

**ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN
LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI
800°C TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN
PENGKERASAN BAJA AISI 1050**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : MIFTAHUL HUDA

NIM : 20.11.101

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

2024

**ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN
LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI
800°C TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN
PENGKERASAN BAJA AISI 1050**

SKRIPSI

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

DISUSUN OLEH :

NAMA : MIFTAHUL HUDA

NIM : 2011101

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN
LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI
800°C TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN
PENGKERASAN BAJA AISI 1050**



Disusun Oleh :

Nama : Miftahul Huda
Nim : 2011101
Progam Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP.P.1031400477

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing

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

NIP.Y.1030400405



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : MIFTAHUL HUDA
NIM : 2011101
Program Studi : TEKNIK MESIN S-1
Judul Skripsi : ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS
MEMANFAATKAN LIMBAH PADA TEMPERATUR
PROSES KARBURISASI 800°C TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN
PENGERASAN BAJA AISI 1050

Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1) Pada :

Hari/Tanggal : Selasa/13 Agustus 2024

Dengan Nilai : 89.00 (A)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Dr. Eko Yohanes Setyawan., ST., MT.

NIP.P.1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd., M.Pd.

NIP.P.1031500493

Anggota Penguji

Penguji 1

Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng.

NIP. P. 1031500492

Penguji 2

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

LEMBAR PERYATAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miftahul Huda
Nim : 2011101
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul “**ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI 800°C TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN Pengerasan BAJA AISI 1050**” adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang disebutkan sumber aslinya.

Malang, 21 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan















Miftahul Huda

NIM 2011101

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Miftahul Huda
Nim : 2011101
Progam Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **Analisa Variasi Laju Aliran Gas Memanfaatkan Limbah Pada Temperatur Proses Karburisasi 800°C Terhadap Struktur Mikro Dan Kedalaman Pengerasan Baja Aisi 1050**
Dosen Pembimbing : **Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.**

NO	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	04 April 2024	
2.	Konsultasi BAB I	23 April 2024	
3.	Konsultasi BAB II	25 April 2024	
4.	Konsultasi BAB III	30 April 2024	
5.	Pendaftaran Seminar Proposal	04 Juni 2024	
6.	Seminar Proposal	05 Juni 2024	
7.	Konsultasi BAB IV Dan BAB V	10 Juni 2024	
8.	Konsultasi BAB IV Dan BAB V	25 Juni 2024	
9.	Konsultasi BAB IV Dan BAB V	08 Juli 2024	
10.	Konsultasi BAB IV Dan BAB V	22 Juli 2024	
11.	Konsultasi BAB IV Dan BAB V	29 Juli 2024	
12.	Pendaftaran Seminar Hasil	31 Juli 2024	
13.	Seminar Hasil	02 Agustus 2024	
14.	Persetujuan Komprehensif	08 Agustus 2024	
15.	Pendaftaran Komprehensif	09 Agustus 2024	
16.	Ujian Komprehensif	13 Agustus 2024	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Miftahul Huda
NIM : 2011101
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Analisa Variasi Laju Aliran Gas
Memanfaatkan Limbah Pada
Temperatur Proses Karburisasi
800°C Terhadap Struktur Mikro Dan
Kedalaman Pengerasan Baja Aisi
1050
Dosen Pembimbing : Dr. I Komang Astana Widi, ST.,MT.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 04 April 2024
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 21 Agustus 2024
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 89.00 (A)

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing



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

NIP. Y 1030400405

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala, atas rahmat karunia serta hidayah yang telah diberikan. Sholawat serta salam juga penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam beserta para sahabat dan keluarganya. Dengan rahmat Allah subhanahu wa ta'ala, penulis sebagai mahasiswa Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul ” ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI 800°C TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN Pengerasan BAJA AISI 1050” 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. Eko Yohanes Setyawan, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang,
4. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T. Sebagai Koordinator Keahlian Material dan Dosen Pembimbing Skripsi,
5. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd., M.T. Sebagai Kepala Laboratorium Pengujian Bahan dan Metalurgi,
6. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang,
7. Ibunda tercinta Sunarmi dan Bapak Miseran Al Gofur serta Keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis diberikan kesehatan, keselamatan, dan kelancaran dalam penyusunan skripsi sebagai syarat kelulusan sarjana Teknik mesin S-1,

8. Dan rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang yang selalu membantu terkait penyusunan skripsi maupun penelitian.

