

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050
DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI
DAN ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C
TERHADAP LAJU ALIRAN GAS**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : IZZA NUR AFIDA

NIM : 19.11.129

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050 DENGAN
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI DAN ARANG BATOK
KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Program Studi Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

NAMA : IZZA NUR AFIDA

NIM : 1911129

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI DAN ARANG BATOK
KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS**



Disusun Oleh :

Nama : Izza Nur Afida
NIM : 1911129
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui,

Wakil Dekan I



Dr. Ikrine Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 197706152005012002

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIM. Y 1030400405



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Izza Nur Afida
NIM : 1911129
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050 MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI DAN ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS**

Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang Strata I (S-1) Pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 16 Agustus 2023

Telah dievaluasi Dengan Nilai : **A (87.00)**

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dr. Komang Astana Widhi, ST., MT.
NIP.Y. 1030400405

Sekretaris

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP.P. 1031500490

Anggota Penguji

Penguji I

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP.P. 1031500490

Penguji II

Tito Arif Sutrisno, S.Pd, MT.
NIP.P. 1032100598

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Izza Nur Afida
NIM : 1911129
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050 DENGAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI DAN ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS ”** adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 6 Juli 2023


Yang membuat pernyataan



Izza Nur Afida
NIM 1911129

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Izza Nur Afida
NIM : 1911129
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **Karakterisasi Proses Karburisasi Baja AISI 1050 Menggunakan Limbah Serbuk Fotokopi Dan Arang Batok Kelapa Pada Temperatur 900°C Terhadap Laju Aliran Gas**
Dosen Pembimbing : **Dr. I Komang Astana Widi .ST.,MT**

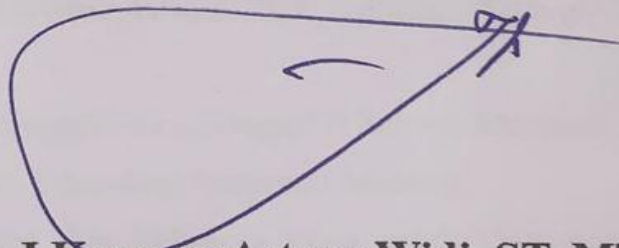
No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	03 Maret 2023	
2.	Konsultasi BAB I	06 Maret 2023	
3.	Konsultasi BAB II	15 Maret 2023	
4.	Konsultasi BAB III	25 Maret 2023	
5.	Pendaftaran Seminar Proposal	31 Maret 2023	
6.	Seminar Proposal	1 April 2023	
7.	Konsultasi BAB IV dan BAB V	7 Juli 2023	
8.	Konsultasi BAB IV dan BAB V	14 Juli 2023	
9.	Konsultasi BAB IV dan BAB V	21 Juli 2023	
10.	Konsultasi BAB IV dan BAB V	24 Juli 2023	
11.	Seminar Hasil	25 Juli 2023	
12.	Ujian Komprehensif	16 Agustus 2023	
13.			
14.			
15.			

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Izza Nur Afida
NIM : 1911129
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : "Karakterisasi Proses Karburisasi Baja AISI 1050 Menggunakan Limbah Serbuk Fotokopi Dan Arang Batok Kelapa Pada Temperatur 900°C Terhadap Laju Aliran Gas"
Dosen pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT
Tanggal Pengajuan Skripsi : 03 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 25 Agustus 2023
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : A (87.00)

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Dr. I Komang Astana Widi. ST.,MT.

NIP.Y. 1030400405

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat karunia serta hidayah yang telah diberikan. Sholawat serta salam juga penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarganya. Dengan rahmat Allah SWT, penulis sebagai mahasiswa Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul “KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050 DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOKOPI DAN ARANG BATHOK KELAPA PADA TEMPERATUR 900°C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG” sebagai syarat kelulusan dan sebagai penerapan ilmu selama masa perkuliahan.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu saya sebagai penyusun skripsi ini ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang,
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing Skripsi
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng. Sebagai Koordinator Bidang Material
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
6. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik melalui doa maupun kebutuhan finansial penyusun
7. Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang yang telah banyak membantu terkait dengan penyusunan skripsi maupun dalam penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis harapkan kritik dan saran dari bapak/ibu dosen yang berguna untuk menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun bagi pembaca dalam melakukan setiap penelitian dan studi.

