

**KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140 MENGGUNAKAN
PADUAN LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN ARANG BATOK KELAPA
PADA TEMPERATUR 800⁰C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

NAMA : Hadiulloh Ansori

NIM : 1911061

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

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140 MENGGUNAKAN
PADUAN LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN ARANG BATOK KELAPA
PADA TEMPERATUR 800⁰C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG**

Disusun Oleh :

Nama : Hadiulloh Ansori
NIM : 1911061
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri

**Diperiksa Dan Disetujui
Dosen Pembimbing I**



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

**Diperiksa Dan Disetujui
Dosen Pembimbing II**



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



**Mengetahui,
Wakil Dekan I Fakultas Teknologi Industri**

Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT.
NIP. 19706152005012002



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
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Hadiulloh Ansori
NIM : 1911061
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140
MENGUNAKAN PADUAN LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN
ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 800⁰C
TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG**

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

Hari / Tanggal :
Telah dievaluasi Dengan Nilai : 80.40 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, 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

Rosadila Febritasari, ST., MT.
NIP.P. 10322200602

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hadiulloh Ansori

NIM : 1911061

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Tempat/ Tanggal Lahir : Teros, 03 Oktober 2001

Alamat Asal : Dusun Tuntang, Desa Teros RT 027/ RW 011, Kec, Labuhan Haji

Status Perkawinan : Belum Menikah

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

Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul **‘KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140 MENGGUNAKAN PADUAN LIMBAH SERBUK FOTOCOPY DAN ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 800⁰C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG’** adalah hasil karya sendiri bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya.

Malang, 07 September 2023



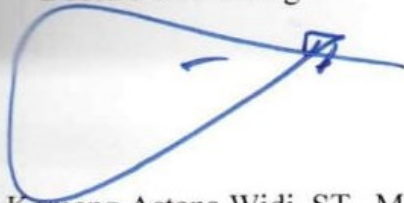
Hadiulloh Ansori
NIM. 19.11.061

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Hadiulloh Ansori
NIM : 1911061
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140
MENGUNAKAN PADUAN LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN
ARANG BATOK KELAPA PADA TEMPERATUR 800°C TERHADAP
LAJU ALIRAN GAS LPG

NO	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Konsultasi Judul Skripsi	03 Maret 2023	
2	Pengajuan Judul Skripsi	06 Maret 2023	
3	Pemantapan Judul Skripsi	15 Maret 2023	
4	Konsultasi Proposal BAB I, II, Dan III	25 Maret 2023	
5	Seminar Proposal dan Revisi	31 April 2023	
6	Konsultasi Laporan Skripsi BAB IV Dan V	7 Juli 2023	
7	Seminar Hasil dan Revisi	08 Agustus 2023	
8	Konsultasi Hasil Akhir Skripsi	14 Agustus 2023	

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun. Sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian untuk memenuhi persyaratan dalam perkuliahan pada Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Atas dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat.

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang, dan pembimbing skripsi.
3. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT. Selaku Dosen Pembimbing II skripsi
4. Terimakasih kepada orang tua dan keluarga atas dukungan serta doa dalam penulisan skripsi ini.
5. Persaudaraan HMM S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dan semeton kontrakan 19 terimakasih atas doa dan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat di kembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Malang, 07 September 2023

Penulis



HADIULLOH ANSORI

NIM. 1911061

**KARAKTERISASI KARBURASI BAJA AISI 4140 MENGGUNAKAN PADUAN
LIMBAH SERBUK *FOTOCOPY* DAN ARANG BATOK KELAPA PADA
TEMPERATUR 800⁰C TERHADAP LAJU ALIRAN GAS LPG**

ABSTRAK

Hadiulloh Ansori¹, I Komang A.W²

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

Email : Hadiullohansori@gmail.com

Carburizing merupakan proses perlakuan panas pada permukaan baja dengan memampatkan karbon sebagai unsur pengerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan, keausan dan unsur karbon yang terbentuk pada baja paduan rendah AISI 4140 setelah melakukan *carburizing* dengan menggunakan dapur *fluidized bed furnace* dengan laju aliran. Pada penelitian ini material yang akan di uji baja paduan rendah AISI 4140, media yang akan di gunakan dalam proses carburizing limbah serbuk fotocopy dan arang batok kelapa sebagai bahan pengkarbonan pada temperatur 800⁰ Selama 60 menit, dengan laju aliran 20 cm³ / min, 40 cm³ / min, 60 cm³ / min, dengan media pendingin air. material yang akan di uji baja paduan rendah AISI 4140. Hasil pengujian menunjukkan nilai kekerasan permukaan untuk raw baja AISI 4140 sebesar 284,7 VH. Maka nilai kekerasan yang meningkat setelah melakukan *carburizing* pada temperatur 800⁰ terutama pada laju aliran 60 cm³/min, dengan rata-rata 745,04, Nilai keausan untuk raw baja AISI 4140 Sebesar 0,4 gram, Nilai ketahanan aus semakin menurun setelah proses perlakuan carburizing pada temperatur 800⁰ dan berat rata-rata yang hilang 0,03 gram, dengan laju alir 60 cm³/min, pada hasil pengujian SEM EDX mengalami peningkatan sangat tinggi, yang semula tanpa perlakuan untuk raw sebesar 14,864%, setelah perlakuan carburizing dengan temperatur 800⁰ dan laju alir 60 cm³/min dengan nilai karbon (C) 22,760% , ini menunjukkan pada karbon (C) mengalami peningkatan sangat tinggi.

