

# TUGAS AKHIR

**ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN  
SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP  
KEKERASAN DENGAN METODE METALURGI  
SERBUK**



**Disusun Oleh**

**AHMAD SAIFULLAH**

**NBI : 1421800046**

**SAIFUL ARIF**

**NBI : 1421800107**

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

**2022**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN DENGAN METODE METALURGI SERBUK**



Disusun oleh :

**Ahmad Saifullah**

**1421800046**

**Saiful Arif**

**1421800107**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2022**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN 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 :

**Ahmad Saifullah**  
**1421800046**

**Saiful Arif**  
**1421800107**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2022**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

---

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : AHMAD SAIFULLAH  
NBI : 1421800046  
NAMA : SAIFUL ARIF  
NBI : 1421800107  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH  
TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA  
PADUAN AL-Ti TERHADAP KEKERASAN  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing




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

Dekan Fakultas



Dr. Ir. Saiful M. Kes., IPM  
NPP. 20410900197

Ketua Program Studi



Adh Santoso, ST., M.T.  
NPP. 2042960485



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 : Ahmad Saifullah  
NBI/NPM : 1421800046  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : ~~Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek\*~~

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:

ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU  
SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN  
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 : 15 Juli 2022

atakan,  
  
(Ahmad Saifullah)  
1421800046

\*Coret yang tidak perlu



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul: ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN 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.



Ahmad Baifullah

1421800046

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur yang mandalam, dengan telah diselesaikannya skripsi ini penulis mempersembahkannya kepada:

1. Allah SWT yang telah menyertai dan memberkahi dalam pembuatan Proposal Tugas Akhir.
2. Seluruh keluarga terutama orang tua dan kakak saya yang telah memberikan dukungan, semangat, doa serta bantuan berupa material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
3. Bapak Mastuki, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T, selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Maula Nafi S.T. 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 dan Senior HIMAMETA yang memberikan dukungan, semangat ilmu pengetahuan dan doa.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah mendukung dan mendoakan.
9. Teman-teman Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan dukungan setiap saat kepada saya.
10. Teman-teman BadBoys yang telah menemani dari awal sampai saat ini.

## ABSTRAK

### ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN DENGAN METODE METALURGI SERBUK

*Metalurgi serbuk adalah metode yang terus dikembangkan dari proses manufaktur yang dapat mencapai bentuk komponen akhir dengan mencampurkan serbuk secara bersamaan, salah satu contoh aluminum dengan penguat titanium. Yang memiliki manfaat bagi dunia industri penerbangan dan militer terkhususnya pesawat terbang. Penelitian ini menggunakan variasi kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi dengan waktu tahan 10 menit dan variasi suhu Sintering 450°C dan 500°C dalam waktu tahan 90 menit. Identifikasi material menggunakan pengujian densitas, pengujian kekerasan rockwell B. Dengan paduan Al-Ti (92%, 8%) dan berat 3 gram. Dari hasil penelitian Al-Ti 8% didapatkan semakin besar kompaksi semakin besar juga nilai densitas dan kekerasan. Nilai densitas tertinggi pada kompaksi 6000 Psi dengan nilai 2,981 gr/cm<sup>3</sup>. Dan nilai kekerasan terendah pada kompaksi 5000 Psi dengan nilai 43,44 gr/cm<sup>3</sup>. Pada Al-Ti 8% suhu Sintering 450°C memiliki nilai densitas dan kekerasan lebih tinggi dari pada suhu sintering 500°C. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai densitas dan kekerasan Ada pada suhu Sintering 450°C pada nilai densitas 2,981 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai Kekerasan 44,85 gr/cm<sup>3</sup>.*

**Kata Kunci :** *Al-Ti, Densitas, Kekerasan, Kompaksi, Metalurgi serbuk, Sintering*



## ABSTRACT

### EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF SINTER PRESSURE AND TEMPERATURE ON AL-Ti ALLOYS ON HARDNESS USING POWDER METALLURGY METHOD

*Powder metallurgy is a continuously evolving method of manufacturing processes that can achieve the final component shape by mixing the powders together, for example aluminum with a titanium booster. Which has benefits for the aviation industry and the military, especially airplanes. This research uses a compaction variation of 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi with a holding time of 10 minutes and a Sintering temperature variation of 450°C and 500°C with a holding time of 90 minutes. Material identification using density test, rockwell B hardness test. Al-Ti alloy (92%, 8%) and weight 3 grams. From the results of the Al-Ti 8% study, it was found that the greater and the greater the value of density and hardness. The highest density value is at 6000 Psi compaction with a value of 2,981 gr/cm<sup>3</sup>. And the lowest hardness value is at 5000 Psi compaction with a value of 43.44 gr/cm<sup>3</sup>. At 8% Al-Ti, the sintering temperature of 450°C has higher density and hardness values than the sintering temperature of 500°C. Based on the research that has been done, the density and hardness values exist at a sintering temperature of 450°C at a density value of 2,981 gr/cm<sup>3</sup> and a Hardness value of 44.85 gr/cm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** Al-Ti, Density, Hardness, Compaction, Powder Metallurgy, Sintering

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur atas kehadiran Tuhan YME yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul “ANALISA EKSPERIMEN PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTER PADA PADUAN Al-Ti TERHADAP KEKERASAN DENGAN METODE METALURGI SERBUK”.