Malang, 10 Maret 2023

Penulis,

Izza Nur Afida
NIM. 1911129

ABSTRAK

Izza Nur Afida¹, I Komang Astana Widi²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : izzanurafida000@gmail.com

Surface hardening merupakan perlakuan pada material yang menggunakan perlakuan panas dengan tujuan menambah kekerasan pada permukaan material, tetapi pada inti material masih memiliki sifat keuletan. Jenis *surface hardening* yang digunakan adalah *carburizing*. *Carburizing* merupakan proses pengerasan permukaan dengan memanaskan logam (baja) di atas suhu 850⁰C dalam lingkup yang mengandung karbon. Pada penelitian ini media karburasi yang digunakan ialah limbah serbuk *fotocopy* dan arang bathok kelapa dengan menggunakan material baja AISI 1050 dan menggunakan dapur *fluidized bed furnace*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai kekerasan, ketahanan aus dan unsur karbon yang terkandung pada lapisan yang terbentuk dari proses *carburizing* dengan laju aliran.

Pada baja karbon AISI 1050 ketika dilakukan proses *carburizing* dengan menggunakan media karburasi limbah serbuk fotocopy dan arang bathok kelapa pada temperatur 900⁰C dengan laju aliran 20 cm³/min, aliran 40 cm³/min, aliran 60 cm³/min. Maka nilai kekerasan yang meningkat terutama pada laju aliran 60 cm³/min, dengan nilai ketahanan aus yang semakin meningkat. Baja AISI 1050 yang dilakukan perlakuan panas dengan proses *carburizing* pada temperatur 900⁰C dengan laju aliran 20 cm³/min terjadi peningkatan kadar karbon sebesar 18,204%, untuk laju aliran 40 cm³/min mendapatkan hasil kandungan kadar karbon (C) sebesar 18,295%. Dan untuk laju aliran 60 cm³/min mendapatkan hasil kandungan karbon sebesar 32,339%.

Kata Kunci : *Carburizing*, Baja AISI 1050, Limbah serbuk fotocopy, Arang bathok kelapa, Uji keausan, Kekerasan *vickers*, SEM-EDX

ABSTRACT

Izza Nur Afida¹, I Komang Astana Widi²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : izzanurafida000@gmail.com

Surface hardening is a treatment for materials that use heat treatment with the aim of increasing hardness on the surface of the material, but the core material still has ductility. The type of surface hardening used is carburizing. Carburizing is a surface hardening process by heating metal (steel) above a temperature of 8500C in a carbon-containing environment. In this study the carburizing media used were photocopier waste and coconut shell charcoal using AISI 1050 steel material and using a fluidized bed furnace. The purpose of this study was to obtain the value of hardness, wear resistance and carbon content contained in the layer formed from the carburizing process at a flow rate.

In AISI 1050 carbon steel when the carburizing process was carried out using carburizing media from photocopy powder waste and coconut shell charcoal at a temperature of 900oC with a flow rate of 20 cm³/min, flow of 40 cm³/min, flow of 60 cm³/min. Then the value of hardness increases especially at a flow rate of 60 cm³/min, with an increasing value of wear resistance. AISI 1050 steel which was heat treated by carburizing at a temperature of 900oC with a flow rate of 20 cm³/min increased the carbon content by 18.204%, for a flow rate of 40 cm³/min the result was a carbon content content (C) of 18.295%. And for a flow rate of 60 cm³/min, you get a carbon content of 32.339%.