Kata Kunci : Laju Keausan, Baja AISI 4140, SEM EDX. Kekerasan

CARBURATION CHARACTERIZATION OF AISI 4140 STEEL USING PHOTOCOPY WASTE POWDER AND COCONUT SHELL CHARCOAL AT TEMPERATURE 800°C FOR LPG GAS FLOW RATE

ABSTRACT

Hadiulloh Ansori¹, I Komang A.W²

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

Email : Hadiullohansori@gmail.com

Carburizing is a heat treatment process on the steel surface by compressing carbon as a hardening element. This study aims to determine the hardness, wear and carbon elements formed in AISI 4140 low alloy steel after carrying out carburizing using a fluidized bed furnace with a flow rate. In this research, the material to be tested is AISI 4140 low alloy steel alloy, the media to be used in the carburizing process of fotocopy powder waste and coconut shell charcoal as carbonaceous material at a temperature of 800°C for 60 minutes, with a flow rate of 20 cm³/min, 40 cm³/minute, 60 cm³/minute, with water cooling media. The material to be tested is AISI 4140 low alloy steel. The test results show that the surface hardness value for AISI 4140 raw steel is 284.7 VH. Then the hardness value increases after carburizing at a temperature of 800°C, especially at a flow rate of 60 cm³/min, with an average of 745.04. The wear value for raw AISI 4140 steel is 0.4 gram. The wear resistance value decreases after processing carburizing at a temperature of 800°C and an average weight loss of 0.03 gram, with a flow rate of 60 cm³/min, the results of the SEM EDX test experienced a very high increase, which was initially without treatment for raw of 14.864%, after carburizing treatment with temperature 800°C and flow rate 60 cm³/min, with a carbon (C) value of 22.760% , this shows that carbon (C) has a very high increase.

Keywords: Wear Rate, AISI 4140 Steel, SEM EDX. Violence

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
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	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Definisi Baja	8
2.3 Klasifikasi Baja.....	8
2.3.1 Baja Karbon	9

2.3.2 Baja Paduan (<i>Alloy Steel</i>).....	10
2.4 Pengaruh Unsur Paduan Terhadap Baja.....	10
2.5 Baja padun AISI 4140.....	11
2.6 Diagram Fasa Fe-fe ₃ c.....	12
2.7 Perlakuan Panas Pada Baja.....	14
2.8. Definisi <i>Carburizing</i>	14
2.8.1 <i>Carburizing</i> (Pengkarbonan).....	15
2.8.2 <i>Carburizing</i> Padat (<i>Pack Carburizing</i>).....	16
2.9 Limbah Serbuk <i>Fotocopy</i>	16
2.10 Arang Batok Kelapa.....	17
2.11 Laju aliran Gas dan Temperatur.....	18
2.12 Quenching.....	19
2.13 Metode Pendinginan Baja.....	20
2.14 Uji Kekerasan.....	21
2.14.1 Uji Kekerasan Vickers (<i>Micro-Vickers</i>).....	22
2.15 Uji Keausan.....	23
2.15.1 Laju Keausan.....	29
2.16 Uji SEM-EDX / SEM-EDS.....	31
BAB III.....	35
METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	36
3.2.1 Studi Literatur.....	36
3.2.2 Persiapan Alat Dan Bahan.....	36
3.2.3 Variabel Penelitian.....	43
3.2.4 Pembuatan Spesimen Pengujian.....	43
3.2.5 Pengujian Spesimen.....	46