Terimaikasih tak hingga penulis sampaikan, Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Semoga kita semua berada dalam rahmat dan hidayah-Nya. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kelemahan, sehingga demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Malang, 05 April 2024

Penulis,

Miftahul Huda

NIM. 2011101

ANALISA VARIASI LAJU ALIRAN GAS MEMANFAATKAN
LIMBAH PADA TEMPERATUR PROSES KARBURISASI 800°C
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEDALAMAN
PENGKERASAN BAJA AISI 1050

Miftahul Huda¹, I Komang Astana Widi²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: huda.miftahul2001@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan material baja sangat luas dalam berbagai industri, terutama di sektor otomotif dan alat-alat perkakas, karena keunggulan sifat mekanis dan struktur mikronya. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas baja adalah dengan melakukan *surface hardening*, yaitu perlakuan panas yang bertujuan menambah kekerasan permukaan material sementara inti baja tetap ulet. Proses *surface hardening* yang umum digunakan adalah karburisasi, di mana unsur karbon ditambahkan pada baja melalui pemanasan pada suhu austenit untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus logam.

Penelitian ini memfokuskan pada perlakuan panas baja AISI 1050 dengan metode karburisasi menggunakan *fluidized bed furnace*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran gas selama proses karburisasi dapat meningkatkan kandungan karbon dan ketebalan lapisan karburisasi variasi laju alir gas 60 cm³ memiliki ketebalan lapisan tertinggi 32.339 µm dibandingkan laju alir gas 40 cm³ (22,69 µm) dan laju alir gas 20 cm³ (16,954) variasi laju alir gas 60 cm³ memiliki kekerasan tertinggi 761 HV, dibandingkan variasi laju alir gas 40 cm³ (740,8 HV) dan laju alir gas 20 cm³ (364,3 HV) variasi laju Alir 60 cm³ memiliki komposisi kadar karbon tertinggi 30,665% dibandingkan laju alir gas 40 cm³ (20.865%) dan laju alir gas 20 cm³ (18.567%).

Kata kunci : *Surface hardening*, Laju alir, Baja AISI 1050, *Fluidized bed furnace*.

*ANALYSIS OF VARIATION IN WASTE GAS FLOW RATE AT 800°C
CARBURISATION PROCESS TEMPERATURE ON
MICROSTRUCTURE AND HARDENING DEPTH OF AISI 1050
STEEL*

Miftahul Huda¹, I Komang Astana Widi²

Mechanical engineering Study Programme S-1 Faculty of Industrial Technology

National Institute of Technology Malang

Email : huda.miftahul2001@gmail.com

ABSTRACT

The use of steel materials is extensive in various industries, especially in the automotive and tooling sectors, due to its superior mechanical properties and microstructure. One method to improve the quality of steel is by surface hardening, which is a heat treatment that aims to increase the surface hardness of the material while the steel core remains ductile. A commonly used surface hardening process is carburisation, where elemental carbon is added to steel through heating at austenite temperature to increase the hardness and wear resistance of the metal.

This research focuses on heat treatment of AISI 1050 steel by carburisation method using fluidised bed furnace. The result show that increasing the gas flow rate during the carburisation process can increase the carbon content and thickness of the carburised layer. The 60 cm³ gas flow rate variation has the highest coating thickness of 32.339 µm compared to 40 cm³ gas flow rate (22.69 µm) and 20 cm³ gas flow rate (16.954). 60 cm³ gas flow rate variation has the highest hardness of 761 HV, compared to 40 cm³ gas flow rate variation (740.8 HV) and 20 cm³ gas flow rate (364.3 HV). 60 cm³ flow rate variation has the highest carbon content of 30.665% compared to 40 cm³ gas flow rate (20.865%) and gas flow rate of 20 cm³ (18.567%).

