

**PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM PROSES  
CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA TEMPERATUR 950°C  
MENGUNAKAN PASIR ALUMINA**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : NUR DIANSAH**

**NIM : 20.11.022**

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

**2024**

**PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM PROSES  
CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA TEMPERATUR 950°C  
MENGUNAKAN PASIR ALUMINA**

**SKRIPSI**

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

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : NUR DIANSAH**

**NIM : 20.11.022**

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

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM PROSES  
CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA TEMPERATUR 950°C  
MENGUNAKAN PASIR ALUMINA



DISUSUN OLEH :

NAMA : NUR DIANSAH

NIM : 20.11.022

Diperiksa / Disetujui



Dosen Pembimbing 1

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.  
NIP. P. 1031400477

Dosen Pembimbing 2

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



Mengetahui,  
Wakil Dekan 1

Dr. Iriane Budi Sulistiawati, S.T., M.T.  
NIP. 1977061520005012002



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 : Nur Diansah  
NIM : 2011022  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM  
PROSES CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA  
TEMPERATUR 950°C MENGGUNAKAN PASIR  
ALUMINA**

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari / Tanggal : kamis / 25 Juli 2024

Dengan Nilai : 81,70 (A)

**Panitia Penguji Skripsi**

Ketua

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.  
NIP. P. 1031400477

Sekretaris

Tutut Nani Prihatni, SS., S.Pd., M.Pd.  
NIP. P. 1031500493

**Anggota Penguji**

Penguji 1

Ir. Soeparno Djiwo, MT.  
NIP. Y. 1018600128

Penguji 2

Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng.  
NIP. P. 1031500492

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : Nur Diansah**

**NIM : 20.11.022**

Mahasiswa Dengan program studi 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 ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 24 Juli 2024



**Nur Diansah**

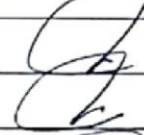


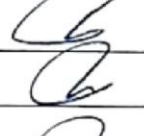

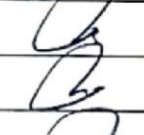

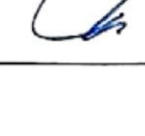


**20.11.022**





## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Nur Diansah  
 NIM : 20.11.022  
 Progam studi : Teknik Mesin S-1  
 Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Terhadap Proses  
 Carburizing Baja Aisi 1042 Pada Suhu 950°C Dengan  
 Menggunakan Pasir Alumina**

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT.

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	26 Februari 2024	
2.	Konsultasi topik penelitian	06 Maret 2024	
3.	Konsultasi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian	14 Maret 2024	
4.	Bimbingan kajian pustaka	25 Maret 2024	
5.	Bimbingan metodologi penelitian	05 April 2024	
6.	Arahan penelitian	24 April 2024	
7.	Proses Carburizing	07 Mei 2024	
8.	Perbaikan latar belakang, rumusan masalah	20 Mei 2024	
9.	Proses Pengujian Kekerasan	29 Mei 2024	
10.	Proses Pengujian Struktur Mikro	03 Juni 2024	
11.	Perbaikan pada 2.4 carburizing	24 Juni 2024	
12.	Bimbingan BAB IV data hasil struktur mikro	01 Juli 2024	
13.	Bimbingan BAB IV data hasil kekerasan	02 juli 2024	

14.	Bimbingan BAB IV data hasil ketebalan lapisan karbon	03 juli 2024	
15.	Perbaiki BAB V kesimpulan dan saran	05 Juli 2024	
16.	Perbaiki BAB IV hasil pengujian struktur mikro	17 Juli 2024	
17.	Ujian Komprehensif	25 Juli 2024	

Malang, 24 Juli 2024



**Nur Diansah**  
20.11.022

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Nur Diansah  
NIM : 2011022  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Terhadap Proses  
*Carburizing* Baja Aisi 1042 Pada Suhu 950<sup>0</sup>C Dengan  
Menggunakan Pasir Alumina  
Dosen pembimbing : Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT.

Tanggal pengajuan skripsi : 26 Februari 2024  
Tanggal penyelesaian skripsi : 26 Agustus 2024  
Telah diselesaikan dengan nilai : ( 85 )

Malang, 24 juli 2024



**Tito Arif Sutrisno, SPd., MT.**  
**NIP. P. 1032100598**



**PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM PROSES  
CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA TEMPERATUR 950°C  
MENGUNAKAN PASIR ALUMINA**

Nur Diansah<sup>1</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>2</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