3.2.6 Analisa Pengolahan Data Dan Pembahasan.....	51
3.2.7 Kesimpulan	51
BAB V	52
PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	78
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	78
Lampiran 2. Sertipikat Keaslian Baja Paduan Rendah AISI 4140.....	79
Lampiran 3. Surat Bimbingan Skripsi.....	80
Lampiran 4. Data Hasil Pengujian	82
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram kesetimbangan Fe-Fe ₃ C.....	13
Gambar 2. 2 Pemodelan proses difusi.....	15
Gambar 2. 3 Limbah serbuk <i>fotocopy</i>	17
Gambar 2. 4 Arang Batok Kelapa.....	18
Gambar 2. 5 Grafik Temperatur terhadap aliran gas pada operasi <i>fluidised bed furnace</i>	19
Gambar 2. 6 Prinsip Uji Mikro <i>Vickers</i>	22
Gambar 2. 7 Alat Pengujian Mikro <i>Vickers</i>	23
Gambar 2. 8 Skema keausan <i>adhesive</i>	24
Gambar 2. 9 Mekanisme keausan <i>abrasive</i>	25
Gambar 2. 10 Mekanisme keausan lelah	26
Gambar 2. 11 Mekanisme keausan oksidasi	27
Gambar 2. 12 Mekanisme keausan erosi	28
Gambar 2. 13 Bentuk spesimen	30
Gambar 2. 14 Mesin Uji Keausan.....	31
Gambar 2. 15 Alat Uji SEM	32
Gambar 2. 16 Prinsip Kerja SEM-EDX.....	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 2 Baja paduan rendah AISI 4140	36
Gambar 3. 3 Limbah <i>Fotocopy</i>	36
Gambar 3. 4 Arang Batok Kelapa.....	37
Gambar 3. 5 Alat Fluidized bed furnace	37
Gambar 3. 6 Bak air Untuk Media Quenching	39
Gambar 3. 7 jangka sorong	39
Gambar 3. 8 Timbangan Digital	40
Gambar 3. 9 Alat Uji Keausan.....	41
Gambar 3. 10 Alat Uji Kekerasan Mikro-Vickers.....	42
Gambar 3. 11 Alat Uji SEM	43
Gambar 3. 12 Spesimen keausan sebelum di carburizing.....	44
Gambar 3. 13 Spesimen kekerasan sebelum di carburizing	45
Gambar 3. 14 Spesimen kekerasan sebelum di carburizing	45

Gambar 3. 15 Spesimen SEM/EDX.....	45
Gambar 3. 16 Spesimen uji kekerasan	46
Gambar 3. 17 Alat uji kekerasan Mikro Vickers	46
Gambar 3. 18 Menimbang berat awal spesimen uji keausan.....	47
Gambar 3. 19 Menghitung Rpm pada mesin uji keausan	48
Gambar 3. 20 Pemasangan beban sebesar 8 kg pada mesin uji keausan	48
Gambar 3. 21 Proses pengujian keausan.....	49
Gambar 3. 22 Penimbangan berat akhir spesimen.....	49
Gambar 3. 23 Spesimen uji SEM EDX	50
Gambar 3. 24 Mesin uji SEM EDX.....	50
Gambar 4. 1 Grafik Kekerasan Raw Material	53
Gambar 4. 2 Grafik Kekerasan Laju Alir 20 cm ³ /min	54
Gambar 4. 3 Grafik Kekerasan Laju Alir 40 cm ³ /min	55
Gambar 4. 4 Grafik Kekerasan Laju Alir 60 cm ³ /min	55
Gambar 4. 5 Grafik Laju Keausan Laju Alir 20 cm ³ /min.....	57
Gambar 4. 6 Grafik Laju Keausan Laju Alir 40 cm ³ /min.....	58
Gambar 4. 7 Grafik Laju Keausan Laju Alir 60 cm ³ /min.....	58
Gambar 4. 8 Uji Sem Raw Material.....	60
Gambar 4. 9 EDX Raw Matrial dengan perbesaran 40 μm	60
Gambar 4. 10 Uji SEM Laju Alir 20 cm ³ /min	62
Gambar 4. 11 EDX Spot pada laju alir 20 cm ³ /min dengan pembesaran 40 μm.....	62
Gambar 4. 12 Uji SEM Laju Alir 40 cm ³ /min	63
Gambar 4. 13 EDX Spot Pada Laju Alir 40 cm ³ /min Dengan Perbesaran 40 μm.....	64
Gambar 4. 14 Uji SEM Laju Alir 60 cm ³ /min	66
Gambar 4. 15 EDX Spot Laju Alir 60 cm ³ /min Dengan Perbesaran 40 μm.....	66
Gambar 4. 16 Grafik Ketebalan Hasil Karburasi.....	68
Gambar 4. 17 Grafik Kandungan Karbon Baja Paduan AISI 4140.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan unsur paduan Baja AISI 4140.....	12
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekerasan.....	52
Tabel 4. 2 Data Pengujian Keausan	56
Tabel 4. 3 Jumlah Komposisi Kandungan Tanpa Perlakuan (Raw Material).....	61
Tabel 4. 4 Jumlah Komposisi Kandungan Proses Perlakuan Carburizing dan Laju Alir 20 cm ³ /min	62
Tabel 4. 5 Jumlah Komposisi Kandungan Karburisasi Proses Carburizing dan Laju alir 40 cm ³ /min.....	64
Tabel 4. 6 Jumlah Komposisi Kandungan Proses Perlakuan <i>Carburizing</i> dan Laju aliran 60 cm ³ /min....	67