

**PENGARUH VARIASI WAKTU *HOLDING SINTERING* TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM
SEBAGAI BIOMATERIAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK UNTUK
APLIKASI IMPLAN TULANG**

SKRIPSI



OLEH :

RENDI SAPUTRA

NPM. 18520025

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



**PENGARUH VARIASI WAKTU *HOLDING SINTERING* TERHADAP KEKUATAN
TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM
SEBAGAI BIOMATERIAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK UNTUK
APLIKASI IMPLAN TULANG**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menyelesaikan Program
Studi Strata 1 (S1) Pada Program Sarjana Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Metro**

Disusun Oleh :

**RENDI SAPUTRA
NPM. 18520025**

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh Variasi Waktu *Holding Sintering* Terhadap Kekuatan Tekan Dan Struktur Mikro Magnesium Sebagai Biomaterial Dengan Metode Metalurgi Serbuk Untuk Aplikasi Implan Tulang. Data diperoleh dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Hasil penelitian berdasarkan pengujian, pengamatan, dan analisa yang telah dilakukan di laboratorium rekayasa material di ITERA. Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkatnya waktu *holding sintering* maka akan semakin sedikit porositas yang dihasilkan sehingga nilai densitas semakin tinggi, pada waktu *holding sintering* 60 menit porositas tercatat paling tinggi yaitu 38,04%, pada waktu *holding sintering* 90 menit porositas yang tercatat 23,85% dan paling sedikit porositasnya pada waktu *holding sintering* 120 menit yaitu 19,13%.

Kata Kunci : Variasi Waktu *Holding Sintering*, Kekuatan Tekan, Struktur Mikro Magnesium, Biomaterial, Metode Metalurgi Serbuk, Implan Tulang.

ABSTRAC

This study aimed to determine the effect of holding sintering time variations on the compressive strength and microstructure of magnesium as a biomaterial by using the powder metallurgy method for bone implant applications. The undertaken research was quantitative. The data were obtained from the Mechanical Engineering Laboratory of Muhammadiyah Metro University. Furthermore, testing, observation, and analysis were gained from the materials engineering laboratory at ITERA. The results of the research showed that when the hold sintering time was increased, the less visible grain to produce, so that the density value was higher. At the holding sintering time of 60 minutes of unseen grain recorded the highest, namely 38.04%, at the holding sintering time of 90 minutes of invisible grain was recorded at 23.85% and the least visible grain at the holding sintering time of 120 minutes was 19.13%.

keywords : *variation of holding sintering time, compressive strength, magnesium microstructure, biomaterials, powder metallurgy method, bone implants.*

PERSETUJUAN

Skripsi oleh **Rendi Saputra** ini,
Telah diperbaiki dan disetujui untuk diuji

Metro, 22 Februari 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Nurlaila Rajablah, M.Sc.
NIDN. 0204038902

Mengetahui :
Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Metro




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

PENGESAHAN

Skripsi oleh **Rendi Saputra** ini,
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 22 Februari 2023
Tim Penguji



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

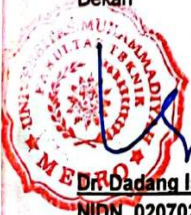


Nurlaila Rajabiah, M.Sc., Penguji II
NIDN. 0204038902



Eko Nugroho, S.T., M.Eng., Penguji Utama
NIDN. 0016067801

Mengetahui,
Fakultas Teknik
Dekan



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

MOTTO

Kerjakanlah urusan duniamu seakan-akan kamu hidup selamanya.
Dan laksanakanlah urusan akhiratmu seakan-akan kamu akan mati besok.
(HR Ibnu Asakir)

Bersabarlah tuhan tidak menjanjikan hidup ini mudah, tapi tuhan menjanjikan
setelah kesulitan pasti ada kemudahan.
(Rendi Saputra)

PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orang tuaku tercinta Bapak Mispan dan Ibu Suwarni, serta kakak laki-laki Dita Prasetyo yang telah memberikan cinta dan kasih sayang dengan ikhlas dan sabar, serta tak henti-hentinya selalu Berdoa memberikan semangat, bimbingan moral maupun spiritual untuk keberhasilanku.
2. Kepada Bapak Sulis Dri Handono, M.Eng dan Ibu Nurlaila Rajabiah, M.Sc. yang telah membantu membimbing dan memberi dukungan hingga menyelesaikan penulisan skripsi ini.
3. Kepada teman seperjuangan satu tim Ilyas Shodiqin, Khafid Al Asngari, Ardian Prayoga dan Arif Ardiansyah yang telah membantu dan memberikan semangat perjuangan.
4. Keluarga Besar Mahasiwa Fakultas Teknik (KBMFT) yang telah memberikan dukungan dan bantuannya terutama angkatan 2018.
5. Untuk NPM 18630055 yang sudah menemani sampai saat ini.
6. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Waktu *Holding Sintering* Terhadap Kekuatan Tekan Dan Struktur Mikro Magnesium Sebagai Biomaterial Dengan Metode Metalurgi Serbuk Untuk Aplikasi Implan Tulang”. 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, 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. Ibu Nurlaila Rajabiah, M.Sc. selaku dosen Pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro yang telah banyak memberikan bekal ilmu, pengetahuan, pikiran, waktu, tenaga dan pengalaman selama mengikuti perkuliahan, sehingga selesainya penulisan skripsi ini.
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 doa yang telah diberikan menjadi pintu datangnya Ridho dan Kasih Sayang Allah SWT di dunia dan akhirat.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari unsur kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekeliruan dalam penyusunan dan penulisan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna untuk menyempurnakan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Universitas Muhammadiyah Metro.

Metro, 22 Februari 2023

Penulis

Rendi Saputra

NPM. 18520025

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Rendi Saputra

NPM : 18520025

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Metro

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**PENGARUH VARIASI WAKTU HOLDING SINTERING TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM SEBAGAI BIOMATERIAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK UNTUK APLIKASI IMPLAN TULANG**" 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



Rendi Saputra

NPM. 18520025



UNIT PUBLIKASI ILMIAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
METRO

SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (*SIMILARITY CHECK*)

Nomor: 3386/II.3.AU/F/UPI-UK/2023

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : RENDI SAPUTRA
NPM : 18520025
Jenis Dokumen : SKRIPSI

Judul:

PENGARUH VARIASI WAKTU HOLDING SINTERING TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO MAGNESIUM SEBAGAI BIOMATERIAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK UNTUK APLIKASI IMPLAN TULANG

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, 20 Februari 2023

Kepala Unit

Dr. Arif 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
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	x
SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (<i>SIMILARITY CHECK</i>)	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Peneliti	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
A. Tulang Manusia.....	5
1. Komposisi Tulang.....	6
2. Fungsi Tulang.....	6
3. Sifat Mekanik.....	7
4. Sifat Mekanik Tulang	7
5. Struktur Mikro	8
6. Struktur Mikro Tulang	9
B. Implan Tulang	10

C. Biomaterial	11
1. <i>Stainless Steel</i>	11
2. Titanium dan Paduannya.....	12
3. Paduan Co-Cr	12
4. Magnesium dan Paduannya	12
D. Metalurgi Serbuk (<i>Powder Metallurgy</i>).....	13
1. Kelebihan dan Kekurangan Metalurgi Serbuk.....	14
2. Proses Metalurgi Serbuk	14
E. Sifat dan Karakteristik Serbuk	21
1. Ukuran dan Distribusi Partikel	21
2. Mampu Alir	22
3. Komposisi Kimia.....	22
4. Kompresibilitas	22
5. Kemampuan Sinter.....	23
F. Magnesium (<i>Mg</i>)	23
G. Pengujian Mekanik.....	24
H. Pengamatan Struktur Mikro.....	26
I. Penelitian Relevan	27
J. Kerangka Pemikiran.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Desain Penelitian	30
B. Teknik Pengumpulan Data	30
C. Bahan dan Alat Penelitian	33
D. Tahapan Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Gambaran Umum.....	41
B. Hasil Pengujian	41
1. Data Hasil Pengujian Struktur Mikro	41
2. Data Hasil pengujian Kekuatan Tekan.....	43
C. Analisa Data.....	50
1. Hasil Pengujian Struktur Mikro.....	50
2. Hasil Pengujian Kekuatan Tekan.....	51

