

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN %Mg
TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



Disusun Oleh :

GALUH CANDRA PUJO H.
NBI : 1421700004

ISFIYANTO LUHUR P.
NBI : 1421700035

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

2021

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN %Mg TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK



Disusun oleh:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Galuh Candra Pujo H. | 1421700004 |
| 2. Isfiyanto Luhur P. | 1421700035 |

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

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN %Mg TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Studi Strata Satu (S-1) Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Galuh Candra Pujo H. | 1421700004 |
| 2. Isfiyanto Luhur P. | 1421700035 |

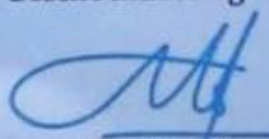
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : 1. GALUH CANDRA PUJO HERMAWAN
2. ISFIYANTO LUHUR PAMBUDI
NBI : 1. 1421700004
2. 1421700035
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : **STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN
DAN %Mg TERHADAP DENSITAS,
KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADUAN Al-Mg DENGAN METODE
METALURGI SERBUK**

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



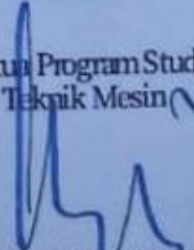
Mastuki, S.Si., M.Si.
NPP. 20420150690



Dekan
Fakultas Teknik

Dr. H. Salvo, M.Kes.
NPP. 20410900197

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 TEKANAN DAN %Mg TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO 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 manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 9 Juli 2021



Galuh Candra Pujo H

1421700004



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : GALUH CANDRA PUJO HERMAWAN
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

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

"STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN % Mg TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK"

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (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 : 9 Juli 2021



(GALUH CANDRA PUJO HERMAWAN)

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN %Mg TERHADAP DENSITAS, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-Mg DENGAN METODE METALURGI SERBUK (*Powder metallurgy*)

Paduan dengan bahan dasar aluminium termasuk paduan yang sangat kaya manfaatnya dalam dunia perindustrian. Sebagian dari manfaatnya seperti peralatan rumah tangga, peralatan informasi, energi berkelanjutan, dan ilmu kehidupan bahkan diharapkan dapat memenuhi tren baru di industri otomotif, kendaraan listrik dan hybrid. Banyak sekali metode yang dilakukan untuk mensintesis paduan ini, contohnya adalah dengan metode metalurgi serbuk, dengan menambahkan komposisi magnesium. Kompaksi dilakukan dengan beban 4000 Psi, 5000 Psi dan 6000 Psi dan ditahan selama 5 menit. Pada analisis ini akan dilakukan tanggang sintering pada paduan setelah dilakukan pencampuran dan penekanan. Sintering dilakukan pada suhu 450°C selama 90 menit. Identifikasi pada material menggunakan densitas, kekerasan dan struktur mikro. Banyak komponen yang mempengaruhi sifat mekanik paduan Al-Mg, maka pada penelitian ini akan melibatkan serbuk Al, yang akan ditambahkan serbuk Mg dengan komposisi 3,5%, 4,5% dan 5,5% berat. Dengan ditambahkan serbuk Mg diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik dan struktur mikro paduan berbasis aluminium dibandingkan dengan aluminium murni.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai densitas pada setiap variasi penambahan %Mg dan tekanan dimana densitas terbesar ada pada variasi penambahan 3,5% Mg dengan tekanan sebesar 4000 Psi dengan nilai densitas 2,52 gr/cm³ dan nilai densitas terendah pada aluminium murni dengan tekanan 4000 Psi dengan nilai 2,33 gr/cm³. Sedangkan nilai kekerasan terendah pada tekanan 6000 Psi tanpa penambahan Mg yaitu 46,91 HRB, dan nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 5000 Psi dengan penambahan Mg 4,5% dengan nilai kekerasan 49,3 HRB. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan paduan Mg membuat densitasnya menurun, dapat dilihat pada grafik 4.2, dan juga semakin tinggi penambahan Mg, nilai kekerasannya juga mengalami penurunan.