Keywords: *Carburizing, AISI 1050 Steel, Copy powder waste, Coconut shell charcoal, Wear test, Vickers hardness, SEM-EDX*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Klasifikasi Baja.....	10
2.2.1 Jenis – jenis Baja	11
2.2.2 Pengaruh Unsur Paduan	12
2.3 Struktur Mikro Baja	14
2.4 Sifat Mekanis Baja.....	21
2.4.1 Kekerasan	21
2.4.2 Ketangguhan.....	23
2.4.3 Keuletan.....	24
2.4.4 Kelelahan (<i>Fatigue</i>).....	25

2.5 Baja AISI 1050	25
2.6 Perlakuan Panas / <i>Heat Treatment</i>	26
2.7 Klasifikasi Proses <i>Heat Treatment</i>	28
2.7.1 Thermal Treatment	28
2.7.2 Thermochemical Treatment	30
2.8 Proses Perlakuan <i>Carburizing</i>	33
2.8.1 Macam-macam Proses Karburisasi	35
2.9 <i>Fluidized Bed Furnace</i>	36
2.9.1 Suplai Gas Dalam <i>Fluidized Bed Furnace</i>	37
2.9.2 Media Pemanasan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	38
2.9.3 Karakteristik <i>Fluidized Bed Furnace</i>	38
2.9.4 Parameter <i>Fluidized Bed Furnace</i>	39
2.10 Waktu Penahanan (<i> Holding Time</i>)	40
2.11 <i>Quenching</i>	41
2.12 Limbah Serbuk <i>Fotocopy</i>	43
2.13 Arang Bathok Kelapa	44
2.14 Laju Aliran Gas dan Temperatur	45
2.15 Pengujian Yang Digunakan	46
2.15.1 Uji Keausan	46
2.15.2 Uji Kekerasan	49
2.15.3 Pengujian Scanning Electron Microscopy	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	53
3.1 Diagram Alir Penelitian	53
3.2 Penjelasan Diagram Alir	54
3.2.1 Studi Literatur	54
3.2.2 Persiapan Alat Dan Bahan	54
3.2.3 Penentuan Variabel Penelitian	61
3.2.4 Proses Pembuatan Sampel	61
3.2.5 <i>Carburizing</i>	64
3.2.6 Proses Pengujian Sampel	65
3.2.7 Pengolahan Data dan Pembahasan	68
3.2.6 Kesimpulan	68
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	69

4.1 Data Hasil Pengujian	69
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan	69
4.1.2 Data Hasil Pengujian Keausan	73
4.1.3 Data Hasil Pengujian SEM-EDX	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN - LAMPIRAN.....	88
LAMPIRAN 1 : BIODATA PENULIS	88
LAMPIRAN 2 : SURAT KETERANGAN DOSEN PEMBIMBING.....	89
LAMPIRAN 3 : SERTIFIKAT KEASLIAN BAJA AISI 1050.....	90
LAMPIRAN 4 : SURAT IZIN PENELITIAN	91
LAMPIRAN 5 : DATA HASIL PENGUJIAN.....	95
LAMPIRAN 6 : DOKUMENTASI PENELITIAN	102
LAMPIRAN 7 : DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa Fe ₃ C.....	14
Gambar 2. 2 Diagram <i>Time-Temperature-Transformations</i>	14
Gambar 2. 3 Transformasi fasa <i>austenite</i> menjadi <i>ferit</i> dan.....	15
Gambar 2. 4 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Photomicrograph Austenite</i>	17
Gambar 2. 6 Batas ferit perbesaran 500x	18
Gambar 2. 7 Sementit perbesaran 1000x	19
Gambar 2. 8 <i>Microstructure of pearlite</i> perbesaran 2500x	19
Gambar 2. 9 Struktur mikro martensit	20
Gambar 2. 10 Struktur mikro bainit perbesaran perbesaran 500x	21
Gambar 2. 11 Pengujian Rockwell.....	22
Gambar 2. 12 Daerah Ketangguhan	23
Gambar 2. 13 Penentuan Tegangan Plastic Setelah Patah	24
Gambar 2. 14 Sifat Mekanis Baja AISI 1050.....	25
Gambar 2. 15 Klasifikasi perlakuan panas.....	28
Gambar 2. 16 Proses Difusi Secara Interstisi Substitusi	33
Gambar 2. 17 Proses <i>Pack Carburizing</i>	34
Gambar 2. 18 Pengaruh Temperatur Pada Kedalaman Difusi Atom.....	35
Gambar 2. 19 Skema <i>fluidized bed furnace</i>	37
Gambar 2. 20 Ilustrasi Suplay Gas dalam <i>Fluidised Bed Furnace</i>	38
Gambar 2. 21 Diagram <i>Continous Cooling Transformation (CCT)</i>	41
Gambar 2. 22 Laju Pendinginan Media Pendingin	42
Gambar 2. 23 Grafik Pendinginan Langsung.....	42
Gambar 2. 24 Pendinginan Tunggal (<i>Singel Quenching</i>).....	43
Gambar 2. 25 Limbah serbuk <i>fotocopy</i>	44
Gambar 2. 26 Arang Batok Kelapa	45
Gambar 2. 27 Grafik Temperatur terhadap aliran gas	46
Gambar 2. 28 Pengujian Keausan	47
Gambar 2. 29 Bentuk spesimen	48
Gambar 2. 30 Ilustrasi pengujian kekerasan <i>vickers</i>	50
Gambar 2. 31 Alat pengujian vickers.....	51
Gambar 2. 32 Alat pengujian SEM	52