D. Pembahasan	51
BAB V PENUTUP	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Sifat Mekanik Tulang Manusia	8
Tabel 2. Fisik Magnesium Murni	24
Tabel 3. Spesimen Silinder Pada ASTM E-9	25
Tabel 4. Hasil Uji Tekan Spesimen	40
Tabel 5. Hasil Persentase Porositas Olah Gambar ImageJ.....	43
Tabel 6. Hasil Uji kekuatan Tekan.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penampang Tulang Trabekular Dan Kompakta.....	5
Gambar 2. SEM Dari Paduan Mg-Ca.....	8
Gambar 3. Penampang Microstruktur Tulang Dengan XRD-EDX	9
Gambar 4. Implan Tulang	10
Gambar 5. Alat Proses Pembuatan Metalurgi Serbuk.....	14
Gambar 6. Skema Proses Kompaksi	16
Gambar 7. Pertumbuhan Ikatan Mikrostruktur Antar Partikel Logam.....	17
Gambar 8. Tahap Pertama Proses Sinter	19
Gambar 9. Pertumbuhan Leher Dan Volume Penyusutan.....	20
Gambar 10. Pertumbuhan Leher Dengan Discontinues Pore-Phase	20
Gambar 11. Magnesium	23
Gambar 12. Alat Uji Tekan Spesimen	24
Gambar 13. Skema Pengamatan Struktur Mikro Dengan Mikroskop Optik	26
Gambar 14. Mikroskop Optik	27
Gambar 15. Kerangka Pemikiran.....	29
Gambar 16. Diagram Alir	32
Gambar 17. Magesium	33
Gambar 18. Alat Metalurgi Serbuk.....	33
Gambar 19. Stopwatch	34
Gambar 20. Ayakan.....	34
Gambar 21. Alat Uji Tekan.....	35
Gambar 22. Alat Uji Struktur Mikro.....	35
Gambar 23. Timbangan	36
Gambar 24. Furnace.....	36
Gambar 25. Mesin Bubut	36
Gambar 26. Gerinda	37
Gambar 27. Amplas.....	37
Gambar 28. Mikrometer	37
Gambar 29. Blender	38
Gambar 30. Software ImageJ	38
Gambar 31. Struktur Mikro Waktu Holding Sintring 60 Menit Pembesaran 50x	41
Gambar 32. Struktur Mikro Waktu Holding Sintring 90 Menit Pembesaran 50x	42

Gambar 33. Struktur Mikro Waktu Holding Sintring 120 Menit Pembesaran 50x	42
Gambar 34. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 60 Menit Spesimen A1	44
Gambar 35. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 60 Menit Spesimen A2	44
Gambar 36. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 60 Menit Spesimen A3	45
Gambar 37. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 90 Menit Spesimen B1	45
Gambar 38. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 90 Menit Spesimen B2	46
Gambar 39. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 90 Menit Spesimen B3	46
Gambar 40. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 120 Menit Spesimen C1	47
Gambar 41. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 120 Menit Spesimen C2	47
Gambar 42. Kurva Hasil Uji Tekan Dengan Waktu 120 Menit Spesimen C3	48
Gambar 43. Grafik Nilai Kekuatan Tekan Waktu Holding Sintering 60 Menit	48
Gambar 44. Grafik Nilai Kekuatan Tekan Waktu Holding Sintering 90 Menit	49
Gambar 45. Grafik Nilai Kekuatan Tekan Waktu Holding Sintering 120 Menit	49
Gambar 46. Grafik Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Waktu Holding Sintering ..	50