

**PEMBUATAN SCAFFOLD TULANG BIODEGRADABLE MAGNESIUM
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

SKRIPSI



**OLEH
ARIF ARDIANSYAH
NPM. 18520034**

**PRODI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2023**



**PEMBUATAN SCAFFOLD TULANG BIODEGRADABLE MAGNESIUM
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana S1**

**ARIF ARDIANSYAH
NPM. 18520034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2023**

ABSTRAK

Magnesium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat mudah terbakar jika saat peleburan kontak dengan oksigen dan reaktif. Logam magnesium menjadi perhatian khusus dari para peneliti biomaterial karena merupakan material yang tepat untuk aplikasi scaffold tulang yang mampu terdegradasi dalam tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi tekanan kompaksi pada proses metalurgi serbuk terhadap nilai kekuatan tekan dan struktur mikro pada variasi kompaksi 218,69 Mpa (7ton), 249,93 Mpa (8ton) dan 281,17 Mpa (9ton). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk magnesium (Mg), yang kemudian di bentuk menggunakan alat metalurgi serbuk dengan kompaksi yang di variasikan dalam penahanan waktu 5 menit, kemudian dilakukan proses sintering pada alat oven atau tungku pemanas yang vacum dengan temperatur sintering 450°C selama 30 menit. Pada pengujian tekan didapatkan hasil sebagai berikut. Untuk variasi tekanan kompaksi 218,69 Mpa didapatkan hasil 31,0 Mpa, untuk variasi tekanan kompaksi 249,93 Mpa didapatkan hasil 48,7 Mpa, dan untuk variasi tekanan kompaksi 281,17 Mpa didapatkan hasil 61,8 Mpa. Kesimpulan dari hasil pengujian pada 3 variasi di atas, didapatkan nilai kekuatan tertinggi yaitu pada tekanan kompaksi 281,17 Mpa sebesar 61,8 Mpa. Pada pengujian struktur mikro variasi tekanan kompaksi 218,69 Mpa, 249,93 Mpa dan 281,17 Mpa perbesaran 50x didapatkan hasil pengujian terbaik pada spesimen variasi tekanan kompaksi 218,17 Mpa, hal ini di tunjukkan hasil gambar yang memiliki persentase porositas terendah. Diketahui dengan meningkatnya tekanan kompaksi maka semakin kecil pori-porinya

Kata kunci : Magnesium, metalurgi serbuk, Tekanan kompaksi, Struktur Mikro, Pengujian Tekan.

ABSTRACT

Magnesium is light metal which characteristically flammable when in contact with oxygen and reactive. Magnesium becomes particular interest to biomaterial researcherw as it is an appropriate material for bone scaffold applications which can be degraded in the body.. The purpose of this study was to determine the variation of compaction pressure during the powder metallurgy process on the value of compressive strength and microstructure at compaction variations of 218.69 MPa (7 tons), 249.93 MPa (8 tons) and 281.17 MPa (9 tons). The material used in this research was magnesium (Mg) powder, which then using a powder metallurgy tool with various compactions. Within 5 minutes of holding time, then carry out the sintering process in an oven or vacuum heating furnace with a sintering temperature of 450°C for 30 minutes and the pressure test resulted; the variations in compacting pressure of 218.69 Mpa produced 31.0 Mpa, the variations of compaction pressure of 249.93 MPa produced 48.7 MPa, and for the variations of compaction pressure of 281.17 MPa produced 61.8 MPa. Based on the test results at the 3 variations above, the highest strength value was produced at a compaction pressure was 281.17 MPa of 61.8 MPa. The microstructure test with the variations in compaction pressure gained 218.69 Mpa, 249.93 Mpa and 281.17 Mpa through the 50x magnification seen. The best test results on specimens of the variations in compaction pressure gained 218.17 MPa. With the smaller pores that compaction pressure got.

Keywords : Magnesium, powder metallurgy, compaction pressure, Microstructure, Compression Testing.

RINGKASAN

Arif Ardiansyah, 2023, *Pembuatan scaffold tulang biodegradable magnesium dengan metode metalurgi serbuk*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (I) Sulis Dri Handono, S.T., M.Eng Pembimbing (II) Tri Cahyo Wahyudi, S.T., M.T.

Kata kunci : Magnesium, Metalurgi serbuk, Tekanan kompaksi, Struktur Mikro, Pengujian Tekan.

metalurgi serbuk adalah suatu proses manufaktur barang komersil dari bahan logam dengan bahan awal berbentuk serbuk. Prinsip dari proses ini ialah dengan memadatkan bahan yang telah terbentuk serbuk dengan cara menekan (*compaction*) kemudian dipanaskan dibawah titik lelehnya yang disebut proses *sintering*. Pembuatan produk dengan menggunakan serbuk merupakan suatu langkah yang tepat untuk menghasilkan produk dengan bentuk yang kompleks, memiliki kualitas atau tingkat ketelitian yang bagus dan lebih ekonomis. Adapun proses metalurgi serbuk terdapat beberapa tahapan seperti, *mixing*, kompaksi dan *sintering*.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui nilai kekuatan tekan yang baik pada material Magnesium dengan proses metalurgi serbuk dan juga mengetahui hasil struktur mikro yang baik pada material.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu ekperimental dengan merancang dan membuat sampel uji pembuatan spesimen dengan alat metalurgi serbuk skala laboratorium. Pengujian dilakukan dengan alat uji tekan dan uji struktur mikro dari sampel yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan variasi kompaksi 218,69 Mpa (7 Ton), 249,93 Mpa (8 Ton) dan 281,17 Mpa (9 Ton).

