

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN  
TEMPERATUR SINTERING PADA PADUAN SERBUK  
BESI DAN SERBUK ARANG BATOK KELAPA LOKAL  
DENGAN METODE METALURGI SERBUK TERHADAP  
NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN**



**Disusun Oleh :**

**ANGGER GALANG YUDHA PRATAMA**

**NBI : 1421900095**

**RIZANUL DWI RIANTO**

**NBI : 1421900076**

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

**2023**

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN TEMPERATUR SINTERING PADA PADUAN SERBUK BESI DAN SERBUK ARANG BATOK KELAPA LOKAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK TERHADAP NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN**



**Disusun oleh:**

**ANGGER GALANG YUDHA PRATAMA**  
**1421900095**

**RIZANUL DWI RIANTO**  
**1421900076**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2023**

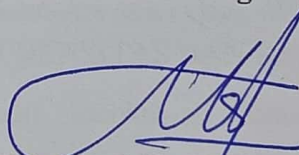
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

---

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : ANGGER GALANG YUDHA PRATAMA  
NBI : 1421900095  
NAMA : RIZANUL DWI RIANTO  
NBI : 1421900076  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI KOMPOSISI  
DAN TEMPERATUR SINTERING PADA  
PADUAN SERBUK BESI DAN SERBUK ARANG  
BATOK KELAPA LOKAL DENGAN METODE  
METALURGI SERBUK TERHADAP NILAI  
DENSITAS DAN KEKERASAN

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Mastuki, S.Si., M.Si.  
NPP. 20420.15.0690

Dekan Fakultas Teknik  
  
Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. IPU., ASEAN Eng.  
NPP.20410.90.0197



Ketua Prodi Teknik Mesin  
  
Edi Santoso, ST., MT  
NPP.20420.96.0485





UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@unatg-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 : Angger Galang Yudha Pratama  
NBI/ NPM : 1421900095  
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 PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN TEMPERATUR  
SINTERING PADA PADUAN SERBUK BESI DAN SERBUK ARANG  
BATOK KELAPA LOKAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK  
TERHADAP NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN**

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 : 03 Juli 2023



Yang Menyatakan,

(Angger Galang Yudha Pratama)

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:  
**“ANALISA PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN TEMPERATUR  
SINTERING PADA PADUAN SERBUK BESI DAN SERBUK ARANG  
BATOK KELAPA LOKAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK  
TERHADAP NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN”**

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, 03 Juli 2023

Angger Galang Yudha Pratama  
1421900095

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. 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 kepada pihak-pihak terkait :

1. Allah SWT yang telah menyertai dan memberkati dalam pembuatan Tugas Akhir
2. Orang tua tercinta Ayah Bambang Suprijanto dan Ibu Liswatin yang telah membesarkan, mendidik, dan yang selalu mendoakan untuk keberhasilan serta memberi dorongan, semangat, bantuan, baik material maupun spiritual sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Mastuki, S.Si., M.Si. selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. 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.

9. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019. Terima kasih atas kebersamaan dan kebahagiaan yang sudah lama terjalin.
10. Teman-teman pengurus HIMAMETA yang memberikan dukungan semangat, ilmu pengetahuan dan doa.
11. Teman-teman Wali Songo yang sudah menemani dari awal hingga saat ini.
12. 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.

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

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN TEMPERATUR SINTERING PADA PADUAN SERBUK BESI DAN SERBUK ARANG BATOK KELAPA LOKAL DENGAN METODE METALURGI SERBUK TERHADAP NILAI DENSITAS DAN KEKERASAN

