

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI
PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS
DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA
KARBURISASI**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : DHAIFAN FIRDAUSI RAZAN

NIM : 19.11.157

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

2023

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI
PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS
DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA
KARBURISASI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

**NAMA : DHAIFAN FIRDAUSI RAZAN
NIM : 1911157**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI
PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS
DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA
KARBURISASI**



Disusun Oleh :

Nama : Dhaifan Firdausi Razan

Nim : 1911157

Prodi : Teknik Mesin S-1

Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing 1

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

Diperiksa/Disetujui
Dosen Pembimbing 2

Rosadila Febritasari, ST. MT
NIP.P. 1032200602

Mengetahui,
Wakil Dekan 1



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



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Dhaifan Firdausi Razan
NIM : 1911157
Jurusan : Teknik Mesin S-1
Judul : KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA KARBURISASI

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

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 30 Agustus 2023

Dengan Nilai : 82.65 (A)

PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

KETUA

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

SEKERTARIS

Febi Rahmadianto, 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. 1031500490

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : DHAIFAN FIRDAUSI RAZAN

NIM : 1911157

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 :

“KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA KARBURISASI”

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


Dhaifan Firdausi Razan
NIM. 1911157

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Dhaifan Firdausi Razan
















NIM : 1911157

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : Karakterisasi Proses Karburisasi Pada Baja Aisi 4140
Terhadap Laju Aliran Gas Dengan Temperatur 800°C
Dengan Variasi Media Karburisasi

Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi., ST.,MT. (Pembimbing 1)

Rosadilla Febritasari. ST.,MT. (Pembimbing 2)

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan dan Persetujuan 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 BAB V	9 Agustus 2023	
16.	Pengajuan Ujian Skripsi	18 Agustus 2023	
17.	Ujian Skripsi	24 Agustus 2023	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dhaifan Firdausi Razan
NIM : 1911157
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA KARBURISASI**
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. (Pembimbing 1)
Rosadila Febritasari, ST., MT. (Pembimbing 2)
Tanggal Pengajuan Skripsi : 03 Maret 2023
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 30 Agustus 2023
Telah Diselesaikan Dengan Nilai : 87.00 .

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing 1



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

Dosen Pembimbing 2



Rosadilla Febritasari, ST., MT.
NIP.P. 1032200602

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 PADA BAJA AISI 4140 TERHADAP LAJU ALIRAN GAS DENGAN TEMPERATUR 800°C DENGAN VARIASI MEDIA KARBURISASI”** 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. I Komang Somawirata, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing pertama Skripsi.
4. Ibu Rosadilla Febritasari, ST., MT. Sebagai Dosen Pembimbing kedua Skripsi.
5. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng. Sebagai Kordinator Bidang Material.
6. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd, MT. 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 dan Keluarga yang senantiasa selalu memberikan dukunga baik secara material maupun non-material.
- 9.
- 10.

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, 26 Agustus 2023

Penyusun



Dhaifan Firdausi Razan
1911157

**KARAKTERISASI PROSES KARBURISASI PADA BAJA AISI 4140
TERHADAP LAJU ALIRAN GAS DENGAN TEMPERATUR 800°C
DENGAN VARIASI MEDIA KARBURISASI**