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tertinggi ditunjukkan pada spesimen pengujian tekan tiap variasi didapatkan hasil 31,0 Mpa, 48,7 Mpa dan 61,8 Mpa. Pada pengujian struktur mikro pada tekanan kompaksi 218,69 Mpa (7 ton) pori yang terbentuk adalah 24,99%, 20,41% dan 27,61%, pada tekanan kompaksi 249,93 Mpa (8 ton) pori yang terbentuk adalah 18,99%, 17,37%, 16,92%, kemudian pada tekanan kompaksi 281,17 Mpa (9 ton) pori yang terbentuk adalah 14,10%, 15,39% dan 14,86%. Diketahui dengan meningkatnya tekanan kompaksi maka semakin kecil persentase pori-porinya.

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi oleh **ARIF ARDIANSYAH** ini,

Telah diperbaiki dan disetujui untuk diuji komprehensif

Metro, 25 Januari 2023

Pembimbing I



Sulis Dri Handono, S.T., M.Eng.
NIDN. 0216068102

Pembimbing II



Tri Cahyo Wahyudi, S.T., M.T.
NIDN. 0207059102

Ketua Program Studi



Asroni, S.T., M.T.
NIDN. 0212128703

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh **ARIF ARDIANSYAH** ini,

Telah di pertahankan di depan tim penguji

Metro, 22 Februari 2023

Tim Penguji



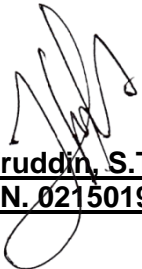
Sulis Dri Handono, S.T., M.eng.
NIDN. 0216068102

Penguji I



Tri Cahyo Wahyudi, S.T., M.T.
NIDN. 02070591102

Penguji II



Mafruddin, S.T., M.T.
NIDN. 0215019001

Penguji Utama

Mengetahui Fakultas Teknik
Dekan,



Dr. Dadang Iskandar, S.T.,M.T.
NIDN. 0207027201

MOTTO

Barang siapa yang pergi untuk menuntut ilmu, maka dia telah termasuk golongan
sabilillah (orang yang menegakkan agama Allah SWT) hingga ia pulang
Kembali ke liang lahat

(HR. Tirmidzi)

Selesaikan apa yang telah kamu mulai...!!!
Skripsi yang baik adalah skripsi yang selesai...!!!

(Arif Ardiansyah)

PERSEMBAHAN

Dengan memohon rahmat dan rasa syukur kepada Allah SWT, penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Eriyanto dan Ibu Tri Murningsih, serta dan adik kandungku Rahma Arifatus Solihah yang telah memberikan cinta dan kasih sayang dengan ikhlas dan sabar, serta tak henti-hentinya selalu Berdo'a memberikan semangat, bimbingan moril maupun spiritual untuk keberhasilanku.
2. Kepada Bapak Sulis Dri Handono, M.Eng dan bapak Tri Cahyo Wahyudi, M.T yang telah membantu membimbing dan memberi dukungan hingga terselesainya penulisan skripsi ini.
3. Kepada teman seperjuangan satu tim Ilyas Shodiqin, Rendi Saputra, Ardian Prayoga dan khafid al asngary yang telah membantu dan memberikan semangat perjuangan.
4. Keluarga Besar Mahasiwa Fakultas Teknik (KBMFT) yang telah memberikan dukungan dan bantuannya terutama angkatan 2018.
5. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal skripsi yang berjudul “Pembuatan Scaffold Tulang Biodegradable magnesium Dengan Metode Metalurgi Serbuk”. Shalawat serta Salam disampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, semoga mendapatkan syafa’at-Nya di hari akhir nanti.

