

SKRIPSI
PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg)
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK LOGAM
ZINC (Zn) UNTUK APLIKASI MATERIAL IMPLAN ORTOPEDI



Intelligentia - Dignitas

Disusun Oleh:

Radite Tedy Faizy

NIM : 1520621047

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal Skripsi : Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium (Mg)
Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik
Logam Zinc (Zn) Untuk Aplikasi Material Implan
Ortopedi
Nama Penyusun : Radite Tedy Faizy
Nomor Induk Mahasiswa : 1520621047
Tanggal Ujian : 7 November 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Imam Basori, M.T.
NIP. 197906072008121003

Pembimbing II,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.
NIP. 197705012001121002

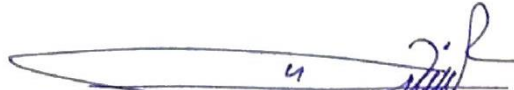
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



Dr. Ahmad Kholil, M.T.
NIP. 197908312005011001

Sekretaris Penguji,



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
NIP. 197604222006041001

Dosen Ahli



Dr. Siska Titik Dwiyati, M.T.
NIP. 197812122006042002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM.
NIP. 197911022012121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Radite Tedy Faizy
No. Registrasi : 1520621047
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 31 Agustus 2003
Alamat : Gg. Haji Kicil No.25, RT.12/RW.02, Kelurahan
Pinang Ranti, Kecamatan Makasar, Kota Jakarta
Timur, DKI Jakarta, 13560.

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, 7 November 2025

Yang membuat pernyataan,



1000
SEPULUH RIBU RUPIAH
METERAI
CEMPAK
CE451ANX135916359

Radite Tedy Faizy



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 : Radite Tedy Faizy
NIM : 1520621047
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
Alamat email : radite3108@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 Penambahan Unsur Magnesium (Mg) Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Logam Zinc (Zn) Untuk Aplikasi Material Implan Ortopedi

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, 07 November 2025
Penulis

Radite Tedy Faizy

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Unsur *Magnesium* (Mg) Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Logam *Zinc* (Zn) Untuk Aplikasi Material Implan Ortopedi”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang rekayasa material, khususnya terkait pengembangan material implan berbasis logam *biodegradable*.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa capaian ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Imam Basori, M.T. selaku Dosen Pembimbing I, atas waktu, bimbingan, serta saran berharga yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini
2. Bapak Dr. Eng. Agung Premono, M.T. selaku Dosen Pembimbing II, atas arahan, motivasi, dan masukan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T., IPM. selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan, serta arahan selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Pengajar dan Staf Administrasi Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta, atas ilmu, bantuan, dan pelayanan yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
5. Ayah dan Ibu, atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material yang tiada henti, yang menjadi sumber kekuatan dan semangat penulis dalam menyelesaikan pendidikan hingga tahap akhir ini.

6. Rekan-rekan seperjuangan yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian, diantaranya M. Ali Husain, Hendi Wahyudin, Reza Putra Ananda, Akhid Septoaji, Ahmad Faishal, M Sidqi serta seluruh teman-teman S1 Teknik Mesin angkatan 2021 atas kebersamaan, kerja sama, dan semangat yang telah dibangun selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi, penyajian, maupun penulisan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik material maupun sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan material implan *biodegradable*.

Jakarta, 7 November 2025

Penyusun,



Radite Tedy Faizy

NIM. 1520621047

Intelligentia - Dignitas

PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR MAGNESIUM (Mg) TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK LOGAM ZINC (Zn) UNTUK APLIKASI MATERIAL IMPLAN ORTOPEDI

