

**TUGAS AKHIR
BIDANG MATERIAL**

**ANALISIS LAJU KOROSI MAGNESIUM ALLOY AZ31B
DALAM LARUTAN *PHOSPATE BUFFER SALINE* DENGAN METODE
PERENDAMAN**

*Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

**Oleh
Agung Dwi Satrio
1710017211005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNGHATTA
PADANG
2022**

LEMBARAN PERSETUJUAN PENGUJI SIDANG SARJANA

ANALISIS LAJU KOROSI MAGNESIUM ALLOY AZ31B DALAM LARUTAN PHOSPHATE BUFFER SALINE DENGAN METODE PERENDAMAN

Telah diujji dan dipertahankan pada Sidang Sarjana
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
pada Tanggal 22 Juli 2022

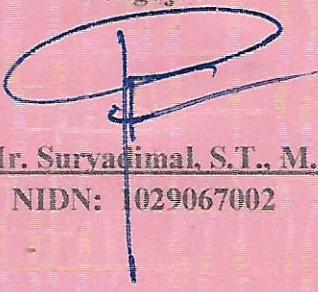
Oleh:
Agung Dwi Satrio
NPM: 1710017211005

Disetujui Oleh Tim Penguji :

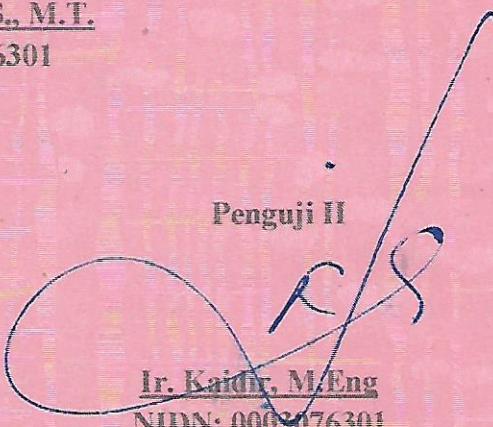
Ketua


Dr. Ir. Edi Septi S., M.T.
NIDN: 1001096301

Penguji I


Ir. Suryadimal, S.T., M.T.
NIDN: 029067002

Penguji II


Ir. Kaidir, M.Eng
NIDN: 0009076301

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

ANALISIS LAJU KOROSI MAGNESIUM ALLOY AZ31B DALAM LARUTAN PHOSPHATE BUFFER SALINE DENGAN METODE PERENDAMAN

*Telah memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh:

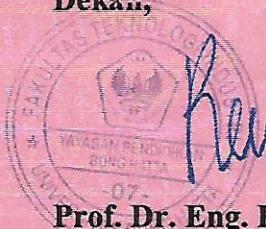
**Agung Dwi Satrio
NPM: 1710017211005**

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Edi Septe S., M.T.
NIDN: 1001096301

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T
NIDN: 1012097403

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,

Dr.Ir. Yovial Mahyoeddin , M.T
NIDN: 1013036202

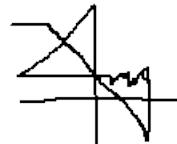
PERNYATAAN
KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agung Dwi Satrio
NIM : 1710017211005
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Laju Korosi Magnesium Alloy AZ31B Pada Larutan *Phosphate Buffer Saline* Dengan Metode Perendaman

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas adalah benar hasil karya sendiri, kecuali yang berasal dari referensi dan dinyatakan sumbernya pada referensi yang tertera dalam daftar pustaka.

Padang, 22 Juli 2022
Saya yang menyatakan,



Agung Dwi Satrio
NPM: 1710017211005

KATA MUTIARA



*Sujud syukur dan segala puji pada Sang Maha Besar, Allah SWT
Terima kasihku pada pembawa cahaya penuntun, Nabi besar Muhammad SAW
Kecupan indah untuk pembimbing kehidupan manusia, Alqur'an*

"Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap," [QS Al-Insyirah 7-8]

*Wahai Tuhan semesta alam
Telah kujalankan sebagian dari perintahmu
Seakan hidup selamanya, kukejar citaku, akan kuraih mimpiku, dan kuabdikan ambisiku.
Serta kulaksakan kewajibanku, kusempurnakan doa dan pujianku padamu.
Seakan aku akan mati diesok hari.*

*Wahai Sang Penghulu para Nabi
Telah kupanjatkan syair yang mengindahkan namamu
Telah kuikuti pengajaranmu
Telah kujalani perjalanan panjang demi pencarian secercah cahaya ilmu.*

