 3. 16 Standar spesimen uji tarik	35
Gambar 4. 1 Grafik hasil korosi Mg-0,6Al-2,1Zn	39
Gambar 4. 2 Grafik hasil korosi Mg-1,6Al-1,5Zn	40
Gambar 4. 3 Grafik hasil korosi Mg-2,2Al-1,2Zn	41
Gambar 4. 4 Grafik Laju Korosi Hasil Pengujian.....	43
Gambar 4. 5 Spesimen Hasil Uji Tarik.....	45
Gambar 4. 6 Hasil Uji Tarik Mg-0,6Al.....	45
Gambar 4. 7 Hasil Uji Tarik Mg-1,6Al.....	46
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Uji Tarik Mg-2,2Al	47
Gambar 4. 9 Grafik <i>Ultimate Tensile Strength</i> Hasil Pengujian.....	49

Gambar 4. 10 Grafik Elongasi Hasil Pengujian.....	52
---	----



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Magnesium (Mg)	65
Lampiran 2 Sertifikat Seng (Zn)	66
Lampiran 3 Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 1	67
Lampiran 4 Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 2	68
Lampiran 5 Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 3	69
Lampiran 6 Hasil Uji Tarik Mg-0,6Al	70
Lampiran 7 Hasil Uji Tarik Sampel 1.1	72
Lampiran 8 Hasil Uji Tarik Sampel 1.2	73
Lampiran 9 Uji Tarik Sampel 1.3	74
Lampiran 10 Hasil Uji Tarik Mg-1,6Al	75
Lampiran 11 Hasil Uji Tarik Sampel 2.1	77
Lampiran 12 Hasil Uji Tarik Sampel 2.2	78
Lampiran 13 Hasil Uji Tarik Sampel 2.3	79
Lampiran 14 Hasil Uji Tarik Mg-2,2Al	80
Lampiran 15 Hasil Uji Tarik Sampel 3.1	82
Lampiran 16 Hasil Uji Tarik Sampel 3.2	83
Lampiran 17 Hasil Uji Tarik Sampel 3.3	84

Intelligentia - Dignitas