

# **TUGAS AKHIR**

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN  
SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PANDUAN Al-Mg  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



**Disusun Oleh :**

**GILANG YONI PRATAMA**

**NBI : 1421700180**

**HERDIAN WILDANARTA**

**NBI : 1421700135**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2021**

# TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN  
SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PANDUAN Al-Mg  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



**Disusun Oleh :**

**GILANG YONI PRATAMA**

**NBI : 1421700180**

**HERDIAN WILDANARTA**

**NBI : 1421700135**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2021**

## **TUGAS AKHIR**

### **STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)

Pada Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

**Disusun oleh:**

**Gilang Yoni Pratama**

**1421700180**

**Herdian Wildanarta**

**1421700135**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2021**

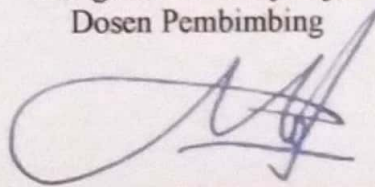
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : GILANG YONI PRATAMA  
NBI : 1421700180  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN  
WAKTU TAHAN SINTERING TERHADAP NILAI  
KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg DENGAN  
METODE METALURGI SERBUK

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



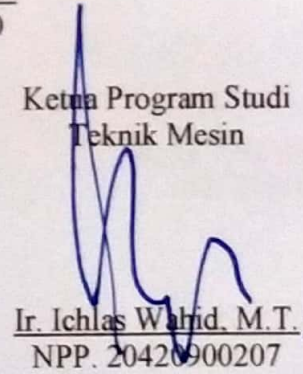
Mastuki, S.Si., M.Si  
NPP. 2042150690

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saivyo, M.Kes.  
NPP. 20420900197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Ir. Ichlas Walid, M.T.  
NPP. 20420900207

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

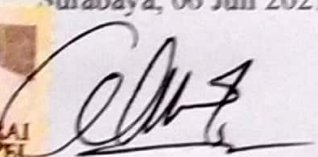
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**“STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN  
SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK”**

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 06 Juli 2021



  
Gilang Yoni Pratama  
1421700180



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gilang Yoni Pratama  
NBI/ NPM : 1421700180  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

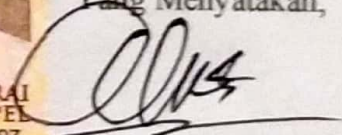
**“STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK”**

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 12 Juli 2021



Yang Menyatakan,

  
Gilang Yoni Pratama  
1421700180

**LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA**

**“AN UNYIELDING LOSER IS BETTER THAN AN  
ARROGANT’S FIGHTER”**

**ABSTRAK**  
**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN**  
**SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg**  
**DENGAN METODE METALURGI SERBUK**

*Penelitian ini dilakukan untuk menguasai pembuatan paduan dari Al dengan Mg melalui teknik metalurgi serbuk. Penguasaan teknologi pembuatan material paduan Al-Mg dapat mengatasi kebutuhan manusia terhadap barang – barang yang berkualitas dengan cara merekayasa pada saat pembuatan.*

*Pengaruh suhu sintering dengan variasi 400 °C, 450 °C dan 500 °C berpengaruh terhadap densitas, struktur mikro dan kekerasan. Semakin tinggi suhu sintering maka akan diiringi dengan kenaikan densitas dan akan berbanding terbalik pada nilai kekerasan.. Nilai densitas terendah ada pada suhu sintering 400 °C untuk spesimen Al-Mg4,5% serta 500 °C untuk spesimen Al murni dengan angka 2,43 gr/cm<sup>3</sup> dan 2,35 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai kekerasan tertinggi ada pada spesimen A4 dan D4 dengan nilai kekerasan 50,94 HRB dan 49,15 HRB*

*Pengaruh waktu tahan sintering dengan variasi 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Berpengaruh terhadap densitas, struktur mikro dan nilai kekerasan. Semakin lama waktu tahan sinter akan menyebabkan nilai densitas meningkat dan terjadi penurunan pada nilai kekerasan. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan nilai densitas tertinggi ada pada spesimen C5 dan E4,5 dengan nilai densitas 2,54gr/cm<sup>3</sup> dan 2,48gr/cm<sup>3</sup>. Nilai kekuatan tertinggi A4 dan D4 dengan nilai 50,94 HRB dan 49,15 HRB.*

**Kata Kunci : Al-Mg, Al, Densitas, Rockwell B, Struktur mikro**



**ABSTRACT**  
**EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF SINTERING  
RESISTANCE TEMPERATURE AND TIME ON THE HARDNESS VALUE  
OF Al-Mg ALLOY WITH POWDER METALLURGY METHOD**

This research was conducted to master the manufacture of alloys from Al with Mg through powder metallurgy techniques. Mastery of technology for making Al-Mg alloy materials can overcome human needs for quality goods by engineering at the time of manufacture.