**ABSTRAK**

Pada suhu 950°C, karbon dari sumber karburasi seperti pasir alumina atau gas karburasi dapat cepat berdifusi ke permukaan baja. Hal ini menghasilkan lapisan karburasi yang keras dan tahan aus, meningkatkan kekerasan dan kekuatan material. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan, dan pengujian ketebalan lapisan karbon. Pada data hasil pengujian struktur mikro ditemukan perubahan bentuk dan persentase kandungan fasanya, dengan hasil pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit, komposisinya menjadi 42,84% ferit, 40% perlit dan 17,16% martensit. Pada laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit, menjadi 42,24% ferit, 40,43% perlit dan 17,33% martensit. Pada laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit, menjadi 37,33% ferit, 43,88% perlit dan 18,79% martensit. Kemudian, pengujian kekerasan sebelum *carburizing* sebesar 195,4 HV setelah dilakukan proses *carburizing* pada laju alir gas 5 cm<sup>3</sup>/menit nilai kekerasan meningkat 96,63% menjadi 384,21 HV. Pada laju alir gas 15 cm<sup>3</sup>/menit terjadi peningkatan nilai kekerasan 112,02% menjadi 414,29 HV. Dan pada laju alir gas 25 cm<sup>3</sup>/menit terjadi peningkatan nilai kekerasan 156,13% menjadi 500,47 HV. Sedangkan pada pengujian ketebalan lapisan karbon, dengan hasil pada laju alir gas 5cm<sup>3</sup>/menit rata-rata ketebalan sebesar 20.64 um. Pada laju alir 15 cm<sup>3</sup>/menit ketebalan lapisan meningkat menjadi 25.21 um. Pada laju alir 25 cm<sup>3</sup>/menit rata-rata ketebalan lapisan mencapai 27.16 um.

**Kata kunci :** *Carburizing*, Baja AISI 1042, Laju alir gas.

# EFFECT OF GAS FLOW RATE VARIATION ON CARBURIZATION PROCESS OF AISI 1042 STEEL AT 950°C USING ALUMINA SAND

Nur Diansah<sup>1</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>2</sup>, Tito Arif Sutrisno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

## ABSTRACT

*At 950°C, carbon from carburizing sources such as alumina sand or carburizing gas can rapidly diffuse to the steel surface. This results in a hard and wear-resistant carburized layer, increasing the hardness and strength of the material. Research was conducted using microstructure testing, hardness testing, and carbon layer thickness testing. In the microstructure test data, it was found that the shape and percentage of the phase content changed depending on the gas flow rate variant, with the results at a gas flow rate of 5 cm<sup>3</sup>/min, the composition being 42.84% ferrite, 40% pearlite and 17.16% martensite. At a gas flow rate of 15 cm<sup>3</sup>/min, it becomes 42.24% ferrite, 40.43% pearlite and 17.33% martensite. At a gas flow rate of 25 cm<sup>3</sup>/min, it became 37.33% ferrite, 43.88% pearlite and 18.79% martensite. Then, hardness testing resulted in a hardness value before carburizing of 195.4 HV after the carburizing process at a gas flow rate of 5 cm<sup>3</sup> / min. The hardness value increased by 96.63% to 384.21 HV. At a gas flow rate of 15 cm<sup>3</sup> / min there was an increase in hardness value of 112.02% to 414.29 HV. At a gas flow rate of 25 cm<sup>3</sup> / min there was an increase in hardness value of 156.13% to 500.47 HV. While testing the thickness of the carbon layer, with the results at a gas flow rate of 5cm<sup>3</sup>/min the average thickness was 20.64 um. At a flow rate of 15 cm<sup>3</sup>/min the layer thickness increased to 25.21 um. At a flow rate of 25 cm<sup>3</sup>/min the average coating thickness reached 27.16 um.*

**Keywords:** Carburizing, AISI 1042 Steel, Gas Flow Rate

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“PENGARUH VARIASI LAJU ALIR GAS DALAM PROSES CARBURIZING BAJA AISI 1042 PADA TEMPERATUR 950°C MENGGUNAKAN PASIR ALUMINA”** Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawiranata, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd., MT. Selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Kedua Orang Tua yang selalu mendukung dalam proses pembuatan skripsi ini.
7. Teman-teman yang memberikan semangat dan banyak membantu hingga terselesaikan skripsi ini.

Demikian kata pengantar ini saya susun dengan penuh rasa syukur dan harapan. Saya menyadari bahwa hasil karya ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan karya ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Malang, 24 juli 2024

Nur Diansah  
NIM 20.11.022

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	<b>vi</b>
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Metodologi Penelitian .....	5
1.7. Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. Penelitian terdahulu .....	7
2.2. Baja .....	10
2.2.1. Baja aisi 1042 .....	10
2.2.2. Pengaruh unsur kimia dalam baja .....	11
2.2.3. Struktur mikro baja .....	12
2.3. <i>Carburizing</i> .....	16
2.3.1. Macam – macam <i>carburizing</i> .....	16
2.3.2. Hal hal yang mempengaruhi <i>carburizing</i> .....	18
2.3.3. Waktu penahanan ( <i>holding time</i> ) .....	19