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	53
Gambar 3. 2 <i>Fluidized Bed Furnace</i>	54
Gambar 3. 3 Seling.....	55
Gambar 3. 4 Mesh ukuran 120	56
Gambar 3. 5 Jangka sorong.....	56
Gambar 3. 6 Timbangan Digital.....	57
Gambar 3. 7 Mesin Poles	57
Gambar 3. 8 Baja AISI 1050	58
Gambar 3. 9 Limbah Serbuk Fotocopy	59
Gambar 3. 10 Arang Batok Kelapa	59
Gambar 3. 11 Gas Propana.....	60
Gambar 3. 12 Gas Nitrogen	60
Gambar 3. 13 Spesimen keausan sebelum <i>carburizing</i>	62
Gambar 3. 14 Spesimen kekerasan	63
Gambar 3. 15 Spesimen SEM-EDX.....	64
Gambar 3. 16 Proses <i>Carburizing</i>	64
Gambar 3. 17 Alat uji kekerasan <i>micro-vickers</i>	65
Gambar 3. 18 Alat Uji Ketahanan Aus.....	67
Gambar 3. 19 Alat Uji SEM-EDX	68
Gambar 4. 1 SEM Raw material baja AISI 1050	76
Gambar 4. 2 <i>Spectrum Raw Material</i>	77
Gambar 4. 3 SEM Laju Aliran 20 cm ³ /min.....	78
Gambar 4. 4 <i>Spectrum Laju Aliran 20 cm³/min</i>	78
Gambar 4. 5 SEM Laju Aliran 40 cm ³ /min.....	80
Gambar 4. 6 <i>Spectrum Laju Aliran 40 cm³/min</i>	80
Gambar 4. 7 SEM Laju Aliran 60 cm ³ /min.....	82
Gambar 4. 8 <i>Spectrum Laju Aliran 60 cm³/min</i>	82

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Kekerasan raw material	70
Grafik 4. 2 Nilai Kekerasan Laju Alir 20 cm ³ /min	71
Grafik 4. 3 Nilai Kekerasan Laju Alir 40 cm ³ /min	71
Grafik 4. 4 Nilai Kekerasan Laju Alir 60 cm ³ /min	72
Grafik 4. 5 Laju Keausan Laju Alir 20 cm ³ /min	74
Grafik 4. 6 Laju Keausan Laju Alir 40 cm ³ /min	74
Grafik 4. 7 Laju Keausan Laju Alir 60 cm ³ /min	75
Grafik 4. 8 Persentase Kadar Karbon Baja AISI 1050.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hardness Table	22
Tabel 2. 2 Unsur Kimia AISI 1050.....	26
Tabel 2. 3 Prinsip utama dari perlakuan panas termokimia	30
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekerasan	69
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Keausan	73
Tabel 4. 3 Kandungan Komposisi Raw Material Baja AISI 1050	77
Tabel 4. 4 Kandungan komposisi Laju Alir 20 cm ³ /min.....	79
Tabel 4. 5 Kandungan komposisi Laju Alir 40 cm ³ /min.....	81
Tabel 4. 6 Kandungan komposisi Laju Alir 60 cm ³ /min.....	83