Kata Kunci : Metalurgi serbuk, Paduan Al-Mg, Tekanan, Komposisi Mg, Kompaksi, Sintering, Struktur Mikro

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF PRESSURE AND %Mg ON THE DENSITY, HARDNESS AND MICROSTRUCTURE OF AL-Mg ALLOYS WITH POWDER METALLURGY METHOD *(Powder metallurgy)*

Alloys with aluminum base materials include alloys that are very rich in benefits in the industrial world. Some of its benefits such as household appliances, information equipment, sustainable energy, and life sciences are even expected to meet new trends in the automotive, electric and hybrid vehicle industries. Many methods have been used to synthesize this alloy, for example, the powder metallurgy method, by adding a magnesium composition. Compaction was carried out with a load of 4000 Psi, 5000 Psi and 6000 Psi and held for 5 minutes. In this analysis, a sintering ladder will be carried out on the alloy after mixing and pressing. Sintering was carried out at 4500C for 90 minutes. Identification of materials using density, hardness and microstructure. Many components affect the mechanical properties of Al-Mg alloys, so this research will involve Al powder, to which Mg powder will be added with a composition of 3.5%, 4.5% and 5.5% by weight. The addition of Mg powder is expected to improve the mechanical properties and microstructure of aluminum-based alloys compared to pure aluminum.

From the results of the study, it was found that the density value for each variation of the addition of %Mg and pressure where the largest density was in the addition of 3.5% Mg with a pressure of 4000 Psi with a density value of 2.52 gr/cm³ and the lowest density value on pure aluminum with a pressure of 4000 Psi with a value of 2.33 gr/cm³. While the lowest hardness value at 6000 Psi pressure without the addition of Mg is 46.91 HRB, and the highest hardness value at 5000 Psi pressure with the addition of Mg 4.5% with a hardness value of 49.3 HRB. This shows that the higher the addition of Mg alloys, the density decreases, it can be seen in graph 4.2, and also the higher the addition of Mg, the hardness value also decreases.

Keywords : *Powder metallurgy, Al-Mg alloy, Pressure, Mg composition, Compaction, Sintering, Microstructure*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas hadirat Allah SWT telah menganugerahkan rahmatnya agar penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini, sehingga dapat memenuhi persyaratan tertentu untuk dapat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, pendapat dan saran semua pihak, sehingga penulis dapat mengatasi kesulitan yang dihadapi. Untuk ini, penulis dengan tulus berterima kasih:

1. Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM, CMA. CPA. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya..
2. Bapak Dr. Ir. Sajjiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Mastuki, S.Si., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, pengarah, motivasi dan semangat.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada kita.
6. Staf Perpustakaan Pusat Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. dan Fakultas Teknik atas pelayanannya dalam menyediakan berbagai macam buku referensi yang diperlukan dalam menyusun Tugas akhir ini.
7. Teman seperjuangan mahasiswa teknik mesin angkatan 2017. Terima kasih atas kebersamaan dan kebahagiaan yang sudah lama terjalin.
8. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan dalam bentuk apapun, semoga Allah Swt memberikan berkah dan karunia-Nya atas segala amal kebaikan dari semua pihak yang telah diberikan.

Tugas akhir ini tidak dapat dibedakan dari kekurangan dan kekurangannya, oleh karena itu penulis berharap agar pembaca dapat memberikan komentar, kritik dan saran. Penulis berharap artikel ini dapat membantu semua pihak yang berkepentingan.