Begitu banyak masalah teknis maupun non teknis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini ketika selama melakukan penelitian baik di laboratorium, peminjaman alat dan material maupun ketika penyusunan Proposal Tugas Akhir ini. Dalam penyusunan Proposal 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 :

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.

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASIKARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Metalurgi Serbuk.....	5
2.1.1 Pencampuran Serbuk (mixing).....	5
2.1.2 Penekanan (Kompaksi) .....	6
2.1.3 Pemanasan (Sintering).....	7
2.2 Sifat Khusus Serbuk .....	7
2.3 Aluminium (Al).....	8
2.4 Titanium (Ti).....	9

2.5 Paduan Al-Ti .....	10
2.6 Pengamatan Struktur Mikro .....	11
2.7 Densitas .....	12
2.8 Pengujian Kekerasan .....	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Diagram alir .....	15
3.1.1 Variabel penelitian .....	19
3.2 Perencanaan penelitian .....	19
3.2.1 Bahan dan Alat .....	19
3.2.2 Penimbangan pada Pencampuran Al-Ti .....	24
3.2.3 Pencetakan Sampel.....	24
3.2.4 Sintering .....	24
3.2.5 Pengujian dan Pengambilan Data.....	24
3.2.6 Analisa Data .....	25
3.2.7 Kesimpulan.....	25
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Data Hasil Pengujian.....	27
4.1.1 Data Hasil Pengujian Densitas .....	27
4.1.2 Hasil Perhitungan Uji Densitas .....	29
4.1.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell B .....	31
4.1.4 Hasil Perhitungan Uji Kekerasan Rockwell B .....	33
4.1.5 Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	34
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Pengaruh Kompaksi dan Temperatur Sintering terhadap Densitas dengan campuran Al-Ti 8% dan Al murni.....	37
4.2.2 Pengaruh Kompaksi dan Temperatur Sintering terhadap Kekerasan Rockwell B (HRB) dengan campuran Al-Ti 8% dan Al murni. ....	37
4.2.3 Pengaruh Kompaksi dan Temperatur Sintering terhadap struktur mikro dengan campuran Al-Ti 8% dan Al murni. ....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>

5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN.....	44

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Difersi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Fasa Al-Ti.....	11
<b>Gambar 2.3</b> Pengujian Rockwell.....	13
<b>Gambar 4.1</b> Grafik hubungan kompaksi 5000,5500,6000,6500,7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C terhadap nilai densitas Al-Ti 8% dan Al murni.....	30
<b>Gambar 4.2</b> Grafik hubungan kompaksi 5000,5500,6000,6500,7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C terhadap nilai kekerasan rockwell B Al-Ti 8% dan Al murni.....	33

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Unsur paduan Alumunium.....	9
<b>Tabel 2.2</b> Sumber: <a href="https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1547">https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1547</a> .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Skala Kekerasan Rockwell.....	14
<b>Tabel 3.1</b> Tabel Peralatan.....	20
<b>Tabel 3.2</b> Tabel Bahan Spesimen.....	23
<b>Tabel 4.1</b> Hasil pengujian densitas Al-Ti 8% dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C.....	27
<b>Tabel 4.2</b> Hasil pengujian densitas Al Murni dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C.....	29
<b>Tabel 4.3</b> Data hasil perhitungan densitas Al-Ti 8% dan Al murni dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C. .	30
<b>Tabel 4.4</b> Data hasil Pengujian kekerasan rockwell B Al-Ti 8% dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C.....	31
<b>Tabel 4.5</b> Data hasil Pengujian kekerasan rockwell B Al Murni dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C.....	32
<b>Tabel 4.6</b> Data hasil perhitungan kekerasan rockwell B Al-Ti 8% dan Al murni dengan kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu sinter 450°C dan 500°C.....	33
<b>Tabel 4.7</b> Data hasil uji struktur mikro variasi Al-Ti 8% dengan Kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu Sinter 450°C.....	34
<b>Tabel 4.8</b> Data hasil uji struktur mikro variasi Al-Ti 8% dengan Kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu Sinter 500°C.....	35
<b>Tabel 4.9</b> Data hasil uji struktur mikro Al mikro dengan Kompaksi 5000, 5500, 6000, 6500, 7000 Psi pada suhu Sinter 450°C dan 500°C.....	36