Di Indonesia Metalurgi serbuk merupakan salah satu teknik produksi dengan menggunakan serbuk sebagai material awal sebelum proses pembentukan. Prinsip ini adalah memadatkan serbuk logam menjadi bentuk yang diinginkan dan kemudian memanaskannya di bawah temperatur leleh (Saiful, 2012). Sedang proses sintering yaitu proses konsolidasi serbuk pada temperatur tinggi yang di dalamnya termasuk juga proses penekanan atau kompaksi (Asyer Paulus, 2004). Material / bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk besi (*Iron powder*) dengan zat arang (*Carbon*). Digunakannya serbuk besi (*Iron powder*) bertujuan untuk mengurangi limbah produksi, mengurangi biaya produksi selanjutnya, dan mendapatkan cara yang praktis dalam menghasilkan benda. Komponen yang bermutu dan pertimbangan karakteristik material, serta keuntungan yang dihasilkan dari bahan serbuk besi (*Iron powder*) akan sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan industri. Proses metalurgi serbuk (*Powder metallurgy*) adalah proses pembuatan produk dengan menggunakan bahan dasar serbuk yang kemudian di kompaksi dan di sintering. Dalam penelitian ini dibahas tentang variasi komposisi dan variasi temperatur sintering terhadap sifat mekanik material campuran serbuk besi (*Iron powder*) dan serbuk arang batok kelapa lokal Gresik (*Carbon*) pada metalurgi serbuk. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk besi (*Iron powder*) yang dicampur dengan serbuk arang batok kelapa lokal Gresik (*Carbon*). dengan takaran serbuk besi (*Iron powder*) sebesar 99%, 98%, 97% - arang batok kelapa lokal Gresik (*Carbon*) sebesar 1%, 2%, 3% dengan penambahan zat perekat zinc stearate 5% dari berat massa spesimen. Sebagai perbandingannya menggunakan serbuk besi (*Iron powder*) sebesar 100% dengan penambahan zat perekat zinc stearate 5% dari berat massa spesimen. lalu dikompaksi dengan tekanan 9000 Psi dengan waktu tahan 10 menit. Kemudian disintering pada temperatur 900°C, 1000°C dan 1100°C dengan waktu tahan 90 menit. Setelah selesai proses sintering kemudian dilakukan proses penuaan (*Aging*) pada semua sampel pada temperatur 900°C dengan waktu tahan 120 menit. Kemudian dilakukan pengujian densitas dan kekerasan. Untuk itu penelitian ini bertujuan agar mengetahui hasil dari pengujian terhadap nilai densitas dan nilai kekerasan pada paduan serbuk besi (*Iron powder*) dan serbuk arang batok kelapa lokal Gresik (*Carbon*).

**Kata kunci:** Metalurgi serbuk, Paduan *Iron powder* - *Carbon*, Kompaksi, Sintering, *Aging*, Densitas, Kekerasan



## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF COMPOSITION VARIATION AND SINTERING TEMPERATURE ON THE ALLOY OF IRON POWDER AND LOCAL COCONUT SHELL CHARCOAL POWDER BY POWDER METALLURGY METHOD ON DENSITY AND HARDNESS VALUES

*In Indonesia, powder metallurgy is one of the production techniques using powder as the starting material before the forming process. The principle is to compact the metal powder into the desired shape and then heat it below the melting temperature (Saiful, 2012). While the sintering process is a powder consolidation process at high temperatures which also includes the process of pressing or compacting (Asher Paulus, 2004). The raw material used in this research is iron powder with charcoal (carbon). The use of iron powder aims to reduce production waste, reduce subsequent production costs, and get a practical way of producing objects. Quality components and consideration of material characteristics, as well as the benefits generated from iron powder materials will be needed to meet industrial needs. The powder metallurgy process is the process of making products using powder base materials which are then compressed and sintered. This study discusses the composition variation and sintering temperature variation on the mechanical properties of mixed materials of iron powder (iron powder) and Gresik local coconut shell charcoal powder (carbon) in powder metallurgy. The material used in this study is iron powder mixed with Gresik local coconut shell charcoal powder (carbon). with a dose of iron powder (iron powder) of 99%, 98%, 97% - Gresik local coconut shell charcoal (carbon) of 1%, 2%, 3% with the addition of zinc stearate adhesive 5% of the mass weight of the specimen. In comparison using iron powder (iron powder) by 100% with the addition of zinc stearate adhesive 5% of the mass weight of the specimen. then compressed with a pressure of 9000 Psi with a holding time of 10 minutes. Then sintered at temperatures of 900 °C, 1000 °C and 1100 °C with a holding time of 90 minutes. After completion of the sintering process, the aging process was carried out on all samples at 900 °C with a holding time of 120 minutes. Then density and hardness testing was carried out. For this reason, this study aims to determine the results of testing the density value and hardness value of the alloy of iron powder (iron powder) and Gresik local coconut shell charcoal powder (carbon).*

**Keywords:** Powder metallurgy, Iron Powder - Carbon Alloys, Compaction, Sintering, Aging, Density, Hardness.

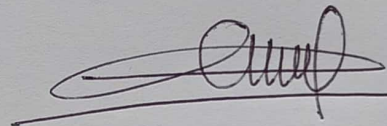
## KATA PENGANTAR

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.

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

Surabaya, 03 Juli 2023



(Angger Galang Yudha Pratama)

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BADAN PERPUSTAKAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Masalah</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Metalurgi Serbuk</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Pencampuran Serbuk (<i>Mixing</i>)</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3 Penekanan (Kompaksi)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.4 Pemanasan (<i>Temperatur Sintering</i>)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.5 Besi (Fe)</b> .....	<b>8</b>
<b>2.6 Arang Batok Kelapa (<i>Carbon</i>)</b> .....	<b>10</b>
<b>2.7 Klasifikasi Baja</b> .....	<b>11</b>
2.7.1 Baja Karbon.....	11
2.7.2 Baja Paduan .....	12
<b>2.8 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)</b> .....	<b>13</b>
2.8.1 Penuaan ( <i>Aging</i> ).....	13
2.8.2 Pendinginan udara ( <i>Normalizing</i> ).....	14
2.8.3 Diagram Fasa Fe-C .....	15
<b>2.9 Densitas</b> .....	<b>16</b>
<b>2.10 Kekerasan</b> .....	<b>16</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>