Radite Tedya Faizy

**Dosen Pembimbing: Dr. Imam Basori, M.T. dan Dr. Eng. Agung Premono,
M.T.**

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh penambahan magnesium (Mg) terhadap struktur mikro dan sifat mekanik logam *Zinc* (Zn) untuk aplikasi material implan ortopedi. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan material implan *biodegradable* yang dapat terdegradasi secara alami dalam tubuh sehingga tidak memerlukan operasi kedua untuk pengangkatannya. Metode penelitian meliputi proses pengecoran dengan variasi komposisi Mg sebesar 0 wt%, 2 wt%, 3 wt%, dan 4 wt%, dilanjutkan dengan homogenisasi pada suhu 350 °C selama 5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar Mg memperhalus struktur mikro dan meningkatkan jumlah fasa eutektik (α -Zn + Mg₂Zn₁₁) di batas butir. Nilai kekerasan meningkat dari 29,26 VHN pada Zn murni menjadi 94,34 VHN pada Zn-4 Mg. Nilai kekuatan tarik (UTS) juga meningkat dari 30,43 MPa pada Zn murni menjadi 146 MPa pada paduan Zn-3 Mg, sebelum menurun menjadi 98,73 MPa pada 4 wt% Mg akibat terbentuknya fasa getas berlebih. Nilai elongasi mengalami penurunan, yaitu 1,03% pada Zn murni, menurun menjadi 0,44% pada Zn-2 Mg, kemudian menurun kembali pada Zn-3 Mg sebesar 0,32%, dan kemudian naik menjadi 0,49% pada Zn-4 Mg. Secara keseluruhan, penambahan Mg memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan dan kekerasan paduan Zn-Mg, sehingga material ini berpotensi digunakan sebagai implan *biodegradable* dengan keseimbangan kekuatan dan keuletan yang baik.

Kata Kunci: *Zinc* (Zn), magnesium (Mg), struktur mikro, kekerasan, uji tarik, implan *biodegradable*.

THE EFFECT OF MAGNESIUM (Mg) ADDITION ON THE MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF ZINC (Zn) METAL FOR ORTHOPEDIC IMPLANT MATERIAL APPLICATIONS

Radite Tedya Faizy

Acedemic Advisor: Dr. Imam Basori, M.T. dan Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

ABSTRACT

This study investigates the effect of magnesium (Mg) addition on the microstructure and mechanical properties of Zinc (Zn) for orthopedic implant applications. The research is motivated by the need for biodegradable implant materials that can naturally degrade within the human body, eliminating the need for secondary surgery for removal. The experimental procedure involved casting with Mg composition variations of 0 wt%, 2 wt%, 3 wt%, and 4 wt%, followed by a homogenization process at 350 °C for 5 hours. The results show that increasing Mg content refines the microstructure and enhances the formation of the eutectik phase (α -Zn + Mg_2Zn_{11}) along the grain boundaries. The hardness value increased from 29.26 VHN for pure Zn to 94.34 VHN for Zn-4 Mg. The ultimate tensile strength (UTS) also increased from 30.43 MPa for pure Zn to 146 MPa for Zn-3 Mg, then decreased to 98.73 MPa at 4 wt% Mg due to the formation of excessive brittle intermetallic phases. The elongation value decreased, from 1.03% in pure Zn to 0.44% in Zn-2 Mg, then further decreased to 0.32% in Zn-3 Mg, and slightly increased to 0.49% in Zn-4 Mg. Overall, Mg addition significantly improves the strength and hardness of Zn-Mg alloys, making them promising candidates for biodegradable implant materials with a good balance of strength and ductility.

Keywords: Zinc (Zn), magnesium (Mg), microstructure, hardness, tensile test, biodegradable implant.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Implan Tulang	5
2.2 Bagian-Bagian Implan	8
2.3 Material Implan Konvensional (<i>Non-Biodegradable</i>)	10
2.2.1 Logam	10
2.2.2 Polimer	11
2.2.3 Keramik.....	12

2.4	Material Implan <i>Biodegradable</i>	13
2.5	Logam <i>Zinc</i> (Zn)	15
2.6	Diagram Fasa Zn-Mg	16
2.7	Pengecoran (<i>Casting</i>)	16
2.8	Struktur Mikro.....	20
2.9	Pengujian Kekerasan.....	21
2.10	Pengujian Tarik	23
2.11	Penelitian Relevan.....	24
2.12	Kerangka Berfikir.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.2.1	Alat Penelitian.....	28
3.2.1	Bahan Penelitian.....	31
3.2	Diagram Alir Penelitian	32
3.3	Teknik dan Proses Pengumpulan Data.....	33
3.2.1	Persiapan Spesimen dan Perhitungan <i>Mass Balance</i>	33
3.2.2	Proses Pengecoran.....	34
3.2.3	Proses Homogenisasi	35
3.2.4	Pengujian Komposisi Kimia	36
3.2.5	Pengujian Struktur Mikro.....	37
3.2.6	Pengujian Kekerasan.....	38
3.2.7	Pengujian Tarik	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Analisis Hasil Pengujian Komposisi Kimia.....	44
4.2	Pengaruh Penambahan Mg Terhadap Struktur Mikro Paduan Zn-Mg .	45