Penyelesaian Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. H. Jazim Ahmad, M.Pd. Rektor Universitas Muhammadiyah Metro.
2. Bapak Dr. Dadang Iskandar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro
3. Bapak Asroni, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
4. Bapak Sulis Dri Handono, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Tri Cahyo Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen Pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Mesin, yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada penulis menempuh pendidikan.
7. Seluruh rekan-rekan Prodi Teknik Mesin angkatan 2018 yang telah berjuang bersama selama kuliah.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis hanya dapat memohon dan berdoa atas segala bantuan, bimbingan, dukungan, semangat, masukan, dan do’a yang telah diberikan menjadi pintu datangnya Ridho dan Kasih Sayang Allah SWT di dunia dan akhirat. *Aamiin ya Rabbal alamiin.*

Penulis berharap semoga skripsi ini akan membawa manfaat yang sebesar-besarnya khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Arif Ardiansyah

NPM : 18520034

Program Studi : Teknik

Fakultas : Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Metro

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“PEMBUATAN SCAFFOLD TULANG BIODEGRADABLE MAGNESIUM DENGAN METODE METALURGI SERBUK”** adalah karya saya dan bukan hasil plagiat. Apabila dikemudian hari terdapat unsur plagiat dalam skripsi tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik sarjana dan mempertanggung jawabkannya secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Metro, 22 Februari 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink is written over a 10000 Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAI TEPEL', and '9DC4DAJX00513754'.

Arif Ardiansyah

NPM. 18520034



UNIT PUBLIKASI ILMIAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
METRO



SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (*SIMILARITY CHECK*)

Nomor: 3401/II.3.AU/F/UPI-UK/2023

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : ARIF ARDIANSYAH
NPM : 18520034
Jenis Dokumen : SKRIPSI

Judul:

**PEMBUATAN SCAFFOLD TULANG BIODEGRADABLE
MAGNESIUM DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamaan (*Similarity Check*) dengan menggunakan aplikasi *Turnitin*. Dokumen telah diperiksa dan dinyatakan telah memenuhi syarat bebas uji kesamaan (*similarity check*) dengan persentase $\leq 20\%$. Hasil pemeriksaan uji kesamaan terlampir.

Demikian kami sampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Metro, 27 Februari 2023

Kepala Unit,

Dr. Anir Rahman Aththibby, M.Pd.Si.
NIDN. 0203128801

Alamat:

Jl. Ki Hajar Dewantara No.116
Iringmulyo, Kec: Metro Timur Kota Metro,
Lampung, Indonesia

Website: www.upi.ummetro.ac.id
E-mail: upi@ummetro.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN LOGO	ii
HALAMAN JUDUL.....	iii
ABSTRAK.....	iv
RINGKASAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Kegunaan Penelitian	4
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	5
A. Scaffold Tulang	5
B. Penelitian Relevan	32
C. Kerangka Pemikiran	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	35
A. Desain Penelitian	35
B. Tahapan Penelitian	37
C. Definisi Operasional Variable	38
D. Teknik Pengumpulan data.....	38
E. Instrumen Penelitian.....	39
F. Teknik Analisis Data.....	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Gambaran Umum	47
B. Hasil Pengujian	47
C. Analisa Data	50
D. Pembahasan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat mekanik tulang manusia	8
Tabel 2. Fisik magnesium	9
Tabel 3. Sifat fisik magnesium murni	27
Tabel 4. Spesimen silinder pada ASTM E-9.....	29
Tabel 5. Pengujian tekan	46
Tabel 6. Hasil persentase pori	49
Tabel 7. Hasil uji kekuatan tekan	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Scaffold tulang	5
Gambar 2 Struktur tulang panjang	6
Gambar 3 Magnesium	10
Gambar 4 Penampang microstruktur tulang dengan XRD-EXD	11
Gambar 5 Alat pembuatan metalurgi serbuk.....	16
Gambar 6 Skema proses kompaksi	19
Gambar 7 Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel	20
Gambar 8 Tahap pertama proses sinter	22
Gambar 9 Pertumbuhan leher dan volume penyusutan	23
Gambar 10 Pertumbuhan leher dengan discontinues pore-phase	23
Gambar 11 Mesin uji tekan	28
Gambar 12 Kurva tegangan dan regangan	29
Gambar 13 skema pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik	30
Gambar 14 mikroskop optik	31
Gambar 15 Kerangka pemikiran	34
Gambar 16 Diagram alir.....	36
Gambar 17 Spesimen pengujian tekan	37
Gambar 18 Alat metalurgi serbuk	39
Gambar 19 Stopwatch	40
Gambar 20 Ayakan.....	40
Gambar 21 Jangka sorong	41
Gambar 22 Mesin bubut	41
Gambar 23 Amplas.....	42
Gambar 24 Gerinda	42
Gambar 25 Alat uji tekan universal testing machine.....	43
Gambar 26 Mikroskop optik	43
Gambar 27 Timbangan digital.....	44
Gambar 28 Oven	44
Gambar 29 Blender	45
Gambar 30 Software Image J	45
Gambar 31 Struktur mikro 218,69 Mpa dengan pembesaran 50x	47
Gambar 32 Struktur mikro 249,93 Mpa dengan pembesaran 50x	48
Gambar 33 Struktur mikro 281,17 Mpa dengan pembesaran 50x	48
Gambar 34 Grafik nilai rata-rata persentase porous pada kompaksi.....	51
Gambar 35 Grafik nilai rata-rata kuat tekan pada kompaksi.....	52