

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050  
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN  
ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C  
TERHADAP VARIASI LAJU ALIRAN GAS**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANDREAS DIAN HARTANTO**

**NIM : 19.11.155**

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

**2023**

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050  
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN ARANG BATOK  
KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C TERHADAP VARIASI LAJU  
ALIRAN GAS**

**SKRIPSI**

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

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : ANDREAS DIAN HARTANTO**

**NIM : 19.11.155**

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

**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**


**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050  
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN ARANG BATOK  
KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C TERHADAP  
VARIASI LAJU ALIRAN GAS**



Disusun Oleh :

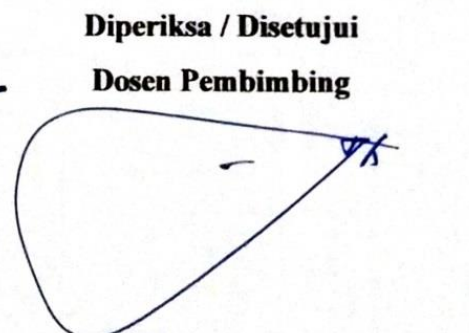
Nama : Andreas Dian Hartanto  
NIM : 19.11.155  
Prodi : Teknik Mesin S-1

**Mengetahui,  
Wakil Dekan I**



**Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.**  
NIP. 1970615 200501 2 001

**Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing**



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



PT BNU (PERSERO) MALANG  
BANK NUGA 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 : J. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 559015 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

Nama : Andreas Dian Hartanto  
NIM : 1911155  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul : KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050  
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN ARANG BATOK  
KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIRAN  
GAS  
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Srata Satu (S-1)  
Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 24 Agustus 2023  
Dengan Nilai : 84,60 (A)

**PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI**

**KETUA**

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

NIP.P. 1030400405

**SEKERTARIS**

Febi Rahmadiano, ST., MT.

NIP.Y. 1031500490

**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**

Djoko Hari P, ST., MT.

NIP. P. 1031800551

**PENGUJI II**

Arif Kurniawan, ST., MT.

NIP. P.1031500491

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andreas Dian Hartanto

NIM : 19.11.155

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

### Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya

Malang, 31 Agustus 2023



**Andreas Dian Hartanto**

NIM. 1911155

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Andreas Dian Hartanto  
NIM : 19.11.155  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Karakterisasi Proses Karburisasi Baja AISI 1050 Menggunakan Limbah Serbuk Fotocopy dan Arang Batok Kelapa pada Temperatur 700°C Terhadap Variasi 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	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.	Perbaikan BAB I, II, dan III	2 April 2023	
8.	Persiapan Alat dan Bahan	14 April 2023	
9.	Proses Pengujian Material	6 Juni 2023	
10.	Proses Pengambilan Data	6 Juli 2023	
11.	Konsultasi BAB IV	24 Juli 2023	
12.	Konsultasi BAB V	27 Juli 2023	
13.	Pengajuan Seminar Hasil	7 Agustus 2023	
14.	Seminar Hasil	8 Agustus 2023	
15.	Perbaikan BAB IV dan V	15 Agustus 2023	
16.	Pengajuan Ujian Skripsi	19 Agustus 2023	
17.	Ujian Skripsi	24 Agustus 2023	

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Andreas Dian Hartanto  
NIM : 19.11.155  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Karakterisasi Proses Karburisasi Baja AISI 1050 Menggunakan Limbah Serbuk Fotocopy dan Arang Batok Kelapa pada Temperatur 700°C Terhadap Variasi Laju Aliran Gas

Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi .ST.,MT

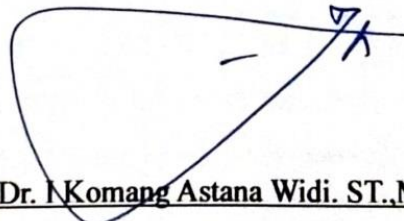
Tanggal Mengajukan Skripsi : 05 Maret 2023

Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 30 Agustus 2023

Telah Dievaluasikan Dengan Nilai : 87 (A)

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing



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

NIP.Y. 1030400405

## 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 **“KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050 MENGGUNAKAN LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C TERHADAP VARIASI LAJU ALIRAN 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. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. 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.
5. Bapak Gerald Adityo Pohan, S.T., M.Eng. Sebagai Kordinator Bidang Material.
6. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd, M.T. Sebagai Kepala Laboratorium Material Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
8. Orang tua, keluarga, teman-teman, serta pasangan saya saat ini, yang dengan senantiasa selalu memnerikan dukungan baik secara material maupun non-material.



9. 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, 31 Agustus 2023

Penyusun,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'AD' followed by a stylized flourish.

