

**KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY & ARANG
BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN
TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR GAS**



DISUSUN OLEH :

NAMA : BARERA GIANOVA

NIM : 19.11.145

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

2023

**KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY & ARANG
BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN
TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR GAS**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

NAMA : BARERA GIANOVA

NIM : 19.11.145

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY & ARANG
BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN
TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR GAS**



Disusun Oleh :

Nama : Barera Gianova

Nim : 1911145

Prodi : Teknik Mesin S-1

Diperiksa/Ditetujui
Dosen Pembimbing 1

Diperiksa/Ditetujui
Dosen Pembimbing 2

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

Tito Arif Sutrisno, S.Pd, M.T.
NIP.P. 1032100598



Mengetahui,
Wakil Dekan I

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.
NIP. 19770615 2000501 2 002



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : Barera Gianova
NIM : 1911145
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : **KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY &
ARANG BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN
TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR
GAS**

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Srata Satu (S-1)

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 24 Agustus 2023

Dengan Nilai : 80, A A

PANITIA UJIAN SKRIPSI

**Ketua Program Studi
Teknik Mesin S-1**

Dr. Komang Astana Widi, ST., MT.

NIP.Y. 1030400405

**Sekretaris
Teknik Mesin S-1**

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP.P. 1031500490

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP.P. 1031500490

Dosen penguji II

Rosadila Febritasari, ST., MT.

NIP.P. 1032200602

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : BARERA GIANOVA
NIM : 1911145
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi Skripsi yang berjudul :

“KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY & ARANG BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR GAS”

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan dari hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 26 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Barera Gianova

NIM. 1911145

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Barera Gianova
NIM : 1911145
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Karakteristik proses Karburisasi menggunakan Limbah serbuk fotocopy & Arang Batok Kelapa pada Baja AISI 4140 dengan temperatur 900°C terhadap variasi laju alir Gas
Dosen Pembimbing : Dr.I Komang Astana Widi .ST.,MT
Tito Arif Sutrisno, S.Pd, M.T.


No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	03 Maret 2023	
2.	Konsultasi BAB I	07 Maret 2023	
3.	Konsultasi BAB II	13 Maret 2023	
4.	Konsultasi BAB III	20 Maret 2023	
5.	Pendaftaran Seminar Proposal	31 Maret 2023	
6.	Seminar Proposal	1 April 2023	
7.	Konsultasi BAB IV dan V	24 Juli 2023	
8.	Konsultasi BAB IV dan V	27 Juli 2023	
9.	Konsultasi BAB IV dan V	7 Agustus 2023	
10.	Pendaftaran Seminar Hasil	7 Agustus 2023	
11.	Seminar Hasil	8 Agustus 2023	
12.	Perbaikan BAB IV	11 Agustus 2023	
13.	Pendaftaran Ujian Komprehensif	20 Agustus 2023	
14.	Ujian Komprehensif	24 Agustus 2023	


v

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Barera Gianova
NIM : 1911145
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY
& ARANG BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140
DENGAN TEMPERATUR 900°C TERHADAP
VARIASI LAJU ALIR GAS**
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., M.T. (Pembimbing 1)
Tito Arif Sutrisno, S.Pd, M.T. (Pembimbing 2)
Tanggal Pengajuan Skripsi : 03 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 06 September 2023
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 87

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing 1

Dr. I Komang Astana Widi, S.T. MT
NIP.Y. 1030400405

Dosen Pembimbing 2

Tito Arif Sutrisno, S.Pd, M.T.
NIP.P. 1032100598

**KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN LIMBAH
SERBUK FOTOCOPY & ARANG BATOK KELAPA PADA BAJA AISI
4140 DENGAN TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR
GAS**

ABSTRAK

Barera Gianova (1911145)

Program Studi Teknik Mesin S-1, FTI – Institut Teknologi Nasional Malang

Email : masbarera@gmail.com

Carburizing (karburasi) adalah suatu proses penambahan lapisan benda kerja dengan karbon melalui perlakuan termokimia. Pada umumnya proses karburasi diikuti dengan *quenching* (pendinginan cepat) yang dimana untuk meningkatkan kekerasan sehingga permukaan logam menjadi keras atau tahan aus. Pada penelitian ini media karburasi yang digunakan adalah limbah serbuk fotocopy & arang batok kelapa dengan menggunakan material Baja AISI 4140 dan menggunakan dapur *fluidized bed furnace*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah serbuk fotocopy & arang batok kelapa dapat meningkatkan kandungan karbon pada Baja AISI 4140 dengan menggunakan proses *fluidized bed furnace*. Setelah diproses hardening menggunakan proses karburisasi, untuk mengetahui kadar karbon yang masuk pada spesimen, pada pengujian ini menggunakan uji SEM-EDX. Selain itu juga pengujian ini menggunakan uji kekerasan dan uji keausan untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan dan keausan sebelum di karburisasi dan setelah di karburisasi, dan pada penelitian ini hanya berfokus untuk mengetahui peningkatan kadar karbon, kekerasan, dan penurunan laju keausan pada material yang diteliti. Diharapkan pada penelitian peningkatan kadar karbon, kekerasan dan keausan ini dapat memberikan wawasan, informasi, saran atau masukan penting bagi dunia kerja dan bidang industri, terutama dalam bidang produksi.