Keywords : *surface hardening, flow rate, AISI 1050 steel, Fluidised bed furnace.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERYATAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi baja.....	5
2.1.1 Jenis-jenis baja	5
2.1.2 Pengaruh Unsur Baja Paduan.....	6
2.1.3 Struktur Mikro Baja	8
2.1.4 Baja AISI 1050.....	13

2.2 Perlakuan Panas / <i>Heat Treatment</i>	14
2.2.1 Karburisasi	16
2.2.2 Karburisasi gas (<i>Gas Carburizing</i>)	16
2.2.3 <i>Fluidized Bed Furnace</i>	17
2.2.4 Limbah Serbuk <i>Fotocopy</i>	17
2.2.5 Arang Batok Kelapa	18
2.2.6 Laju Aliran Gas	19
2.2.7 <i>Holding Time</i>	19
2.2.8 <i>Quenching</i>	19
2.3 Uji Kekerasan <i>Microvikers</i>	20
2.4 Uji SEM-EDX (<i>Scanning Electrone Microscopy</i>)	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Penjelasan Diagram Alir	22
3.2.1 Studi Literatur	22
3.2.2 Persiapan Alat dan Bahan	22
3.2.3 Variabel Penelitian Yang Digunakan	30
3.2.4 Proses Pembuatan Sampel	31
3.2.5 <i>Carburizing</i>	32
3.2.6 Proses Pengujian Sampel	34
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Data Hasil Pengujian	36
4.1.1 Data Hasil Uji Struktur Mikro (Lapisan Karbon)	36
4.1.2 Data Hasil Uji Mikrovikers (Distribusi Kedalaman Pengerasan)	41
4.1.3 Data Hasil Uji SEM-EDX (Komposisi Baja)	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54

5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN – LAMPIRAN	58
LAMPIRAN 1 : BIODATA PENULIS	58
LAMPIRAN 2 : SURAT KETERANGAN PEMBIMBING.....	59
LAMPIRAN 3 : SURAT BUKTI PENELITIAN	60
LAMPIRAN 4 : HASIL UJI STRUKTUR MIKRO (TEBAL LAPISAN)	61
LAMPIRAN 5 : SURAT BUKTI PENGUJIAN MIKROVIKERS.....	62
LAMPIRAN 6 : HASIL UJI SEM EDX.....	69
LAMPIRAN 7 : SERTIFIKAT KEASLIAN BAJA AISI 1050	72
LAMPIRAN 8 : DOKUMENTASI PROSES PENELITIAN	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa Fe ₃ C.....	8
Gambar 2. 2 Diagram <i>Time-Temperature-Transformations</i>	9
Gambar 2. 3 Transformasi fasa austenite menjadi ferit dan sementit	10
Gambar 2. 4 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i>	11
Gambar 2. 5 <i>Photomicrograph</i> Austenite	12
Gambar 2. 6 Struktur Mikro Martensit	13
Gambar 2. 7 Gambar Sifat Mekanis Baja AISI 1050.....	14
Gambar 2. 8 Skema <i>Fluidized Bed Furnace</i>	17
Gambar 2. 9 Limbah serbuk <i>fotocopy</i>	18
Gambar 2. 10 Arang Batok Kelapa	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3. 2 Sarung tangan.....	22
Gambar 3. 3 Tang Penjepit	23
Gambar 3. 4 Jangka Sorong	23
Gambar 3. 5 Timbangan Digital	24
Gambar 3. 6 Seling.....	24
Gambar 3. 7 Kaleng	25
Gambar 3. 8 mesin Poles.....	25
Gambar 3. 9 <i>Fluidized bed furnace</i>	26
Gambar 3. 10 Mesin ujikekerasan.....	26
Gambar 3. 11 Mesin uji struktur mikro.....	27
Gambar 3. 12 Mesin uji SEM-EDX.....	27
Gambar 3. 13 Baja AISI 1050.....	28
Gambar 3. 14 Serbuk fotokopi	28
Gambar 3. 15 Arang batok kelapa.....	29
Gambar 3. 16 Gas propana.....	29
Gambar 3. 17 Gas nitrogen	30
Gambar 3. 18 Spesimen uji kedalaman pengerasan.....	31
Gambar 3. 19 Spesimen uji SEM.....	32
Gambar 3. 20 Proses <i>carburizing</i>	33
Gambar 4. 1 sampel <i>Raw Material</i> Baja AISI 1050	34

