

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA PROSES
METALURGI SERBUK TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR
MIKRO MAGNESIUM BERPORI UNTUK APLIKASI SCAFFOLD TULANG
MAMPU TERDEGRADASI**

SKRIPSI



**OLEH
ILYAS SHODIQIN
NPM. 18520013**

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

2023



**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA PROSES
METALURGI SERBUK TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR
MIKRO MAGNESIUM BERPORI UNTUK APLIKASI SCAFFOLD TULANG
MAMPU TERDEGRADASI**

SKRIPSI

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

**OLEH
ILYAS SHODIQIN
NPM. 18520013**

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

ABSTRAK

Di Indonesia hanya (6%) alat kesehatan yang beredar adalah produk lokal. Angka yang rendah di banding dengan Malaysia (10%), Vietnam (13%) dan Thailand (33%), data ini menunjukkan ketergantungan Indonesia yang tinggi akan produk impor. Logam magnesium menjadi perhatian khusus dari para peneliti biomaterial karena merupakan material yang tepat untuk aplikasi scaffold tulang yang mampu terdegradasi dalam tubuh secara gradual. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi temperatur sintering pada proses metalurgi serbuk terhadap nilai kekuatan tekan dan struktur mikro. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk magnesium (Mg), yang kemudian di bentuk menggunakan alat metalurgi serbuk dengan kompaksi spesimen dengan gaya kompresi 270 MPa dengan waktu 5 menit, kemudian dilakukan proses sintering pada alat furnace atau tungku pemanas yang vacuum dengan memvariasikan temperatur sintering. Hasil pada pengujian tekan ditemperatur sintering 350°C adalah 4,7 Mpa, 400°C adalah 8,8 Mpa, dan 450°C adalah 18,2 Mpa. Pada pengujian struktur mikro didapatkan hasil pada temperatur 350°C yaitu 45,70%, pada temperatur 400°C adalah 27,52% dan dan ditemperatur 450°C yaitu 18,60%. Disimpulkan bahwa hasil yang sesuai dengan sifat mekanik tulang cancellous adalah pada variasi temperatur 350°C yaitu pori-pori 45,70% dan kekuatan tekan 4,4 Mpa.

Kata kunci :Magnesium, Metalurgi Serbuk, *Temperatur Sintering*, Struktur Mikro, Pengujian Tekan.

There are only (6%) medical devices circulating in Indonesia originating from local products. The percentage above is the lowest among Malaysia (10%), Vietnam (13%) and Thailand (33%). This data show that there are high dependences on the imported products in Indonesia. Magnesium metal is of particular interest to biomaterials researchers. This type of metal is the appropriate substance implemented to make bone scaffolds where it can be gradually degraded in the body. The purpose of this study was to determine the variations in sintering temperature in powder metallurgy processes on compressive strength and microstructure values. The material used in this research was magnesium (Mg) powder, which then formed using a powder metallurgy tool by compactingspecimen with a compression force of 270 MPa in holding time of 5 minutes. Next is the sintering process in a vacuum furnace or heating furnace by varying the sintering temperature. Press test resulted in temperature sintering of 350°C was 4.7 Mpa, at a temperature of 400°C was 8.8 Mpa, and at a temperature of 450°C gained 18.2 Mpa. Microstructure test resulted on temperature of 350°C was 45.70%, at temperature of 400°C was 27.52% and and at temperature of 450°C was 18.60%. The conclusion is that the result which corresponds to the mechanical properties of cancellous bone at a temperature variation of 350°C, namely 45.70% on pore size and 4.4 MPa on compressive strength.

Keywords :Magnesium, Powder Metallurgy, *Temperature Sintering*, Microstructure, Compression Testing.

RINGKASAN

Ilyas Shodiqin, 2023 *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Pada Proses Metalurgi Serbuk Terhadap Kekuatan Tekan dan Struktur Mikro Magnesium Berpori Untuk Aplikasi Scaffold Tulang Mampu Terdegradasi*. Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (I) Sulis Dri Handono, S.T., M.Eng. Pembimbing (II) Eko Nugroho, S.T., M.Eng.