4.3	Pengaruh Penambahan Mg Terhadap Kekerasan Paduan Zn-Mg	49
4.4	Pengaruh Penambahan Mg Terhadap Kekuatan Paduan Zn-Mg	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		64
LAMPIRAN.....		70



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Implan Tulang	5
Gambar 2. 2	Bagian-bagian Implan	8
Gambar 2. 3	Material Implan <i>Biodegradable</i>	13
Gambar 2. 4	Mekanisme Implan <i>Biodegradable</i>	14
Gambar 2. 5	Diagram Fasa Zn-Mg	16
Gambar 2. 6	<i>Investment Casting</i>	17
Gambar 2. 7	<i>Sand Casting</i>	18
Gambar 2. 8	<i>Gravity Die Casting</i>	18
Gambar 2. 9	<i>Pressure Die Casting</i>	19
Gambar 2. 10	<i>Centrifugal Casting</i>	19
Gambar 2. 11	Parameter Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	22
Gambar 2. 12	Skema Pengujian Tarik.....	23
Gambar 2. 13	Kurva Tegangan-Regangan.....	23
Gambar 3. 1	Alat Untuk Proses Pembuatan Spesimen (Pengecoran)	29
Gambar 3. 2	Alat Persiapan dan Pemotongan Spesimen	30
Gambar 3. 3	Alat Pelindung Diri (APD).....	30
Gambar 3. 4	Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3. 5	Proses Homogenisasi Pada Spesimen	36
Gambar 3. 6	PANalytical Epsilon 4.....	36
Gambar 3. 7	Mikroskop Optik Olympus seri BX51M.....	37
Gambar 3. 8	Proses Pengamatan Struktur Mikro.....	38
Gambar 3. 9	<i>Vickers Hardness Tester FV-300E</i>	39
Gambar 3. 10	Proses Pengujian Keras	39
Gambar 3. 11	<i>Tinius Olsen H10KL</i>	40
Gambar 3. 12	Dimensi Spesimen Uji Tarik	41
Gambar 3. 13	Proses <i>Facing</i> Pada Spesimen Uji Tarik	41
Gambar 3. 14	Proses Pembentukan Profil Spesimen Uji Tarik	42
Gambar 3. 15	Spesimen Uji Tarik.....	42
Gambar 4. 1	Struktur Mikro Paduan dengan perbesaran 10×.	46
Gambar 4. 2	Struktur Mikro Paduan dengan perbesaran 20×.	47
Gambar 4. 3	Grafik Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	52

Gambar 4. 4	Spesimen Setelah Pengujian Tarik	54
Gambar 4. 5	Grafik <i>Ultimate Tensile Strength</i> Hasil Uji Tarik	55
Gambar 4. 6	Grafik Elongasi Hasil Uji Tarik	57
Gambar 4. 7	Kurva <i>Stress-Strain</i> Hasil Uji Tarik	60



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Sifat Mekanik Logam Implan Konvensional	11
Tabel 2. 2	Material Logam dan Aplikasinya	11
Tabel 2. 3	Material Polimer dan Aplikasinya.....	11
Tabel 2. 4	Material Keramik dan Aplikasinya	12
Tabel 3. 1	Perhitungan <i>Mass Balance</i>	33
Tabel 4. 1	Hasil Uji Komposisi Kimia	44
Tabel 4. 2	Hasil Uji Kekerasan Spesimen <i>as-cast</i>	50
Tabel 4. 3	Hasil Uji Kekerasan Spesimen <i>as-homo</i>	51
Tabel 4. 4	Nilai Kekuatan Tarik Hasil Uji Tarik.....	55
Tabel 4. 5	Nilai Elongasi (Keuletan) Hasil Uji Tarik.....	56



Intelligentia - Dignitas

LAMPIRAN

Lampiran 1	Sertifikat <i>Zinc</i> (Zn).....	70
Lampiran 2	Sertifikat Magnesium (Mg)	71
Lampiran 3	Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 1	72
Lampiran 4	Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 2	73
Lampiran 5	Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 3	74
Lampiran 6	Hasil Uji Komposisi Dengan Metode XRF Pada Sampel 4	75
Lampiran 7	Hasil Uji Kekerasan Dengan Metode Vickers.....	76
Lampiran 8	Hasil Uji Tarik Dengan Standar ASTM E8.....	77
Lampiran 9	Spesimen Setelah Pengujian Tarik	78
Lampiran 10	Sifat Mekanik Tulang Kortikal Femur Manusia	78



Intelligentia - Dignitas