Gambar 4. 2 Sampel Laju Aliran Gas 20 cm ³ /min Temperatur 800°C.....	35
Gambar 4. 3 Sampel Sampel Laju Aliran Gas 40 cm ³ /min Temperatur 800°C....	36
Gambar 4. 4 Sampel Sampel Laju Aliran Gas 60 cm ³ /min Temperatur 800°C....	37
Gambar 4. 5 Penempatan Titik Uji <i>Mikrovikers</i> yang Diteliti.....	39
Gambar 4. 6 Gambar hasil uji SEM <i>Raw material</i> baja AISI 1050.....	45
Gambar 4. 7 SEM Laju Aliran 20 cm ³ /min.....	46
Gambar 4. 8 SEM Variasi Laju Aliran 40 cm ³ /min.....	47
Gambar 4. 9 SEM Variasi Laju Aliran 60 cm ³ /min.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Lapisan Karbon Baja AISI 1050 Laju Aliran Gas 20 cm ³ /min.....	37
Tabel 4. 2 Lapisan Karbon Baja AISI 1050 Laju Aliran Gas 40 cm ³ /min.....	38
Tabel 4. 3 Lapisan Karbon Baja AISI 1050 Laju Aliran Gas 60 cm ³ /min.....	39
Tabel 4. 4 Nilai Kedalaman Pengerasan <i>Raw Material</i>	41
Tabel 4. 5 Nilai Kedalaman Pengerasan Laju Alir 20 cm ³ /min.....	42
Tabel 4. 6 Nilai Kedalaman Pengerasan Laju Alir 40 cm ³ /min.....	44
Tabel 4. 7 Nilai Kedalaman Pengerasan Laju Alir 60 cm ³ /min.....	45
Tabel 4. 8 Kandungan Komposisi <i>Raw Material</i> Baja AISI 1050.....	47
Tabel 4. 9 Jumlah Kandungan Komposisi Variasi Laju Aliran 20 cm ³ /min.....	48
Tabel 4. 10 Jumlah Kandungan Komposisi Variasi Laju Aliran 40 cm ³ /min.....	50
Tabel 4. 11 Jumlah Kandungan Komposisi Variasi Laju Aliran 60 cm ³ /min.....	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Tebal Lapisan Karbon.....	40
Grafik 4. 2 Hubungan Kedalaman Pengerasan dan Jarak Raw Material	42
Grafik 4. 3 Hubungan Kedalaman Pengerasan dan Jarak Laju Alir 20 cm ³ /min..	43
Grafik 4. 4 Hubungan Kedalaman Pengerasan dan Jarak Laju Alir 40 cm ³ /min..	44
Grafik 4. 5 Hubungan Kedalaman Pengerasan dan Jarak Laju Alir 60 cm ³ /min..	45
Grafik 4. 7 Komposisi Dengan Variasi Laju Aliran 20 cm ³ /min.....	48
Grafik 4. 8 Komposisi dengan variasi Laju Aliran 40 cm ³ /min.....	49
Grafik 4. 9 Komposisi dengan variasi Laju Aliran 60 cm ³ /min di titik Ke 2	51
Grafik 4. 10 Tinggi Kadar Karbon.....	53