Metalurgi serbuk adalah suatu proses manufaktur barang komersial 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 sampai keadaan solid atau di bawah titik lelehnya yang disebut proses *sintering*. Pembuatan produk dengan menggunakan metode metalurgi 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*. Pada proses penelitian yang akan dilakukan, alat metalurgi serbuk digunakan untuk memadatkan atau proses kompaksi yang awal mula berupa serbuk akan menjadi bentuk spesimen, kemudian untuk proses sintering dilakukan pada alat oven yang tertutup atau vacuum dan dengan memberikan variasi *temperatur sintering*, yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan bahan serta struktur mikro yang ada pada spesimen tersebut sehingga nantinya hasil dari pengujian ini dapat diaplikasikan sesuai kebutuhan yang diharapkan.

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 dengan proses metalurgi serbuk.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu ekperimental dengan merancang dan membuat sampel uji menggunakan proses metalurgi serbuk skala laboratorium. Pengujian dilakukan dengan alat uji tekan dan uji struktur mikro dari sampel yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan variasi *temperatur sintering* 350°C, 400°C dan 450°C.

Berdasarkan hasil pengujian struktur mikro dan pengujian tekan pada penelitian ini maka didapat temperatur sintering yang memiliki kuat tekan dan gambar struktur mikro yang sesuai dengan sifat mekanik tulang cancellous terdapat pada temperatur sintering 350°C, memiliki nilai kekuatan tekan 4,4 Mpa dan porositas 45,70 %.

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi oleh **ILYAS SHODIQIN** ini,
Telah diperbaiki dan disetujui untuk diuji

Metro, 20 Februari 2023

Pembimbing I



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

NIDN. 0216068102

Pembimbing II



Eko Nugroho, S.T., M.Eng.

NIDN. 0016067801

Ketua Program Studi



Astroni, S.T., M.T.

NIDN. 0212128703

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh **ILYAS SHODIQIN** ini,
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 21 Februari 2023
Tim Penguji



Sulis Dri Handono, S.T., M.Eng _____, Penguji I
NIDN. 0216068102



Eko Nugroho, S.T., M.Eng _____, Penguji II
NIDN. 0016067801



Nurlaila Rajabiah, M.Sc _____, Penguji Utama
NIDN. 0204038902



Mengetahui Fakultas Teknik
Dekan,



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

MOTTO

Kamu tidak perlu jadi yang luar biasa untuk memulai, tapi kamu harus memulai untuk jadi yang luar biasa.

(Zig Ziglar)

Tidak perlu banyak kata kata, dunia perlu pembuktian!

(Ilyas Shodiqin)

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orangtuaku tercinta Bapak Marjuki dan Ibu Siti Nurohimah, serta kakak perempuanku Septi Nur Azizah 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 Eko Nugroho, M.Eng yang telah membantu membimbing dan memberi dukungan hingga terselesainya penulisan skripsi ini.
3. Kepada teman seperjuangan satu tim Khafid Al-Asngari, Rendi Saputra, Ardian Prayoga dan Arif Ardiansyah yang telah membantu dan memberikan semangat perjuangan.
4. Keluarga Besar Mahasiswa Fakultas Teknik (KBMFT) yang telah memberikan dukungan dan bantuannya terutama angkatan 2018.
5. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ilyas Shodiqin

NPM : 18520014

Program Studi : Teknik

Fakultas : Teknik Mesin

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Metro

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul **"PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA PROSES METALURGI SERBUK TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM BERPORI UNTUK APLIKASI SCAFFOLD TULANG MAMPU TERDEGRADASI"** 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,

Penulis



Ilyas Shodiqin

NPM. 18520013



UNIT PUBLIKASI ILMIAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
METRO



SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (*SIMILARITY CHECK*)

Nomor: 3362/II.3.AU/F/UPI-UK/2023

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : ILYAS SHODIQIN
NPM : 18520013
Jenis Dokumen : SKRIPSI