2.3.4. <i>Quenching</i> .....	20
2.3.5. Pasir alumina.....	22
2.3.6. Laju alir gas.....	23
2.4. <i>Fluidized bed furnace</i> .....	23
2.4.1. Keunggulan <i>fluidized bed furnace</i> .....	24
2.4.2. Kekurangan <i>fluidized bed furnace</i> .....	24
2.4.4. Suplay gas dalam <i>fluidized bed furnace</i> .....	25
2.5. Pengujian yang dilakukan .....	26
2.5.1. Uji struktur mikro.....	26
2.5.2. Uji kekerasan <i>vickers</i> .....	27
2.5.3. Uji ketebalan lapisan karbon.....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>29</b>
3.1. Diagram alir.....	29
3.2. Penjelasan diagram alir .....	30
3.2.1. Studi literatur.....	30
3.2.2. Persiapan alat dan bahan .....	30
3.2.3. Proses pembuatan sampel .....	35
3.2.4. <i>Carburizing</i> .....	36
3.2.5. Variabel penelitian .....	36
3.2.6. Proses pengujian sampel .....	37
3.2.7. Analisa data dan pembahasan .....	38
3.2.8. Kesimpulan .....	38
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>39</b>
4.1. Data hasil pengujian .....	39
4.1.1. Data hasil pengujian struktur mikro.....	39
4.1.2. Data hasil pengujian kekerasan.....	41
4.1.3. Data hasil pengujian ketebalan lapisan karbon .....	43
4.2. Analisa data dan pembahasan.....	44
4.2.1. Analisa data dan pembahasan pengujian struktur mikro.....	44

4.2.2. Analisa data dan pembahasan pengujian kekerasan.....	50
4.2.3. Analisa data dan pembahasan ketebalan lapisan karbon.....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>57</b>
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa Fe <sub>3</sub> C.....	12
Gambar 2. 2 Diagram <i>Time-Temperature-Transformation</i> .....	14
Gambar 2. 3 Diagram <i>Continuous-Cooling-Transformation</i> .....	15
Gambar 2. 4 Diagram pendinginan .....	20
Gambar 2. 5 Skematik fluidized bed furnace.....	24
Gambar 3. 1 Diagram alir.....	29
Gambar 3. 2 <i>Fluidized Bed Furnace</i> .....	31
Gambar 3. 3 Seling.....	32
Gambar 3. 4 Jangka sorong.....	32
Gambar 3. 5 Baja AISI 1042.....	33
Gambar 3. 6 Gas propana.....	33
Gambar 3. 7 Gas nitrogen .....	34
Gambar 3. 8 Pasir alumina .....	34
Gambar 3. 9 Oli.....	35
Gambar 3. 10 Pembuatan spesimen .....	36
Gambar 4. 1 Hasil pengujian struktur mikro sebelum <i>carburizing</i> .....	39
Gambar 4. 2 Hasil pengujian struktur mikro laju alir 5 cm <sup>3</sup> /menit.....	40
Gambar 4. 3 Hasil pengujian struktur mikro laju alir 15 cm <sup>3</sup> /menit.....	40
Gambar 4. 4 Hasil pengujian struktur mikro laju alir 25 cm <sup>3</sup> /menit.....	41
Gambar 4. 5 Ketebalan lapisan laju alir gas 5 cm <sup>3</sup> /menit .....	43
Gambar 4. 6 Ketebalan lapisan laju alir gas 15 cm <sup>3</sup> /menit .....	43
Gambar 4. 7 Ketebalan lapisan laju alir gas 25 cm <sup>3</sup> /menit.....	44
Gambar 4. 8 Perhitungan persentase fasa sebelum <i>carburizing</i> .....	45
Gambar 4. 9 Perhitungan persentase fasa pada laju alir 5 cm <sup>3</sup> /menit.....	46
Gambar 4. 10 Perhitungan persentase fasa pada laju alir 15 cm <sup>3</sup> /menit.....	48
Gambar 4.11 Perhitungan persentase fasa pada laju alir 25 cm <sup>3</sup> /menit.....	49
Gambar 4.12 Grafik hasil pengujian kekerasan pada laju alir 5 cm <sup>3</sup> /menit.....	50
Gambar 4.13 Grafik hasil pengujian kekerasan pada laju alir 15 cm <sup>3</sup> /menit.....	51
Gambar 4.14 Grafik hasil pengujian kekerasan pada laju alir 25 cm <sup>3</sup> /menit.....	52
Gambar 4.15 Grafik nilai kekerasan semua spesimen.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Unsur Kimia Baja AISI 1042.....	11
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian kekerasan sebelum <i>carburizing</i> .....	41
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian kekerasan pada laju alir 5 cm <sup>3</sup> /menit .....	42
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian kekerasan pada laju alir gas 15 cm <sup>3</sup> /menit .....	42
Tabel 4. 4 Data hasil pengujian kekerasan pada laju alir gas 25 cm <sup>3</sup> /menit .....	42
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian ketebalan lapisan laju alir gas 5 cm <sup>3</sup> /menit.....	54
Tabel 4. 6 Data hasil pengujian ketebalan lapisan laju alir gas 15 cm <sup>3</sup> /menit.....	55
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian ketebalan lapisan laju alir gas 25 cm <sup>3</sup> /menit.....	56