The effect of sintering temperature with variations of 400 °C, 450 °C and 500 °C affects the density, microstructure and hardness. The higher the sintering temperature, the higher the density and the inversely proportional to the hardness value. The lowest density values were at a sintering temperature of 400 °C for 4.5% Al-Mg specimens and 500 °C for pure Al specimens with numbers 2.43 gr/cm<sup>3</sup> and 2.35 gr/cm<sup>3</sup>. The highest hardness values are on specimens A4 and D4 with hardness values of 50.94 HRB and 49.15 HRB

Effect of sintering hold time with variations of 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. Affects the density, microstructure and hardness values. The longer the sintering time will cause the density value to increase and a decrease in the hardness value. Based on observations that have been made, the highest density values are in specimens C5 and E4,5 with a density value of 2.54gr/cm<sup>3</sup> and 2.48gr/cm<sup>3</sup>. The highest strength values are A4 and D4 with a value of 50.94 HRB and 49.15 HRB.

**Keywords: Al-Mg, Al, Density, Rockwell B, Microstructure**

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “STUDI EKSPERIMEN PENGARUH SUHU DAN WAKTU TAHAN SINTERING TERHADAP NILAI KEKERASAN DARI PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK” .

Begitu banyak masalah teknis maupun non teknis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini ketika selama melakukan penelitian baik di laboratorium, peminjaman alat dan material maupun ketika penyusunan Tugas Akhir ini. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan arahan dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa suka cita dan terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait :

1. Allah SWT yang telah menyertai dan memberkahi dalam pembuatan Tugas Akhir.
2. Seluruh keluarga terutama orang tua dan adik saya yang telah memberikan dukungan, semangat, doa serta bantuan berupa material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Mastuki, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT, selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Maula Nafi, ST., MT, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Para dosen Program Studi Teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, yang telah memberikan ilmu sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir
7. Teman teman HIMAMETA yang memberikan dukungan , semangat ilmu pengetahuan dan doa.
8. Teman teman Black Cobra yang telah mendukung dan mendoakan
9. Teman teman Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah mendukung dan mendoakan
10. Teman teman Hotel Pop yang telah mendukung dan memberikan ruang untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis Menyadari bahwa masih ada beberapa hal yang ditambahkan untuk menyempurnakan dan melengkapi Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan tanggapan dan saran dari para pembaca.

Surabaya, 14 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR DENGAN PERNYATAAN GELAR .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN DAN KATA MUTIARA.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.3. Latar Belakang Masalah.....	1
1.4. Perumusan Masalah .....	2
1.5. Batasan Masalah .....	2
1.6. Tujuan Penelitian .....	2
1.7. Manfaat Penelitian .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Metalurgi Serbuk.....	3
2.1.1. Pencampuran .....	3
2.1.2. Penekanan (Kompaksi).....	4
2.1.3. Sintering .....	5
2.1.4. Aluminium .....	6
2.2. Magnesium (Mg).....	7
2.3. Paduan Al-Mg .....	7
2.4. Pengujian Densitas .....	8
2.5. Pengujian Kekerasan .....	8

2.6.	Pengujian Struktur Mikro.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....		11
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	11
3.1.1.	Rencana Penelitian .....	12
3.2	Variabel Penelitian.....	14
3.2.2.	Variabel bebas .....	14
3.2.3.	Variabel Terikat .....	14
3.2.4.	Variabel Terkontrol .....	14
3.3.1.	Mulai .....	15
3.3.2.	Studi Literatur .....	15
3.3.3.	Persiapan Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.3.3.1.	Persiapan Alat dan Bahan proses Pembuatan Spesimen .....	18
3.3.3.2.	Persiapan Alat dan Bahan Proses Sintering menggunakan Oven ( <i>furnace</i> ) .....	19
3.3.3.3.	Persiapan Alat dan Bahan proses Pengujian Densitas.....	19
3.3.3.4.	Persiapan Alat dan Bahan pengujian Struktur Mikro.....	20
3.3.3.5.	Persiapan Alat proses Pengujian Kekerasan .....	20
3.3.4.2.	Pencampuran ( <i>Mixing</i> ) .....	21
3.3.4.3.	Kompaksi .....	22
3.3.5.	Variabel Suhu dan Waktu Tahan Sintering .....	22
3.3.6.	Pengujian Densitas .....	24
3.3.7.	Pengujian Struktur Mikro .....	24
3.3.8.	Pengujian Kekerasan .....	25
3.3.9.	Pengumpulan Data .....	26
3.3.10.	Analisa Data.....	26
3.3.11.	Kesimpulan .....	26
BAB IV DATA DAN ANALISA .....		27
4.1.	Data Hasil Pengujian.....	28
4.1.1.	Data Hasil Uji Densitas .....	28
4.1.2.	Data Hasil Uji Kekerasan (HRB) .....	29