Kata Kunci : Baja AISI 4140, *Carburizing*, Serbuk foto copy, Serbuk Arang batok Kelapa, Uji Kekerasan, Uji Keausan, SEM-EDX.

**CHARACTERISTICS OF THE CARBURIZATION PROCESS USING
PHOTOCOPY WASTE & COCONUT SHELL CHARCOAL ON AISI 4140
STEEL WITH 900°C TEMPERATURE FOR VARIATIONS OF GAS FLOW
RATE**

ABSTRACT

Barera Gianova (1911145)

Mechanical Engineering Department S-1, FTI – National Institute of Technology

Malang

Email : masbarera@gmail.com

Carburizing is a process of adding a layer of workpiece with carbon through a thermochemical treatment. In general, the carburizing process is followed by quenching (quick cooling) which is to increase the hardness so that the metal surface becomes hard or wear-resistant. In this study, the carburizing media used was photocopier powder waste & coconut shell charcoal using AISI 4140 steel material and using a fluidized bed furnace. The main objective of this research is to find out whether copier powder & coconut shell charcoal can increase the carbon content in AISI 4140 steel using a fluidized bed furnace process. After processing hardening using the carburization process, to determine the carbon content that enters the specimen, this test uses the SEM-EDX test. In addition, this test also uses a hardness test and wear test to determine the ratio of hardness and wear values before carburizing and after carburizing, and in this study only focuses on determining the increase in carbon content, hardness, and decrease in the rate of wear on the material being studied. It is hoped that this research on increasing carbon content, hardness and wear can provide important insights, information, suggestions or input for the world of work and industry, especially in the production sector.

Keywords: AISI 4140 Steel, Carburizing, Copier Powder, Coconut Shell Charcoal Powder, Hardness Test, Wear Test, SEM-EDX.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya. Dengan ketekunan dan juga pendampingannya, saya sebagai mahasiswa Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul **“KARAKTERISTIK PROSES KARBURISASI MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY & ARANG BATOK KELAPA PADA BAJA AISI 4140 DENGAN TEMPERATUR 900°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIR GAS”** yang tentunya 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 pertama Skripsi.
4. Bapak Arif Sutrisno, S.Pd, M.T. Sebagai Dosen Pembimbing kedua Skripsi.
5. Bapak & Ibu Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng Sebagai Kordinator Bidang Material
7. Orang tua, keluarga, teman-teman, serta pasangan saya saat ini, yang dengan senantiasa selalu memberikan dukungan baik secara material maupun non-material.

8. 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.

Penyusun menyadari sebagai manusia biasa, pasti tidak akan pernah bisa sempurna. Maka dari itu, masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penyusun mengharapkan kritik dan saran dari bapak/ibu dosen yang berguna untuk menyempurnakan isi skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun bagi pembaca dalam melakukan setiap penelitian dan studi.

Malang, 26 Agustus 2023

Penyusun

Barera Gianova

1911145

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Baja.....	9
2.2.1 Baja karbon rendah	10
2.2.2 Baja karbon sedang.....	10
2.2.3 Baja karbon tinggi.....	10
2.3 Baja paduan	10
2.3.1 Baja paduan rendah.....	11
2.3.2 Baja paduan sedang	11
2.3.3 Baja paduan tinggi	11

2.3.4 Struktur Mikro Baja	11
2.3.5 Pengaruh Unsur Paduan	14
2.4 Baja Aisi 4140	16
2.5 Perlakuan Panas	16
2.6 Proses Perlakuan Carburizing	18
2.7 Macam-Macam Carburizing	18
2.7.2 Hal Yang Mempengaruhi <i>Carburizing</i>	20
2.8 <i>Fluidized Bed Furnace</i>	21
2.8.1 Keunggulan dan Kelemahan <i>Fluidised-Bed Furnace</i>	22
2.8.2 Kekurangan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	23
2.8.3 Suplay Gas dalam <i>Fluidised Bed Furnace</i>	23
2.9 <i>Quenching</i>	24
2.10 Media Carburizing	25
2.10.1 Arang Kelapa	25
2.10.2 Serbuk Limbah Fotocopy	26
2.11 Pengujian yang dilakukan	26
2.11.1 Uji Kekerasan	26
2.11.2 Uji Keausan	28
2.11.3 Uji Mikrostruktur SEM-EDX	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Diagram alir penelitian	34
3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	35
3.2.1 Studi Literatur	35
3.2.2 Persiapan bahan dan alat-alat	35
3.2.3 Penentuan Variabel Penelitian	43
3.2.4 Proses Pembuatan Spesimen Baja AISI 4140	44