Judul:

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR SINTERING PADA PROSES METALURGI SERBUK TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM BERPORI UNTUK APLIKASI SCAFFOLD TULANG MAMPU TERDEGRADASI

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamspaan (*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, 13 Februari 2023

Kepala Unit,

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

alamat

KI Hajar Dewantara No. 116
Kaliwiyu, Kec. Metro Timur Kota Metro,
Jember, Jawa Timur, Indonesia

Website: www.upi.ummetro.ac.id
Email: upi@ummetro.ac.id

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Pada Proses Metalurgi Serbuk Terhadap Kekuatan Tekan Dan Struktur Mikro Magnesium Berpori Untuk Aplikasi Scaffold Tulang Mampu Terdegradasi”. Shalawat serta Salam disampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, semoga mendapatkan syafa’at-Nya di hari akhir nanti.

Penyelesaian Proposal 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 pembimbing utama.
5. Bapak Eko Nugroho, S.T, M.Eng. selaku pembimbing 2.
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 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.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

COVER

ABSTRAK	iv
RINGKASAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
MOTTO.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Kegunaan Penelitian.....	2
E. Ruang Lingkup Penelitian	2
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	4
A. Scaffold Tulang	4
B. Penelitian Relevan	26
C. Kerangka Pemikiran.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
A. Desain Penelitian	29
B. Tahap Penelitian	31
C. Definisi Operasional Variable	32
D. Teknik Pengumpulan Data.....	32
E. Instrumen Penelitian	33

F. Teknik Pengumpulan Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Gambaran Umum	40
B. Hasil Pengujian	40
C. Analisa Data	43
D. Pembahasan	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. KESIMPULAN	46
B. SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	50
RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat mekanik tulang manusia.	8
Tabel 2. Fisik magnesium murni.	12
Tabel 3. Hasil Uji Tekan Spesimen.	39
Tabel 4. Hasil persentase pori.	42
Tabel 5. Hasil uji kekuatan tekan.	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Scaffold tulang.....	4
Gambar 2. Struktur Tulang Panjang.....	6
Gambar 3.gambar penampang microstruktur tulang dengan XRD-EDX.....	9
Gambar 4.Magnesium	12
Gambar 5. Alat Proses Pembuatan Metalurgi Serbuk.....	14
Gambar 6.Skema proses kompaksi.....	17
Gambar 7.Tahap Awal Proses Sintering.....	18
Gambar 8. Tahap Kedua Proses Sintering.....	18
Gambar 9. Pertumbuhan Ikatan Antar Partikel.....	19
Gambar 10. Kurva Tegangan dan Regangan	22
Gambar 11.Mesin uji tekan	23
Gambar 12. Skema pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik.....	24
Gambar 13. Mikroskop optik	25
Gambar 14. Software Image-J.....	26
Gambar 15. Kerangka Pemikiran.....	28
Gambar 16. Diagram Alir.....	30
Gambar 17. Bentuk Spesimen Scaffold Tulang.....	31
Gambar 18. Alat Proses Pembuatan Metalurgi Serbuk.....	34
Gambar 19. Microscope Optik.....	34
Gambar 20. Mesin uji tekan Universal Testing Machine	35
Gambar 21. Alat Mesin Bubut.....	35
Gambar 22. Stopwatch	36
Gambar 23. Timbangan Digital.....	36
Gambar 24. Jangka Sorong.....	37
Gambar 25. Blender	37
Gambar 26. Ayakan	38
Gambar 27. Oven	38
Gambar 28. Software Image-J.....	39
Gambar 29. Struktur mikro temperatur 350°C dengan pembesaran 50x	40
Gambar 30. Struktur mikro temperatur 400°C dengan pembesaran 50x	41
Gambar 31. Struktur mikro temperatur 450°C dengan pembesaran 50x	41
Gambar 32. Grafik nilai rata-rata kuat tekan temperatur sintering.....	44