Dhaifan Firdausi Razan¹, I Komang Astana Widi², Rosadilla Febritasari³

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

Email : dhaif.daus@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari media *carburizing* terhadap kekerasan, keausan, dan struktur mikro baja AISI 4140. Fokus penelitian ini adalah pada variasi media *carburizing* yang digunakan, yaitu arang batok kelapa+limbah toner *fotocopy*, arang batok kelapa+toner *fotocopy* baru, dan pasir alumina. Proses *carburizing* dilakukan dengan menggunakan aliran gas dalam sebuah pengujian laboratorium eksperimental. Baja AISI 4140 dibentuk menjadi spesimen untuk menguji tingkat kekerasan, keausan, dan struktur mikro. Spesimen dibuat dalam dua kondisi, yaitu kondisi sebagai bahan mentah (tanpa perlakuan karburizing) dan kondisi yang telah mengalami proses *carburizing*. Proses *carburizing* dilakukan dengan memanaskan spesimen uji dalam *fluidized bed furnace* pada suhu 800°C dengan menggunakan berbagai media *carburizing* yang telah disebutkan sebelumnya. Setelah 60 menit, spesimen diberi perlakuan *quenching* dengan cara dicelupkan ke dalam air sampai mencapai suhu kamar. Selanjutnya, spesimen yang telah mengalami proses *carburizing* dan *quenching* diuji untuk mengetahui tingkat kekerasan, keausan, dan struktur mikro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media *carburizing* berpengaruh pada peningkatan kekerasan dan tingkat keausan. Kekerasan rata-rata tertinggi 810,33 HV diperoleh pada penggunaan media pasir alumina, dan laju keausan tertinggi 0,8493 mm³/min juga terjadi pada penggunaan media arang batok kelapa+toner *fotocopy* baru. Proses *carburizing* menyebabkan peningkatan kandungan karbon dalam baja, yang berkontribusi pada pembentukan lapisan karbon di permukaan material tersebut.

Kata Kunci : *Carburizing*, Baja Paduan Rendah AISI 4140, Variasi Media *Carburizing*, Pengujian Kekerasan, Pengujian Keausan, SEM-EDX

**CHARACTERIZATION OF THE CARBURIZING PROCESS IN AISI 4140
STEEL AGAINST GAS FLOW RATES WITH A TEMPERATURE OF 800°C
WITH VARIATIONS IN CARBURIZING MEDIA**

Dhaifan Firdausi Razan¹, I Komang Astana Widi², Rosadilla Febritasari³

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

Email : dhaif.daus@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of carburizing media on the hardness, wear, and microstructure of AISI 4140 steel. The focus of this research is on the variations in carburizing media used, namely coconut shell charcoal + waste photocopy toner, coconut shell charcoal + new photocopy toner, and alumina sand. The carburizing process is carried out using a gas stream in an experimental laboratory test. AISI 4140 steel is formed into specimens to test the level of hardness, wear and microstructure. Specimens were made in two conditions, namely conditions as raw materials (without carburizing treatment) and conditions that had undergone a carburizing process. The carburizing process is carried out by heating the test specimen in a fluidized bed furnace at a temperature of 800°C using various carburizing media mentioned previously. After 60 minutes, the specimen was given a quenching treatment by dipping it in water until it reached room temperature. Next, specimens that have undergone carburizing and quenching processes are tested to determine the level of hardness, wear and microstructure. The research results show that the use of carburizing media has an effect on increasing hardness and wear levels. The highest average hardness of 810.33 HV was obtained when using alumina sand media, and the highest wear rate of 0.8493 mm³/min also occurred when using coconut shell charcoal media + new photocopy toner. The carburizing process causes an increase in the carbon content in steel, which contributes to the formation of a carbon layer on the surface of the material.

Keywords: *Carburizing, Low Alloy Steel AISI 4140, Carburizing Media Variations, Hardness Testing, Wear Testing, SEM-EDX*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN 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.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.1.1 Y.N. Rohmat dkk. (2022)	6
2.1.2 Gilang Tri Handoyo (2022)	7
2.1.3 M. Sadam Sahari (2022)	7
2.1.4 Naufal Rafid Rizqullah (2022)	8
2.2 Baja.....	8
2.3 Baja Paduan	9