3.2.5 Proses <i>Carburizing</i>	47
3.2.6 Pengelolahan Data dan Pembahasan.....	50
3.2.7 Kesimpulan	50
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Data hasil penelitian	51
4.1.1 Data hasil pengujian kekerasan <i>Micro Vickers</i>	51
4.1.2 Data hasil Pengujian Keausan Pin On Disc	54
4.1.3 Data hasil dan Pembahasan SEM EDX	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 KESIMPULAN	65
5.2 SARAN	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa Fe ₃ C.....	12
Gambar 2. 2 Diagram Time, Temperature, Transformation (TTT).....	13
Gambar 2. 3 Diagram CCT	14
Gambar 2. 4 Proses Pack Carburizing	18
Gambar 2. 5 Skema Fluidized-bed Furnace	22
Gambar 2. 6 Alat uji Kekerasan Vickers	27
Gambar 2. 7 Alat Uji Keausan Pin On Disk.....	28
Gambar 2. 8 Bentuk Spesimen Uji Keausan	29
Gambar 2. 9 Skema pengujian Keausan Pin On Disc	30
Gambar 2. 10 Prinsip Uji SEM/EDX.....	32
Gambar 2. 11 Alat Uji SEM-EDX	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian	34
Gambar 3. 2 Fluidized Bed Furnace	35
Gambar 3. 3 Seling.....	36
Gambar 3. 4 Saringan mesh Ukuran 120	37
Gambar 3. 6 Amplas.....	37
Gambar 3. 7 Gergaji Besi.....	38
Gambar 3. 8 Jangka Sorong	38
Gambar 3. 9 Timbangan Digital.....	39
Gambar 3. 10 Tang Penjepit.....	39
Gambar 3. 11 Mill Certificate Baja AISI 4140	40
Gambar 3. 12 Baja AISI 4140	41
Gambar 3. 13 Limbah serbuk karbon fotocopy	41
Gambar 3. 14 Arang Batok Kelapa	42
Gambar 3. 15 Gas LPG	42
Gambar 3. 16 Gas Nitrogen	43
Gambar 3. 17 Hasil Spesimen.....	45
Gambar 3. 18 Proses pengamplasan spesimen.....	45
Gambar 3. 19 Spesimen SEM-EDX.....	46

Gambar 3. 20 Permukaan Spesimen SEM-EDX.....	46
Gambar 3. 21 Alat Uji Vickers	48
Gambar 3. 22 Alat Uji Keausan Pin On Disk	49
Gambar 3. 23 Alat Uji SEM-EDX	50
Gambar 4. 1 Grafik Kekerasan (Microvickers).....	53
Gambar 4. 2 Grafik Laju Keausan	56
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian SEM-EDX Raw Material.....	57
Gambar 4. 4 Hasil EDX Spot pada Raw Material	57
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian SEM-EDX degan laju alir 20 cm ³ /menit	58
Gambar 4. 6 EDX Spot pada laju alir 20 cm ³ /min dengan perbesaran 40 μm.....	59
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian SEM-EDX dengan laju alir 40 cm ³ /menit	60
Gambar 4. 8 EDX Spot pada laju alir 40 cm ³ /min dengan perbesaran 40 μm.....	60
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian SEM-EDX dengan laju alir 60 cm ³ /menit	62
Gambar 4. 10 EDX Spot pada laju alir 60 cm ³ /min dengan perbesaran 40μm.....	62
Gambar 4. 11 Grafik Kadar Karbon.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Unsur Baja Paduan AISI 4140	16
Tabel 2. 2 Nilai Hardness & Vickers	27
Tabel 4. 1 Nilai Hasil Kekerasan Baja AISI 4140	51
Tabel 4. 2 Hasil Keausan Baja AISI 4140	54
Tabel 4. 3 Tabel kandungan komposisi Raw material baja AISI 4140	58
Tabel 4. 4 Tabel kandungan komposisi laju alir 20 cm ³ /min	59
Tabel 4. 5 Tabel Kandungan komposisi Laju alir 40 cm ³ /min	61
Tabel 4. 6 Tabel Kandungan komposisi Laju alir 60 cm ³ /min	63