4.1.3.	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro (Metalografi) .....	31
4.2.	Perhitungan dan Grafik .....	34
4.2.1.	Uji Densitas .....	34
4.2.2.	Uji Kekerasan (HRB) .....	38
4.3.	Pembahasan .....	41
4.3.1.	Pengaruh Tempertur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Densitas	41
4.3.2.	Pengaruh Tempertur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Struktur Mikro .....	42
4.3.3.	Pengaruh Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering terhadap Kekerasan Rockwell B (HRB) .....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		45
5.1.	Kesimpulan .....	45
5.2.	Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....		47
LAMPIRAN .....		49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Difersi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk.....	4
Gambar 2. 2 Skema Proses Kompaksi .....	5
Gambar 2. 3 Proses Penekanan .....	5
Gambar 2. 4 Diagram Fasa Al-Mg.....	7
Gambar 4. 1 Grafik hubungan suhu sintering terhadap nilai densitas Al-Mg4,5%..	36
Gambar 4. 2 Grafik hubungan waktu tahan sintering terhadap nilai densitas Al-Mg4,5% .....	36
Gambar 4. 3 Grafik hubungan suhu sintering terhadap nilai densitas Al murni .....	37
Gambar 4. 4 Grafik hubungan waktu tahan sintering terhadap nilai densitas Al murni .....	37
Gambar 4. 5 Grafik suhu sintering terhadap nilai kekerasan Al-Mg4,5% .....	40
Gambar 4. 6 Grafik hubungan suhu sintering terhadap nilai kekerasan Al-Mg4,5%40	
Gambar 4. 7 Grafik hubungan suhu sintering terhadap nilai kekerasan Al murni ...	41
Gambar 4. 8 Grafik hubungan waktu tahan sintering terhadap nilai kekerasan Al murni.....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat sifat fisis Aluminium .....	7
Tabel 2. 2 Skala Kekerasan Rockwell dengan jenis indentor yang sesuai gaya yang diterapkan dan aplikasi pada material .....	8
Tabel 3. 1 Alat-alat penelitian .....	15
Tabel 3. 2 Bahan penelitian .....	17
Tabel 3. 3 Alat yang digunakan dalam proses pembuatan Al-Mg dan Al murni .....	18
Tabel 3. 4 Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan Al-Mg dan Al murni ..	18
Tabel 3. 5 Alat yang digunakan dalam proses sintering .....	19
Tabel 3. 6 Bahan yang digunakan dalam proses sintering .....	19
Tabel 3. 7 Alat yang digunakan dalam pengujian densitas .....	19
Tabel 3. 8 Bahan yang digunakan dalam pengujian densitas .....	20
Tabel 3. 9 Alat yang digunakan dalam pengujian struktur mikro .....	20
Tabel 3. 10 Bahan yang digunakan dalam pengujian struktur mikro .....	20
Tabel 3. 11 Alat yang digunakan dalam proses pengujian kekerasan .....	20
Tabel 4.1 Kodevikasi spesimen .....	27
Tabel 4.2 Data hasil uji densitas dengan kompaksi 5000 Psi dan waktu tahan kompaksi 5 menit .....	28
Tabel 4.3 Data hasil pengujian nilai kekerasan dengan kompaksi .....	29
Tabel 4.4 Data hasil ujistruktur mikro (metalografi) dengan kompaksi 5000 Psi waktu tahan kompaksi 5 menit .....	31
Tabel 4.5 Perhitungan uji densitas dengan kompaksi 5000 Psi dan waktu tahan kompaksi 5 menit .....	34
Tabel 4.6 Hasil nilai kekerasan HRB 5 titik .....	38