2.3.1 Baja Paduan Rendah	9
2.3.2. Baja Paduan Menengah	10
2.3.3. Baja Paduan Tinggi.....	10
2.3.4 Pengaruh Unsur Paduan.....	10
2.3.5 Struktur Mikro Baja	12
2.4 Baja AISI 4140	12
2.5 Perlakuan Panas.....	13
2.6 Proses Perlakuan <i>Carburizing</i>	14
2.6.1 Macam-Macam <i>Carburizing</i> :.....	14
2.6.2 Hal Yang Mempengaruhi <i>Carburizing</i>	16
2.7 <i>Fluidized Bed Furnance</i>	17
2.7.1 Keuntungan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	18
2.7.2 Kekurangan <i>Fluidized Bed Furnace</i>	19
2.7.3 Suplay Gas Dalam <i>Fluidized Bed Furnace</i>	19
2.8 <i>Quenching</i>	20
2.9 Media <i>Carburizing</i>	21
2.9.1 Pasir Alumina	21
2.9.2 Arang batok kelapa.....	21
2.9.3 Toner <i>Fotocopy</i>	22
2.10 Laju Alir	23
2.11 Keausan	23
2.12 Uji Keusan <i>Pin On Disc</i>	24
2.12.1 Spesifikasi Peralatan	25
2.12.2 Parameter Alat.....	25
2.12.3 Metode Pengujian Keausan.....	26
2.12 Uji Kekerasan	27

2.13 Scanning Electron Microscope (SEM).....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Diagram Alir	30
3.2 Penjelasan Diagram Alir	31
3.2.1 Studi Literatur.....	31
3.2.2 Tahap Persiapan Alat dan Bahan.....	31
3.2.3 Variabel yang digunakan dalam Penelitian	38
3.2.4 Pembuatan Sampel	39
3.2.5 Carburizing	41
3.2.6 Proses pengujian spesimen	42
3.2.7 Analisa Pengolahan Data dan Pembahasan.....	43
3.2.8 Kesimpulan Penelitian.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i> ..	44
4.2 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Keausan <i>pin on disc</i>	47
4.3 Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian SEM-EDX	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa Fe_3C	12
Gambar 2. 2 Skematik Fluidized Bed Furnance	18
Gambar 2. 3 Skema Sistem Pengujian Keausan <i>Pin On Disc</i>	24
Gambar 2. 4 Prinsip Uji Vikers.....	28
Gambar 2. 5 Skema dasar SEM	29
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Ember/Kaleng.....	32
Gambar 3. 3 Timbangan Digital.....	32
Gambar 3. 4 Mesin Bubut	33
Gambar 3. 5 Mesin Gergaji Hacksaw	34
Gambar 3. 6 Mesin Uji Kekerasan Microvikers	34
Gambar 3. 7 Mesin Uji Keausan Pin On Disc	35
Gambar 3. 8 Mesin SEM-EDX	36
Gambar 3. 9 Seling.....	36
Gambar 3. 10 Baja AISI 4140.....	37
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Kekerasan Terhadap Kadar Karbon	45
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Laju Keausan Terhadap Kadar Karbon	48
Gambar 4. 3 SEM Raw material baja aisi 4140	50
Gambar 4. 4 EDX Spot Raw Material	51
Gambar 4. 5 SEM Media Pasir Alumina	52
Gambar 4. 6 EDX Spot Media Pasir Alumina	52
Gambar 4. 7 SEM Media Arang batok Kelapa+Limbah Toner <i>Fotocopy</i>	54
Gambar 4. 8 EDX Spot Media Arang Batok Kelapa+Limbah Toner Fotocopy ...	54
Gambar 4. 9 SEM Media Arang Batok Kelapa+Toner Fotocopy Baru.....	56
Gambar 4. 10 EDX Spot Media Arang Batok Kelapa+Toner Fotocopy Baru.....	56
Gambar 4. 11 Grafik Kadar Karbon.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Baja AISI 4140	13
Tabel 4. 1 Nilai Kekerasan Baja AISI 4140.....	44
Tabel 4. 2 Nilai Keausan Baja AISI 4140.....	47
Tabel 4. 3 Kandungan Komposisi Raw Material Baja AISI 4140.....	51
Tabel 4. 4 Kandungan Komposisi Media Pasir Alumina.....	53
Tabel 4. 5 Kandungan Komposisi Media Arang Kelapa+Limbah <i>Fotocopy</i>	55
Tabel 4. 6 Kandungan Komposisi Media Arang Kelapa+Toner Fotocopy Baru..	57