Surabaya, 9 Juli 2021
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Definisi Metalurgi Serbuk.....	5
2.2. Metalurgi Serbuk	6
2.2.1. Produksi Serbuk	6
2.2.2. Sifat dan Karakteristik Serbuk	6
2.2.3. Proses Pencampuran Serbuk	8
2.2.4. Proses Penekanan (<i>Compacting</i>).....	10
2.2.4.1. Penekanan Dingin (<i>Cold Compacion</i>).....	10
2.2.4.2. Penekanan Panas (<i>Hot Compacion</i>).....	12
2.2.5. Proses Pemanasan (<i>Sintering</i>).....	12
2.3. Aluminium	12
2.4. Magnesium.....	14
2.5. Pengujian Densitas.....	15

2.6.	Pengujian Strukturmikro.....	15
2.7.	Pengujian Kekerasan.....	17
BAB III.....		19
METODE PENELITIAN		19
3.1.	Diagram Alir (Flowchart)	19
3.2.	Rencana Penelitian.....	20
3.3.	Penjelasan diagram Alir.....	20
3.3.1.	Mulai.....	20
3.3.2.	Studi Literatur	20
3.3.3.	Persiapan Alat Dan Bahan.....	21
3.3.3.1.	Alat.....	21
3.3.4.	Pencampuran Al-Mg.....	24
3.3.4.1.	Penimbangan	24
3.3.4.2.	Pencampuran.....	24
3.3.5.	Pencetakan Spesimen	24
3.3.5.1.	Pencetakan	24
3.3.5.2.	Kompaksi	25
3.3.5.3.	Sintering.....	25
3.3.6.	Pengujian Densitas	26
3.3.7.	Pengujian Struktur Mikro	27
3.3.8.	Pengujian Kekerasan	28
BAB IV.....		29
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN		29
4.1.	Data Hasil Penelitian	30
4.1.1.	Data Hasil Uji Densitas	30
4.1.2.	Data Hasil Uji Densitas	30
4.1.3.	Data Hasil Uji Kekerasan (<i>Rockwell B</i>)	32
4.2.	Perhitungan dan Grafik	34
4.2.1.	Perhitungan dan Grafik Uji Densitas.....	34

4.2.2.	Perhitungan dan Grafik Uji Kekerasan.....	36
4.3.	Pembahasan.....	38
4.3.1.	Analisa Hasil Uji Densitas.....	38
4.3.2.	Analisa Hasil Uji Struktur Mikro.....	39
4.3.4.	Analisa Hasil Uji Kekerasan.....	40
BAB V	43
KESIMPULAN	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dispersi partikel fase kedua dalam campuran bubuk.....	9
Gambar 2. 2 Skema proses Kompaksi (Rusianto 2009)	10
Gambar 2. 3 Prinsip penekanan dingin (kiri: aksial- resp. Pengepresan mati; kanan: pengepresan isostatik)	11
Gambar 2. 4 Hubungan kerapatan tekanan tipikal dalam pemadatan bubuk logam dan keramik (setelah Fischmeister)	12
Gambar 2. 5 Struktur kristal - aluminium - struktur kristal kubik berpusat muka: (a) representasi sel satuan bola keras, (b) sel satuan bola-reduksi, dan (c) kumpulan banyak atom [85,86] (Totten and MacKenzie 2003) .	14
Gambar 2. 6 Mikroskop metalografi	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	20
Gambar 4. 1 Pola yang Digunakan untuk Pengujian	32
Gambar 4. 2 Grafik Tekanan Terhadap Densitas	35
Gambar 4. 3 Grafik Komposisi Mg Terhadap Densitas.....	35
Gambar 4. 4 Grafik Tekanan Terhadap Kekerasan	37
Gambar 4. 5 Grafik Komposisi Terhadap Kekerasan	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik Aluminium	13
Tabel 2. 2 Sifat Fisik Magnesium Murni (Kutz 2015)	15
Tabel 2. 3 Skala Kekerasan Rockwell.....	17
Tabel 3. 1 Alat.....	21
Tabel 3. 2 Bahan.....	23
Tabel 4. 1 Kodefikasi spesimen	29
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Uji Densitas	30
Tabel 4. 3 Hasil Uji Struktur Mikro	30
Tabel 4. 4 Hasi Pengujian Rockwell B	33
Tabel 4. 5 Hasil uji Densitas	34
Tabel 4. 6 Perhitungan Kekerasan.....	36