*Wahai ibu dan ayahku
Anak kecil manis kalian telah beranjak dewasa
Jengkal demi jengkal telah dilaluinya
Tak peduli rintangan yang menghadang, ia tetap berjalan
Meski tertatih kaki berjalan, ilmu ditimba akal diasah*

*Supayo pandai rajin baguru, supayo tinggi naikan budi
Baraja ka nan manang, mancontoh ka nan sudah*

Panjang umur perjuangan

ABSTRAK

Korosi merupakan sebuah fenomena penurunan kualitas suatu logam material, prinsip korosi dimanfaatkan dalam bidang penelitian material *biodegradable* untuk aplikasi pengganti baut tulang konvensional berbasis *stainless steel* untuk mengurangi dampak traumatis akibat penggunaan baut tulang berbasis *stainless steel*. Magnesium memiliki potensi material baut tulang mampu terdegradasi, magnesium alloy AZ31B digunakan sebagai bahan eksperimen pada penelitian ini karena terkandung didalamnya 97% magnesium dan selebihnya adalah campuran dari seng, alumunium, dan mangan. Pengujian ini menggunakan larutan *phosphate buffer saline* sebagai larutan pengganti cairan tubuh manusia. Dengan mengacu kepada standar ASTM G31-72 penelitian ini menerapkan pendekatan analisis laju korosi dengan metode kehilangan berat, dan uji perendaman sebagai metode penelitian. Magnesium direndam kedalam 200ml larutan PBS pada temperatur konstan 34°C didalam inkubator. Dalam perhitungan laju korosi pada penelitian ini menggunakan konstanta $8,76 \times 10^4$ mm/year dan densitas 1,77 gr/cm³ sebagai tetapan. Pada penelitian ini didapatkan hasil rata – rata laju korosi sebesar 0,5532 mm/py selama durasi 144 jam perendaman, 0,54 mm/py selama durasi 168 jam perendaman, dan 0,6536 mm/py selama durasi 192 jam perendaman. Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan kemampuan material berbahan dasar paduan magnesium sebagai material mampu terdegradasi yang berpotensi menjadi bahan pengganti material baut tulang.

Kata kunci: laju korosi, magnesium, *phosphate buffer saline*, kehilangan berat, uji perendaman.

ABSTRACT

Corrosion is a phenomenon of decreasing the quality of a metal material, the principle of corrosion is used in the field of research on biodegradable materials for applications to replace conventional stainless steel-based bone bolts to reduce the traumatic impact due to the use of stainless steel-based bone bolts. Magnesium has the potential for degradable bone bolt material, magnesium alloy AZ31B was used as an experimental material in this study because it contains 97% magnesium and the rest is a mixture of zinc, aluminum, and manganese. This test uses a solution of phosphate buffered saline as a substitute for human body fluids. By referring to the ASTM G31-72 standard, this research applies the corrosion rate analysis approach with the weight loss method, and the immersion test as the research method. Magnesium is immersed in 200 ml of PBS solution at a constant temperature of 34°C in an incubator. In calculating the corrosion rate in this study using a constant of 8.76×10^4 mm/year and a density of 1.77 gr/cm³ as a constant. In this study, the average corrosion rate was 0.5532 mm/yr for a duration of 144 hours of immersion, 0.54 mm/yr for a duration of 168 hours of immersion, and 0.6536 mm/yr for a duration of 192 hours of immersion. Thus, this study shows the ability of magnesium alloy-based materials as a material capable of being degraded which has the potential to be a substitute for bone bolt material.

Keywords: corrosion rate, magnesium, phosphate buffered saline, weight loss, immersion test.

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah terselesaikannya proposal tugas sarjana ini dengan judul **” Analisis Laju Korosi Magnesium Alloy AZ31B Pada Larutan Phosphate Buffer Saline Dengan Metode Perendaman”**.

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat mencapai gelar sarjana di Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta. Disamping maksud dan tujuan dibuatnya tugas akhir tersebut, sekiranya tugas akhir ini dapat menjadi salah satu media pembelajaran yang sangat berharga bagi mahasiswa terkhususnya penulis sendiri dalam hal mengembangkan daya talar dan merubah sudut pandang sebagai seorang pelajar

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, turut terlibat beberapa pihak selain penulis yang juga turut mendukung terwujudnya tugas akhir ini baik dalam hal pengkajian, penalaran, penelitian, maupun penyusunannya sendiri.