Andreas Dian Hartanto

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI BAJA AISI 1050  
MENGUNAKAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN ARANG BATOK  
KELAPA PADA TEMPERATUR 700°C TERHADAP VARIASI LAJU  
ALIRAN GAS**

**Andreas Dian Hartanto<sup>1</sup>, I Komang Astana Widi<sup>2</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>3</sup>**

Jurnal Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional  
Malang

Email : [andredianhartan21@gmail.com](mailto:andredianhartan21@gmail.com)

**ABSTRAK**

Proses perlakuan panas yang dikenal sebagai karburisasi melibatkan difusi unsur karbon ke permukaan logam atau non-logam pada temperatur tertentu untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya. Proses karburasi biasanya diikuti dengan perlakuan pendinginan cepat untuk meningkatkan kekerasan logam, yang membuat permukaannya lebih tahan aus. Proses di atas digunakan untuk material penelitian ini, yang merupakan baja karbon menengah AISI 1050. Penelitian ini juga menggunakan dapur bed fluidized. Selain itu, arang batok kelapa dan limbah serbuk fotocopy digunakan sebagai media, dan laju aliran gas LPG digunakan sebagai variabel.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui kekerasan, berat yang hilang, laju aus, volume berat yang hilang, tebal lapisan, dan bahan yang terkandung dalam lapisan yang terbentuk oleh proses karburasi menggunakan media arang batok kelapa. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan tiga pengujian berupa pengujian mikrovickers untuk mengamati kekerasan dengan satuan HV, pengujian keausan menggunakan tribometer pin on disc untuk mengamati berat yang hilang, laju aus, dan volume berat yang hilang dengan satuan gram dan gram/menit, serta pengujian SEM-EDX untuk mengetahui unsur yang terkandung dan tebal lapisan dengan satuan mm atau  $\mu\text{m}$ . Penelitian ini akan memberikan informasi mengenai metode karburasi menggunakan media campuran limbah serbuk fotocopy dan arang batok kelapa.

Kata Kunci : Karburisasi, Laju Aliran, Kekerasan, *Pin On Disc*, SEM-EDX.

**CHARACTERIZATION OF THE CARBURIZING PROCESS OF AISI 1050  
STEEL USING PHOTOCOPY POWDER WASTE AND COCONUT SHELL  
CHARCOAL AT A TEMPERATURE OF 700°C WITH VARIATIONS IN GAS  
FLOW RATE**

**Andreas Dian Hartanto<sup>1</sup>, I Komang Astana Widi<sup>2</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>3</sup>**

Journal of Mechanical Engineering S-1 Faculty of Industrial Technology National  
Institute of Technology Malang  
Email : [andredianhartan21@gmail.com](mailto:andredianhartan21@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The heat treatment process known as carburizing involves the diffusion of elemental carbon onto the surface of a metal or non-metal at a certain temperature to improve its physical and mechanical properties. The carburizing process is usually followed by a rapid cooling treatment to increase the hardness of the metal, which makes the surface more wear-resistant. The above process was used for this research material, which is AISI 1050 medium carbon steel. This study also used a fluidized bed kitchen. In addition, coconut shell charcoal and photocopy powder waste are used as the medium, and LPG gas flow rate is used as variable.*

*The main purpose of this study was to determine the hardness, weight lost, wear rate, volume of weight lost, layer thickness, and the material contained in the layer formed by the carburizing process using coconut shell charcoal media. To achieve this goal, three tests were carried out in the form of microvikers testing to observe hardness with HV units, wear testing using a pin on disc tribometer to observe lost weight, wear rate, and lost weight volume in grams and grams / minute, and SEM-EDX testing to determine the elements contained and layer thickness in mm or  $\mu\text{m}$  units. This research will provide information about the carburizing method using mixed media of photocopy powder waste and coconut shell charcoal.*

*Keywords: Carburizing, Flow Rate, Hardness, Pin On Disc, SEM-EDX.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....	iii
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....	iv
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Pengertian Baja.....	9
2.2.1 Jenis-jenis Baja.....	9
2.2.2 Unsur - unsur Kandungan Baja .....	11
2.2.3 Struktur Mikro Baja.....	13

2.3 Baja AISI 1050 .....	17
2.4 Perlakuan Panas .....	18
2.5 Carburizing .....	18
2.5.1 Macam-macam Proses <i>Carburizing</i> .....	19
2.5.2 Hal Yang Mempengaruhi <i>Carburizing</i> .....	20
2.6 Quenching .....	21
2.6.1 Media Pendinginan <i>Quenching</i> .....	22
2.7 <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	23
2.7.1 Keuntungan <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	24
2.7.2 Kekurangan <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	24
2.7.3 Suplay Gas Dalam <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	25
2.7.4 Media Pemanasan <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	25
2.7.5 Karakteristik <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	26
2.7.6 Parameter <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	26
2.8 Laju Alir .....	27
2.9 Arang Batok Kelapa .....	28
2.10 Limbah Toner Fotocopy .....	28
2.11 Keausan .....	29
2.12 Uji Keausan Pin On Disc .....	29
2.12.1 Spesifikasi Peralatan .....	31
2.12.2 Parameter Alat .....	32
2.13 Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> .....	32
2.13.1 Keunggulan dan Kekurangan Metode <i>Microvickers</i> .....	33
2.14 Uji Mikrostruktur SEM-EDX / SEM-EDS .....	33
2.14.1 Prinsip Kerja Uji SEM-EDX / SEM-EDS .....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	36