<b>3.1</b>	<b>Diagram Alir Penelitian</b> .....	19
3.1.1	Perencanaan Penelitian .....	22
<b>3.2</b>	<b>Penjelasan Diagram Alir Penelitian</b> .....	24
3.2.1	Alat dan Bahan .....	24
3.2.2	Menimbang Komposisi Bahan.....	28
3.2.3	Pencampuran ( <i>Mixing</i> ).....	29
3.2.4	Penekanan (Kompaksi).....	29
3.2.5	<i>Sintering</i> .....	30
3.2.6	Penuaan ( <i>Aging</i> ).....	31
3.2.7	Pengujian Densitas.....	31
3.2.8	Pengujian Kekerasan.....	31
3.2.9	Pengambilan Data.....	32
3.2.10	Analisa Data.....	32
3.2.11	Kesimpulan dan Saran .....	33
<b>BAB IV</b>	<b>DATA DAN ANALISA</b> .....	35
<b>4.1</b>	<b>Karakteristik Bahan Penelitian</b> .....	35
4.1.1	Serbuk Besi ( <i>Iron Powder</i> ).....	35
4.1.2	Serbuk Arang Batok Kelapa ( <i>Carbon</i> ) .....	37
<b>4.2</b>	<b>Kodevikasi Spesimen</b> .....	40
<b>4.3</b>	<b>Data hasil pengujian</b> .....	42
4.3.1	Data hasil pengujian densitas.....	42
4.3.2	Data hasil pengujian nilai kekerasan ( <i>Micro Vickers</i> ) .....	43
<b>4.4</b>	<b>Perhitungan dan Grafik</b> .....	45
4.4.1	Densitas.....	45
4.4.2	Kekerasan ( <i>Micro Vickers</i> ).....	46
<b>4.5</b>	<b>Pembahasan</b> .....	48
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	51
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan</b> .....	51
<b>5.2</b>	<b>Saran</b> .....	51
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	52
	<b>LAMPIRAN</b> .....	54

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diversi Partikel Fase Kedua Dalam Campuran Bubuk .....	6
2.2	Cetakan ( <i>Die</i> ).....	7
2.3	Proses Penekanan.....	17
2.4	Diagram Temperatur <i>Normalizing</i> (Daryus 2009).....	14
2.5	Diagram Fasa Fe-C (Sukma and Yusuf Umardani, ST 2012) .....	15
2.6	Pengujian Vickers (ASTM E284) .....	17
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	20
4.1	Grafik Pengujian XRD Serbuk Besi ( <i>Iron Powder</i> ) .....	35
4.2	<i>Diffraction Pattern Graphics</i> Serbuk Besi ( <i>Iron Powder</i> ) pada <i>software Match</i> .....	36
4.3	Hasil Identifikasi Fasa Serbuk Besi ( <i>Iron Powder</i> ) Pada <i>Software Match</i> .....	36
4.4	Grafik pengujian XRD Serbuk Arang ( <i>Carbon</i> ).....	37
4.5	<i>Diffraction Pattern Graphics</i> Serbuk Arang ( <i>Carbon</i> ) Pada <i>Software Match</i> .....	38
4.6	Hasil identifikasi Fasa Serbuk Arang ( <i>Carbon</i> ) Pada <i>Software Match</i> .....	38
4.7	Grafik Perhitungan Kompaksi 9000 Terhadap Nilai Rata-Rata Pengujian Densitas.....	38
4.8	Grafik Perhitungan Kompaksi 9000 Terhadap Nilai Rata-Rata Pengujian Kekerasan ( <i>Micro Vickers</i> ).....	38



## DAFTAR TABEL

2.1	Sifat fisis besi .....	10
2.2	Perbandingan perubahan komponen dan kandungan bahan / batok kelapa dan arang batok kelapa.....	11
3.1	Alat-alat yang diperlukan ketika penelitian.....	27
3.2	Bahan-bahan yang diperlukan ketika penelitian.....	28
4.1	Presentase senyawa pada serbuk besi ( <i>iron powder</i> ).....	37
4.2	Presentase senyawa pada serbuk arang batok kelapa ( <i>carbon</i> ).....	39
4.3	Kodevikasi spesimen <i>Iron powder - Carbon</i> .....	40
4.4	Kodevikasi spesimen <i>Iron powder 100%</i> .....	40
4.5	Data hasil pengujian nilai densitas .....	42
4.6	Data hasil pengujian nilai kekerasan (Micro Vickers) .....	43
4.7	Perhitungan nilai rata-rata pengujian densitas .....	45
4.8	Perhitungan nilai rata-rata pengujian kekerasan (Micro Vickers) .....	47