Penyusunan tugas sarjana ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan kerja sama dari pihak lain. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih penulis kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam penyusunan proposal tugas sarjana ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, khususnya kepada:

1. **Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E, M.B.A** selaku Rektor Universitas Bung Hatta.
2. **Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T** selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
3. **Dr. Ir. Yovial Mahyoedidin. M.T.** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. **Dr. Ir. Edi Septe S, M.T** selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan penuh dedikasi hingga terselesaikannya penulisan proposal tugas sarjana ini.
5. **Ir. Kadir, M.Eng, IPM** selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dengan penuh dedikasi selama menjalankan perkuliahan.
6. **Muhammad Assyakirin Azzim** selaku pihak yang telah turut membantu dalam proses penyusunan tugas sarjana ini.
7. Seluruh pihak yang terlibat dan membantu selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari akan adanya keterbatasan-keterbatasan tertentu yang dimiliki oleh penulis yang mana sangat memungkinkan terjadinya kekurangan, kesalahan, maupun kekeliruan dalam tugas akhir inni, sehingga besar harapan penulis sekiranya jika dijumpai kekurangan, kesalahan, maupun kekeliruan tersebut agar dapat membantu memberikan saran ataupun nasihat sehingga tugas akhir ini dapat disempurnakan dan menjadi pembelajaran bagi penulis kedepannya.

Padang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iii
KATA MUTIARA	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Korosi.....	5
2.2 Jenis Korosi.....	7
2.2.1 Korosi Galvanis	7
2.2.2 Korosi Seragam.....	8
2.2.3 Korosi Sumur	9
2.2.4 Korosi Erosi	10
2.2.5 Korosi Tegangan.....	11
2.2.6 Korosi Celah	11
2.2.7 Korosi Mikroba.....	13
2.3 Laju Korosi dengan Metode <i>Weight Loss</i>	14
2.4 Potensi Baut Tulang Terdegradasi	14
2.4.1 Larutan <i>Phosphate Buffer Saline</i>	17
2.4.2 Simulasi Cairan Tubuh	17
2.4.3 Material Biokompatibel	18
2.5 Magnesium Alloy AZ31B	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Metode Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	23

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Analisa Laju Korosi	28
4.2 Pembahasan.....	35
4.2.1 Fenomena Terjadinya Korosi	35
4.2.2 Perubahan Berat Spesimen	37
BAB V Penutup	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Magnesium AZ31B	20
Tabel 3.1 Tabel variabel data pengujian	23
Tabel 4.1 Kehilangan Berat Spesimen A	28
Tabel 4.2 Kehilangan Berat Spesimen B	28
Tabel 4.3 Kehilangan Berat Spesimen C	28
Tabel 4.4 Volume specimen uji	29
Tabel 4.5 Laju Korosi	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Permukaan besi berkarat	5
Gambar 2.2 Korosi pada interaksi logam besi dengan air	6
Gambar 2.3 Korosi galvanis	7
Gambar 2.4 Deret Volta	8
Gambar 2.5 Korosi seragam terjadi pada gembok logam	8
Gambar 2.6 Korosi sumur pada permukaan besi	9
Gambar 2.7 Korosi yang disebabkan oleh erosi pada pipa	10
Gambar 2.8 Korosi tegangan	11
Gambar 2.9 Reaksi korosi celah	12
Gambar 2.10 Korosi mikroba pada bagian dalam pipa.....	13
Gambar 2.11 Reaksi ketika bakteri SRB menyebabkan MIC.....	13
Gambar 2.12 Ilustrasi kondisi fraktur terbuka dan fraktur tertutup.....	16
Gambar 2.13 Foto rontgen terapi penyembuhan dengan pen tulang	16
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3.2 Ilustrasi proses penelitian dengan metode perendaman	23
Gambar 3.3 Magnesium Alloy AZ31 B Plate.....	24
Gambar 3.4 Larutan Phosphat Buffer Saline	25
Gambar 3.5 Inkubator digital	26
Gambar 3.6 Spesimen A pasca perendaman.....	27
Gambar 3.6 Spesimen B pasca perendaman	28
Gambar 3.6 Spesimen C pasca perendaman	28
Gambar 4.1 Grafik kehilangan berat.....	29
Gambar 4.2 Grafik perbandingan laju korosi	34
Gambar 4.3 Permukaan spesimen terkorosi.....	36
Gambar 4.4 Permukaan spesimen berlubang.....	37
Gambar 4.5 <i>Magnesium phosphate</i> pada permukaan spesimen	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Inkubator Memmert IN30	42
Lampiran 2 Dokumentasi.....	43
Lampiran 3 Biodata.....	44