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	36
3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	37
3.2.1 Studi Literatur .....	37
3.2.2 Peralatan dan Bahan Uji .....	37
3.2.3 Variabel Penelitian .....	46
3.2.4 Pembuatan Spesimen .....	46
3.2.5 Proses <i>Carburizing</i> Spesimen .....	49
3.2.6 Proses Pengujian Spesimen .....	50
3.2.7 Analisa Pengolahan Data dan Pembahasan .....	51
3.2.8 Kesimpulan Penelitian .....	52
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	53
4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	53
4.2 Analisa Hasil Pengujian Keausan .....	55
4.3 Analisa Hasil Pengujian SEM-EDX .....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fe <sub>3</sub> C .....	14
Gambar 2.2 Diagram <i>Time-Temperature-Transformations</i> .....	15
Gambar 2.3 Transformasi austenite menjadi ferit dan sementit melalui difusi.....	15
Gambar 2.4 Diagram Continuous Cooling Transformation .....	16
Gambar 2.6 Skema Fluidized Bed Furnace.....	24
Gambar 2.7 Skema Sistem Pengujian Keausan <i>Pin On Disc</i> .....	30
Gambar 2.8 Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> .....	32
Gambar 2.9 Diagram Skematik SEM.....	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Mesin Fluidized Bed Furnace.....	38
Gambar 3.3 Mesin Bubut .....	38
Gambar 3.4 Mesin Poles .....	39
Gambar 3.5 Mesin Gergaji <i>Hacksaw</i> .....	39
Gambar 3.6 Mesin Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> di Polinema.....	39
Gambar 3.7 Mesin Uji Keausan <i>Pin On Disc</i> di ITN Malang .....	40
Gambar 3.8 Mesin SEM-EDX di Universitas Brawijaya.....	41
Gambar 3.9 Ember/Kaleng.....	41
Gambar 3.10 Timbangan Digital.....	42
Gambar 3.11 Baja AISI 1050 .....	42
Gambar 3.12 <i>Mill Certificate</i> Baja AISI 1050 .....	43
Gambar 3.13 Gas LPG / <i>Propane</i> .....	44
Gambar 3.14 Gas Nitrogen.....	44
Gambar 3.15 Arang Batok Kelapa .....	45
Gambar 3.16 Limbah Serbuk <i>Fotocopy</i> .....	45
Gambar 3.17 Seling Gas.....	45
Gambar 3.18 Spesimen Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> .....	47
Gambar 3.19 Spesimen Uji Keausan <i>Pin On Disc</i> .....	48
Gambar 3.20 Spesimen Uji SEM-EDX.....	49
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kadar Karbon Terhadap Nilai Kekerasan.....	54
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Karbon Terhadap Laju Aus.....	56

Gambar 4.3 SEM Perbesaran 500x <i>Raw Material</i> .....	58
Gambar 4.4 EDX Spot <i>Raw Material</i> .....	58
Gambar 4.6 EDX Spot Laju Aliran 20 cm <sup>3</sup> /min .....	60
Gambar 4.7 SEM Perbesaran 500x Laju Aliran 40 cm <sup>3</sup> /min .....	61
Gambar 4.8 EDX Spot Laju Aliran 40 cm <sup>3</sup> /min .....	61
Gambar 4.9 SEM Perbesaran 500x Laju Aliran 60 cm <sup>3</sup> /min .....	62
Gambar 4.10 EDX Spot Laju Aliran 60 cm <sup>3</sup> /min .....	63
Gambar 4.11 Grafik Kadar karbon.....	64
Gambar 4.12 Grafik Ketebalan Lapisan Hasil Karburisasi.....	65



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Unsur Kimia AISI 1050.....	18
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan <i>Microvickers</i> .....	53
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Keausan <i>Pin On Disc</i> .....	55
Tabel 4.3 Tabel Komposisi Kandungan <i>Raw Material</i> .....	59
Tabel 4.4 Tabel Komposisi Kandungan Laju Aliran 20 cm <sup>3</sup> /min.....	60
Tabel 4.5 Tabel Komposisi Kandungan Laju Aliran 40 cm <sup>3</sup> /min.....	62
Tabel 4.6 Tabel Komposisi Kandungan Laju Aliran 60 cm <sup>3</sup> /min.....	63